

Integrierte Naturwissenschaft

Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines
Projektunterrichts

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades doctor rerum naturalium

(Dr. rer. nat.)

Vorgelegt dem Rat der Chemisch-Geowissenschaftlichen Fakultät der
Friedrich-Schiller-Universität Jena
von Andreas Grasser
geboren am 24.08.1979 in Fulda

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	1
1 HINTERGRUND UND RAHMEN DES FÄCHERÜBERGREIFENDEN NATURWISSENSCHAFTSUNTERRICHTS	3
1.1 SYSTEMATISIERUNG FÄCHERÜBERGREIFENDEN UNTERRICHTS	3
1.2 HISTORISCHE ENTWICKLUNG DES NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHTS IM DEUTSCHSPRACHIGEN RAUM	8
1.2.1 Naturwissenschaftlicher Unterricht und Reformpädagogik	11
1.2.2 Von der Weimarer Republik zum Nationalsozialismus	16
1.2.3 Nachkriegszeit und Renaissance der 60er Jahre	17
1.2.4 Zusammenfassung	24
1.3 NATURWISSENSCHAFTLICHER ANFANGSUNTERRICHT IM NATIONALEN VERGLEICH	25
1.3.1 Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula	27
1.3.2 Synopse fächerübergreifenden Naturwissenschaftsunterrichts	28
1.3.3 Zusammenfassung	37
1.4 FÄCHERÜBERGREIFENDER NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT IM INTERNATIONALEN VERGLEICH	39
1.4.1 Naturwissenschaftliche Curricula der 70er Jahre	39
1.4.2 Naturwissenschaftlicher Unterricht international	47
1.4.3 Zusammenfassung	55
1.5 ZUR BEDEUTUNG EINES INTEGRIERTEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN ANFANGSUNTERRICHTS	59
1.6 INTERESSE UND INTERESSE AN NATURWISSENSCHAFTEN	74
1.6.1 Das Interessenkonstrukt	74
1.6.2 Die Interessenentwicklung	77
1.6.3 Empirische Befunde zum Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern	80
1.6.4 Zusammenfassung	85
1.7 FORSCHUNGSFRAGEN	86
2 KONZEPTION UND ERPROBUNG	88
2.1 PROJEKTÜBERSICHT	88
2.2 PILOTSTUDIE	90
2.2.1 Projektkonzept	90
2.2.2 Ausgangslage und Projektsituation	94
2.2.3 Die Projektthemen	97
2.2.4 Ergebnisse der Pilotstudie	110
2.2.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Hauptstudie	113
2.3 HAUPTSTUDIE	115
2.3.1 Projektkonzept	115
2.3.2 Ausgangslage und Projektsituation	119

2.3.3	Das Projektthema Nahrung und Ernährung	121
2.3.4	Zusammenfassung	133
3	EVALUATION UND BEWERTUNG.....	134
3.1	INTERESSENSTUDIE INTEGRIERTER NATURWISSENSCHAFTSUNTERRICHT	135
3.1.1	Durchführung.....	135
3.1.2	Stichprobe	136
3.1.3	Methodik der statistischen Auswertung	136
3.1.4	Ergebnisse	139
3.1.5	Zusammenfassung	153
3.2	INTEGRIERTER FÄCHERVERBUND – LEHRERBEFRAGUNG ZUM NATURWISSENSCHAFTLICHEN ANFANGSUNTERRICHT	155
3.2.1	Durchführung.....	155
3.2.2	Stichproben	155
3.2.3	Methodik der statistischen Auswertung	156
3.2.4	Ergebnisse	158
3.2.5	Zusammenfassung	181
3.3	KOMPETENZENTWICKLUNG UND PROJEKTRESÜMEE	183
4	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	189
	LITERATURVERZEICHNIS.....	192
5	ANHANG.....	201
5.1	LITERATUR UND URLS ZUM NATIONALEN VERGLEICH FÄCHERÜBERGREIFENDEN NATURWISSENSCHAFTSUNTERRICHTS	201
5.2	TABELLARISCHE ÜBERSICHTEN ZUR LÄNDERSYNOPSE	214
5.3	LEHRERBEFRAGUNG	219
5.4	INTERESSENSTUDIE	221
5.5	PROJEKTRESÜMEE.....	226

TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Tab. 1: Varianten fächerübergreifenden Unterrichts (nach Labudde 2003)</i>	4
<i>Tab. 2: Phasen des logischen Denkverfahrens</i>	12
<i>Tab. 3: Kriterien des Gesamtunterrichts</i>	15
<i>Tab. 4: Anteil der mathematisch- naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer (MNU) und der einzelnen Naturwissenschaften am Gesamtunterricht [%] (nach Schumacher 1984)</i>	19
<i>Tab. 5: Die curricularen Situationen im bundesdeutschen Vergleich (Stand 2008)</i>	25
<i>Tab. 6: Naturwissenschaftliche Curricula der 70er Jahre</i>	40
<i>Tab. 7: Nuffield Combined Science</i>	44
<i>Tab. 8: Physical Science Standards (nach National Research Council 1996)</i>	48
<i>Tab. 9: Understanding Matter and Energy (nach The Ontario Curriculum 2007, 102)</i>	49
<i>Tab. 10: Kurzsynopse des internationalen integrierten Naturwissenschaftsunterrichts</i>	56
<i>Tab. 11: Ergebnisse IGLU-Studie 2003 (Bos u.a., 2003) und Ergebnisse PISA-Studie 2006 (PISA 2007)</i>	70
<i>Tab. 12: Vergleich der Rahmenbedingungen nach Becker</i>	82
<i>Tab. 13: Überblick über die Kompetenzen des Themas Boden</i>	104
<i>Tab. 14: Überblick über die Kompetenzen des Themas Luft</i>	106
<i>Tab. 15: Überblick über die Kompetenzen des Themas Wasser</i>	108
<i>Tab. 16: Überblick über die Kompetenzen des Themas Mikroskop und Mikrokosmos</i>	109
<i>Tab. 17: Überblick über die Kompetenzen des Themas Nahrung und Ernährung</i>	132
<i>Tab. 18: Kontrollgruppe Interessenstudie</i>	136
<i>Tab. 19: Reliabilitätsanalyse Interessenstudie</i>	137
<i>Tab. 20: Subskala praktisches Interesse</i>	141
<i>Tab. 21: Skala Situationsinteresse</i>	142
<i>Tab. 22: Skala Fachinteresse</i>	144
<i>Tab. 23: Skala Sachinteresse</i>	145
<i>Tab. 24: Projekteinfluss - Freizeitinteresse</i>	150
<i>Tab. 25: Teilnehmer Lehrerbefragung - Repräsentativität</i>	156
<i>Tab. 26: Übersicht Korrelation Lehrerbefragung</i>	175
<i>Tab. 27: Korrelation – Selbsteinschätzung Lehrerbefragung</i>	176
<i>Tab. 28: Korrelation – Geschlecht Lehrerbefragung</i>	176
<i>Tab. 29: Clusteranalyse - Dimensionen</i>	177
<i>Tab. 30: Clusteranalyse – Interesse und Kompetenzen</i>	178
<i>Tab. 31: Clusteranalyse – schulische Einbettung</i>	178
<i>Tab. 32: Clusteranalyse – Bildung und Erziehung</i>	179
<i>Tab. 33: Clusteranalyse – allgemeine Einschätzung</i>	179
<i>Tab. 34: Beobachtungsschwerpunkte</i>	184

<i>Abb. 1: Themenschwerpunkte des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts</i>	27
<i>Abb. 2: Verteilung der Themenschwerpunkte des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts auf die Bundesländer</i>	38
<i>Abb. 3: Struktur der STS-Unterrichtskonzeption nach Solomon, Aikenhead (1994)</i>	46
<i>Abb. 4: Grobziele und Themenfelder im Fach NMM nach Lehrplan Kanton Bern (1995)</i>	52
<i>Abb. 5: Unterrichtsangebot vs. Schülerinteresse nach Gräber (1992)</i>	69
<i>Abb. 6: Bedeutungsvarianten des Interessenkonstrukts nach Krapp (1992)</i>	75
<i>Abb. 7: Interessenmodell nach Todt, Drewes & Heil (1992)</i>	76
<i>Abb. 8: Entwicklung (Differenzierung) allgemeiner Interessen nach Todt (1995)</i>	78
<i>Abb. 9: Interesse am Unterrichtsfach Chemie nach Gräber (1992)</i>	83
<i>Abb. 10: Verlauf der Aktionsforschung</i>	89
<i>Abb. 11: Die Brückenfunktion des Projektfaches verändert nach Demuth (2005)</i>	92
<i>Abb. 12: Projektkonzept der Pilotstudie</i>	94
<i>Abb. 13: Zeitlicher Verlauf der Pilotstudie</i>	96
<i>Abb. 14: Beispiel Material Pilotstudie Einleitung</i>	97
<i>Abb. 15: Beispiel Material Pilotstudie Geräte/Chemikalien</i>	98
<i>Abb. 16: Beispiel Material Pilotstudie Durchführung</i>	98
<i>Abb. 17: Beispiel Material Pilotstudie Beobachtung Tabelle</i>	99
<i>Abb. 18: Beispiel Material Pilotstudie Beobachtung Skizze mit und ohne Vorgabe</i>	99
<i>Abb. 19: Beispiel Material Pilotstudie Beobachtung Offene Aufgabe</i>	100
<i>Abb. 20: Beispiel Material Pilotstudie Aufgabenformen Auswertung</i>	101
<i>Abb. 21: Beispiel Material Pilotstudie Aufgabenformen Auswertung</i>	102
<i>Abb. 22: Beispiel Material Pilotstudie Transferaufgabe</i>	102
<i>Abb. 23: Paramecium – Schülerfoto</i>	108
<i>Abb. 24: Projektkonzept der Hauptstudie</i>	119
<i>Abb. 25: Zeitlicher Verlauf der Hauptstudie</i>	120
<i>Abb. 26: Beispiel INFOBOX Merkmal Einfachheit</i>	124
<i>Abb. 27: Beispiel INFOBOX Merkmal Gliederung - Ordnung</i>	124
<i>Abb. 28: Beispiel Durchführung Merkmal Kürze - Prägnanz</i>	125
<i>Abb. 29: Beispiel Einleitung Merkmal Anregende Zustände</i>	125
<i>Abb. 30: Beispiel Einsatz von Modellen</i>	126
<i>Abb. 31: Design Interessenstudie</i>	135
<i>Abb. 32: Testverfahren Interessenstudie</i>	138
<i>Abb. 33: Allgemeines Freizeitinteresse</i>	139
<i>Abb. 34: Freizeitinteresse Jungen</i>	140
<i>Abb. 35: Freizeitinteresse Mädchen</i>	140
<i>Abb. 36: Naturwissenschaftliches Freizeitinteresse</i>	141
<i>Abb. 37: Naturwissenschaftliches Freizeitinteresse - Schulform</i>	142
<i>Abb. 38: Situationsinteresse – Schulform</i>	143

<i>Abb. 39: Sachinteresse</i>	145
<i>Abb. 40: Sachinteresse – Schulform</i>	146
<i>Abb. 41: Gesamtübersicht Interesse</i>	146
<i>Abb. 42: Interessenentwicklung - Dimensionsbereiche</i>	147
<i>Abb. 43: Interessenentwicklung – Geschlechter</i>	148
<i>Abb. 44: Interessenentwicklung - Schulform</i>	149
<i>Abb. 45: Projekteinfluss - Freizeitinteresse</i>	150
<i>Abb. 46: Projekteinfluss – Situationsinteresse</i>	151
<i>Abb. 47: Projekteinfluss - Fachinteresse</i>	152
<i>Abb. 48: Projekteinfluss – Sachinteresse</i>	152
<i>Abb. 49: Gesamtdaten Interesse und Kompetenz</i>	158
<i>Abb. 50: Altersgruppen Interesse und Kompetenzen</i>	159
<i>Abb. 51: Geschlecht Interesse und Kompetenzen</i>	160
<i>Abb. 52: Erstfach Interesse und Kompetenzen</i>	161
<i>Abb. 53: Schulart Interesse und Kompetenzen</i>	161
<i>Abb. 54: Gesamtdaten Schulische Einbettung</i>	162
<i>Abb. 55: Altersgruppen Schulische Einbettung</i>	163
<i>Abb. 56: Geschlecht Schulische Einbettung</i>	164
<i>Abb. 57: Erstfach Schulische Einbettung</i>	165
<i>Abb. 58: Schulart Schulische Einbettung</i>	165
<i>Abb. 59: Gesamtdaten Bildung und Erziehung</i>	166
<i>Abb. 60: Altersgruppe Bildung und Erziehung</i>	167
<i>Abb. 61: Geschlecht Bildung und Erziehung</i>	168
<i>Abb. 62: Erstfach Bildung und Erziehung</i>	168
<i>Abb. 63: Schulart Bildung und Erziehung</i>	169
<i>Abb. 64: Gesamtdaten Allgemeine Einschätzung</i>	170
<i>Abb. 65: Altersgruppen Allgemeine Einschätzung</i>	171
<i>Abb. 66: Geschlecht Allgemeine Einschätzung</i>	172
<i>Abb. 67: Erstfach Allgemeine Einschätzung</i>	173
<i>Abb. 68: Schulart Allgemeine Einschätzung</i>	173

Einleitung

Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht, d.h. ein Unterricht ohne disziplinäre Fachgrenzen, gewinnt seit den 70er Jahren immer wieder an bildungspolitischer Bedeutung. Einerseits beschäftigen sich Didaktiker, Pädagogen und Naturwissenschaftler gleichermaßen über Jahre hinweg mit integriertem Naturwissenschaftsunterricht, wobei das Thema durch mitunter unsachliche Diskussionen die Experten in zwei Lager spaltet. Andererseits spielt der naturwissenschaftlicher Fächerverbund teils über eine Dekade augenscheinlich keinerlei Rolle in aktuellen Forschungsarbeiten. Fakt ist jedoch, dass allzu häufig realpolitische Bedingungen und nicht bildungstheoretische Erkenntnisse den Sinn und die Etablierung eines integrierten Naturwissenschaftsunterrichts diktieren.

Vor diesem Hintergrund erklärt sich die Bedeutung des fachdidaktischen Aufgabenfeldes integrierter Naturwissenschaftsunterricht und die Notwendigkeit aktueller Forschungsarbeit. Wie muss ein integrierter Naturwissenschaftsunterricht konzipiert werden, um jeder der Teildisziplinen gerecht zu werden? Kann solch eine Unterrichtsform das Schülerinteresse an Naturwissenschaften nachhaltig stärken? Werden im Fächerverbund erste naturwissenschaftliche Kompetenzen vermittelt? Welche Chancen und Risiken ergeben sich für naturwissenschaftliche Fachlehrer durch die Einführung eines integrierten naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts?

Im deutschsprachigen Raum sind vor allem Studien bekannt, die ausschließlich das Schülerinteresse an einer Fachdisziplin erheben (Hoffmann, Lehrke 1998, Gräber 1992). Allein der schon über zehn Jahre alten Evaluation des BLK-Modellversuches PING in Rheinland-Pfalz gelingt es, Erfahrungen mit Erkenntnismethoden und Interessenstrukturen zum fächerübergreifenden Unterricht zu verknüpfen; konzeptionelle Aspekte werden hier jedoch nicht angesprochen (PING 1998). Unter welchen Prämissen ein kompetenz- und interessenfördernder Naturwissenschaftsunterricht entwickelt werden kann, soll die vorliegende Arbeit zeigen. Dabei wird nicht nur die Konzeption des Unterrichts transparent abgebildet, sondern zudem Methodik und empirische Ergebnisse dargestellt. Im Rahmen einer Aktionsforschung wurden insgesamt fünf fächerübergreifende Projektthemen entwickelt und in Form einer Pilot- und Hauptstudie an drei Schulen erprobt. Dabei wurden die Interesse- und Kompetenzentwicklung der Schüler evaluiert. Zudem wurde im Rahmen des Projekts eine landesweite Lehrerbefragung zum naturwissenschaftlichen Fächerverbund durchgeführt, sodass aus den Blickwinkeln der Schüler und der Lehrer die Fragestellungen an einen integrierten Naturwissenschaftsunterricht beantwortet werden können.

Diese Arbeit zeichnet, nachdem die Systematik fächerübergreifenden Unterrichts ausführlich erörtert wurde, im ersten Kapitel die Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts im deutschsprachigen Raum nach. Darüber hinaus wird der fächerübergreifende naturwissenschaftliche Unterricht im nationalen und internationalen Vergleich besprochen und die Bedeutung des Fächerverbundes anhand von Expertisen und Diskussionen zu dieser Thematik dargelegt. Dieser theoretische Teil schließt mit der Beschreibung von grundlegenden Forschungsarbeiten zur Interessenentwicklung von Lernenden und empirischen Befunden zum Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern allgemein.

Die diskutierten Interessentheorien bilden eine der konzeptionellen Grundlagen der in Kapitel 2 dokumentierten Konstruktion und Erprobung von Pilot- und Hauptstudie. Dabei darf die Pilotstudie im eigentlichen Sinne einer Aktionsforschung nicht getrennt von der Hauptstudie gesehen werden. Die Trennung der Studien im zweiten Teil der Arbeit muss als ein theoretisches Konstrukt verstanden werden, um eine „Zwischenbilanz“ im Forschungsprozess ziehen zu können. Dies ist notwendig, um gewonnene Daten, Ergebnisse und daraus resultierende Konsequenzen dem Leser vorzustellen. Insgesamt gehen die Studien in einem kleinschrittigen und durchgängigen Prozess ineinander über und bilden keine voneinander unabhängigen Entwicklungs- und Erprobungseinheiten. So reifen in der Pilotstudie die Grundgedanken eines integrierten naturwissenschaftlichen Projektunterrichts, die in den folgenden Erprobungen stets aufgegriffen und optimiert werden. Naturwissenschaftliche Curricula, Funktionen der Fächerintegration und die Adaption bewährter didaktischer Projektansätze (Science A Process Approach) bilden den Referenzrahmen dieser Forschungsarbeit, sie werden jedoch nur in der Pilotstudie spezifiziert. In der Hauptstudie werden dann ausführlich das Konzept und die methodische Umsetzung eines interessefördernden Unterrichts vorgestellt. In diesem Erprobungsabschnitt werden zudem die empirischen Erhebungen durchgeführt, die im anschließenden Kapitel 3 (Evaluation) vorgestellt werden. Hier werden eine sozial-empirisch abgesicherte Interessenerhebung und eine landesweite Lehrerbefragung diskutiert. Daneben werden die Daten zur Kompetenzentwicklung und der Unterricht aus Sicht der Schüler ausgewertet. Alle gewonnenen Ergebnisse werden abschließend in Form von Thesen gebündelt.

Kapitel 1

1 Hintergrund und Rahmen des fächerübergreifenden Naturwissenschaftsunterrichts

1.1 Systematisierung fächerübergreifenden Unterrichts

Seit Didaktiker und Pädagogen über eine Unterrichtsform diskutieren, die über Fachgrenzen hinaus agieren soll, verwenden sie hierfür unterschiedliche Bezeichnungen. Die Begrifflichkeiten, welche sich heute sowohl national als auch international zum fächerübergreifenden Unterricht finden, sind vielfältig, facettenreich und können in einigen Zusammenhängen für Verwirrung sorgen. Alle gesichteten deutschen Publikationen nutzen die Bezeichnung „fächerübergreifend“ als Oberbegriff. Verständnis und Sinn der alltagssprachlichen und schulischen Bedeutung des Wortes sollen somit sicher gestellt werden. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick zu den im deutschsprachigen Raum genutzten Begrifflichkeiten und Systematisierungen des fächerübergreifenden Unterrichts. Die Autoren verwenden vorwiegend Charakterisierungsansätze in Bezug auf

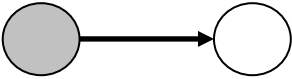
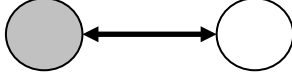
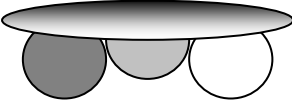
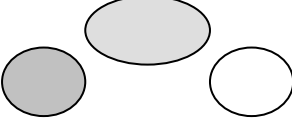
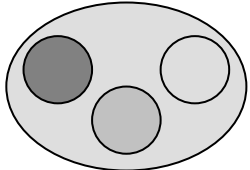
- die Organisationsform (HUBER, LABUDDE)
- die Zwecke bzw. Ziele (HILLER-KETTERER, HILLER)
- das Verfahren der Zusammenarbeit (POPP)
- die Unterrichtsansätze (HÄUBLER)

Der Vollständigkeit halber soll erwähnt werden, dass im Französischen und Englischen der Begriff *interdisciplinaire* bzw. *interdisciplinary* genutzt wird. Diese Bezeichnung findet sowohl als Ober- als auch als Unterbegriff Verwendung.

Organisationsform

Nach HUBER (Huber 1995) und LABUDDE (Labudde 2003) kann der Begriff fächerübergreifend charakterisiert werden, indem er in Bezug auf seine Verwendung im Rahmen der Unterrichtsorganisation der Schule systematisiert wird. Fächerübergreifende Konzepte im Unterricht werden auf zwei unterschiedliche Ebenen bezogen. Dies geschieht zum einen auf der Ebene der Fachdisziplinen und zum anderen auf der Ebene der Stunden-tafel. Die Autoren unterscheiden 5 Varianten des fächerübergreifenden Unterrichts (Tab. 1):

Tab. 1: Varianten fächerübergreifenden Unterrichts (nach Labudde 2003)

Fachdisziplinen	<i>Fach überschreitend</i>		Die Erkenntnisse eines Faches (z.B. Chemie) werden in den Fachunterricht eines anderen Faches (z.B. Physik) eingebracht
	<i>Fächer verknüpfend</i>		Methoden und Basiskonzepte, die mehrere Fächer in gleicher Weise nutzen, werden systematisch und wechselseitig miteinander verknüpft
	<i>Themen zentriert</i>		Im Fachunterricht der Einzelfächer wird ein übergeordnetes Thema aus der jeweiligen Perspektive bearbeitet
Stundentafel	<i>Fächer ergänzend</i>		In Form einer zeitlich souveränen Einheit wird ein fächerübergreifendes Thema zusätzlich und zum Fachunterricht ergänzend bearbeitet. Z.B. das Thema Ernährung in einer Projektwoche
	<i>Integriert</i>		In dieser Form des fächerübergreifenden Unterrichts gibt es keinen disziplinären Fachunterricht mehr. Die Inhalte sind fächerübergreifend gestaltet. Fachbegriffe werden integriert entwickelt. Integrierter Unterricht enthält fachspezifische und fächerübergreifende Phasen

1. Fachüberschreitende Unterrichtsform

Fachüberschreitend betont die Ausgangsbasis vom Einzelfach (Singular Fach). Es findet Fachunterricht statt, wobei Inhalte andere Fächer oder verwandte Bezüge berücksichtigt werden. Vom „sinnstiftenden Kontext“ wie z.B. Klima und Wetter bis zum nahezu reinen Fachunterricht deckt diese Unterrichtsform in der Schulpraxis ein weites Spektrum ab.

2. Fächerverknüpfende Unterrichtsform

Diese Unterrichtsform wird häufig auch als fächerverbindend bezeichnet. Durch die Verwendung des Plurals wird die Partizipation zweier oder mehrerer Fächer verdeutlicht. Die Fachinhalte sind an einer oder mehreren Stellen miteinander verknüpft, wobei jedes Fach die Thematik mit der eigenen Fachperspektive beleuchtet und zugleich die Fachinhalte der anderen Fächer berücksichtigen werden (z.B. die Entwicklung von Atommodellen parallel im Chemie- und Physikunterricht).

3. Themenzentrierte Unterrichtsform

Ein Thema wird von mehreren Fachbereichen gemeinsam geplant und wechselseitig abgestimmt, wobei die Thematik von den jeweiligen Fachlehrern mit Schwerpunkten versehen wird. Diese Unterrichtsform wird von Huber als fächerkoordinierender Unterrichtstypus bezeichnet.

4. Fächerergänzende Unterrichtsform

Zugunsten eines bestimmten Themas wird in Form von Kursen oder Projekten die Fächerordnung der Schule zeitlich begrenzt aufgehoben. Die Projekte oder Kurse werden parallel zur bestehenden Stundentafel durchgeführt.

5. Integrierte Unterrichtsform

Der eigentliche Fachunterricht wird zu Gunsten eines einzigen fachübergreifenden Unterrichts ausgesetzt. Ein derartiger integrierter Fächerverbund kann phasenweise immer wieder auf Fachunterricht zurückgreifen, er bedeutet also keinesfalls die Abkehr von fachwissenschaftlicher Systematik, Methodik und Begrifflichkeiten (Labudde 2003; Huber 1995; Obst 1997).

Zweck bzw. Ziel

Ein weitere mögliche Charakterisierungsform des Begriffs *fächerübergreifend* stellen I. HILLER-KELLER und G HILLER vor. Ihre Systematisierung bezieht sich auf den Zweck bzw. das Ziel des fächerübergreifenden Unterrichts(Hiller-Keller, Hiller 1997).

1. Notwendigkeit

Der fächerübergreifende Unterricht ist durch eine Notwendigkeit begründet (z.B. bilinguale Unterrichtsform, fremdsprachige Texte im Fachunterricht, Weltsprache Englisch ...).

2. Nützlichkeit

Die fächerübergreifende Unterrichtsform zeichnet sich durch Nützlichkeit aus (z.B. Vorbereitung einer Auslandsreise in den Fächern Englisch, Geographie und Sozialkunde).

3. Fachperspektiven

Fächerübergreifender Unterricht kann Fachperspektiven relativieren (z.B. werden bei der Behandlung des Themas Arzneimittel im Chemieunterricht medizinische Kenntnisse mit einbezogen).

4. Verfahren und Wechselwirkungen

Fächerübergreifender Unterricht kann gemeinsame Verfahren und formale Wechselwirkungen erproben und demonstrieren (z.B. das Thema Gesundheit wird von einigen Fächern arbeitsteilig und miteinander koordiniert).

5. Alltagswirklichkeit

Fächerübergreifender Unterricht kann lebensweltliche Probleme bzw. Handlungsabsichten fokussieren und Ausschnitte der Alltagswirklichkeit „entselbstverständlichen“ und „enträtseln“.

Unterrichtsverfahren

POPP sieht in der „Spezialisierung auf Zusammenhänge“ eine wesentliche Aufgabe des fächerübergreifenden Unterrichts (Duncker, Popp 1997). So sollten Schüler nicht nur in einzelnen Fächer zu Spezialisten werden, sondern vielmehr vor allem Zusammenhänge zwischen Sachverhalten und Bereichen erkennen. Die Vernetzung von bekanntem Wissen mit neuem Wissen aus anderen Fächern und mit lebensweltlichen Erfahrungen und Kenntnissen sei hierbei ein wesentliches Element. Popp unterscheidet zwei Unterrichtsverfahren des fächerübergreifenden Unterrichts:

1. Additive Unterrichtsführung

In diesem Unterrichtsverfahren werden den Fachinhalten einzelner Fächer zusätzliche Fachinhalte aus anderen Fächern hinzugefügt (z.B. mathematische Verfahren in Physik oder chemische Mechanismen in Biologie). Wenn dasselbe Thema in zwei oder mehreren Fächern unter Berücksichtigung der jeweiligen Fachperspektive unterrichtet wird spricht man ebenfalls von einer additiven Unterrichtsführung („Fächerparallelisierung“).

2. Integrative Verfahren

Diese Verfahren zeichnen sich dadurch aus, dass lebensweltliche oder überfachliche Phänomene oder Handlungsfelder in Form von übergeordneten Themen „aufgegriffen, erschlossen, erarbeitet und reflektiert werden“ (Bünder, Harms 1999, 15).

Unterrichtsansätze

In den 30er bis 60er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde in den USA der Begriff „Integrated Science Teaching“ (integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht) geprägt, welcher sich in den 70er Jahren auch in Deutschland etablierte. In den zu dieser Zeit vorherrschenden didaktischen Vorstellungen definierte man integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht als einen wechselseitigen Prozess der Integration (indem verschiedene Sachverhalte im Rahmen eines Themas behandelt werden) und der Differenzierung in verschiedene Inhalts-, Lebens- und Fachbereiche. Frey deutete integrierten Unterricht in diesem Sinne als *„ein Lehrgefüge, das Informationen aus oder zu naturwissenschaftlichen Disziplinen behandelt, die aufgrund eines didaktischen Konzepts umstrukturiert und in Hinsicht auf gemeinsame Bildungsabsichten funktionalisiert sind“* (Frey 1973, 25). Diesbezüglich werden von HÄUBLER zwei thematische Gruppen von Unterrichtsansätzen vorgeschlagen:

1. Naturwissenschaftsorientierte Ansätze

Den integrierenden Aspekt bzw. die fächerübergreifende Funktion bilden hierbei den Fächern gemeinsame, zentrale Begriffe und Konzepte sowie über die Fachgrenzen hinaus bestehende Methoden, Arbeitsweisen und Wege der Erkenntnisgewinnung, welche auf unterschiedliche Sachverhalte Bezug nehmen (z.B. Atommodell, Stoffklassen, Energiebegriff ...). Folglich stehen zunächst Methodik und Systematik im Mittelpunkt dieses Ansatzes.

2. Lebensweltlich orientierte Ansätze

Als fächerübergreifende Gemeinsamkeit und somit integrierendes Element nutzt dieser Ansatz die Möglichkeit verschiedene Sachverhalte über lebensweltliche Probleme, die praktische Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens oder gesellschaftlich relevante Situationen zu integrieren (Wassergüte, Heißluftballon, erneuerbare Energien ...) (Häußler 1974).

Zusammenfassung

Unterricht, der über konventionelle Fachgrenzen hinaus Anwendung findet, wird im deutschsprachigen Raum in der Regel als *fächerübergreifender* Unterricht bezeichnet. Die Begrifflichkeit fächerübergreifend muss als ein Oberbegriff verstanden werden. Detaillierte Charakterisierungsansätze systematisieren die Bezeichnung fächerübergreifend gemäß *Organisationsform, Zwecke und Ziele, Verfahren der Zusammenarbeit* sowie nach *Unterrichtsansätzen*. Insbesondere auf die variantenreiche Strukturierung nach Huber wird in Publikationen häufig Bezug genommen. Dieser bezieht sich auf unterrichtsorganisatorische Aspekte des fächerübergreifenden Unterrichts und unterscheidet die Ebenen Fachdisziplin und Studentafel. In dieser Arbeit wird überwiegend der Oberbegriff fächerübergreifend verwendet. Daneben werden ausschließlich die Bezeichnungen *integriert* und *Fächerverbund* genutzt. So wird sichergestellt, dass lediglich eine Unterrichtsform fern des disziplinären Fachunterrichts in den anschließenden Kapiteln thematisiert wird.

1.2 Historische Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts im deutschsprachigen Raum

Mit dem Untergang der griechischen und römischen Weltreiche gingen unter der Herrschaft der Germanen und des Christentums zunächst auch die Kultur und Wissenschaft der Antike weitgehend verloren. Erst Ende des *8. Jahrhunderts* wurde unter Karl dem Großen die Wissenschaft wieder, belebt indem zunächst der Klerus in Klosterschulen ausgebildet wurde. Die Mathematik und Naturwissenschaft blieb hierbei vorerst unberücksichtigt. Das Wissen dieser Disziplinen wurde von den Arabern bewahrt, welche die Naturwissenschaften Aristoteles weiterführten und griechische mit indischen Kenntnissen der Mathematik vernetzten (Pahl 1913). Der erste eigentliche Fächerkanon im deutschsprachigen Raum wurde aus dem hellenistischen Kreis der Bildungsfächer entwickelt, er beinhaltete die sieben Künste des freien Mannes, welche in den Trivium (Dreiweg) und den Quadrivium (Vierweg) eingeteilt waren. Grammatik, Rhetorik und Dialektik wurden im Trivium; Arithmetik, Musik, Geometrie und Astronomie im Quadrivium gelehrt. Die Fächer des Kanons standen in einem systematischen Bezug zueinander, sie wurden gemäß eines individuellen Lernweges, dem Erfolg und Einsatz des Schülers entsprechend, durchlaufen (Duncker, Popp 1997). Das Lesen physikalischer Schriften wurde durch die Beschlüsse der Kirchenversammlungen von Tours (1163) und Paris (1209) als sündhaft verboten, so wurden physikalische Erscheinungen nur äußerst oberflächlich betrachtet und die beschreibenden Naturwissenschaften blieben im Klosterunterricht außen vor. Mit Bildung der schola exterior wurde im *12. Jahrhundert* die Ausbildung zu weltlichen Berufen an Klöstern ermöglicht, wobei man die Naturwissenschaften im Rahmen der Medizin lehrte.

Im Zuge der Reformation wurde die Verantwortlichkeit für Universitäten und Schulen der Kirche entzogen. Der Staat übernahm diese Fürsorge und legte im *16. Jahrhundert* unter maßgeblicher Beteiligung Melanchthons den gesetzlichen Grundstock des heutigen Schulwesens. Die Forderung nach einer allgemeinen Schulpflicht und dass Deutsch als Hauptfach unterrichtet werden müsse, prägten das Schulwesen der Reformation. Die naturwissenschaftliche Ausbildung verlor jedoch mit der Gründung humanistischer Gymnasien und unter dem Dogma der Bibel als Quelle aller Wahrheit jegliche Bedeutung.

Zu einer Zeit, in der Galilei die moderne naturwissenschaftliche Forschung begründete, entwickelte Comenius die Grundlagen der modernen Pädagogik. Mit dem Aufschwung der Naturwissenschaften im *17. Jahrhundert* traten Bildungsforderungen auf, die einer utilitaristischen Pädagogik zuzuordnen sind. Berücksichtigung fand dieses Prinzip vor allem in den aufstrebenden Ritterakademien. Man wandte sich entgegen dem Verbalismus der Lateinschulen der Natur zu und suchte nach Effizienz und ökonomischem Nutzen der Wissenschaften. Comenius unterstützte mit seiner Didaktik die Forderung

Francis Bacons nach empiristischem Realismus. Sein Unterricht gründete sich nicht mehr auf Sprachen, sondern auf „*Anschauung*“ und „*realistische Unterweisungen*“. Bildungstheoretisch kann für die Schule erstmals von dem Ideal eines experimentell begründeten naturwissenschaftlichen Unterrichts gesprochen werden (Schöler 1970).

Im 18. Jahrhundert, welches auch als „*saeculum paedagogicum*“ bezeichnet wird, prägten Pietismus und Aufklärung die Gesellschaft. Die Pädagogik zeichnete sich nunmehr durch eine Wendung gegen Dogmatismus und humanistische Gelehrsamkeit sowie die konsequente Einführung von Realien im Unterricht aus. Mit Gründung der Franckeschen Stiftung wurde naturwissenschaftlicher Unterricht erstmals für alle gesellschaftlichen Stände möglich. Die ersten „*Erziehungsanstalten*“ in Halle waren u.a. mit Naturalienkabinetten sowie chemischen und physikalischen Laboratorien ausgestattet (Schöler 1970). In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts löste in Deutschland unter Basedow der Philantropismus den Pietismus ab. In Basedows Elementarwerk von 1774 wird die Naturwissenschaft im Unterricht durch vollständige Lehrgänge in Physik, Zoologie, Botanik, Geographie und Mineralogie gestärkt (Pahl 1913). An lateinischen Schulen etablierte sich das Fach Naturlehre, welches dem Experiment als Mittel der Erkenntnisgewinnung eine wesentliche Bedeutung zusprach. Man nutzte Modelle im Unterricht und ließ Alltagserfahrungen einfließen. Didaktische und methodische Überlegungen waren bereits ein fester Bestandteil der Lehre (Pfeifer, Häusler, Lutz 1997).

Das 19. Jahrhundert zeichnete sich mit Blick auf das Schulwesen durch neuhumanistische Strömungen und die Pflege der Philologie aus. Obwohl der Philantropismus und utilitaristische Prinzipien vom immer größeren Ansehen der Naturwissenschaften infolge des wirtschaftlichen Aufschwungs gestützt wurden, hemmte der Streit zwischen Neuhumanismus und Philantropismus ein ganzes Jahrhundert hindurch die Entwicklung der gymnasialen Pädagogik. „*Die formellen Pädagogen [konnten] sich der Wirklichkeit nicht erwehren*“, sodass seit Beginn des 19. Jahrhunderts dem naturwissenschaftlichen Unterricht – alltäglichen Ansprüchen folgend – ein immer größeres Stundenkontingent zugesprochen wurde. Jedoch muss auch erwähnt werden, dass unter Ludwig I., einem konsequenten Befürworter des Humanismus, in Bayern 1826 der naturwissenschaftliche Unterricht an Gymnasien vollständig abgeschafft wurde. Ende des 19. Jahrhunderts war die Einführung des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Wesentlichen abgeschlossen. Mit unterschiedlicher Akzentuierung behielten die Fächer Physik und Chemie in den einzelnen Schultypen ihren festen Platz. In den Volksschulen fasste man sie anfangs unter Naturkunde und später gesondert nach Naturlehre (Chemie und Physik) und Naturkunde (Biologie) zusammen (Schöler 1970).

Ab 1868 beeinflusste der damalige Redakteur des Chemischen Centralblattes *Rudolf Arendt* maßgeblich die Didaktik und Methodik des Chemieunterrichts. Arendt konzipierte einen Chemieunterricht, der sich in drei Altersstufen gliederte. Der „*Elementarunterricht*“ der 6 – 12jährigen konzentrierte sich hierbei sowohl mit der Persönlich-

keitsentwicklung auf einen formalen Aspekt der Bildung, als auch auf die fachspezifische Vermittlung von Kenntnissen der Stoffe und Stoffeigenschaften. Diese erste als synthetisch-kombinatorisch bezeichnete Stufe wurde von Arendt für den Anschauungsunterricht der Naturbetrachtung des ausgehenden 19. Jahrhunderts entwickelt und diente insbesondere der systematischen Beobachtung von Gegenständen und Phänomenen. In einer zweiten Stufe (analytisch-induktiv) sollen die Schüler lernen Beobachtungen zu hinterfragen und somit auf Gesetzmäßigkeiten zu schließen. In der letzten Stufe belegen die Schüler ein Praktikum, wobei sie Grundlagen der analytischen Chemie kennen lernen und erste einfache Präparate darstellen. Mit dem dreistufigen Lehrgang konzipierte Arendt erstmals einen Chemieunterricht, der nicht die übliche wissenschaftspropädeutische Gliederung der Unterrichtsinhalte befolgte, sondern anhand von Reaktionsklassen Lernabschnitte aufeinander aufbaute. Diesbezüglich passte Arendt hingegen der bisherigen Praxis Darstellungsformen den Alltagserfahrungen und dem Niveau der Schüler an und ersetzte sukzessive die Alltagssprache durch Fachsprache. Neu am methodischen Lehrgang Arendts war zudem, dass er zum kritischen Denken anregen sollte und sich mit allgemeinen Bildungszielen auseinandersetzte, welche neben der Entwicklung der Fertigkeiten zur Beobachtung und Begriffsbildung zur Legitimation des Chemieunterrichts vor den Geisteswissenschaften dienen sollten. Kritisiert wurde Arendt bezüglich seines methodischen Lehrgangs von Ferdinand Wilbrand. Im Gegensatz zu Arendt betonte dieser in seinem Konzept stärker den Alltagsbezug. Ausgangsbasis seines methodischen Lehrgangs waren Stoffe wie Kalk, Salz und Erze. Anhand dieser wurden die Schüler durch Teilen und Trennen sukzessive an die Grundstoffe und Atome herangeführt (Schmidkunz 1995). Beide Chemiker distanzieren sich von der bis dahin üblichen Unterrichtsmethode, ausschließlich die Elemente zu gruppieren und nach Vorkommen, Darstellung und Eigenschaften zu beschreiben sowie in kurzer Zeit möglichst viel Stoff zu vermitteln. *„Die von Arendt und v. Wilbrand verfassten Lehrgänge stellen dagegen jetzt das formale Ziel in den Vordergrund, jene in synthetischer, diese in analytischer Art“* (Meyer 1885-1892, 668).

Gramm und Just, die sich intensiv mit den Werken Arendts auseinandergesetzt haben, stellen fest, dass er eine Reihe von auch heute noch aktuellen Problemfeldern des Chemieunterrichts diskutierte. Er muss folglich als einer der wichtigen Wegbereiter der Didaktik des naturwissenschaftlichen Unterrichts und insbesondere des Chemieunterrichts genannt werden (Gramm, Just 1986).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts richtete der „Verein deutscher Naturforscher und Ärzte“ seine Aufmerksamkeit auf Bildungsfragen, wodurch sich führende Naturwissenschaftler Deutschlands um die Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts kümmerten. Diese Bemühung mündete 1905 in den „Meraner Vorschläge“:

- Leitsatz 1: *„Die Kommission wünscht, dass auf den höheren Lehranstalten weder eine einseitige sprachlich-geschichtliche noch eine einseitige mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung gegeben werde.“*
- Leitsatz 2: *„Die Kommission erkennt die Mathematik und Naturwissenschaften als den Sprachen durchaus gleichwertige Bildungsmittel an und hält zugleich fest an dem Prinzip der spezifischen Allgemeinbildung der höheren Schulen.“*
- Leitsatz 3: *„Die Kommission erklärt die tatsächliche Gleichberechtigung der höheren Schulen für durchaus notwendig und wünscht deren vollständige Durchführung.“*

Die „Meraner Vorschläge“ prägten und beherrschten die Entwicklung des Schulwesens in den folgenden Jahren. Sie mündeten bis 1914 in der produktiven Tätigkeit des DAMNU (Deutscher Ausschuss für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht) und blieben keineswegs nur Anregungen. So zeigten sich die Schulbehörden aller deutschen Schulen den „Meraner Vorschlägen“ gegenüber kompromissbereit und erarbeiteten neue Stundentafeln. Die Schulbücher und Lehrpläne wurden bis in die 50er Jahre hinein von diesen Beschlüssen bestimmt. (Schöler 1970).

1.2.1 Naturwissenschaftlicher Unterricht und Reformpädagogik

Zu dem Zeitpunkt der „Meraner Vorschläge“ befindet sich mit der Reformpädagogik eine bis zum 2. Weltkrieg das deutsche Bildungswesen maßgeblich beeinflussende Bewegung im Übergang von der Schwellenphase in die Hauptphase. In Amerika bahnt John Dewey mit „School and Society“ (1899) den Pragmatismus der US-amerikanischen Reformbewegung an. Maria Montessori entwickelt in Italien mit ihrer Pädagogik „Vom Kinde aus“ neue anthropologische Vorstellungen und Alexander Sutherland Neill gründet mit Summerhill eine Schule, die sich demokratisch selbst regiert. Pädagogen wie Georg Kerschensteiner, Berthold Otto, Hugo Gaudig, Peter Petersen und Adolf Reichwein prägen in Deutschland in den kommenden Jahrzehnten die Reformierung des Schulsystems und damit verbunden „Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts“.

Georg Kerschensteiner (1854 – 1932)

Im Kontext der reformpädagogischen Bewegungen der Jahrhundertwende bezeichnete der Stadtschulrat von München in einer Rede zu Ehren Pestalozzis die Schule der Zukunft als „Arbeitsschule“. Kerschensteiner löste damit eine rege Diskussion über den Begriff und die Bedeutung der Arbeit für das schulische Lernen aus. Neben inhaltlichen Debatten gelang es Kerschensteiner aufgrund seiner Position als Stadtschulrat eine Vielzahl von Reformen umzusetzen. Zum einen gestaltete er die heterogenen Fortbildungsschulen in ein Berufsschulsystem um und führte die Berufsschulpflicht ein. Zum

anderen bewirkte er die Einführung von „Arbeit“ in den öffentlichen Schulunterricht sowie die Ausstattung der Schulen mit Räumen für naturwissenschaftliches, handwerkliches und technisches Arbeiten. Kerschensteiner versuchte während seiner Amtszeit Volks- und Realschulen weitestgehend mit Werkstätten, Laboratorien, Schulbüchern, Schulgärten etc. auszurüsten (Flitner 1999).

Die Basis Kerschensteiners Idee der „Arbeitsschule“ bildet die Bemühung um eine staatsbürgerliche und moralische Erziehung der Schüler: *„(...) bezeichne ich in aller Kürze als Zweck der öffentlichen Schule des Staates und als Zweck der Erziehung überhaupt, brauchbare Staatsbürger zu erziehen“* (Kerschensteiner 2010, 9) Die Mündigkeit des Staatsbürgers und die damit verbundene *„geistige Zucht“* standen folglich im Zentrum Kerschensteiners Ansätze. Hinter dem Begriff geistiger Zucht verbarg sich die Verwirklichung formaler Bildung, die im Sinne Kerschensteiners hauptsächlich durch die Erziehung zum logischen Denken umgesetzt werden kann. So sah er insbesondere in den Naturwissenschaften ein hervorragendes Potenzial für die formale Bildung und kritisierte vehement, dass *„(...) es eine alte und hartnäckige bis in unsere Tage herein aufrechterhaltene Behauptung [ist], daß kein Instrument besser geeignet sei für formale Bildung an unseren höheren Schulen als die Beschäftigung mit den alten Sprachen Latein und Griechisch (...) was ich bis jetzt indes an Beweisen für diese Behauptung kennen gelernt habe in den Lehrbüchern der Didaktik für den höheren Unterricht, auf den Versammlungen der Philologen, hat für mich wenig überzeugende Kraft gewonnen“*. (Kerschensteiner 1914, 9). Mit dieser Überlegung begann Kerschensteiner die Entwicklung eines neuen Schulkonzeptes zu Gunsten der naturwissenschaftlichen Disziplinen.

Grundlage des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist nach Kerschensteiner ein Denkverfahren, welches in vier, aufeinander aufbauenden Phasen abläuft, und den Erwerb der „geistigen Zucht“ untermauert. Dieses lehnte Kerschensteiner an Systematiken von Thomas Huxleys und John Dewey an:

Tab. 2: Phasen des logischen Denkverfahrens

Phase des Denkprozesses	Schülertätigkeit
Observation	Aus der Beobachtung einer Tatsache ergeben sich für den Beobachter selbst aufdrängende Schwierigkeiten und Fragen.
Synthese	Es ergeben sich Vermutungen und vorläufige Antworten für die Lösung des Problems. Von der Qualität der Vermutung hängen die weiteren Lösungen ab (wichtige Faktoren sind hierbei theoretische Hintergründe und Assoziationen).
Analyse	Mit Hilfe von Vorwissen, Regeln und Gesetzmäßigkeiten wird die vermutete Lösung verfolgt.
Verifikation	Bestätigung oder Ablehnung der endgültig akzeptierten Schlussfolgerung durch Zusammenstellung mit anderen bekannten Tatsachen (Gedanken).

Aus dem Prozess des logischen Denkens leitete Kerschensteiner in „*Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts*“ ein Bündel von Prämissen für den naturwissenschaftlichen Unterricht ab, welche bis heute keinesfalls an Aktualität verloren haben (Kerschensteiner 1914). Er erkannte die Bedeutung des Beobachtens und Experimentierens für den naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn, wies auf die Nützlichkeit von Alltagsbezügen hin und mahnte die Ausbildung von Denk- und Arbeitsweisen dem enzyklopädischen Wissen vorzuziehen.

So stellen die Naturwissenschaften nach Kerschensteiner ein organisiertes System von „Erfahrungstatsachen“ dar, die durch Beobachtung zusammengetragen werden. Naturwissenschaften im Unterricht zu vermitteln bedeutet also Schüler auf dem Weg der eigenen Erfahrungen in dieses System geordneter Tatsachen einzuführen. Dabei ist der naturwissenschaftliche Unterricht auf die Fertigkeit des Beobachtens angewiesen und muss diese entwickeln und fördern. Die ausschließliche Beschäftigung mit Büchern führt zu einer Verkümmern der Lust und Fähigkeit, die objektive Welt zu beobachten. Dementsprechend legt Kerschensteiner großen Wert auf die Beobachtungsgabe, wobei die Tätigkeit des Beobachtens die Absicht des Beobachtens einschließen muss. Bloße Wahrnehmung ist eine Tätigkeit ohne Zweck. Eine Wahrnehmung wird erst dann bedeutungsvoll, wenn sie sich dem Bewusstsein als merkwürdig aufdrängt und die Lernenden vor Fragen stellt. Der naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinn beruht auf Experimenten und diversen Versuchsaufbauten. Im Unterricht sollten Experimente mit möglichst einfachen Apparaturen von den Schülern eigenständig aufgebaut werden. Durch den simplen Aufbau sind dem Lernenden zahlreiche Vermutungen sicher und er kann mögliche Fehlerquellen leichter aufdecken. „*Selbsttätigkeit*“, „*Selbstsuchen*“ und „*Selbstfinden*“ sollen erlernt und gefördert werden, womit dies zum Ausgangspunkt des Unterrichts wird. Dabei wird der Lernstoff zu Gunsten einer erzieherischen Ausnutzung der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen eingeschränkt. Nicht nur die Auffindung von Gesetzen, sondern auch die Erklärung von Erscheinung ist Ziel des Experimentierens. Begriffe werden im naturwissenschaftlichen Unterricht am einfachsten erlernt und verstanden, wenn sie „*aus der Erfahrung geliefert werden*“. Im Unterricht kann auf diesen einfachsten empirischen Begriffen aufgebaut und erweitert werden.

Naturwissenschaftlicher Unterricht ist im Sinne Kerschensteiners ein brauchbares und zugleich wirksames Werkzeug der geistigen Zucht bzw. formalen Bildung. Er übertrifft dabei den fremdsprachlichen Unterricht indem er eindeutige Formulierungen von Begriffen und exakte Gesetzmäßigkeiten erfordert. Naturwissenschaftlicher Unterricht vermittelt Ehrfurcht für die Arbeit anderer, welche in der Geschichte der Naturwissenschaft wichtige Leistungen erbracht haben. Er entwickelt Beobachtungsfertigkeiten, die bei der ausschließlichen Betätigung im literarischen Bereich verkümmern. Nach Kerschensteiner erzieht naturwissenschaftlicher Unterricht zu Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit im Denken sowie zur „*peinlichsten Genauigkeit*“ im praktischen Arbeiten.

Berthold Otto (1859 – 1933)

Während Kerschensteiner kurz nach der Jahrhundertwende als Stadtschulrat von München mit seiner Arbeitsschulreform den Sinn und Zweck der Erziehung zur Mündigkeit verfolgte, bestimmte der Pädagoge und Redakteur des Brockhauslexikons Berthold Otto den Erkenntnisgewinn des Kindes als Grundlage des Unterrichts. Otto geht davon aus, dass Kinder eigenständig ihre Umwelt erforschen wollen und durch gezieltes Fragen an die dafür notwendige Information gelangen. Er begründet dies mit dem vorschulischen Lernen der Kinder. Ohne jegliche pädagogische Methodik ist es dem Kind gelungen sich noch vor Schuleintritt ein beachtliches Wissen anzueignen. Der Erkenntniserwerb der Schule verläuft im Gegensatz zu diesem „*natürlichen Unterricht*“. Während das Kind in der Vorschulzeit das lernt, wofür es Interesse zeigt, gibt die Schule in Form eines „*mehrständigen Arrests*“ Antworten auf Fragen, welche der Schüler gar nicht gestellt hat. Folglich muss nach Otto der Wissenserwerb allein vom Kinde aus erfolgen (Potthoff 2000).

Noch heute kann fächerübergreifender Unterricht von Ottos Gedanken zum *Gesamtunterricht* partizipieren. Dieser Gesamtunterricht schafft jedoch nicht den Fachunterricht ab, sondern ergänzt ihn durch gesamtunterrichtliche Phasen. Weiter unterscheidet sich der Gesamtunterricht vom Fachunterricht nicht durch die Fragestruktur, vielmehr durch Überfachlichkeit, mit der er sachstrukturelle, historische und lebenspraktische Fragen einbezieht. Im Fachunterricht plant und arrangiert der Lehrer den Verlauf der Schulstunde, der Gesamtunterricht beruht hingegen auf Fragen und Antworten, die in der Regel von den Schülern selbst ausgehen, wobei der Lehrer als eine Art „Versammlungsleiter“ agiert. „*Durch die dialogische Struktur, die sich nun auf der Grundlage schon erworbener fachlicher Kenntnisse entwickelt hat, hebt sich der Gesamtunterricht vom Fachunterricht ab*“ (Benner, Kemper 2009, 189). Lernziele sind in Ottos Gesamtunterricht für den Stundenverlauf hinderlich: „*Diese zwei Wachstumstendenzen, also das Fragebedürfnis und das Mitteilungsbedürfnis soll der Gesamtunterricht fördern. Es würde das Wesen des Gesamtunterrichts verkennen heißen, wenn der Lehrer sich vor Beginn der Stunde oder im Verlauf der Stunde vornähme, daß die Kinder in dieser Stunde etwas Bestimmtes lernen müssen*“ (Benner, Kemper 2001, 198).

Der Fachunterricht soll einen wesentlichen Beitrag zur Welterfahrung und dem zwischenmenschlichen Umgang leisten, der Gesamtunterricht hingegen lehrt und übt die Kompetenz, mit dem erworbenen Wissen diskursiv umzugehen. In Ottos Texten lassen sich vier wesentlichen Kriterien zum Gelingen des Gesamtunterrichts finden, diese werden in der folgenden Tabelle differenziert dargestellt:

Tab. 3: Kriterien des Gesamtunterrichts

Kriterien	Gesamtunterricht gelingt wenn	Gesamtunterricht misslingt wenn
1. Lehrerverhalten	Gesprächsleiter und Mitdiskutant	Meinungsführer und Wahrheitsinstanz
2. Schülerverhalten	Frage- und Mitteilungsbedürfnis	Beliebigkeit und Selbstdarstellung
3. Thematik	Erweiterung von Erfahrung und Umgang	Verbleiben im Zirkel vorgefasster Urteile
4. Prozessstruktur	Meinungsaustausch und Meinungsbildung	Bloßer Austausch von Stereotypen

Bei seinen Unterrichtskonzeptionen geht Berthold Otto wie kaum ein anderer Pädagoge vom Lernwillen und Lernbedürfnis der Kinder aus. Die Fülle seiner Gedanken und Anregungen und die Vielfalt praktischer Versuche sind jedoch viel größer, als dass man ihn ausschließlich zu der reformpädagogischen Bewegung „*Von dem Kinde aus*“ zählen kann.

Rudolf Steiner (1861 – 1925)

Setzt man sich mit den Reformbewegungen des frühen 20. Jahrhunderts und deren Auswirkungen auf den naturwissenschaftlichen Unterricht auseinander, so kann man die Waldorfpädagogik Rudolf Steiners nicht umgehen. Im Mittelpunkt der ab 1919 praktizierten Waldorfpädagogik steht die Anthroposophie, welche im Steinerschen Sinne nicht als ein Theoriegebäude, aus dem Lehren und Dogmen abgeleitet werden, sondern vielmehr als ein Weg des Einzelnen zu einem „*sittlich reifen*“, verantwortungsvollen Menschen verstanden werden soll. Im Gegensatz zu der in viele Spezialdisziplinen gespaltenen „*positivistischen*“ Wissenschaft versucht die anthroposophisch orientierte Wissenschaft eine „*Gesamtschau*“ der Welt (Potthoff 2000). Neben der Anthroposophie als eine Erkenntnismethode der Waldorfpädagogik zeichnet sich diese durch die „*goetheanistische Methode*“ des Lehrens aus. Schüler sollen hierbei lernen die Phänomene der Natur „*erlebend zu verstehen*“, wobei Sinneswahrnehmungen und innere Empfindungen der Lernenden als wesentliches Element des Erkenntnisprozesses fungieren. So kommt es nicht auf reproduzierbare subjektneutrale Lernergebnisse an, sondern auf den Verstehensprozess durch die „*Verbindung mit der Welt*“ (Buck 1995). Mittels einer phänomenologischen Naturkunde soll einerseits die „*physiognomisch-imaginative Naturauffassung*“ der Kinder bewahrt werden, andererseits das begriffliche und abstrakte Denken der modernen Naturwissenschaften geschult werden. Goethes morphologische Naturanschauung dient als Vorbild dieser verstehenden Naturkunde. „*Goethe ging davon aus, dass sich in den mannigfachen 'äußeren' Gestalten der Natur ein vielfältiger 'innerer' Schaffensprozess manifestiert, dessen Urbilder der Naturforscher durch anschauliches Denken erschließen könne*“ (Ullrich 2006, 166). Mit dem Bekenntnis zu Goethes idealistischer Morphologie kehrt sich die Waldorfpädago-

gik bewusst von quantitativ-experimentellen Forschungsmethoden und der Arbeit mit Modellen ab. Dieser an Phänomenen orientierte Unterricht will beispielsweise in der Chemie nicht in erster Linie zur exakten, experimentellen Analyse der Stoffe und ihrer Eigenschaften befähigen, er soll vielmehr „ (...) *die universelle Harmonie und die Seinsverwandtschaft der Naturprozesse mit dem Menschen erleben lassen*“ (Ullrich 2006, 166). Geschichtlich werden die Waldorfschüler in dieser Form des Chemieunterrichts zur metaphysischen Weltanschauung der Alchemie zurückgeführt. So sind auch heute noch die ersten Grundlagen, welche in der Chemie gelegt werden von den Lehren des Paracelsus und den „*tria principia*“, den drei Grundprozessen und Urstoffen der Welt geprägt. Die Epoche Feuer (bzw. Verbrennung) bildet die erste Unterrichtseinheit der Mittelstufe, ihr folgen der Kalk (bzw. Verfestigung) und schließlich die Metalle (bzw. Wasser und Schmelze sowie Flüssigkeiten) (Ullrich 2006).

1.2.2 Von der Weimarer Republik zum Nationalsozialismus

Die reformpädagogischen Strömungen zu Beginn des 20. Jahrhunderts machten sich auch in der staatlichen Bildungspolitik der Weimarer Republik bemerkbar. Auf der Reichsschulkonferenz von 1920 wurden unterrichtliche Leitlinien festgelegt, welche die sachliche und individuelle Lernvoraussetzung sowie die Förderung der Eigentätigkeit von Schülern stärker betonten. „*Deutschkundliche Perspektiven*“ wie z.B. die Bedeutung der deutschen Chemie, die Industrie, Volksgesundheit und Volksernährung rückten erst nach 1933 zunehmend in den Fokus des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Schumacher 1984). Den Forderungen in der Weimarer Republik nach experimentellem und praxisorientiertem Arbeitsunterricht wurde im Nationalsozialismus mit der Dominanz eines autoritären Frontalunterrichts begegnet. Die reformpädagogische Arbeit der Weimarer Republik wurde durchweg verworfen (Flessau 1977).

Mit Beginn des „Dritten Reiches“ wurde die nationalsozialistische Erziehung mit Hilfe des Reichserziehungsministeriums schnellst möglichst umgesetzt. Autonomie und Individualität wurden in der Schule von „nationalsozialistischer Charakterbildung“ abgelöst. Die Unterrichtsplanung wurde nunmehr primär von politischen und nicht von fachlichen oder didaktischen Kriterien bestimmt. Dies äußerte sich in allen naturwissenschaftlichen Teildisziplinen gleichermaßen:

- Man manipulierte den Biologieunterricht, um ihn als politisches Werkzeug der arischen Selektion zu nutzen. Dieser ideologische Missbrauch äußerte sich in der Rassenkunde, Rassenhygiene und Vererbungslehre (Reichart, Trommer 1984).
- In der Physik verwirklichte der nationalsozialistische Fachdidaktiker Günther mit dem „*Handbuch zur Wehrphysik*“ die ideologischen Vorstellungen des Naziregimes (Schenk 1984).

- Dem Chemieunterricht wurde mit der „*Ausbildung zu chemisch vorgebildeten Luftschutz Helfern und Hausfrauen*“ und der obligatorischen „*Wehrchemie*“ Leitlinien gesetzt (Schumacher 1984).

1.2.3 Nachkriegszeit und Renaissance der 60er Jahre

In der Sowjetischen Besatzungszone (SBZ) und DDR kann die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts anhand von bildungspolitischen Phasen nachgezeichnet werden (Langbein 2010):

1945 – 1947: In dieser Phase des „*bildungspolitischen Pluralismus*“ herrschte innerhalb der Parteienlandschaft der SBZ kein Konsens bezüglich der konzeptionellen Ausrichtung des Schulsystems. Dementsprechend dominierten zunächst noch die reformpädagogischen Konzepte der Weimarer Republik und es finden sich unter anderem die Leitgedanken der Arbeitsschule weiterhin in den Bildungsplänen dieser Zeit. Ab 1946 wurden im Rahmen des Einheitsschulgesetzes im Schulsystem neue Strukturen gebildet, um die Bildungsprivilegien höherer Schichten abzuschaffen. So bekommt beispielsweise der Chemieunterricht durch die Änderung der Schulpflicht auf acht Jahre Zugang zu allen Bildungsschichten der SBZ. Zudem zeigen die Lehrpläne von 1945, dass sowohl die Bedeutung als auch das Niveau des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts wuchs. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen und die Systematik der Wissensvermittlung wurden stärker fokussiert.

1947 – 1952: Ab Mitte 1947 verliert sich der bildungspolitische Pluralismus zunehmend unter dem Einfluss der Umstrukturierung der SED zur leninistischen Kampfpartei. In diesem Rahmen mussten sukzessive alle – in den Augen der Partei – nonkonformen Demokraten ihrer Anstellung in der Schulverwaltung aufgeben, womit die Regimetreue der Bildungspolitik gewährleistet wurde. Die Stellung der Naturwissenschaften und insbesondere der Chemie im Schulunterricht wurde in dieser Zeit durch die Erhöhung der Stundenzahlen, der Einrichtung von Zentralfachkursen und der Ausbildung neuer Fachlehrer zunehmend gestärkt. Hinter diesem Umbruch verbarg sich jedoch im Wesentlichen politisches Kalkül, denn insbesondere mit Technik und Naturwissenschaften wollte man den volkswirtschaftlichen Herausforderungen der Zukunft begegnen. 1951 treten die ersten als marxistisch-leninistisch bezeichneten Lehrpläne in Kraft.

1952-1965: 1952 rund drei Jahre nach Gründung der DDR wurde der planmäßige Aufbau des Sozialismus beschlossen. Das Bildungswesen und speziell die Schule wurden in kommenden Jahren verpflichtet, die „*fortschrittlichen Ergebnisse der Wissenschaft, insbesondere der Sowjetwissenschaft [zu] vermitteln*“ (Fischer 1992, 37). Die sozialistische Umgestaltung des Schulwesens setzte vollends mit dem V. Parteitag der SED ein (1958). Bereits 1956 plädierte ULBRICHT für die Polytechnisierung der Schule, d.h. für die Verbindung von Unterricht und produktiver Arbeit im naturwissenschaftlichen Unter-

richt. Diese Bestrebungen mündeten schließlich 1959 in dem „*Gesetz über die sozialistische Entwicklung des Schulwesens*“, welches vor allem die politisch-ideologischen Ziele der sozialistischen Schule unterstreicht. Die zentralen Ideen der polytechnischen Bildung wurden jedoch bereits im 16. und 17. Jahrhundert beispielsweise von Thomas Morus (Utopia) beschrieben und sind nicht allein Weiterentwicklungen der Gedanken von Marx, Engels und Lenin (Mende 1972). Fächerübergreifende Aspekte spielten in den Grundgedanken der polytechnischen Bildung der DDR eine zentrale Rolle. So wurde beispielsweise die Funktion der polytechnischen Bildung „*im Chemieunterricht im Zusammenhang mit anderen Unterrichtsfächern, insbesondere dem Unterricht in den Fächern Mathematik, Physik; Biologie [...] verwirklicht*“ (Frankiewicz 1979, 149).

Ab 1965 beschränkt sich das bildungspolitische Bestreben des Einparteienstaates nur noch auf die Konservierung des bestehenden Schulsystems und dessen Bildungspläne. Das 1965 beschlossene „*Gesetz über das einheitliche sozialistische Bildungssystem*“ betont insbesondere die „*Meisterung der technischen Revolution*“ (Fischer 1992, 43). Es wird ein Vierteljahrhundert Bestand haben. Diese Kontinuität der kommenden Dekaden kann zudem anhand der sechszwanzigjährigen Dienstzeit (1963 – 1989) der Volksbildungsministerin *Margot Honecker* belegt werden.

Nach dem 2. Weltkrieg misslang es in *Westdeutschland* trotz intensiver Bemühungen die Meraner Vorschläge weiter für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu realisieren. Sukzessive wurde das Stundenkontingent der Naturwissenschaften reduziert (siehe Tabelle 4). 1959 votierte Butenandt¹ bei der Umsetzung des Rahmenplans für den naturwissenschaftlichen Unterricht vergebens für einen integrierten Unterricht, „*damit den Lernern Gemeinsamkeiten/Unterschiede der Erkenntniswege und Methoden, die gegenseitige Befruchtung und Verschränkung der Naturwissenschaften (...) bewusst werden und ihnen eine ganzheitliche Betrachtung der Natur ermöglicht werde*“ (Schumacher 1984, 152). Mit den Saarbrücker Vereinbarungen (1960) verschlechterte sich die Situation noch weiter, indem die Zahl der Pflichtfächer gesenkt wurde und allein Deutsch, Mathematik und Sprachen sowie Physik (im mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasium) verpflichtend blieben. Der tabellarische Vergleich zeigt die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Fächer von 1900 bis 1966. Auffällig ist hierbei, dass der Chemieunterricht ohne offizielle Begründungen stets hinter dem Stundendeputat der Biologie und Physik zurückbleibt (Schumacher 1984).

¹ Adolf Butenandt (1903 – 1995) war Professor für Biochemie. Er erhielt 1939 den Nobelpreis für Chemie für seine Forschung auf dem Gebiet der Steroidhormone.

Tab. 4: Anteil der mathematisch- naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer (MNU) und der einzelnen Naturwissenschaften am Gesamtunterricht [%] (nach Schumacher, 1984)

Gymnasium altsprachl.	1901	1925	1931	1938	1949	1950/ 1951	1961	1966
Mathematisch- naturwis- senschaftliche Unterrichts- fächer (MNU)	20,1	18,9	20,6	19,0	21,0	17,9	17,6	18,4
Biologie	3,5	3,5	3,0	5,7	4,4	3,0	3,4	3,5
Chemie	0,4	1,8	0,9	1,4	1,9	0,7	0,7	1,4
Physik	2,7	1,8	3,8	2,2	3,3	3,7	2,7	2,7
Realgymnasium (neusp- rachl.)	1901	1925	1931	1938	1949	1950/ 1951	1961	1966
MNU	27,1	19,8	21,0	18,7	21,0	17,9	18,4	18,4
Biologie	4,0	3,4	3,6	5,9	4,4	3,0	3,4	3,6
Chemie/Mineralogie	2,7	2,3	2,1	1,6	1,9	0,7	0,7	1,4
Physik	4,4	4,2	4,0	2,4	3,3	3,7	2,7	2,7
Oberrealschule (mathe. - nat. Gymnasium)	1901	1925	1931	1938	1949	1950/ 1951	1961	1966
MNU	31,7	30,8	30,7	23,1	28,5	28,2	28,2	27,7
Biologie	4,6	4,8	6,1	5,9	4,4	6,1	4,8	5,0
Chemie	4,2	4,5	3,4	2,4	3,7	2,7	2,4	2,1
Physik	5,0	4,5	4,4	3,5	4,8	5,1	6,5	6,4

Bis in die 60er Jahre hinein galt Kerschensteiners „*Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts*“ als das Maß didaktischer Ausbildungsarbeit. In Studienseminaren wurde hauptsächlich die induktive Methode² gelehrt und der Experimentalunterricht orientierte sich weitgehend an den Vorschlägen der Arbeitsschule. Wie schon im 19. Jahrhundert bildeten humanistische Werte die Grundlage der schulischen Bildung. Erst mit dem Sputnikschock³ wuchs die Bedeutung der Naturwissenschaften im Unterricht und ihrer Didaktiken wieder. Als wichtigster Vertreter dieser Periode muss im deutschsprachigen Raum Martin Wagenschein (1896 – 1988) genannt werden.

Martin Wagenschein, der unter anderem mehrere Jahre an der Odenwaldschule von Paul Geheeb arbeitete und bis 1972 Lehrbeauftragter für Didaktik der Naturwissenschaften in Frankfurt war, prägte in der BRD maßgeblich den Begriff des exemplarischen Lehrens. Diesbezüglich fordert er ein zentrales Thema so zu vertiefen, dass dabei grundlegende Erkenntnisse für das Ganze des Faches (und darüber hinaus) gewonnen werden: „*Das jeweilige aktuelle Einzelne ist vorsorgliche kleine Stufe für ein – dem Ler-*

² Die induktive Methode wird historisch auf Francis Bacon (1561-1626) zurückgeführt. Die Induktion schließt von einem speziellen, einzelnen Fall (Messung, Beobachtung etc.) auf eine übergeordnete Verallgemeinerung (Gesetze etc.).

³ Die Sowjetunion propagierte die Überlegenheit des Kommunismus gegenüber den westlichen Regimes, nachdem es 1957 gelang den ersten künstlichen Erdsatelliten in eine Erdumlaufbahn zu senden.

nenden noch unbekanntes – kommendes, komplizierteres Schwieriges“ (Wagenschein 2008, 28). Wagenschein kritisiert, dass eine stark systematische und chronologische Abfolge der Lehre nicht pädagogisch ist, da sie das fertige Fach sieht, aber nicht das Kind. Themen und ihre Einstiege müssten so gewählt werden, dass der Forschergeist der Lernenden geweckt werde. Wagenschein empfiehlt daher *„ohne Rücksicht auf Fächergrenzen von den Phänomenen auszugehen“* (Potthoff 2000). Des Weiteren unterstützte er die Umsetzung von Epochalunterricht wie er in Jenaplan- und Waldorfschulen Anwendung findet.

Neben den Ideen Wagenscheins wurde in den 60er Jahren im Bildungssystem der BRD die Reorganisation der Schule mit dem Ziel der Effizienzsteigerung propagiert. Reformbewegungen aus dem angloamerikanischen Raum, die das Fach Naturwissenschaft auch in der BRD zur Diskussion stellten, wurden zunächst von „Standesvertretern“ der Naturwissenschaften an Gymnasien heftig attackiert. Erst das Arbeitsprojekt Integriertes Curriculum Naturwissenschaft am Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) der Universität Kiel brachte Bewegung in die Integrationsbemühungen. Ende der 70er, Anfang der 80er Jahre dominierte trotz dieser Reformbemühungen durchgängig das Fachunterrichtsprinzip. Die Frage nach der praktischen Tragweite fächerübergreifender Konzepte sowie die Strukturierung der Fachlehrerausbildung blieben ungeklärt, sodass vor diesem Hintergrund die in den 70er Jahren entwickelten Ansätze aus der fachdidaktischen und öffentlichen Diskussion verschwanden. Neues Gewicht erhielt die Vorstellung von fächerübergreifendem Unterricht erst wieder Mitte der 80er Jahre mit Klafkis Forderung nach Schlüsselproblemen als Unterrichtsstrategie. Gerda Freise setzte mit „Lernbereich Natur“ neue Akzente für den fächerübergreifenden und alltagsorientierten Unterricht (Kremer, Stäudel 1997).

1989 beginnt das Projekt **PING** (Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung) mit seiner konzeptionellen und praktischen Arbeit, als in Schleswig-Holstein an einer Gesamtschule ab Klassenstufe 5 das Fach Naturwissenschaft unterrichtet werden soll. Heute noch ist PING ein *„Entwicklungskooperationsprojekt“* in welchem Lehrkräfte, Mitarbeiter einzelner Landesinstitute und das IPN zusammenarbeiten. PING orientiert sich an der Bildungsidee, dass autonomes und verantwortliches Handeln auf der Grundlage schulischen Wissens aufgebaut werden kann. PING entwickelt Angebote von *„Anregungsmaterialien“*, die altersgerechte Schüleraktivitäten sowie eine praktische Erkenntnisgewinnung gewährleisten. Das Projekt kann nicht mit den curricularen Ansätzen der 70er Jahre verglichen werden. Es befindet sich in einem ständigen Entwicklungsprozess, welcher Rückmeldungen aus der Unterrichtspraxis, Fortbildungen und der Wissenschaft einfließen lässt (Hansen, Klinger 1998). Das Leitthema des Projektes ist als die *„Arbeit am Mensch-Natur-Verhältnis“* definiert. Schüler sollen daher nicht einzelne Gegenstände oder Phänomene aus der Umwelt, Wissenschaft oder dem Alltag bearbeiten (z.B. Ernährung, Wasser etc.), sondern das Mensch-Natur-Verhältnis an-

hand dieser Gegenstände oder Phänomene hinterfragen. In der Klassenstufe 5 und 6 geschieht dies im Kontext folgender Lernbereiche (Bünder 1995):

- | | | |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1. Ich und das Wasser | 4. Ich und die Sonne | 7. Ich und andere Menschen |
| 2. Ich und die Luft | 5. Ich und die Pflanzen | 8. Ich und Maschinen |
| 3. Ich und der Boden | 6. Ich und die Tiere | |

Das Verhältnis der Menschen zur Natur wird im PING-Projekt als ein fächerübergreifender Bildungsinhalt verstanden, welcher daher die einzelnen naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen integriert. Daneben basiert die Projektidee auf vier weiteren Bildungsgrundsätzen (PING 2008):

- Im bewusst gelebten, methodisch reflektierten und verantwortlich mitgestalteten Verhältnis der Menschen zur Natur vollzieht sich naturwissenschaftliche Bildung
- Ein differenziertes Naturwissen sowie eine um Naturwissenschaft und Technik erweiterte Kultur sind die Grundlagen, um an der Gestaltung der Lebensverhältnisse einer demokratischen Gesellschaft mitwirken zu können. Naturwissenschaftliche Bildung ist eine Grundbildung
- Aus den Anforderungen der Lebensverhältnisse können naturwissenschaftliche Grundbildung, Wissen und Können entwickelt werden, welche wiederum in das private, öffentliche Denken und Handeln integriert werden
- Integrierte naturwissenschaftliche Grundbildung muss in der Praxis erfolgen. Somit bleibt sie nicht auf dem Stand eines unverbindlichen Modells oder eines allgemeinen Erkenntnisinteresses. *„Sie greift in die Lebensverhältnisse der Betroffenen ein und fordert diese heraus, ihre Lebensverhältnisse mitzugestalten“* (PING 2008)

In den folgenden Jahren blieb das didaktische und pädagogische Bemühen um einen fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht zunächst weiterhin von den Reformpädagogen des 20. Jahrhunderts geprägt. Offener Unterricht, Freiarbeit und Projektarbeit bildeten vornehmlich die Plattform zur Integration der Fachdisziplinen. Seit 1993 hat Hessen als erstes Land in dem Rahmenplan Naturwissenschaften Sekundarstufe I festgelegt, dass die Schulkonferenzen beschließen, ob Naturwissenschaften fächerübergreifend oder gefächert unterrichtet werden. RIEß und STÄUDEL führen diese Änderung des hessischen Schulgesetzes maßgeblich auf die Anstöße und Arbeiten von Gerda Freise zurück, die unter dem Stichwort *„methodisch-mediales Handeln im Lernbereich Natur“* beharrlich für die allgemeinbildende Funktion des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts eintrat (Rieß, Stäudel 1994).

Mit PISA, TIMMS und IGLU⁴ verankerte sich in Deutschland auf breiter Basis die Einschätzung, dass eine Qualitätsverbesserung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts unumgänglich ist. Mangelnde Bildung und unzureichende Kompetenzen im Bereich Naturwissenschaften werden als ein gesellschaftliches Risiko eingeschätzt. Das Fehlen qualifizierter Fachkräfte und geringe volkswirtschaftliche Produktinnovation werden von Politik, Wirtschaft und Wissenschaftsverbänden befürchtet. Als Folge hieraus setzt laut EULER eine Popularisierung der Naturwissenschaften ein, welche im Sinne eines „*Public Understanding of Science*“ eine Kehrtwende erreichen soll (Euler 2006). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung gibt sowohl 1997 als auch 2004 Expertisen in Auftrag, die den schulischen Handlungsbedarf konkretisieren und in der Einrichtung der drei großen BLK-Programme SINUS, SINUS-Transfer und SINUS-Transfer-Grundschule⁵ mündeten. Speziell mit Modul 6 des SINUS-Transferprogramms (Fächergrenzen erfahrbar machen: Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten) leistete das Programm einen Beitrag zur Integration der naturwissenschaftlichen Fächer. In dessen Rahmen entstand bis Ende 2005 in Nordrhein-Westfalen eine umfangreiche Materialsammlung für den fächerübergreifenden Unterricht, die folgende Themenschwerpunkte enthält: „Mein Körper – Meine Gesundheit, Wahrnehmung mit allen Sinnen, Geräte und Stoffe im Alltag, Sonne – Wetter – Jahreszeiten, „Wege in die Welt des Kleinen, Pflanzen – Tiere – Lebensräume“. Die Entwicklung erfolgte unter Berücksichtigung der neuen Bildungsstandards. Die Unterrichtskonzepte und Materialien des Projektes wurden möglichst kompetenzorientiert entwickelt, um „*schüler- und handlungsorientiertes Lernen in anwendungsbezogenen Kontexten [zu] fördern*“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2010).

Heute (2010) hat der fächerübergreifende Unterricht mittlerweile in allen Bundesländern bis auf Sachsen in wenigstens einer der Schularten Einzug gehalten. Inwieweit sich die Konzeptionen und der inhaltliche Kontext der integrierten naturwissenschaftlichen Fächer bundesweit unterscheiden wird im anschließenden Kapitel diskutiert. Fakt ist jedoch, dass die bildungspolitischen Beschlüsse, die zur Etablierung des Fächerverbundes führten, eher realpolitischen Bedingungen als bildungstheoretischen Erkenntnissen zugrunde liegen. Dies zeigt das Beispiel Nordrhein-Westfalen. Nach mehrjähriger Vorbereitungszeit und einjähriger Probezeit in Klassenstufe 5 und 6 wurde das Fach Naturwissenschaft nach dem Wechsel der Landesregierung wieder abgeschafft. Be-

⁴ PISA = Programme for International Student Assessment, TIMSS = Third International Mathematics and Science Study, IGLU = Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung

⁵ Die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung finanziert seit 1998 den Modellversuch SINUS (Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts) und die zugehörigen Weiterentwicklungen SINUS-Transfer und SINUS-Transfer-Grundschule. Primäres Ziel des Programms ist die Förderung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen.

gründet wurde diese Entscheidung mit zwei Sätzen der Schulministerin Sommer in einer Pressemitteilung des Ministeriums: *„Eine Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und eine Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung gelingt besser in den Strukturen der einzelnen Fächer. Hier können wir auf die Fachkompetenz der einzelnen Fachlehrer vertrauen“* (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2005)⁶.

⁶ Kurioser Weise konnten Schulen, die bereits Bücher für das integrierte Fach Naturwissenschaften angeschafft hatten, diese auch für den Einzelunterricht in Physik, Biologie und Chemie nutzen.

1.2.4 Zusammenfassung

Der naturwissenschaftliche Unterricht musste im deutschsprachigen Raum einen weiten Weg zurücklegen, bis er seinen heutigen Status erreichte. Die naturwissenschaftliche Ausbildung an Schulen und Universität stand bis ins 17. Jahrhundert stets im Schatten der Geisteswissenschaften und fand allenfalls im Rahmen der medizinischen Ausbildung Anwendung. Erst mit Comenius' Grundlagen der modernen Pädagogik wurden utilitaristische Bildungsforderungen und somit auch die Nützlichkeit der Naturwissenschaften fokussiert. Neuhumanistische Strömungen erschwerten im 19. Jahrhundert die positive Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts, jedoch errangen die Fachdisziplinen bis Ende des Jahrhunderts einen festen Platz im Fächerkanon der allgemein bildenden Schule. Die Werke des Chemiedidaktikers Rudolf Arendt aber auch die Meraner Vorschläge sowie eine Vielzahl von Reformpädagogen prägten bis zum 2. Weltkrieg die deutsche Bildungslandschaft und speziell die Naturwissenschaften im Unterricht. Nach dem 2. Weltkrieg sank die Reputation der Naturwissenschaften stark. Dies wirkte sich folglich auch auf den Naturwissenschaftsunterricht aus. Sukzessive wurde das Stundenkontingent der naturwissenschaftlichen Fächer gesenkt und erreichte Ende der 60iger Jahre einen vorläufigen Tiefpunkt. Mit dem Sputnikschock erhielt die Debatte um die Effizienz naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland Einzug, sodass mit der Bemühung um ein integriertes Curriculum fächerübergreifender Unterricht erstmals sowohl wissenschaftlich als auch bildungspolitisch diskutiert wurde. Letztendlich dauerte es weitere 15 Jahre bis der integrierte Fachunterricht mit dem Projekt PING nicht nur in Form konzeptioneller Ansätze diskutiert, sondern auch in größerem Maße praktisch umgesetzt wurde. Eine letzte Trendwende im Bildungsbewusstsein und der Mentalität zum fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht tritt in Deutschland mit der Einführung der großen Kompetenztests PISA, TIMMS und IGLU ein. Auf Diskussionen um *Scientific Literacy* sowie den Ergebnissen diverser Expertisen begründete sich schließlich die Forderung nach einer Qualitätssteigerung und Verbesserung der Effizienz des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Dieser an die utilitaristischen Prinzipien des 17. Jahrhunderts erinnernde Ruf mündete in zahlreichen bundesweiten Programmen, welche unter anderem die Integration der Fachdisziplinen fordern. Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit stellt sich die Frage, in welcher Art und in welchen Bundesländern heute integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht anzutreffen ist. Der folgende Abschnitt soll in Form einer Synopse den bundesweiten Stand des fächerübergreifenden Unterrichts in Deutschland diskutieren.

1.3 Naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht im nationalen Vergleich

Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht hat mittlerweile mit Ausnahme des Freistaats Sachsen in allen Bundesländern in den Orientierungsstufen 5 und 6 Einzug gehalten. In welcher Form dies geschehen ist soll in diesem Abschnitt charakterisiert werden. Zudem fasst die folgende Tabelle die curriculare Situation der Orientierungsstufe in einer Übersicht zusammen:

Tab. 5: Die curricularen Situationen im bundesdeutschen Vergleich (Stand 2008)

Integrierter naturwissenschaftlicher Fächerverbund															
Bundesland \ Schulform	Grundschule (sechsjährig)			Integrierte Gesamtschule			Gymnasium			Sekundarstufe I bis Klasse 10 (Realschule)			Sekundarstufe I bis Klasse 9 (Hauptschule)		
	Baden-Württemberg							x			x			x	
Bayern							x						x		
Berlin	x														
Brandenburg	x														
Bremen				x			x			x			x		
Hamburg				x			x			x			x		
Hessen				(x)			(x)			(x)			(x)		
Mecklenburg-Vorpommern				(x)			(x)			(x)			(x)		
Niedersachsen				x											
Nordrhein-Westfalen				(x)											
Rheinland-Pfalz				x			x			x			x		
Saarland				x											
(Sachsen-Anhalt)										(x)			(x)		
Schleswig-Holstein							x			x			x		
Thüringen (Stand 2009)				x			x			x			-		
Zusätzlicher Fachunterricht															
Bundesland \ Schulform	Grundschule (sechsjährig)			Gymnasium			Sekundarstufe I bis Klasse 10 (Realschule)			Sekundarstufe I bis Klasse 9 (Hauptschule)					
	Bio	Ch.	Ph.	Bio	Ch.	Ph.	Bio	Ch.	Ph.	Bio	Ch.	Ph.			
Baden-Württemberg				x											
Brandenburg	x		x												
Schleswig-Holstein				x			x			x					

Regulär konventioneller Fachunterricht									
Bundesland \ Schulform	Gymnasium			Sekundarstufe I bis Klasse 10 (Realschule)			Sekundarstufe I bis Klasse 9 (Hauptschule)		
	Bio	Ch.	Ph.	Bio	Ch.	Ph.	Bio	Ch.	Ph.
Bayern	-	-	-	5	8	7			
Hessen	5	7	6	5	8	7	5	8	7
Mecklenburg-Vorpommern	5	8	6	5	7	7	5	7	7
Niedersachsen	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Nordrhein-Westfalen	5	7	5	5	7	5	5	5	5
Saarland	5	8	7	5	8	8	5	8	8
Sachsen	5	7	6	5	8	6	5	8	6
Sachsen-Anhalt	5	7	6	7	7	7	7	7	7
Thüringen (2009)	7	8	7	7	7	7	7	7	7

X	verbindlicher Unterrichtsform
(X)	nichtverbindliche Unterrichtsform
(Sachsen-Anhalt)	obligatorischer Projektunterricht
5, 6, 7, 8	erstmaliges Einsetzen des separierten Fachunterrichts

Die Realisierung des integrierten Fächerverbundes zeigt sich zunächst als unabhängig von der jeweiligen Schulform der Länder. Integrierte Naturwissenschaften finden sich in der Orientierungsstufe in allen Schultypen der Länder Baden-Württemberg, Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein. In hessischen Schulen besteht die nicht verpflichtende Möglichkeit einen naturwissenschaftlichen Lernbereich einzuführen, was auch von verschiedenen Schulen genutzt wird. In NRW können Schüler Integrierter Gesamtschulen wahlweise den Fächerverbund oder die Teildisziplinen belegen, bevor in Klassenstufe 9 und 10 eine endgültige Differenzierung der Naturwissenschaften stattfindet. In Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und im Saarland gilt das integrierte Curriculum lediglich für Gesamtschulen, wobei das Land Mecklenburg-Vorpommern es nicht als verbindlich einstuft. In Gymnasien, Real- und Hauptschulen Mecklenburg-Vorpommerns können hingegen auf Beschluss der Schulkonferenz die Naturwissenschaften auch im Fächerverbund unterrichtet werden. In allen anderen Schultypen dieser Länder werden die Naturwissenschaften differenziert unterrichtet. In der Orientierungsstufe Sachsen-Anhalts können die Schüler Projektunterricht, unter anderem mit dem Thema Naturwissenschaften, belegen. In Thüringen ist mit dem Schuljahr 2009/10 in allen Schulformen ein integriertes Fach verbindlich etabliert worden.

Einige Bundesländer geben neben der integrierten Form zusätzlich Fachunterricht als verbindlich vor. Dies betrifft die Länder Baden-Württemberg, Brandenburg und Schleswig-Holstein. Die Modi des zusätzlich unterrichteten Fachunterrichts in den Orientierungsstufen können dem zweiten Abschnitt der Tabelle entnommen werden

Der dritte Teil der Tabelle gibt eine Übersicht über den Beginn konventionellen Fachunterrichts. Dies betrifft zum einen Länder die den Fachunterricht als verbindlich einstufen, zum anderen solche Länder, welche die Wahl des Fächerverbundes für Schüler obligatorisch in Form von Beschlüssen anbieten.

1.3.1 Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula

Wie bereits erwähnt ist die Einführung des fächerübergreifenden Naturwissenschaftsunterrichts und somit die Integration der Teildisziplinen Biologie, Chemie und Physik in der Orientierungsstufe der Bundesländer in den letzten Jahren vehement gefördert worden. Folglich ist es möglich die curricular Situation des Fächerverbundes anhand seiner inhaltlichen Aspekte, die nunmehr themen- und nicht fächerorientiert ausgerichtet sind, zu vergleichen. Die nachstehende Grafik vermittelt zunächst eine Übersicht zu den am häufigsten genutzten inhaltlichen Aspekten.

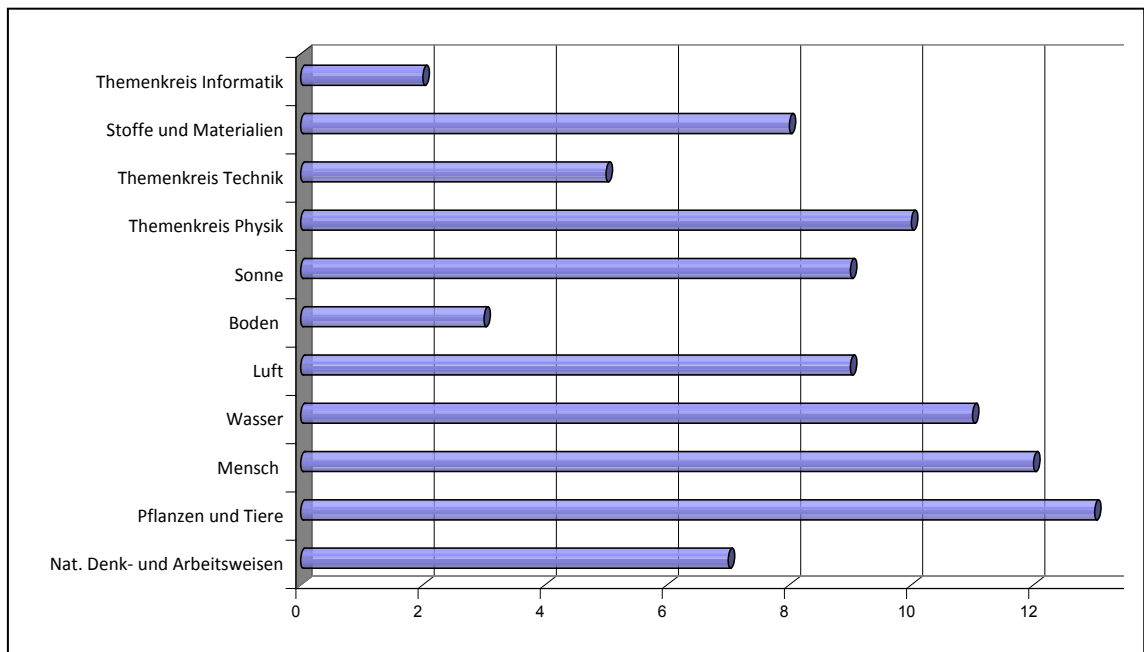


Abb. 1: Themenschwerpunkte des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts

Die anschließende synoptische Analyse bezieht sich auf eine Datenerhebung aus dem Schuljahr 2008/09. Zu diesem Zeitpunkt lagen für Rheinland-Pfalz nur Themenschwerpunkte aber keine Beschreibungen der Inhalte vor. Ähnliches gilt für Thüringen. Hier ist der fächerübergreifende Unterricht in Form des Faches (Mensch-Natur-Technik) seit dem Schuljahr 2009/10 verbindlich. Das Thüringer Curriculum orientiert sich sehr stark an den Lehrinhalten des abgelösten Biologieunterrichts. Neben den biologisch geprägten Themengebieten Samenpflanzen, Wirbeltiere, Leben und Lebensräume, Gesundheit und Körper sowie Bionik, werden in Thüringen in einem ersten Modul die Grundlagen naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen vermittelt. In der differenzierten Untersuchung der inhaltlichen Aspekte wird daher nicht auf die Länder Rheinland-Pfalz und Thüringen eingegangen. Hessen und Sachsen-Anhalt werden gänzlich in der Betrachtung außer Acht gelassen, da in den Ländern sowohl die Durchführung des Fächerverbundes bzw. des Projektunterrichts als auch die Wahl der Themengebiete nicht verbindlich ist. Aufgrund der gleichen Rahmenthemen wird zudem auf eine differenzierte Analyse der jeweiligen Schulart verzichtet. Im nachstehenden Abschnitt werden die Lehr- und Lerninhalte der Themengebiete in Form einer Synopse näher erläutert.

1.3.2 Synopse fächerübergreifenden Naturwissenschaftsunterrichts

Eine tabellarische Übersicht zu diesem Abschnitt befindet sich im Anhang. Dort ist zudem der Zugriff auf die Lehr- und Bildungspläne der integrierten naturwissenschaftlichen Fächerverbünde der Bundesländer dokumentiert, da sich die Zitation der URLs im Text erheblich auf den Lesefluss auswirken würde. Die Lerninhalte werden im Folgenden in gemeinsame Kernbereiche, welche für alle betrachteten Bundesländer zutreffen und in spezielle Lerngegenstände unterteilt.

1. Denk- und Arbeitsweisen

Der Themenbereich Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaft muss als ein wesentlicher Aspekt der Kompetenzentwicklung von Schülern verstanden werden. Die Lehr- und Bildungspläne der Bundesländer beziehen sich bei der Beschreibung von Kompetenzbereichen auf die Empfehlungen der Bildungsstandards, welche von der Kultusministerkonferenz vorgegeben werden. Folglich ist die Kompetenzentwicklung als bundesweiter inhaltlicher Aspekt zu verstehen, sodass an dieser Stelle keine weitere Differenzierung vorgenommen wird.

Die Grundlage naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen bildet die Beobachtung von Naturphänomenen und ein hieraus resultierender Erklärungsdrang. In der Schule bedeutet naturwissenschaftliches Denken zunächst die Reduktion komplexer Phänomene auf einfache, anschauliche Modelle. Der Schüler muss daher mit dem Modellkonstrukt vertraut gemacht werden und Möglichkeiten sowie Grenzen der Modelle kennen lernen. Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen werden von Schülern erlernt, indem sie eine Vielzahl von Operanten schrittweise einüben. Hierzu gehören beispielsweise beobachten, beschreiben, ordnen, experimentieren, optimieren und präsentieren. Dies muss jedoch stets vor dem Hintergrund einer konkreten naturwissenschaftlichen Fragestellung erfolgen (KMK, 2004).

2. Pflanzen und Tiere

In den Curricula der betroffenen Bundesländer lassen sich im Wesentlichen die Unterpunkte Allgemeine Biologie, Pflanzen und Tiere wieder finden.

a) Allgemeine Biologie

Gemeinsame Kernbereiche

Die Notwendigkeit und Strategien zur Erhaltung von Lebensräumen sowie die Bedeutung von Pflanzen und Tieren für die Menschen werden vermittelt. Ein artgerechter Umgang mit dem Lebewesen ist notwendig, hierzu werden Maßnahmen als auch die Nachhaltigkeit von Arten- und Biotopenschutz vorgestellt und diskutiert.

Spezielle Lerngegenstände

Bis auf das Saarland thematisieren alle Länder ökologische Grundlagen. Hierzu gehören Zusammenhänge zwischen Ökosystemen, die Nahrungskette und anthropogene Veränderungen der Lebensräume. Dass alle Lebewesen aus Zellen aufgebaut sind, ist Lerngegenstand in Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, NRW und dem Saarland. In Baden-Württemberg und Bayern werden wichtige Epochen der Erdgeschichte charakterisiert. Zusätzlich betrachtet Baden-Württemberg das Thema Evolution.

b) Pflanzen

Gemeinsame Kernbereiche

Die Abhandlung der pflanzlichen Individualentwicklung zeigt sich als verbindlicher Lerngegenstand, wobei die Grundbedingungen der Keimung und des Pflanzenwachstums experimentell verdeutlicht werden sollen. Die Fortpflanzung wird als geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vorgang verdeutlicht. Durch Kenntnisse heimischer Pflanzen wird die Artenvielfalt dieser Lebewesen erschlossen. Im Lehrplan des Saarlandes beziehen sich diese Fakten lediglich auf Zimmerpflanzen.

Spezielle Lerngegenstände

Der Grundbauplan und die Funktionen pflanzlicher Organe und somit Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion werden in Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein erarbeitet. In Hamburg wird dieser Aspekt nur am Beispiel der Blüte besprochen. Die Rahmenrichtlinien NRWs beschreiben diesen Unterrichtsgegenstand womöglich als „Merkmale der Pflanzen“ weitere Schlussfolgerungen wären rein spekulativ. Das Saarland erwähnt keinerlei Funktionen der einzelnen Pflanzenteile. Bis auf Bremen, Hamburg, NRW und Schleswig-Holstein werden in den Bundesländern die Photosynthese und die Zellatmung als Prozesse der Stoff- und Energieumwandlung vermittelt. Diesbezüglich lernen die Schüler in Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern ausschließlich die Reaktion der Sauerstoffbildung kennen. In den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Hamburg, Niedersachsen und NRW werden die Schüler mit Bestimmungsübungen vertraut gemacht. Alle betrachteten Länder außer Bayern thematisieren die Bedeutung der Anpassung an Umweltbedingungen. Im nordrheinwestfälischen, mecklenburgischen und saarländischen Fächerverbund wird zusätzlich der Wasserhaushalt der Pflanze behandelt.

c) Tiere

Gemeinsame Kernbereiche

Die Lebensweise der Tiere und ihre Artenvielfalt werden erkundet und strukturiert. Somit sollen Vorurteile, vor allem wirbellosen Tieren gegenüber, abgebaut werden. Bis auf Niedersachsen wird in allen Bundesländern die Anpassung der Tiere an Umweltbedingungen und ihren Lebensraum zum Lerngegenstand gemacht.

Spezielle Lerngegenstände

Nur Brandenburg, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und das Saarland thematisieren wirbellose Tiere. Bis auf Bremen und Niedersachsen sollen die Schüler die fünf Wirbeltierklassen und deren Körperbau und Körperbedeckung, Stoffwechsel, Atmung, Fortbewegung, Ernährung, Sinnesleistungen sowie typische Verhaltens- und Sozialformen (außer Hamburg) kennen lernen. Biorhythmus und Kommunikation stellen in Mecklenburg-Vorpommern ergänzende Unterrichtsgegenstände dar. Die Rahmenrichtlinien NRWs charakterisieren diese Lerngebiete erneut nur mit der Anmerkung „Merkmale der Tiere“, sodass an dieser Stelle keine eindeutigen Inhalte vorgestellt werden können. Die Artenkenntnis der Schüler wird in Berlin, Brandenburg, Hamburg und NRW durch Bestimmungsübungen erweitert. Möglichkeiten und Grenzen der Tierzucht werden zusätzlich in Bayern, Hamburg, Niedersachsen, NRW und im Saarland erörtert. Lediglich in Niedersachsen und im Saarland werden die grundlegenden Begriffe Art und Rasse laut Rahmenrichtlinien geklärt.

3. Mensch

Gemeinsame Kernbereiche

Die Auseinandersetzung mit gesundheitsförderndem und –schädigendem Verhalten soll zur Sicherung einer gesunden Lebensführung beitragen. In diesem Zusammenhang lernen die Schüler den menschlichen Organismus sowie die Organsysteme und deren Funktion kennen. Alle Bundesländer außer dem Saarland erläutern zudem den Verdauungsvorgang. Bis auf NRW thematisiert jedes Bundesland die Pubertät sowohl unter biologischen als auch gesellschaftlichen Aspekten.

Spezielle Lerngegenstände

Nur in Berlin, Brandenburg und dem Saarland wird der menschliche Bewegungsapparat nicht besprochen. In den Schulen Baden-Württembergs, Bayerns, Berlins, Brandenburgs, Hamburgs und NRWs werden von den Schülern modellhafte Struktureigenschaftsbeziehungen an ausgewählten Beispielen der Sinnesorgane bewusst erlebt. In Bayern und NRW wird zusätzlich das Zusammenspiel der Sinnesorgane mit dem Nervensystem und die damit verbundene Entstehung von Sinneseindrücken vermittelt. Aufbau und Funktion des Herzens, des Bluts sowie die Atmung und der Stofftransport

finden sich in den Curricula der Länder Bayern, Niedersachsen, NRW und Schleswig-Holstein wieder. Nur in Baden-Württemberg wird das Prinzip der Immunabwehr und Immunisierung erläutert. Die Länder Bayern, Berlin, Brandenburg, Hamburg, und Schleswig-Holstein thematisieren den Aspekt Suchtproblematik. Alle Bundesländer bis auf Bremen besprechen im Rahmen der Sexualaufklärung die primären und sekundären Geschlechtsmerkmale. Hierauf aufbauend fokussieren Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg, Saarland und Schleswig-Holstein Empfängnis, Schwangerschaft, pränatale Entwicklungsstadien sowie die Geburt. Diesbezüglich ist es auffällig, dass lediglich Schleswig-Holstein und Bayern (Gymnasium) die Empfängnisverhütung und Sexualkrankheiten nicht thematisieren. An der Integrierten Gesamtschule des Saarlandes und den Hauptschulen Bayerns liegt es im Ermessen der Lehrer diesen Lehrgegenstand in den Lehrplan aufzunehmen.

4. Wasser

Gemeinsame Kernbereiche

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers werden anhand von Alltagserfahrungen zusammengetragen und experimentell überprüft. Die Schüler sollen die Aggregatzustände, welche in den Kontext des natürlichen Wasserkreislaufes eingebettet werden (außer Saarland) sowie deren temperaturabhängige Phasenübergänge kennen lernen. Bis auf Berlin weisen alle Lehrpläne Diskussionen um die Bedeutung des Wassers für die Natur auf.

Spezielle Lerngegenstände

In Bayern, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Saarland und Schleswig-Holstein werden die Schüler mit der Bedeutung des Trinkwassers und der Abwasseraufbereitung in Kläranlagen konfrontiert. Trennverfahren sollen modellhaft nachvollzogen werden. Baden-Württemberg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein thematisieren die Notwendigkeit sowie Wege zum Erhalt von Wasserressourcen und der Wasserqualität. Der Aspekt Löslichkeit bietet in den Ländern Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Saarland und Schleswig-Holstein die Möglichkeit einer chemischen Betrachtungsweise des Wassers. Hier sollen das Lösungsverhalten von Stoffen sowie Lösebedingungen experimentell erschlossen werden. In diesem Zusammenhang werden zudem der Begriff Stoffgemisch und diverse Trennverfahren verdeutlicht (nicht im Saarland). Die Anomalie des Wassers soll in Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und dem Saarland erläutert werden. Mit der Oberflächenspannung wird an den Schulen in Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein eine weitere chemische Thematik aufgegriffen. Die Eigenschaften des Wassers sollen zu meist mittels Teilchen- und Kugelmodellen in Baden-Württemberg, Hamburg, Meck-

lenburg-Vorpommern, Niedersachsen und im Saarland verdeutlicht werden. Zusätzlich wird die Molekülverbindung aus den Elementen Wasserstoff und Sauerstoff auf einer submikroskopischen Ebene betrachtet (nicht im Saarland).

5. Luft

Gemeinsame Kernbereiche

Schüler lernen die Luft als lebensnotwendiges Stoffgemisch kennen. Die Zusammensetzung der Luft wird verdeutlicht, chemische und physikalische Eigenschaften werden thematisiert sowie experimentell überprüft (nicht in NRW).

Spezielle Lerngegenstände

Die Länder Baden-Württemberg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und das Saarland thematisieren den Aspekt Feuer. Dabei werden die Eigenschaften des Sauerstoffes diskutiert und experimentell nachgewiesen. Zudem werden Brandschutzmaßnahmen besprochen. Mit der Luft als Lebensraum knüpfen die Bundesländer Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein an den Themenkomplex Tiere und Pflanzen an. In Bayern, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen wird die Luftfahrt thematisiert, indem biologische und physikalische Grundlagen des Tierfluges mit menschlicher Technik verglichen werden. Zudem wird an dieser Stelle auf Aerodynamik, Auftrieb, Strömung und Zirkulation eingegangen. In den eben genannten Bundesländern und in den Curricula Berlins und NRWs wird zusätzlich der große Themenkomplex Wetter behandelt. Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein diskutieren die Problematik Luftverschmutzung und damit verbundene Aspekte wie Ozon, Smog, saurer Regen und den Treibhauseffekt.

6. Boden

Gemeinsame Kernbereiche

Im Mittelpunkt des Themas Boden stehen überwiegend biologische und geographische bzw. geologische Aspekte. Insbesondere an regionalen Bodenarten werden die Eigenschaften des Bodens besprochen. Die Schüler lernen den Boden als Lebensraum kennen. Die Artenvielfalt wird nach biologischen Ordnungskriterien klassifiziert und die Anpassung pflanzlicher und tierischer Organismen an den Lebensraum Boden wird erläutert. Die Entwicklung und Bedeutung des Ackerbaus wird thematisiert wobei Vor- und Nachteile der anthropogenen Nutzung des Bodens aufgegriffen werden.

Spezielle Lerngegenstände

Im bayrischen Bildungsplan werden Mineralien und Fossilien, sowie die Bildung von Kristallen und Humus angeführt. Zudem sehen Bayern und Mecklenburg-Vorpommern die Untersuchung der Bodenbildung durch Verwitterungsprozesse vor. Die Curricula Mecklenburg-Vorpommerns und Schleswig-Holsteins verweisen auf die Zusammensetzung verschiedener Bodenarten. Lediglich an den Schulen Schleswig-Holsteins werden Maßnahmen zum Schutz und der Verbesserung der Bodenqualität thematisiert.

7. Sonne

Der Themenbereich Sonne wird von den jeweiligen Bundesländern auf derart unterschiedliche Weise behandelt, dass keine gemeinsamen Kernbereiche aufgezeigt werden können. Die Unterteilung in astronomische, physikalische und biologische Sichtweisen birgt jedoch eine Möglichkeit diesen Schwerpunkt zu strukturieren.

Spezielle Lerngegenstände

Astronomie: Den Schülern der Bundesländer Berlin, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen soll der Aufbau des Sonnensystems erläutert werden. Zudem werden die Phänomene Tag und Nacht sowie der Jahreszeitenwechsel thematisiert. Nur in Niedersachsen wird die Entstehung von Ebbe und Flut erklärt.

Physik: Physikalische Aspekte, die sich von der Sonne als komplexes System ableiten, werden von einigen Bundesländern im „Themenkreis Physik“ aufgegriffen. Hierbei handelt es sich um die Bereiche Optik (Bayern, Berlin, Mecklenburg-Vorpommern, NRW, Niedersachsen, Schleswig-Holstein), Wärmelehre (Bayern, Berlin, NRW) und Energie (Berlin, Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, NRW, Schleswig-Holstein).

Biologie: Die Länder Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein weisen in ihren Curricula auf positive und negative Auswirkungen der Sonne hin. Damit werden insbesondere Aspekte wie Sonnenschutz, Ozon und Treibhauseffekt angesprochen.

8. Themenkreis Physik

In den Curricula der betroffenen Bundesländer lassen sich Elektrizität, Wärme, Licht, Magnetismus, Kraft und Bewegung sowie Schall und Energie als Lerngegenstände finden. Diese Unterpunkte werden folgend im Themengebiet Physik gebündelt.

a) Elektrizität: Dieser Aspekt wird in Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg und Schleswig-Holstein behandelt.

Gemeinsame Kernbereiche

Der elektrische Stromkreis, Ladung sowohl Leiter als auch Nichtleiter werden thematisiert. Die Schüler sollen an Geräten des Alltags Wärme, Licht und Magnetismus als Konsequenzen des elektrischen Stroms erschließen. Die Abhängigkeit der Menschheit von der elektrischen Energieversorgung soll den Lernenden bewusst werden.

Spezielle Lerngegenstände

Bayern und Hamburg sehen die Entwicklung der Symbolsprache in Form von Schaltzeichen vor. In den Rahmenplänen Hamburgs und Bremens ist das Prinzip der Reihen- und Parallelschaltung verankert. In Baden-Württemberg, Bremen und Schleswig-Holstein sollen Regeln zum sicheren Umgang mit elektrischem Strom vermittelt werden. Lediglich Baden-Württemberg führt laut Lehrplan den Aspekt elektrisches Feld und Begriffe wie Stromstärke, Spannung und Widerstand ein.

b) Wärme: Dieses Thema findet in den Ländern Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Hamburg, NRW und Saarland Betrachtung.

Gemeinsame Kernbereiche

Die Veränderung der Eigenschaften von Stoffen unter dem Einfluss unterschiedlicher Temperaturen soll experimentell untersucht werden.

Spezielle Lerngegenstände

Im Saarland werden Reflexion und Absorption als Phänomene der Wärmestrahlung beschrieben. Das Land Baden-Württemberg thematisiert Temperatur und thermische Energie, in Bayern hingegen wird den Schülern die Temperatur lediglich als ein Maß für das Empfinden von warm und kalt bewusst gemacht. In Hamburg werden Bimetalle behandelt.

c) Optik: Dieser Lerngegenstand findet in Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, NRW und Schleswig-Holstein Betrachtung.

Gemeinsame Kernbereiche

Der Lichtstrahl und seine gradlinige Ausbreitung stellt einen gemeinsamen Lerngegenstand dar.

Spezielle Lerngegenstände

In Bayern, Brandenburg und Berlin werden die Schüler mit natürlichen und künstlichen Lichtquellen konfrontiert. Eigenschaften des Lichts, wie z.B. Reflexion, Streuung, Schatten etc. werden in diesen Bundesländern und auch in Mecklenburg-Vorpommern, Nie-

dersachsen, NRW und Schleswig-Holstein thematisiert. Die Curricula der Länder Bayern, Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern weisen die Zerlegung weißen Lichts als verbindlich aus. Durch Experimente soll in Bayern, Berlin, Brandenburg und NRW die Bildentstehung an verschiedenen Linsen verdeutlicht werden.

d) Magnetismus: Baden-Württemberg und Schleswig-Holstein greifen dieses Thema in ihren Lehrplänen auf. Wobei im baden-württembergischen Unterricht Materialien nach ihrer magnetischen und nichtmagnetischen Wirkung eingeteilt werden und die Magnetpole experimentell erfahrbar gemacht werden. Schleswig-Holstein beschränkt sich lediglich auf die Phänomene Dauer- und Elektromagnet.

e) Kraft und Bewegung: Auf den Lerngegenstand wird in den Bildungsplänen der Länder Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, Bremen und NRW hingewiesen. Bayern, Berlin, Brandenburg und Bremen sehen vor, dass dieses Thema über die Beobachtung von Bewegungsarten der Lebewesen und technischen Fortbewegungsmitteln erschlossen wird. In Baden-Württemberg soll lediglich das Schwerfeld der Erde nachgewiesen werden. In diesen Ländern (außer Bayern) lernen die Schüler zudem die Geschwindigkeit als physikalische Größe kennen. Der Brandenburger Lehrplan fordert diesbezüglich explizit die Berechnung der Geschwindigkeit und ihrer Einheit per Formel. Die physikalische Größe Kraft wird in den Bildungseinrichtungen Berlins, Brandenburgs und NRWs thematisiert.

f) Schall: Nur in Baden-Württemberg, Bayern und NRW wird dieses physikalische Phänomen gefordert. Während Baden-Württemberg nur die Ausbreitung des Schalls vorsieht, wird in Bayern anhand praktischer Beispiele die Akustik und Schallerzeugung vermittelt. Die Schüler in Bayern und NRW lernen Schall als Informationsträger kennen und werden auf Möglichkeiten des Lärmschutzes hingewiesen.

g) Energie: Dieser Lerngegenstand soll Schülern in den Ländern Baden-Württemberg, Berlin, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, NRW und Schleswig-Holstein verdeutlicht werden. In Baden-Württemberg steht die Begriffsbildung und Quantifizierung dieser physikalischen Größe im Mittelpunkt. Die restlichen Bundesländer fokussieren den Prozess der Energieumwandlung.

9. Stoffe und Materialien

Gemeinsame Kernbereiche

Stoffeigenschaften sollen experimentell ermittelt werden. Kugel- und Teilchenmodelle werden zur Verdeutlichung von stofflichen Eigenschaften genutzt. Die Stoffvielfalt soll anhand ausgewählter systematischer Kriterien geordnet werden. Den Schülern werden

Struktur-Eigenschaftsbeziehungen vermittelt, wodurch zudem Verwendungsmöglichkeiten abgeleitet werden.

Spezielle Lerngegenstände

In Bayern, Berlin, Brandenburg und Niedersachsen soll der Stoffbegriff anhand alltagsnaher Beispiele erläutert werden. Diesbezüglich werden die Schüler sowohl theoretisch als auch praktisch mit diversen Trennverfahren konfrontiert. In Baden-Württemberg und NRW ist ebenfalls die Thematisierung von Trennverfahren vorgesehen, es ist jedoch verwunderlich, dass laut Lehrplan nicht zwischen Reinstoff und Stoffgemisch unterschieden wird. In Baden-Württemberg, Bayern, Berlin und Niedersachsen wird die Stoffumwandlung exemplarisch anhand von Verbrennungsreaktionen verdeutlicht. In diesem Zusammenhang wird in Baden-Württemberg der Redoxbegriff aufgegriffen. Zudem führt das Land weitere Fachbegriffe, die chemische Formelsprache und Reaktion sowie das Periodensystem der Elemente und Atommodelle ein.

10. Themenkreis Technik

Gemeinsame Kernbereiche

Alle betrachteten Länder vermitteln zunächst die Eigenschaften von Stoffen und Materialien (Überschneidung mit Lerngegenstand Stoffe und Materialien). Der Aufbau und die Wirkungsweise verwendeter Werkzeuge werden diskutiert und Arbeitsabläufe werden geplant. Das symbol- und modellhafte Darstellen technischer Sachverhalte soll eingeübt werden. Die Schüler sollen mittels gezielter Beobachtung ein Bewusstsein dafür aufbauen, dass die Natur für die Entwicklung vieler technischer Geräte als Vorbild dient. Typische Denk- und Arbeitsweisen der Technik werden durch die selbsttätige Produktion einfacher technischer Objekte verstanden. Die Objekte werden überprüft und Probleme möglichst eigenständig behoben. Zudem lernen die Schüler bei allen Produktionsschritten umweltrelevante Aspekte zu bedenken.

Spezielle Lerngegenstände

Niedersachsen und Hamburg sehen es vor, die Geschichte technologischer Entwicklungen zu behandeln. Hamburg schließt hier neue Technologien mit ein und verweist auf den Bereich der Bionik. Des Weiteren thematisiert der Stadtstaat als einziges Bundesland mit dem Schwerpunkt Hafen den Aspekt Mobilität und Verkehr sowie die Geschichte der technischen Informationsverarbeitung.

11. Themenkreis Informatik

Gemeinsame Kernbereiche

In allen Bundesländern soll der Umgang mit Informationsverarbeitungssystemen auf einer wissenschaftlichen Basis eingeübt und generalisiert werden. Doch lediglich Ham-

burg und Bayern weisen diesen Kompetenzbereich mit einem expliziten Themengebiet aus. Schüler sollen standardisierte Informationssysteme als ein wichtiges Hilfsmittel der Naturwissenschaft kennen lernen. Dabei wird insbesondere die Beschaffung, Aufarbeitung, Dokumentation und Präsentation von Informationen fokussiert.

Spezielle Lerngegenstände

Das Curriculum Hamburgs verweist auf den adäquaten Umgang mit dem Internet sowie auf dessen Möglichkeiten und Grenzen. Des Weiteren soll in Hamburg die Geschichte der Informationsverarbeitung und Kommunikation vermittelt werden.

1.3.3 Zusammenfassung

Wie zu erwarten liefert die Synopse des integrierten naturwissenschaftlichen Fächerverbundes ein heterogenes Bild. Die Bildungssouveränität der Bundesländer wird deutlich an der Vielfalt der Themenkomplexe ersichtlich. Alle vorliegenden Curricula in der Orientierungsstufe können im Wesentlichen mit Hilfe der elf diskutierten Aspekte systematisiert werden. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass in einigen Bundesländern Lerngegenstände nur unzureichend einem Bereich zugeordnet werden können. Häufig wird in mehreren Themengebieten auf einen Aspekt hingewiesen. So verzahnt Thüringen – um nur zwei Beispiele zu nennen – Lerngegenstände mit einem durchgängig biologisch orientierten Lehrplan und in Baden-Württemberg wird der Begriff Stoffgemisch sowohl im Themenschwerpunkt Wasser als auch unter „Stoffe und Materialien“ aufgegriffen. Insgesamt zeichnen sich die Curricula durch einen überdurchschnittlich hohen Anteil an biologischen und einem hohen Anteil an physikalischen Lerngegenständen aus. Die Chemie führt mit dem Themenschwerpunkt Stoffe und Materialien und Teilaspekten des Themas Wasser und Luft zumeist ein Schattendasein, sodass keinesfalls von einem ausgewogenen Verhältnis der Teildisziplinen gesprochen werden kann. Allein in Baden-Württemberg werden mit dem Periodensystem der Elemente, der Fach- und Formelsprache sowie dem Reaktionsbegriff ausführlicher grundlegende chemische Kenntnisse vermittelt. In fast der Hälfte der betrachteten Bundesländer bearbeiten die Schüler in zwei Schuljahren acht oder mehr Themenschwerpunkten. Spitzenreiter ist hierbei Bayern mit zehn ausgewiesenen Themengebieten. Bundesweit wird somit weitgehend eine tendenzielle Überfrachtung des integrierten Unterrichts einer exemplarischen Betrachtung naturwissenschaftlicher Lerngegenstände vorgezogen.

In sieben von dreizehn betrachteten Bundesländern wird der Vermittlung von Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaft mit einem separaten Themenschwerpunkt Rechnung getragen. In den übrigen Ländern werden Modelle, Methoden und Kompetenzen situativ an entsprechenden Phänomenen der belebten und unbelebten Natur

vermittelt. Das Themengebiet *Pflanzen und Tiere* wird in allen der betrachteten Bundesländer behandelt, an den nächsten Stellen stehen die Aspekte *Mensch*, *Wasser* sowie der *Themenkreis Physik*. Lediglich in Mecklenburg-Vorpommern wird der Lerngegenstand *Mensch* nicht im Kontext des Fächerverbundes genutzt, sondern bleibt Gegenstand des Biologieunterrichts der Jahrgangstufen 5 und 6. Nordrhein-Westfalen und Thüringen haben den Aspekt *Wasser* nicht mit in ihre Curricula aufgenommen. Der Bereich *Luft* und *Sonne* tritt am viert häufigsten in den Lehrplänen der diskutierten Bundesländer auf. Die Lerngegenstände *Technik*, *Boden* und *Informatik* werden in dieser Reihenfolge am wenigsten im integrierten Unterricht in Betracht gezogen. Inwieweit die jeweiligen Themenkomplexe in den Bundesländern mit naturwissenschaftlichem Fächerverbund genutzt werden verdeutlicht Abbildung 2.

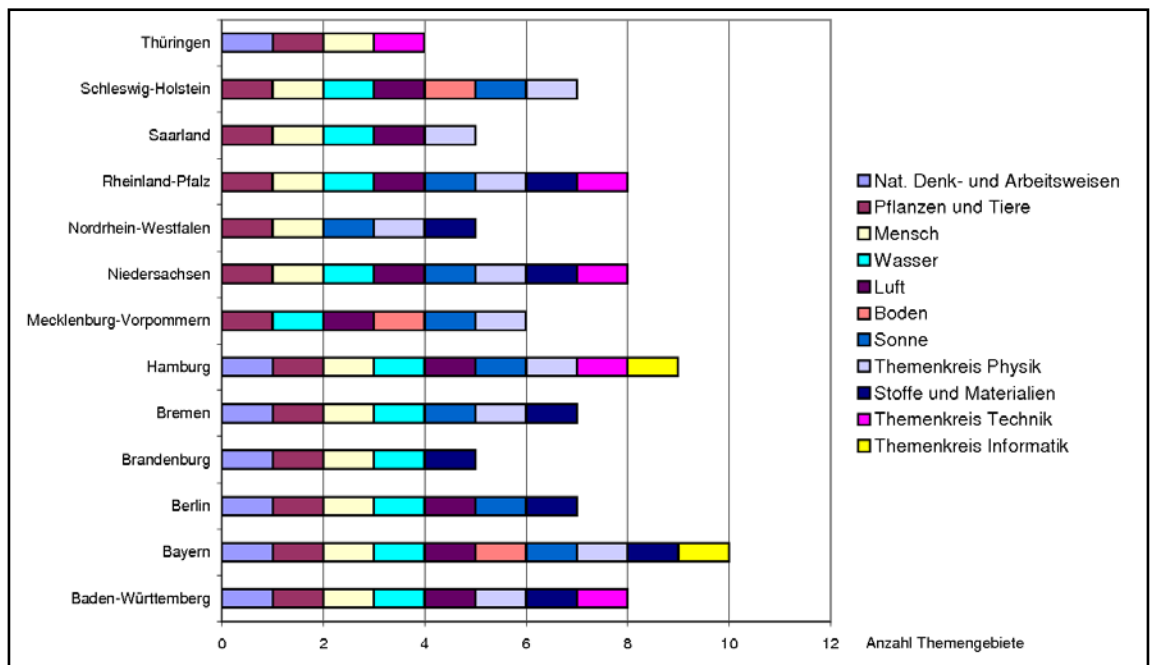


Abb. 2: Verteilung der Themenschwerpunkte des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts auf die Bundesländer

1.4 Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich

Wie im vorangehenden Abschnitt gezeigt wurde, werden in den meisten deutschen Bundesländern, trotz teils sehr heftig geführter Diskussionen zwischen Befürwortern und Gegnern des integrierten Fächerverbundes, landesspezifische Umsetzungen für den naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht verfolgt. 2003 konnte anlässlich der internationalen Vergleichsstudie TIMSS unter Mitarbeit der weltweit teilnehmenden Länder die Struktur und der Inhalt des jeweiligen naturwissenschaftlichen Unterrichts erhoben werden. In etwa 50 % der beteiligten Länder lernen 14jährige in einer integrierten Unterrichtsform Naturwissenschaften. Für die 12jährigen trifft das mit 88 % annähernd vollständig zu. In der Sekundarstufe II haben die Schüler in vielen Ländern die Option die Einzelfächer Biologie, Chemie und Physik zu wählen (Martin u.a. 2004). Ein sinnvoller Vergleich einiger exemplarischer Länder, in diesem Fall USA, Kanada, Schweden, Norwegen, Schweiz, Schottland und Deutschland, bietet sich daher vor allem für die Klassenstufen 5 und 6 an. In Deutschland wird der Fächerverbund ebenfalls überwiegend im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht eingesetzt, womit die Wahl der Klassenstufen 5 und 6 zusätzlich begründet werden kann. Als Basis des Vergleiches dienen die Lehrpläne des integrierten Faches, diese liegen sowohl auf nationaler Ebene als auch auf Bundesebene vor.

Das grundlegende Konzept des integrierten Fächerverbundes der Länder, welche im Folgenden diskutiert werden, lässt sich auf eine Bewegung namens STS zurückführen. *Science Technology and Society* basiert auf einer Vielzahl von Integrationsansätzen der naturwissenschaftlichen Teildisziplinen, die bereits in den 60er Jahren konzipiert wurden. Aus diesen Ansätzen kristallisierte sich in den 70er Jahren STS heraus und verbreitete sich über den gesamten angelsächsischen Raum bis in die skandinavischen Länder und die Schweiz (Bünder 2005). Bevor der integrierte Fachunterricht einiger Länder vorgestellt und verglichen wird, sollen daher zunächst die wichtigsten naturwissenschaftlichen Curricula der 70er Jahre, welche als Basis des heutigen Naturwissenschaftsunterrichts der besagten Länder verstanden werden müssen, erläutert werden.

1.4.1 Naturwissenschaftliche Curricula der 70er Jahre

Eine Übersicht zu den naturwissenschaftlichen Curricula der 70er Jahre ist nur dann möglich, wenn diese bestimmten Kategorien zugeordnet werden. Diese Systematisierung wird sich im Folgenden auf zwei Kriterien stützen. Zunächst soll geklärt werden in welcher Weise naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer in den Projekten der 70er Jahre in einem Curriculum integriert wurden und welche Anteile aus den Einzeldisziplinen einfließen. Danach werden die didaktischen Konzepte, welche überwiegend im angelsächsischen Raum konkretisiert wurden, vorgestellt. Die Anteile der Teildisziplinen

werden in Tab. 6 durch Balkenlängen dargestellt, die Übersicht beschränkt sich auf jeweils einen wichtigen Vertreter der didaktischen Konzepte (Ansätze).

Tab. 6: Naturwissenschaftliche Curricula der 70er Jahre

Curriculares Projekt (Abkürzung)	Anteile Biologie	Anteile Chemie	Anteile Physik	Anteile sonstige Disziplinen	Anteile Nicht-Naturwissenschaften	Charakterisierung des didaktischen Konzepts (Ansatz)
NSTA	System von Konzepten					Konzeptorientiert
SAPA						Prozessorientiert
IPN-Kyb.						Kybernetisch
NF						Objektorientiert
ME						Problemorientiert
ES	-----					Umweltorientiert

NSTA = National Science Teachers Association

NF = Nuffield Combined Science

SAPA = Science-A Process Approach

ME = Man and the environment

IPN-Kyb. = IPN Lehrsystem Kybernetik

ES = Environmental Studies

RUTHERFORD und GARDNER (Rutherford, Gardner 1971) kategorisieren die Integration der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer in fünf sogenannte „Kompositionsmuster“. Sie unterscheiden „naturwissenschafts-immanente Ansätze“ mit der Integration innerhalb einer Disziplin bzw. zwischen zwei oder mehreren Disziplinen von Integrationsansätzen, die sich an externen Bezugssystemen orientieren. Konzeptorientierte, prozessorientierte und kybernetische Konzepte werden zu den naturwissenschafts-immanenten Ansätzen gezählt. Objektorientierte, problemorientierte und umweltorientierte Ansätze haben ein externes Bezugssystem (Bünder 2005).

Kompositionsmuster der Integration

Integration innerhalb einer Disziplin

Separierte Teilgebiete innerhalb einer Disziplin werden bei diesem Kompositionsmuster integriert. So wird z.B. die traditionelle Aufgliederung der Chemie in physikalische, organische und anorganische Chemie zugunsten einer Umstrukturierung aufgehoben, wobei Elemente aus den genannten Teilgebieten als Beispiel einer bestimmten Methode, eines Konzeptes oder Prinzips fungieren.

Integration zweier oder mehrerer Disziplinen bei etwa gleichem Gewicht

In diesem Kompositionsmuster werden Informationen aus mehreren Disziplinen bei etwa gleichen inhaltlichen Anteilen nach Maßgabe des jeweiligen didaktischen Konzeptes in das Curriculum überführt. Die Projektansätze von „Science-A Process Approach“ und „Nuffield Combined Science“ sind von diesem Typus.

Gruppierung verschiedener Disziplinen um eine Hauptdisziplin

Hier unterscheiden Rutherford und Gardner zwei Varianten. Zum einen werden die im Rahmen der Hauptdisziplin erläuterten Gesetze, Theorien etc. in Exkursionen zu benachbarten Disziplinen angewandt. So gibt zum Beispiel der in einem physikalischen Kontext erarbeitete Aufbau der Atomkerne die Gelegenheit zu einem Abstecher in die Chemie. Zum anderen fungieren Disziplinen als Hilfswissenschaft für die im Zentrum stehende Hauptdisziplin. So werden im „Earth Science Curriculum Project“ biologische, chemische und physikalische Erkenntnisse zur Erklärung erdwissenschaftlicher Phänomene herangezogen.

Integration als „Inter-Disziplin“

Die curricularen Inhalte beschränken sich auf Gebiete, die „zwischen“ den Disziplinen liegen. Da in diesen Bereichen (Biophysik, Biochemie, Quantenchemie etc.) bereits zwei traditionelle Disziplinen durch gemeinsame Arbeitsmethoden und Theorien zu einem neuen Forschungszweig verschmolzen sind, findet hier auf „natürliche Weise“ eine Integration statt. In allen anderen Kompositionsmustern erfolgt die Integration durch Umstrukturierung nach einem didaktischen Prinzip.

Einbeziehung nicht-naturwissenschaftlicher Elemente

In dieser Variante der vorgehenden Kompositionsmuster fließen nicht-naturwissenschaftliche Elemente in das Curriculum ein. Diese können von Auszügen thematisch passender Literatur bis hin zur Bedeutung von Bürgerinitiativen für den Umweltschutz ein weites Spektrum einnehmen (Rutherford, Gardner 1971).

Naturwissenschafts-immanente, didaktische Konzepte

Der konzeptorientierte Ansatz

Dieser Integrationsansatz baut auf der Annahme auf, dass sich ein System von Konzepten finden lässt, welches alle beteiligten Disziplinen umgreift. Damit die Informationen aller Teildisziplinen in Einklang mit diesen fächerübergreifenden Konzepten gebracht werden können, müssen die Konzepte sehr allgemein gehalten werden. Die Konzepte dienen dem Curriculum über einen längeren Zeitraum als Strukturierungsmittel. Im Verständnis eines Spiralcurriculums sollen zunächst einfache und mit zunehmendem Alter der Schüler komplexer werdende Beispiele zu einem immer tieferen Verständnis

der Konzepte führen. Das Einordnen neuer Informationen und das Anwenden bereits gelernter Informationen soll durch die Konzepte erleichtert werden (Häußler 1973).

Die „Conceptual Schemes“ der **National Science Teacher Association (NSTA)** sind ein System von Konzepten, die zur Konstruktion von Curricula und der Auswahl von Inhalten genutzt werden sollen. Die NSTA hat insgesamt sieben Konzepte vorgeschlagen:

1. Materie ist aus Elementarteilchen aufgebaut
2. Materie besteht aus Bausteinen, die in einer Hierarchie zunehmender Komplexität klassifiziert werden können
3. Das Verhalten der Materie im Universum lässt sich auf einer statistischen Basis beschreiben
4. Bausteine der Materie wechselwirken miteinander
5. Die miteinander in Wechselwirkung stehenden Bausteine der Materie streben einen Gleichgewichtszustand an (...)
6. Die Bewegung der Materie-Bausteine ist eine Form der Energie
7. Materie existiert in Zeit und Raum (...)

Der prozessorientierte Ansatz

Erkenntnisgewinnende Prozesse wie Methoden, Arbeitsweisen und Tätigkeiten stehen im Mittelpunkt dieses Ansatzes. Es wird von der Annahme ausgegangen, dass sich für alle naturwissenschaftlichen Disziplinen ein verbindliches System von Prozessen finden lässt, welches formal und nicht inhaltspezifisch ist. Die aus den verschiedenen Disziplinen zusammengetragenen Informationen werden so kombiniert, dass sie als eine Art Transportmittel zum Einüben der Prozesse fungieren. Wie im konzeptorientierten Ansatz sollen die zu erwerbenden Fertigkeiten über einen längeren Zeitraum sukzessive vermittelt werden. Gagné klassifiziert dieses Konzept aufgrund seiner inhaltlichen Souveränität als einen Ansatz mit einem hohen Maß an Transferierbarkeit auf für den Schüler neue Situationen.

Ein Vertreter des prozessorientierten Ansatzes ist das US-amerikanische Elementar-schul-Curriculum **Science-A Process Approach (SAPA)**, welches mit großem Aufwand entwickelt und erprobt wurde. Neben Experimentiermaterialien für Schülerexperimente umfasst die Entwicklungsarbeit detaillierte Anleitungen für Lehrer sowie Testaufgaben.

SAPA liegt die Annahme zu Grunde, dass das Experiment in den Naturwissenschaften eine Schlüsselfunktion einnimmt. Die komplexe Fertigkeit des Experimentierens wird in dem Curriculum in eine Vielzahl von Teilfertigkeiten zerlegt, welche als Komponenten verfügbar sein müssen, wenn Schüler eigenständig Probleme lösen. Diese Teilqualifikationen sind hierarchisch angeordnet und als operationalisierte Verhaltensziele ausgewiesen, welche ihre Begründung in Gagnés Lerntheorien finden. Insgesamt 13 Prozesse werden in SAPA über mehrere Jahre hinweg behandelt (Häußler 1973):

1. Wahrnehmen
2. Klassifizieren
3. Mit Zahlen umgehen
4. Messen
5. Raum-zeitliche Beziehungen herstellen
6. Kommunizieren
7. Vorhersagen
8. Schlussfolgern
9. Operational definieren
10. Hypothesen formulieren
11. Daten interpretieren
12. Variablen kontrollieren
13. Experimentieren

Der kybernetische Ansatz

Auch in diesem Konzept stehen die formalen Gemeinsamkeiten der verschiedenen Disziplinen im Mittelpunkt. Die Kybernetik basiert auf einer formalisierten Sprache. System, Information, Input und Output sind nur einige Beispiele von Begriffen, die zur Beschreibung von Zusammenhängen aus verschiedenen Fachbereichen genutzt werden können.

Im **IPN Lehrsystem Kybernetik** werden die Grundbegriffe der Kybernetik anhand einfacher biologischer und physikalischer Sachverhalte entwickelt. In der Sekundarstufe I werden in diesem Zusammenhang die Einheiten „Biologisches Gleichgewicht“ und „Physiologie des Menschen“ behandelt. In der Oberstufe werden die Grundlagen in „Biologische Kybernetik“ auf komplexere Systeme und auch auf nicht naturwissenschaftliche Bereiche übertragen (Häußler 1973).

Didaktische Konzepte mit externen Bezugssystemen

Der objektorientierte Ansatz

Die Integration der einzelnen Disziplinen soll in diesem Ansatz durch die Beschreibung eines bestimmten Objektes gelingen. So kann beispielsweise das Thema Wasser unter biologischen, chemischen und physikalischen Aspekten betrachtet werden. Die Behandlung eines bestimmten Objektes strukturiert das Curriculum in kurze Abschnitte. Die Geschlossenheit dieser Abschnitte gewährt eine hohe Flexibilität bezüglich der Abfolge und dem Hinzufügen und Auslassen von Unterrichtseinheiten.

Das englische Mittelstufencurriculum **Nuffield Combined Science (NF)** ist in zehn voneinander unabhängige und häufig abrupt wechselnde Abschnitte unterteilt. Der Ansatz ist aus einer Kombination der Nuffield 0-level Curricula Biologie, Chemie und Physik entstanden, wodurch die einzelnen Einheiten jeweils einem Fach oder einer Kombination aus mehreren zugeordnet werden können (Häußler 1973):

Tab. 7: Nuffield Combined Science

Einheit	Biologischer Aspekt	Chemischer Aspekt	Physikalischer Aspekt
Die Welt um uns herum	X	X	X
Patterns	X		X
Lebewesen	X		
Luft	X	X	X
Elektrizität			X
Wasser	X	X	X
Kleine Dinge			X
Erde	X	X	
Insekten	X		
Energie			X

Der problemorientierte Ansatz

Dieses Integrationskonzept ist dem objektorientierten Ansatz in seinem formalen Aufbau sehr ähnlich. Hier werden jedoch in so genannten *Issues* gesellschaftlich relevante und kontroverse Themen, für welche es keine vorbestimmten Lösungsstrategien gibt, behandelt. Die Grenzen der traditionellen und etablierten Wissensbestände der naturwissenschaftlichen Fachbereiche werden durch Themen wie Drogen, Lebensqualität, Umweltschutz, Überbevölkerung etc. überwunden.

Das US-amerikanische Mittelstufenprojekt **Man and the environment (ME)** setzt sich aus vier aufeinander aufbauenden Einheiten zusammen. In den ersten drei Einheiten (Einführung in biologische Untersuchungsmethoden, die Abhängigkeit von Lebewesen von ihrer Umgebung und Grundzüge der Ökologie) werden die Grundlagen für die vierte, eigentliche problemorientierte Einheit gelegt (der Mensch beeinflusst die Umwelt). Neben naturwissenschaftlichen Aspekten werden insbesondere wirtschaftliche, industrielle und staatliche Sachverhalte erörtert (Häußler 1973).

Der umweltorientierte Ansatz

Die aktuellen natürlichen oder technischen Aspekte der Umwelt bilden die Basis dieses didaktischen Konzeptes. Das Projekt ist nicht nach fachsystematischen Gesichtspunkten organisiert, die Integration zum naturwissenschaftlichen Curriculum erfolgt mit der Umwelt durch einen „natürlichen“ Ansatz. Durch Alltagserfahrungen der Schüler mit der Umwelt finden sich schnell direkte Bezugspunkte für die Unterrichtseinheiten.

Environmental Studies (ES) ist ein Projekt, welches für die US-amerikanische Mittelstufe entwickelt wurde. Mit Hilfe von „action-cards“ werden Schüler angeleitet ihre lokale Umgebung zu erforschen. Um den Schülern die Möglichkeit zur Verwirklichung eigener Ideen zu geben sind die Anregungen der Karten relativ vage gehalten. Somit kann die Umwelt seitens der Schüler nicht nur unter naturwissenschaftlichen, sondern auch unter sozialen, wirtschaftlichen u.a. Aspekten betrachtet werden. Dies soll mit dem

Beispiel der Anweisung einer action-card zum Thema „Ursache und Wirkung“ verdeutlicht werden:

„Gehe hinaus und finde eine Serie von Ereignissen, von denen jedes die Ursache des nachfolgenden Ereignisses ist, aber so, dass das 1. und 10. Ereignis keinen offensichtlichen Zusammenhang mehr erkennen lässt“ (Häußler 1973, 63). Diese Aufgabe kann mit der Suche nach sozialen, naturwissenschaftlichen oder anderen Ereignissen konkretisiert werden.

Konsequenzen und STS

Die vorgestellten Integrationsansätze der 70er Jahre sind nur ein Teil der disziplinübergreifenden, naturwissenschaftlichen Konzeption dieser Zeit. Neben unterschiedlichen Anteilen der Fächer am Curriculum sind die Projekte durch die Orientierung des didaktischen Konzeptes charakterisiert.

Eine Vielzahl von Kritikpunkten an den besagten Integrationsansätzen, welche folgend nur exemplarisch genannt werden, führte letztendlich dazu, dass sich mit **Science, Technology and Society** ein handlungs- und schülerorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht durchsetzte, der sowohl den Erwerb von Wissen als auch von Methodenkompetenzen im Sinne der Scientific Literacy anstrebte.

- NSTA: Unausgewogenes Verhältnis zwischen den Disziplinen. Nur geringe Möglichkeiten zur Einbeziehung von „Nichtnaturwissenschaften“
- SAPA: Inhaltliche Informationen werden zu sehr vernachlässigt
- IPN-Kyp.: Chemische Anteile werden in dem Konzept nicht berücksichtigt
- Nuffield: Thematik bleibt stets innerhalb der Grenzen der Fachsystematiken. Übergänge von einem Aspekt zum anderen sind abrupt
- ES: Lehrmethode überlässt vieles dem Zufall und nimmt zu wenig Rücksicht auf systematische Organisation von Inhalten

Die *STS-Bewegung* reagiert auf aktuelle und zukünftige Fragestellungen und setzt Lehren und Lernen von Naturwissenschaften im Kontext menschlicher Erfahrung um. Zwar vermittelt dieser Ansatz sowohl naturwissenschaftliche Konzepte als auch Prozesse, die Erfahrungen des Lernenden und somit eine Schülerorientierung stehen jedoch im Vordergrund. Somit werden nicht nur die drei klassischen naturwissenschaftlichen Disziplinen in einem Fach zusammengefasst, sondern vielmehr eine Rahmenkonzeption für einen weitgreifenden fächerübergreifenden Unterricht, welcher auch technische und gesellschaftliche Fragestellungen beinhaltet, entwickelt (Koch 2005). STS ist derart konzipiert, dass es sowohl fächerverbindend, fächerergänzend als auch integrierend im Unterricht eingesetzt werden kann. Die Unterrichtsthemen stellen häufig Fragen zur Umwelt, knapper werdenden Ressourcen, Umweltzerstörung, Energieversorgung u.ä. Typischer Weise wird der Unterricht mit einer gesellschaftlich relevanten Frage (Issue)

begonnen, welche zur Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen und zur Aneignung entsprechender Fähigkeiten motivieren soll (Behrendt 2000). Die Grundstruktur der STS Unterrichtskonzeption kann entsprechend folgender Übersicht dargestellt werden:

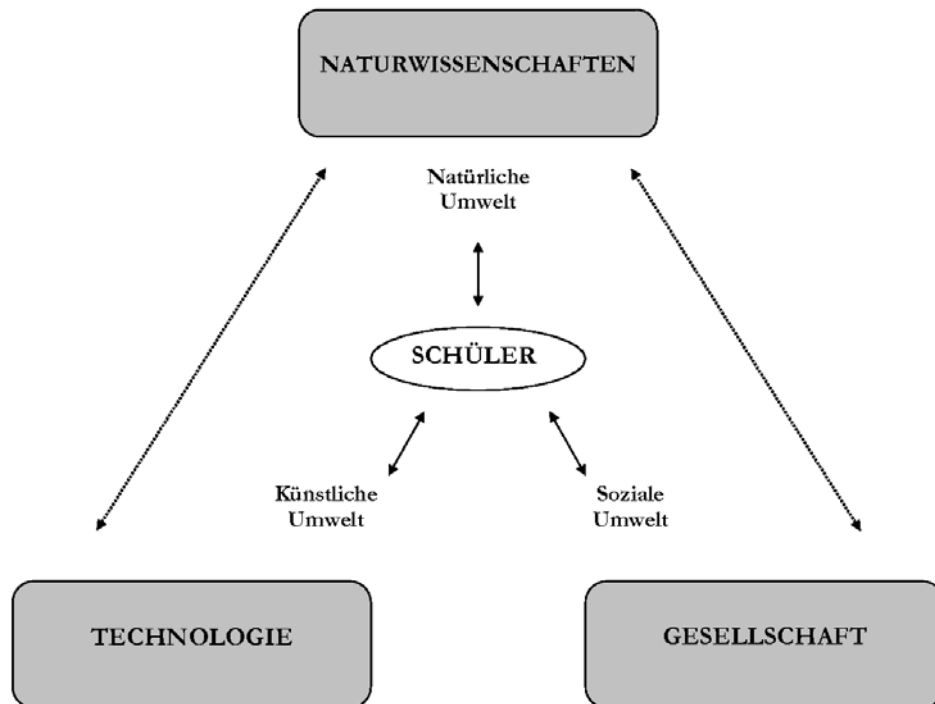


Abb. 3: Struktur der STS-Unterrichtskonzeption nach Solomon, Aikenhead (1994)

Da STS-Unterricht stark durch den kulturellen Kontext beeinflusst wird, hat er in Entwicklungs- und Schwellenländern einen anderen Charakter als in Industrieländern. Erst 1994 gelang es SOLOMON und AIKENHEAD die Ergebnisse verschiedener Vergleichsstudien folgendermaßen zusammenzufassen (Solomon, Aikenhead 1994):

1. STS-Schüler haben ein besseres Verständnis für gesellschaftliche Auswirkungen der Naturwissenschaften
2. STS-Schüler weisen eine positivere Grundeinstellung zu den Naturwissenschaften als Vergleichsgruppen auf
3. STS-Schüler zeichnen sich durch ein höheres Maß an Methodenkompetenzen aus
4. Aufgrund der divergierenden Themengebiete kann ein Wissenszuwachs von STS-Schülern nicht mit Vergleichsgruppen bestimmt werden. In der nächsten Bildungsebene wurden jedoch gleiche Leistungen festgestellt

Solomon und Aikenhead konnten somit zeigen, dass STS-Klassen auf dem Gebiet des Fachwissens keine Nachteile entstehen, vielmehr profitieren sie im Bereich gesellschaftliches Verständnis, Interesse an Naturwissenschaften und Methodenkompetenzen vom STS-Unterricht (Solomon, Aikenhead 1994).

Die STS-Konzeption hat in den letzten 30 Jahren auf unterschiedliche Weise Zugang zu dem naturwissenschaftlichen Unterricht einiger skandinavischer und angelsächsischer Länder gefunden. An dieser Stelle soll exemplarisch skizziert werden wie das STS-Konzept international im naturwissenschaftlichen Unterricht einzelner Ländern umgesetzt wird.

1.4.2 Naturwissenschaftlicher Unterricht international

Naturwissenschaftlicher Unterricht in den USA

Die USA waren eines der ersten Länder, welches eine intensive Diskussion zur frühkindlichen naturwissenschaftlichen Ausbildung führte. Unter US-Präsident Eisenhower wurde als Reaktion auf den vermeintlich wissenschaftlichen Vorsprung des Kommunismus eine Reformierung des Bildungssystems forciert, die unter anderem 1959 in der Konzeption eines Lehrplans für fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht mündete. Dieser Rahmenplan wurde für die Klassenstufen 1 bis 8 konzipiert und beinhaltete vorwiegend physikalische und chemische Themenfelder wie Aufbau von Materie, Wechselwirkungen, Energie- und Stoffhaltung (Möller 2007). Heute wird in den USA bis zur 12. Klasse das Fach *Science* unterrichtet. Bis zur 9. Klasse belegen die Schüler dieses integrierte Fach, danach steht es ihnen frei, ob sie sich für eine fächerübergreifende oder fachseparierte Unterrichtsvariante entscheiden. In der High School dauert ein Kurs in der Regel ein Jahr und umfasst täglich eine Schulstunde. Dabei wird in Einführungskurse sowie Aufbaukurse bzw. spezialisierte Fortgeschrittenenkurse differenziert. Diese Form der Differenzierung wird in den USA als *Streaming* bezeichnet und ermöglicht beispielsweise nach der Belegung eines Einführungskurses Biologie oder Science die Wahl eines Physiologiekurses. Der Rahmenplan des Lernens wird in den USA durch sieben Kategorien der nationalen, naturwissenschaftlichen Standards festgelegt, welche die von den Schülern zu erwerbenden fachlichen, methodischen und sozialen Kompetenzen festschreiben (A. Koch 2005). Dabei nehmen die Projektarbeit und die frühzeitige Entwicklung forschender Arbeitsmethoden in den Kategorien *Science as inquiry*, *Physical science*, *Life science*, *Earth and space science*, *Science and technology*, *Science in personal and social perspectives* und *History and nature of science* zentrale Rollen ein. Lernziele, die es in den jeweiligen Kategorien zu erreichen gilt, werden in mehreren Altersbereichen zusammengefasst. So sollen in dem Altersbereich bis Klasse 4 im Themengebiet *Physical Science* beispielsweise die Eigenschaften von Objekten und Materialien, in den Klassenstufen 5 bis 8 unter anderem der Transfer von Energie und in den Klassenstufen 9 bis 12 die Struktur von Atomen sowie chemische Reaktionen besprochen werden (vgl. Tab. 8).

Tab. 8: Physical Science Standards (nach National Research Council, 1996)

LEVELS K-4	LEVELS 5-8	LEVELS 9-12
Properties of objects and materials	Properties and changes of properties in matter	Structure of atoms
Position and motion of objects	Motions and forces	Structure and properties of matter
Light, heat, electricity, and magnetism	Transfer of energy	Chemical reactions
		Motions and forces
		Conservation of energy and increase in disorder
		Interactions of energy and matter

Das Lernen von Naturwissenschaften wird in den USA als ein aktiver Prozess verstanden. In den nationalen Standards werden deshalb Schülerexperimente empfohlen, mit deren Hilfe sich die Schüler eigenständig und aktiv Wissen aneignen. Im fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht sollen die US-amerikanischen Schüler dazu befähigt werden, naturwissenschaftliche Prinzipien und Prozesse in persönliche Entscheidungen einzubeziehen und an naturwissenschaftlichen Themen der Zeit und Gesellschaft teilzuhaben. Das National Research Council ist der Überzeugung, dass eine solide naturwissenschaftliche Ausbildung alltägliche Fertigkeiten wie Probleme kreativ zu lösen, kritisch zu denken, kooperativ in Gruppen zu arbeiten und Methoden effizient zu nutzen nachhaltig stärkt (National Research Council 1996).

Naturwissenschaftlicher Unterricht in Kanada

In den USA, deren Bildungsziele denen Kanadas sehr ähnlich sind, kann der naturwissenschaftliche Unterricht anhand der nationalen Standards charakterisiert werden, für Kanada hingegen wird der naturwissenschaftliche Unterricht anhand des Lehrplans der Provinz Ontario vorgestellt, da dem Land ein föderalistisches Bildungssystem zu Grund liegt. Naturwissenschaften werden hier von Klassenstufe 1 bis 8 also vom sechsten bis zum vierzehnten Lebensjahr in einer fächerübergreifenden Form unterrichtet. Die zentralen Zielsetzungen (goals) des Ontario Curriculum für das Fach Science in der achtjährigen Grundschulzeit lauten:

1. To relate science and technology to society and the environment
2. To develop the skills, strategies, and habits of mind required for scientific inquiry and technological problem solving
3. To understand the basic concepts of science and technology⁷

⁷ Neben dem Nachvollziehen der Zusammenhänge von Naturwissenschaft, Gesellschaft, Technik und Natur sowie der Ausbildung von Fertigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens und Problemlösens bildet das Verständnis von Basiskonzepten der Naturwissenschaft die dritte curriculare Forderung.

In Kanada haben die Lehrplanverantwortlichen das ursprüngliche STS-Konzept um den Bereich Umwelt (Environment) zum STSE-Konzept erweitert. Die Entwicklung Neuer Technologien als ein Weg des Wissenserwerbs und der Einfluss dieser Technologie auf das menschliche Leben werden hervorgehoben. Im Gegensatz zu den USA, die sozialwissenschaftliche Themen in das Fach integrieren, wird in Kanada die ökologische Erziehung im Sinne einer Sensibilisierung für nachhaltige Entwicklung fokussiert. Ähnlich wie in den USA wird auch in Kanada in den Klassenstufen mit stetig wiederkehrenden übergeordneten Themengebieten gearbeitet, diese lauten: „*Understanding Life Systems*“, „*Understanding Structures and Mechanisms*“, „*Understanding Matter and Energie*“ und „*Understanding Earth and Space*“ (The Ontario Curriculum 2007). Das Ontario Curriculum differenziert hierbei für jede Klassenstufe sogenannte „Fundamental Concepts“ und „Big Ideas“. In Klassenstufe 5 sollen im Themengebiet *Understanding Matter and Energie* die Basiskonzepte Materie, Energie sowie Nachhaltigkeit und Verantwortung vermittelt werden. Die Schüler lernen beispielsweise, dass Stoffe in drei Aggregatformen vorkommen, ein Stoff jedoch unabhängig vom Aggregatzustand der gleiche bleibt. Physikalische Vorgänge werden von chemischen Reaktionen unterschieden und der Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Verwendung von Stoffen wird herausgestellt (vgl. Tab. 9).

Tab. 9: Understanding Matter and Energy (nach The Ontario Curriculum 2007, 102)

Fundamental Concepts	Big Ideas
Matter	There are three states of matter.
Energy	Matter that changes state is still the same matter.
Sustainability and Stewardship	Physical change refers to the fact that a substance can be changed from one form to another. Chemical change implies the formation of a new substance. The properties of materials determine their use and may have an effect on society and the environment.

Naturwissenschaftlicher Unterricht in Schottland

Auch die schottische Umsetzung integrierter Naturwissenschaften im Unterricht ist denen der USA und Kanadas sehr ähnlich. Allerdings betont Schottland die von den Schülern zu erlangende Handlungsfähigkeit noch stärker. Der naturwissenschaftliche Unterricht, der sich bereits seit Ende der 60er Jahre etabliert hat, spricht diesbezüglich in seiner Zielsetzung nicht mehr von *Scientific Literacy* sondern von *Scientific Capability*⁸. Mit der *Scientific Capability* betont der schottische Lehrplan stärker Aspekte wie naturwissenschaftliche Neugier, Kompetenz, Verständnis, Kreativität sowie Sensibilität. Die Umsetzung der Lehrinhalte erfolgt wie in den USA und Kanada in

⁸ Capability kann sowohl als Können, Begabung, aber auch als Fähigkeit und Fertigkeit übersetzt werden.

Form von Themengebieten. Diese lauten *Social subjects*, *Science* sowie *Technology* und sind bis zur 10. Klasse in das die Fächerstandards vorgebende Programm 5-14 eingebettet (The 5-14 Curriculum, 2010). Das schottische Schulsystem gliedert sich in eine Primar- und eine Sekundarstufe und ist ein reines Gesamtschulsystem. Die *Primary School* wird von den Schülern bis zur 7. Klasse besucht, danach wechseln sie für sechs Jahre an die *High School*. In der Primarstufe werden die Naturwissenschaften in dem Fach *Environmental Studies* unterrichtet, dieses Fach ist mit dem deutschen Sachkundeunterricht zu vergleichen. In den oberen Primarklassen kann das Fach je nach Schulwunsch in *Science* und *Social Studies* aufgetrennt werden. In der Sekundarstufe wird für zunächst zwei Jahre das Fach *Science* als fächerübergreifendes naturwissenschaftliches Fach weitergeführt. Danach fächert sich *Science* ab der Klasse 10 wahlweise in Biologie, Chemie und Physik, kann aber auch weiterhin in der integrierten Form von den Schülern belegt werden. Schüler die eine akademische Berufslaufbahn anstreben empfiehlt man in der Regel die Wahl der Fachdisziplinen, beruflich orientierte Schüler wählen hingegen häufig das Fach *Science* (Koch 2005).

Naturwissenschaftlicher Unterricht in Schweden

Während die Grundschulzeit in den USA meist 6, in Schottland 7 und in Ontario 8 Jahre umfasst, beträgt sie in Schweden sogar 9 Jahre. Nach der Grundschule, welche in Form einer Gesamtschule gemeinsam von allen schwedischen Schülern besucht wird, teilen sich die Ausbildungswege gemäß den Berufsvorstellungen. *Naturorientierende ämnen*, der fächerübergreifende naturwissenschaftliche Unterricht Schwedens wird bis zur Klassenstufe 6 unterrichtet. Danach belegen die Schüler die Fachdisziplinen Biologie, Chemie und Physik. Im Unterschied zu den bereits diskutierten Ländern werden in Schweden seit 1980 die Sozialwissenschaften in einem von den Naturwissenschaften getrennten Fach unterrichtet. *Samhällsorienterande ämne* integriert die Fächer Geografie, Sozialkunde, Geschichte und Religion, wobei eine fächerübergreifende Verknüpfung von sozialen und naturwissenschaftlichen Aspekten dem STS-Konzept entsprechend weiterhin angestrebt wird. Naturwissenschaftlicher Unterricht wird in den unteren Klassenstufen überwiegend am Phänomen orientiert unterrichtet und nimmt mit 10 – 15 % des Stundenkontingents eine bedeutende Position im Stundenplan der 5. und 6. Klasse ein (Blaseio 2007). Auch Schweden legt die Bildungsziele des fächerübergreifenden Naturwissenschaftsunterrichts mit Hilfe von nationalen Standards fest. Das schwedische Ministerium für Erziehung formuliert konkrete Ziele, welche die Schüler am Ende von fünf bzw. von neun Jahren Grundschule erreicht haben sollten. Neben den für die Naturwissenschaft in drei übergeordneten Themen allgemein formulierten Zielen *concerning nature and man*, *concerning scientific activity* und *concerning use of knowledge* konkretisiert der schwedische Standard die Bildungsziele mit einer zusätzlichen Differenzierung in die Disziplinen Biologie, Chemie und Physik. Hier werden aus-

fürlich Angaben für die Bereiche Botanik, Zoologie, Astronomie, Akustik, Optik, Stoff und Stoffumwandlung, Aggregatzustände etc. gemacht. Der naturwissenschaftliche Unterricht ist stark an die Erfahrungswelt der Schüler gebunden und soll den Schülern helfen ihren Platz im Leben, in der Natur und der Gesellschaft zu finden, aber auch Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften zu erlernen. Auch in Schweden spielt neben der Geschichte der Naturwissenschaften das Schülerexperiment und der damit verbundene Einblick in den Erkenntnisgewinn der Naturwissenschaften eine zentrale Rolle im integrierten Unterricht (Swedish National agency for education, 2009).

Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Schweiz

Das Bildungssystem der Schweiz ist ähnlich wie in Deutschland aufgrund der föderalistischen Bildungspolitik sehr heterogen. In zwanzig Schweizer Kantonen endet die Grundschule nach der 6. Klasse, in vier Kantonen wechseln die Schüler nach fünf Jahren auf eine weiterführende Schule und in zwei Kantonen umfasst die Grundschulzeit sogar nur vier Jahre. Der naturwissenschaftliche Unterricht wird nachfolgend am Beispiel des Curriculums „*Mensch-Natur-Mitwelt*“ des Kantons Bern charakterisiert. Dieser Lehrplan ist für die Klassenstufen 1 bis 9 konzipiert und gilt in der Sekundarstufe II für Real- und Sekundarschule, die zwei im Kanton Bern existierenden Schultypen. Das Stundenkontingent des integrierten Faches beläuft sich in der 1 bis 2 Klasse auf sechs, in Klasse 3 bis 6 auf sieben, in Klasse 7 bis 8 auf neun und in Klassenstufe 9 auf acht Stunden pro Woche. Auch der Schweizer Lehrplan baut auf der Idee des kumulativen Lernens durch Leitkonzepte auf. Von Klasse 1 bis 9 ziehen sich die Themenfelder wie ein roter Faden durch die Jahrgänge (Labbude 2003). Anhand des Namensbestandteils *Mitwelt* kann bereits die Nähe des Curriculums zu den Leitideen des STS-Konzepts erkannt werden. Bei der Konzeption der Themen wurde insbesondere darauf geachtet, dass das Lernen in konkreten Handlungsfeldern erfolgen kann. Vom Verständnis der Schüler ausgehend werden Einblicke ins eigene Leben eröffnet, Dialog und Austausch gefördert sowie Orientierung und Entwicklung in der *Mitwelt*⁹ ermöglicht. Die Förderung der Kompetenzen zur Beurteilung und Reflexion des eigenen Lebensraums spielen folglich eine zentrale Rolle (Lehrplan Kanton Bern 1995). Als Stärken des Curriculums gelten die Offenheit, die Verbindung zwischen Teilgebieten und Inhalten, die Angebots- und Auswahlmöglichkeit sowie die Themenstruktur. Zu geringe Verbindlichkeit, die Dichte und teils die Ansprüche an die Umsetzung werden als wesentliche Schwächen des Lehrplans kritisiert (Positionspapier der Fachkommission Natur-Mensch-Mitwelt 2006). Abbildung 4 gewährt einen Einblick in die „Grobziele“, worunter die Ausbildung

⁹ Der Begriff *Mitwelt* rückt den sonst stark anthropogen bezogenen Blickwinkel auf die Umwelt (den Lebensraum) hin zu einer die Eigenwelt der Natur einbeziehenden Sichtweise.

von Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden wird und die Themenfelder des NMM-Unterrichts in Klassenstufe 5 und 6. Eine nähere Analyse der Themenfelder lässt die Schlussfolgerung zu, dass sozial- und gesellschaftswissenschaftliche Arbeitsfelder in den Klassenstufen 5 und 6 überwiegen. Nur in den Themenfeldern „Energie und Materie“, „Landschaft und Lebensräume“ und „Naturbegegnung“ werden vor allem biologische und physikalische Inhalte vermittelt. Chemische Bezüge finden sich nur marginal in den Gebieten „Naturbegegnung“ und „Energie und Materie“ wieder, wenn die Behandlung von fossilen Brennstoffen und der Aggregatzustände empfohlen wird. Anders als die Curricula der deutschen Bundesländer stellt der Lehrplan des Kantons Bern es den Schulen frei in welcher Form der integrierte Naturwissenschaftsunterricht umgesetzt wird, d.h. fest im Stundenplan verankert oder als Epochalunterricht bzw. in Projektwochen.

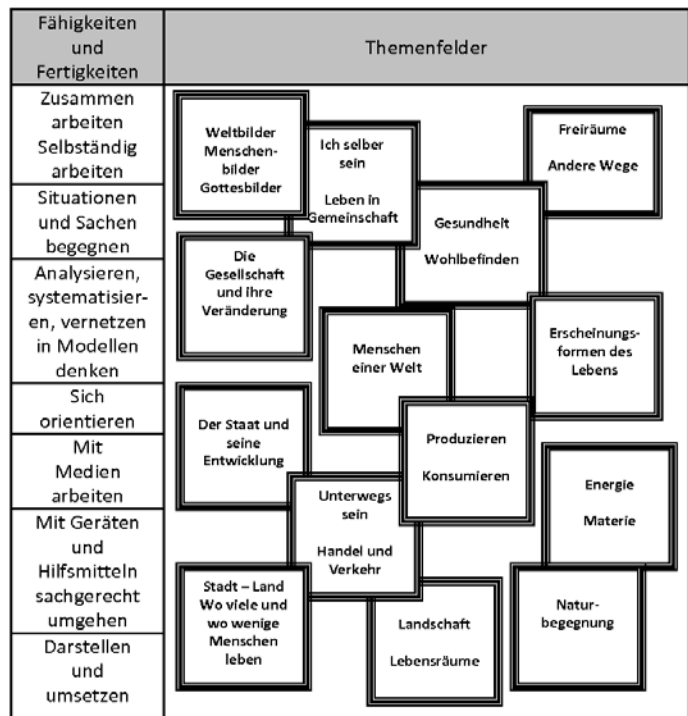


Abb. 4: Grobziele und Themenfelder im Fach NMM nach (Lehrplan Kanton Bern 1995)

Vergleich des internationalen Naturwissenschaftsunterrichts

Nachdem in den vorausgegangenen Abschnitten die naturwissenschaftlichen Curricula ausgewählter Länder exemplarisch beschrieben wurden, sollen diese im Folgenden verglichen werden, um Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede in den Konzeptionen und Umsetzungen aufzuzeigen. Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht wird in jedem der diskutierten Länder von der ersten bis mindestens sechsten Klasse durchgängig unterrichtet. In Deutschland hingegen ist der fächerübergreifende Unterricht überwiegend in den Orientierungsstufen 5 und 6 zu finden. Die in Deutschland verfolgte Brückenwirkung, d.h. die Vermittlung zwischen dem Sachunterricht der Grundschule und dem Fachunterricht ab Klassenstufe 7, spielt folglich in den USA, Kanada, Schweden, Schottland und der Schweiz keine Rolle. Bis auf Schweden und Deutschland besteht in den beschriebenen Ländern die Möglichkeit durchgehend fächerübergreifende Naturwissenschaften zu belegen. Das integrierte Fach dient also in den USA, Kanada,

Schottland und der Schweiz nicht zwingend als eine Vorbereitung auf das Lernen in Fachdisziplinen.

Die Themengebiete der Länder ähneln sich trotz dieser Unterschiede sehr, dies trifft insbesondere für biologische und chemisch-physikalische Aspekte zu. Jedes der Länder (auch Deutschland) thematisiert zoologische, botanische und ökologische Inhalte. Der schwedische und kanadische Lehrplan sowie einige deutsche Bundesländer sehen zusätzlich die Behandlung des menschlichen Körpers und der Organsysteme vor. Gesundheitsaspekte sowie der Punkt Nahrung und Ernährung finden sich auch im naturwissenschaftlichen Unterricht des Kantons Bern und in Teilen Deutschlands wieder. Eine derartige Geschlossenheit bilden die Lehrplaninhalte zu astronomischen Themen nicht. Im Kanton Bern wird dieses Gebiet nicht berücksichtigt und in deutschen Lehrplänen stößt man hierauf nur in sehr wenigen Bundesländern. Hingegen werden in der Schweiz sowie in den USA und Schottland geografische und geschichtliche Aspekte thematisiert. Stoffe und ihre Eigenschaften, Energie, Kraft und die Aggregatzustände sind chemisch-physikalische Themengebiete, die in allen betrachteten Ländern unterrichtet werden. Die Umwandlung der Aggregatzustände sowie die Energieerhaltung werden hierbei hauptsächlich fokussiert. Das Themengebiet Technik ist in unterschiedlicher Weise ein Bestandteil aller analysierten Lehrpläne. In den USA und Kanada argumentieren die Lehrplanverantwortlichen, dass unsere Gesellschaft immer stärker von technischen Errungenschaften geprägt wird und es daher unumgänglich sei diese im Unterricht zu behandeln. Der schottische und schwedische Lehrplan berücksichtigt zwar technische Aspekte verankert dies jedoch in keinem separaten Themengebiet. Im fächerübergreifenden Unterricht des Kantons Bern aber auch in Deutschland findet das Thema Technik und deren gesellschaftlicher Einfluss kaum Beachtung.

Wie bereits hervorgehoben wurde bildet die STS-Bewegung die konzeptionelle Grundlage der Lehrpläne der Länder USA, Kanada, Schottland, Schweden und der Schweiz. Jedes der fünf Länder berücksichtigt die Vorstellungen der Schüler von ihrer natürlichen, künstlichen und sozialen Umwelt und bezieht diese in den Unterricht ein. Anhand der Wahl der Themenkomplexe von Kanada, Schweden und der Schweiz ist sehr gut ersichtlich, dass die Erfahrungswelt der Schüler einen hohen Stellenwert einnimmt. In diesen Ländern werden speziell Themen mit starken lokalen Bezügen in den Lehrplänen verankert. Des Weiteren spielt das eigenständige Arbeiten eine zentrale Rolle. In allen vorgestellten Curricula sollen die Schüler mit Hilfe von Schülerexperimenten und der Entwicklung von Modellvorstellungen (vor allem in Kanada) sowohl die Wege des Erkenntnisgewinns in der Naturwissenschaft nachvollziehen, als auch grundlegende Fähigkeiten wie Messen, Beobachten, Klassifizieren, Kommunizieren, Bewerten und Interpretieren erlernen. Um eine Gesellschaft grundlegend verstehen zu können ist eine Basis an naturwissenschaftlichen Kenntnissen unumgänglich. Die Schüler sollen erworbenes Fachwissen mit den Werten und Normen der Gesellschaft verbinden und

dadurch bewerten können sowie die Bedeutung naturwissenschaftlichen Wissens für verantwortungsvolle Entscheidungen erkennen.

Die deutschen Lehrpläne sind in ihren Bildungszielen kompetenzorientiert konzipiert. Während in Deutschland und Schottland explizit die von Schülern zu erreichenden Kompetenzen genannt werden, führen die Curricula der übrigen betrachteten Länder Lernziele in den englischsprachigen Lehrplänen als *Goals* bezeichnet auf. Die Lernziele und zu erreichenden Kompetenzen ähneln sich jedoch sehr.

In allen betrachteten Ländern soll der fächerübergreifende Unterricht den Schülern ...

- ... das Kennenlernen und Verstehen von naturwissenschaftlichen Phänomenen Begriffen und Gesetzmäßigkeiten ermöglichen (Fachwissen)
- ... Denk- und Arbeitsweisen sowie Modellvorstellungen der Naturwissenschaft vermitteln und diese anwenden (Erkenntnisgewinn)
- ... es ermöglichen Informationen fach- und sachbezogen zu erschließen und darlegen zu können

Überdies betonen alle Länder die Verknüpfung von Gesellschaft und Naturwissenschaften. Die Schüler sollen die Kompetenz erlangen diese Beziehung zu reflektieren und die Auswirkungen ihres Handelns nachzuvollziehen (Bewertung).

1.4.3 Zusammenfassung

Die curricularen Vorgaben für einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht stimmen in den vorgestellten Ländern in vielerlei Hinsicht überein. Dies ist sicherlich damit zu begründen, dass hier der fächerübergreifende Unterricht auf den Konzepten der vorgestellten STS-Bewegung basiert. Die curricularen Projekte der späten 60er und frühen 70er Jahre haben mit ihren vielfältigen didaktischen Konzepten die Pionierarbeit für die heutige Form des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts geleistet. Diese überwiegend im angloamerikanischen Raum entwickelten Projekte können gemäß ihrer Integrationsansätze charakterisiert werden. Projekte wie „*Science A Process Approach*“, „*Man and the environment*“ etc. orientierten sich unter anderem an der Umwelt, an Prozessen, Problemen, Konzepten oder Objekten und verfolgten somit eine stark einseitige Ausrichtung ihres didaktischen Ansatzes. Mit der STS-Bewegung kristallisierte sich aus der Vielzahl von Ansätzen ein Projekt heraus, das die Schülerorientierung in den Mittelpunkt stellt. Diese Konzeption lässt die Möglichkeit für eine mehrdimensionale Orientierung offen, sodass in STS sowohl Probleme der Gesellschaft und Umwelt als auch Konzepte und Prozesse die Rahmenbedingungen des integrierten naturwissenschaftlichen Lernens bilden können. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht zu den Gemeinsamkeiten und Unterschieden der Curricula der diskutierten Länder. Sie skizziert und vergleicht dabei die Themengebiete, Bildungsziele (Kompetenzen, Lernziele, Standards) sowie die Unterrichtskonzepte und Besonderheiten. Da in Deutschland hauptsächlich in der Orientierungsstufe integrierte Naturwissenschaft unterrichtet wird, werden die Lehrplanvorgaben der besprochenen Länder für Klassenstufe 5 und 6 verglichen. Für Deutschland bildet die Tabelle einen bundesweiten Querschnitt der curricularen Vorgaben des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts ab.

Tab. 10: Kurzsynopse des internationalen integrierten Naturwissenschaftsunterrichts

Land/Bezeichnung/Verpflichtender Unterricht	Themengebiete Klasse 5 und 6	Chemische Aspekte	Sozialwissenschaftliche Aspekte	Bildungsziele	Unterrichtskonzept	Besonderheiten
USA Science Kindergarten bis Klasse 9	<ul style="list-style-type: none"> - physikalische Themen - Kraft, Energie, Bewegung - Technik - Fortpflanzung, Vererbung - Ökosysteme - Gesundheit - natürliche Ressourcen, Umwelt - Geschichte der Naturwissenschaften - astronomische Themen 	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffeigenschaften - Aggregatzustände - Stoff- und Energieumwandlung 	<ul style="list-style-type: none"> - sind nicht Teil der nationalen Standards - Hinweis auf die Verknüpfung mit sozialwissenschaftlichen Aspekten und deren Einfluss 	<ul style="list-style-type: none"> - Lernziele werden in den nationalen Standards formuliert - übergeordnete Themenbereiche, deren Lehrinhalte für jede Klassenstufe ausformuliert sind: Science as inquiry, Physical science, Life science, Earth and space science, Science and technology, Science in personal and social perspectives und History and nature of science 	<ul style="list-style-type: none"> - alltags-, handlungs-, und schülerorientiert - der Themenzugang wird fragend, forschend und kritisch reflektierend gestaltet. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bezug zur Scientific Literacy - Methodik als wichtiges curriculares Element - häufige Projektarbeit sowie selbständiges Arbeiten
Kanada Ontario Science Klassenstufe 1 – 10	<ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften und Veränderung von Material - Energieerhaltung - Menschliche Organe - Artenvielfalt - Kraft - Fliegen - Elektrizität - Weltraum 	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffeigenschaften - irreversible und reversible Prozesse - Aggregatzustände - Stoff- und Energieumwandlung - Energieerhaltung - chemische Konservierung 	<ul style="list-style-type: none"> - keine thematischen Ausführungen im Lehrplan - Hinweis auf die Verknüpfung mit sozialwissenschaftlichen Aspekten und deren Einfluss 	<ul style="list-style-type: none"> - sehr präzise Beschreibung der Lernziele (goals) und der Themeninhalte: a) to relate science and technology to society and the environment, b) to develop the skills, strategies, and habits of mind required for scientific inquiry and technological problem solving, c) to understand the basic concepts of science and technology 	<ul style="list-style-type: none"> - alltags-, handlungs-, und schülerorientiert 	<ul style="list-style-type: none"> - Behandlung lokaler Themen - Umwelterziehung mit hoher Priorität - das Curriculum verweist auf die Nutzung und selbständige Entwicklung von Modellen

<p>Schottland Environmental Studies Klassenstufe 1 - 9</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Planeten und Erde - Kraft, Energie, Wellen - biologische Systeme - Gesellschaft - geschichtliche Themen - geografische Themen 	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffeigenschaften - Aggregatzustände - Stoff- und Energieumwandlung - Energieerhaltung 	<ul style="list-style-type: none"> - da das Curriculum in die Bereiche „social subject“ und „science and technology“ gegliedert ist, bildet „social subjects“ mit politischen, geschichtlichen und geografischen Aspekten ein eigenes Themengebiet 	<ul style="list-style-type: none"> - äußerst präzise Beschreibung der Lernziele und Themengebiete im „5-14 Curriculum“ - in einem Bezugssystem (framework) werden neben Kenntnissen und Fertigkeiten auch Kompetenzen explizit benannt. 	<ul style="list-style-type: none"> - eigenverantwortliches Lernen - alltags-, handlungs-, und schülerorientiert 	<ul style="list-style-type: none"> - Projektarbeit und selbständige Arbeitsweisen als übliche Unterrichtsformen
<p>Schweden Naturorientierende ämnen Klassenstufe 1 – 6</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffbegriff - menschliche Organe - Artenvielfalt, einheimische Pflanzen- und Tierwelt - Lebenskreisläufe - Elektrizität, Akustik, Licht - meteorologische Phänomene - Planeten und Sonnensysteme, Gezeiten 	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffeigenschaften - Aggregatzustände - Stoffumwandlungsprozesse - Lösungen - Abbau von Substanzen 	<ul style="list-style-type: none"> - die Gesellschaftswissenschaften werden in einem weiteren integrierten Fach gemeinsam unterrichtet - die Vernetzung mit den Naturwissenschaften wird angestrebt 	<ul style="list-style-type: none"> - konkrete Angaben der Lernziele (goals) nach fünf und neun Jahren Grundschule - übergeordnete Gebiete: concerning nature and man, concerning scientific activity und concerning use of knowledge - zusätzliche Konkretisierung der Lernziele für die Teildisziplinen - Präzise Themenbeschreibung - Stoffverteilungspläne werden von den Schulen konzipiert 	<ul style="list-style-type: none"> - alltags-, handlungs-, und schülerorientiert 	<ul style="list-style-type: none"> - selbstgesteuertes Lernen mit hohem Stellenwert - starke Anwendungsorientierung
<p>Schweiz Bern Mensch-Natur- Mitwelt Klassenstufe 1 - 9</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Energie und Materie - Naturbegegnungen - Landschaft, Lebensräume - Ich selber sein in der Gemeinschaft - Gesundheit, Wohlbefinden - Welt- und Gottesbilder - Gesellschaft und ihre Veränderung 	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffeigenschaften - Aggregatzustände - Energieerhaltung - Energieumwandlung - Energieformen 	<ul style="list-style-type: none"> - Bilden eine Vielzahl eigener Schwerpunkte (politisch, religiös, geografisch und geschichtlich) und überwiegen im Curriculum - Verbindung von 	<ul style="list-style-type: none"> - Hinweise zu den von den Schülern zu erlangenden Fertigkeiten und Fähigkeiten, Erkenntnissen und Kenntnissen sowie Haltungen werden zu jedem Themenfeld gegeben - Grobe Beschreibung der Inhalte der Themenfelder - Querverweise zu anderen Fä- 	<ul style="list-style-type: none"> - alltags-, handlungs-, und schülerorientiert 	<ul style="list-style-type: none"> - Orientierung am Konstruktivismus und folglich möglichst aktive Teilnahme der Schüler - Sehr umfassender The-

	<ul style="list-style-type: none"> - Menschen einer Welt - Erscheinungsformen des Lebens - Der Staat und seine Entwicklung - Unterwegs sein, Handel und Verkehr - Stadt und Land 		<p>Naturwissenschaften und Sozialwissenschaften werden gefordert und sind deutlich im Lehrplan umgesetzt</p>	<p>chern</p>		<p>menkanon →neigt erheblich zur Überfrachtung</p>
<p>Deutschland diverse Bezeichnungen Klassenstufe 5 - 6</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen - Pflanzen und Tiere - Mensch - Wasser - Luft - Boden - Sonne - Themenkreis Physik - Themenkreis Technik - Stoffe und Materialien - Themenkreis Informatik 	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffeigenschaften - Reinstoff, Stoffgemisch - Stoffumwandlung - Aggregatzustände - Wasser und Luft (Teilaspekte) 	<ul style="list-style-type: none"> - fast ausschließlich naturwissenschaftliche Themengebiete - Vernetzung mit Sozialwissenschaften wird weniger stark gefordert 	<ul style="list-style-type: none"> - Lehrpläne sind meist deutlich an den Themengebieten orientiert - die zu erreichenden Schülerkompetenzen sind meist präzise ausformuliert 	<ul style="list-style-type: none"> - kompetenzorientiert - alltags-, handlungs-, und schülerorientiert 	<ul style="list-style-type: none"> - starke Betonung der Handlungskompetenzen - eigenständiges und kooperatives Arbeiten - Brückenfunktion zwischen Sachunterricht der Grundschule und Fachunterricht

1.5 Zur Bedeutung eines integrierten naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts

Naturwissenschaftliche Grundbildung und Bildungsauftrag

Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) wird von der OECD als Fähigkeit definiert „*naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen*“ (PISA-KONSORTIUM DEUTSCHLAND 2005). Der Begriff naturwissenschaftliche Grundbildung wurde unter anderem maßgeblich durch den US-amerikanischen Naturwissenschaftsdidaktiker Roger W. Bybee geprägt. Bybee entwickelte ein hierarchisches Modell, welches unterschiedliche Dimensionen von Scientific Literacy, orientiert an Niveaustufen, beschreibt:

Dimensionen von Scientific Literacy (Bybee 2002)

Nominale Scientific Literacy:

- Begriffe und Fragen werden als naturwissenschaftlich erkannt, die nominale Kenntnis birgt jedoch falsche Themen, Probleme, Informationen, Wissen oder Verständnis
- Es bestehen falsche Vorstellungen von naturwissenschaftlichen Konzepten und Prozessen
- Naturwissenschaftliche Phänomene werden unzureichend und unangemessen erklärt
- Aktuelle Äußerungen zur Naturwissenschaft sind unkritisch

Funktionale Scientific Literacy:

- Naturwissenschaftliches Vokabular wird verwendet
- Naturwissenschaftliche Begriffe werden korrekt definiert
- Technische Ausdrücke werden auswendig gelernt

Konzeptionale und prozedurale Scientific Literacy:

- Konzepte der Naturwissenschaft werden verstanden
- Prozedurales Wissen und Fertigkeiten der Naturwissenschaften werden erfasst
- Beziehungen zwischen den einzelnen Teilen einer naturwissenschaftlichen Disziplin und konzeptionelle Strukturen werden nachvollzogen
- Grundlegende Prinzipien und Prozesse der Naturwissenschaft sind bekannt

Multidimensionale Scientific Literacy:

- Besonderheiten der Naturwissenschaft werden begriffen
- Naturwissenschaft wird von anderen Disziplinen unterschieden
- Die Geschichte und das Wesen der naturwissenschaftlichen Disziplinen sind bekannt
- Naturwissenschaft wird in einem sozialen Kontext gesetzt (Bojko 2005)

Auf diesen seit einigen Jahren international beachteten Begriff der Scientific Literacy trifft der Bildungsauftrag deutscher Schulen im Bereich Naturwissenschaft, welcher unter anderem im Bildungsstandard klar definiert ist.

Am Beispiel des Thüringer Lehrplans finden sich für die Fächer Biologie, Chemie und Physik Verweise auf eine Reihe von Zielen eines naturwissenschaftlichen Fachunterrichts. Hier sind unter anderem zu nennen:

- Die Vermittlung von Kenntnissen über Stoffe, stoffliche und energetische Änderungen und die zugrunde liegenden Änderungen auf der Teilchenebene
- Entwicklung der Bereitschaft und des Engagements zur Lösung von Schlüsselproblemen (Welternährung, Erhaltung und Schutz der Natur...)
- Der Beitrag zum Verständnis von biologischen Kernproblemen unserer Zeit

Des Weiteren sollen die Schüler in der Biologie Kenntnisse und Fähigkeiten entwickeln, die für das Verständnis einfacher biologischer Erscheinungen erforderlich sind und die Grundlage für eine ganzheitliche Betrachtungsweise der Natur darstellen. Sie sollen lernen, auf der Grundlage biologischer Kenntnisse Informationen über biologierelevante Sachverhalte kritisch zu interpretieren und zu werten. In Physik werden anhand der Leitlinien *Teilchen, Energie und Felder* Sachkompetenzen entwickelt. In Chemie stehen fachliche Qualifikationen wie z.B. das Erlernen der Fachsprache und chemischen Zeichensprache oder das Erkennen von Korrelation von Struktur und Eigenschaften bei Stoffen im Vordergrund.

In der deutschen Bildungstradition werden diese Bildungsziele sowie die Berücksichtigung der Bildungsstandards im separierten Fachunterricht verwirklicht. Seit vielen Jahren gibt es jedoch Überlegungen und Fürsprecher, welche mit dem Blick auf Science in Ländern wie USA, Großbritannien, Norwegen und Niederlande die Einführung eines integrierten Fächerverbundes befürworten (vgl. Kapitel 1.4). Seit Mitte der sechziger Jahre mit „Science – A Process Approach“ ein sogenanntes „Post-Sputnik-Science-Curricula“ entwickelt wurde, das spätestens zu Beginn der Siebziger im Mittelpunkt deutscher bildungspolitischer Diskussionen stand, gibt es jedoch ebenso vehemente Gegner eines integrierten Fächerverbundes. So stellt sich auch heute, mehr als dreißig

Jahre nach dem IPN-Symposion¹⁰, die Frage, ob fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht dem Bildungsauftrag und dem Bildungsziel der Naturwissenschaft im Unterricht gerecht werden kann, sei es unter Berücksichtigung der Scientific Literacy, der Bildungsstandards oder der curricularen Vorgaben (Behr 2004). Unter gesellschaftlichen Aspekten kann man Schulfächer als Ordnungsschemata zur Vermittlung von Wissen definieren: „(...) eine Kultur [legt] sich die Abteilungen ihres Gedächtnisses zurecht in der Absicht, sie leichter durch Lehre weitergeben zu können“ (Bracht 1993). So scheint es logisch, dass eine Gesellschaft diese Ordnungsformen für Lehr- und Lerninhalte immer wieder daraufhin überprüfen muss, ob sie den gegenwärtigen und zukünftigen Aufgaben entspricht.

Zunächst sollen daher Argumente der Gegner des integrierten Faches Naturwissenschaften genannt werden. SPRÜTTEN fasst in „Rahmenbedingungen naturwissenschaftlichen Lernens“ einige wesentliche Punkte zusammen (Sprütten 2007):

- a. Science beinhaltet selbst in angelsächsischen Ländern nur eine äußere Integration, denn die einzelnen Themen werden in der Regel fachspezifisch behandelt.
- b. Der Unterricht im Fach Naturwissenschaften ist im Bezug auf Problemstellungen komplexer als der „traditionelle“ Unterricht. Problemstellungen vieler Themen können nur exemplarisch behandelt werden, d.h. es muss eine gezielte Auswahl aus einer großen Anzahl von Problemstellungen erfolgen
- c. Sowohl die universitäre Ausbildung als auch das Referendariat angehender Lehrer ist nicht auf das integrierte Fach ausgelegt.
- d. Innerhalb Deutschlands haben Erfahrungen gezeigt, dass bei der Zusammenlegung der Fächer häufig die Gesamtstundenzahl gekürzt wird, womit das Argument, den Stellenwert der Naturwissenschaften auf einen Hauptfachstatus zu gewichten, entkräftet wird.

Bereits 1973 sah JUNG im Rahmen der Diskussionen des IPN-Symposions der Integration der Naturwissenschaften im Curriculum durch disziplinspezifische Methoden und Theorien klare Grenzen gesetzt. Als wesentliche These formuliert er, dass allgemeine Ziele nicht dadurch am besten erreicht werden, indem sie direkt angesteuert werden, sondern man müsse vielmehr allgemeine Ziele durch spezielle vermitteln und konkretisieren. So hält er es für fragwürdig, dass der Zusammenhang naturwissenschaftlicher Disziplinen durch die Integration der Teildisziplinen gelehrt wird, d.h. Allgemeines durch allgemeine Problemstellungen erläutert wird. Die naturwissenschaftlichen Disziplinen bleiben bei einer derartigen Organisation dennoch eingebunden, nur dass man sie in

¹⁰ Siehe historische Entwicklung im deutschsprachigen Raum.

diesem Fall als „stumpf“ empfinden müsse. Es erscheine wenig aussichtsreich, zu versuchen, die Disziplinen zu überspringen, wenn zur Lösung eines wirklichen Problems die disziplinären Studien wieder vertieft werden müssten. Jung geht davon aus, dass nur die Arbeit in Disziplinen die Bildungspotenz der Wissenschaft ausschöpfen kann. *„Wenn die Arbeit in der Disziplin heute interdisziplinäre Arbeit wäre, wäre diese Position in sich widerlegt“* (Jung 1973, 151).

In einem Beitrag der Zeitschrift *Praxis der Naturwissenschaft Physik* stellt der Physikdidaktiker Wilfried Kuhn sehr deutlich Vorbehalte und Gegenargumente zum fächerübergreifenden Unterricht dar (Kuhn 1997). Der Verfasser äußert die Bedenken, dass der Fächerverbund nicht durch ein *„wissenschaftlich abgesichertes neues methodisches Konzept“*, sondern vielmehr durch *„eine ideologisch intendierte grundsätzliche Veränderung von Schule, die wesentlich auf Schülerbedürfnisse abgestimmt ist, was immer dies auch sei“* legitimiert wird (Kuhn 1997, 2). Man laufe Gefahr den deutschen naturwissenschaftlichen Fachunterricht, um den man in vielen Ländern beneidet werde, in Misskredit zu bringen. Ein wesentlicher Kritikpunkt des Autors bezieht sich auf den Umgang des Fächerverbundes mit naturwissenschaftlichen Phänomenen. In diesem schaue der Schüler lediglich Phänomene an, ohne sie weiter zu hinterfragen. Durch rein handwerkliches lebensbezogenes *„Herumhantieren“* und *„Herumtappen auf pädagogischer Spielwiese“* werde keine Naturwissenschaft betrieben.

„In einem rein phänomenorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht wird oft zu viel gemessen und zu wenig über die Voraussetzungen und den methodischen Sinn des Experiments nachgedacht“ (Kuhn 1997, 3). Kuhn spricht mit dieser Aussage die Überbewertung der reinen Beobachtung der Phänomene an und weist darauf hin, dass experimentelles Arbeiten stets theoriegeleitet sein sollte. Des Weiteren habe sich gezeigt, dass bei einer zu einseitigen Fixierung auf Phänomene die hohe Anfangsmotivation in Langeweile mündet. Da der Erwerb naturwissenschaftlicher Kenntnisse harte intellektuelle Anstrengung erfordere, könne sich der Lernprozess nicht *„in einer oberflächlichen, fachlich unverbundlichen Atmosphäre eines Sammelsuriumfaches lediglich nach dem Prinzip eines bedürfnisorientierten Lustprinzips in einem offenen Unterricht vollziehen“* (Kuhn 1997, 3). Kuhn betont: *„Fächerübergreifende Projekte sind erst nach harter Arbeit im Einzelfach sinnvoll und erfolgreich“* (Kuhn 1997, 3). Nicht nur bei der Argumentation, dass den Schülern ein starkes Ordnungsbedürfnis zur Erklärung ihrer Umwelt vorliege und somit eine Systematisierung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer zu legitimieren sei, sondern auch im gesamten Verlauf seiner Argumentation verzichtet der Autor auf weiterführende Quellenangaben. Befürworter des fächerübergreifenden Unterrichts weisen auf die Stärkung des Schülerinteresses durch die integrierte Lehrform hin. Kuhn widerspricht dieser These indem er behauptet, wenn der Unterricht seine Bildungsaufgabe wahrnehmen will, dann kann er sich seine Inhalte nicht durch schnell wechselnde Schülerinteressen vorschreiben lassen. Des Weiteren

kann laut Kuhn anhand von Lehrbüchern nachgewiesen werden, dass fachübergreifende Themen in ausreichendem Maße im Fachunterricht behandelt werden. Der Autor sieht die Gefahr bildungswillige und fähige Schüler im fächerübergreifenden Unterricht zu verlieren: *„Da die stets beschworene Chancengleichheit wegen des intellektuellen Anspruchs der naturwissenschaftlichen Fächer, voran die Physik, nicht so leicht herstellbar erscheint, muss man den wissenschaftlichen Anspruch so weit reduzieren, dass auch unwillige oder gar verhaltensgestörte Unterrichtsteilnehmer, die diesem Anspruch nur bedingt gewachsen sind, in der Atmosphäre des neuen Sammelfaches ihre Chancen wahrnehmen können“* (Kuhn 1997, 5). Fächerübergreifende Themen wie Wasser und Luft kann man laut Kuhn allenfalls als plakativ bezeichnen.

„Ohne gründliche Kenntnisse im Einzelfach ist eine ernsthafte disziplinübergreifende Zusammenarbeit in Wissenschaft und Schule nicht möglich“ (Kuhn 1997, 5). Dies sei zu begründen, da sich in der Wissenschaft *„Interdisziplinäres“* auf der Grundlage von spezifischen Methoden und Ergebnissen der Disziplinen vollzieht und insbesondere abstrakte Begriffe der Synergetik und Komplexforschung in Form von übergreifenden Methoden und Konzepten die Einzeldisziplinen zusammenführen. Laut Kuhn kann vernetztes Denken nur dann erlernt werden, wenn zuvor bereits solide fachliche Grundlagen vermittelt wurden. Schließlich weist der Autor darauf hin, dass keine fachliche Ausbildung für den Lernbereich Naturwissenschaft an Universitäten zur Verfügung steht und vermutlich auch nicht in die Lehrerausbildung integriert wird. Man laufe Gefahr den fächerübergreifenden Unterricht in Dilettantismus zu führen, dies geschehe zudem vor dem Hintergrund der Kürzung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden.

„Nach Auffassung der Fachkonferenz Naturwissenschaft hat sich das integrierte Fach NaWi in den Klassen bis Jahrgang 7 bewährt, in den Klassen ab Jahrgang 8 überwiegen die Nachteile“ resümieren JÜRGENSEN und SCHIEBER 2001 in einem Erfahrungsbericht über das integrierte Fach Naturwissenschaften (Jürgensen, Schieber 2001, 489). Die Autoren bemängeln ab Klassenstufe 8 vor allem die fachliche Strukturierung der Lerninhalte, welche sich durch folgende Aspekte auszeichnet:

- Wenig fachlicher Tiefgang
- Phänomene werden nicht in der Form verstanden, dass sie mit Gesetzmäßigkeiten in Bezug gebracht werden
- Die Fachdimensionen erscheinen feuilletonistisch und episodenhaft
- Es fehlen systematische Bezüge, Schüler neigen daher eher zum Vergessen
- Häufig werden fachlich fragwürdige Inhalte behandelt
- Lernstarke Schüler können unterfordert werden

- Haupt- und Realschüler stoßen in Bewerbungstests bei fachwissenschaftlichen Fragen auf Schwierigkeiten

Schieber und Jürgensen berichten des Weiteren, dass Lehrer ihr eigenes Niveau sowie ihre „Unbeweglichkeit“ kritisieren. Es fehle der Überblick, welche Schwerpunkte im Fach gesetzt werden sollen und mit welchen Perspektiven zu unterrichten sei. Die Lehrkräfte sehen insbesondere in Bezug auf Chemie und Physik Sicherheitsdefizite. Der Umgang mit Chemikalien und Experimentalapparaturen sei unsachgemäß oder werde gemieden. Bei den Fachlehrern könne beobachtet werden, dass sie häufig aufgrund ihrer geringen Affinität zum integrierten Fach nur unzureichend motiviert sind.

Fachübergreifende Begriffe

2004 veröffentlicht der deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU) eine Erklärung mit dem Titel „*Naturwissenschaften besser verstehen, Lernhindernisse vermeiden*“, welche mit einer exemplarischen Kurzgeschichte einer Klasse der Jahrgangsstufe 9 eingeleitet wird (MNU 2004):

Die Schüler der Klasse 9 werden im Physikunterricht gebeten den Begriff Energie zu erläutern: „Energie gewinnt man beim Essen und verbraucht sie beim Sport.“ Hierauf antwortet der Physiklehrer: „Das habt ihr sicherlich so im Biologieunterricht gelernt, in Physik werdet ihr es dagegen richtig lernen, dass man nämlich Energie weder gewinnen noch verbrauchen kann!“ Im Chemieunterricht hören die Schüler am Beispiel des Sauerstoffs, dass es Stoffe gibt, die sich aus Molekülen zusammensetzen. „Aber in der Physikarbeit war die Antwort ‘Alle Stoffe sind aus Atomen aufgebaut’ richtig“, merkt ein Schüler an. In der Biologiestunde versucht ein Schüler bei der Einführung des Begriffes Ökosystem Parallelen zum Chemieunterricht zu finden, in dem das Periodensystem behandelt wurde: „Was ist denn nun eigentlich systematisch in einem Ökosystem?“

Gerade weil die Alltagsvorstellungen der Lernenden mit den zentralen Konzepten der dreischulischen Naturwissenschaften kaum kompatibel sind, erfordert das Verstehen der Naturwissenschaften ein hohes Maß an Anstrengung von den Schülern. Diese Schwierigkeiten treffen zusätzlich auf fachspezifische, häufig unscharf definierte und sich widersprechende Begriffe und Begriffsverständnisse. Laut den Autoren der MNU Stellungnahme erzeugt „(...) *der fehlende Abgleich der zentralen naturwissenschaftlichen Begriffe (...) bei den Lernern Irritationen und Verdruss und steht einer naturwissenschaftlichen Bildung ‘aus einem Guss’ entgegen*“ (MNU 2004, 4). Für den Schüler ist es folglich mit Schwierigkeiten verbunden ein Fach zu verstehen, wenn in einem anderen gleiche Begrifflichkeiten mit abweichenden Bedeutungen zur Diskussion stehen. Umso schwerer gestaltet es sich, dass dem Schüler bewusst werden kann wie sich die drei Naturwissenschaften die Welt erklären. Dass dies zwar mit unterschiedlichen Blickwinkeln geschieht, sich die einzelnen Perspektiven aber nicht widersprechen, sondern sich vielmehr ergänzen. Laut MNU ist es die Aufgabe fachspezifischer und fach-

übergreifender Bildung den Perspektivenwechseln zwischen den einzelnen Fachwissenschaften zu fördern und nicht z.B. durch „Begriffsverwirrungen“ zu stören.

Dieser Kritikpunkt fachmonistischer Begriffe wurde von Gerda Freise bereits in den 70er Jahren aufgegriffen. Sie bemängelt, dass die Konzeption eines naturwissenschaftlichen Unterrichts, welche auf die Vermittlung konsistenter Begriffssysteme im Sinne der universitären Disziplinen oder nur auf die Weitergabe eines vorgeschriebenen Katalogs fachspezifischer Grundbegriffe, Gesetzmäßigkeiten und Konzepte abzielt, „mit dem Anspruch auf Emanzipation und auf die Durchsetzung der allgemeinen Ziele für die Schulstufe ebenso wenig zu vereinbaren [ist] wie mit den Grundsätzen der Chancengleichheit und sozialen Gerechtigkeit“ (Freise 1973, 208). Am Ende ihrer Schulbildung seien Schüler nicht in der Lage begründete Argumente für ihre Berufswahl zu nennen, dies schließt insbesondere den naturwissenschaftlichen und technischen Bereich ein. Dieses Versäumnis in der Ausbildung sieht Freise primär durch den an fachwissenschaftlicher Systematik orientierten Fachunterricht verursacht. Wesentlich sei hierbei die Inkompetenz der Schüler naturwissenschaftliche Fragen und Probleme zu beantworten. Freise führt diesen Gedankengang weiter und argumentiert somit gegen die von JUNG aufgeführten Grenzen der Integration, indem sie darauf hinweist, dass Schulfächer, trotz gleicher Namen, keine Abbilder oder Miniaturausgaben der entsprechenden Universitätsdisziplinen sind. Ein zu stark systematisiertes Konzept vermittelt Schülern vor allem Scheinkompetenzen, die sie in die Lage versetzen dem Lehrer scheinbar fachwissenschaftlich richtig antworten zu können, wobei solche Satz – und Formelmuster außerhalb der Schule absolut bedeutungs- und beziehungslos sind (Freise 1973).

Fachmonistische Strukturidee, Wissenschaftspropädeutik

Stefan von Aufschnaiter beschreibt in einem Aufsatz zum Curriculum „Integrierte Naturwissenschaft“ folgende Prämissen, die das Argument Freises, dass sich Fachunterricht zu sehr an fachwissenschaftliche Systematik bindet, aufgreift. Es sei nicht das Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts an allgemeinbildenden Schulen neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu produzieren bzw. Schüler zum Produzieren dieser auszubilden. Dementsprechend müsse bei der Konzeption eines integrierten Unterrichts vermieden werden, dass durch die Teildisziplinen konservierte Erkenntnisbestände zu einem „naturwissenschaftlichen Allerlei“ zusammengeschüttet werden (Aufschnaiter 1973).

Auch Horst Diehl formulierte bereits 1973, dass der tertiäre Bildungsbereich, welcher einschließlich der Universität vor allem eine berufsbildende Funktion hat, nicht darauf angewiesen ist, fachlich vorgefertigte Individuen aufzunehmen. Daraus ergibt sich für ihn die Folgerung, dass die Schule nicht hauptsächlich fachspezifische Kompetenzen vermitteln muss, sondern vielmehr fachunspezifische Prinzipien und Kenntnisse, womit

der Schüler in die Lage versetzt werden soll, isoliert erscheinende Phänomene in diversen Lebensbereichen einordnen zu können. Folglich sei es nicht Aufgabe der Schule in diesem Sinne „Wissenschaftspropädeutik“ zu betreiben. Zu häufig täuschen innernaturwissenschaftliche Strukturen, welche vom Kindergarten bis zum Abitur als curriculare Leit motive genutzt, werden eine Geschlossenheit der „naturwissenschaftlichen Lehrgebäude“ vor (Diehl 1973). Folgt man PETERSEN so führt diese fachmonistische Strukturidee zu einer Aufhebung der qualitativen Differenz von Schulfach und Wissenschaft. Dementsprechend wäre der beste Fachwissenschaftler dann auch der beste Didaktiker. Die Fachdidaktik wird jedoch dadurch legitimiert, dass die Bildungsidee der Schulfächer nicht ausschließlich ein Resultat der Fachwissenschaften ist. Des Weiteren leide die Fähigkeit der Schüler zu Transfers in einem erheblichen Maße unter den isoliert gewonnenen Erfahrungen eines Faches (Petersen 1973).

Empirische Befunde und, Lerntheorien

Die Kritik an der fachmonistischen Strukturidee wurde in den letzten Jahren insbesondere nach der Veröffentlichung der TIMSS- und PISA-Resultate lauter, welche mit unerwartet schlechtem Abschneiden deutscher Schüler in massivem Druck auf den Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht mündete. Insbesondere bemängelte man die in Deutschland nur ungenügenden Leistungen beim Anwenden und Übertragen von naturwissenschaftlichen Kenntnissen auf neue Situationen sowie den geringen Anwendungsbezug des Lernens infolge der Dominanz systematischen Wissensaufbaus. Obwohl das Fach Biologie in Deutschland durchgehend ab der Klasse 5 unterrichtet wird stellten die Autoren der PISA-Studie fest, dass sich *„dieser deutlich stärker ausgeprägte und sichtbare Teil der Biologie (...) nicht in einem relativen Leistungsvorteil der deutschen Schülerinnen und Schüler im internationalen Naturwissenschaftstest wider [spiegelt], dessen Schwerpunkt im Bereich Biologie liegt“* (Prenzel 2001, 233). Des Weiteren wurde die Monokultur des fragend-entwickelnden Unterrichts kritisiert, welcher mit Demonstrationsexperimenten einhergeht, die durch Fachsystematik bestimmt werden. In diesem Zusammenhang erfolgte von LABBUDE der Verweis auf den naturwissenschaftlichen Fächerverbund (Labbude, 2003). Er hebt hervor, dass im reinen Fachunterricht *„die Fachstrukturen nicht den Lernstrukturen (...), die Logik der Systematik nicht der Logik der Aneignungsprozesse [entsprechen]“* (Labbude 2003, 50). Labbude bettet diese These in konstruktivistische Lerntheorien und stellt fest, dass naturwissenschaftlicher Unterricht, welcher an konstruktivistischen Prinzipien orientiert ist und somit exaktes Denken und ursprüngliches Verstehen zum Ziel hat, fächerübergreifend sein sollte. Lernen kann laut einer Grundannahme des Konstruktivismus nur in einem für den Lernenden relevanten Kontext stattfinden. Daher sollten die Unterrichtsinhalte möglichst lebens- und berufsnah sein, d.h. aber auch nicht vereinfacht und strukturiert, sondern eher komplex und unstrukturiert. Sobald sich also der Unterricht an konstruk-

tivistischen Lerntheorien orientiert und somit Grundprinzipien wie *„Lernen als aktiver Prozess, Integrieren des Vorverständnisses sowie den Kontextbezug“* beachtet, führe er bei einer konsequenten Umsetzung vom separaten Fachunterricht zum fächerübergreifenden Unterricht (Labbude 2003, 50).

WOEST weist in seinem Buch *„Den Chemieunterricht neu denken“* darauf hin, dass Alltagssituationen und –problemstellungen von Fachsystematik losgelöst zu sehen sind. Wenn Probleme des Alltages im Unterricht aufgegriffen werden, welche insbesondere vorhandene Konflikte und unterschiedliche Sichtweisen berücksichtigen, sei darauf zu achten dass *„die künstliche Grenze der isolierten Fächer verlassen werden muss“* (Woest 1997, 113) WOEST bezieht sich auf eines der Grundprinzipien des Konstruktivismus, wenn er anführt, dass möglichst davon ausgegangen werden sollte, was *„man bei den Schülern vorfindet, was sie wundert, wo sie sozusagen anfangen zu denken“* (Woest 1997, 113). Dabei könne eine ganzheitliche Qualität nicht allein durch rein fachwissenschaftliche Erklärungsmuster erreicht werden, sondern müsse vor allem fächerübergreifende Betrachtungsweisen berücksichtigen. Zudem haben alltagsorientierte Lerninhalte zusätzlich das Potenzial die Motivation der Lernenden zu steigern (Woest 1997).

Genderproblematik und Schülerakzeptanz

LABBUDE konstatiert in einem Artikel zu fächerübergreifendem Unterricht, dass dieser als *„Gender gerecht“* bezeichnet werden kann, da er sowohl Schülerinnen als auch Schüler in gleichem Maße motiviert und fördert. Insbesondere die Unbeliebtheit des Physik- und Chemieunterrichts bei jungen Frauen und ihre geringe Selbsteinschätzung im Vergleich zu Schülern wurden in Studien nachgewiesen. Maßnahmen, die diese geschlechtsspezifischen Unterschiede in Form von Modellversuchen und Interventionsstudien zu beseitigen versuchten, lassen sich eher in einen fächerübergreifenden oder Themen zentrierten naturwissenschaftlichen Unterricht umsetzen. Diese Maßnahmen lassen erkennen, dass sie konstruktivistische Grundprinzipien wie Integration von Vorverständnis und Kontextbezug berücksichtigen (Labbude 2003).

Ergebnisse der Evaluation des BLK-Modellversuchs PING in Rheinland-Pfalz bestätigen Labbudes Thesen. Die Autoren konnten zeigen, dass die Schüler mit Unterricht im Fach Naturwissenschaft ein positiveres Selbstkonzept haben als ihre Mitschüler mit den Fachdisziplinen Physik und Chemie. Der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen ist in diesem Zusammenhang geringer als im fachmonistischen Unterricht. Die befragten Schülerinnen und Schüler nennen als Ursache hierfür ein größeres Fachinteresse sowie ein förderndes Unterrichtsklima. Eine weitere wesentliche Ursache warum fächerübergreifender Unterricht geschlechtsspezifische Unterschiede minimieren kann, findet sich unter anderem in der Möglichkeit mit anwendungsorientierten Themen das Interesse der Mädchen stärker zu binden. Dies geschieht wenn Fragestellungen thematisiert

werden, die sich im Erfahrungskontext der Mädchen wiederfinden (Hansen 1998). In einem Bericht „Zur Beliebtheit eines integrierten Fachs Naturwissenschaften“ kommen JÜRGENSEN und SCHIEBER zu ähnlichen Ergebnissen. Sie stellen fest, dass typischen Schülerressentiments wie „Ich kann kein Physik“ durch einen fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht entgegengewirkt werden kann (Jürgens, Schieber 2001).

BÜNDER und HARMS, die Verfasser des Sinus-Transfer Moduls 6 „ Fächergrenzen erfahrbar machen: Fächerübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten“ weisen darauf hin, dass fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht bei den Schülern auf mehr Interesse stößt. Neben einer intensiveren Arbeitshaltung zeichnet sich diese Unterrichtsform durch mehr Spaß bei den Schülern als im separaten Fachunterricht aus. Dies geschieht insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Fächer Physik und Chemie von Schülerinnen und Schülern als schwierig, hart und kalt bzw. ohne Bezug zur Lebenswelt charakterisiert werden (Woest 1995). Folglich müsse bestritten werden, dass der naturwissenschaftliche Unterricht dem Bildungsauftrag gerecht werden kann. Häufig empfinden die Schüler den naturwissenschaftlichen Unterricht als „verlorene Zeit“ und bemängeln die fehlenden Bezüge zu alltäglichen Vorstellungen. Nach Meinung der Autoren kann fächerübergreifender Unterricht eine Antwort auf diese „Akzeptanz- und Inhalts-Methodenkrise“ darstellen (Bünder, Harms 1999).

1992 und 1994 haben Gräber bzw. Häußler und Hoffmann intensive Untersuchungen zu Schülerinteressen an Chemie- bzw. Physikunterricht durchgeführt. Diese zeigen eine Diskrepanz zwischen dem Unterrichtsangebot dieser Fächer und den Wünschen der Schülerinnen und Schüler (siehe Abbildung).

Nach Einschätzung der Schüler werden in den Fächern Physik und Chemie überwiegend wissenschaftliche Themeninhalte vermittelt, die Erfahrungswelt der Schüler bleibt bei den Unterrichtsangeboten weitestgehend außen vor. Schülerinteresse und im Unterricht umgesetzte Themen klaffen weit auseinander (Gräber 1992).

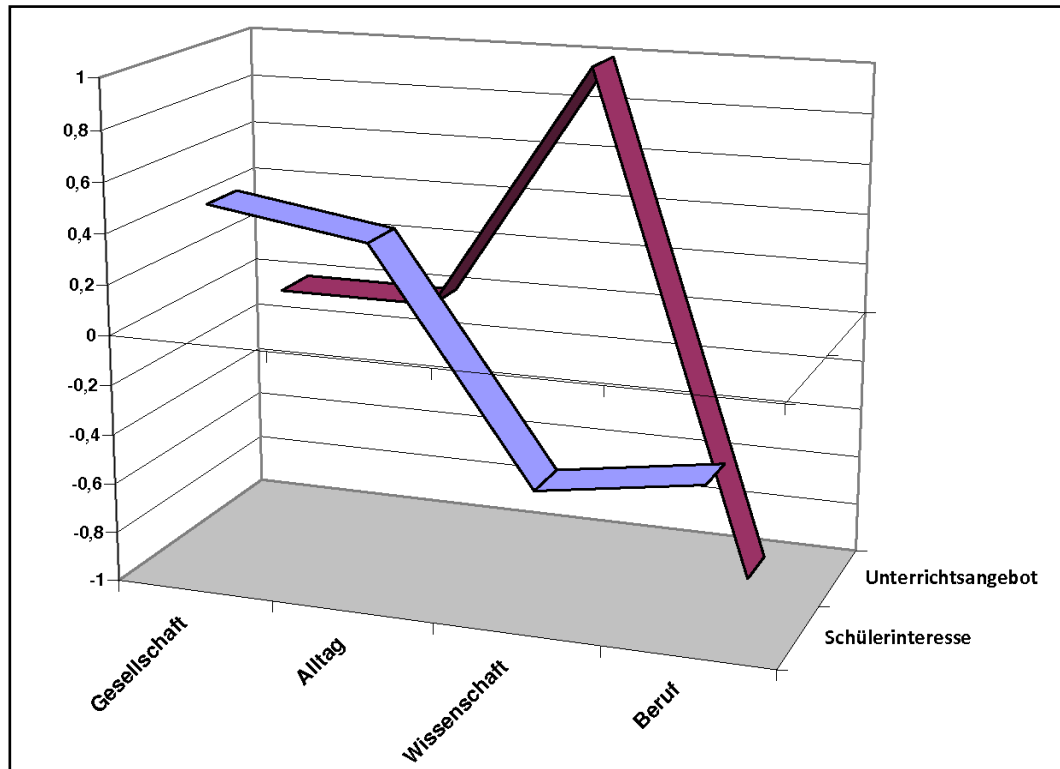


Abb. 5: Unterrichtsangebot vs. Schülerinteresse nach Gräber (1992)

Stellungnahmen

In einer Stellungnahme der Bildungskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte e.V. (GDNÄ) befürwortet die Organisation, unterstützt von den Verbänden Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG), Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und Verbund biowissenschaftlicher und biomedizinischer Gesellschaften, ausdrücklich die Einführung eines integrativen naturwissenschaftlichen Unterrichts in Klassenstufe 5 und 6. Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass sich hieran ein Bündel von Bedingungen knüpft:

- Auf die naturwissenschaftliche Grundbildung des integrierten Unterrichts kann in den Folgejahren in allen naturwissenschaftlichen Bereichen konstruktiv aufgebaut werden
- Der integrierte Unterricht stellt den Übergang vom Sach- zum Fachunterricht her
- Der Unterricht und insbesondere die Experimente sind so zu konzipieren, dass physikalische, chemische und biologische Aspekte gleichwertig und vernetzt berücksichtigt werden
- Beobachten, bewusstes Experimentieren und quantitative Aspekte, wie das Messen, sollen zunehmend an Bedeutung gewinnen
- Das Phänomen steht im Mittelpunkt des Unterrichts. Der Alltagsbezug und ein dem Verständnis der Jahrgangsstufe angepasstes Niveau müssen berücksichtigt

werden. Der Unterricht soll den Schülern vermitteln, dass Erfahrungen aus dem Alltag auch Fehlschlüsse initiieren können, welche durch naturwissenschaftliches Verständnis erkannt und beseitigt werden können

- Für die Allgemeinbildung relevante, naturwissenschaftliche Aspekte des Geographieunterrichts sollen im integrierten Unterricht berücksichtigt werden
- Ein integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht fordert eine dementsprechende Ausbildung der Lehrkräfte. Eine rein fachspezifische Ausbildung wird als unzureichend bewertet
- Mit Beginn der Klassenstufe 7 muss ein in Fächer separierter aber dennoch fächerübergreifender Fachunterricht stattfinden. Um der Bedeutung der Naturwissenschaft für die Allgemeinbildung Rechnung zu tragen sollten die naturwissenschaftlichen Fächer einen Anteil von einem Drittel an der Stundentafel haben (GDNÄ, 2006)

Bereits im Jahr 2005 nahm die Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh Stellung zur Thematik integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht. In einer Empfehlung für einen durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterricht von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schule stellen die Autoren diesen als wesentlichen Faktor zur Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung dar (GDCh 2005). Die Argumentation der Fachgruppe, dass das naturwissenschaftliche Potenzial deutscher Schüler nicht in Gänze genutzt wird, lässt sich mittels der Ergebnisse der IGLU-Studie 2003 und der PISA-Studie 2006 bekräftigen. Noch in der Grundschule konnten die Leistungen der Schüler mit 560 Punkten der Kompetenzstufe IV zugeordnet werden. Die Erhebungen von PISA in Klassenstufe 8 und 9 zeigt, dass diese Schüler mit 516 Punkten nur noch der Kompetenzstufe III zugeordnet werden können (Tabelle 11).

Tab. 11: Ergebnisse IGLU-Studie 2003 (Bos u.a., 2003) und Ergebnisse PISA-Studie 2006 (PISA, 2007)

Ergebnisse IGLU-Studie 2003			Ergebnisse PISA-Studie 2006		
Teilnehmerstaat	M	SE	Teilnehmersaat	M	SE
Korea	597	1,9	Finnland	563	2,0
Japan	574	1,8	Kanada	534	2,0
USA	565	3,1	Japan	531	3,4
Österreich	565	3,3	Neuseeland	530	2,7
Australien	562	2,9	Australien	524	2,3
Deutschland	560	2,9	Niederlande	525	2,7
Tschechien	557	3,1	Korea	522	3,4
Niederlande	557	3,1	Deutschland	516	3,8
England	551	3,3	England	515	2,8
Kanada	549	3,0	Tschechischen	513	3,5
Singapur	547	5,0	Schweiz	512	3,2
Slowenien	546	3,3	Österreich	511	3,9
Irland	539	3,3	Belgien	510	2,5
Schottland	536	4,2	Irland	506	3,2
Hong Kong	533	3,7	Ungarn	504	2,7
Ungarn	532	3,4	Schweden	503	2,4
Neuseeland	531	4,9	Polen	498	2,3
Norwegen	530	3,6	Dänemark	496	3,1

Lettland	512	4,9	Frankreich	498	3,4
Island	505	3,3	Island	491	1,6
Israel	505	3,6	USA	489	4,2
Griechenland	497	4,4	Slowakei	488	2,6
Portugal	480	4,0	Spanien	488	2,6
Zypern	475	3,3	Norwegen	487	3,1
Thailand	437	4,9	Luxemburg	486	1,1
Iran	416	3,9	Italien	475	2,0
Kuwait	401	3,1	Portugal	474	3,0

Folglich kann gemäß der Argumentation der GDCh-Fachgruppe das Versäumnis eines durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterrichts von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schulen als ein wesentlicher Faktor für den Verlust an naturwissenschaftlichen Kompetenzen angesehen werden. PRENZEL analysiert im Rahmen einer Studie über das naturwissenschaftliche Verständnis der Schüler am Ende der Grundschule die PISA und IGLU Befunde und kommt zu dem Ergebnis, dass Grundschul Kinder sehr wohl in der Lage sind naturwissenschaftlich zu denken und naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erkennen. Er zieht denn Schluss, dass *„das erkennbar gute naturwissenschaftliche Potential am Ende der Grundschulzeit (...) bisher noch viel zu wenig genutzt und weiter geführt [wird]“* (Prenzel 2003, 181). Im Kontext dieser Folgerung verweist Prenzel explizit auf das Interesse und die Aufgeschlossenheit der Schüler dieses Alterssegmentes (Prenzel 2003).

Zusammenfassung

Die naturwissenschaftliche Ausbildung von Schülern ist bundesweit sehr unterschiedlich organisiert. Eine Vielzahl von Kooperationen zwischen Industrie und Forschung versuchten in den vergangenen Jahren mittels schulischer und außerschulischer Lernangebote Einfluss auf die naturwissenschaftliche Grundbildung zu nehmen¹¹.

Diese Einflussnahme fernab der Bildungsverantwortlichkeit der Schulen muss gewiss auch als eine Befürchtung interpretiert werden, dass deutsche Schulen ihrem Bildungsauftrag und der naturwissenschaftlichen Grundbildung nicht gerecht werden können. Traditionell dominierte an deutschen Schulen bisher der separierte Fachunterricht als Medium naturwissenschaftliche Bildungsziele umzusetzen. Trotz langfristiger Bemühungen, die in den Reformbewegungen der 70er Jahre ihren Ursprung haben, beginnt erst seit einigen Jahren ein bildungspolitisches Umdenken hin zu fächerübergreifendem naturwissenschaftlichem Anfangsunterricht. Die Vorbehalte gegenüber den integrierten Naturwissenschaften sind jedoch noch weit verbreitet. So argumentieren Gegner des Fächerverbundes, dass er den Teilwissenschaften nicht gerecht werden kann und dass interdisziplinäres Arbeiten ohne fachliches Wissen nicht möglich ist. Fächerübergreifender Unterricht schult zwar die Beobachtung und den Umgang mit Phänomenen, er reflektiert aber nicht die wissenschaftlichen Hintergründe. Man muss befürchten, dass mit Einführung eines Fächerverbundes das naturwissenschaftliche Stundenkontingent und somit der Stellenwert der Naturwissenschaften für Schule und Industrie drastisch gekürzt wird. Sowohl die universitäre Ausbildung als auch das Referendariat angehender Lehrer ist nicht auf das integrierte Fach ausgelegt.

Diese, sich zumeist auf Erfahrungswerte stützende Argumentation, muss vor dem Hintergrund, dass die Schulpraxis zahlreicher Länder diese Befunde widerlegt, als weitgehend inhaltlos angesehen werden.

Durch die Unterrichtsorganisation im integrierten Fächerverbund kann frühzeitiger das Interesse der Schüler an der Naturwissenschaft geweckt und gefördert werden. Der Übergang vom Sachunterricht in der Grundschule zum Fachunterricht in der weiterführenden Schule wird erleichtert und Naturwissenschaft präsentiert sich nicht in der bekannten starr gegliederten Form. Somit kann fächerübergreifender Unterricht einem „fachmonistischen Begriffswirrwarr“ entgegenwirken sowie übertriebene fachwissenschaftliche Systematik und Wissenschaftspropädeutik verhindern. Konstruktivistische Lerntheorien sowie Ergebnisse und Vergleiche von Kompetenzstudien untermauern diese Argumentationen. Naturwissenschaftliche Industrie- und Interessensverbände unterstützen seit 2000 in diversen Stellungnahmen die Einführung eines fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts.

¹¹ Hier können exemplarisch die Mentoring-Mittel des Fonds der Chemischen Industrie, das Nat-Working der Firma Bosch oder die Kid's Lab der Firma BASF genannt werden.

Indem der fächerübergreifende Naturwissenschaftsunterricht als Anfangsunterricht konzipiert wird, d.h. sich auf die Orientierungsstufen beschränkt, können zum einen die Vorteile des integrierten Fachunterrichts nutzbar gemacht werden zum anderen kann durch die Separation des Fachverbundes ab Klassenstufe 7 der Systematik und dem speziellem Fachwissen noch ausgiebig Rechnung getragen werden. Kritiker sollten insbesondere beachten, dass gerade diese Variante den Fächern Biologie, Chemie und Physik gerecht wird, indem die Teildisziplinen im Gegensatz zum traditionellen Stundenkontingent in Deutschland erstmals auf ein gleiches Niveau angepasst werden.

1.6 Interesse und Interesse an Naturwissenschaften

Bereits Herbart (1776 – 1841) war sich bewusst, dass die Förderung des Interesses eine der Hauptaufgaben der Erziehung ist. Heute noch stellt die Entwicklung fachbezogenen Interesses neben der Vermittlung von diversen Kompetenzen, Kenntnissen und der Fähigkeit am gesellschaftlichen Leben teilzuhaben, eine der elementaren Forderungen schulischer Bildung dar. Interesse ist ein wichtiger Bestandteil der Persönlichkeitsentwicklung. Es ist eine bedeutende Voraussetzung intrinsischer Motivation und stellt somit eine wesentliche Bedingung schulischen Lernens dar. Jedoch zeigt eine Vielzahl von Studien, dass das Interesse von Schülern im Laufe der Schulzeit und vermehrt in der Sekundarstufe I stark sinkt. Mit Blick auf die naturwissenschaftlichen Fächer ergibt sich bezüglich des Interessesabfalls der Schüler ein noch drastischeres Bild (vgl. Kapitel 1.6.3).

Wie aber kann man sich die Abnahme des Interesses an Naturwissenschaften erklären und gibt es Möglichkeiten dieser Tendenz entgegenzuwirken?

Dieser Abschnitt wird zunächst Konzepte und Ansätze zum Interesse beschreiben sowie Forschungsarbeiten zur Interessenentwicklung vorstellen. Anschließend wird die Unbeliebtheit des naturwissenschaftlichen Fächerkanons und der damit verbundene Interessenverlust anhand empirischer Befunde diskutiert, zudem werden Möglichkeiten der Interessenförderung aufgezeigt.

1.6.1 Das Interessenkonstrukt

Interesse als Beziehung zu einem Gegenstand

Ende der 80er Jahre sammelte eine Gruppe um SCHIEFERLE, KRAPP und PRENZEL im Rahmen einer Fachgruppentagung Forschungsarbeiten zum Thema Interesse. Dieses Autorkollektiv definierte Interesse als „*Orientierung einer Person gegenüber einem Objektbereich, die durch spezielle Valenzen gekennzeichnet ist*“ (Krapp 1992). In diesem Interessenkonstrukt unterscheiden sie situationales von individuellem Interesse. Dabei ist *situationales Interesse* als ein einmaliger situationsspezifischer motivationaler Zustand definiert. *Individuelles Interesse* wird hingegen als dispositionales Merkmal, d.h. z.B. als Vorliebe für ein bestimmtes Wissens- oder Handlungsgebiet, beschrieben (siehe Abbildung 6).

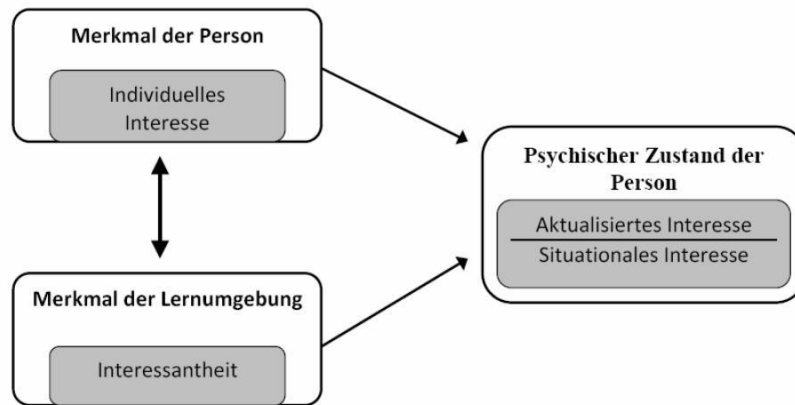


Abb. 6: Bedeutungsvarianten des Interessenkonstrukts nach Krapp (1992)

Individuellem fachbezogenem Interesse wird dabei ein langfristiges Bestehen, das in unterschiedlichen Situationen zum Ausdruck kommt, zugeschrieben. Die beiden Komponenten des Interessenkonstrukts stehen in Wechselwirkung. Die Wertigkeit des situationalen Interesses (Interessantheit) hängt demnach davon ab, ob bereits ein individuelles Interesse für den Gegenstand besteht. Die Qualität des Anreizes muss daher umso größer sein, wenn das individuelle Interesse gering ist, oder eine Person erstmalig ihre Aufmerksamkeit auf einen Gegenstand richtet. Ist das individuelle Interesse hingegen hoch entwickelt, sind die situativen Auslösebedingungen von geringer Bedeutung (Krapp 1992).

Die Interessentheorie der Gruppe um Schieferle definiert zwar Interesse als eine „*Person-Gegenstands-Beziehung*“, fokussiert jedoch insbesondere die Person. Unterteilt Schieferle das Interesse ursprünglich noch in eine emotionale, wertbezogene und kognitive Komponente, so definiert die Autorengruppe in einer neuen Konzeption Interesse als ein „*bereichs- oder themenspezifisches motivationales Persönlichkeitsmerkmal (...), das sich aus gefühlsbezogenen und gefühlsneutralen intrinsischen Valenzen bzw. Valenzüberzeugungen zusammensetzt*“ (Daniels 2008). TODT und SCHREIBER ergänzen diese Interessentheorie indem sie stärker den Gegenstand in den Mittelpunkt ihres Interessenkonstrukts stellen.

Bereichspezifisches Interesse

Ähnlich wie die Gruppe um Schieferle fasst Todt sowohl die Person als auch ein situationales Interesse als Komponenten seines Interessenskonstrukts auf. Er unterteilt jedoch individuelle Interessen zusätzlich in allgemeine und spezifische Interessen und entwickelt ein „*mehrdimensionales heuristisches*“ Modell diverser Interessensbereiche. Dieses Modell ist so konzipiert, dass es Interesse als eine Kombination zwischen dem Interessenskonstrukt (allgemeines, spezifisches, situationales Interesse), dem Kontext (Beruf, Schule, Freizeit) und dem Inhaltsbereich (handwerklich, forschend etc.) erklärt (Abbildung 7).

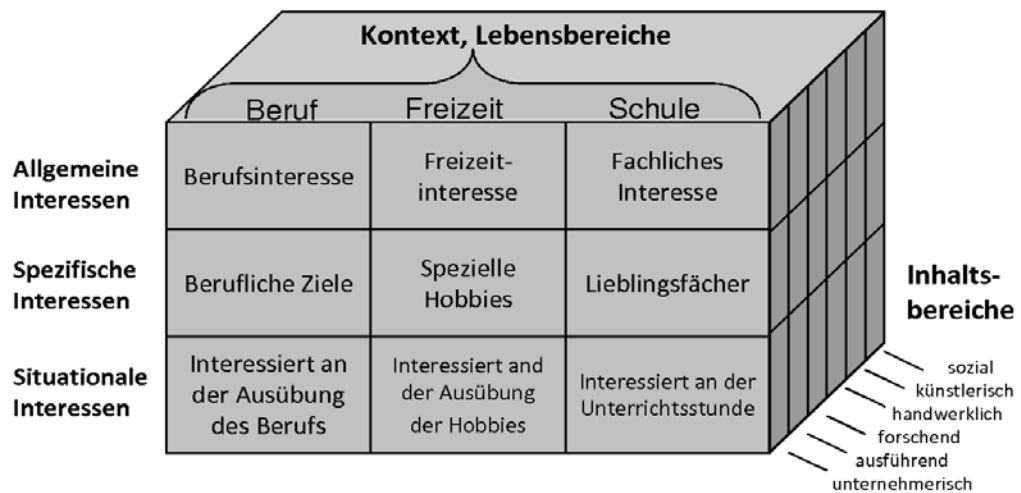


Abb. 7: Interessenmodell nach Todt, Drewes & Heil (1992)

Todt versucht mit seinem Modell zu verdeutlichen, dass in verschiedenen Kontexten unterschiedliche Situationen zur Entwicklung von Interessen beitragen. Allgemeines Interesse wird in dieser Modellvorstellung als ein Filter gesehen, welcher Klassen von Tätigkeiten auf die man sich einlassen sollte (möchte) von denen, die man meiden sollte (möchte) separiert. Allgemeines Interesse z.B. ein generelles Interesse an Naturwissenschaften oder Sprachen bezieht sich auf ein großes Gebiet. Spezifische Interessen richten sich hingegen auf bestimmte Tätigkeiten oder Gegenstände innerhalb eines allgemeinen Interessenbereichs. Todts Konzeption weist darauf hin, dass sich allgemeine Interessen auf verschiedene Lebensbereiche beziehen und mit ihnen in Wechselwirkung treten. So kann das Interesse an Chemieunterricht das Interesse an einem naturwissenschaftlichen Hobby und/oder das Interesse am Beruf des Chemikers herausbilden. Das Interessenmodell nach Todt betont somit vor allem den Einfluss von „Gelegenheitsstrukturen¹²“ verschiedener Lebensbereiche, die bei der Entwicklung und Erklärung von Interessen berücksichtigt werden müssen (Daniels 2008).

Die didaktisch topologische Interessentheorie

Das Interessenkonstrukt von Krapp und seinen Kollegen kann durch einen eher pädagogisch und didaktisch motivierten Ansatz einiger IPN-Mitarbeiter um Häußler und Hoffmann ergänzt werden. Diese Gruppe konzentrierte sich ähnlich wie Todt auf den Gegenstand des Interesses und verfolgt mit Aspekten wie Kontext, Tätigkeit und Inhalt ebenfalls die Mehrdimensionalität des Interesses.

¹² Eine Gelegenheitsstruktur bezeichnet den inhalts- und ablauflogischen Zusammenhang von Möglichkeiten. Im Interessenmodell sind dies reproduzierbare Strukturen, die Gelegenheiten zur Entwicklung von Interesse bereitstellen.

Den Ausgangspunkt der IPN-Interesstheorie bildet die Frage, welche Komponenten des Interesses mit einem Interessentest gemessen werden können. Im Rahmen einer Studie zur physikalischen Bildung entwickelte die Forschergruppe ein auf einer so genannten Delfi-Studie basierendes Modell anhand dessen Aussagen ein dreidimensionales Interessenkonstrukt entwickelt wurde. Die Verknüpfung der drei Dimensionen

- Interesse an einem bestimmten physikalischen Inhalt,
- Interesse am Kontext des physikalischen Inhaltes,
- Interesse an Tätigkeiten, die man in Bezug auf den Inhalt ausüben kann,

sollte es ermöglichen das Interessenobjekt in jedem Item präzise beschreiben zu können. Das IPN-Interessenmodell berücksichtigt, dass das Interesse einer Person an einem physikalischen Gebiet davon beeinflusst wird, welche Tätigkeiten oder Kontexte assoziiert werden. Folglich ist es wesentlich, ob eine Person das Thema Stromkreis mit der Verkabelung einer Steckdose, der Berechnung der Stromstärke oder dem Experiment mit einer Batterie in Verbindung setzt. Diese Lage des Interesses, von den Autoren als „*topologisches Interesse*“ bezeichnet, korreliert sehr eng mit dem Fachinteresse von Schülern. Somit konnte ermittelt werden welche Bereiche und Dimensionen physikalischer Bildung von Schülern als interessant empfunden werden (Daniels 2008).

1.6.2 Die Interessenentwicklung

Nachdem im ersten Teil dieses Abschnitts drei wesentliche Interessentheorien vorgestellt und das Interessenkonstrukt anhand von Person-Gegenstands-Beziehungen erläutert wurde, soll an dieser Stelle geklärt werden wie sich individuelles Interesse im Laufe eines Lebens entwickelt und welche Modelle der Interessengenese vorliegen.

Hierarchisches Interessenmodell nach Todt

Todt entwickelte einen entwicklungspsychologisch geleiteten Ansatz, der die Interessenentwicklung anhand einer mehrstufigen Schrittfolge, in diesem Beispiel von 0-15 Jahre, darstellt. Dieser Ansatz orientiert sich an Stufenmodellen der kognitiven Entwicklung des Kindesalters und beschreibt das universelle Interesse als Ausgangsbasis der Interessenentwicklung (Abbildung 8) (Todt 1995).

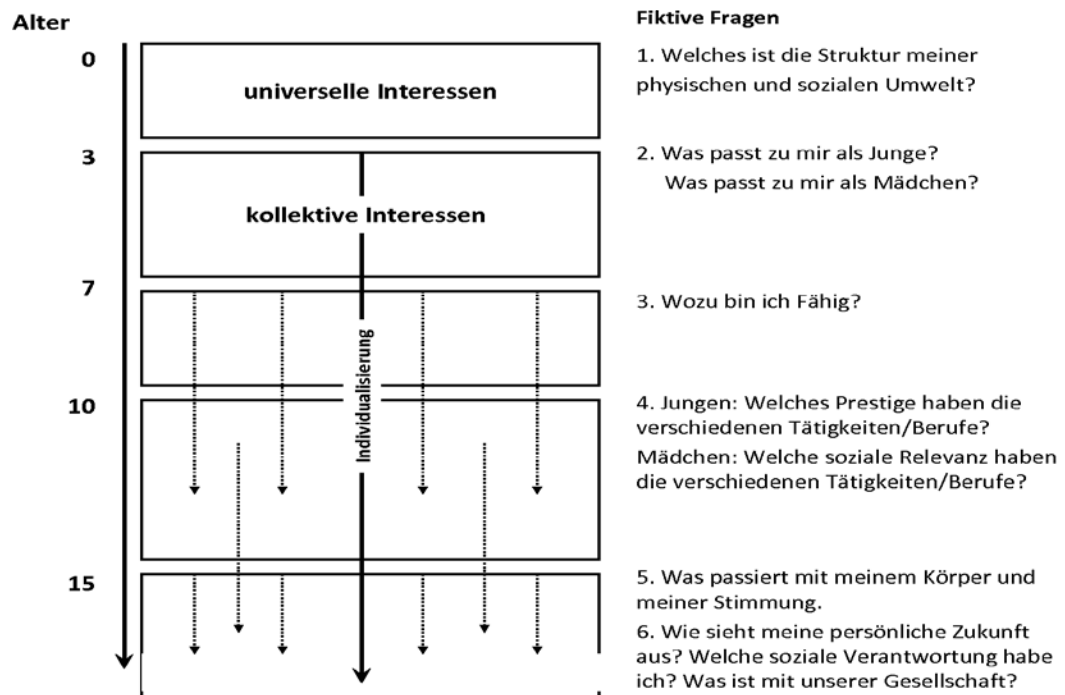


Abb. 8: Entwicklung (Differenzierung) allgemeiner Interessen nach Todt (1995)

Altersstufe 0–3: Da Kleinkinder zunächst auf der Suche nach Strukturen ihrer Umwelt sind, interessieren sie sich im Prinzip für Alles. Indem das Kind sich stärker objekt- oder personenbezogen orientiert, bilden sich laut Todt erste interessenspezifische Differenzierungen aus.

Altersstufe 3–7: Zwischen dem 2. und 7. Lebensjahr kristallisiert sich bei den Kindern eine Geschlechtsidentität heraus. Die Zugehörigkeit zu einer Gruppe (Jungen bzw. Mädchen) beeinflusst in den kommenden Jahren die Interessenentwicklung des Individuums. Bereits 1950 konnte Raban anhand von bevorzugten Spielsachen nachweisen, dass kognitive Prozesse, welche Objekte und Tätigkeiten einem Geschlecht zuordnen, zu einem Geschlechtsgruppen typischen Interesse führen (Raban 1950). Todt bezeichnet diese Übereinstimmung der Interessengebiete altersgleicher Geschlechtsgruppen als „kollektives Interesse“.

Altersstufe 10–15: In der dritten Stufe des Modells steht die Individualisierung des Interesses im Mittelpunkt. Kinder orientieren sich zu diesem Zeitpunkt an ihren Fähigkeiten und Begabungen. Erfolgs- bzw. Kompetenzerlebnisse führen in dieser vom Selbstkonzept des Individuums geleiteten Phase der Interessenentwicklung zum Interesse an bestimmten Objekten und Gebieten. Mit der Orientierung an eigenen Stärken und Schwächen geht in dieser Stufe eine wiederum geschlechtsspezifische Entwicklung einher. Jungen stellen sich die Frage, welches Prestige mit einer Tätigkeit verbunden ist, Mädchen hingegen neigen eher dazu die soziale Relevanz einer Handlung zu hinterfragen.

Altersstufe ab 15: In der letzten Phase des Stufenmodells beschreibt Todt, wie zunehmend Bedürfnisse neben kognitiven Prozessen die Interessenentwicklung beeinflussen.

Zu diesem Zeitpunkt, der in der Regel mit der Pubertät einsetzt, wächst die Bedeutung von Gefühlen und Stimmung derart, dass sogar bisherige Interessenstrukturen aufgebrochen werden können (Todt 1987).

Todts Modell zur Interessenentwicklung kann schlüssig erläutern wie sich Interessen von universellen Interessen des Kleinkindes bis hin zu spezifischen Interessen Jugendlicher herausbilden. Inwieweit jedoch Interessenbezüge entstehen legt dieser Ansatz nicht dar. Die folgende Übersicht von Erklärungsansätzen zur Interessengenese soll hierauf eine Antwort geben.

Bedürfnis nach Autonomie und Selbstbestimmung

Bereits 1899 beschrieb Groos in „Die Spiele des Menschen“ wie bei Kindern „die *Freude am activen [sic] Hervorbringen von Wirkung als ein weiteres Element des allgemeinen Thätigkeitstriebes [sic]*“ zu beobachten ist (Groos 1899, 489). Fast ein Jahrhundert später greifen DECI UND RYAN dieses Konzept auf und formulieren eine Theorie zum Bedürfnis nach Selbstbestimmung (Heckhausen 2006). Mit diesem Bedürfnis ist der Wunsch nach eigenständigem Handeln und nach autonomer Bestimmung der Handlungsabläufe verbunden. Eine Gruppe um Deci und Ryan konnte mit den Befunden diverser Studien nachweisen, dass Schüler, die aktiv am Lernprozess beteiligt sind, ein größeres Interesse an den Lehrinhalten zeigen als Kinder in passiv und fremdgesteuert erlebten Lernkontexten. Womit ein Schulklima, das sich durch selbstbestimmtes und selbstwirksames Handeln auszeichnet, einen elementaren Faktor der Interessenentwicklung von Schülern bildet (Deci, Schwartz et al. 1981). Deci und Ryan postulieren, dass die Selbstbestimmung als ein wesentliches Element zur Entwicklung von Interesse zu sehen ist. Jeder Mensch hat ein angeborenes Bedürfnis neue Inhalte zu erschließen und diese zu bereits vorhandenem Wissen zu addieren. Folglich kann persönliches Interesse langfristig entwickelt werden, wenn dieses Bedürfnis während der Konfrontation mit einem Gegenstand häufig erfüllt wird (Daniels 2008).

Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit

Als eine ergänzende Determinante der Interessengenese beziehen Deci und Ryan das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit als ein weiteres angeborenes Bedürfnissystem mit ein. Dieser Wunsch nach Eingebundenheit kann zur Folge haben, dass sich das Individuum mit Gegenständen, Tätigkeiten oder Werten identifiziert, die ihm in einem nahe stehenden Personenkreis vorgelebt werden. Somit kann individuelles Interesse beeinflusst und die Grundlage für neue Interessenstrukturen gelegt werden. Deci und Ryan konnten nachweisen, dass die Beziehung zu Eltern und Lehrern einen wesentlichen Beitrag für das Aufrechterhalten des Interesses junger Kinder leistet. Unter anderem wird das Interesse von Schülern, die bei schulischen Aktivitäten von ihren Eltern unterstützt werden positiv beeinflusst (Daniels 2008).

Bedürfnis nach Kompetenz

Das Bedürfnis nach Kompetenz beschreibt laut Deci und Ryan den Wunsch einer Person sich in Bezug auf Lern- und Arbeitssituationen als handlungsfähig zu erleben. Kompetenzfördernde Informationen können das Interesse an einem Gegenstand fördern, aber auch die Beurteilung und eine damit verbundene Anerkennung der Leistung wirken sich positiv auf die Leistung und das Interesse des Lernenden aus. Daher dürfen Leistungen von Schülern nicht nur anhand sozialer Bezugsnormenorientierung (welche dem Bereich Bedürfnis nach Eingebundenheit zuzuordnen sind), sondern auch in Form von individuellen Bezugsnormen bewertet werden. Daneben ist ein ausgewogenes Anforderungsniveau mit Aufgaben, die herausfordern aber nicht überfordern, wesentlich für die Ausbildung von Interessen (Daniels 2008). In diesem Zusammenhang prägt CSIKZENTMIHALY den Begriff des Flow-Erlebens. Ein Zustand in dem eine Person sich derart auf eine Aufgabe konzentriert, dass sie sowohl durch innere als auch äußere Störreize nicht beeinflusst wird. Laut Csikzentmihaly entsteht solch ein Flow vornehmlich dann, wenn Handlungsziele autonom bestimmt werden und die Anforderung in einem ausgewogenen Verhältnis zu den Kompetenzen der Person stehen (Csikzentmihaly 1992).

1.6.3 Empirische Befunde zum Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern

Eine Vielzahl von Studien konnten nachweisen, dass im Laufe der Schulzeit das Interesse an allen Schulfächern abnimmt. Der Interessenverlust betrifft alle schulischen Inhalte und Schulformen. Diese Tendenz setzt nachweislich bereits in der Grundschule ein und verstärkt sich insbesondere in der Sekundarstufe I. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass die mit dem Interesse eng verknüpfte Lernfreude der Schüler bei Mädchen hauptsächlich die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer betrifft (Fend 2003). Die Abnahme des Interesses kann jedoch nicht pauschal mit dem Versagen von Schule, Unterricht und Lehrern gleichgesetzt bzw. erklärt werden. Diesbezüglich sind die Ursachen vielschichtig und an mehrere Faktoren gebunden. Die angeführten Interessentheorien und vor allem die Erklärungsansätze zum Interessenverlust, d.h. die Differenzierung des Interesses nach Todt und die Bedürfnisansätze nach Deci und Ryan, stellen ein adäquates Mittel zur Erklärung von schulischem Interessenverlust dar. Warum jedoch die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer besonders von diesem Interessesverlust betroffen sind, können diese Interessentheorien nicht beantworten. Um hierauf eine Antwort zu finden, werden an dieser Stelle einige fachspezifische und fächerübergreifende Interessenstudien – in erster Linie die Studien des IPN – exemplarisch vorgestellt.

Die IPN-Interessenstudie Physik

Eine wegweisende Studie zu naturwissenschaftlichem Interesse wurde in den 80er und 90er Jahren von HOFFMANN, HÄUßLER UND LEHRKE mit der *IPN-Interessenstudie Physik* durchgeführt. Das Konzept der Physikstudie wurde vom IPN in den folgenden Jahren optimiert und zudem auf die Chemie übertragen. Die Studie untersuchte sowohl die Lage und Entwicklung des Interesses als auch Interesse bestimmende Faktoren. Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich folgend zusammenfassen:

- Das Interesse am Fach Physik kann nicht mit dem Interesse an physikalischen Themen gleichgesetzt werden. Es muss deutlich zwischen dem Fachinteresse und Sachinteresse der Schüler unterschieden werden. Der Zusammenhang zwischen diesen Interessenbereichen ist sehr gering, woraus geschlossen werden kann, dass das Unterrichtsangebot nicht den Interessenschwerpunkten der Schüler entspricht
- Im Laufe der Schulzeit nimmt das Sachinteresse ab. Dies geschieht bei Mädchen stärker als bei Jungen, wodurch sich sukzessive eine größere Kluft zwischen den Geschlechtern bildet
- Der Kontext eines Themas bestimmt wesentlich das Sachinteresse der Schüler. So zeigen Mädchen zu 80 % Interesse an einer Pumpe, die in Form eines künstlichen Herzens eingesetzt wird, für eine Pumpe, die zum Erschließen von Erdölquellen eingesetzt wird zeigen jedoch nur 40 % der Mädchen Interesse

Hofmann und Häußler weisen des Weiteren darauf hin, dass Schüler Tätigkeiten auf der praktisch-konstruktiven Ebene (etwas bauen, ein Experiment aufbauen, experimentieren etc.) mit einem hohen Interesse verbinden (Kircher, Girwidz, Häußler 2006).

Mit Hilfe der Studie konnte gezeigt werden, dass das Interesse der Schüler insbesondere durch folgende Kontexte gefördert werden kann:

- Der Bezug physikalischer Inhalte an alltägliche Erfahrungen und Beispiele aus der Umwelt sind Interesse fördernd
- Emotional als positiv empfundene Inhaltskomponenten, z.B. Phänomene, die zum Staunen veranlassen oder ein Aha-Erlebnis bewirken, werden generell als interessant empfunden.
- Die gesellschaftliche Bedeutung der Physik ist eine als hoch zu bewertende Interessenkomponente
- *„Das Entdecken oder Nachvollziehen von Gesetzmäßigkeiten um ihrer selbst willen wird (...) weniger interessant empfunden, insbesondere wenn es um eine quantitative Beschreibung (Formel!) geht. Das Interesse steigt, wenn ein Anwendungsbezug hergestellt wird und dabei Nutzen oder Notwendigkeit einer Quantifizierung erfahren werden können“* (Häußler, Hoffmann 1995).

Interessenstudien Chemie

Bereits Anfang der 80er Jahre untersuchte Becker die Beliebtheit des Chemieunterrichts. Als wesentliches Resultat der Studie konnte er aufzeigen, inwiefern die Beliebtheit des Chemieunterrichts von einigen Rahmenbedingungen abhängig ist. Hierbei ist auffällig, dass die meisten dieser Rahmenbedingungen einen erkennbaren Bezug zu den Bedürfnissystemen der Interessenentwicklung haben. Becker nennt folgende Einflussgrößen, die an dieser Stelle den angeborenen Bedürfnissystemen nach Deci und Ryan zugeordnet werden:

Tab. 12: Vergleich der Rahmenbedingungen nach Becker mit den Bedürfnissystemen nach Deci und Ryan

Rahmenbedingungen nach Becker		Bedürfnissysteme nach Deci und Ryan
- Spannung - Experimente		
- Autonomie	⇒	- Bedürfnis nach Autonomie und Selbstbestimmung
- Anforderungsniveau - Begabungseinschätzung und Selbstvertrauen	⇒	- Bedürfnis nach Kompetenz
- Klassenverband	⇒	- Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit

Somit liefert diese Studie nicht nur Ergebnisse zur Beliebtheit des Chemieunterrichts, sie kann zudem die Theorien zur Interessenentwicklung von Deci und Ryan bestätigen (Becker 1983).

1988 wurde am IPN damit begonnen unter der Federführung von Gräber eine Querschnittstudie zum Interesse an Chemie und Chemieunterricht zu konzipieren, welche im Wesentlichen an die IPN-Interessenstudie Physik anlehnte. Als eines der ersten Ergebnisse zeigte die Interessenstudie entgegen der vorherrschenden Meinung, dass das Interesse am Chemieunterricht mit zunehmender Schuldauer nicht absinkt (siehe Abbildung 9). Die bereits bekannten geschlechtsspezifischen Unterschiede im Interesse von Jungen und Mädchen wurden durch die Studie bestätigt, wobei mit einer Zustimmung von rund 50 % die Schüler sich relativ positiv gegenüber dem Chemieunterricht äußerten. Auch die Interessenstudie Chemie kommt zu dem Schluss, dass Themengebiete mit einer persönlichen Bedeutung, oder mit gesellschaftspolitischen Aspekten am deutlichsten das Interesse der Schüler wecken. Ein historisch oder beruflich orientierter Blickwinkel wird jedoch nur von etwa einem Drittel der Schüler als interessant eingestuft. Im Gegensatz zu früheren Studien führt das vermeintlich schlechte Image der Chemie nicht zu einer Abkehr vom Chemieunterricht. Die Schüler sind vielmehr der Meinung, dass Information notwendig ist, um sich ein Bild von den Gefahren oder chemischen und technischen Entwicklungen der Chemie machen zu können. Wie be-

reits schon Becker konnte auch Gräber nachweisen, dass bestimmte Tätigkeiten ein großes Potenzial besitzen, Interesse zu wecken. Hiermit sind fast ausschließlich Experimente gemeint. Auswendiglernen, Rechnen oder Lesen finden bei den Schülern nur sehr geringen Anklang. Laut der Studie geht Chemieunterricht häufig zu schnell vom beobachteten Phänomen zur Symbolgleichung über, „wodurch viele Schüler, die noch überwiegend unterhalb des formal-operationalen Entwicklungsniveaus stehen, überfordert werden und ohne Erfolgserlebnis leicht das Interesse am Gegenstand verlieren“ (Gräber 1992, 358).

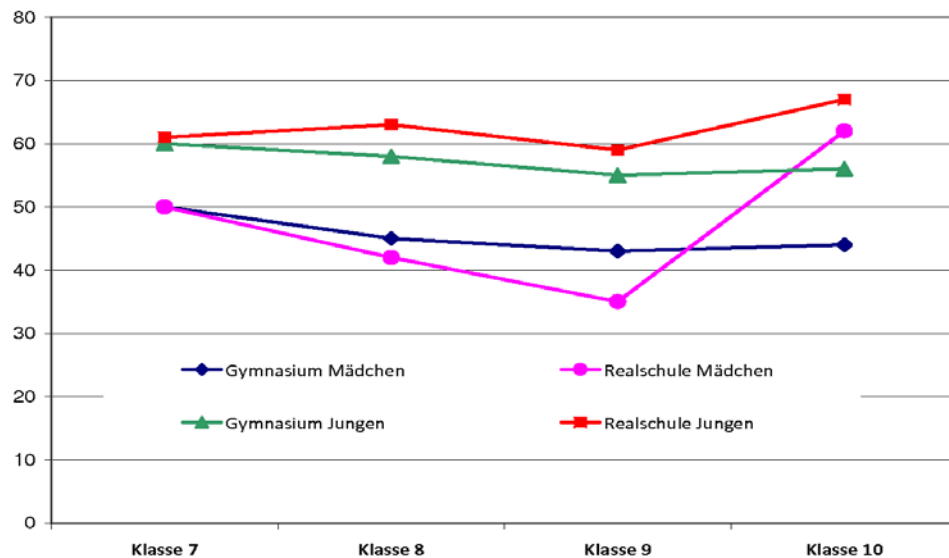


Abb. 9: Interesse am Unterrichtsfach Chemie nach Gräber (1992)

Interessenstudien und STS-Unterricht

Anfang der 90er Jahre hat eine US-amerikanische Forschergruppe STS-Unterricht, welcher - wie bereits in Kapitel 1.4.1 ausführlich dargestellt – die naturwissenschaftlichen Teildisziplinen mittels gesellschaftlichen und alltagsorientierten Problemstellungen integriert, in einem Modellversuch mit traditionellem naturwissenschaftlichen Unterricht verglichen. Folgende Kriterien dienten zur Bewertung der Vergleichsstudie: a) Fachspezifisches Wissen, b) Prozessverständnis, c) Anwendung des Gelernten, d) Problemlösestrategien und Kreativität sowie e) Einstellung gegenüber dem Fach. Beide Unterrichtsformen wiesen bezüglich des fachspezifischen Wissens und dem Verständnis von Konzepten ein ähnliches Niveau auf. Ein erheblicher Unterschied konnte auf dem Gebiet der Anwendung von Gelerntem und bei Problemlösestrategien und Kreativität nachgewiesen werden. Insbesondere konnte dieser Modellversuch zeigen, dass die positive Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften einen dreimal höheren Wert als im traditionellen Unterricht bezifferte. Der Abnahme des Schülerinteresses an naturwissenschaftlichem Unterricht konnte signifikant entgegengesteuert werden, wobei

auch leistungsschwache Schüler eine deutlich positivere Einstellung entwickelten (Daniels 2008).

1990 setzte sich GRÄBER mit der empirischen Studie „Schülerinteresse und deren Berücksichtigung im STS-Unterricht“ das Ziel „*einen Interesse weckenden und fördernden Chemieunterricht zu entwickeln*“. Die Studie wurde bundesweit angelegt und konnte eine Population von 3200 Schülern aufweisen. Neben dem Interesse der Schüler am Chemieunterricht sollte die Befragung klären, welche Determinanten dieses Interesse bestimmen. Somit beinhaltete der Fragebogen neben Items zum Fachinteresse, solche zu Bedingungsvariablen aus inner- und außerschulischen Bereichen und zudem Persönlichkeitsvariablen. Das Fachinteresse fokussierte Gräber mit der These, dass es das Resultat von drei wesentlichen Bedingungen ist:

- „ (...) wenn die Schüler und Schülerinnen ein hohes Sachinteresse haben, wenn sie also an den chemischen Inhalten interessiert sind“
- „ (...) wenn die Lerngegenstände für sie eine persönliche Relevanz haben (...)“
- „ (...) wenn sie in einem angenehmen schülerorientierten Klassenklima von einem fach- und sozialkompetenten Lehrer unterrichtet werden (...)“

Gräber konnte mittels einer Kommunalitätsanalyse¹³ belegen, wie diese drei Variablen (Sachinteresse, Relevanz und Klassenklima) rund 56 % der Varianz des Fachinteresses aufklären.

Letztendlich wurde anhand der Studie nachgewiesen, dass die obig genannten Bedingungen zur Entwicklung des Fachinteresses korrekt sind. Fachinteresse steht in einem engen Zusammenhang mit Sachinteresse, darüber hinaus wird es jedoch durch die persönliche Relevanz der gelernten Inhalte, das chemiebezogene Selbstkonzept des Fachinteresses und durch das Klassenklima signifikant beeinflusst. Als weitere Resultate der Studie konnte abgeleitet werden:

- Interesse wird bei Mädchen vorwiegend durch Themen des persönlichen Umfeldes (Körperpflege, Ernährung und Gesundheit), bei Jungen durch Themen aus den Bereichen Industrie und Technik geweckt
- Durch Einbettung in als interessant empfundene Kontexte oder in Verbindung mit gern ausgeführten Aktivitäten können weniger attraktive Inhalte aufgewertet werden

Gräber zieht schließlich die Bilanz, dass Unterricht nur dann das Interesse der Schüler fördern kann, wenn er ihre Erfahrungen und Bedürfnissen berücksichtigt. Er müsse auf Ereignissen der vertrauten Lebenswelt aufbauen, sich mit präsenten Technologien sowie gesellschaftlichen Problemen auseinandersetzen. Schüler müssten des Weiteren

¹³ Die Kommunalität einer Variablen gibt an, in welchem Ausmaß diese Variable durch die Faktoren aufgeklärt bzw. erfasst wird.

die Notwendigkeit naturwissenschaftlicher Konzepte nachvollziehen können und sich der persönlichen Bedeutsamkeit der Lerngegenstände bewusst sein. Gräber weist abschließend darauf hin, dass STS-Unterricht darauf zielt diese Bedingungen eines Interesse fördernden Unterrichts zu erfüllen (Gräber 1995).

1.6.4 Zusammenfassung

Die vorgestellten Erhebungen zum naturwissenschaftlichen Interesse von Schülern zeigen, dass die Lernenden durchaus Interesse an naturwissenschaftlichen Themen haben. Im traditionellen Unterricht gelingt es jedoch nur selten vorhandene Interessenstrukturen aufzudecken und diese konsequent zu fördern. Damit naturwissenschaftlicher Unterricht Interesse fördernd sein kann, muss er eine Reihe von Bedingungen erfüllen. Bei der Konzeption eines solchen Unterrichts können neben den Ergebnissen der Begleitstudien insbesondere die Theorien zum Interessenkonstrukt und zur Interessenentwicklung als adäquates Hilfsmittel genutzt werden. Decci und Ryan verdeutlichen in ihrem Ansatz, dass die Interessenentwicklung an ein angeborenes Bedürfnissystem gekoppelt ist. Des Weiteren sei auf die Theorie von Todt hingewiesen, wonach sich das Interesse im Laufe der Entwicklung, ausgehend von einem universellen Interesse, differenziert. Demnach sollten auch geschlechtsspezifische Interessen im Unterricht nicht außer Acht gelassen werden.

Interesse fördernder naturwissenschaftlicher Unterricht ist ...

- ... derart gestaltet, dass er die Autonomie der Schüler fokussiert und ihr Bedürfnis nach Selbstbestimmung fördert. Der Gegenstand der Interessensbildung wird für die Schüler als persönlich bedeutsam eingeschätzt, wenn sie z.B. an der Wahl der Themeninhalte beteiligt werden
- ... in ein positives Unterrichtsklima eingebettet. Das Bedürfnissystem sozialer Eingebundenheit nimmt maßgeblich Anteil an der Bildung neuer Interessenstrukturen
- ... tätigkeitsorientiert. Praktisch-konstruktive Tätigkeiten, vor allem in Form des Experimentierens, können das Bedürfnis der Schüler nach Kompetenz befriedigen. Nur wenn sich eine Person in einer Lern- oder Arbeitssituation als handlungsfähig erlebt, kann Interesse geweckt werden. Anforderungen müssen in einem ausgewogenen Verhältnis zu den Kompetenzen der Schüler stehen

... mit der Erfahrungswelt der Schüler verknüpft und orientiert sich an Anwendungsbezügen. Zudem muss sich das Sachinteresse der Schüler im Fachinteresse widerspiegeln können. Nur wenn sich der Lerngegenstand auf die Erfahrungen der Schüler bezieht und Kontexte wie Gesellschaft, Umwelt und Technologie nutzt, die für den Lernenden von persönlicher Relevanz sind, kann Interesse geweckt werden. Dies gelingt insbesondere in einem fächerübergreifenden Unterricht.

1.7 Forschungsfragen

Die vor allem in der Presse teils polemisch geführten Diskussionen zur Bedeutung eines integrierten naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts zeigen, dass es bisher keinen Konsens bezüglich des Potenzials des Fächerverbundes gibt. Nur wenige wissenschaftliche Studien können die Wirkungen des integrierten Unterrichts auf die Interessen- und Kompetenzentwicklung der Schüler belegen. Überwiegend wird aber sowohl von Gegnern als auch von Befürwortern dieser Unterrichtsform lediglich mit (eigenen) Erfahrungswerten argumentiert. Obwohl der Integrierte Naturwissenschaftsunterricht zu Beginn der Sekundarstufe I mittlerweile in fast allen deutschen Bundesländern unterrichtet wird, liegt die aussagekräftigste Studie zu dieser Thematik (PING 1998) schon mehr als zehn Jahre zurück. Ein noch größerer Forschungsbedarf zeigt sich bezüglich der Einstellung von Lehrern zum naturwissenschaftlichen Fächerverbund. Lehrerexperten beschränken sich bisher auf rein qualitative Äußerungen zu Unterrichtserfahrungen. Diese Lücken versucht die vorliegende Arbeit zu schließen, indem zum einen eine Erhebung der Interessenstrukturen der Fünft- und Sechstklässler durchgeführt wird und zugleich in einer landesweiten Lehrerbefragung die naturwissenschaftlichen Fachlehrer das Potenzial des integrierten Anfangsunterrichts beurteilen. Außerdem wird im Rahmen dieses Forschungsprojektes ein integrierter Naturwissenschaftsunterricht für die Klassenstufen 5 und 6 konstruiert und wissenschaftlich begleitet. Dabei spielen die im ersten Kapitel diskutierten Interessentheorien eine zentrale Rolle. Die empirische Untersuchung des Projektunterrichts ergänzt die rein quantitative Interessen- und Lehrerbefragung unter anderem durch qualitative Feldforschung und kann somit theoretische und praktische Befunde sinnvoll miteinander verknüpfen.

Folgende Fragen sind von zentraler Bedeutung:

- Welchen Ausprägungsgrad zeigt das naturwissenschaftliche Interesse von Schülern zu Beginn der Sekundarstufe I und wie entwickelt es sich im Laufe der Klassenstufe 5 und 6?
- Wird mit einem integrierten Fachunterricht das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften nachhaltig gestärkt?
- Wie beurteilen Fachlehrer einen integrierten naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht mit Blick auf die Bereiche „Interesse und Kompetenzen“, „schulische Einbettung“ sowie „Bildung und Erziehung“?
- Wie schätzen Lehrer ihre eigenen Kompetenzen bezüglich dieses Unterrichts ein und halten sie die Einführung eines integrierten Naturwissenschaftsunterrichts für sinnvoll?
- Kann ein integrierter Naturwissenschaftsunterricht in den Orientierungsstufen den Forderungen nach der Vermittlung erster Kompetenzen und naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen gerecht werden?

- Ist es möglich das Bild der Schüler von Naturwissenschaften positiv zu beeinflussen?
- Bilden Interessentheorien eine adäquate Konzeptionsgrundlage für einen integrierten Naturwissenschaftsunterricht?
- Kann das neue Fach in die naturwissenschaftliche Ausbildung an Schulen integriert werden und somit eine lückenlose Ausbildung gewährleisten?

Kapitel 2

2 Konzeption und Erprobung

2.1 Projektübersicht

Diese Arbeit befolgt sowohl bei der Konzeption und Erprobung als auch bei der Evaluation die Prinzipien der Aktionsforschung. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass der Forscher nicht nur für die Teilnehmer offensichtlich Daten erhebt, sondern direkt in das Geschehen als Akteur einbezogen ist. Die Aktionsforschung wird im Wesentlichen durch drei Grundsätze definiert:

1. Forscher und Teilnehmer arbeiten gleichberechtigt zusammen
2. Die Untersuchungsthemen besitzen eine praktische Relevanz
3. Erkenntnisgewinn und Veränderung, Forschung und Praxis gehen Hand in Hand, womit der Forschungsprozess gleichzeitig zum Lern- und Veränderungsprozess wird (Bortz, Döring 2003)

Somit bietet die Aktionsforschung die Möglichkeit, die im Wechsel von Handlungsphasen und Datenerhebung sowie Auswertung gewonnenen Ergebnisse direkt in die Konzeption und Evaluation einzubeziehen. Woest, der erstmals seitens der Chemiedidaktik das Prinzip der Aktionsforschung zur wissenschaftlichen Begleitung von Unterricht nutzte, resümiert: *„Informationssammlung wird also nicht vom Gesamtprozeß isoliert betrachtet oder als einmalige Phase im Forschungsprojekt durchgeführt. Sie ist Medium des Forschungsprozesses selbst“* (Woest 1995, 66). So werden mittels der Informationssammlung nicht einfach nur Gegebenheiten festgestellt. Die Daten werden mit direkter Relevanz für bestimmte Handlungen gesammelt, d.h. sie nehmen Einfluss auf die Konstruktion des Unterrichts und bestimmen die weitere Durchführung. Zudem muss der Aktionsforschungsprozess, auch aufgrund seiner zyklischen Anlage, als ein Lernprozess für alle Beteiligten verstanden werden. Das hat zur Folge, dass die Ziele des Forschungsvorhabens immer wieder neu zur Disposition stehen (Woest 1995).

Eiks und Ralle sehen eine wesentliche Aufgabe der Aktionsforschung in der Verzahnung von curricularer Entwicklungsforschung an den Hochschulen und der unterrichtlichen Praxis und ihrer Bedürfnisse (Eilks, Ralle 2002). Promotionen der Arbeitskreise Eilks und Woest konnten die Praktikabilität der Aktionsforschung auf diesen Gebieten in den letzten Jahren belegen (Pennig 2005, Bojko 2005, Marks 2009, Witteck 2006).

Das Forschungsvorhaben gliedert sich mit einer Pilotstudie und einer Hauptstudie in zwei Teile. Parallel zu den zwei Erprobungsphasen wurde das Projekt dokumentiert, weiterentwickelt und evaluiert (Abbildung 10).

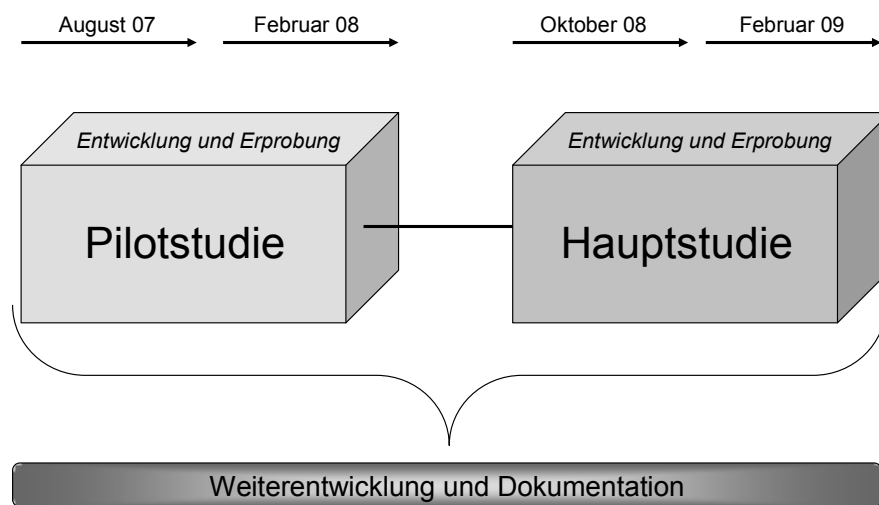


Abb. 10: Verlauf der Aktionsforschung

Die Pilotstudie zeichnet sich dadurch aus, dass die Projektentwicklung direkt mit der ersten Phase der Lehrerausbildung verzahnt wurde. Im Rahmen des Seminars *Lernwerkstatt* entwickelten und erprobten Studenten die Projekteinheiten Wasser, Luft, Boden sowie Mikroskop und Mikrokosmos. Die Ergebnisse der Begleitforschung und die gesammelten Erfahrungen der angehenden Chemielehrer wurden bei der Weiterentwicklung der Projektthemen berücksichtigt und flossen zudem in die Konzeption der Hauptstudie ein. Daneben konnten die in Kapitel 1 angeführten Erkenntnisse, Erfahrungen und Befunde zum integrierten Naturwissenschaftsunterricht bei der Entwicklung der Projekteinheiten mit einbezogen werden.

Für die Hauptstudie wurde ausschließlich das Thema Nahrung und Ernährung entwickelt, erprobt und evaluiert (siehe Kapitel 2.3). Standen bei der Pilotstudie vorwiegend noch konzeptionelle Schwerpunkte im Fokus des wissenschaftlichen Designs, wurde in der Hauptuntersuchung vor allem die Interessen- und Kompetenzentwicklung der Schüler betrachtet. Dies geschah zudem nicht mehr im Rahmen der universitären Ausbildung. Wie bereits in der Voruntersuchung wurde die Projekteinheit als Experimentiererset entwickelt, welches einsatzbereit in Form von Boxen vorliegt.

2.2 Pilotstudie

Die Pilotstudie muss als konzeptionelle Basis der eigentlichen Erprobung verstanden werden. Sie bietet die Möglichkeit Erfahrungen und erste empirische Daten zu gewinnen, welche bei der Konstruktion der Hauptstudie berücksichtigt werden. An dieser Stelle wird zunächst das Projektkonzept vorgestellt, welches maßgeblich durch die unter Punkt 1.5 diskutierten Thesen und Argumente zur Bedeutung des integrierten naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts beeinflusst wird. Hieran gliedert sich die Erläuterung der inhaltlichen Aspekte sowie der Methodik und des Aufbaus der Pilotstudie. Abschließend werden die Ergebnisse der Studie vorgestellt und Schlussfolgerungen für die Hauptstudie gezogen.

2.2.1 Projektkonzept

Die Pilotstudie zur integrierten Naturwissenschaft wurde in Form eines Projektunterrichts konzipiert. Der Name Naturwissenschaft (Singular) verdeutlicht, dass der Projektunterricht als ein souveräner Unterricht zu verstehen ist, welcher die Teildisziplinen Biologie, Chemie und Physik integriert. Konzepte und Methodenverständnis der Fachdisziplinen werden nicht addiert oder gesondert betrachtet, vielmehr sollen durch Alltagsbezüge und durch die Orientierung an Phänomenen fächerübergreifende Schnittmengen gefunden und genutzt werden, sodass durch das Bereitstellen interdisziplinärer Lernmöglichkeiten an phänomenorientierten Problemstellungen ein ganzheitliches Verständnis der Naturwissenschaft gewährleistet wird.

Der im Rahmen der Studie entwickelte Unterricht kann bezüglich der Organisationsform, dem Zweck und dem Unterrichtsverfahren folgendermaßen systematisiert werden (vgl. Kapitel 1.1):

Die fächerübergreifenden Projekteinheiten werden als integrierte Unterrichtsform konzipiert. Die disziplinären Fachgrenzen von Biologie, Chemie und Physik werden durch eine fächerübergreifende Gestaltung der Inhalte und durch gemeinsam genutzte Fachbegriffe überschritten.

Der Projektunterricht kann in der Schule bereits bestehende naturwissenschaftliche Curricula ergänzen, aber auch in einer zeitlich souveränen Einheit zusätzlich zum Fachunterricht eingesetzt werden. Letzteres ist beispielsweise in einer Projektwoche oder als wöchentlicher Projektunterricht möglich.

Der fächerübergreifende Unterricht fokussiert lebensweltliche und überfachliche Phänomene oder Handlungsformen, indem er übergeordnete Themengebiete aufgreift und bearbeitet. Somit ist er einem rein integrativen Verfahrensansatz zugeordnet.

Mit Beginn der konzeptionellen Arbeit an der Pilotstudie im Frühjahr 2007 war nicht bekannt, dass sich in Thüringen ein integriertes naturwissenschaftliches Fach für die Klassenstufen 5 und 6 in der curricularen Planung befindet. Bisher klaffte nach dem Sachunterricht eine Lücke in der naturwissenschaftlichen Ausbildung Thüringer Schüler. So baut das Referenzsystem der Pilotstudie unter anderem darauf auf, dass der Projektunterricht eine Brückenfunktion einnimmt (Demuth 2005). D.h. er soll zwischen dem Sachunterricht der Grundschule und dem systematischen Fachunterricht der Klassenstufe 7 vermitteln. Dies geschieht vor dem Hintergrund von Analysen der Lehrpläne und der Unterrichtspraxis des Sachkundeunterrichts. Diese belegen, dass chemische und physikalische Lehrinhalte weitgehend unterrepräsentiert sind, biologische Themen hingegen stark dominieren (Lück 1998). Dementsprechend hat der Unterricht zwei Aufgaben zu erfüllen. Er muss zum einen die im Sachunterricht entwickelten naturwissenschaftlichen Grundkenntnisse und Kompetenzen aufgreifen, zum anderen muss er naturwissenschaftliche Konzepte und Methoden derart vermitteln, dass die Differenzierung in die Fachdisziplinen problemlos erfolgen kann. Bekanntermaßen gestaltet sich das deutsche Bildungssystem sehr heterogen. Da auch die Grundschulen die unterschiedlichsten Bildungstheorien als Lehrgrundlage nutzen, wäre es ausgesprochen naiv davon auszugehen, dass Schüler mit Beginn der Orientierungsstufe auch nur annähernd gleiche naturwissenschaftliche Kompetenzen und Kenntnisse besitzen. Daraus resultiert die Prämisse, den Projektunterricht mit der Annahme zu konzipieren, dass die Schüler vorwiegend alltagsbedingte Vorstellungen und Vorkenntnisse von der Naturwissenschaft aufweisen. Die im Sachunterricht vermittelten Konzepte und Methoden gilt es aufzudecken.

Die besagte Brückenfunktion des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts kann durch einen entwicklungspsychologischen Aspekt um eine weitere Aufgabe ergänzt werden. Nach PIAGET kann die intellektuelle Entwicklung des Kindes in vier Hauptstufen unterteilt werden:

1. Die sensomotorische Stufe (0. bis 2. Lebensjahr)
2. Die präoperationale Stufe (2. bis 7. Lebensjahr)
3. Die konkret-operationale Stufe (7. bis 11. Lebensjahr)
4. Die formal-operationale Stufe (ab dem 11. Lebensjahr)

Auf der Stufe des konkret-operationalen Handelns entwickelt das Kind die Fähigkeit logische Operationen durchzuführen. Zu diesem Zeitpunkt kann das Kind Informationen transformieren und selektiv verwenden, somit können Möglichkeiten verschiedener Handlungen und deren Ergebnisse durchgeführt werden. Obwohl das kindliche Denken bereits auf einem hohen Niveau stattfindet, ist sich das Kind der Prinzipien, die es anwendet, nicht bewusst. Nur konkrete Darstellungen werden mit Denkabläufen

verknüpft. Sieben bis elf Jahre alte Kinder haben somit noch Probleme mit hochabstrakten Denkabläufen wie z.B. der Modellvorstellung. Die Stufe der formalen Operation beschreibt die Entwicklung der Fähigkeit logisches Denken mit Abstraktion durchzuführen. Die Jugendlichen wenden Methoden zur Bestimmung kausaler Verknüpfungen an. Erstmals werden „Wenn-Dann-Beziehungen“ formuliert, womit sich eine elementare Form des wissenschaftlichen Denkens ausbildet. Schüler durchlaufen diesen Übergang von der Stufe der konkreten Operation zur formalen Operation im Alter zwischen zehn und elf Jahren, also während sie in der Orientierungsstufe sind¹⁴ (Gage, Berliner 1996).

Gerade integrierter Naturwissenschaftsunterricht kann hier eine Brückenfunktion einnehmen, indem er diesen Übergang begleitet. Da sukzessive naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen sowie erste Modellvorstellungen vermittelt werden, bietet sich die Chance diesen entscheidenden Übergang zur nächsten intellektuellen Entwicklungsstufe zu fördern. Durch die Stärkung des logischen und wissenschaftlichen Denkens kann somit ein wesentlicher Beitrag zur Förderung der naturwissenschaftlichen Bildung im Sinne der Scientific Literacy gewährleistet werden (vgl. Kapitel 1.5). Die folgende Abbildung stellt die Verzahnung der zwei diskutierten Brückenfunktionen dar:

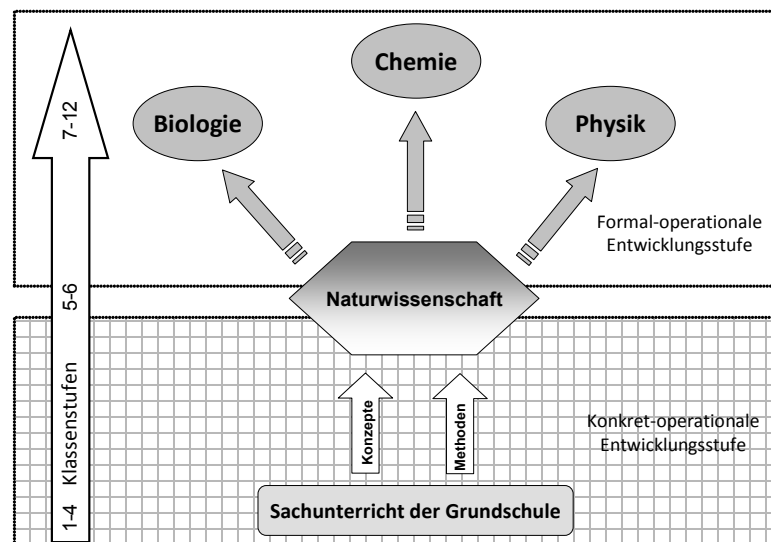


Abb. 11: Die Brückenfunktion des Projektfaches verändert nach Demuth (2005)

¹⁴ Es bleibt zu berücksichtigen, dass Piagets Stufenmodell eine von vielen Modellvorstellungen zur geistigen Entwicklung des Kindes ist. Daneben betonen Phasenmodelle stärker die Kontinuität der Entwicklung. Wachstumsmodelle vernetzen physische mit psychischen Veränderungen und sogenannte Sequenzmodelle betonen beispielsweise die Befriedigung von Bedürfnissen als Voraussetzung für weitere Entwicklungsschritte (Oerter 2002).

Hieran setzt auch die Prozessorientierung der entwickelten Experimentiersets als ein wesentlicher Leitgedanke der Pilotstudie an, wobei sich diese Konzeption an dem von der „*American Association for Advancement of Science*“ entwickelten Schulcurriculum „*Science A Process Approach*“ orientiert. Der Ansatz ermöglicht die naturwissenschaftlichen Teildisziplinen anhand eines verbindlichen Systems von Prozessen zu integrieren (vgl. Kapitel 1.4).

Im Projektfach soll ein naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinn vor allem durch die Vermittlung von Methoden, Arbeitsweisen und Tätigkeiten gewährleistet werden. Die unter der Federführung von Gagné entwickelte Theorie der Prozessorientierung sieht das Experiment als „*Schlußstein integrierender Prozesse*“ (Gagné u.a. 1973, 116). In Anlehnung an diese These sollen die Schüler in den entwickelten Projekteinheiten vor allem prozessbezogene Kompetenzen wie Beobachten, Beschreiben, Untersuchen, Messen, Reflektieren und Schlussfolgern erwerben und dadurch geistige Operationen erlernen, die sich im Prozess des wissenschaftlichen Problemlösens als nützlich erwiesen haben (Gagné u.a. 1973). Im Gegensatz zum didaktischen Ansatz von Science A Process Approach kann die Vermittlung der prozessorientierten Fertigkeiten in der Studie nicht sehr kleinschrittig, d.h. mit der Schuleinführung über sechs Jahre hinweg, verlaufen. Die Schüler erwerben diese Kompetenzen, indem sie eigenständig experimentieren und somit heuristische Strategien als Werkzeug des selbständigen Wissenserwerbs erlernen.

Mit den Projekteinheiten Wasser, Luft, Boden sowie Mikroskop und Mikrokosmos wurden für die Pilotstudie in Anlehnung an die curriculare Situation der Orientierungsstufe (vgl. Kapitel 1.3) möglichst lebensnahe und alltagsorientierte Themenbereiche ausgewählt. Dies soll gewährleisten, dass die hohe Motivationslage dieser Altersstufe aufgegriffen und das Interesse der Schüler an der Naturwissenschaft nachhaltig gefördert wird und sich bei den Schülern ein positives Bild von den Naturwissenschaften herauskristallisieren kann. Die folgende Grafik gibt einen zusammenfassenden Überblick zum Projektkonzept der Pilotstudie:

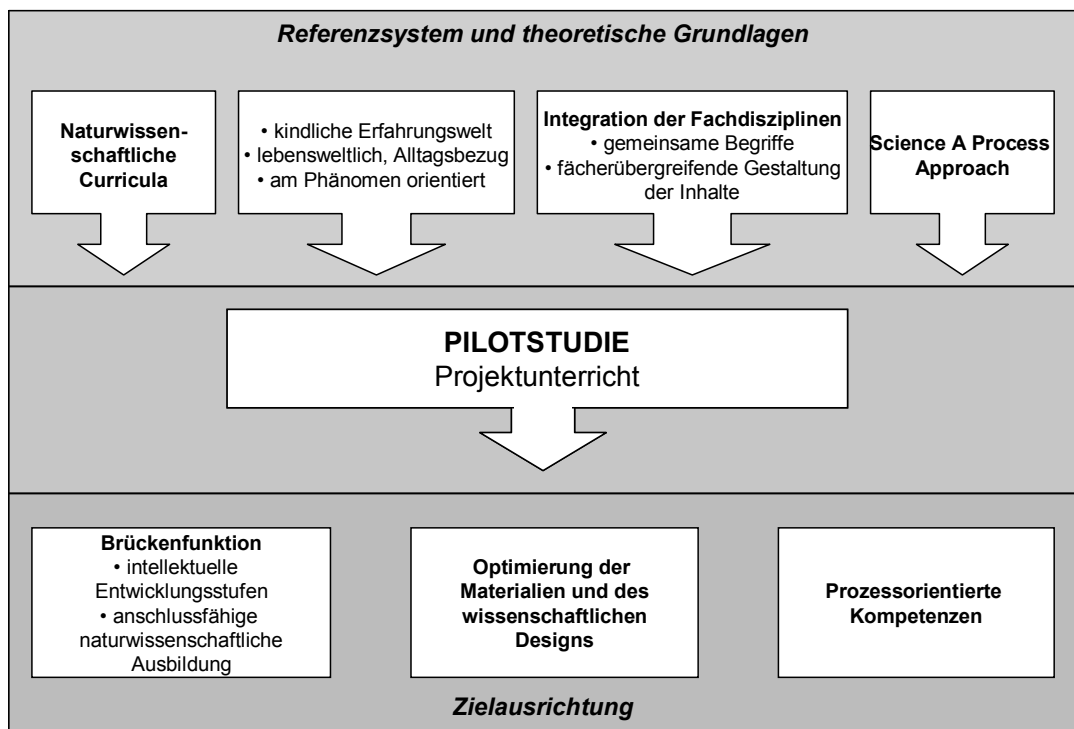


Abb. 12: Projektkonzept der Pilotstudie

2.2.2 Ausgangslage und Projektsituation

Das Seminar Lernwerkstatt

Seit 2002 wird an der Universität Jena das chemiedidaktische Seminar „Lernwerkstatt Chemie“ angeboten. Bei der Konzeption des Seminars wird unter anderem das Ziel verfolgt, die Lehrerausbildung stärker mit der Praxis zu verzahnen. Die Veranstaltung ermöglicht den Studierenden sich bereits in den ersten Studienjahren mit fachdidaktischen Fragestellungen auseinanderzusetzen und erste intensivere Kontakte mit der Schulpraxis aufzunehmen (Pennig 2005).

Wichtige Arbeiten der Pilotstudie wurden im SS 2007 mit Studierenden der Veranstaltung „Lernwerkstatt Chemie“ durchgeführt. Mit Beginn des Sommersemesters 2007 wurde den Studierenden im Rahmen des Seminars die Aufgabe gestellt, Experimentalsets zu einem fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Projektunterricht zu entwickeln. Die konzeptionellen Rahmenbedingungen sowie die Themengebiete wurden den darauf hin gebildeten Arbeitsgruppen vorgegeben. In den ersten Semesterwochen wurden unter Anleitung pro Gruppe zwischen vier und sechs am Projektkonzept orientierte Experimente entwickelt. Diese *Entwicklungsphase* ergänzte sich durch erste *Erprobungen* an der Leonardoschule Jena. Die Projekterprobung wurde von den Studierenden zunächst mit Beobachtungsprotokollen begleitet. Hier standen

Beobachtungsaufgaben zur praktischen Umsetzung der Versuchsdurchführung im Mittelpunkt. Im Sinne der Aktionsforschung und der Verzahnung des Seminars mit der Praxis wurden die Schüler beim Experimentieren von den Studierenden betreut, sodass eine Vielzahl von Erfahrungen im Praxisfeld gesammelt werden konnten. Eindrücke und Ergebnisse der Erprobung flossen in anschließenden Gruppenkonsultationen in die erste Überarbeitung der Projekteinheiten ein. Zum Ende des Semesters wurden alle Projekteinheiten nochmals von der gesamten Seminargruppe in einem Praktikum durchlaufen. Die teilnehmenden Schüler wurden in einer schriftlichen Befragung um ein Projektresümee gebeten.

In Wintersemester 2007/2008 wurde die Veranstaltung in fakultativer Form fortgeführt, wobei es ein wichtiges Ziel war, die eingesetzten Experimentieranleitungen zu überarbeiten, was zum Teil in der Veranstaltung zeitlich nicht mehr möglich gewesen ist. Diese *Korrekturphase* mündete mit den Naturwissenschaftstagen der Leonardoschule in sechs weiteren Erprobungen. Zu diesem Zeitpunkt bewerteten die Schüler das Projekt erneut in Form eines Fragebogens.

Die Pilotstudie endete wenige Tage später mit einem Filmprojekt. An zwei Tagen sollten die Schüler in Zweiergruppen ein Experiment ihrer Wahl präsentieren. Ohne Unterstützung von Lehrpersonen erläuterten die Schülergruppen die Durchführung und den fachlichen Hintergrund des Experiments, indem sie den Versuch schrittweise vorstellten. Lediglich die Materialien und Experimentieranleitungen wurden zur Verfügung gestellt, sodass die Filmaufnahme die Auswertung der Pilotstudie ergänzt (vgl. Kapitel 2.2.5).

LEONARDO

Die Leonardoschule Jena war wichtigster Kooperationspartner der Pilotstudie. Die reformpädagogisch geprägte Schule sieht sich in der Tradition demokratischer Schulen wie Summerhill. Da die Schule als eine Ganztagschule konzipiert ist und sich durch ein eingleisiges Schulsystem und eine geringe Klassenstärke von 15 Schülerinnen und Schülern auszeichnet, bietet sie ideale Voraussetzungen zur Erprobung des Projektes.

Der Tagesablauf in der Leonardo Schule gliedert sich wie folgt: Während von 08:00 – 10:00 Uhr in den Kernfächern (Deutsch, Mathe, Englisch) stringente thematische Vorgaben im Mittelpunkt stehen, wird in der Lernbüro-Zeit (10:30 – 12:00) auf selbständiges Lernmanagement Wert gelegt, wobei der Lehrer in Form eines Coaches in den Hintergrund tritt. Im Rahmen der täglichen Projektzeit (13:00 – 15:30) wurden die vier Projekteinheiten zu ausgewählten Terminen vorgestellt. Dies bedeutet, dass für die vier bis sechs Experimente jeder Einheit etwas mehr als drei Schulstunden zur Verfügung standen. Der Ablauf der Projekte wurde zu Beginn der Erprobungsphase im Plenum erläutert. Die Experimente sollten von den Schülern in Form eines Lernzirkels durchlau-

fen werden. Um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, wurden die Stationen mehrmals aufgebaut. Die demokratische Ausrichtung der Schule machte sich insbesondere bei der eigenständigen Gruppeneinteilung der Schüler bemerkbar. Da die Schüler es gewohnt sind Entscheidungen zu treffen und dabei gruppendynamische Einflüsse zu berücksichtigen, lief die Gruppenbildung ohne jegliche Probleme ab. Die Klasse 5 der Leonardoschule hatte zu diesem Zeitpunkt schon einige Erfahrung im Experimentieren gesammelt, da die Arbeitsgruppe Chemiedidaktik der Universität Jena zu verschiedenen Schulanlässen (Tag der Offenen Tür, Naturwissenschaftstage) einige Themen des universitären Schülerlabors vorstellte. Die Klasse setzte sich aus 11 Mädchen und 4 Jungen zusammen und muss als besonders leistungsheterogen eingeschätzt werden. Dies erklärt sich dadurch, dass die Leonardoschule auch Schülern mit Lernschwächen die Chance bieten möchte das Abitur abzulegen. Auswirkungen auf den Ablauf des Projektes konnten diesbezüglich nicht festgestellt werden. Die Schüler bearbeiteten ausnahmslos die bereitgestellten Experimente und führten überwiegend Protokoll. Abbildung 15 dokumentiert den zeitlichen Verlauf der Pilotstudie:

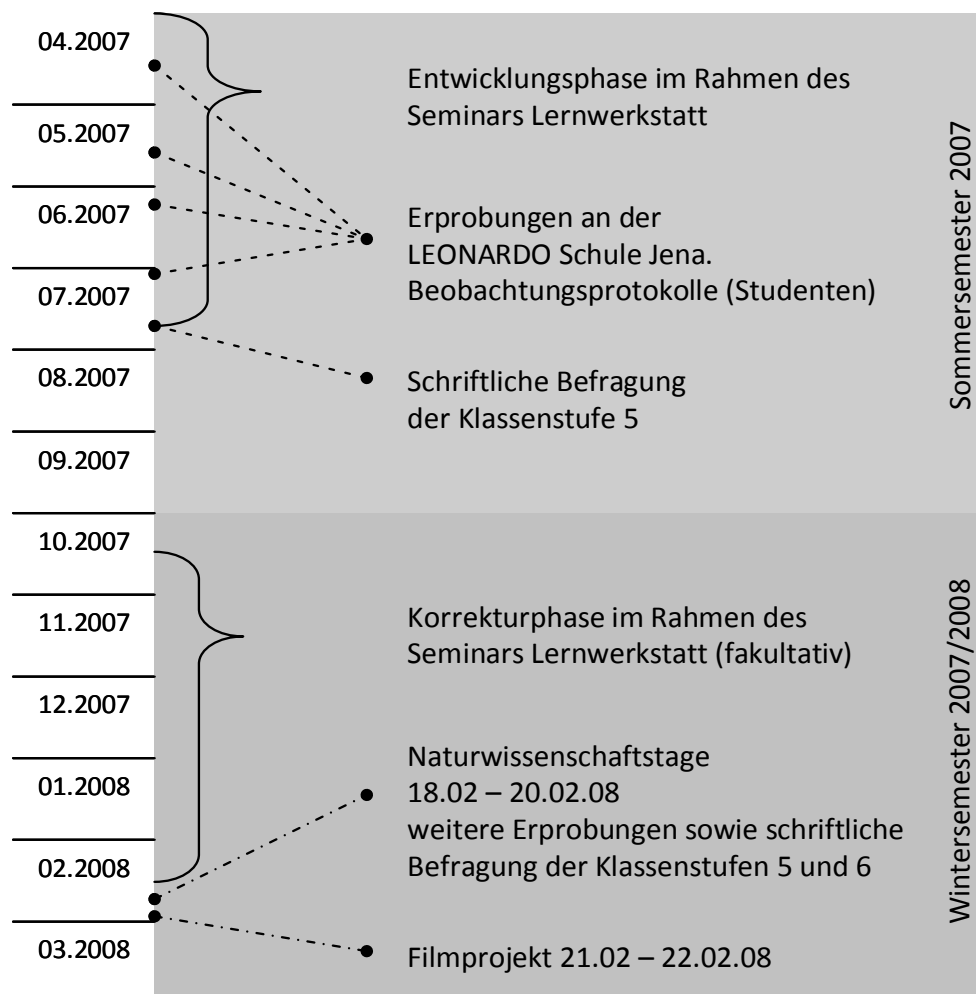


Abb. 13: Zeitlicher Verlauf der Pilotstudie

2.2.3 Die Projektthemen

Die vier Projektthemen Wasser, Luft, Boden sowie Mikroskop und Mikrokosmos wurden während der Entwicklungsphase der Pilotstudie in einer ersten Version ausgearbeitet und über mehrere Stufen hinweg revidiert und korrigiert. Im Anhang finden sich die abschließenden Versionen. Im Mittelpunkt der Experimentiersets steht die Etablierung von Methodenkompetenzen zur sachgerechten, situationsbezogenen und zielgerichteten Verwendung von Arbeitstechniken und Verfahrensweisen der Naturwissenschaften. Die Lernangebote sind relativ anspruchsvoll und ganzheitlich angelegt. Die Inhalte kommen aus dem unmittelbaren Erfahrungsbereich der Schüler. Durch die Phänomenorientierung sollen möglichst viele Sinne gleichzeitig angesprochen werden. Wesentliches Element der Projekteinheiten ist, dass alle Experimente von den Schülern selbst durchgeführt werden können. Daher entsprechen die bei den Versuchen verwendeten Chemikalien durchweg den Sicherheitsvorgaben für Schülerexperimente. Im folgenden Abschnitt werden die Projekteinheiten anhand ihrer Lernziele vorgestellt, daneben soll die methodische Umsetzung mit Hilfe einiger Beispiele exemplarisch verdeutlicht werden.

2.2.3.1 Die methodische Umsetzung

Die Experimentieranleitungen zu den vier Themengebieten sind einheitlich nach folgender Struktur aufgebaut:

Zunächst werden die Schüler mit einer möglichst lebensnahen und alltagsorientierten Fragestellung oder Aussage konfrontiert. Die Einleitung gibt einen kurzen Überblick zur Thematik des Versuches und soll das Interesse der Schüler an dem Lerngegenstand wecken.

Was ist eigentlich Smog?

Vielleicht hast Du schon mal im Fernsehen oder im Radio gehört, dass an manchen Tagen vor „Smog“ gewarnt wurde. Oder vielleicht konntest Du selbst bereits beobachten wie eine Stadt vom Smog eingehüllt wurde. Vor allem Kinder, kranke und alte Menschen sind dann in Gefahr.

Doch was ist Smog eigentlich und warum ist er so gefährlich?
Das folgende Experiment soll Dir zeigen, wie Smog überhaupt entsteht.

Abb. 14: Beispiel Material Pilotstudie Einleitung

Im nächsten Abschnitt werden die für das Experiment benötigten Geräte und Chemikalien aufgeführt. Wenn nötig wird neben dem alltagsgebräuchlichen Namen noch die fachliche Bezeichnung genannt. Mit der Teilüberschrift „Für das Experiment benötige ich“ wird der Schüler durch die Verwendung des Personalpronomens in einen direkten Bezug zur Versuchsdurchführung gestellt.

Für das Experiment benötige ich:

Geräte:

- 3 Schraubgläser
- Esslöffel
- Schaufel
- Plastiktüte

Chemikalien:

- Wasser
- Bodenproben (Schulhof, Blumenerde)
- Kochsalz (Natriumchlorid)



Abb. 15: Beispiel Material Pilotstudie Geräte/Chemikalien

Der dritte Teil der Versuchsvorschriften erläutert schrittweise die Durchführung des Experiments. Die Beschreibung ist sprachlich so gestaltet, dass sie für Schüler der Orientierungsstufe verständlich ist. Komplexere Handlungsabläufe werden durch Abbildungen verdeutlicht.

So wird es gemacht:

- Falte das Tonpapier so, dass eine Seite länger ist als die andere.
- Klebe die beiden Enden zusammen.
- Bohre mit einem Bleistift zwei übereinander liegende Löcher in den Karton. Die Löcher sollten sich mittig und im vorderen Bereich der dickeren Seite befinden.
- Dann schiebst du ein kurzes Stück (ca. 5 cm) Strohalm durch die Löcher und klebst diesen mit Klebestreifen gut fest.
- Ziehe jetzt einen Bindfaden durch den Strohalm.
- Befestige das obere Ende des Fadens an einem hohen Gegenstand und ziehe das andere Ende nach unten, bzw. halte die beiden Enden der Schnur, so dass das Blatt wie ein Flügel in der Luft liegt.
- Jetzt bläst du von vorne mit einem Föhn gegen den Flügel.

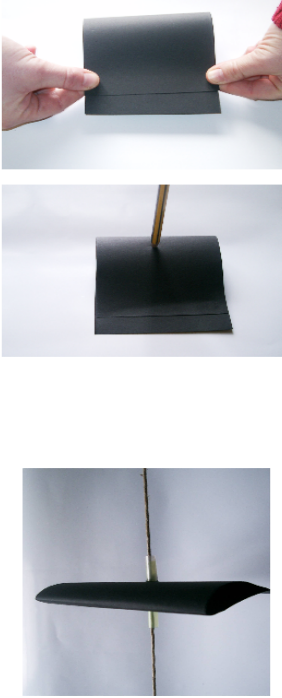


Abb. 16: Beispiel Material Pilotstudie Durchführung

Die Beobachtungen der Experimente werden in verschiedensten Formen festgehalten. Messwerte müssen von den Schülern überwiegend tabelliert werden (Abbildung).

Das kann ich beobachten:

Messwerte:	Glühlampe brennt [ja/nein]
1. Becherglas:	_____
2. Becherglas:	_____
3. Becherglas:	_____
4. Becherglas:	_____
5. Becherglas:	_____
6. Becherglas:	_____
7. Becherglas:	_____


Abb. 17: Beispiel Material Pilotstudie Beobachtung Tabelle

Teilweise sind Skizzen eigenständig anzufertigen oder Vorgaben sollen ergänzt werden (Abbildung).

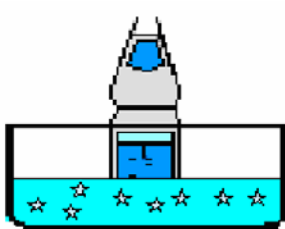
Das kann ich beobachten:

Der Luftballon ändert seine Form und Größe, je nachdem in welcher Schüssel sich die Flasche befand

In _____ *Wasser*



Im _____ *Wasser*



Ergänze in der Skizze die Luftballons

Das kann ich beobachten:

Wie sehen die Zellen unter dem Mikroskop aus? Versuche eine davon zu zeichnen und beschrifte ihre Bestandteile.

Abb. 18: Beispiel Material Pilotstudie Beobachtung Skizze mit und ohne Vorgabe

Die Formulierungen von für Schüler dieses Alterssegments eher komplexeren Beobachtungen werden in halboffener Form als Lückentexte angeleitet. Halboffene Aufgabenstellungen zeichnen sich dadurch aus, dass die Schüler die Antwort selbständig und mit eigenen Worten präsentieren müssen. Der Lückentext ist eine halboffene Ergänzungsaufgabe, in der eine fragmentarische Information zu vervollständigen ist, indem meist nur wenige Worte eingesetzt werden müssen. Ferner können die einzusetzenden Wörter vorgegeben werden, womit die Beobachtungsaufgabe zusätzlich erleichtert wird. In dieser Form wird der Lückentext als geschlossene Ergänzungsaufgabe definiert. In diesem Fall ist die Beobachtungsleistung jedoch nur passiv, sodass sich die Schüler in weit geringerem Umfang eigene Gedanken machen müssen (Sacher 2009). Diese Aufgabenformen werden auch zur Auswertung verwendet und dort mit exemplarischen Abbildungen verdeutlicht.

In einer weiteren Variante werden die Schüler aufgefordert in offener Form ihre Beobachtung zu formulieren. Dies ist die komplexeste Art und Weise eine Beobachtung fest zu halten und kann nur bei einfach zu beschreibenden Phänomenen genutzt werden.

Das kann ich beobachten:

Abb. 19: Beispiel Material Pilotstudie Beobachtung Offene Aufgabe

Die abschließende Auswertung des Experiments erfolgt wie die Beobachtung als offene, halboffene oder geschlossene Aufgabe. Auch hier ist die Komplexität des Lerngegenstandes und der abgeleiteten Schlussfolgerungen das Kriterium der Aufgabenform. Die Formulierung der Überschrift in der Personalform „*Ich habe herausgefunden*“ soll nochmals die persönliche Bedeutung des Lerngegenstandes für den Schüler betonen. Zudem verdeutlicht das Verb *herausfinden*, dass die Ergebnisse in einer aktiven Prozessfolge von den Schülern erarbeitet wurden. Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Experimente sollen von den Schülern als eigene Leistung verstanden werden, die durch wissenschaftsorientiertes Arbeiten hervorgebracht wurde und nicht – wie es allzu häufig im Chemieunterricht geschieht – als vom Lehrer vorgegebene Fakten empfunden werden.

Die folgenden Darstellungen sind Beispiele für Auswertungen in Form einer halboffenen, geschlossenen und offenen Aufgabenstellung. So werden beispielsweise die für

die Schüler der Orientierungsstufe nicht leicht nachzuvollziehenden Bedingungen zur Entstehung von Smog sowie dessen Zusammensetzung und Eigenschaften in einer geschlossenen Ergänzungsaufgabe zusammengefasst. Eine solche Auswertungsart bietet sich zudem an, wenn sehr schreibintensive Auswertungen festgehalten werden sollen. Die dargestellte offene Aufgabenform ist einem Versuch entnommen, der die Temperaturabhängigkeit des Luftvolumens thematisiert. Dieses Phänomen kann von den Schülern ohne weitere Probleme nachvollzogen und die Schlussfolgerung mit wenigen Worten ausformuliert werden.

Halboffene Aufgabe:

Ich habe herausgefunden:

Sind die folgenden Aussagen richtig oder falsch? Bei falschen Aussagen trage die Korrektur rechts daneben ein!

Wasser ist ein einziges großes Teilchen.	Ja/ Nein _____
Wasserteilchen ziehen sich an.	Ja/ Nein _____
Seife besteht aus einer Vielzahl kleinster Teilchen.	Ja/ Nein _____
Das Wort Kohäsion leitet sich von dem lateinischen Begriff cohaerere = flüchten ab.	Ja/ Nein _____
Seifenteilchen bewirken, dass sich die Adhäsionskräfte stärker ausbilden.	Ja/ Nein _____

Geschlossene Aufgabe

Ich habe herausgefunden:

Smog ist so etwas wie Nebel, der aus _____ und giftigen _____ besteht. Der _____ und die Fabriken erzeugen besonders viel von diesen Gasen. Bestimmte _____ fördern die Bildung von Smog. Wenn sich _____ Luft über der _____ Luft am Boden befindet, können die giftigen Gase nicht mehr _____. Sie hüllen die Städte dann in einer Wolke aus Smog ein.

Smog ist _____ für die Menschen. Deshalb müssen die Abgase von Autos und Fabriken _____ werden, damit die Luft die ich einatme sauber bleibt.

Folgende Wörter sollst Du in den Text einsetzen:

Rauch, gefiltert, Gasen, warme, Autoverkehr, kalten, aufsteigen, Wetterbedingungen, giftig

Abb. 20: Beispiel Material Pilotstudie Aufgabenformen Auswertung

Offene Aufgabe

Ich habe herausgefunden:

Anhand der Experimente habe ich festgestellt, dass

Abb. 21: Beispiel Material Pilotstudie Aufgabenformen Auswertung

Die Versuche werden, wenn möglich, mit einer Transferaufgabe beendet. Die Schüler treffen auf eine Problemstellung, die nur gelöst werden kann, indem der Erkenntnisgewinn des Experiments auf diesen Gegenstand transferiert wird. Dies kann natürlich nur dann gelingen, wenn die Schüler das Phänomen und die theoretischen Hintergründe nachvollziehen. Für den Lehrer ergibt sich hieraus die Möglichkeit einer abschließenden Kontrolle des Schülerverständnisses.

Warum steht auf Spraydosen, der Warnhinweis: „Vor Sonneneinstrahlung und Temperaturen über 50 Grad Celsius schützen!“?

Abb. 22: Beispiel Material Pilotstudie Transferaufgabe

2.2.3.2 Die inhaltliche Gestaltung

An dieser Stelle werden die Projekteinheiten der Pilotstudie inhaltlich vorgestellt, d.h. zum einen wird die Durchführung der Experimente kurz dargestellt, zum anderen werden die von den Schülern zu erwerbenden Basiskonzepte, Sachkompetenzen und Methodenkompetenzen beschrieben und abschließend tabellarisch zusammengefasst. Diese Erkenntnisse und Kompetenzen erwerben die Schüler, indem sie aktiv und eigenständig mit Hilfe der Versuchsanleitung experimentieren. Daher werden die Kompetenzen **Beobachten, Beschreiben, Protokollieren, Experimentieren** und **Schlussfolgern** generell in jedem Versuch von den Schülern angewendet. Die zusätzliche Erwähnung in den Projekteinheiten und der tabellarischen Übersicht erübrigt sich damit.

Die Projekteinheit Boden

Im Projekt Boden sollen die Schüler die Eigenschaften und Charakteristika des Mediums Boden in vier Experimenten erarbeiten. Dabei stehen vor allem physikalische und chemische Aspekte im Mittelpunkt, aber auch biologische Themen werden aufgegriffen.

Experiment 1: Was trinkt der Boden

Das Experiment „Was trinkt der Boden“ soll den Schülern vermitteln, dass verschiedene Bodenarten unterschiedliche Wasserkapazitäten aufweisen. Zunächst werden die Begriffe Volumen, Dichte und Wasserkapazität erläutert und anhand von Beispielen gefestigt. Der praktische Teil des Versuchs beginnt mit dem Einwiegen von vier verschiedenen Bodenproben (Waldboden, Blumenerde, Ackerboden und Sand) in Blumentöpfe gleichen Volumens. Danach wird über jede Bodenprobe eine definierte Menge Wasser gegossen und das Volumen des über ein Bodenloch abfließenden Wassers bestimmt. Die aufgenommenen Messwerte werden in Form einer Tabelle von den Schülern festgehalten. Die Schüler können schließlich die Abhängigkeit der Wasserkapazität von der Bodenart und –dichte anhand der Tabellenwerte und eines von ihnen erstellen Graphen ableiten. Das Experiment übt den Umgang mit der Waage und dem Messzylinder. Schüler lernen die Wasserkapazität (das Wasserhaltevermögen) als die Menge des vom Boden gespeicherten Wassers sowie die Begriffe Volumen und Dichte kennen. Zudem wird das Erstellen von Tabellen und Graphen geübt.

Experiment 2: Bodenshake

Das Experiment Bodenshake führt die chemischen Begriffe Stoffgemisch, Reinstoff und Eigenschaften ein und schult vor allem die Beobachtungsgabe der Schüler. Des Weiteren lernen die Schüler die Skizzen als eine gängige Methode zum Festhalten von Beobachtungen kennen. Die Durchführung des Experiments beginnt mit dem Abfüllen von Bodenproben in Gläser. Diese werden mit Wasser aufgefüllt und nach Zugabe eines

Esslöffels Kochsalz zu einer Probe kräftig geschüttelt. Die Bodenbestandteile setzen sich gemäß ihrer Masse ab. Die gebildete Schichtung wird von den Schülern in eine Skizze übernommen.

Experiment 3: Jenas Boden und seine Eigenschaften

Anhand zweier heimischer Bodenarten wird in diesem Experiment der Unterschied zwischen sauren und basischen Stoffen verdeutlicht. Durch den Bezug zu bekannten Alltagsstoffen (Essig, Zitrone, Seife, Kalk) werden die Begrifflichkeiten veranschaulicht, der Begriff pH-Wert eingeführt und die Funktion eines Indikators erklärt. Die Schüler lernen Beispiele für Zeigerarten¹⁵ saurer und basischer Böden sowie die Möglichkeit Kalk mit verdünnter Salzsäure nachzuweisen kennen. Im Verlauf des Versuches werden drei Bodenproben mit destilliertem Wasser gemischt und anschließend das Filtrat mit Universalindikator versetzt. Die mit dem Durchlauf des Filtrats entstehende Wartezeit wird durch den Nachweis von Kalk in einer der Bodenproben überbrückt. Sowohl die Farbveränderung bei Zugabe des Indikators als auch die Blasenbildung des Kalknachweises werden in der Tabelle festgehalten. Der Versuch schult aufgrund der relativ komplexen Handlungsabläufe bei der Filtration insbesondere das handwerkliche Geschick der Schüler.

Experiment 4: Treibsand

Im letzten Experiment dieser Projekteinheit soll auf spielerische Weise ein besonderes Phänomen des Bodens untersucht werden. Die Schüler lernen hierbei wie sich Masse und Druck auf den veränderten Widerstand des Bodens bei Zugabe von Wasser auswirken. In ein Gefäß mit Wasseranschluss an der Unterseite wird trockener Sand gefüllt. Auf den Sand wird ein Gewicht gelegt und anschließend langsam das Wasser eingeschwenkt. Die Versuchsaufbauten werden mit reinem Sand und einer mit Laub abgedeckten Wasseroberfläche variiert und somit die Methodenkompetenzen des Vergleichens und Schlussfolgerns eingeübt.

Tab. 13: Überblick über die Kompetenzen des Themas Boden

Experiment	Sachkompetenz/Basiskonzepte	Methodenkompetenz
Was trinkt der Boden	Volumen, Dichte, Wasserkapazität	Wiegen, Messen, Berechnen, Graph zeichnen
Bodenshake	Stoffgemisch, Reinstoff, Eigenschaften, Stofftrennung	Skizzieren, Bewerten
Jenas Boden und seine Eigenschaften	Sauer und basisch, Indikator, pH-Wert	Reflektieren
Treibsand	Widerstand, Druck, Masse	Vergleichen

¹⁵ Zeigerarten sind Pflanzen, die einen kleinen Toleranzbereich gegenüber einem Umweltfaktor aufweisen und somit diesen mit großer Wahrscheinlichkeit anzeigen. Wegen ihrer spezifischen Standortansprüche können sie als Indikatorpflanze für die im Boden vorhandenen Stoffe dienen.

Die Projekteinheit Luft

Die Projekteinheit Luft zeichnet sich insbesondere durch Lebensnähe und Alltagsbezug aus. Fast ausnahmslos haben Schüler bereits einige biologische und physikalische Vorkenntnisse auf diesem Gebiet. Die experimentellen Möglichkeiten mit dem Medium Luft sind vielfältig. Mit sieben Experimenten – einige nehmen nur wenige Minuten in Anspruch – ist das Thema Luft insofern auch die ausführlichste Projekteinheit, wobei vorwiegend chemische und physikalische Aspekte angesprochen werden.

Experiment 1: Was ist eigentlich Smog?

Anhand eines Modellversuchs stellen die Schüler das Entstehen von Smog nach. Dabei erkennen sie, dass der Einfluss von kalten und warmen Luftschichten und somit die lokale Wetterlage maßgeblich für die Smogbildung verantwortlich ist. Die Gesundheitsgefährdung durch Smog wird thematisiert und anthropogene Ursachen wie Verkehr und Industrie werden verdeutlicht. Im Experiment wird die Luft in einem Standzylinder durch eine Heizplatte oder ein Eisbad unterschiedlich temperiert. Eine glühende Räucherkerze wird in den Standzylinder gegeben. Durch den Temperaturgradienten erzeugte Druckunterschiede bewirken schließlich, dass der entstehende Rauch abzieht, oder sich am Boden des Zylinders sammelt.

Experiment 2 und 3: Ist die Flasche undicht? / Luftballon in der Flasche

Experiment 2 und 3 werden in direktem Anschluss aneinander bearbeitet. Sie ergänzen sich insofern, dass der Versuch *Luftballon in der Flasche* als Transferaufgabe des ersten Versuches fungiert. Zunächst stechen die Schüler in eine mit Wasser gefüllte Plastikflasche ein stecknadelgroßes Loch. Der Zusammenhang zwischen Außen- und Innendruck wird deutlich, indem erst beim Öffnen der Verschlusskappe das Wasser ungehindert aus der Flasche strömt. Zugleich wird der Begriff Unterdruck und das Volumen der Luft durch das Phänomen verdeutlicht. Im Anschlussexperiment sollen die Schüler versuchen einen Ballon in einer Flasche aufzupusten. Dies gelingt erst nach Öffnen eines Hahns am unteren Ende der Flasche und dem damit verbundenen Druckausgleich.

Experiment 4: Warum fliegen Flugzeuge?

Schüler lernen mit Hilfe dieses Experiments den Auftrieb als Wechselwirkung zwischen Überdruck und Unterdruck kennen. Insbesondere die Funktion von Modellen wird in diesem Versuch sehr deutlich, da die Schüler das Phänomen des Auftriebs anhand einer selbstgebauten Tragfläche überprüfen (Durchführung siehe Abbildung 18) und sie die Modellformen in einer Transferaufgabe nochmals vertiefen müssen.

Experiment 5: Ballonrakete

Die Schüler spannen zunächst eine Schnur, die in einem Trinkhalm eingefädelt ist, quer durch einen Raum. Nachdem ein Luftballon aufgepustet wurde, wird er mit verschlossener Öffnung an den Trinkhalm geklebt und schließlich losgelassen. Mit diesem Beispiel eines Rückstoßantriebs wird eine praktische Anwendung des dritten Newtonschen Axioms (*actio gleich reactio*) verdeutlicht und gleichzeitig mit dem Raketen- und Düsenantrieb ein Anwendungsgebiet aufgezeigt.

Experiment 6 und 7: Die Luft ist stärker als man glaubt

Die letzten zwei Experimente dieser Projekteinheit thematisieren nochmals den Volumenbegriff, diesmal jedoch mit Blick auf die Teilchenebene. Die Abhängigkeit des Gasvolumens von der Temperatur gemäß dem idealen Gasgesetz wird für die Schüler auf eine Modellvorstellung reduziert, in der die kleinsten Teilchen auf eine Temperaturerhöhung mit schnelleren Bewegungen und dadurch mit einem erhöhten Platzbedarf reagieren. Die Temperaturabhängigkeit des Gasvolumens wird im ersten Versuch dadurch veranschaulicht, dass heißes Wasser kurz in einer Plastikflasche verweilt und diese Flasche unvermittelt mit einem Stopfen geschlossen wird. Es kann beobachtet werden, wie beim Abkühlen der Luft durch die einsetzende Volumenarbeit die Wandung der Flasche nach innen gezogen wird. In ähnlicher Weise verdeutlicht der zweite Versuch den Zusammenhang zwischen Gasvolumen und Temperatur, indem eine mit einem Luftballon verschlossene Flasche sowohl in heißes als auch in Eiswasser getaucht wird.

Tab. 14: Überblick über die Kompetenzen des Themas Luft

Experiment	Sachkompetenz/Basiskompetenz	Methodenkompetenz
Was ist eigentlich Smog?	Entstehung und Eigenschaften von Smog, Inversion	Vergleichen, Klassifizieren
Ist die Flasche undicht? Luftballon in der Flasche	Druck, Außendruck, Unterdruck	Reflektieren
Warum fliegen Flugzeuge?	Auftrieb, Unterdruck, Überdruck, Anstellwinkel	Konstruktion und Verwendung von Modellen, Daten interpretieren, Vergleichen, Strukturieren
Ballonrakete	Aktion und Reaktion, Kraft, Rückstoß, Funktion eines Triebwerks	
Die Luft ist stärker als man glaubt	Teilchenvorstellung, Volumen und dessen Temperaturabhängigkeit	Skizzieren

Die Projekteinheit Wasser

Wasser ist ein weiteres Themengebiet, das im Anfangsunterricht zur Demonstration und Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene häufig herangezogen wird. Aufgrund der täglichen Verwendung stellt es die Schüler vor keine Probleme einen persönlichen Bezug zu diesem Medium herzustellen. Weiterhin spricht für die experimentelle Nutzung dieses Stoffes, dass Wasser leicht verfügbar und absolut ungiftig ist.

Experiment 1: Sind wir stärker als Wasser?

Dieses Experiment soll den Schülern eine Antwort auf die Frage geben, wie Wasser in Bäumen die meterhohe Entfernung von den Wurzeln zu den Blättern zurücklegen kann. Der Stoffbegriff und die Teilchenvorstellungen werden in diesem Zusammenhang aufgegriffen. Die großen Kräfte, welche von Kohäsion und Adhäsion ausgehen, werden in diesem Versuch für die Schüler erfahrbar gemacht. Hierzu werden zwei Plexiglasplatten, die zuvor mit etwas Seifenwasser benetzt wurden, aneinandergedrückt. Die Schüler sollen nun gemeinsam versuchen diese Platten voneinander zu trennen.

Experiment 2: Wir schicken den Strom durchs Wasser

Dieser Versuch verdeutlicht, dass ein Stromtransport nur mit beweglichen Ladungsträgern möglich ist. Die Schüler stellen zunächst mit Kupfersulfat eine Verdünnungsreihe her. Zwei Elektroden werden in jede Lösung getaucht und es wird bestimmt, ab welcher Verdünnungsstufe eine Glühlampe bei konstanter Spannung nicht mehr zum Leuchten gebracht werden kann. Diesbezüglich wird das Lösen von Salzen erläutert und die Lösung als ein Stoffgemisch verdeutlicht. Zudem lernen die Schüler anhand einer Skizze die Funktion von Schaltsymbolen kennen.

Experiment 3: Die Sache mit dem Abwasch

Schülern ist aus ihrem Alltag bekannt, dass sich Öl mit Wasser nicht mischen lässt. Dieses Phänomen kennen sie vom Nudelkochen, oder im Zusammenhang mit Ölverschmutzungen. In einem Modellversuch wird dieser Sachverhalt nachgestellt. Dem Wasser wird etwas Lebensmittelfarbe zugetropft, um die Grenzschichten besser beobachten zu können. Die Schüler lernen hydrophile und lipophile Stoffeigenschaften kennen. Zudem wird modellhaft und didaktisch stark reduziert die Funktion von Tensiden als Lösungsvermittler in Form von amphiphilen Assoziationskolloiden (Mizellen) verdeutlicht.

Experiment 4: Chromatographie – „Farbschreiben“

Mit dem Phänomen der Chromatographie lernen die Schüler eine Möglichkeit kennen, Stoffgemische zu trennen. Zudem wird deutlich, dass spezifische Stoffeigenschaften eine Voraussetzung zur Anwendung von Trennverfahren sind. Im ersten Teilversuch werden mit Faserstift und Filterpapier Runge-Bilder hergestellt. Im zweiten Versuchsteil wird das Experiment variiert, indem Eisen(III)-chlorid mit Kaliumhexacyanoferrat bzw.

Kaliumthiocyanat auf der Filteroberfläche reagiert. Die Schüler treffen an dieser Stelle erstmals auf den Reaktionsbegriff. Die Reaktion stellt sich ihnen als die Bildung neuer Stoffe mit anderen Stoffeigenschaften (hier Farbe!) dar.

Tab. 15: Überblick über die Kompetenzen des Themas Wasser

Experiment	Sachkompetenz/Basiskompetenz	Methodenkompetenz
Sind wir stärker als Wasser?	Stoffbegriff, Teilchenvorstellung, Kohäsion, Adhäsion	Reflektieren
Wir schicken den Strom durchs Wasser	Stromtransport, bewegliche Ladungsträger, Stoffgemisch, Lösen, Salz, Schaltsymbole	Strukturieren, Messen
Die Sache mit dem Abwasch	Mischbarkeit, wasserliebende und fettliebende Substanzen	Reflektieren
Chromatographie	Stoffgemisch, Stofftrennung, Stoffeigenschaften, Reaktion	Klassifizieren

Die Projekteinheit Mikroskop und Mikrokosmos

Das Thema Mikroskop und Mikrokosmos soll den Umgang mit dem Mikroskop, einem wichtigen Laborinstrument, schulen. Durch die Betrachtung pflanzlicher und tierischer Zellen werden insbesondere biologische Aspekte in dieser Projekteinheit angesprochen. Der technische Umgang mit dem Mikroskop sowie die Möglichkeit den Mikrokosmos entdecken zu können, haben einen hohen motivierenden Reiz für die Schüler.

Experiment 1: Mikrokosmos und Mikroskop

Die Schüler üben in diesem Experiment den Umgang mit dem Mikroskop, indem sie Pantoffeltierchen beobachten. Um den Einzeller skizzieren zu können ist ein gewisses Maß an Geschick nötig. Ist es einem Schüler nicht möglich eine Skizze anzufertigen, kann mit Hilfe einer digitalen Okularkamera das Tier festgehalten werden (Abbildung). Zudem können die Schüler mittels einer Nährlösung das Pantoffeltierchen an einen Ort locken. Neben dem Umgang werden die Bestandteile des Mikroskops in Form eines Puzzles gefestigt sowie der Habitus des Einzellers anhand wichtiger Merkmale verinnerlicht.

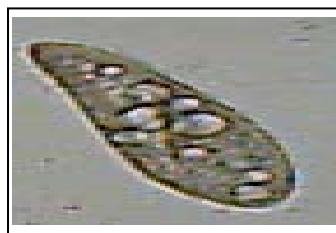


Abb. 23: Paramecium – Schülerfoto

Experiment 2: Pflanzenzellen

Primärer Erkenntnisgewinn dieses Versuches ist, dass alle Lebewesen aus den gleichen Grundbausteinen, den Zellen aufgebaut sind. Die wesentlichen Bestandteile pflanzlicher Zellen werden anhand von Zwiebelhäutchen erkannt. Die Funktion der Zellkompartimente wird vermittelt. Die Präparation der Häutchen ist Aufgabe der Schüler. Die Grenzen des Mikroskopierens werden den Schülern bewusst, wenn sie ihre Skizzen mit vorgegebenen Abbildungen vergleichen.

Experiment 3: Tierische Zellen

Die Fertigkeit des Mikroskopierens wird mit der Untersuchung tierischer Zellen nochmals geübt und gefestigt. Die Schüler vergleichen die Zellen ihrer Mundschleimhaut mit pflanzlichen Zellen und stellen Unterschiede im Aufbau fest.

Experiment 4: Was passiert bei einer chemischen Reaktion?

Beim langsamen Erhitzen von Zucker erkennen die Schüler, dass sich die Stoffeigenschaften der Ausgangssubstanz ändern. Eine mehrschrittige Beobachtungsaufgabe verlangt diesen Vorgang sehr genau zu verfolgen und die Beobachtung detailliert und in schriftlicher Form festzuhalten. Reaktionen werden als Vorgänge verdeutlicht, bei denen Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Abschließend müssen die Schüler den Transfer leisten, ob es sich beim Braten eines Eies um eine chemische Reaktion handelt.

Tab. 16: Überblick über die Kompetenzen des Themas Mikroskop und Mikrokosmos

Experiment	Sachkompetenz/Basiskompetenz	Methodenkompetenz
Mikrokosmos und Mikroskop	Mikroskop, Pantoffeltierchen, Nahrungsvakuole, Zellmund, Wimpern	Mikroskopieren, Bestimmen, Skizzieren, Klassifizieren
Pflanzenzellen	Mikroskop, pflanzliche Zelle, Zellwand, Vakuole, Zellplasma, Zellkern	Mikroskopieren, Präparieren, Bestimmen, Skizzieren, Klassifizieren
Tierische Zellen	Mikroskop, tierische Zelle, Zellmembran	Mikroskopieren, Skizzieren, Bestimmen, Vergleichen, Klassifizieren
Was passiert bei einer chemischen Reaktion	Stoffe und Stoffeigenschaften, chemische Reaktion	Beobachten (intensiv), Vergleichen, Klassifizieren

2.2.4 Ergebnisse der Pilotstudie

Die vier Projekteinheiten der Pilotstudie wurden auf verschiedene Art wissenschaftlich begleitet. Durch die Kombination von Beobachtungsprotokollen, der Auswertung der Arbeitsprotokolle sowie einer schriftlichen Befragung ist eine abschließende Einschätzung der Pilotstudie möglich. Dies soll zum einen hinsichtlich der Praktikabilität der Themenkomplexe geschehen, zum anderen wird analysiert, inwieweit dem Referenzsystem und der Zielausrichtung des Projektkonzeptes Rechnung getragen wurde. Aber auch die Erfahrungen, die während der konzeptionellen Arbeit im Rahmen des Seminars Lernwerkstatt gemacht wurden, fließen in die Ergebnisse der Pilotstudie mit ein:

These 1 *Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht kann den Teildisziplinen Biologie, Chemie und Physik auf inhaltlich gleichem Niveau nur schwer gerecht werden.*

Die Analyse der bundesdeutschen Naturwissenschaftscurricula zeigte bei der Konzeption der Projektthemen, dass vor allem biologische und physikalische Themen dominieren (vgl. Kapitel 1.3). Die Phänomene der Pilotstudie zeichnen sich ebenfalls durch eine Dominanz physikalischer Aspekte aus. Insbesondere chemische Perspektiven zu integrieren ist sehr anspruchsvoll.

These 2 *Kleinschrittige, vorstrukturierte Versuchsanleitungen unterstützen die Schüler beim Erwerb naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen.*

Wie die Beobachtungen zeigen, orientieren sich die Schüler sehr stark an den Vorgaben der Versuchsanleitung. Sie werden von den Schülern überwiegend gerne angenommen und als Hilfe verstanden. Der uniforme Aufbau ermöglicht den Schülern die Vorgehensweise des Protokollierens gemäß Durchführung – Beobachtung – Auswertung zu verinnerlichen. Dies schafft Freiräume experimentelle Handlungsabläufe konzentrierter durchzuführen und selbstbestimmt zu arbeiten. Verunsicherungen bezüglich der Arbeitsaufträge und somit Hilfestellungen durch die Lehrperson werden minimiert.

These 3 *Schüler experimentieren gerne, die Notwendigkeit des wissenschaftlichen Arbeitens und Protokollierens wird jedoch nicht immer nachvollzogen.*

Besonders zu Beginn einer Projekteinheit neigen die Schüler der Orientierungsstufe dazu ohne Anleitung experimentieren zu wollen. Stoßen sie in einem Experiment auf Geräte, die den Ablauf des Versuches vorwegzunehmen scheinen, so beginnen sie zu experimentieren ohne der Anleitung Beachtung zu schenken. Die anschließende Einsicht, dass man ohne die Versuchsanleitung das Experiment nicht durchführen kann, ist grundsätzlich vorhanden. Dennoch fallen die Schüler häufig in das beschriebene Handlungsmuster zurück. Dieser Befund kann als eine Folge der hohen Motivation gedeutet,

zum Teil aber auch auf mangelnde Lese- und Schreibkompetenzen zurückgeführt werden.

These 4 *Zu ausführliche Texte sowie Aufgaben mit hohem Schreibaufwand sind hinderlich bei der Ausbildung neuer Methodenkompetenzen.*

Die Motivation der Schüler eine Aufgabe zu bearbeiten sinkt stark mit deren Arbeitsaufwand. Lange Textpassagen und die Notwendigkeit „viel“ zu schreiben werden von den Schülern kritisiert. Der Versuch wird deutlich verhaltener durchgeführt und die Möglichkeit Kompetenzen auszubilden verringert sich. Das Item „*Ich lese gerne*“ wurde in der schriftlichen Befragung nahezu vollständig verneint, womit diese Beobachtungen belegt werden können.

These 5 *Experimente, die sich dadurch auszeichnen, dass die Erkenntnis weniger durch eine Phänomenorientierung gewonnen wird, sondern eher einen deskriptiven Charakter aufweist, werden von den Schülern als weniger sinnvoll erachtet.*

Die Schüler wurden in der schriftlichen Befragung gebeten zu bewerten, inwieweit sie nachvollziehen können, warum sie die Experimente einer Projekteinheit durchgeführt haben. Hierbei liegt das Projekt Mikrokosmos und Mikroskop nach Einschätzung der Schüler, mit teils mehr als einer halben Skaleneinheit Unterschied, an letzter Stelle. Dementsprechend ist das Interesse der Schüler an diesem Lerngegenstand am geringsten. In dieser Projekteinheit sollen die Schüler hauptsächlich Objekte skizzieren und beschriften. Im Mittelpunkt der Versuche steht kein Phänomen sondern ein Objekt, das es zu beobachten gilt. Diese für den Biologieunterricht häufig typische rezeptive Lern-tätigkeit stößt bei den Schülern auf geringere Resonanz, obwohl sie mit dem Mikroskopieren in eine produktive Aktivität eingebunden ist.

These 6 *Ein höherer Anspruch eines Experiments an das Verständnis und die experimentellen Fähigkeiten der Schüler wirkt sich nicht negativ auf das Interesse an diesem Lerngegenstand aus. Vielmehr scheint er sogar förderlich zu sein.*

Die Experimente der Projekteinheit Luft wurden von den Schülern sowohl in der Durchführung und im Verständnis als die anspruchsvollsten beurteilt. Trotz dieser Einschätzung wird dieses Themengebiet von den Probanden als das interessanteste bewertet. Ein gewisser Anspruch an die Fähigkeiten des Experimentators ist notwendig um sein Interesse zu wecken.

These 7 *Die Ausbildung von Kompetenzen, der Lernerfolg sowie die Eigenständigkeit der Schüler sind nicht im Rahmen eines drei Schulstunden umfassenden Projekteinsatzes zu gewährleisten.*

Schüler benötigen ausreichend Zeit um sich mit einem Lerngegenstand befassen zu können. Die Eigenständigkeit der Schüler stößt dann an ihre Grenzen, wenn geringe Lese- und Schreibkompetenzen sowie Stresssituationen aufgrund des erheblichen experimentellen Angebots aufeinander treffen. Die Bündelung zu vieler Experimente an einem Nachmittag überfordert die Schüler, wirkt reizüberflutend und demotivierend. Die Beobachtungen und Protokollauswertungen zeigen, dass mit jedem weiteren Experiment die Konzentration der Schüler nachlässt. Versuche werden nur noch teilweise durchgeführt und die Protokolle unvollständig bearbeitet.

Eine zusätzliche Bewertung der Projekteinheiten kann anhand von Videoaufnahmen vorgenommen werden. In einem Filmprojekt wurde den Leonardoschülern die Aufgabe gestellt eine naturwissenschaftliche Sendung zu konzipieren, in welcher ausgewählte Experimente der Projekteinheiten vorgestellt und erläutert werden. Diese Videoaufnahmen sind ein hervorragendes Medium um das Schülerverständnis von den Projekteinheiten zu verdeutlichen. Der Auswahl eines bestimmten Experiments durch die Schüler können einige Aspekte für die Auswertung der Pilotstudie entnommen werden. Die Wahl eines Experiments wird zum einen dadurch beeinflusst, wie viel Spaß die Schüler an der Durchführung haben und wie interessant sie es finden, zum anderen durch die Bedingung inwieweit es den Schülern möglich ist den Versuch ohne Unterstützung zu erläutern. Nur wenn die Schüler sicher sind das Experiment und die zugehörigen fachlichen Hintergründe gänzlich verstanden zu haben, sind sie bereit den Versuch zu erklären. Der Einfluss der Filmkamera und die Möglichkeit sich blamieren zu können ist für die Schüler erheblich. Dass die Schüler fünf Versuche aus dem Themengebiet Luft und zwei aus der Projekteinheit Wasser ausgewählt haben, um sie im Filmprojekt vorzustellen, lässt die Schlussfolgerung zu, dass diese Experimente ein ausgewogenes Verhältnis von Spaß beim Experimentieren, Interesse am Lerngegenstand und fachlichem Niveau aufweisen.

2.2.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Hauptstudie

Die Schülerresonanz auf die Projekteinheiten der Pilotstudie war durchweg positiv. Die Themen wurden als interessant bewertet und die Schüler resümierten, dass sie keinerlei Probleme mit dem Verständnis und der Durchführung der Experimente hatten. Die Auswertungen der Protokolle sowie die Beobachtungen der Versuchsabläufe weisen jedoch deutlich darauf hin, dass diese Bewertungen skeptisch eingeschätzt und unter Vorbehalt genutzt werden sollten. Die Schüler der Orientierungsstufe haben mit der Pilotstudie zumeist erstmals Kontakt mit naturwissenschaftlichen Experimenten aufgenommen. Ihre Motivation sowie das Interesse und der Spaß am Experimentieren sind sehr deutlich ausgeprägt, das Verständnis für das eigentliche Wesen der Naturwissenschaften ist jedoch noch nicht vorhanden. Unter dem Einfluss der hohen Motivation ist der Fokus der Schüler derart stark auf Handlungsabläufe konzentriert, dass die experimentellen Rahmenbedingungen ausgeblendet werden. So scheint es häufig zweitrangig zu sein einen Effekt beobachten zu können oder ob dem Experiment Daten oder Ergebnisse zu entnehmen sind (vgl. These 3). Offensichtlich zeichnet sich naturwissenschaftliches Experimentieren im Anfangsunterricht dadurch aus, dass es ein drastisches Ungleichgewicht zwischen der Motivationskraft der Phänomene und der Komplexität und Abstraktheit der zugehörigen Theorie aufweist. Diese Beobachtung deckt sich mit Befunden von ANTON (Anton 1998). Um den Weg von der Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen, die zu Beginn der Orientierungsstufe zwar intrinsisch motiviert, jedoch eher spielerisch und wenig zielorientiert verlaufen, zum zielgerichteten Experimentieren und Protokollieren zu begleiten, ist der zeitliche Rahmen der Pilotstudie wenig geeignet. Die in der Konzeption beschriebene Brückenfunktion des naturwissenschaftlichen Unterrichts, d.h. den Übergang von Sachunterricht zum Fachunterricht sowie von der konkret-operationalen Entwicklungsstufe zur formal-operationalen Entwicklungsstufe zu begleiten, kann nur in einer längeren Zeitspanne gelingen. Daher muss die Hauptstudie so konzipiert werden, dass sie den Zeitraum eines Schulhalbjahres überbrücken kann.

Indem die Hauptstudie auf ein Halbjahr angelegt wird, kann der Lehrer intensiver auf Lese- und Schreibschwächen der Schüler eingehen. Wenn Schüler auf diesem Gebiet eigene Kompetenzen feststellen, kann ihre hohe Motivation zu experimentieren dazu genutzt werden, ein Verständnis für die Notwendigkeit des Protokollierens zu implementieren (These 3). Dabei muss darauf geachtet werden die Versuchsanleitungen nicht mit zu viel Text zu überfrachten (These 4). Die Kleinschrittigkeit der Anleitung wird auch in der Hauptstudie beibehalten, wodurch die Handlungsautonomie der Schüler nur wenig beeinflusst wird (These 2).

Bei der Konzeption der Hauptstudie muss die curriculare Situation in Deutschland Beachtung finden. Die Analysen und Erfahrungen aus der Pilotstudie und dem Seminar Lernwerkstatt haben gezeigt, dass chemische Aspekte im integrierten Naturwissenschaftsunterricht stärker fokussiert werden müssen (These 1). Um ein ausgeglichenes

Niveau der Teildisziplinen gewährleisten zu können wird in der Hauptstudie eine stark an chemischen Lerngebieten orientierte Projekteinheit entwickelt. Zudem sind chemische Themen stärker phänomenorientiert. Somit wird vermieden, dass die Experimente einen eher deskriptiven Charakter haben und der Sinn des Experiments von Schülerseite besser erkannt werden kann (These 5).

Gemäß These 6 wirkt sich ein Niveau, das die Schüler herausfordert aber nicht überfordert, positiv auf die Entwicklung des Interesses aus. Diesem Befund wird in der Hauptstudie Rechnung getragen. Der experimentelle Anspruch an die Schüler ist gerade bei chemischen Versuchen hoch. Der Umgang mit chemischen Geräten und Chemikalien erfordert von den Schülern ein hohes Maß an Konzentration. Die theoretischen Hintergründe und Reaktionsverläufe werden auf einem angemessenen Niveau den Schülern erläutert.

Damit die Implementierung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen erfolgreich sein kann, muss sich das Konzept der Hauptstudie noch stärker an den Bedürfnissystemen der Interessenentwicklung orientieren. Die Schüler müssen insbesondere in einer durch Selbstbestimmung charakterisierten Lernumgebung feststellen können, dass sie eigene Kompetenzen besitzen und im Stande sind sich weiter zu entwickeln.

2.3 Hauptstudie

Dieses Kapitel beschreibt zunächst die Konzeption der Hauptstudie, die vor dem Hintergrund der Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Pilotstudie erfolgte. Der Projektunterricht zum Themengebiet „*Nahrung und Ernährung*“ wird im Abschnitt 2.3.3 detailliert dargestellt und die Umsetzung der Konzeptionsschwerpunkte wird verdeutlicht. Zudem werden die Textgestaltung und das Aufgabenformat diskutiert und zuvor die Ausgangslage sowie die Projektsituation an den beteiligten Schulen beschrieben.

2.3.1 Projektkonzept

Die Grundgedanken der Pilotstudie finden sich gemäß der Aktionsforschung auch in der Hauptstudie wieder. Das Projekt bezieht sich auf das beschriebene Referenzsystem der Voruntersuchung und somit darauf naturwissenschaftliche Curricula, die Integration der Fachdisziplinen und die Prozessorientierung nach Gagné zu berücksichtigen. Zudem soll der fächerübergreifende Unterricht weiterhin die im vorherigen Kapitel beschriebene Brückenfunktion erfüllen. Dementsprechend folgt der in der Hauptstudie entwickelte Projektunterricht auch der in Kapitel 1.2.1 beschriebenen Systematisierung.

Im ersten Kapitel dieser Arbeit wurden der Hintergrund und die Rahmenbedingungen eines integrierten Naturwissenschaftsunterrichts ausführlich diskutiert. Insbesondere die dort dargestellten empirischen Befunde zur Interessenentwicklung sowie die Theorien und Modelle zum Interessenkonstrukt bilden das theoretische Fundament der Hauptstudie. Wie im letzten Kapitel beschrieben, können diese Ergebnisse zudem anhand der Voruntersuchung bestätigt werden.

Die Motivation der Schüler und die damit verbundene Entscheidung sich mit einem bestimmten Gegenstand auseinander zu setzen, bilden den Ausgangspunkt dieses interesseentwickelnden Projektunterrichts. Die im Folgenden dargestellten Referenzsysteme der Interessenentwicklung beziehen sich auf Arbeiten von Deci und Ryan und deren Selbstbestimmungstheorie der Motivation (Deci, Ryan 1993). Gemäß dieser Selbstbestimmungstheorie haben Menschen den angeborenen und daher intrinsischen Wunsch ihre Umwelt zu erforschen, zu verstehen und „in sich aufzunehmen“. Diese Motivation, sich aktiv mit der Umwelt auseinander zu setzen, äußert sich unabhängig von externen Zwängen und benötigt keinerlei Anleitung. Zudem findet sich diese Motivation bereits in den frühesten Stadien der Entwicklung, bildet eine wesentliche Grundlage für den Erwerb kognitiver Fähigkeiten und beeinflusst die Individualentwicklung (Deci, Ryan 1993).

Die Motivation als der wesentliche interessebestimmende Faktor muss jedoch differenziert, nämlich in Form von intrinsischer und extrinsischer Motivation, betrachtet werden. Intrinsisch motivierte Verhaltensweisen erfahren keine externen Anstöße, Ver-

sprechungen oder Drohungen um das Interesse an einer Handlung aufrechtzuerhalten (Deci 1975). Sie ist gekennzeichnet durch Neugier, Spontaneität, Exploration und Interesse (White 1959). Intrinsische Motivation kann somit als Prototyp selbstbestimmten Handelns definiert werden.

„Extrinsische Motivation wird dagegen in Verhaltensweisen sichtbar, die mit instrumenteller Absicht durchgeführt werden, um eine von der Handlung separierbare Konsequenz zu erlangen“ (Deci, Ryan 1993, 225). Solche Motivationen sind nicht spontan, sie werden erst durch eine Aufforderung initiiert und zielen auf eine Bekräftigung hin.

Um das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften zu fördern und nachhaltig Kompetenzen zu entwickeln, ergibt sich hieraus für die Konzeption der Hauptstudie ein Bündel an Bedingungen, die sich an die in der Selbstbestimmungstheorie postulierten Bedürfnisse für intrinsische und extrinsische Motivation orientieren. Schüler verfolgen also dann bestimmte Ziele und fokussieren ihr Interesse auf einen Gegenstand, wenn sie diese angeborenen Bedürfnisse befriedigen können:

a) Die Autonomie der Schüler bzw. ihr Bedürfnis nach Selbstbestimmung muss berücksichtigt werden.

Nach Grolnick und Ryan kann durch die Unterstützung der Schülerautonomie deren Bereitschaft zur *„Tiefenverarbeitung des Lernstoffs“* erhöht werden und somit Kompetenzen effizienter erworben werden (Grolnick, Ryan 1987).

In einer Studie ließen sie Schülergruppen eine Textpassage lesen. Eine erste Gruppe musste anschließend lediglich mitteilen, wie interessant sie den Text fanden. In der zweiten Schülergruppe verhielten sich die Lehrer autonomieunterstützend, indem sie den Schülern zeigten, dass sie persönlich an ihrem Lernfortschritt interessiert sind. Der dritten Gruppe wurde bereits zu Anfang mitgeteilt, dass die Lernergebnisse geprüft und benotet werden. Hierbei erwiesen sich die Lernbedingungen der autonomieunterstützenden Gruppe am erfolgreichsten. Die Schüler dieser Gruppe zeigten die besten konzeptionellen Lernergebnisse und zeichneten sich dadurch aus, dass sich der Lernerfolg bei ihnen am langfristigen nachweisen ließ.

Für die Konzeption des hier vorgestellten Projektunterrichts bedeuten diese Befunde, dass die Kontrolle des Lernens minimiert wird und die Schüler durch Förderung ihrer Autonomie beim Kompetenzerwerb unterstützt werden. Diese Prämissen werden in der Praxis auf verschiedene Weise umgesetzt:

- Mit Beginn des Projektunterrichts wird nach einer kurzen Einführungsphase das Experimentieren vorbereitet. Dies geschieht in Eigenverantwortung der Schüler, d.h. sie sollen zunächst mit Hilfe der Versuchsanleitung die benötigten Geräte und Chemikalien bereitstellen. Den Versuchsaufbau müssen die Schüler ebenfalls in Eigenregie bewerkstelligen. Der Einfluss des Lehrers beschränkt sich einzig auf Hinweise und ein eventuelles Einschreiten bei Gefahrensituationen.

- Die Versuchsanleitung ist derart gestaltet, dass sie in hohem Maße die Autonomie der Schüler unterstützt. Die Lehreraktivität beschränkt sich bei der Durchführung des Experimentes ausschließlich auf Hilfestellungen nach Anfrage.
- Die Schüler haben bei fast allen Experimenten die Möglichkeit selbst zu bestimmen, welche Lebensmittel sie analysieren möchten, d.h. ob sie dieses auf bestimmte Nahrungsbestandteile prüfen möchten.
- Die Themenschwerpunkte sind möglichst lebensnah und alltagsorientiert ausgerichtet, d.h. die Lerngegenstände sind für die Lernenden bedeutsam.

b) Das Projekt muss so konzipiert werden, dass es den Schülern Kompetenzerlebnisse ermöglicht.

Gräber konnte anhand einer Studie zum Interesse von Schülern am Chemieunterricht zeigen, dass diese zu häufig auf Lernbedingungen treffen, die ein zu hohes Niveau aufweisen: *„Wodurch viele Schüler, die noch überwiegend unterhalb des formal-operationalen Entwicklungsniveaus stehen, überfordert werden und ohne Erfolgserlebnis leicht das Interesse am Gegenstand verlieren“* (Gräber, 1992, 358). Untermauert werden Gräbers Befunde durch Interessentheorien von Csikszentmihaly (1992). Diese besagen unter anderem, dass eine Aktivität nur dann intrinsisch motiviert sein kann, wenn sie für die betroffene Person mit einem optimalen Anforderungsniveau verbunden ist. Im traditionellen naturwissenschaftlichen Fachunterricht und insbesondere im Chemieunterricht weisen jedoch das Anforderungsniveau der Lerninhalte und das Fähigkeitsniveau der Schüler häufig keine optimale Diskrepanz auf, d.h. die zu bewältigende Aufgabe wird entweder als zu leicht oder als zu schwer empfunden (Gräber 1992). Nach Heckhausen kann sich nur dann ein *„autonomes Leistungsmotiv“* ausbilden, wenn Kinder auf einen Schwierigkeitsgrad treffen, der gerade noch lösbar oder gerade nicht mehr lösbar ist. Diese Art des ausgewogenen Anspruchsniveaus wird als *„Prinzip der Passung“* bezeichnet (Heckhausen 1972, 963). Schüler die noch auf einer formal-operationalen Entwicklungsstufe stehen werden vor allem dann überfordert, wenn sie die Komplexität und Abstraktheit von Theorien und Modellen nachvollziehen müssen. Das daraus resultierende mangelnde Interesse am Lerngegenstand bewirkt folglich, dass nur sehr schwer die entsprechenden Kompetenzen ausgebildet werden können. An dieser Stelle setzt der integrierte Projektunterricht an, indem er die hohe Motivationskraft von Phänomenen mit niveauangepassten Erklärungen verknüpft (vgl. Kapitel 1.3.3). Zudem werden vor allem prozessorientierte Kompetenzen vermittelt. Diese können an den Handlungsabläufen des Experimentierens eingeübt werden und müssen nicht theoriegeleitet implementiert werden.

c) Das Projekt muss auf das Schülerbedürfnis nach sozialer Eingebundenheit abgestimmt werden.

Naturwissenschaftlicher Unterricht kann nur dann das Interesse der Schüler wecken, wenn der Unterricht in einen sozialen Kontext eingebettet ist, der die Schülerbedürfnisse nach Selbstbestimmung und Kompetenz zulässt. Die erwähnte Studie von Grolnick und Ryan zur autonomieunterstützenden Lernumgebung belegt diese Einflussgröße. Eine Reihe von Experimenten zum Einfluss externer Kontrollfaktoren konnten zudem zeigen, dass „*materielle Belohnung, Strafandrohung, Bewertung, Termindruck, aufgezwungene Ziele und besondere Auszeichnungen*“ von den Schülern als kontrollierend empfunden werden und somit intrinsische Motivation zerstören (Deci, Ryan 1993, 230). Solche Kontrollfaktoren werden in der Hauptstudie vollständig ausgeblendet. Des Weiteren ergeben sich im Projektunterricht Motivation und Interesse aufgrund sozialer Situationen, indem die Schüler durchweg in Gruppen experimentieren. Dabei können sie gemeinsam die Experimente aufbauen und erproben. Versuchsbeobachtungen und Auswertungen werden in den Gruppen diskutiert und im Plenum erläutert (Graf 1999).

Entsprechend der konzeptionellen Ausrichtung an den Bedürfnissystemen der Interessenentwicklung ist ein wesentlicher Leitgedanke der Hauptstudie, Veränderungen in den Interessenstrukturen der Schüler aufzudecken. Hierfür wurde eine Interessenstudie entwickelt, die den Projektunterricht wissenschaftlich begleitet. Das empirische Design sowie die Ergebnisse der Untersuchung werden im letzten Abschnitt dieser Arbeit vorgestellt.

Das Referenzsystem und die Zielausrichtung der Hauptstudie lassen sich in der folgenden Übersicht zusammenfassen. Entsprechend der Prinzipien der Aktionsforschung werden die Bezugssysteme der Pilotstudie auch in der Hauptstudie weiterhin ihre Berücksichtigung finden, sie sind in der Grafik grau unterlegt:

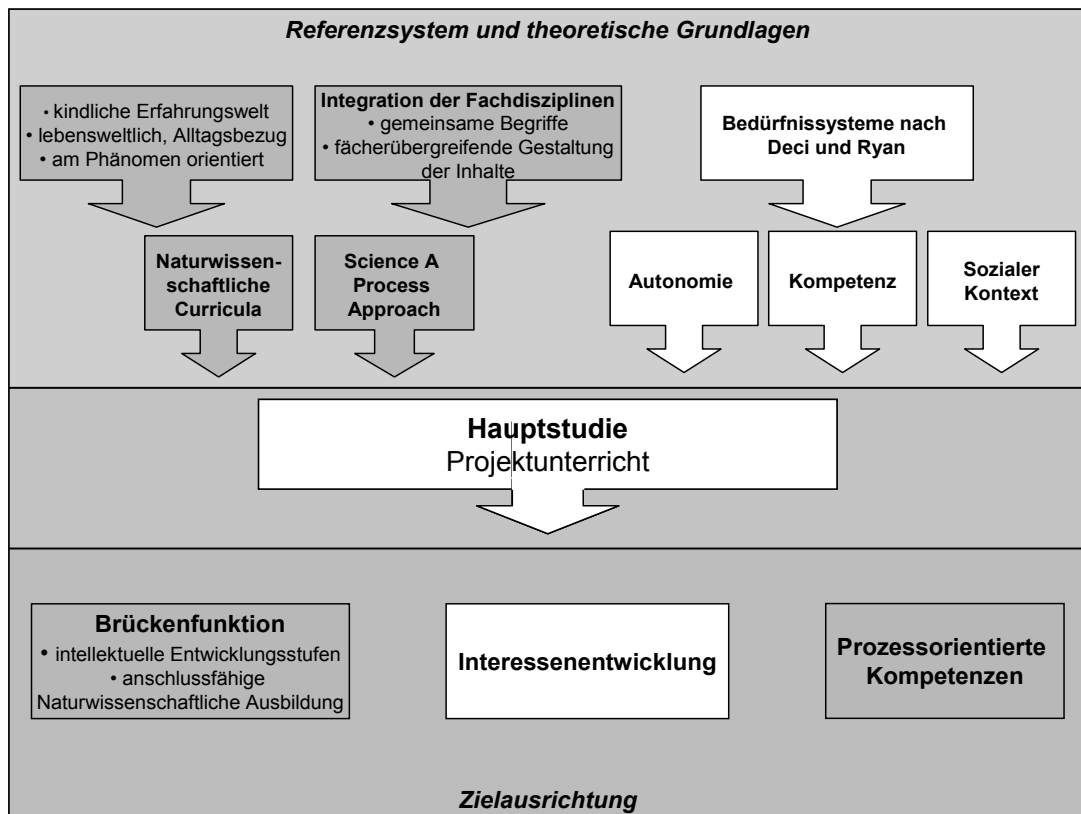


Abb. 24: Projektkonzept der Hauptstudie

2.3.2 Ausgangslage und Projektsituation

Der Verlauf der Hauptstudie gliedert sich in zwei wesentliche Abschnitte. Von Oktober 2008 bis Januar 2009 fand eine erste Erprobungsphase an der staatlichen Regelschule Lobdeburgschule statt. Der integrierte Naturwissenschaftsunterricht wurde folglich auf ein knappes halbes Schuljahr (16 Wochen) angelegt, wodurch mit der Verlängerung der Projektzeit eine der wesentlichen Schlussfolgerungen der Pilotstudie berücksichtigt werden konnte. An diese erste Phase der Hauptstudie gliederte sich von Februar bis Juni 2009 eine zweite Erprobung am Angergymnasium in Jena. Beide Erprobungen wurden in Form eines Projektunterrichts, der einmal wöchentlich für zwei Zeitstunden stattfand, durchgeführt. Im Gegensatz zur Voruntersuchung an der LEONARDO Schule war für die Schüler die Teilnahme am Projektunterricht freiwillig. Insgesamt 23 Schüler entschieden sich an beiden Schulen für die Teilnahme an der Veranstaltung. Die weitgehend leistungshomogenen Gruppen setzten sich aus 7 Mädchen und 14 Jungen zusammen. Das Bilden der Experimentalgruppen sowie die Arbeit innerhalb dieser Gruppen erwiesen sich als unproblematisch. Die Gymnasiasten zeigten sich sehr diszipliniert, die Regelschüler zeichneten sich dadurch aus, dass sie aufgrund ihres Schulprofils gewohnt sind selbständig und in Form von Projekten zu arbeiten. Insbesondere fächerübergreifende Aspekte werden häufig an der Lobdeburgschule thematisiert, wodurch die Schüler auf diesem Gebiet bereits sensibilisiert und teils informiert waren. In der wöchentlich zweistündigen Projektzeit wurde in der Regel von den Schü-

lern ein Experiment der Einheit *Nahrung und Ernährung* bearbeitet, sodass nach einem Einführungstermin insgesamt fünfzehn Projektstage zur Verfügung standen. Konnten die zwei Zeitstunden mit einem Experiment nicht ausgefüllt werden, so bereiteten die Schüler das nächste Thema schon vor. Bereits die Wahl des Projektunterrichts deutete ein hohes Interesse der Schüler an Naturwissenschaften und dem Experimentieren an. Diese Einschätzung bestätigte sich in den folgenden Monaten. Belegt werden kann dies anhand zweier Interessenbefragungen, die zu Beginn und am Ende der Hauptstudie durchgeführt wurden. Daneben wurde die Projekteinheit mit Beobachtungsprotokollen sowie einem Fragebogen und abschließenden Interviews begleitet. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung werden im letzten Kapitel dieser Arbeit vorgestellt. Der zeitliche Verlauf der Hauptstudie wird in folgender Abbildung dokumentiert:

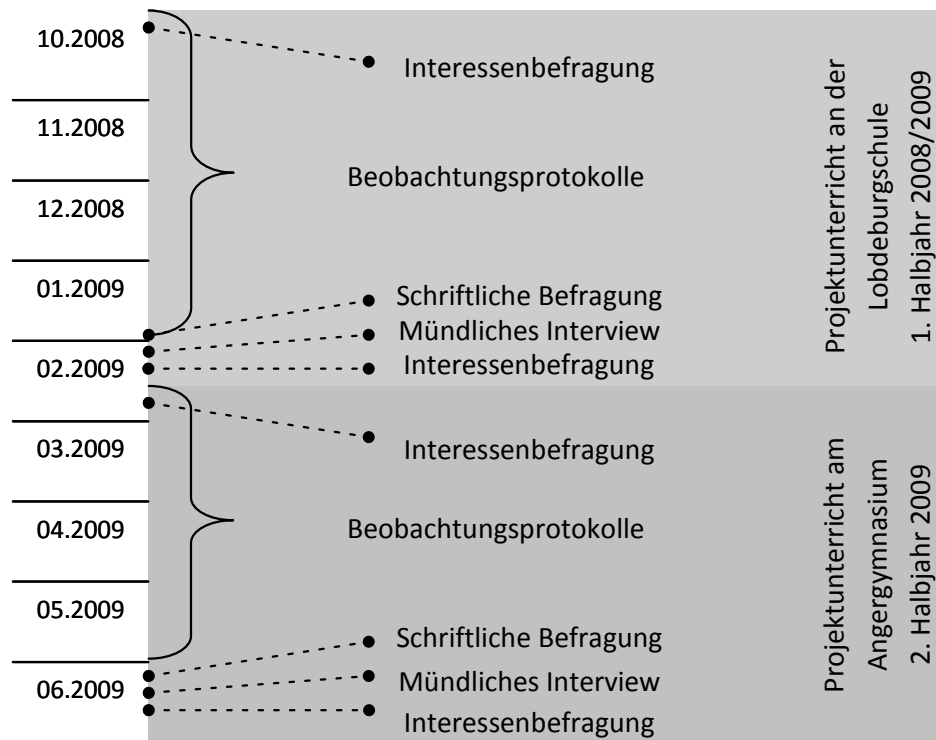


Abb. 25: Zeitlicher Verlauf der Hauptstudie

2.3.3 Das Projektthema Nahrung und Ernährung

Im Mittelpunkt der Projekteinheit Nahrung und Ernährung steht die Ausbildung und Etablierung von Methodenkompetenzen. Darüber hinaus wird, ausgehend von der Pilotstudie, die Interessenentwicklung der Schüler als ein weiteres wesentliches Element aufgenommen. Die Projekteinheit Nahrung und Ernährung bietet umfangreiche Möglichkeiten zur Umsetzung des Projektkonzeptes. Aufgrund der fächerübergreifenden Thematik können die naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen problemlos integriert werden. Die Vielfalt der Nachweisreaktionen ermöglicht es, gemäß den Ergebnissen der Pilotstudie, den Anteil an chemischen Fachinhalten nach Belieben zu erhöhen. Zudem können die phänomenorientierten Experimente mit wenig Aufwand verschiedenen Niveaustufen, d.h. für naturwissenschaftliches Arbeiten in der Grundschule oder als Thematik im Fachunterricht, angepasst werden. Dies gelingt, indem für die Grundschule Experimente mit einfachen Handlungsabläufen ausgesucht werden und ein Schwerpunkt auf die Beschreibung der Phänomene gelegt wird (Grasser, Jückstock, Woest 2009). Zudem können der Chemismus der Nachweisreaktionen und die betroffenen funktionellen Gruppen im Chemieunterricht der Klassenstufen 9 – 12 thematisiert werden.

Nahrungsmittel, die für die Nachweisreaktionen benötigt werden, können von den Schülern von zu Hause mitgebracht werden. Für die Experimente werden jeweils nur geringe Mengen dieser Nahrungsmittel benötigt, sodass auch kleine Proben der Pausenbrote und –getränke untersucht werden können. Dieser Aspekt und die Möglichkeit nach Belieben Nahrungsmittel auswählen zu können, erhöht für die Schüler die persönliche Relevanz des Experimentierens.

Die Experimente der Projekteinheit liegen jederzeit einsatzbereit in Transportboxen vor. Daher kann das Experimentalset auch für Tagesveranstaltungen oder an außerschulischen Lernorten mühelos eingesetzt werden (siehe Abbildung).

2.3.3.1 Die methodische Umsetzung

In Kapitel 1.3.1 wurde bereits erläutert, dass die Schülerbedürfnisse nach Kompetenz und Autonomie zwei wesentliche Faktoren der Interessenentwicklung sind. In einem ersten Schritt zur Umsetzung dieser Komponenten wurden die Versuchsanleitungen des Projektunterrichts so gestaltet, dass die Schüler keine Probleme mit dem Textverständnis haben. Hierbei muss zunächst das Wissensgefälle vom Autor zum Leser berücksichtigt werden. Dies geschieht, indem sukzessive von der Alltagssprache zur Fachsprache hingeführt wird. Eine erfolgreiche Kommunikation kann nur dann gewährleistet werden, wenn wissenschaftliche Termini und Alltagssprache der Fachkompetenz des Adressaten angepasst werden (Pfeiffer, Häussler, Lutz 1997).

Ein Text ist optimal verständlich, wenn er möglichst explizit und kohärent verfasst wurde. Die Kohärenz ist ein Maß für den Grad des Zusammenhangs einzelner Textpassagen. Ist es dem Leser nicht möglich zwischen zwei Abschnitten eine Kohärenz herzustellen, so muss er diese Lücke anhand bereits verarbeiteter Informationen bzw. durch sein Vorwissen schließen. Letzteres ist den Schülern des Projektunterrichts nur schwer möglich, da sie außer ihren Alltagserfahrungen keinerlei fachliches Vorwissen mitbringen. Hingegen läuft der Autor aufgrund seines Hintergrundwissens Gefahr, Kohärenzlücken unbewusst zu konzipieren (Schrader, Wolf, Wenck 2003). Damit die Autonomie und das Kompetenzerleben der Schüler nicht bereits beim Lesen der Versuchsanleitungen behindert werden, stützt sich der entwickelte Projektunterricht methodisch auf das Hamburger Verständlichkeitskonzept. WENCK u.a. konnten anhand von Vergleichstexten nachweisen, dass sowohl in Realschulen als auch an Gymnasien Texte, die nach dem Hamburger Verständlichkeitskonzept konzipiert wurden zu den besten Versteheleistungen führen (Schrader, Wolf, Wenck 2003).

Das Hamburger Konzept umfasst vier Dimensionen der Textverständlichkeit (Langer, Schulz v. Thun, Tausch 1999):

1. Einfachheit

Sowohl der Satzbau als auch die Wortwahl sollen sich durch Einfachheit auszeichnen. Ein Text ist sprachlich optimal formuliert, wenn er auf geläufige und anschauliche Wörter zurückgreift und diese zu kurzen und einfachen Sätzen zusammenfügt. Fremdwörter und Fachausdrücke müssen erklärt werden. Die Schwierigkeit eines Sachverhalts ist nicht von Belang, wenn dieser möglichst konkret dargestellt wird.

2. Gliederung - Ordnung

Mit diesem Merkmal werden die innere Ordnung und die äußere Gliederung eines Textes aufgegriffen. Sie bewirken, dass sich der Leser zurechtfindet und Zusammenhänge entdecken kann. Gemäß der inneren Ordnung dürfen Sätze nicht ohne Beziehung ne-

beneinander stehen, sondern müssen in logischer Konsequenz aufeinander aufgebaut werden. Eine sinnvolle Reihung der Informationswiedergabe ist notwendig. Eine gute äußere Gliederung zeichnet sich durch die Gruppierungen von Abschnitten aus. Sie unterscheidet Wichtiges von Unwichtigem, indem sie hervorhebt oder zusammenfasst.

3. Kürze - Prägnanz

Ein verständlicher Text zeichnet sich dadurch aus, dass die Länge des Textes in einem angemessenen Verhältnis zum Informationsziel steht. Dabei muss ein Gleichgewicht zwischen knapper Ausdrucksweise und weitschweifender Redundanz gefunden werden. Überflüssige Erläuterungen, komplexer Ausdruck, Füllwörter und Phrasen sollen vermieden werden.

4. Anregende Zusätze

Dahinter verbergen sich Stilmittel, die bei den Lesern Interesse wecken und zum Lesen motivieren sollen. Genutzt werden können rhetorische Fragen, wörtliche Reden, lebensnahe Beispiele oder direktes Ansprechen der Leser. Diese „*zusätzliche Stimulanz*“ muss so eingesetzt werden, dass weiterhin ein Gleichgewicht zwischen Kürze und Redundanz bestehen bleibt (Sumfleth, Schüttler 1995, 56).

An dieser Stelle wird anhand einiger Beispiele dargestellt wie die Merkmale des Hamburger Verständlichkeitskonzepts im Projekt umgesetzt werden.

Einfachheit

In den Versuchsanleitungen werden Sachkompetenzen und Basiskonzepte mit Hilfe sogenannter INFOBOXEN vermittelt. Dies sind Informationsfelder, die sich optisch von der Anleitung abzeichnen. Die Schüler wissen, dass die INFOBOXEN Sachinformationen enthalten und können sie daher gezielt ansteuern. Insbesondere bei der Einführung von Fachbegriffen und komplexeren Lehrgegenständen wird der Text einfach gestaltet und der Sachverhalt möglichst konkret dargestellt.

INFOBOX

Erwärmt man Eiweiß, so gerinnt es ab einer bestimmten Temperatur. Bei der Zugabe von Alkohol, Säuren oder Schwermetallen flocken Eiweiße aus. In beiden Fällen wird der Aufbau der Eiweiße verändert. Diesen Vorgang bezeichnet man auch als **Denaturierung**, hierbei geht die biologische Wirksamkeit der Eiweiße verloren.

Abb. 26: Beispiel INFOBOX Merkmal Einfachheit

Gliederung – Ordnung

Die in den Naturwissenschaften standardisierte Gliederung eines Protokolls in Geräte und Chemikalien, Durchführung, Beobachtung und Auswertung ist bereits eine optimale Umsetzung des Merkmals „Gliederung – Ordnung. Diese äußere Ordnung wird von den Schülern nach und nach verinnerlicht und als eine der wesentlichen Kompetenzen des Experimentierens angeeignet. Dem Merkmal der inneren Ordnung wird beispielsweise durch eine gegliederte Informationswiedergabe Rechnung getragen.

INFOBOX

Fette werden unter anderem benötigt als:

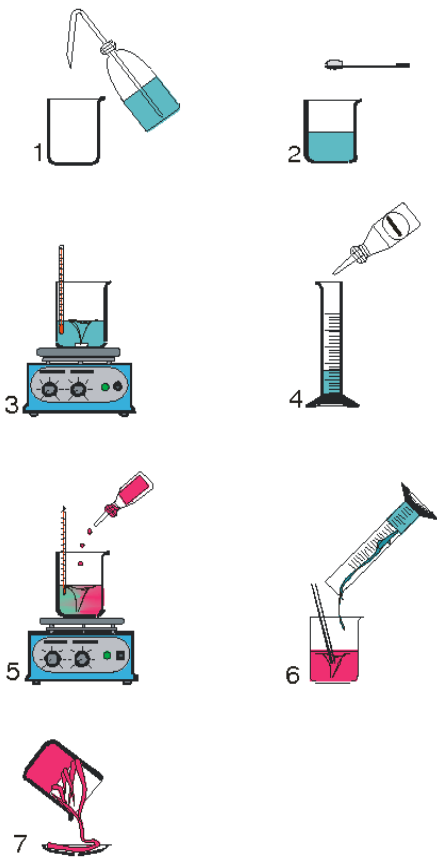
- Energielieferanten
- Isolatoren gegen Kälte
- Lösungsmittel für fettlösliche Stoffe wie Vitamine
- Schutzpolster für die inneren Organe und das Nervensystem

Lebensnotwendige Fette bezeichnet man auch als essentiell.

Abb. 27: Beispiel INFOBOX Merkmal Gliederung - Ordnung

Kürze – Prägnanz

Die Durchführung der Experimente stellt für viele Schüler eine erhebliche Herausforderung an ihr manuelles Geschick dar. Die Schrittfolge der Durchführung muss daher prägnant formuliert werden, um den Schülern die Handlungsabläufe zu erleichtern. Das Experimentieren wird durch die knappe Formulierung im Imperativ angeleitet, auf überflüssige Erläuterungen wird an dieser Stelle verzichtet. Zudem wird die Durchführung in jedem Experiment durch die Skizzierung der Schrittfolge veranschaulicht.




So wird es gemacht:

- Fülle 100 mL Wasser in ein Becherglas.
- Gib einen flach gestrichenen Teelöffel Johannisbrotkernmehl in das Becherglas. Rühre dabei kräftig mit dem Glasstab oder dem Magnetrührer um.
- Erhitze die Lösung unter Rühren auf 80 - 90 °C.
- Miss inzwischen 15 mL Boraxlösung ab und gib einige Tropfen Lebensmittelfarbe in das Becherglas.
- Nach einigen Minuten wird die Lösung zähflüssig. Nimm das Becherglas von der Heizplatte und gib unter starkem Rühren die 15 mL Boraxlösung hinzu.
- Gib die entstehende Masse zum Abkühlen auf die Untertasse.

Abb. 28: Beispiel Durchführung Merkmal Kürze - Prägnanz

Anregende Zustände

Dieses Merkmal wird vor allem in der Einleitung der jeweiligen Versuchsanleitungen umgesetzt. So kann der Lerngegenstand beispielsweise in eine kurze Geschichte eingebettet werden und somit das Interesse der Leser wecken.



Schutz durch Vitamin C

In der kalten Jahreszeit und besonders wenn man erkältet ist, achten Mütter darauf, dass man genügend Vitamin C zu sich nimmt. Vitamin C stärkt das menschliche Immunsystem und übernimmt im Körper eine Reihe weiterer Schutzfunktionen. Wie diese Art von Schutz aussehen kann verdeutlicht folgendes Experiment.

Abb. 29: Beispiel Einleitung Merkmal Anregende Zustände

Methodische Umsetzungen, die sich in der Pilotstudie bewährt haben, werden auch für die Versuchsanleitungen der Hauptstudie übernommen. Hierzu zählen das direkte Ansprechen der Schüler sowie die an das Niveau angepassten Aufgabenformate. Nach WOEST kann das Aufgabenniveau bestimmten Kompetenzstufen zugeordnet werden (Woest 2004). So kann sich eine Aufgabe im naturwissenschaftlichen Unterricht auf der geringsten Kompetenzstufe auf das Anwenden von Alltagswissen beschränken. Das Erklären von einfachen Phänomenen stellt für die Schüler bereits eine höhere Kompetenzanforderung dar. Diese zweite Kompetenzstufe findet überwiegend im Projektunterricht Anwendung. In direkter Verbindung mit dem Erklären einfacher Phänomene steht auf Stufe drei das Anwenden von Gesetzen und Faktenwissen. Die Sachinformationen der Infoboxen müssen von den Schülern mit den im Experiment beobachteten Phänomenen verknüpft werden, um Auswertungen und Transferaufgaben bearbeiten zu können. Auf der nächst höheren Kompetenzstufe werden Verfahren und Modellvorstellungen angewendet. Aufgaben dieses Niveaus finden in den Projekteinheiten keine Berücksichtigung. Um sie zu lösen müssen sich die Schüler auf einer formal-operationalen Entwicklungsstufe befinden (siehe Kapitel 2.2.2). Aufgabe des Projektunterrichts soll es jedoch sein, die Schüler beim Übergang zu dieser Stufe zu begleiten, sodass abstraktere Denkabläufe nicht vorauszusetzen sind. Daher werden Modellvorstellungen bei der Vermittlung von Lerngegenständen als Hilfsmittel genutzt, sie sind jedoch keine Voraussetzung zum Lösen einer Aufgabe:

INFOBOX

Man unterscheidet in der Chemie zwei Arten von Stoffen: Stoffe (z.B.: Öl, Fleisch, unsere Hautzellen), die fettliebend sind und die wasserliebenden Stoffe (z.B.: Wasser, Salze, Zucker). Dabei mischen sich immer nur wasserliebende mit wasserliebenden und fettliebende mit fettliebenden Stoffen. Spülmittel hat sowohl fettliebende als auch wasserliebende Eigenschaften. Das Bild zeigt, wie ein Öltröpfchen von Spülmittel umschlossen wird, hierdurch kann sich das Öl auch in Wasser lösen. Das Spülmittel bildet eine Art Brücke zwischen dem fettliebenden und dem wasserliebenden Stoff.

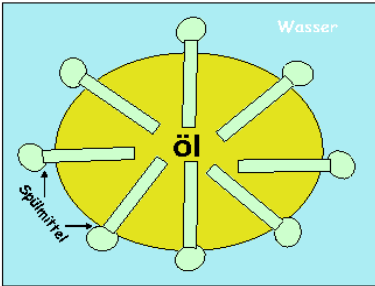


Abb. 30: Beispiel Einsatz von Modellen

Trotz der intensiven Bemühungen um ein interesseentwickelndes und kompetenzförderndes Projektkonzept, ist es wünschenswert, dass sich dieses nicht ausschließlich auf zwei Aspekte versteift. Neben der naturwissenschaftlichen Sachkompetenz und Methodenkompetenz kann ein Schwerpunkt des fächerübergreifenden Unterrichts in der Herausbildung und Vertiefung weiterer grundlegender Kompetenzen liegen (Kometz 1997, 17).

Hierzu zählen unter anderem:

- Kommunikationsfähigkeit
- Herausbildung von ökologischem Bewusstsein
- Vorbereitung auf soziale Verantwortung
- Fördern von eigenverantwortlichem Handeln
- Befähigen zu individueller Wahrnehmungs-, Urteils- und Entscheidungsfähigkeit

2.3.3.2 Die inhaltliche Gestaltung

In diesem Abschnitt wird die praktische Umsetzung der Projektidee vorgestellt. Neben der Durchführung wird die Möglichkeit des Kompetenzerwerbes thematisiert. Dementsprechend werden auch an dieser Stelle die Kompetenzen **Beobachten, Beschreiben, Protokollieren, Experimentieren** und **Schlussfolgern** nicht erwähnt. Sie sind fester Bestandteil der gesamten Projekteinheit und finden in jedem Versuch seitens der Schüler Anwendung.

Die Projekteinheit Nahrung und Ernährung

In Anlehnung an den körperlichen Nutzen der Nahrungsmittel ist die Projekteinheit in vier Gruppen unterteilt. Die Schüler lernen die Stoffklassen Proteine, Vitamine, Kohlenhydrate und Fette sowie eine Vielzahl gebräuchlicher Nachweisreaktionen kennen. Im Mittelpunkt der Experimente stehen vor allem chemische Aspekte, die häufig in einen biologischen Kontext eingebunden werden.

Experiment 1: Eiweiß oder Proteinnachweis?

Mit diesem Experiment können die Schüler in Lebensmitteln ihrer Wahl Proteine nachweisen. Sie lernen Proteine als Träger der Lebensfunktionen kennen und klassifizieren sie als eine wichtige Nahrungsmittelgruppe. Die Bezeichnung Eiweiß wird als umgangssprachlich dargestellt. Feste Nahrungsproben müssen zunächst zerkleinert, gequetscht und zu etwas Wasser gegeben werden, flüssige können direkt in ein Reagenzglas gefüllt und dieses in ein kochendes Wasserbad gestellt werden. Nach Zugabe einiger Tropfen Ninhydrinlösung (2,2-Dihydroxyindan-1,3-dion), einem der klassischen Nachweismittel für Proteine, wird die Lösung solange erhitzt bis eine Veränderung zu beobachten ist. Hierbei entsteht über die Zwischenstufe eines Ketamins das Ruhemanns Violett. Bei dem Versuch ist eine erhöhte Sorgfalt geboten, da die Schüler zum einen den Umgang mit einem Wasserbad lernen, zum anderen Färbungen der Haut durch Ninhydrin vermieden werden sollten.

Experiment 2: Gerinnung von Proteinen

Zu Beginn des Experimentes wird ein Hühnerei in Eiklar und Dotter getrennt. Das Eiweiß wird von den Schülern thermisch, chemisch und mechanisch denaturiert. Dies geschieht im Wasserbad, durch Zugabe von Essig und Alkohol sowie durch Rühren mit dem Magnetrührer. Die Schüler erhalten Informationen zum Vorgang der Denaturierung. Diese wird als Änderung der Proteinstruktur dargestellt, wobei die biologische Wirksamkeit der Proteine verloren geht. Abschließend müssen die Schüler den Transfer leisten, warum es für den menschlichen Organismus gefährlich ist, wenn ein Fieber in die Nähe von 42 °C steigt. Die Schüler festigen den Umgang mit einem Wasserbad und üben definierte Mengen mit einer Pipette bzw. einem Messzylinder abzumessen.

Experiment 3: Stärke – ein Kohlenhydrat

Mit Hilfe dieser einfachen Nachweisreaktion können die Schüler erkunden, welche Lebensmittel Stärke enthalten. Dabei wird ihnen verdeutlicht, dass Stärke ein Kohlenhydrat ist. Sie lernen Kohlenhydrate als die Hauptenergielieferanten des menschlichen Organismus kennen und erfahren, dass Überschüsse als Depotfett gespeichert werden. Die Nahrungsmittel werden in dünne Scheiben geschnitten bzw. härtere Lebensmittel im Mörser zerkleinert und mit etwas Wasser gemischt. Auf die zu untersuchende Probe müssen die Schüler lediglich einige Tropfen Lugolsche Lösung geben. Dieses Experiment ist für Schüler besonders attraktiv, wenn das Ergebnis mit einer Stereolupe betrachtet wird. Aufgrund der sehr einfachen Durchführung eignet es sich insbesondere als Einstiegsexperiment in die Projekteinheit (Grasser, Jückstock, Woest 2009).

Experiment 4: Mit reichlich Spucke

Anhand des Kohlenhydrats Stärke kann die Aktivität der Verdauungsenzyme im Speichel überprüft werden. Im Experiment wird als erster Schritt eine Agar-Stärke-Platte hergestellt, indem ein Spatellöffel Agar-Agar und etwas Stärke aufgekocht werden und die heiße Lösung in eine Petrischale gegossen wird. Nach dem Erkalten des Gelees zeichnen die Schüler mit Spucke eine Figur auf dessen Oberfläche. Nach einigen Minuten wird die Spucke abgewaschen und anschließend der Gelee mit Lugolscher Lösung besprüht. Die Schüler lernen, dass Enzyme Proteinverbindungen sind, die im Körper chemische Vorgänge ermöglichen, beschleunigen oder hemmen. Im Experiment erfahren sie, wie das Enzym Amylase das Kohlenhydrat Stärke spaltet. Dabei müssen sie reflektieren, dass die Lugolsche Lösung zum Nachweis von Stärke genutzt wird. In einer Transferaufgabe sollen die Schüler schlussfolgern warum zerkautes Brot süß schmeckt, wenn es einige Zeit im Mund gekaut wird.

Experiment 5: Nachweis von Zucker

Der Nachweis von Zucker bezieht sich zum einen auf den Nachweis von Glucose zum anderen auf den Nachweis von Saccharose in Lebensmitteln. Dabei wird Glucose mit Fehlinglösungen im Wasserbad nachgewiesen. Da das Disaccharid Saccharose keine freie Aldehydgruppe besitzt, wird mit verdünnter Salzsäure zunächst die glycosidische Bindung gespalten. Erst danach kann die Fehlingprobe mit der entstandenen Fructose und Glucose gelingen. Um den Zucker in Ketchup nachzuweisen, muss dieser zuvor gelöst und filtriert werden. Gegebenenfalls kann der Nachweis an der direkten Brennerflamme geübt werden.

Experiment 6: Schleimige Kohlenhydrate

Im letzten Experiment zum Thema Kohlenhydrate lernen die Schüler auf spielerische Weise mit dem Johannisbrotkernmehl ein Polysaccharid kennen. Sie erfahren, dass Mehrfachzucker im menschlichen Körper nur teilweise verdaut werden und daher zu

den Ballaststoffen zählen. In der abschließenden Transferaufgabe müssen die Schüler Stärke als ein Polysaccharid erkennen. Johannisbrotkernmehl wird mit einer definierten Menge Wasser erhitzt und mit Boraxlösung versetzt. Die entstehende hochviskose Masse kann mit Lebensmittelfarbe gefärbt werden. Das häufig als Slime oder Glibber bezeichnete Produkt kann von den Schülern mitgenommen werden, es darf jedoch nicht gekostet werden. Es ist verderblich und daher nach einigen Tagen zu entsorgen. Die Verwendung von Borax ist laut Richtlinien der EG als erbgutverändernd eingestuft worden. In einigen Bundesländern ist das Experimentieren mit verdünnten Lösungen jedoch erlaubt¹⁶.

Experiment 7: Vitamin C-Nachweis

Dieser Versuch verdeutlicht zunächst die Bezeichnung Ascorbinsäure anhand von Skorbut. Die Schüler lernen, dass Vitamine nicht vom Stoffwechsel synthetisiert werden können, jedoch an einer Reihe von Vorgängen im Körper beteiligt sind. Nachdem ein beliebiges Lebensmittel zum Nachweis von Vitamin C ausgewählt wurde, wird die Lösung bzw. Suspension mit Lugolscher Lösung versetzt. Falls das Lebensmittel Vitamin C enthält, entfärbt sich die rotbraune Lösung aufgrund des starken Reduktionsvermögens der Ascorbinsäure. Die Schüler kennen bereits den Nachweis von Stärke mit Lugolscher Lösung und müssen daher begründen, warum diese Reaktion für stärkehaltige Lebensmittel ungeeignet ist.

Experiment 8: Vitamin C-Nachweis (Tüpfeltest)

Die Tüpfelmethode ist ein einfacher Nachweis für Vitamin C in Lebensmitteln. Hier stoßen die Schüler erstmals auf eine Nachweisreaktion, deren Mehrstufigkeit, im Gegensatz zur Fehlingprobe anhand des Farbwechsels leicht nachvollzogen werden kann. In der ersten Stufe werden einige Tropfen der Probe auf ein mit Eisen(III)-chlorid (leicht angesäuert mit HCl) getränktes Filterpapier gegeben. Bei Anwesenheit von Ascorbinsäure wird Eisen(III)-chlorid zu Eisen(II)-chlorid reduziert. In der nächsten Stufe können die Schüler den Nachweis „entwickeln“, indem die Fe^{2+} -Ionen mit einer Lösung von „rotem Blutlaugensalz“ betupft werden, wodurch letztendlich Berlinerblau entsteht. Da die Nachweisreaktion sehr empfindlich reagiert, bereits $1 \mu\text{g/mL}$ können nachgewiesen werden, sind die Schüler angehalten sehr sorgfältig zu arbeiten.

Experiment 9: Schutz durch Vitamin C

Die Schutzfunktion des Vitamin C im menschlichen Körper wird in diesem Experiment anhand seiner Wirkung als Antioxidans nachgestellt. Hierzu zerreiben die Schüler einen Apfel und verteilen ihn auf vier Petrischalen. Zu den ersten drei Proben werden jeweils

¹⁶ Laut Aussage der Unfallkasse Rheinland-Pfalz kann in Schulen weiterhin unter Aufsicht mit wässrigen Boraxlösungen, deren Konzentration kleiner als 6,5 % ist, gearbeitet werden.

einige Tropfen Essig, Zitronensaft und Vitamin C-Lösung gegeben. Die vierte Probe bleibt unbehandelt. Nach einiger Zeit wird die Wirkung der Substanzen auf die Apfeloberfläche beobachtet. Mit Unterstützung der Infobox erkennen die Schüler, dass Ascorbinsäure die Apfeloberfläche vor Oxidation schützt. Sie lernen zudem den Begriff Antioxidans kennen und können anhand des Essigs nachvollziehen, dass die saure Eigenschaft der Ascorbinsäure nicht für die Schutzfunktion verantwortlich ist.

Experiment 10: Karottenfarbe

Anhand dieses Experiments lernen die Schüler eine Möglichkeit kennen, Stoffe zu extrahieren. Es wird deutlich, dass sich Stoffe durch hydrophile oder lipophile Eigenschaften auszeichnen können, zudem wird deren Mischbarkeit thematisiert. Der Zusammenhang zwischen β -Carotin und Vitamin A, sowie die Bedeutung des Vitamins werden veranschaulicht. Im Experiment wird eine Möhre zerrieben und auf zwei Bechergläser verteilt. Die Schüler können nun beobachten wie sich das β -Carotin in Wasser bzw. in Öl löst.

Experiment 11: Die Fettfleckprobe

Fette in Lebensmitteln können von den Schülern mit der Fettfleckprobe nachgewiesen werden. Dies geschieht, indem einige Tropfen der Probe auf ein Filterpapier gegeben, bzw. feste Proben auf diesem zerrieben werden. Bei fetthaltigen Lebensmitteln kann auch nach einigen Minuten noch ein Fleck auf dem Filterpapier erkannt werden. Die physikalische Größe Energie und deren Einheit das Joule werden am Beispiel des Fetts eingeführt.

Experiment 12: Fett – Nachweis mit Sudan-III-Papier

Der Fettnachweis mit Sudan-Papier wird auf gleiche Weise wie die Fettfleckprobe durchgeführt. Der fettlösliche Farbstoff stellt jedoch ein weitaus sensibleres Reagenz zum Fettnachweis dar (bei fettiger Haut kann selbst ein Fingerabdruck nachgewiesen werden). Der Versuch thematisiert nochmals fettliebende und wasserliebende Stoffe und erläutert die Bedeutung und Funktion von Fett im menschlichen Organismus (essentielle Fette).

Experiment 13: Der Milchwettlauf

Im Experiment Milchwettlauf unterscheiden die Schüler verschiedene Milchsorten anhand ihres Fettgehaltes. Dabei lernen sie den Umgang mit der Bürette kennen. Die Versuchsdurchführung beschränkt sich im Wesentlichen darauf, die Verweilzeit der Milch nach dem Öffnen der Bürette zu messen. Der Umgang mit der Bürette erfordert von den Schülern jedoch einiges an manuellem Geschick. Der Versuch thematisiert die Viskosität eines Stoffes und somit die Bedeutung des Fettgehaltes für die Fließgeschwindigkeit.

Das Experiment Löslichkeit von Fetten und Ölen wurde für die Projekteinheit Nahrung und Ernährung nochmals aufgegriffen. Der Versuch wird an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da die inhaltliche Gestaltung bereits in der Pilotstudie dargestellt wurde.

Die folgende Tabelle gibt eine zusammenfassende Übersicht zum möglichen Kompetenzerwerb in der Projekteinheit Nahrung und Ernährung. Sie differenziert zwischen den thematisierten Sachkompetenzen und Basiskonzepten sowie den durch aktives Experimentieren zu erwerbenden Methodenkompetenzen:

Tab. 17: Überblick über die Kompetenzen des Themas Nahrung und Ernährung

Experiment	Sachkompetenz/Basiskonzepte	Methodenkompetenz
Eiweiß oder Proteinnachweis?	Stoffgruppe Proteine, Bedeutung und Funktion der Proteine	Nachweisen von Proteinen, Klassifizieren
Gerinnung von Proteinen	Eiweiß ein Protein, Eigenschaften von Proteinen, Denaturierung	Messen, Vergleichen
Stärke – ein Kohlenhydrat	Stoffgruppe Kohlenhydrate	Nachweisen von Stärke, Mikroskopieren
Mit reichlich Spucke	Enzyme und ihre Wirkungsweise, Amylase	Messen, Skizzieren, Reflektieren
Nachweis von Zucker	Einfachzucker, Zweifachzucker, Vielfachzucker, Zucker als Kohlenhydrat	Nachweisen von Glucose und Saccharose, Filtrieren, Vergleichen, Klassifizieren
Schleimige Kohlenhydrate	Polysaccharide, Ballaststoffe	Messen
Vitamin C-Nachweis	Stoffgruppe Vitamine	Nachweisen von Vitamin C, Reflektieren
Vitamin C-Nachweis (Tüpfeltest)	Bedeutung und Funktion der Vitamine	Nachweisen von Vitamin C, mehrstufiger Reaktionsablauf
Schutz durch Vitamin C	Oxidation, Antioxidans, Konservierungsstoff, Vitamin C	Vergleichen, Bewerten, Klassifizieren
Karottenfarbe	Mischbarkeit, wasserliebende und fettliebende Substanzen, β -Carotin, Vitamin A	Extrahieren, Vergleichen, Klassifizieren
Die Fettfleckprobe	Energie, Kilojoule, Wärmemenge, Überernährung	Nachweis von Fett, Berechnen
Fett – Nachweis mit Sudan-III-Papier	Bedeutung und Funktion von Fetten, essentielle Fette, fettliebende und wasserliebende Substanzen	Nachweis von Fett
Der Milchwettlauf	Viskosität, Fettgehalt und Fließgeschwindigkeit	Messen, Vergleichen, Mittelwert bilden

2.3.4 Zusammenfassung

Mit diesem Abschnitt wurde die praktische Umsetzung der Pilot- und Hauptstudie dokumentiert. Es wurden die Ausgangslage und Projektsituation an den Schulen beschrieben sowie erläutert, inwieweit die Schlussfolgerungen der Voruntersuchung in die Hauptstudie eingearbeitet wurden.

Der Projektunterricht der Hauptstudie kann zusammenfassend als fächerübergreifend, interesse- und kompetenzfördernd charakterisiert werden.

Im abschließenden Kapitel dieser Arbeit werden die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung der Hauptstudie diskutiert. Sie werden eine Antwort darauf geben, ob das grundlegende Interesse der Schüler an Naturwissenschaften mit Hilfe eines integrierten Projektunterrichts bewahrt oder sogar ausgebaut werden kann. Zudem wird eine landesweite Lehrerbefragung zum integrierten Naturwissenschaftsunterricht vorgestellt und überprüft, ob die am Projekt teilnehmenden Schüler naturwissenschaftliche Kompetenzen erwerben konnten.

Kapitel 3

3 Evaluation und Bewertung

Im Kapitel Konzeption und Erprobung ist der im Rahmen der Hauptstudie durchgeführte Projektunterricht ausführlich als fächerübergreifend, interesse- und kompetenzfördernd dargestellt worden. Diese drei Aspekte des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts wurden in drei separaten Erhebungen überprüft. Die Auswertung der Fragebögen erfolgte hierbei unter Zuhilfenahme des Programms SPSS 17. Zunächst wurden die Merkmalsausprägungen und Antworten codiert und die erhobenen Daten eingepflegt. Die Daten wurden deskriptiv erfasst, tabellarisch oder grafisch geordnet und grundlegende Kenngrößen wie Lagemaße (z.B. Mittelwert) und Streuungsmaße (z.B. Standardabweichung) bestimmt. Abschließend wurden mit Hilfe standardisierter Testverfahren Hypothesenpaare überprüft und teilweise Korrelations- und Clusteranalysen durchgeführt. Die empirische Forschung wurde unter genauer Berücksichtigung der Gütekriterien quantitativer Datenerhebung durchgeführt (Objektivität, Reliabilität und Validität). D.h. dass sowohl bei der Durchführung, Auswertung und Interpretation die Objektivität gewahrt wurde. So blieben die Probanden während der Bearbeitung des Fragebogens vom Untersuchungsleiter unbeeinflusst und die Auswertung erfolgte gemäß standardisierter Verfahren. Da die Daten ausschließlich von einer Person aufgenommen und interpretiert wurden, kann die Objektivität nicht anhand von Korrelationen mit anderen Testanwendern empirisch überprüft werden.

Die Reliabilität (Zuverlässigkeit) der Fragebogenskalen wurde anhand des Alpha-Koeffizienten von Cronbach überprüft. Die einzelnen Werte werden bei den jeweiligen Befragungen aufgeführt.

Auf die Validierung der Interessenstudie sowie der Erhebung zur Kompetenzentwicklung konnte verzichtet werden, da mit der IPN-Interessenstudie Physik (Hoffman, Häußler, Lehrke 1998) und einer Dissertation zur Ausbildung von Methodenkompetenzen (Bojko 2005) bewährte Studien als Vorlage dienten. Die Inhaltsvalidität und prognostische Validität der Lehrerbefragung kann sich erst mit Hilfe von Anschlussstudien zeigen. Die Konstruktionsvalidität der Lehrerbefragung wird anhand von abgeleiteten Hypothesen überprüft und kann mittels Korrelationen bestätigt werden (vgl. 3.2) (Bortz, Döring 2003). Die Fragebögen finden sich zur besseren Übersicht im Anhang dieser Arbeit.

3.1 Interessenstudie integrierter Naturwissenschaftsunterricht

Ziel dieser Studie ist es, Erkenntnisse zur Entwicklung des naturwissenschaftlichen Interesses von Schülern zu Beginn der Sekundarstufe I zu gewinnen. Dabei stehen insbesondere drei Fragestellungen im Mittelpunkt der Erhebung:

- Wie hoch ist das Interesse von Schülern an Naturwissenschaft zu Beginn der Sekundarstufe I?
- Wie verändert sich das Interesse an Naturwissenschaften im Laufe der Klassenstufe 5 und 6?
- Werden durch den integrierten Projektunterricht naturwissenschaftliche Interessen nachhaltig gestärkt?

3.1.1 Durchführung

Die Erhebung zur Interessenentwicklung der Schüler entspricht einem experimentellen Vortest-Nachtest-Design mit Kontrollgruppe. Die Treatmentgruppe setzt sich aus den Schülern der Projekteinheiten der Hauptstudie zusammen. Sie haben zu Beginn und nach dem Absolvieren des Projektunterrichts an der Befragung teilgenommen. Die Kontrollgruppe besteht aus Schülern unterschiedlicher Schulformen im Raum Jena. Sie setzt sich aus Schülern der fünften und sechsten Klasse zusammen, wodurch die Interessenentwicklung nachgezeichnet werden kann.

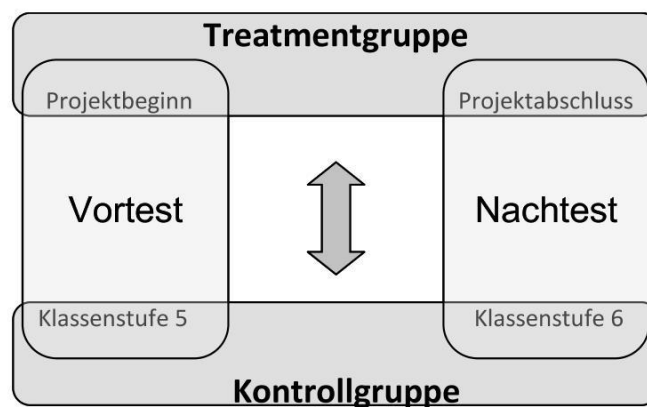


Abb. 31: Design Interessenstudie

3.1.2 Stichprobe

Im Rahmen der Hauptstudie haben zu Beginn der Projekteinheiten 19 Schülerinnen und Schüler an der Interessenstudie teilgenommen. Von dieser Gruppe besuchten sieben Kinder das Angergymnasium, die restlichen zwölf sind zu diesem Zeitpunkt Schüler der Lobdeburgschule, einer staatlichen Regelschule. Von den neunzehn Teilnehmern des Projektunterrichts haben sich sieben Mädchen für die Teilnahme entschieden. Das Alter der Kinder liegt zu Beginn der Studie zwischen 10 und 12 Jahren ($M = 10,83$). Am Nachtest haben aus verschiedenen Gründen (Teilnahme abgebrochen, Krankheit) nur noch fünf Schülerinnen und zehn Schüler teilnehmen können. Wobei weiterhin sieben Gymnasiasten, jedoch nur noch acht Realschüler für die abschließende Befragung zur Verfügung standen. Das durchschnittliche Alter liegt nun bei 11,1 Jahren. Die Kontrollgruppe setzt sich aus insgesamt 214 Schülern zusammen. Die folgende Tabelle charakterisiert diese Stichprobe detailliert:

Tab. 18: Kontrollgruppe Interessenstudie

		Anzahl
Schulart	Gymnasium	53
	Regelschule	43
	Gesamtschule	101
Alter		$M = 11,03$
Klassestufe	5	82
	6	132
Geschlecht	männlich	100
	weiblich	114

3.1.3 Methodik der statistischen Auswertung

Bei der Konzeption des Fragebogens zum Interesse wurde auf die IPN-Interessenstudie und somit auf eine bewährte und valide Vorlage zurückgegriffen. Dabei wurden die an der naturwissenschaftlichen Interessenforschung orientierten Skalen Freizeitinteresse, Situationsinteresse, Fachinteresse und Sachinteresse übernommen. Für diese Skalen wurden Items ausgearbeitet, die dem integrierten Fachunterricht angepasst sind, d.h. verstärkt die Fachbereiche Biologie, Chemie und Physik erfassen. Die Reliabilität und insbesondere die Homogenität dieser Merkmalsdimensionen wurden mit Hilfe des Alpha-Koeffizienten von Cronbach bestimmt. Die Werte zeigen, dass sich der Fragebogen, auch nach Anpassung der Skalen auf integrierte Naturwissenschaften, durch eine hohe Zuverlässigkeit auszeichnet.

Tab. 19: Reliabilitätsanalyse Interessenstudie

Skala/Merkmal Subskala	Zahl der Items	Cronbachs Alpha
Freizeitinteresse	11	0,819
Theoretisches Interesse	5	0,723
Praktisches Interesse	6	0,742
Situationsinteresse	10	0,822
Fachinteresse	9	0,697
Sachinteresse	9	0,915
Biologie	2	0,786
Chemie	4	0,866
Physik	3	0,799

Alpha-Werte ab 0,7 gelten als Hinweis für eine zufriedenstellende Reliabilität, dies gilt insbesondere wenn der Wert bei geringen Bandbreiten diese Höhe erreicht (Albers, Klapper u.a. 2009).

Zu Beginn des Fragebogens wird neben allgemeinen Angaben in Form von offenen Fragen das Freizeitinteresse der Schüler erhoben (Variable 4 und 5). Dabei wird ihnen insbesondere die Möglichkeit gegeben Interessen zu nennen, die sie in ihrer Freizeit nicht ausüben dürfen (können). Die Merkmalsdimension zum Freizeitinteresse (V6.1 – V6.2) erfasst wie häufig die Schüler in ihrer Freizeit bestimmten Tätigkeiten nachkommen. Hierbei werden ausschließlich naturwissenschaftliche Interessen mit einer fünfstufigen Ratingskala (1 = sehr oft – 5 = gar nicht) erfragt. Die Subskalen theoretisches und praktisches Interesse ermöglichen das naturwissenschaftliche Interesse zu konkretisieren, sie sind einer Interessenerhebung von Rösch entnommen (Rösch 2005).

Mit der Skala Situationsinteresse wird erfasst, inwieweit Schüler von bestimmten Situationen beeindruckt oder fasziniert sind. Die Items (V7.1 – 7.10) werden mit einer fünfstufigen Ratingskala (1 = sehr stark – 5 = gar nicht) bewertet. Neben dem Fachinteresse wird abschließend das Sachinteresse der Schüler erhoben. Diese Merkmalsdimension (V9.1 – V9.9) kann in die drei Subskalen Biologie, Chemie und Physik gegliedert werden, wodurch eine detaillierte Aussage zum Sachinteresse möglich ist. Die Werte der Skalen und Subskalen werden durch eine Mittelwertmittlung der betreffenden Items erfasst. Somit können die Skalen problemlos in einen Bezug zueinander gesetzt werden.

Bei der anschließenden Auswertung wird, der gängigen Praxis entsprechend, ein Signifikanzniveau von 0,05 festgesetzt. Das Messniveau der Interessenstudie ist entsprechend den fünfstufigen Ratingskalen ordinal. Daraus ergibt sich, dass auf nonparametrische (verteilungsfreie) Testverfahren zurückgegriffen wird. Für unabhängige Stichproben kann auf den U-Test nach Mann und Whitney bzw. den H-Test nach Kruskal und Wallis zurückgegriffen werden. Bei abhängigen Stichproben bieten sich der Wilcoxon-Test sowie der Friedman-Test an (siehe Abbildung).

Skalenniveau	Ordinal			
Intervall	zwei Stichproben		mehrere Stichproben	
Abhängigkeit	unabhängig	abhängig	unabhängig	abhängig
	U-Test	Wilcoxon-Test	H-Test	Friedman-Test

Abb. 32: Testverfahren Interessenstudie

3.1.4 Ergebnisse

3.1.4.1 Das Interesse an Naturwissenschaft zu Beginn der Sekundarstufe I

a) Freizeitinteresse und naturwissenschaftliches Freizeitinteresse

Das Interesse der Schüler an Naturwissenschaft in Klassenstufe 5 und 6 wurde mit Hilfe des gesamten Stichprobenumfangs ermittelt. D.h. es werden sowohl die Daten der Treatment- als auch der Kontrollgruppe berücksichtigt (N = 233). Die offene Frage nach ihrem **Freizeitinteresse (V4)** wurde von den Schülern wie folgt beantwortet:

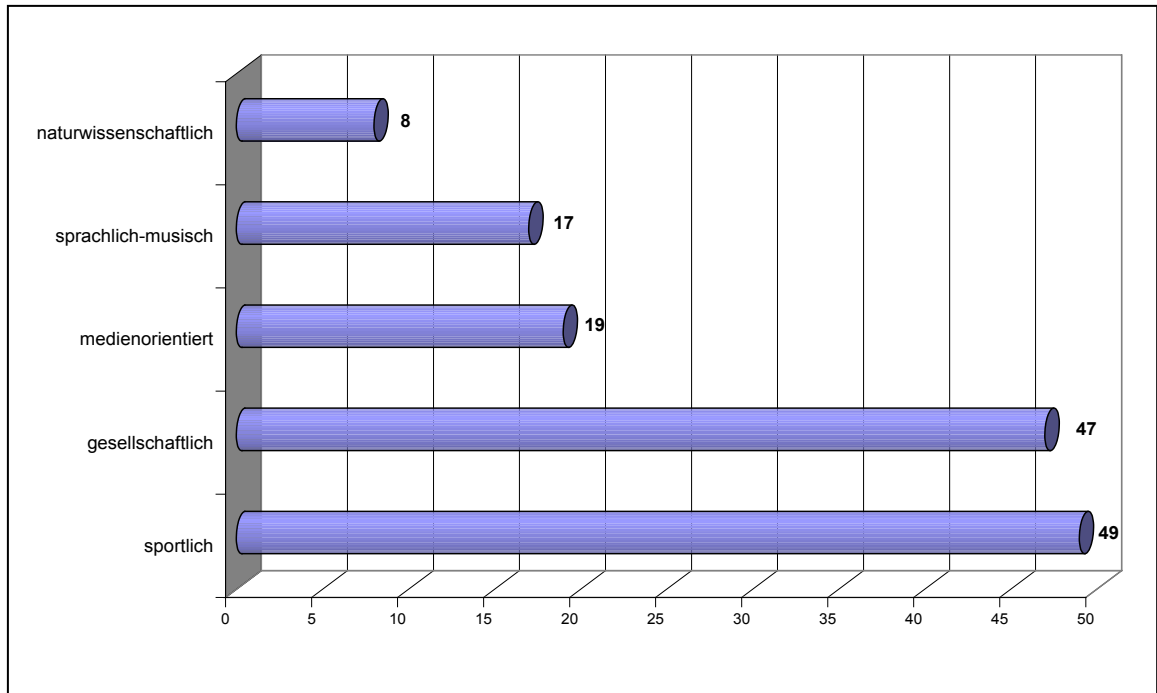


Abb. 33: Allgemeines Freizeitinteresse

Demnach spielen naturwissenschaftliche Freizeitinteressen eine stark untergeordnete Rolle. Schüler gehen in ihrer Freizeit vor allem sportlichen (Fußball spielen, Fahrrad fahren, Reiten, ...) und gesellschaftlichen (mit Freunden treffen, Shoppen gehen, Spielen) Betätigungen nach. Medienorientierte Freizeitbeschäftigungen wie Computer spielen, Fernsehen und Kino sowie Lesen und ein Musikinstrument spielen (sprachlich-musisch) stoßen bei den Schülern auf ein verhaltenes Interesse. Die geschlechtsspezifische Betrachtung des Freizeitinteresses zeigt, dass sich die Interessenstrukturen von Jungen und Mädchen unterscheiden. Jungen sind stärker medienorientiert und vor allem sportlich fokussiert, von Mädchen hingegen wird vorwiegend der gesellschaftliche Aspekt der Freizeit geschätzt. Die Unterschiede im Freizeitinteresse von Jungen und Mädchen sind höchst signifikant (U-Test, $p = 0,001$).

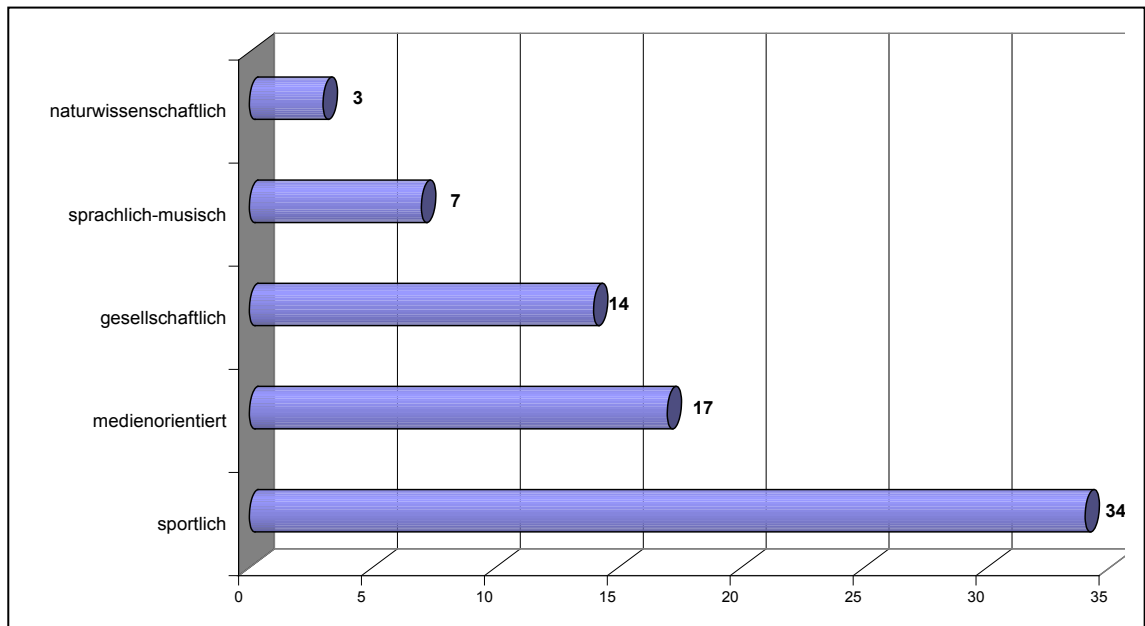


Abb. 34: Freizeitinteresse Jungen

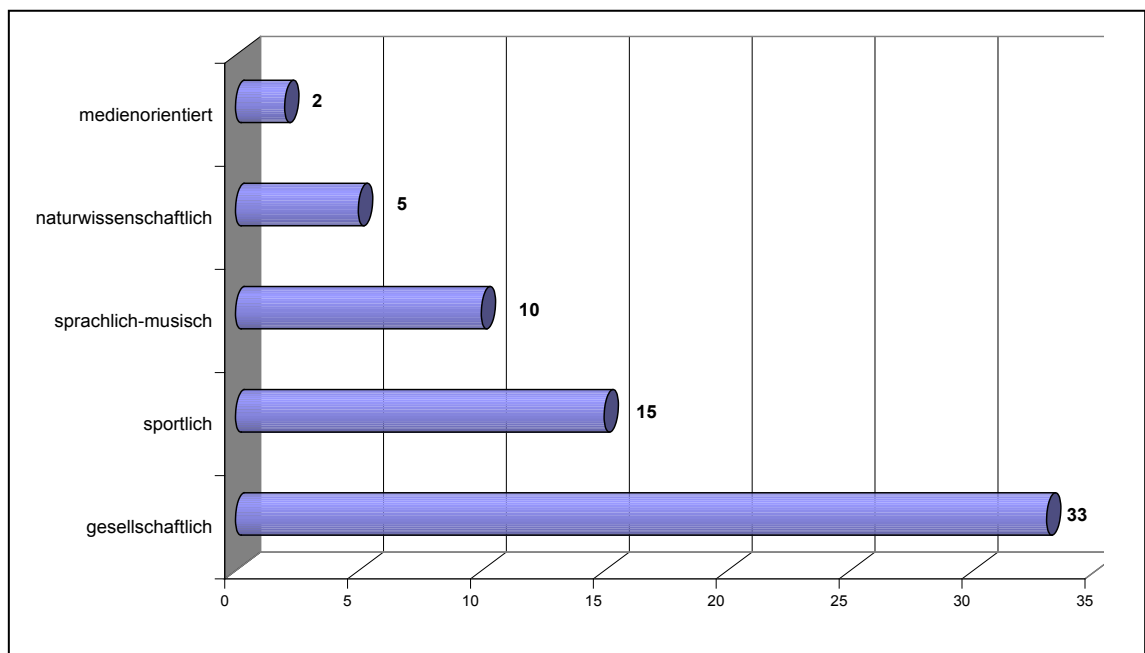


Abb. 35: Freizeitinteresse Mädchen

Die Antworten der Schüler auf die Frage, ob sie trotz vorhandenem Interesse nicht die Möglichkeit haben einer bestimmten Tätigkeit nachzukommen, bestätigt im Wesentlichen die Werte von Variabel 4. Jedoch unterscheiden sich die Angaben von Jungen und Mädchen nicht signifikant voneinander (U-Test, $p = 0,743$). Das sportliche Interesse steht weiterhin eindeutig an erster Stelle. Auffällig ist, dass „verhinderte“ Freizeitinteressen mit naturwissenschaftlichem Bezug einen höheren Stellenwert einnehmen. Rund neun Prozent der Schüler würde sich also gerne in der Freizeit mehr mit naturwissenschaftlichen Inhalten beschäftigen.

Die Skala V6 erfragt mit insgesamt 11 Variablen das konkrete **naturwissenschaftliche Freizeitinteresse**. Dabei wird die Annahme vorausgesetzt, dass die Häufigkeit einer Beschäftigung mit dem Interesse an diesem Gegenstand gleichzusetzen ist. Nach Angabe der Schüler der Klassenstufen 5 und 6 beschäftigen sie sich nur manchmal bis selten mit naturwissenschaftlichen Themengebieten ($M = 3,35$, $SD = 1,25$). Das theoretische Interesse steht hierbei im Vordergrund, es ist für die Schüler signifikant interessanter als das praktische Interesse an naturwissenschaftlichen Themen.

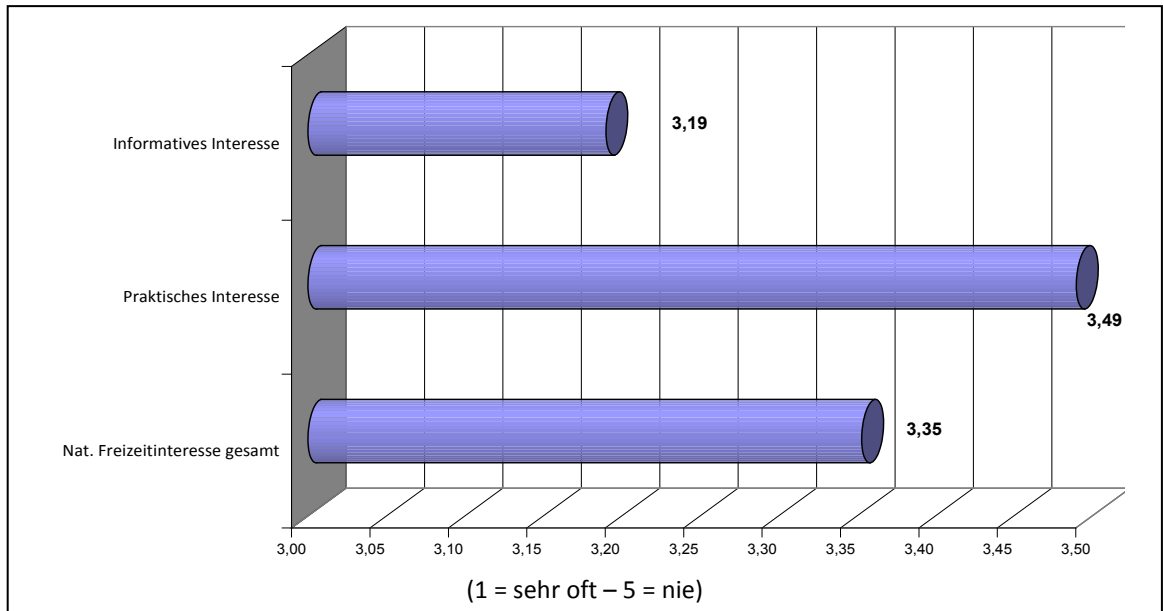


Abb. 36: Naturwissenschaftliches Freizeitinteresse

Wissenssendungen mit naturwissenschaftlichem Inhalt stoßen bei den Schülern auf die höchste Resonanz ($M = 2,44$, $SD = 1,28$). Allerdings werden nur sehr selten Pflanzen untersucht ($M = 3,84$, $SD = 1,03$) oder mit einem Mikroskop gearbeitet ($M = 3,73$, $SD = 1,17$). Für beide Geschlechter kann das gleiche informative Interesse aufgezeigt werden. In der Subskala praktisches Interesse ist hingegen eine klare Rollenverteilung erkennbar. Hier geben die Jungen an, dass sie sich deutlich häufiger als Mädchen praktisch mit naturwissenschaftlichen Themen beschäftigen ($M = 3,23$ vs. $M = 3,74$). Statistisch signifikant unterscheidet sich das Interesse von Jungen und Mädchen bezüglich folgender Items:

Tab. 20: Subskala praktisches Interesse

Variable	Beschreibung	Mittelwert	Signifikanz*
6.2	Pflanzen sammeln oder untersuchen	♂: $M = 4,05$, $SD = 0,89$ ♀: $M = 3,64$, $SD = 1,11$	$p = 0,005$
6.4	Mit Technikbaukästen arbeiten	♂: $M = 2,53$, $SD = 1,41$ ♀: $M = 4,32$, $SD = 0,89$	$p = 0$
6.5	Mit einem Experimentierkasten arbeiten	♂: $M = 3,14$, $SD = 1,55$ ♀: $M = 3,89$, $SD = 1,24$	$p = 0$
6.8	Geräte auseinander nehmen, untersuchen, reparieren	♂: $M = 3,03$, $SD = 1,34$ ♀: $M = 4,03$, $SD = 1,12$	$p = 0$

* U-Test

Ein Vergleich der freizeithlichen Interessenstrukturen zeigt, dass sich diese gemäß der Schulform staffeln lassen. Gymnasialschüler beurteilen ihr Interesse an naturwissenschaftlichen Freizeitaktivitäten als deutlich ausgeprägter als ihre Altersgenossen in Regel- und Gesamtschulen:

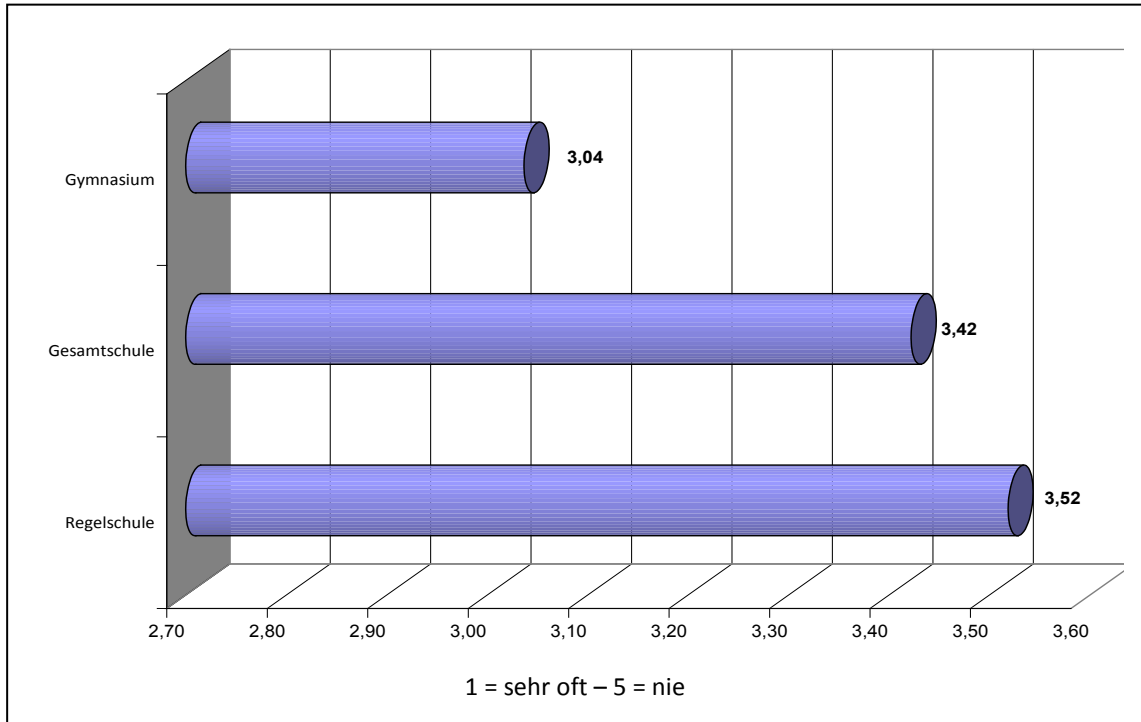


Abb. 37: Naturwissenschaftliches Freizeitinteresse - Schulform

b) *Situationsinteresse*

Anhand der Skala Situationsinteresse kann der Einfluss von Phänomenen auf das Interesse der Schüler abgeschätzt werden. Zudem bietet diese Dimension die Möglichkeit Phänomene, die bei den Schülern besonders beliebt sind, aufzudecken. Diese können bei der Konzeption weiterer Projekteinheiten als wichtige Motivationsquelle berücksichtigt werden. Das 10 Items umfassende Situationsinteresse stellt sich insgesamt nach Ermittlung des Skalenmittelwertes deutlich positiver dar als das Freizeitinteresse. Dennoch ist die Faszination für naturwissenschaftliche Phänomene recht verhalten ($M = 2,94$, $SD = 1,28$). Auf ein besonders hohes Interesse stoßen Feuerwerke ($M = 2,12$, $SD = 1,18$), die Spurensuche in Kriminalfilmen ($M = 2,43$, $SD = 1,4$) sowie die Begegnung mit Tieren ($M = 2,38$, $SD = 1,11$).

Tab. 21: Skala Situationsinteresse

Variable	Beschreibung	Mittelwert	Signifikanz*
7.1	Tiere	♂: $M = 2,57$, $SD = 1,23$ ♀: $M = 2,22$, $SD = 0,97$	$p = 0,039$
7.2	Pflanzen	♂: $M = 3,22$, $SD = 1,2$ ♀: $M = 2,88$, $SD = 1,18$	$p = 0,045$
7.3	Filme und Spurensuche	♂: $M = 2,29$, $SD = 1,39$ ♀: $M = 2,55$, $SD = 1,42$	$p = 0,15$

7.4	Gewitter	σ : M = 3,05, SD = 1,5 φ : M = 2,73, SD = 1,33	p = 0,107
7.5	Feuer	σ : M = 2,47, SD = 1,42 φ : M = 3,04, SD = 1,31	p = 0,001
7.6	Feuerwerk	σ : M = 2,10, SD = 1,25 φ : M = 2,15, SD = 1,13	p = 0,476
7.7	Seife	σ : M = 4,27, SD = 1,06 φ : M = 4,1, SD = 0,96	p = 0,46
7.8	Heißluftballon	σ : M = 3,22, SD = 1,35 φ : M = 3,08, SD = 1,26	p = 0,481
7.9	Brausetablette	σ : M = 3,34, SD = 1,36 φ : M = 3,21, SD = 1,21	p = 0,369
7.10	Technische Geräte	σ : M = 2,63, SD = 1,43 φ : M = 3,6, SD = 1,26	p = 0

* U-Test

Die geschlechtsspezifischen Unterschiede hinsichtlich der Art des naturwissenschaftlichen Interesses bestätigen die Ergebnisse der Dimension Freizeitinteresse. So sind Mädchen einerseits signifikant stärker an Phänomenen mit Pflanzen und Tieren interessiert, andererseits ist das Interesse der Jungen an Situationen im Zusammenhang mit Feuer und technischen Geräten signifikant höher. Die übrigen Unterschiede in den Interessenstrukturen können nicht statistisch abgesichert werden (siehe Tabelle). Tendenzen in den Interessenstrukturen bezüglich der Schulart können anhand des Situationsinteresses erneut bestätigt werden. Die Faszination der Schüler an Phänomenen nimmt von der Regelschule, über die Gesamtschule zum Gymnasium hin deutlich zu (jedoch nicht signifikant p = 0.55 (Kruskal-Wallis-Test)).

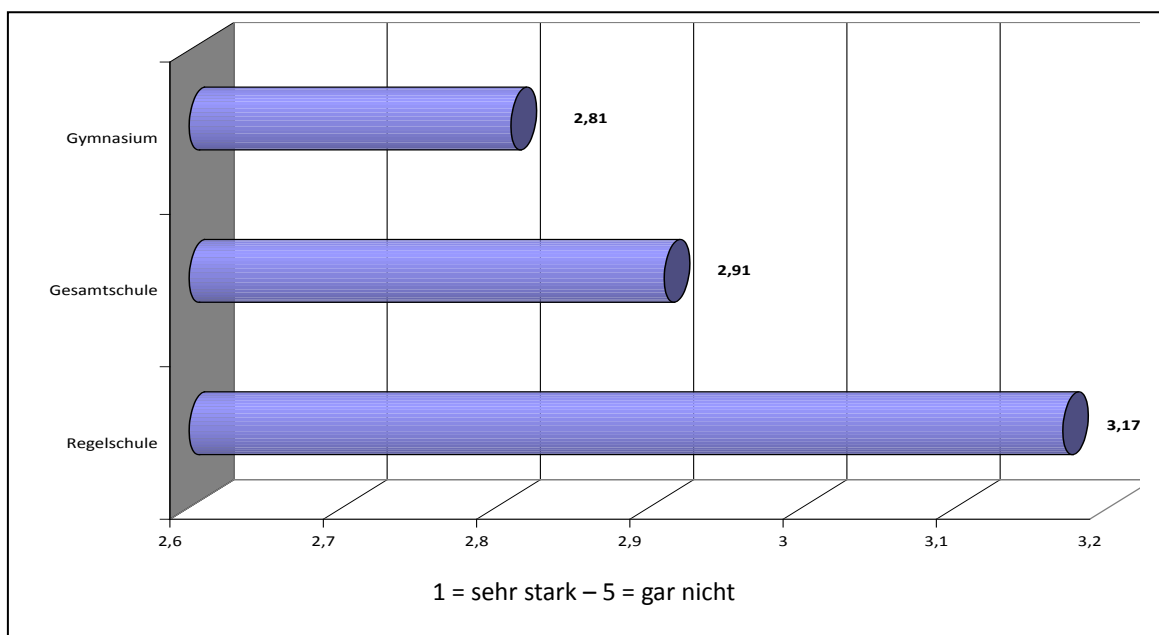


Abb. 38: Situationsinteresse – Schulform

c) Fachinteresse

Das Fachinteresse der befragten Schüler ist in Klassenstufe 5 und 6 relativ hoch ($M = 2,36$, $SD = 1,22$). Die Beurteilung der Fächer zeigt, dass vor allem Sport ($M = 1,45$, $SD = 0,88$) sehr beliebt ist. Deutsch wird mit durchschnittlich einer halben Skalen schlechter als alle anderen Fächer bewertet und zeichnet sich somit als das unbeliebteste Fach ab. Das Fachinteresse von Jungen und Mädchen unterscheidet sich insgesamt kaum (σ : $M = 2,36$, $SD = 1,22$ vs. φ : $M = 2,38$, $SD = 1,19$). Nur bei den Fächern Mathematik, Deutsch und Kunst sind signifikante, geschlechtsspezifische Unterschiede vorhanden (siehe Tabelle).

Tab. 22: Skala Fachinteresse

Variable	Beschreibung	Mittelwert	Signifikanz*
8.1	Deutsch	σ : $M = 3,04$, $SD = 1,0$ φ : $M = 2,78$, $SD = 0,95$	$p = 0,037$
8.2	Mathematik	σ : $M = 2,29$, $SD = 1,2$ φ : $M = 3,03$, $SD = 1,21$	$p = 0$
8.6	Kunst	σ : $M = 2,67$, $SD = 1,32$ φ : $M = 2,0$, $SD = 1,24$	$p = 0$

*U-Test

Die in den vorausgegangenen Skalen sichtbaren Tendenzen der Interessenstrukturen gemäß den Schulformen werden beim Fachinteresse erstmals durchbrochen. Es sind keine signifikanten Unterschiede in der Beliebtheit bestimmter Fächer festzustellen.

d) Sachinteresse

Im letzten Teil des Fragebogens wurde das Sachinteresse der Schüler anhand von „Forschungsfragen“ erhoben

Insgesamt schätzen die Schüler ihr Sachinteresse gut bis befriedigend ein. Mit Blick auf den Fachbezug dieses Interesses, zeichnet sich ab, dass ein geringer aber dennoch signifikanter Unterschied (χ^2 : $p=0$) zwischen den Teildimensionen besteht (siehe Abbildung).

Besonders die Items „Wie und warum kann man mit Salz und Wasser elektrischen Strom leiten“ und „Wie kann man mit Hilfe von Wasser Farben trennen“ stoßen bei den Schülern auf hohes Interesse. Als nur mäßig interessant werden die Fragen „Wie sind tierische und pflanzliche Zellen aufgebaut“ und „Wie kann man mehr über die Bestandteile und Eigenschaften von Boden in Erfahrung bringen“ bewertet.

Die Ergebnisse in den Subskalen sind vor dem Hintergrund von Studien zur Fachbeliebtheit unerwartet. In einer Vielzahl von Studien konnte nachgewiesen werden, dass Biologie bei den Schülern auf eine deutlich größere Beliebtheit stößt als die Fächer Physik und Chemie. Diese Schulfächer liegen beispielsweise in der 2005 erhobenen Sasol-Studie punktgleich auf dem letzten Rang (Sasol 2005).

Im Gegensatz zu diesem Befund ist das Sachinteresse bei den Schülern insofern anders strukturiert, dass biologische Aspekte als weit weniger interessant empfunden werden als chemische oder physikalische Inhalte.

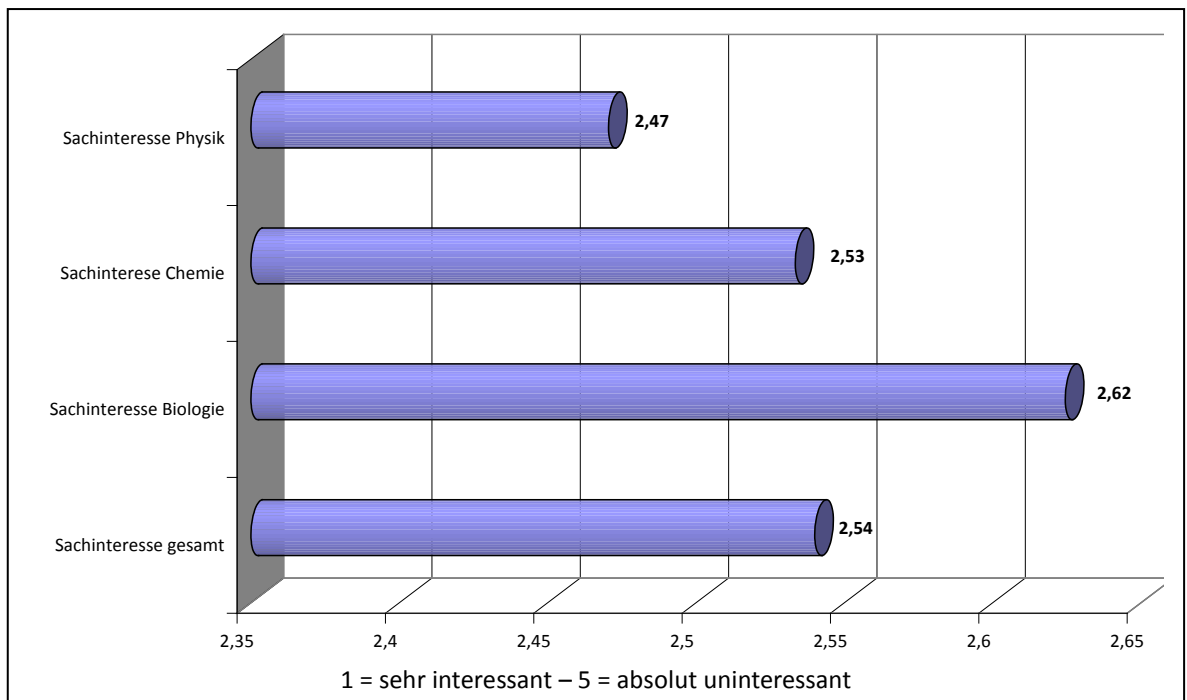


Abb. 39: Sachinteresse

Die Auswertung des Sachinteresses nach Geschlechtern zeigt, dass Mädchen insgesamt ein stärker ausgeprägtes Interesse haben. Dabei interessieren sich die Schülerinnen fast gleichermaßen stark für biologische, chemische und physikalische Aspekte. Bei Jungen steht hingegen die Physik deutlich an erster Stelle. Diese Unterschiede lassen sich jedoch nicht statistisch belegen.

Tab. 23: Skala Sachinteresse

Skala	Mittelwert	Signifikanz*
Sachinteresse gesamt	♂: M = 2,53, SD = 1,09 ♀: M = 2,49, SD = 1,04	p = 0,884
Subskala Biologie	♂: M = 2,73, SD = 1,31 ♀: M = 2,52, SD = 1,28	p = 0,222
Subskala Chemie	♂: M = 2,59, SD = 2,42 ♀: M = 2,48, SD = 1,09	p = 0,613
Subskala Physik	♂: M = 2,41, SD = 1,15 ♀: M = 2,52, SD = 1,15	p = 0,404

*U-Test

Die Differenzierung nach Schulformen lässt wiederum eine Tendenz in den Interessenstrukturen erkennen. So ist das Sachinteresse bei den Gymnasiasten am deutlichsten ausgeprägt und die Regeschüler zeigen das geringste Interesse an diesen Forschungsfragen.

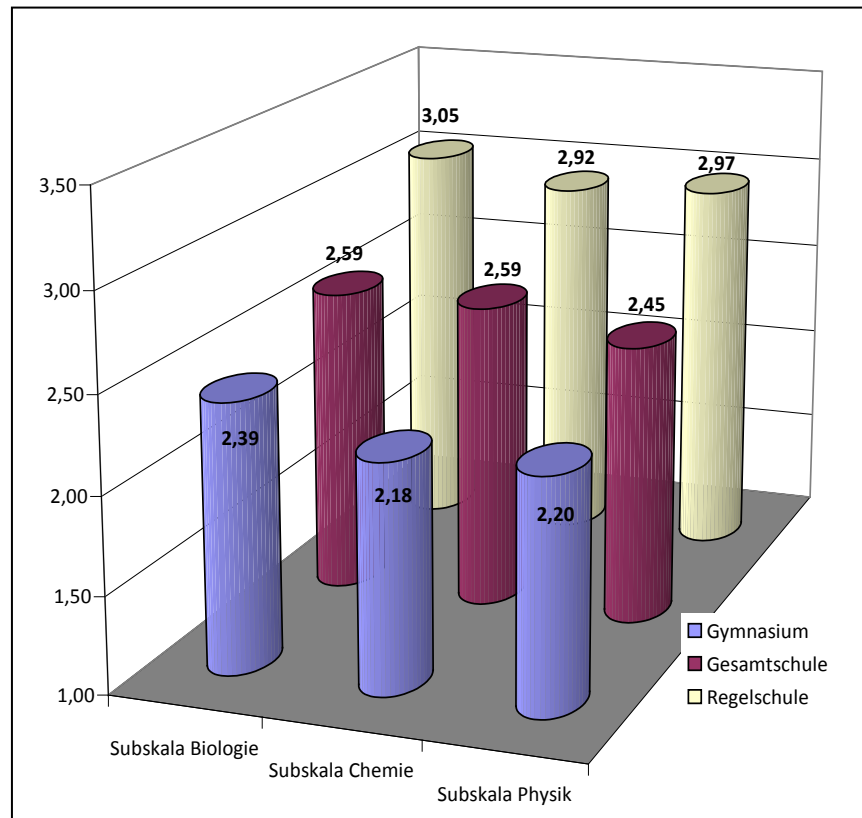


Abb. 40: Sachinteresse – Schulform

Nachdem die Ergebnisse der einzelnen Abschnitte der Interessenbefragung in Klassenstufe 5 und 6 detailliert vorgestellt wurden, soll die nachfolgende Grafik einen abschließenden Überblick zu den Interessendimensionen geben.

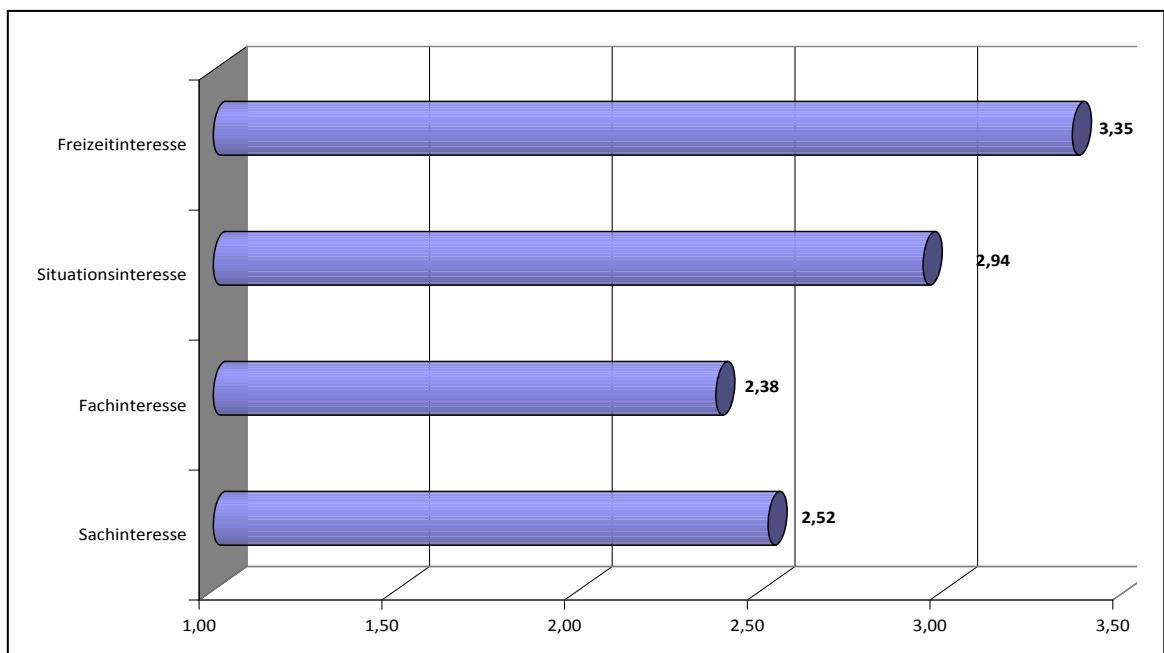


Abb. 41: Gesamtübersicht Interesse

Das Fachinteresse der Schüler hebt sich augenscheinlich von den übrigen Interessendimensionen ab, was durch die hohe Beliebtheit der so genannten „weichen Fächer“ wie Kunst, Sport und Musik zu erklären ist. Durch eine Rangkorrelation nach Spearman (für nicht normale Verteilungen) können für alle vier Skalen positive und signifikante

($p = 0$) Korrelationen nachgewiesen werden. D.h., dass wie zu erwarten, ein hohes Interesse in einem Dimensionsbereich mit hohen Interessen in den übrigen Bereichen einhergeht. Am deutlichsten zeigt sich dies zwischen den Skalen Sachinteresse und Situationsinteresse ($r_s = 0,695$).

3.1.4.2 Die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Interesses zu Beginn der Sekundarstufe I

Die Gesamtübersicht zur Entwicklung der Interessenstrukturen in den ersten zwei Jahren der Sekundarstufe I verdeutlicht, dass keine Tendenzen festzustellen sind. Vielmehr bleibt das Interesse im Laufe dieser Zeit stabil. So konnte bei 55 Zehnjährigen ein gemittelttes Gesamtinteresse von 2,86 festgestellt werden. Bei den Elfjährigen ($N = 93$) liegt dieser Wert mit 2,78 etwas niedriger, wohingegen die Dreizehnjährigen ($N = 62$) wieder exakt das gleiche Gesamtinteresse wie ihre zwei Jahr jüngeren Schulkameraden aufweisen.

Die Dimensionsbereiche liefern ein ähnliches Bild wie die Entwicklung des Gesamtinteresses. Die Unterschiede des Interesses in den Altersklassen sind in allen Skalen nicht signifikant (H-Test). D.h. es kann in einer Gesamtbetrachtung nicht nachgewiesen werden, dass sich das Fachinteresse und das naturwissenschaftliche Interesse der Schüler zu Beginn der Sekundarstufe positiv oder negativ verändert.

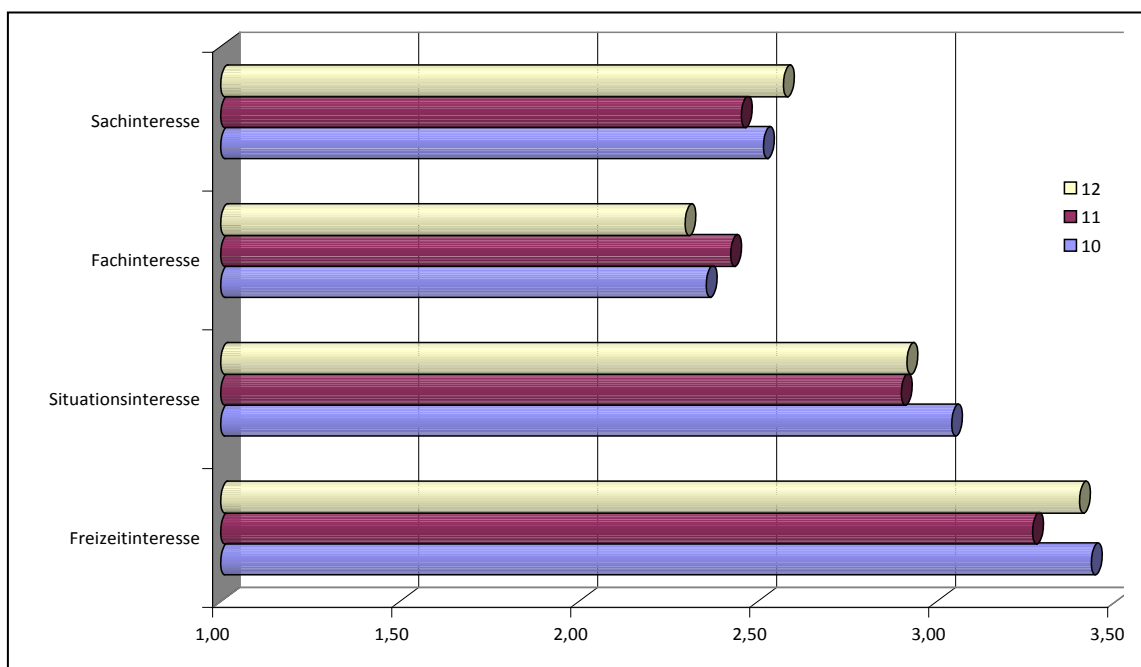


Abb. 42: Interessenentwicklung - Dimensionsbereiche

Hieraus folgt, dass etwaige Veränderungen in den Interessenstrukturen nur in einer detaillierten Analyse der Dimensionsbereiche unter Berücksichtigung verschiedener Gruppenvariablen aufgedeckt werden können.

a) Geschlechtsspezifische Interessenentwicklung

Wird die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Interesses bezüglich der Geschlechter nachgezeichnet, so zeigt es im Gegensatz zum unspezifischen Gesamtdatensatz einige signifikante Unterschiede (Kruskal-Wallis-Test). Diese betreffen bei Mädchen die Entwicklung des Freizeitinteresses ($p = 0,016$), des Situationsinteresses ($p = 0,028$) und des Sachinteresses ($p = 0,003$). Tendenziell nimmt das Interesse der Mädchen in jedem dieser Interessengebiete von 10 nach 12 Jahren ab. Nicht zu erklären ist jedoch die sporadische Interessenzunahme mit 11 Jahren. Eine andere Datenlage liegt bei den Jungen vor. Hier können die Ergebnisse der Interessenentwicklung nicht statistisch abgesichert werden. Zudem zeigt sich konträr zu den Mädchen in allen Dimensionsbereichen mit zunehmendem Alter eine Steigerung des Interesses.

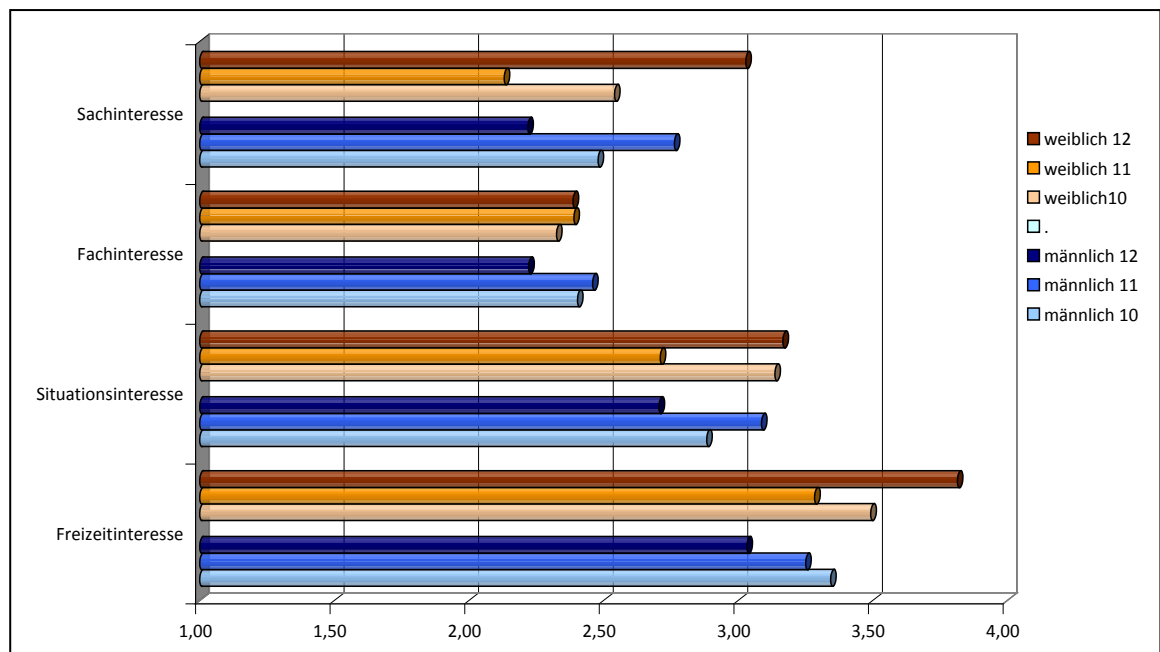


Abb. 43: Interessenentwicklung – Geschlechter

b) Interessenentwicklung gemäß der Schulform

Abgesehen vom Fachinteresse der Gesamtschüler sind in allen Interessensgebieten klare Tendenzen erkennbar. **Unabhängig von der Schulform zeigt sich sowohl bei den Regelschülern als auch bei den Gesamtschülern und Gymnasiasten eine leichte Zunahme des naturwissenschaftlichen Interesses mit steigendem Alter** (nicht signifikant). Aufgrund zu geringer Fallzahlen musste in der Datenanalyse auf die zwölfjährigen Gymnasiasten und zehnjährigen Regelschüler verzichtet werden. Die Ergebnisse scheinen zunächst den Aussagen der in Kapitel 1.6.3 diskutierten Interessenstudien des IPN zu widersprechen. Ein direkter Vergleich zu dieser Studie kann jedoch nicht gezogen werden, da die Befragungen des IPN erst ab Klassenstufe 7 die Interessenstrukturen erhoben haben und z.B. Gräber die Schüler zudem über einen Zeitraum von vier Jahren

begleitete. In dieser Studie wurden hingegen Schüler im Alter von zehn bis zwölf Jahren befragt. Somit wird deutlich, dass die Interessenentwicklung von Fünft- und Sechstklässlern nicht mit der in einem Zeitraum von Klasse 5 bis 9 vergleichbar ist.

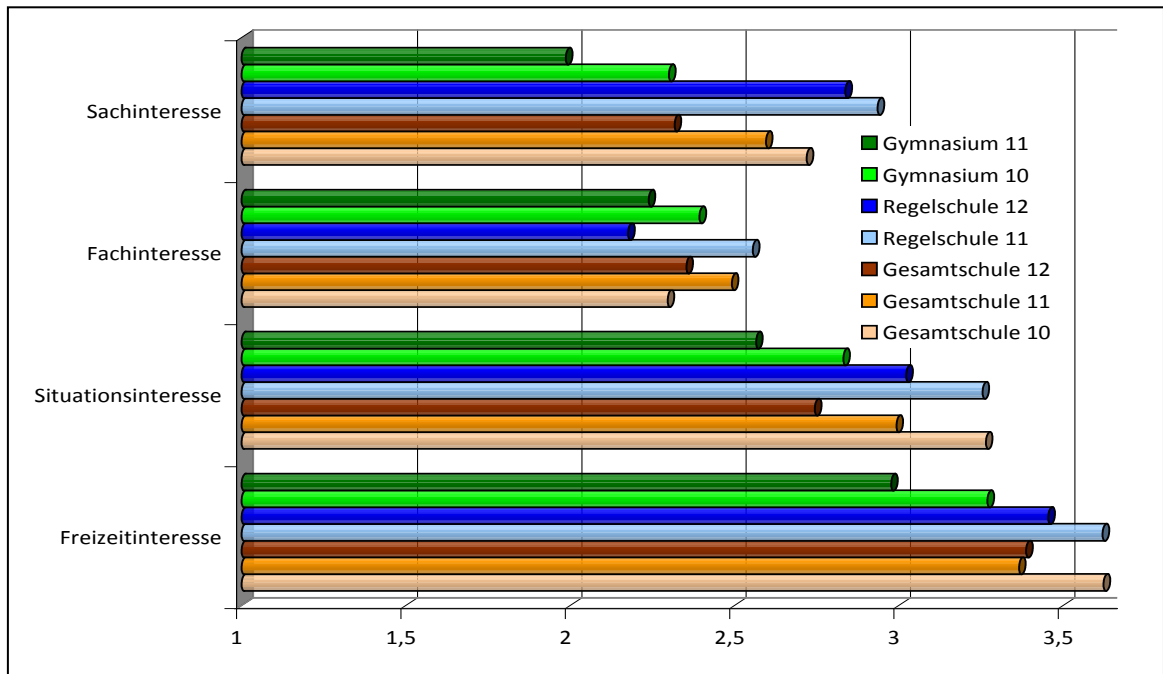


Abb. 44: Interessenentwicklung - Schulform

3.1.4.3 Der Einfluss des integrierten Projektunterrichts auf das naturwissenschaftliche Interesse

a) Freizeitinteresse

Das Freizeitinteresse der Treatment- und Kontrollgruppe unterscheidet sich bereits vor Beginn des Projektunterrichts voneinander. Dass Schüler, die freiwillig an einem naturwissenschaftlichen Projektunterricht teilnehmen auch in ihrer Freizeit ein stärkeres Interesse für naturwissenschaftliche Themen haben, ist nachvollziehbar. Dieser Unterschied besteht auch nach Beendigung des Projektunterrichts noch. Bei den Teilnehmern des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts zeichnet sich zu diesem Zeitpunkt jedoch ab, dass sie sich nun stärker in ihrer Freizeit mit naturwissenschaftlichen Aspekten auseinandersetzen. Hingegen sinkt das naturwissenschaftliche Freizeitinteresse der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied kann sogar erfasst werden ohne Gruppenvariablen wie das Geschlecht oder die Schulform heranziehen zu müssen. Dies ist mit dem kompletten Datensatz (3.1.4.2) nicht möglich gewesen. Die Veränderungen im naturwissenschaftlichen Interesse der Schüler können nicht statistisch belegt werden. Allerdings besteht zwischen dem Interesse der Treatment- und der Kontrollgruppe zu Be-

ginn des Projektes kein signifikanter Unterschied, nach Abschluss stellt sich dieser doch als signifikant dar (siehe Tabelle):

Tab. 24: Projekteinfluss - Freizeitinteresse

Freizeitinteresse	Signifikanz
T _V (Treatmentgruppe vorher) vs. T _N (Treatmentgruppe nachher)	p = 0,681
K _V (Kontrollgruppe vorher) vs. K _N (Kontrollgruppe nachher)	p = 0,594
T _V vs. K _V	p = 0,083
T _N vs. K _N	p = 0,024

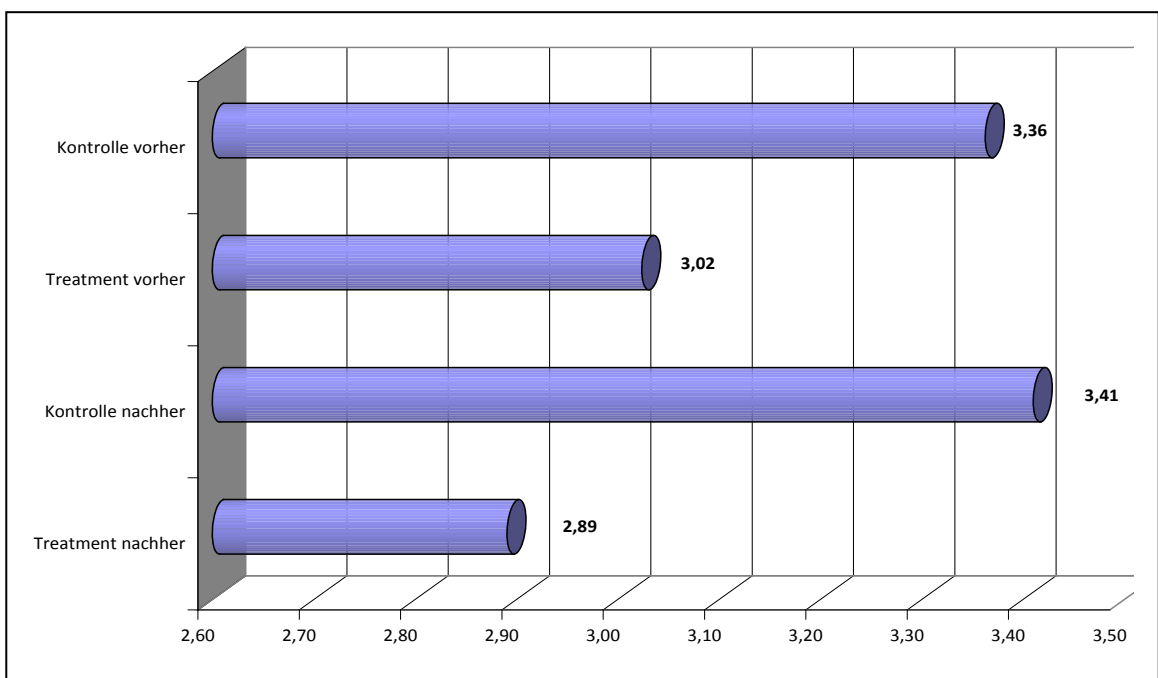


Abb. 45: Projekteinfluss - Freizeitinteresse

b) Situationsinteresse

Der integrierte Naturwissenschaftsunterricht hat augenscheinlich keinerlei Einfluss auf das Situationsinteresse der Probanden. Die Bewertungen der Schüler zu ihrer Faszination an naturwissenschaftlichen Phänomenen liefern vor und nach dem Projekt annähernd den gleichen Wert. Anhand der positiven Korrelationen zwischen den Dimensionsbereichen kann ausgeschlossen werden, dass das Interesse an Phänomenen stagniert wenn die Schüler durch einen häufigeren Kontakt mit naturwissenschaftlichen Themen diese eventuell bereits kennen (das naturwissenschaftliche Freizeitinteresse der Treatmentgruppe stieg nach Durchführung der Projekteinheit). Dies wäre

zudem eine Erklärung für die Zunahme des Situationsinteresses der Kontrollgruppe, hier konnte ja eine Abnahme des naturwissenschaftlichen Freizeitinteresses nachgewiesen werden. Fakt ist, dass keinerlei signifikante Unterschiede sowohl in den Interessenentwicklungen beider Gruppen als auch im Gruppenvergleich vorliegen. Weitere Interpretationen wären an dieser Stelle rein spekulativ.

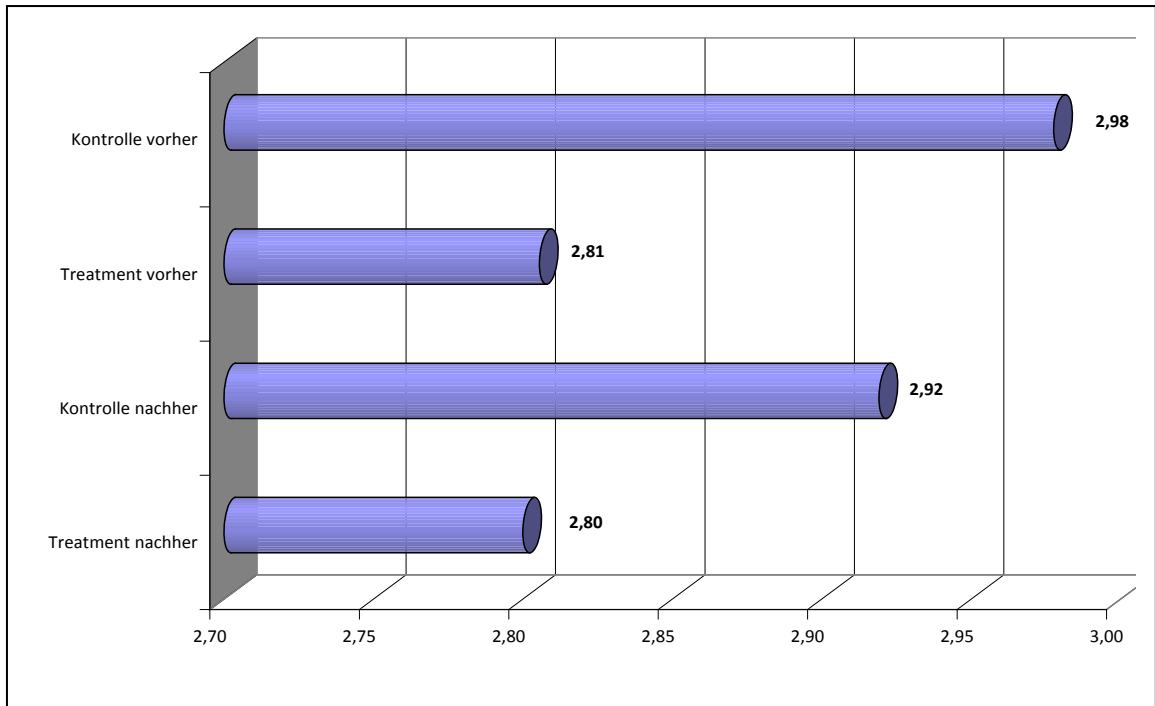


Abb. 46: Projekteinfluss – Situationsinteresse

c) Fachinteresse

Sowohl die Schüler der Projektgruppe als auch die der Kontrollgruppe geben an, dass sie sich zum Zeitpunkt des Nachtests stärker für ihre Schulfächer interessieren als zu Beginn des Projektunterrichts (keine signifikante Entwicklung). Dabei unterscheiden sich die Einschätzungen der Gruppen deutlich aber nicht signifikant voneinander. Schüler der Treatmentgruppe zeichnen sich zu beiden Zeitpunkten durch ein deutlich höheres Interesse aus. Zudem ändert sich das Fachinteresse der Treatmentgruppe mit 0,3 Skalenpunkten rund 25-mal stärker als das nahezu stagnierende Fachinteresse der Kontrollgruppe (0,012 Skalenpunkte). Somit lässt sich eine deutlich positive Tendenz für die Entwicklung dieses Interessengebietes nachzeichnen.

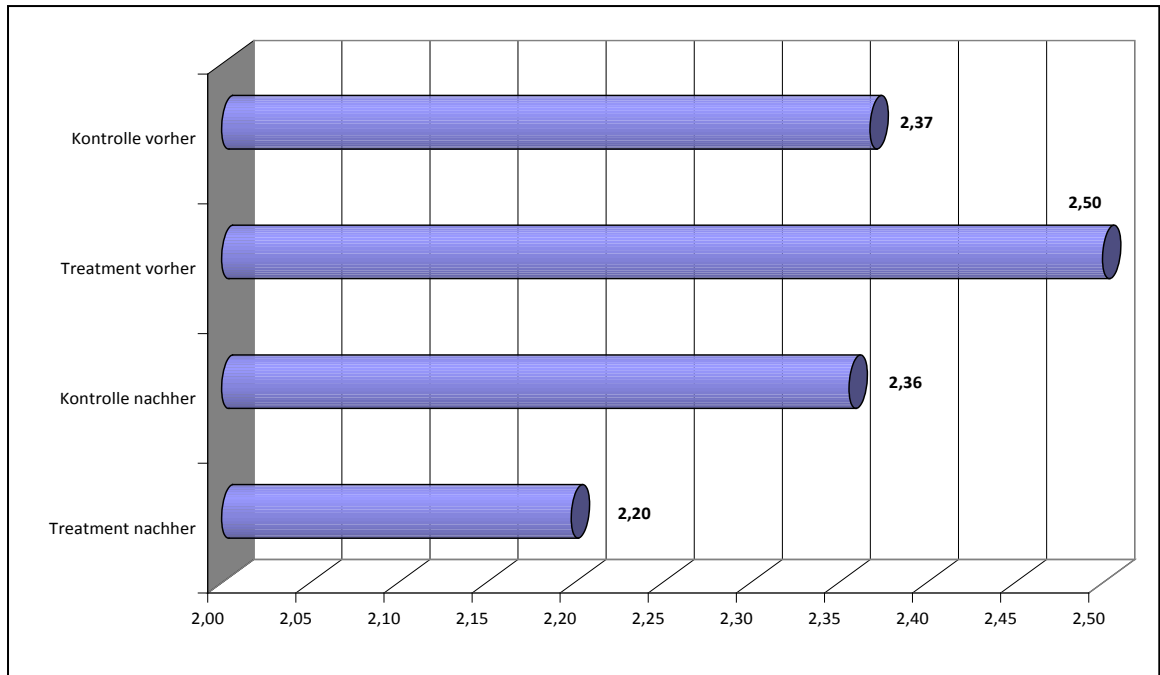


Abb. 47: Projekteinfluss - Fachinteresse

d) Sachinteresse

Das Sachinteresse der Schüler, die am Projektunterricht teilgenommen haben, ist sowohl im Vor- als auch im Nachtest höher als das der Kontrollgruppe. In beiden Gruppen sinkt dieser Wert innerhalb des Evaluationszeitraums. Wobei der Interessensverlust der Treatmentgruppe deutlich geringer ausfällt, insofern sich dieser auf rund 2 % beläuft. Indessen sinkt das Interesse der Vergleichsgruppe um fast 6 %. Dieser positive Einfluss des Projektunterrichts auf das Sachinteresse kann auf Grund fehlender Signifikanzen nicht statistisch belegt werden.

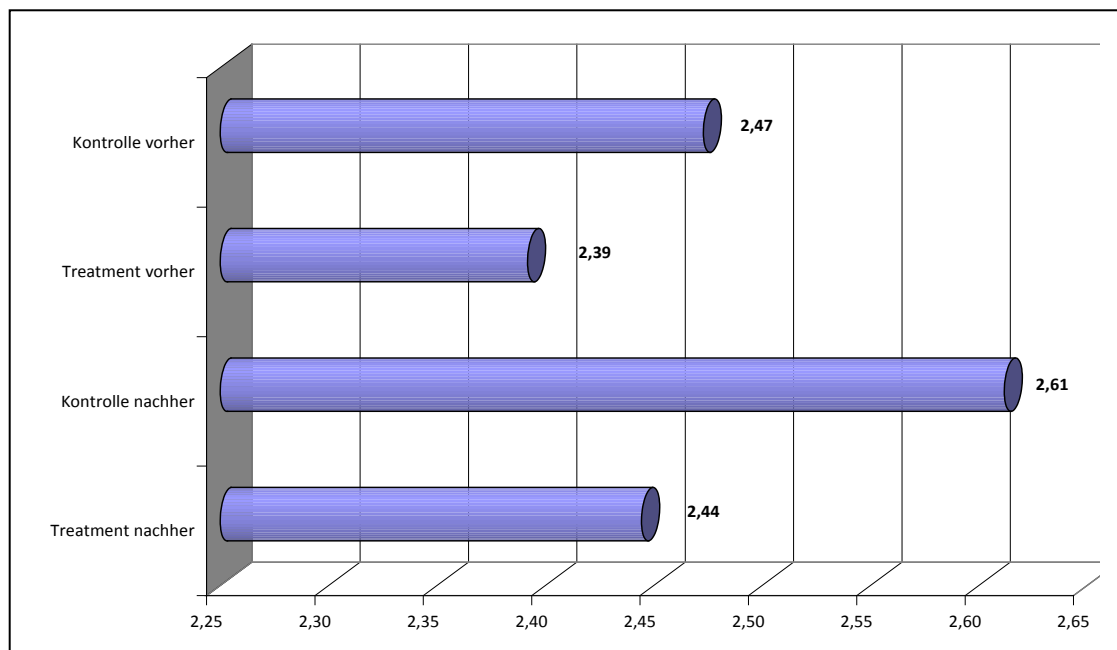


Abb. 48: Projekteinfluss – Sachinteresse

3.1.5 Zusammenfassung

Das Interesse der befragten Schüler an naturwissenschaftlichen Themengebieten zu Beginn der Sekundarstufe I, sei es in der Freizeit, in bestimmten Situationen oder mit konkretem Sachbezug, muss als mäßig bis gut bezeichnet werden (über alle Dimensionsbereiche $M = 2,8$).

These 8 *Schüler interessieren sich in ihrer Freizeit nur bedingt für naturwissenschaftliche Themen.*

These 9 *Schüler ziehen naturwissenschaftliche Freizeitbeschäftigungen mit informativem Charakter solchen mit praktischen Aspekten signifikant vor. Dabei scheuen vor allem Mädchen praktische naturwissenschaftliche Betätigungen.*

Die Ergebnisse der Interessenstudie haben gezeigt, dass das Situationsinteresse der Schüler geringer ausgeprägt ist als das Interesse nach konkreten Sachbezügen. Letzteres wurde im Fragebogen in Form von Forschungsfragen ermittelt.

These 10 *Das Potenzial von Phänomenen das Interesse an Naturwissenschaften zu wecken ist zwar unbestritten vorhanden, es liegt jedoch unter dem Niveau von Sachbezügen.*

Zudem konnten im Sachinteresse der Schüler überraschende Ergebnisse aufgezeigt werden. So zeigen die befragten Schüler ein geringeres Interesse an biologischen als an chemischen oder physikalischen Aspekten. Sogar die Mädchen, welche in den Skalen Freizeit- und Situationsinteresse eine hohe Affinität zu biologischen Themen bekundet haben, weisen in den drei fachspezifischen Subindizes annähernd gleich hohe Werte auf.

These 11 *Schüler haben ein höheres Sachinteresse an chemischen und physikalischen als an biologischen Forschungsfragen.*

Gemäß den Schulformen unterscheiden sich bis auf das Fachinteresse die Interessenstrukturen der befragten Schüler deutlich voneinander. Regelschüler beurteilen ihre Interesse durchweg am geringsten ($M = 3,23$), Gesamtschüler ($M = 2,95$) und Gymnasiasten ($M = 2,7$) zeigen hingegen im Mittel deutlich höhere Werte.

These 12 *Handlungsbedarf zur Stärkung von naturwissenschaftlichem Interesse besteht zunächst und insbesondere an Regelschulen.*

Die Interessenentwicklung von Schülern zu Beginn der Sekundarstufe I zeichnet sich im Rahmen von zwei Jahren durch die Besonderheit aus, dass Mädchen in allen Dimensionsbereichen einen signifikanten Interessensverlust aufweisen. Das Interesse der Jungen wächst hingegen im Alter von 10 bis 12 Jahren in allen beschriebenen Skalen an. Die leichte Zunahme des naturwissenschaftlichen Interesses mit steigendem Alter kann zudem für alle Schulformen nachgezeichnet werden.

These 13 *In den ersten Jahren der Sekundarstufe I sinkt das Interesse von Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen deutlich. Bei Jungen kann hingegen im gleichen Zeitraum ein Interessenzuwachs festgestellt werden.*

Ein Vergleich der Interessenstudie von Treatment- und Kontrollgruppe vor und nach Durchführung des Naturwissenschaftsunterrichts zeigt, dass durch den integrierten Projektunterricht zum Teil die naturwissenschaftlichen Interessen der Schüler gestärkt werden können. Am deutlichsten kann diese Entwicklung anhand des naturwissenschaftlichen Freizeitinteresses belegt werden. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe ändern die Schüler des Projektunterrichts ihr Freizeitinteresse dahingehend, dass die Zunahme an naturwissenschaftlichen Betätigungen anhand eines signifikanten Unterschiedes zur Kontrollgruppe nachgewiesen werden kann. Augenscheinlich rückt die Naturwissenschaft, nachdem bestimmte Aspekte im Kontext des Projektunterrichts angesprochen wurden, in den Fokus des Freizeitinteresses der Schüler. Eine weitere positive Interessenentwicklung der Treatmentgruppe zeichnet sich im Bereich des Fachinteresses ab. Dieses stagniert im Zeitraum der Erprobung bei Schülern, die nicht am integrierten Unterricht teilgenommen haben. Im Gegensatz hierzu geben Schüler der Projektgruppe nach Abschluss des Naturwissenschaftsunterrichts ein deutlich höheres Fachinteresse an. Mit den Ergebnissen im Bereich des Sachinteresses konnte nachgezeichnet werden, dass der Interessensverlust der Treatmentgruppe in dieser Dimension merklich (aber nicht statistisch belegbar) geringer als in der Vergleichsgruppe ausfällt. Die Fragestellung der Interessenstudie nach dem Einfluss des Projektunterrichts kann also abschließend wie folgt beantwortet werden:

These 14 *Mit Hilfe eines integrierten naturwissenschaftlichen Projektunterrichts wird das Freizeitinteresse von Schülern an naturwissenschaftlichen Themengebieten nachhaltig gesteigert.*

These 15 *Der Verlust an naturwissenschaftlichem Sachinteresse kann tendenziell mit Hilfe eines naturwissenschaftlichen Projektunterrichts abgefangen werden.*

These 16 *Das Schülerinteresse an Unterrichtsfächern wird durch einen naturwissenschaftlichen Projektunterricht positiv beeinflusst.*

3.2 Integrierter Fächerverbund – Lehrerbefragung zum naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht

3.2.1 Durchführung

Im Frühjahr/Sommer 2009 wurde mit Genehmigung des Thüringer Kultusministeriums und in Kooperation mit dem ThILLM eine Befragung zu einem integrierten Fächerverbund in den Klassenstufen 5 und 6 erarbeitet. Ein wesentliches Element der Lehrerbefragung ist, dass Thesen zur Bedeutung eines integrierten naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts, welche in Kapitel 1.5 dargelegt und zudem bei der Konzeption des hier vorgestellten Projekts aufgegriffen wurden, direkt an die Lehrer herangetragen werden.

Im Mittelpunkt der Erhebung standen somit drei wesentliche Fragestellungen:

- Kann ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht naturwissenschaftliche Interessen und Kompetenzen fördern bzw. vermitteln?
- Kann ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht nahtlos in die schulische Ausbildung eingebettet werden?
- Kann ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht den Anforderungen der Fachwissenschaften gerecht werden und zur naturwissenschaftlichen Bildung beitragen?

Von April bis Mai 2009 hatten alle naturwissenschaftlichen Fachlehrer Thüringens die Möglichkeit an der Befragung teilzunehmen. Hierzu wurden Fragebögen mit einem Begleitschreiben an alle Thüringer Schulen verschickt, gleichzeitig konnte man über die Homepage der Arbeitsgruppe Chemiedidaktik per Internet an der Befragung teilnehmen. Mit dem Begleitschreiben wurde den Lehrern erläutert, dass die Bezeichnung „Naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht“ (NA) eine fächerübergreifende Unterrichtsform (Biologie, Chemie, Physik) in der Klassenstufe 5 und 6 beschreibt und dass sich alle Frageitems hierauf beziehen.

3.2.2 Stichproben

456 Lehrerinnen und Lehrer mit naturwissenschaftlichen Fachkombinationen von Gymnasien und Regelschulen nahmen an der Befragung teil, dies entspricht in etwa 14 % der Lehrerschaft mit naturwissenschaftlichem Fach in Thüringen.

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht inwieweit die Befragung als repräsentativ gelten kann, d.h. in welchem Rahmen die Teilnehmer der Studie in ihren Gruppenbeschaffheiten die Wirklichkeit in Thüringer Schulen widerspiegeln.

Tab. 25: Teilnehmer Lehrerbefragung - Repräsentativität

Teilnehmer: 454		Nat. Lehrer in Thüringen RS und Gym: ~ 3250	
Altersgruppen		Altersgruppen	
>40: 5,29 %	40-48: 37,67 %	>40: 6,5 %	40-49: 39,76 %
49-57: 43,17 %	58-65: 8,37 %	50-59: 51,28 %	60-65: 2,4 %
o.A.: 5,5 %			
Geschlecht		Geschlecht	
weiblich: 66,51 %	männlich: 31,98 %	weiblich: 69,75 %	männlich: 30,25 %
o.A.: 2,21 %			
Erstfach		Unterrichtsfach	
Bio: 24,6 %	Chemie: 13,3 %	Bio: 19,54 %	Chemie: 13,94 %
Physik: 8,8 %	Mathe: 35,9 %	Physik: 19,93 %	Mathe: 41,32 %
Sonstige: 17,5 %		Sonstige: 5,27 %	
Schulart		Schulart	
Gym: 27,1 %	RS: 67,6 %	Gym: 43,93 %	RS: 56,07 %

Sowohl die Altersgruppen als auch die Geschlechterverteilung können in der Lehrerbefragung als repräsentativ angesehen werden. Die Stichproben des Erstfaches weichen in den Fächern Mathematik und Biologie um 5 %, in Physik und Sonstige um mehr als 10 % von der prozentualen Verteilung naturwissenschaftlicher Fächer an den allgemeinbildenden Schulen (ohne Grundschule) ab. Bezüglich der Schulart ist das Gymnasium deutlich unterrepräsentiert.

3.2.3 Methodik der statistischen Auswertung

Der eingesetzte Fragebogen untergliedert sich in die vier Fragekomplexe „**Interesse und Kompetenzen**“, „**schulische Einbettung**“, „**Bildung und Erziehung**“ sowie „**allgemeine Einschätzung**“.

Dabei wurde die Lehrerbefragung in Form einer 5er Ratingskala entwickelt. Die Items wurden in Form von Thesen formuliert, welche die Fachlehrer mittels der verbalen Marken „*stimmt genau* bis *stimmt nicht*“ beurteilen konnten. Die 5er Skala wurde - trotz einer möglichen Tendenz zur Mitte - bewusst einer 6er Skala vorgezogen. Die Reliabilität der drei Dimensionsbereiche (der Komplex allgemeine Einschätzung bildet keine Skala) wurde anhand des Alpha-Koeffizienten von Cronbach bestimmt. Sie sind mit Werten von 0,73 bis 0,5 als gut bis noch akzeptabel zu bewerten. Die Items dieser Skalen werden bei der Diskussion der Ergebnisse vorgestellt.

Signifikanzen werden anhand verteilungsfreier Testverfahren nach Mann-Whitney bzw. nach Kruskal-Wallis ermittelt, wobei das Signifikanzniveau bei 0,05 liegt. Die abschließenden Korrelationsanalysen werden gemäß der Ordinalskalierung nach Spearman durchgeführt.

Um Neuentwicklungen von Lehrinhalten, Lehrplänen sowie die Akzeptanz neuer Unterrichtsformen anhand einer Lehrerbefragung objektiv bewerten zu können, ist es unerlässlich bei der Datenanalyse verschiedene Personengruppen zu berücksichtigen. Für die Auswertung der Ergebnisse werden vier Untergruppen gebildet und charakterisiert. Zunächst wird das Antwortverhalten gemäß der Altersgruppen analysiert (>40, 40-48, 49-57 und 58-65 Jahre). Der zweite und dritte Teil der Datenanalyse diskutiert die Variablen Geschlecht und Erstfach der naturwissenschaftlichen Lehrer. Zu Letzterem zählen die Fächer Biologie, Chemie, Physik, Mathematik und Sonstige. Unter Sonstige sind nicht naturwissenschaftliche Fächer zu verstehen, d.h. die betreffende Lehrkraft unterrichtet in einem naturwissenschaftlichen Fach, definiert dieses jedoch nicht als ihr Erstfach bzw. Hauptfach. Abschließend werden Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede im Antwortverhalten der Regelschul- bzw. Gymnasiallehrer vorgestellt.

3.2.4 Ergebnisse

Dimension 1: Förderung von Interessen und Kompetenzen durch Naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht

Die frühzeitige Vermittlung naturwissenschaftlicher Kompetenzen ist eines der wesentlichen Argumente der Befürworter eines integrierten Fächerverbundes. Der Fragebogen differenziert neben der allgemeinen Frage nach naturwissenschaftlichen Kompetenzen zusätzlich in konzeptbezogene und prozessbezogene Kompetenzen. Die Lehrer sollen mit diesem Fragekomplex einschätzen, wie diese Kompetenzen in einem Naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht ausgebildet bzw. gefördert werden können und inwieweit das Interesse der Lernenden hierbei zu beurteilen ist. Zu folgenden Thesen wurden in diesem Abschnitt der Befragung die naturwissenschaftlichen Lehrer um eine Einschätzung bzw. Bewertung gebeten:

- *Naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht (N.A.) vermittelt frühzeitig naturwissenschaftliche Kompetenzen.*
- *N.A. fördert vor allem konzeptbezogene Kompetenzen wie Begriffe, Zusammenhänge, Modellvorstellungen, Basiskonzepte,*
- *N.A. fördert vor allem prozessbezogene Kompetenzen wie Beobachten, Beschreiben, Planen, Untersuchen, Anwenden,*
- *Durch einen N.A. wird das Interesse an Naturwissenschaften nachhaltig gestärkt.*
- *In Heimat- und Sachkundeunterricht der Grundschule werden erste naturwissenschaftliche Kompetenzen ausgebildet.*
- *Das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften sinkt mit zunehmendem Alter.*

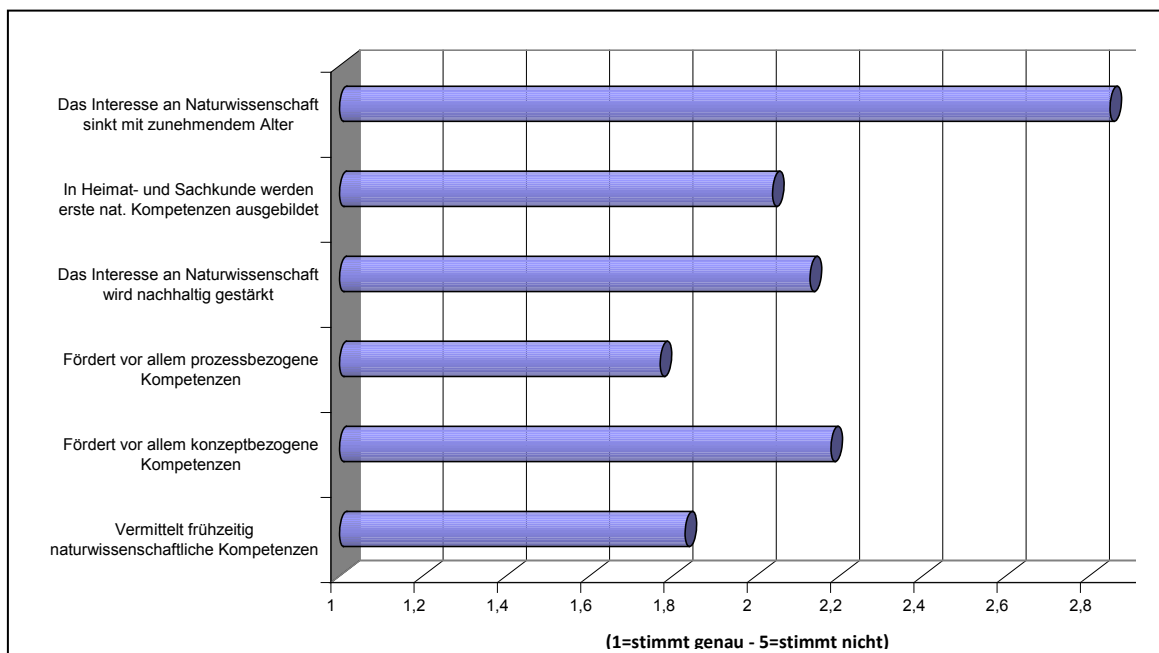


Abb. 49: Gesamtdaten Interesse und Kompetenz

Erste naturwissenschaftliche Kompetenzen werden nach Meinung der Befragten schon im Heimat- und Sachkundeunterricht ausgebildet ($M = 2,04$, $SD = 0,914$). Die Fachlehrer schreiben dem Naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht ein deutliches Potenzial zur Förderung (weiterer) naturwissenschaftlicher Kompetenzen insgesamt zu ($M = 1,83$,

$SD = 0,907$), wobei ihrer Meinung nach insbesondere den prozessbezogenen Kompetenzen ($M = 1,77$, $SD = 0,813$) eine wichtige Aufgabe zufällt.

Weiterhin sind die befragten Lehrer der Meinung, dass das Interesse an Naturwissenschaften durch den Fächerverbund prinzipiell gestärkt wird ($M = 2,13$, $SD = 0,912$). Der Naturwissenschaftliche Anfangsunterricht könnte somit einer Stagnation der Interessenentwicklung in diesem Alterssegment entgegenwirken, wenn entsprechende Unterrichtsangebote gemacht werden. Die befragten Lehrer gehen davon aus, dass das naturwissenschaftliche Interesse nur sehr bedingt mit zunehmendem Alter sinkt ($M = 2,85$, $SD = 0,917$). Diese Einschätzung deckt sich mit den Ergebnissen der Interessenstudie.

Altersgruppen

Aus der Gesamtstichprobe lassen sich 4 Altersgruppen bilden: 25 Befragte sind jünger als 40 Jahre, ungefähr 170 Personen sind zum Zeitpunkt der Befragung zwischen 40 und 48 Jahren, 195 Lehrer sind zwischen 49 und 57 Jahre und 40 sind zwischen 58 und 65 alt.

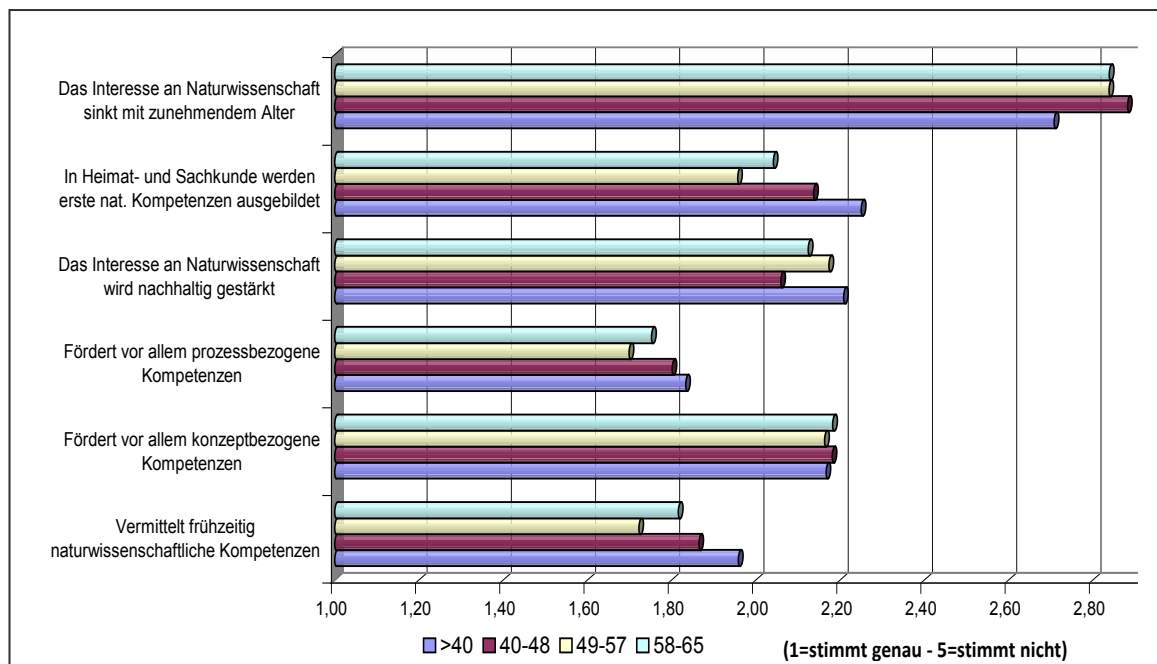


Abb. 50: Altersgruppen Interesse und Kompetenzen

Im Antwortverhalten der einzelnen Altersgruppen sind zur Dimension Interesse und Kompetenzen nur kleine Unterschiede zu erkennen (H-Test $p = 0,69$). Noch am deutlichsten unterscheidet sich die Altersgruppe der 49-57 jährigen in der Beurteilung, dass

im Sachkundeunterricht erste naturwissenschaftliche Kompetenzen gelegt werden von den Lehrpersonen unter 40 Jahre. Die jüngeren Lehrer stehen der naturwissenschaftlichen Ausbildung in der Grundschule zwar insgesamt noch positiv, jedoch kritischer gegenüber ($M = 2,25$, $SD = 0,944$). Dieser Unterschied ist jedoch nur annähernd signifikant ($p = 0,13$).

Geschlecht

Lehrerinnen beurteilen die Chancen für die Interessen- und Kompetenzentwicklung des Naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts signifikant positiver als ihre männlichen Kollegen (Gesamtskala: σ : $M = 2,2$; φ : $M = 2,49$, U-Test $p = 0,034$). Gleichzeitig stimmen sie der These, dass mit zunehmendem Alter das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften sinkt, signifikant deutlicher zu als die Lehrer (φ : $M = 2,76$, $SD = 0,925$ bzw. σ $M = 3,03$, $SD = 0,88$, $p = 0,005$)).

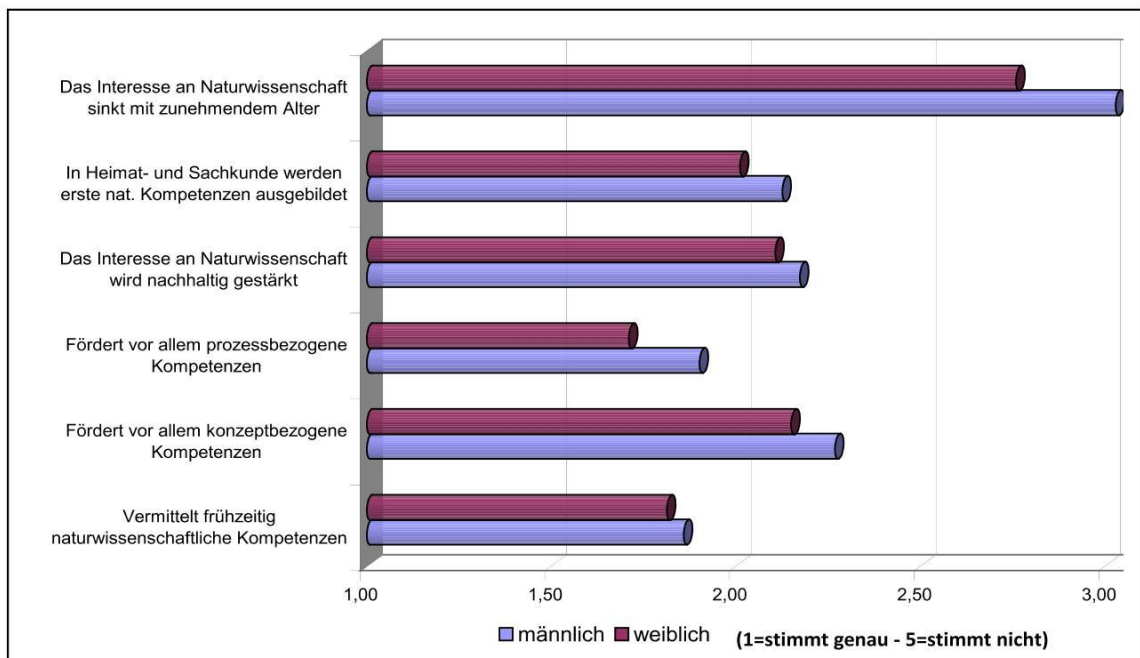


Abb. 51: Geschlecht Interesse und Kompetenzen

Erstfach

Bezogen auf die Einschätzung der Vermittlung von Kompetenzen sind wesentliche Unterschiede im Antwortverhalten der Untergruppen zu erkennen (H-Test $p = 0,013$). Chemielehrer ($M = 1,72$; $SD = 0,882$) sehen hier, gefolgt von Biologie- und Mathematiklehrern ein deutlich positiveres Potenzial des Fächerverbands. Demgegenüber bewerten Physiklehrer und Lehrer der Untergruppe Sonstige mit einem Unterschied von fast einer halben Skaleneinheit diese Option verhaltener. Die Einschätzung, dass naturwissenschaftliches Interesse nachhaltig gestärkt wird, teilen insbesondere die Biologielehrer ($\bar{x} = 1,98$, $SD = 0,955$). Auffallend ist, dass die Physiklehrer der These, dass erste

Kompetenzen im Sachkundeunterricht ausgebildet werden, deutlich skeptischer gegenüber stehen als alle anderen naturwissenschaftlichen Lehrer.

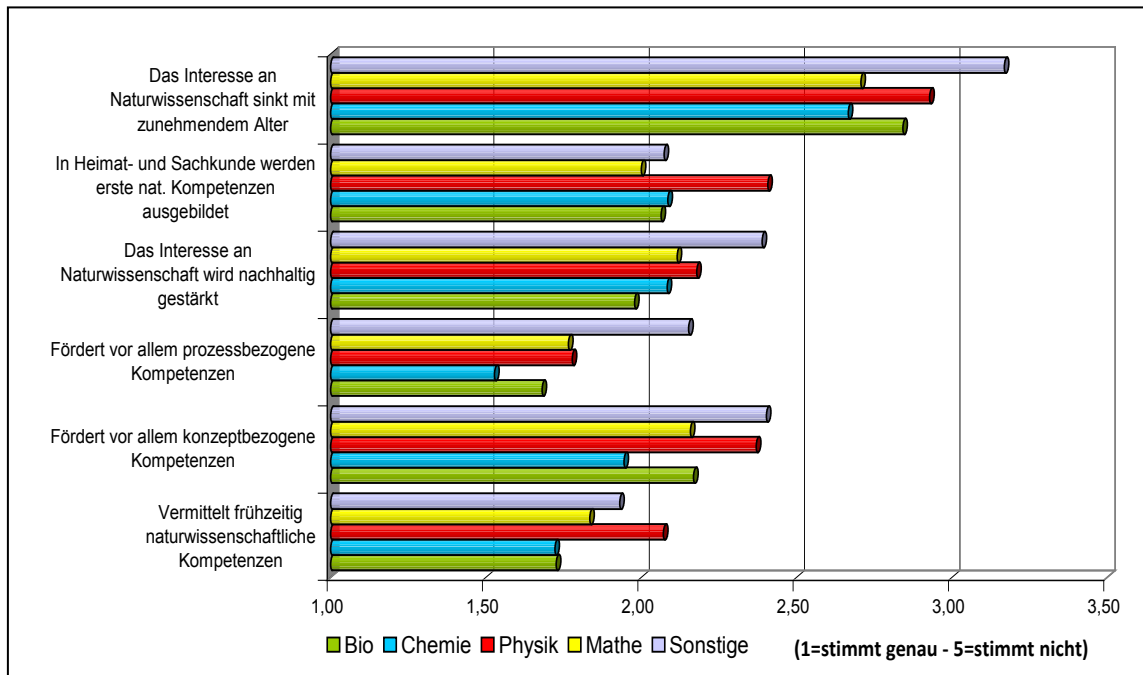


Abb. 52: Erstfach Interesse und Kompetenzen

Schulart

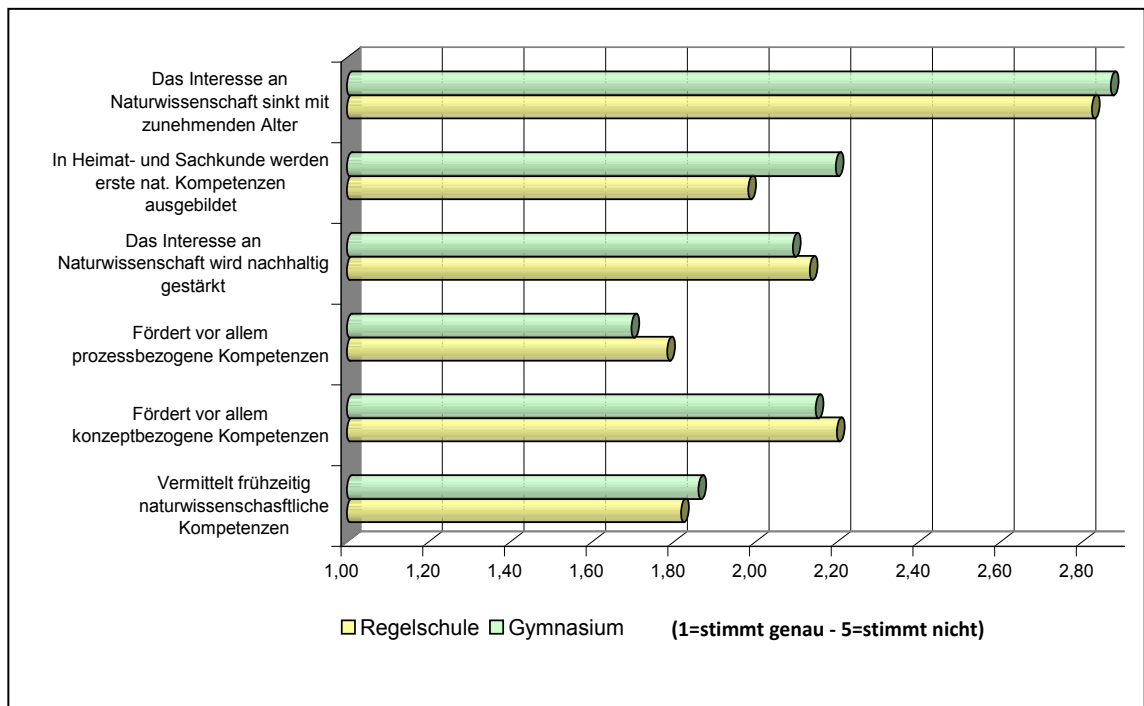


Abb. 53: Schulart Interesse und Kompetenzen

Das Antwortverhalten der Gymnasial- bzw. Regelschullehrer unterscheidet sich in jeder der sechs Thesen nur sehr gering und lässt daher keine Möglichkeit zu einer erweiterten Interpretation zu (U-Test $p = 0,88$).

Dimension 2: Schulische Einbettung des Naturwissenschaftlichen

Anfangsunterrichts

Der zweite Abschnitt der Lehrerbefragung analysiert den integrierten Fächerverbund mit Blick auf Konsekutivität, Einsatzmöglichkeiten und Nutzen innerhalb der gesamten naturwissenschaftlichen Ausbildung an der Schule. Folgende Aussagen sollen die Lehrkräfte einschätzen:

- *Mit Hilfe des N.A. ist eine lückenlose naturwissenschaftliche Ausbildung der Schüler gewährleistet.*
- *Durch N.A. wird der Übergang von Heimat- und Sachkunde zum Fachunterricht erleichtert.*
- *N.A. vermeidet Lernhindernisse durch Vermittlung gemeinsamer Begriffe, Konzepte und Methoden der Naturwissenschaften.*
- *Die hohe Motivation in Klassenstufe 5 und 6 bietet ideale Voraussetzungen für N.A..*
- *Im N.A. kann man nicht auf bestehende Kompetenzen aufbauen. Allein kindliche Alltagskenntnisse können als Erfahrungsbasis gelten.*
- *In einem naturwissenschaftlichen Fächerverbund können fachspezifische Grundkenntnisse, Systematiken und Methodiken der einzelnen Naturwissenschaften nicht hinreichend vermittelt werden.*

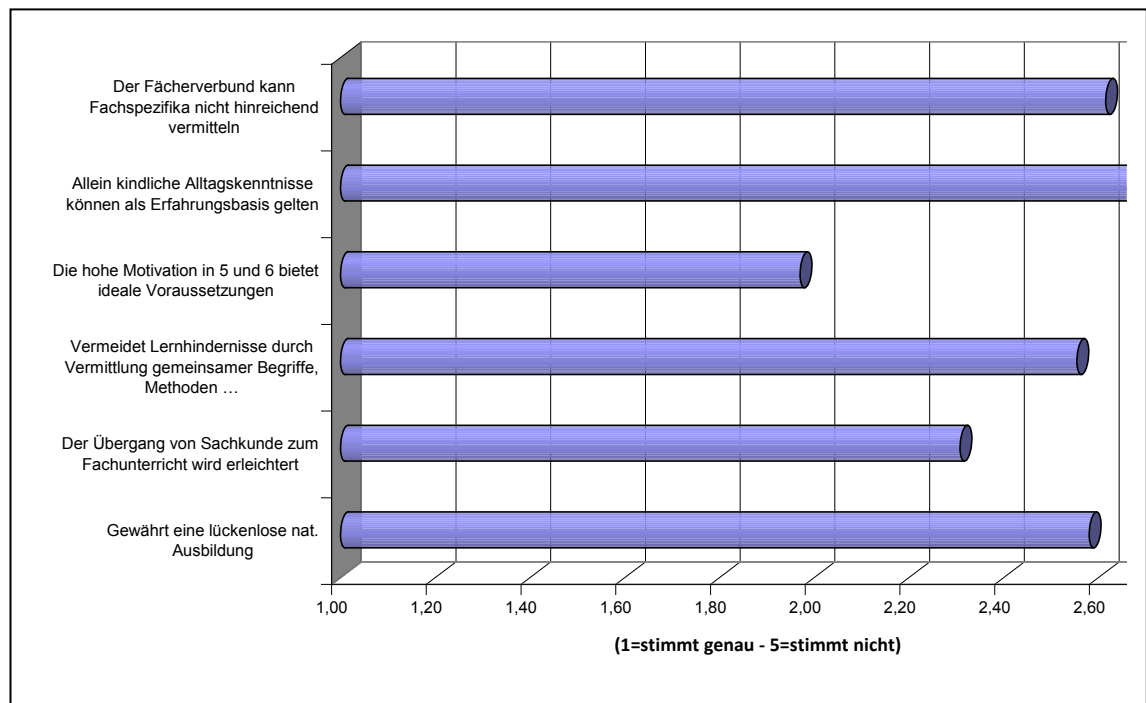


Abb. 54: Gesamtdaten Schulische Einbettung

Tendenziell fällt die Zustimmung der Lehrkräfte zu den Thesen dieser Dimension mit Werten bis 2,68 verhalten positiv aus. Folglich stehen die Fachlehrer der Möglichkeit, dass sich ein Fächerverbund reibungslos in das bestehende Schulsystem eingliedern lässt, bedingt skeptisch gegenüber. Vor allem die Aussage, dass die 5. Klasse den idea-

len Zeitpunkt für die Einführung eines Fächerverbundes darstellt, wird jedoch von den Lehrern bekräftigt ($M = 1,97$, $SD = 0,931$).

Altersgruppen

Insbesondere die sehr jungen und die sehr alten Lehrer unterscheiden sich signifikant in ihrem Antwortverhalten. So schätzen die jungen Lehrer ($M = 1,63$, $SD = 0,711$) vor allem die hohe Motivation bei den Lernenden als ideale Voraussetzung zur Einführung eines Naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts deutlich positiver ein als ihre Kollegen zwischen 58 und 65 Jahre ($M = 2,03$, $SD = 0,799$, U-Test $p = 0,05$). In gleichem Maße besteht ein Unterschied bezüglich der Einschätzung, dass der Fächerverbund eine lückenlose naturwissenschaftliche Ausbildung gewährleisten kann: Die älteren Lehrer neigen im Rahmen ihrer langjährigen Erfahrung eher dazu, diese Aussagen skeptischer zu beurteilen.

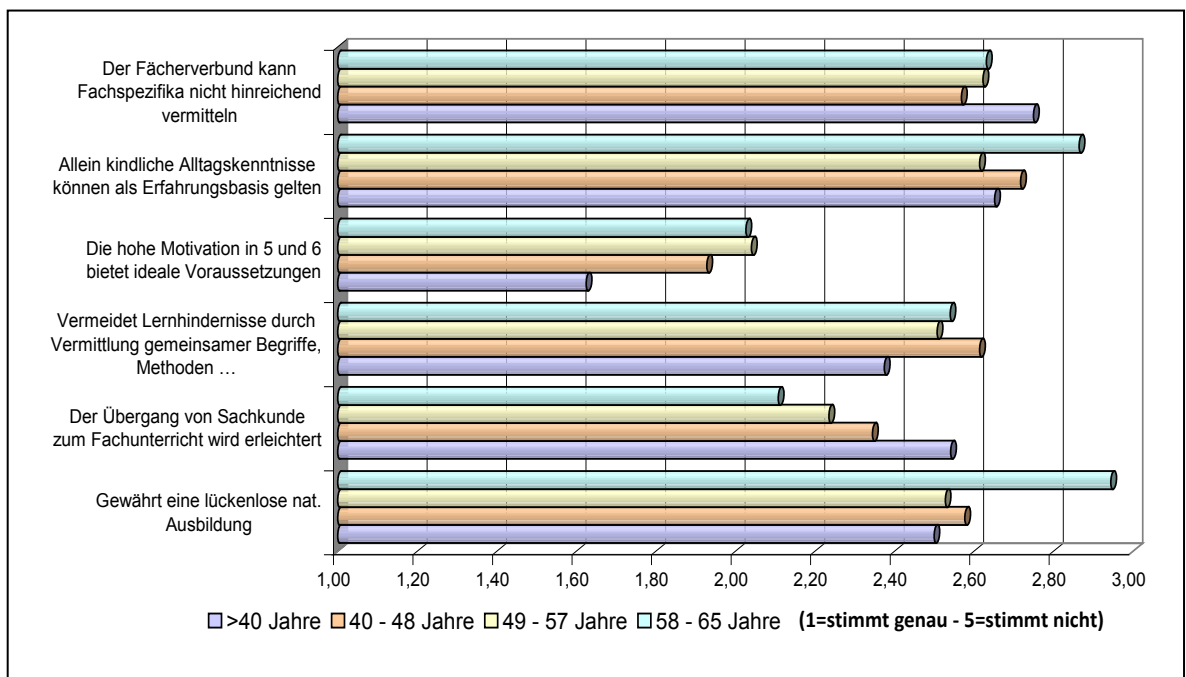


Abb. 55: Altersgruppen Schulische Einbettung

Geschlecht

Insbesondere bei der Beurteilung, ob der Fächerverbund eine lückenlose naturwissenschaftliche Ausbildung gewährleisten kann, unterscheiden sich die Ergebnisse der Lehrerinnen und Lehrer. Die Lehrerinnen sehen eher die Chance, dass der Fächerverbund dieser Aufgabe gerecht werden kann ($M = 2,47$, $SD = 0,966$), ihre männlichen Kollegen nehmen diesbezüglich eine neutralere Position ein ($M = 2,82$, $SD = 1,167$, U-Test $p = 0,003$).

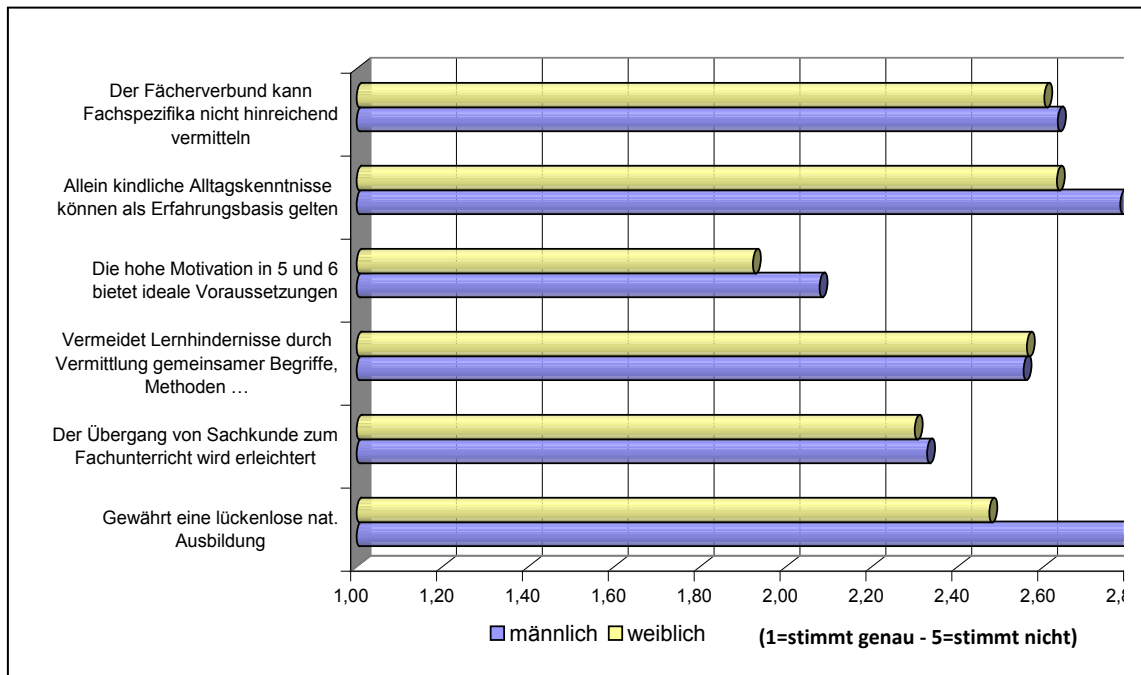


Abb. 56: Geschlecht Schulische Einbettung

Erstfach

Vor allem die Biologielehrer stimmen der Aussage, dass die hohe Motivation der Schüler in Klassenstufe 5 und 6 ideale Voraussetzungen für den Fächerverbund bietet, deutlich ausgeprägter zu als die Vertreter der anderen Fachgruppen (H-Test $p = 0,039$). Diese Lehrergruppe unterrichtete im Gegensatz zu den Chemie- und Physiklehrern bisher schon ihr Fach Biologie in diesen Klassenstufen und kann somit ihre Einschätzung sicherlich auf eigene Erfahrungen stützen. Der Kritik, dass der Fächerverbund die Fachspezifika der einzelnen Fächer nicht hinreichend vermitteln kann, wird insbesondere von den Biologie- und Chemielehrern nicht unterstützt ($M = 2,80$, $SD = 1,31$) bzw. ($M = 2,86$, $SD = 1,08$). Kritisch bezüglich einer weitergehenden Interpretation soll jedoch angemerkt werden, dass die relativ starken Streuungen auch darauf hindeuten, dass es zu jeder vorgelegten Behauptung ein sehr breites Meinungsspektrum innerhalb der Untergruppen gibt.

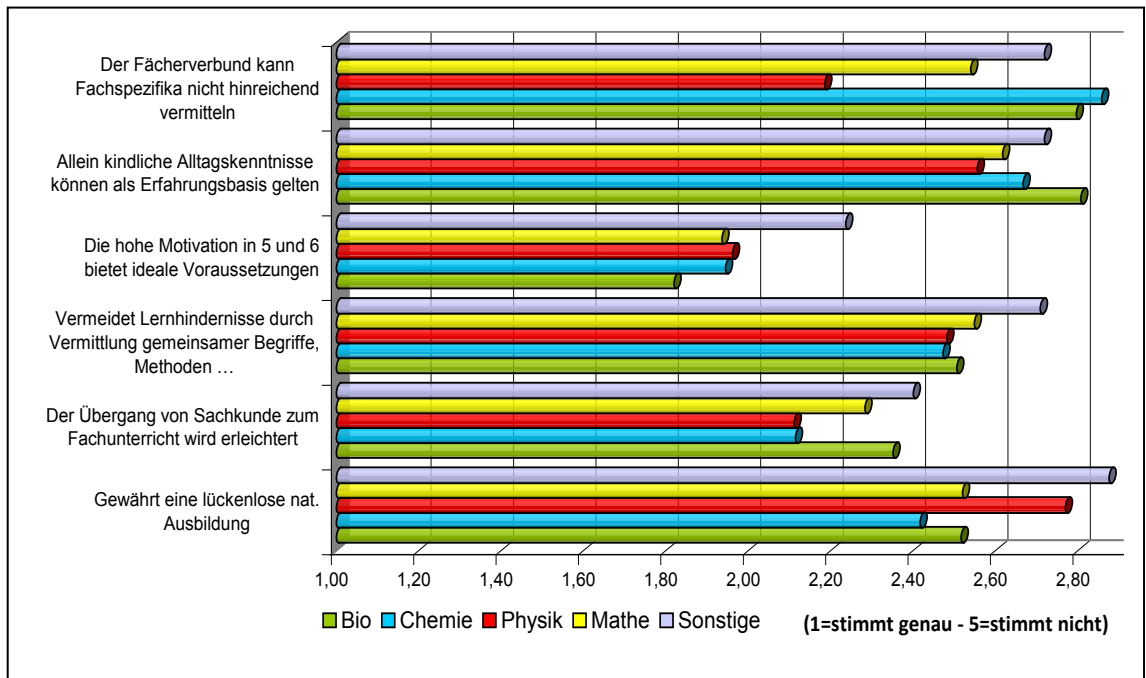


Abb. 57: Erstfach Schulische Einbettung

Schulart

Regelschullehrer stimmen der These, dass der Fächerverbund eine lückenlose naturwissenschaftliche Ausbildung gewährleistet, deutlicher zu als ihre Kollegen an den Gymnasien ($M = 2,56, SD = 1,035$) bzw. ($M = 2,66, SD = 1,065$). Die Möglichkeit Fachspezifika hinreichend zu vermitteln sehen sie jedoch nicht so ausgeprägt wie ihre Gymnasialkollegen ($M = 2,19, SD = 1,127$) bzw. ($M = 2,75, SD = 1,19$).

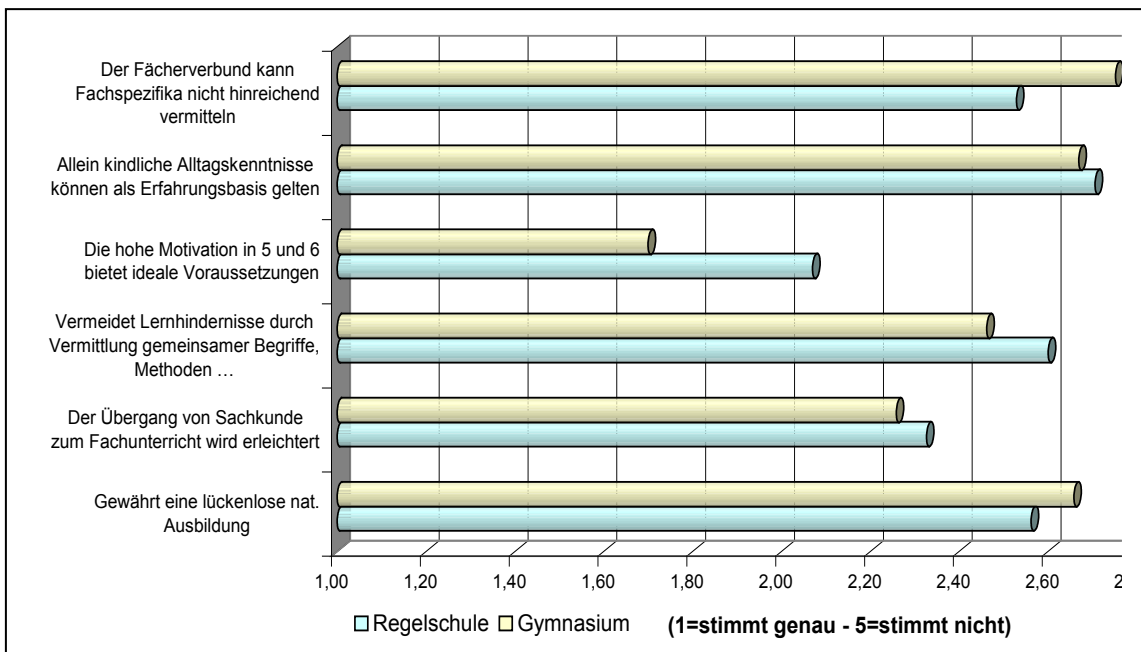


Abb. 58: Schulart Schulische Einbettung

Dimension 2: Bildung und Erziehung

Scientific literacy bzw. naturwissenschaftliche Grundbildung steht seit einigen Jahren im Fokus fachdidaktischer Diskussionen. Die Expertise der naturwissenschaftlichen Fachlehrer bescheinigt in diesem Zusammenhang, dass ein naturwissenschaftlicher Fächerverbund die Möglichkeit eröffnet, eben diese nachhaltig in Klassenstufe 5 und 6 zu stärken ($M = 1,99$, $SD = 0,922$). Der Beitrag des Fächerverbundes zur naturwissenschaftlichen Grundbildung sowie dessen Rahmenbedingungen werden in folgenden Thesen durch die Lehrer beurteilt:

- *N.A. kann einen wesentlichen Beitrag für die naturwissenschaftliche Grundbildung der Schüler leisten.*
- *N.A. zeigt das eigentliche Wesen der Naturwissenschaften und präsentiert diese nicht als fertig systematisch geordnete Wissenschaft.*
- *N.A. kann ein erstes Verständnis von den Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften entwickeln.*
- *Besonders zu Beginn der Sekundarstufe I üben naturwissenschaftliche Phänomene Faszination auf die Schüler aus.*
- *Schüler der Klasse 5 und 6 sind lediglich an Phänomenen und Effekten interessiert. Sie haben nicht das Verlangen nach naturwissenschaftlichen Erklärungen.*
- *Die Einführung der separierten Fachwissenschaften in den Klassen 7 bzw. 8 findet zu einem ungünstigen Zeitpunkt statt, da die Lernenden auf die Auseinandersetzung mit sozialen Gegebenheiten fokussiert sind.*

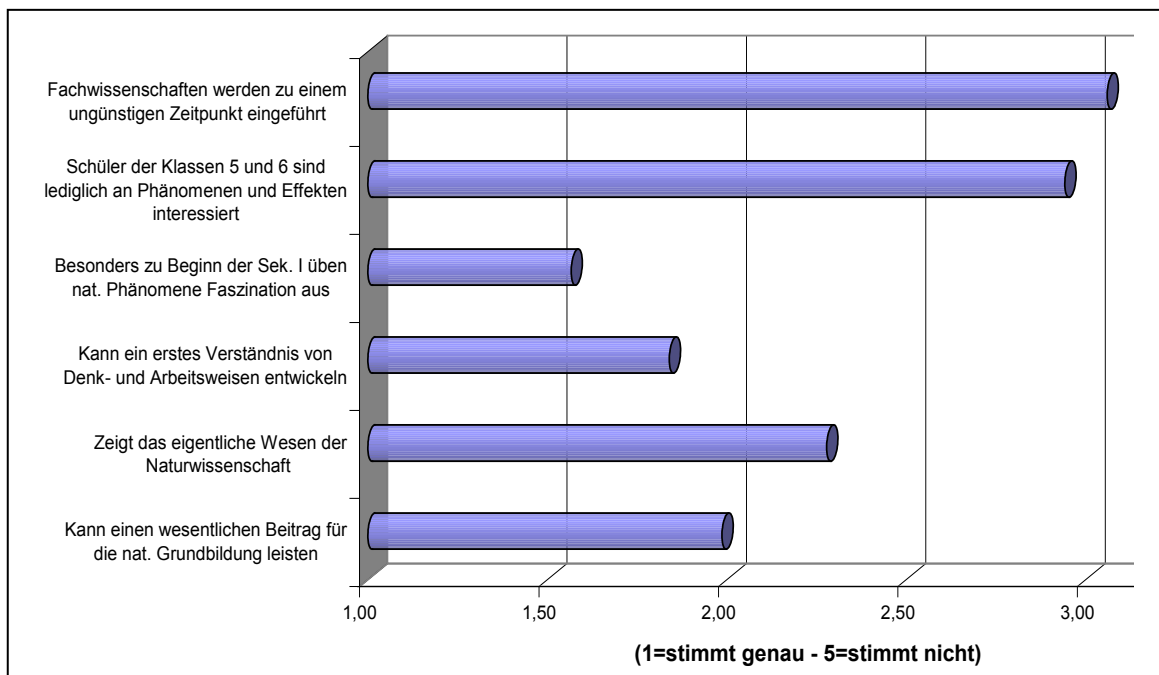


Abb. 59: Gesamtdaten Bildung und Erziehung

Große Zustimmung findet die These, dass Phänomene besonders zu Beginn der Sekundarstufe I Faszination ausüben ($M = 1,57$, $SD = 0,737$). Die Relevanz dieses Effekts zur

Motivation und Vermittlung von naturwissenschaftlichen Grundkenntnissen wird seitens der Lehrer gestärkt, indem sie dem Item „Schüler der Klasse 5 und 6 sind lediglich an Phänomenen und Effekten interessiert“ nur geringen Zuspruch gewähren ($M = 2,94$, $SD = 1,034$).

Altersgruppen

Im Antwortverhalten der verschiedenen Altersgruppen finden sich weitgehend Übereinstimmungen (keine signifikanten Unterschiede). Jüngere Lehrkräfte verneinen jedoch deutlicher die Aussage, dass Schüler in Klassenstufe 5 und 6 nicht an der Erklärung von Phänomenen interessiert sind ($M = 3,08$, $SD = 1,28$). Ihre Kollegen ab 49 Jahre teilen diese Ansicht in abgeschwächter Form ($M = 2,91$, $SD = 0,988$).

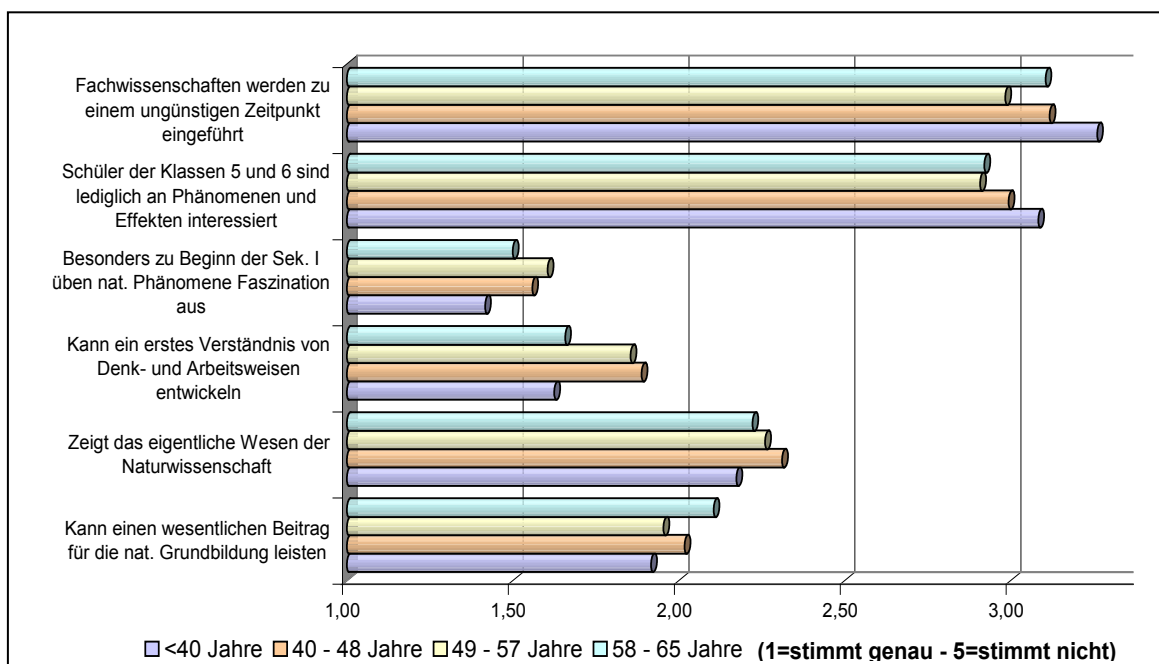


Abb. 60: Altersgruppe Bildung und Erziehung

Geschlecht

Auch in dieser Dimension sind die Einschätzungen der Lehrerinnen zustimmender als die ihrer männlichen Kollegen (Gesamtskala U-Test $p = 0,025$). Die auffälligsten Unterschiede zeigen sich zur Behauptung „Die Einführung der Fachwissenschaft findet zu einem ungünstigen Zeitpunkt statt“. Diese lehnen Lehrer signifikant deutlicher ab als ihre Kolleginnen (σ : $M = 3,25$, $SD = 1,14$) bzw. (φ : $M = 2,97$, $SD = 1,1$) (U-Test $p = 0,016$).

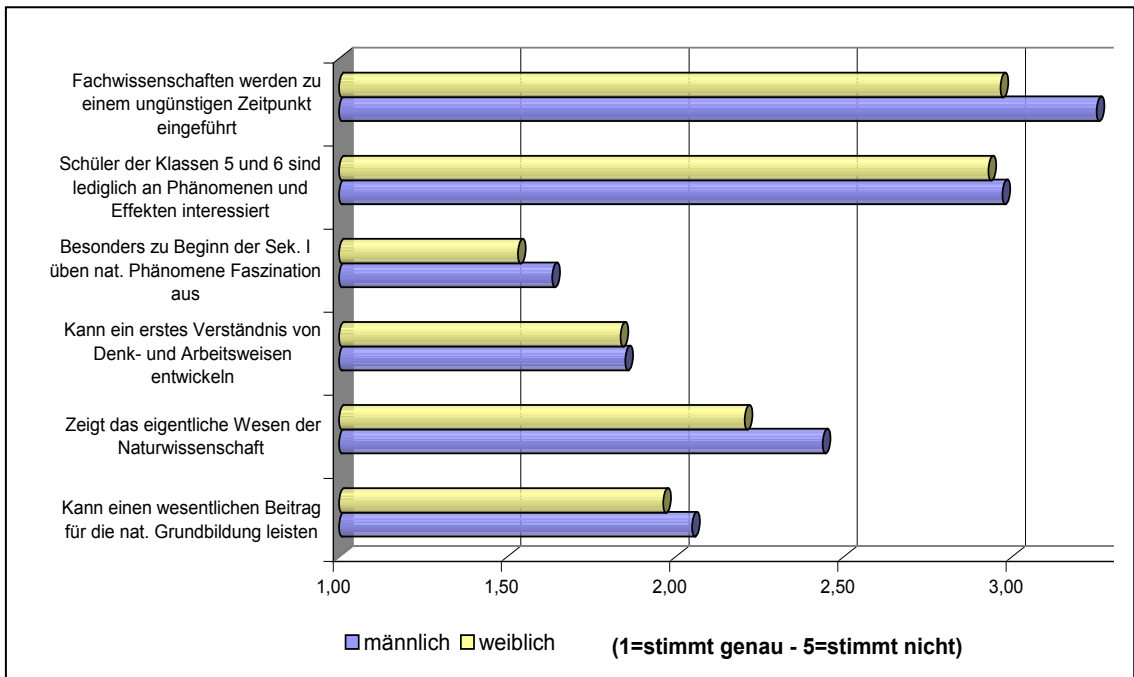


Abb. 61: Geschlecht Bildung und Erziehung

Erstfach

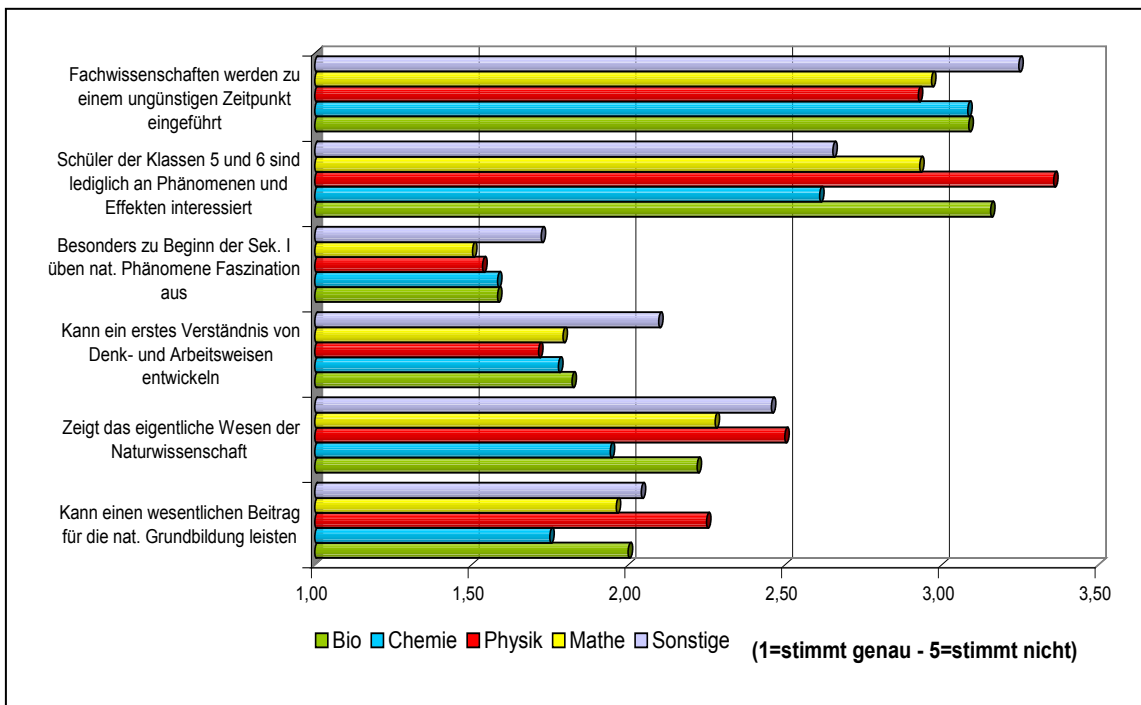


Abb. 62: Erstfach Bildung und Erziehung

Im Antwortverhalten der verschiedenen Fachgruppen zeigen sich - mit Differenzen von teils über einer halben Skaleneinheit - erhebliche Unterschiede. Insbesondere unterscheiden sich Physiklehrer und Chemielehrer stark in ihren Einschätzungen.

Beurteilen die Chemielehrer die Aussage, ob ein integriertes Fach einen Beitrag für die naturwissenschaftliche Grundbildung leisten kann mit deutlicher Zustimmung ($M = 1,75$, $SD = 0,649$), ist die durchschnittliche Meinung der Physiklehrer hierzu eher neutral ($M = 2,25$, $SD = 1,175$). Auch bei der Frage, ob im Fächerverbund das eigentliche Wesen der Naturwissenschaft gezeigt wird, unterscheidet sich das Antwortverhalten dieser beiden Fachgruppen signifikant voneinander (Chemie: $M = 1,44$, $SD = 0,725$) bzw. (Physik: $M = 2,5$, $SD = 1,175$) (U-Test $p = 0,01$).

Schulart

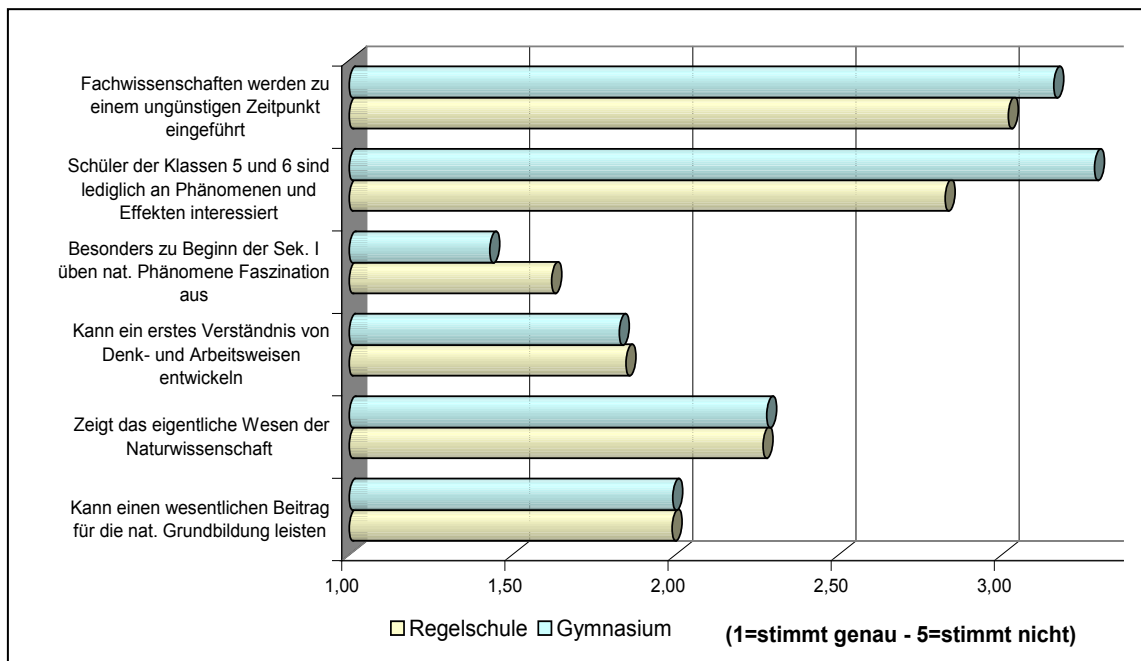


Abb. 63: Schulart Bildung und Erziehung

Das Antwortverhalten der Regelschullehrer stimmt in weiten Teilen dieser Dimension mit den Einschätzungen ihrer Kollegen an Gymnasien überein. Regelschullehrer bewerten die Faszination von Phänomenen auf Schüler leicht verhaltener als Gymnasiallehrer ($M = 1,62$, $SD = 0,779$) bzw. ($M = 1,43$, $SD = 0,615$) (U-Test $p = 0,032$). Ein deutlicher Unterschied, nämlich von annähernd einer halben Skaleneinheit, findet sich bezüglich des Verlangens der Schüler nach naturwissenschaftlichen Deutungen. Der Wunsch der Gymnasiasten nach einer Erklärung eben dieser Phänomene ist laut Fachlehrer signifikant ($p = 0$) ausgeprägter als der von Regelschülern.

Dimension 3: Allgemeine Einschätzung

Der letzte Abschnitt der Befragung kann nicht als eine übergeordnete Skala im eigentlichen Sinne angesehen werden. Vielmehr stehen folgende subjektive Einschätzungen der Fachlehrer im Mittelpunkt:

- *Eine regelmäßige und zeitgemäße Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne halte ich für sinnvoll.*
- *Die Einführung des Faches Mensch-Natur-Technik ist für mich mit einem erheblichen Arbeitsaufwand verbunden.*
- *Meine fachlichen Voraussetzungen, Mensch-Natur-Technik unterrichten zu können, bewerte ich mit der Schulnote.*

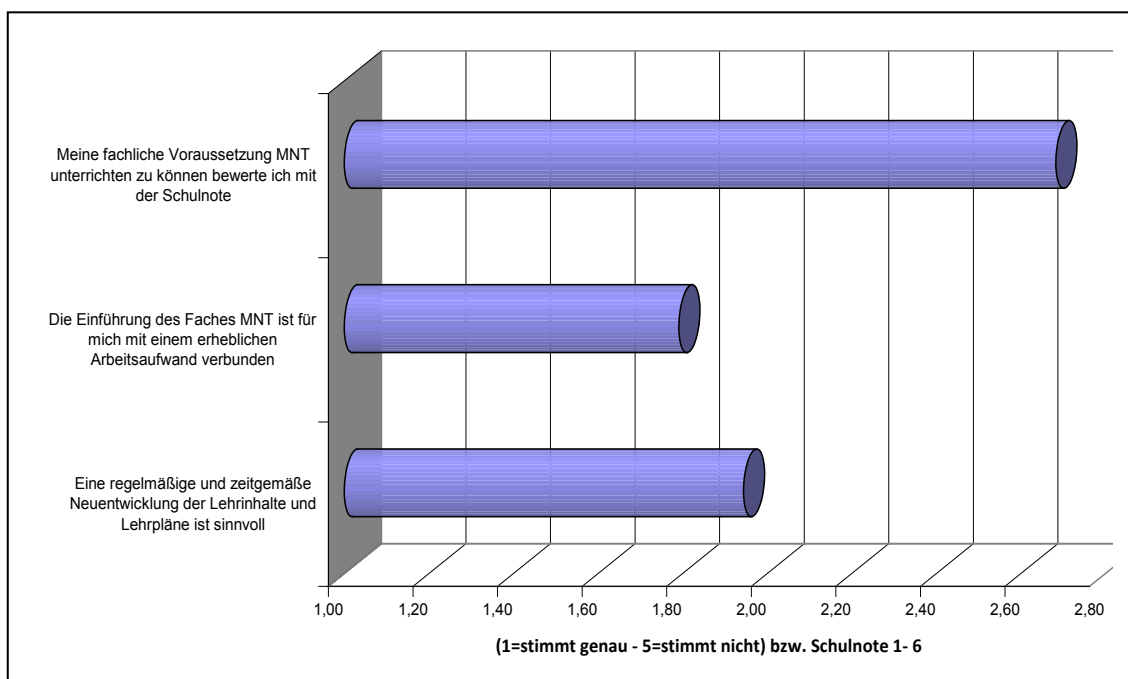


Abb. 64: Gesamtdaten Allgemeine Einschätzung

Eine regelmäßige und zeitgemäße Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne wird von den naturwissenschaftlichen Lehrkräften sehr deutlich als sinnvoll beurteilt ($M = 1,94$, $SD = 0,98$). Diese positive Bewertung wird offensichtlich nicht durch den mit der Einführung des Faches Mensch-Natur-Technik verbundenen und von den Lehrern als erheblich eingeschätzten Arbeitsaufwand beeinflusst ($M = 1,79$, $SD = 1,02$). Das kann anhand fehlender signifikanter Korrelationen belegt werden. Außerdem schätzen die Fachlehrer ihre fachlichen Voraussetzungen mehr als befriedigend ein ($M = 2,68$, $SD = 0,967$). Die positive Tendenz dieses Wertes muss insbesondere unter Berücksichtigung der geänderten Skalierung des Items von 5 auf 6 Skaleneinheiten gesehen werden. Mit der Änderung der Skalierung sollte sichergestellt werden, dass die Lehrkräfte sich in dem für den Schulalltag gebräuchlichen Notensystem einschätzen können.

Altersgruppen

Gerade die älteren Fachlehrer – und mit Abstrichen die sehr jungen Befragten - beurteilen die Notwendigkeit einer regelmäßigen Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne als besonders sinnvoll ($M = 1,53$, $SD = 0,762$). Die Kollegen im mittleren Alterssegment (40 bis 57 Jahre) schließen sich dieser Einschätzung weit verhaltener an ($M = 2,02$, $SD = 0,961$) bzw. ($M = 1,96$, $SD = 0,963$) (H-Test $p = 0,014$). Bei der Beurteilung des eigenen Arbeitsaufwandes fällt auf, dass dieser von den Lehrkräften mit zunehmendem Alter als höher eingeschätzt wird.

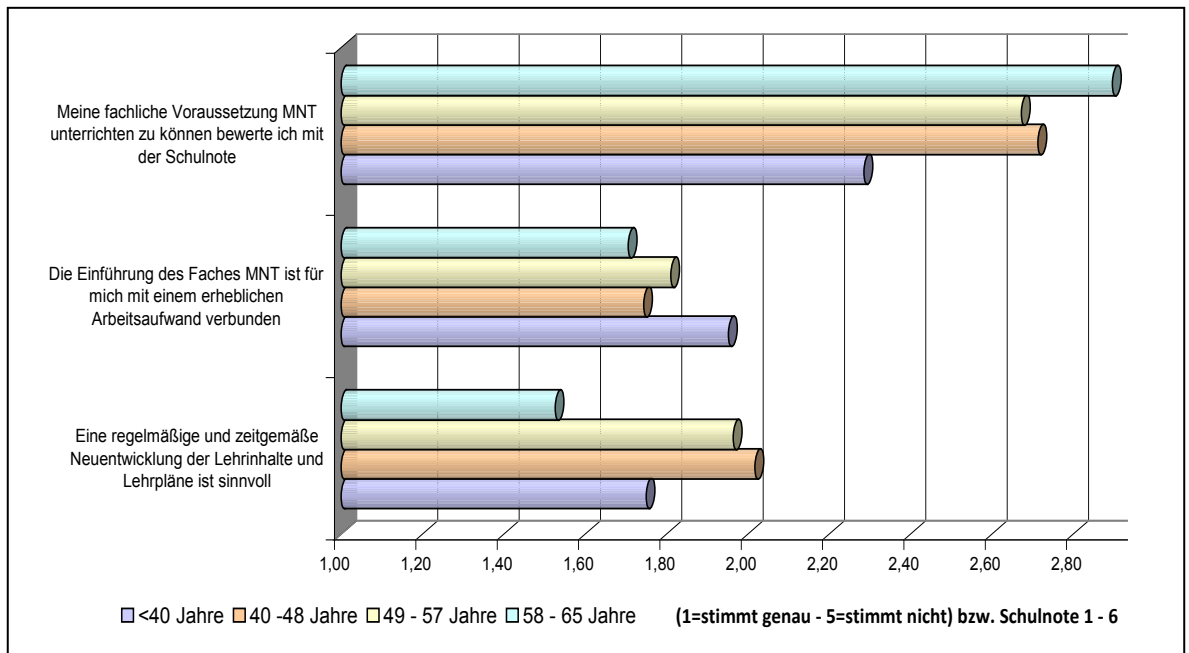


Abb. 65: Altersgruppen Allgemeine Einschätzung

Geschlecht

Von den rund 450 Fachlehrern, die ihre fachliche Voraussetzung bezüglich MNT einschätzten sind 142 Lehrer und 302 Lehrerinnen. Bemerkenswert ist, dass beide Geschlechter mit einem Mittelwert von 2,68 ihre Fachkompetenzen exakt gleich einschätzen, wobei sich auch die Standardabweichungen nur geringfügig divergieren (Lehrerinnen: $SD = 0,94$, Lehrer: $SD = 1,03$). Ein geschlechtsspezifischer Unterschied findet sich in der subjektiven Beurteilung des Arbeitsaufwandes: Lehrer schätzen diesen signifikant ($p = 0,05$) geringer ein als Lehrerinnen ($M = 1,95$, $SD = 1,14$) bzw. ($M = 1,71$, $SD = 0,952$).

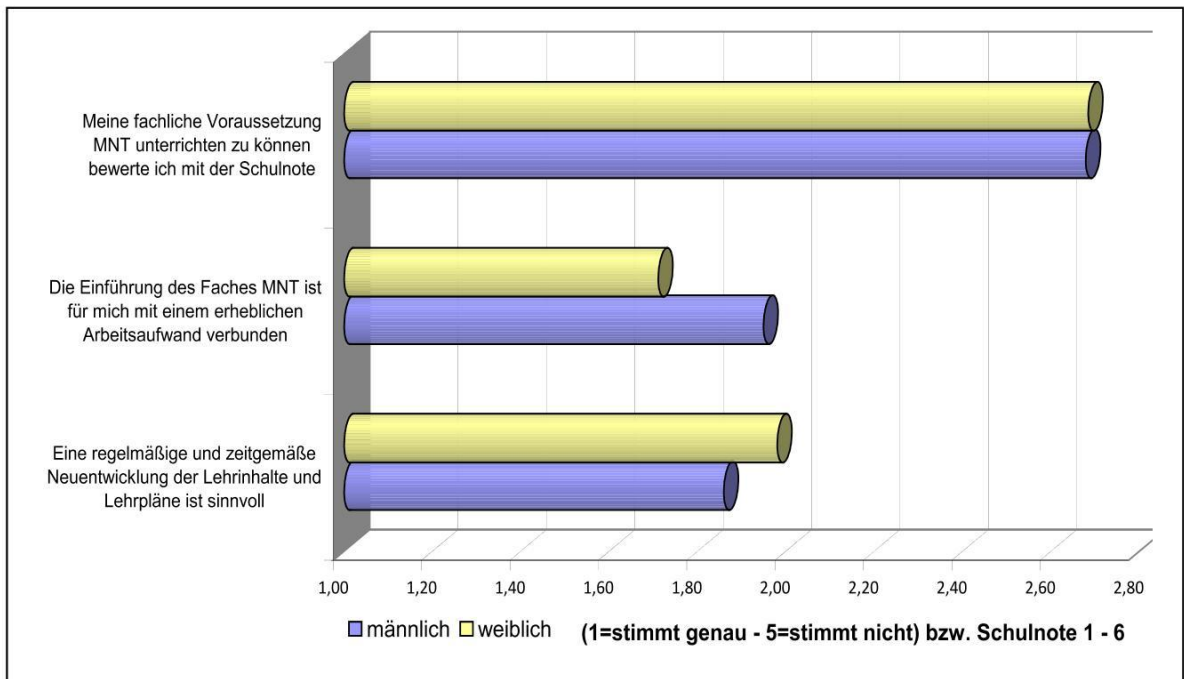


Abb. 66: Geschlecht Allgemeine Einschätzung

Erstfach

Das Antwortverhalten der verschiedenen Fachgruppen unterscheidet sich in diesem Abschnitt teils erheblich voneinander (H-Test $p = 0$). Insbesondere Biologielehrer betonen, dass die Einführung des neuen Faches mit einem großen Arbeitsaufwand für sie verbunden ist. Diese Beurteilung ($M = 1,37$, $SD = 0,65$) kann darauf zurückgeführt werden, dass vor allem Biologielehrer aufgrund der hohen Biologieanteile im neuen Curriculum im Unterricht MNT eingesetzt werden. Chemie- und Biologielehrer schätzen ihre eigenen, fachlichen Voraussetzungen besonders hoch ein ($M = 2,17$, $SD = 0,539$) bzw. ($M = 2,34$, $SD = 0,81$). Dieses lässt sich sicherlich dadurch erklären, dass die Fachanteile der Fächer Biologie und Chemie im integrierten Fächerverbund hoch sind und dass in diesen Fächern häufiger fachübergreifende Bezüge thematisiert werden. Dementsprechend schätzen Physik- und Mathematiklehrer ihre Kompetenzen deutlich geringer ein ($M = 2,67$, $SD = 0,963$) bzw. ($M = 2,94$, $SD = 0,927$). Eine regelmäßige und zeitgemäße Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne wird von allen Fachgruppen begrüßt. Lediglich die Einschätzung der Biologielehrer kann als etwas distanzierter bezeichnet werden ($\bar{x} = 2,2$, $SD = 1,09$). Da mit Einführung des Faches MNT das Fach Biologie dem Stundenkontingent der Fächer Chemie und Physik angepasst wurde und somit der Fachunterricht in Klassenstufe 5 und 6 entfällt, ist die zurückhaltende Bewertung dieses Items sicherlich nachvollziehbar.

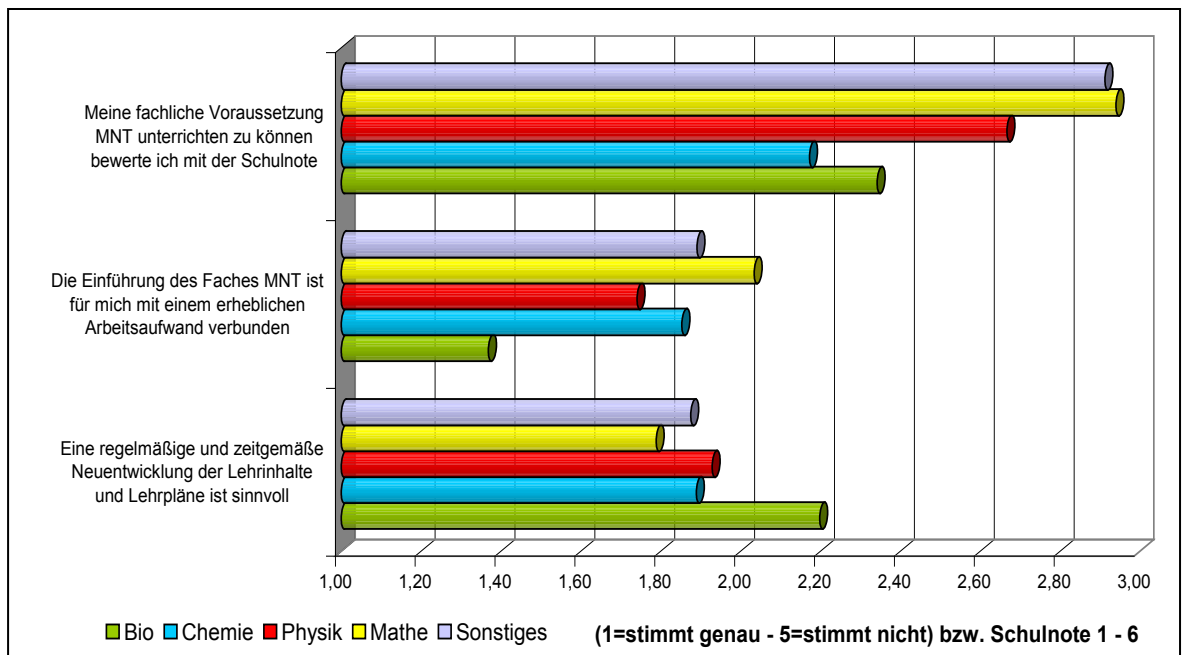


Abb. 67: Erstfach Allgemeine Einschätzung

Schulart

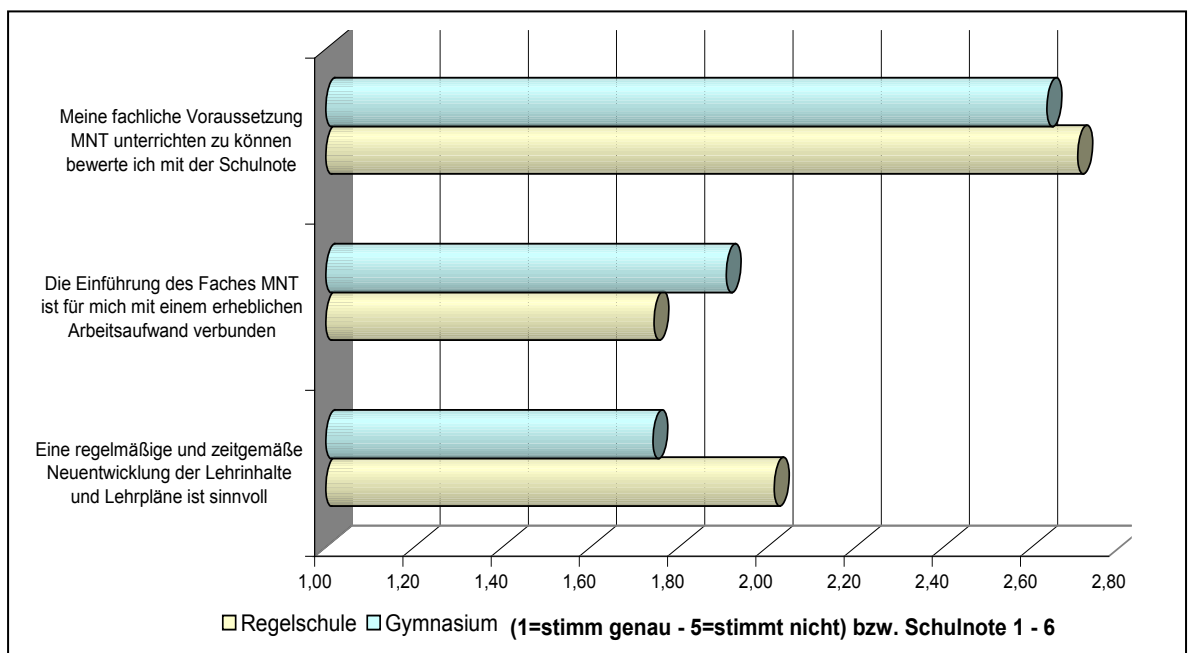


Abb. 68: Schulart Allgemeine Einschätzung

Regelschullehrer bewerten den Arbeitsaufwand für das neue Fach MNT höher als ihre Kollegen an den Gymnasien (RS: $M = 1,74$, $SD = 0,965$; Gym.: $M = 1,91$, $SD = 1,16$). Eine zeitgemäße Neuentwicklung der Lehrinhalte und des Lehrplans schätzen Lehrer am Gymnasium signifikant sinnvoller ein als an der Regelschule (Gym.: $M = 1,74$, $SD = 0,948$; RS: $M = 2,02$, $SD = 0,986$, U-Test $p = 0,005$).

Korrelationsanalyse

Folgende Tabellen geben eine Übersicht über die durchgeführten bivariaten Korrelationen nach Spearman. Bei der Auswertung werden ausschließlich signifikante ($p \leq 0,05$ gekennzeichnet mit *) bzw. höchstsignifikante Werte** mit $p \leq 0,01$ berücksichtigt. Der Korrelationskoeffizient bestimmt hierbei die Enge und Richtung des Zusammenhangs zwischen zwei Merkmalen. Wobei ein positiver Zusammenhang zum Ausdruck bringt, dass hohe Ausprägungen eines Merkmals mit hohen Ausprägungen des anderen Merkmals einhergehen. Im Umkehrschluss besagt ein negativer Zusammenhang, dass hohe Ausprägungen eines Merkmals mit niedrigen Ausprägungen eines anderen Merkmals korrelieren.

Die Itemformulierungen sind in den Tabellen zur besseren Übersicht durch Variablen-codes ersetzt:

- 2,1** *Naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht (N.A.) vermittelt frühzeitig naturwissenschaftliche Kompetenzen.*
- 2,2** *N.A. fördert vor allem konzeptbezogene Kompetenzen wie Begriffe, Zusammenhänge, Modellvorstellungen, Basiskonzepte,*
- 2,3** *N.A. fördert vor allem prozessbezogene Kompetenzen wie Beobachten, Beschreiben, Planen, Untersuchen, Anwenden,*
- 2,4** *Durch einen N.A. wird das Interesse an Naturwissenschaften nachhaltig gestärkt.*
- 2,5** *Im Heimat- und Sachkundeunterricht der Grundschule werden erste naturwissenschaftliche Kompetenzen ausgebildet.*
- 2,6** *Das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften sinkt mit zunehmendem Alter.*
- 3,1** *Mit Hilfe des N.A. ist eine lückenlose naturwissenschaftliche Ausbildung der Schüler gewährleistet.*
- 3,2** *Durch N.A. wird der Übergang von Heimat- und Sachkunde zum Fachunterricht erleichtert.*
- 3,3** *N.A. vermeidet Lernhindernisse durch Vermittlung gemeinsamer Begriffe, Konzepte und Methoden der Naturwissenschaften.*
- 3,4** *Die hohe Motivation in Klassenstufe 5 und 6 bietet ideale Voraussetzungen für N.A..*
- 3,5** *Im N.A. kann man nicht auf bestehende Kompetenzen aufbauen. Allein kindliche Alltagskenntnisse können als Erfahrungsbasis gelten.*
- 3,6** *In einem naturwissenschaftlichen Fächerverbund können fachspezifische Grundkenntnisse, Systematiken und Methodiken der einzelnen Naturwissenschaften nicht hinreichend vermittelt werden.*
- 4,1** *N.A. kann einen wesentlichen Beitrag für die naturwissenschaftliche Grundbildung der Schüler leisten.*
- 4,2** *N.A. zeigt das eigentliche Wesen der Naturwissenschaften und präsentiert diese nicht als fertig systematisch geordnete Wissenschaft.*
- 4,3** *N.A. kann ein erstes Verständnis von den Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften entwickeln.*
- 4,4** *Besonders zu Beginn der Sekundarstufe I üben naturwissenschaftliche Phänomene Faszination auf die Schüler aus.*
- 4,5** *Schüler der Klasse 5 und 6 sind lediglich an Phänomenen und Effekten interessiert. Sie haben nicht das Verlangen nach naturwissenschaftlichen Erklärungen.*
- 4,6** *Die Einführung der separierten Fachwissenschaften in den Klassen 7 bzw. 8 finden zu einem ungünstigen Zeitpunkt statt, da die Lernenden auf die Auseinandersetzung mit sozialen Gegebenheiten fokussiert sind.*
- 5,1** *Eine regelmäßige und zeitgemäße Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne halte ich für sinnvoll.*
- 5,2** *Die Einführung des Faches Mensch-Natur-Technik ist für mich mit einem erheblichen Arbeitsaufwand verbunden.*
- 5,3** *Meine fachlichen Voraussetzungen, Mensch-Natur-Technik unterrichten zu können, bewerte ich mit der Schulnote.*

Gesamtdaten

Tab. 26: Übersicht Korrelation Lehrerbefragung

Die Korrelationen zwischen den Items 2,1; 2,2 und 2,3 wurden nicht in die Tabellen aufgenommen. Diese Thesen zur Förderung von Kompetenzen stehen in einem engen Zusammenhang zueinander und korrelieren folglich in allen analysierten Personengruppen höchstsignifikant. Die Analyse zeigt, dass die Lehrkräfte einen engen positiven Zusammenhang zwischen der Vermittlung von Kompetenzen und der Stärkung naturwissenschaftlichen Interesses sehen (2,1 vs. 2,4), zudem liegt eine höchstsignifikante

Gesamtdaten: N=450		
Merkmal 1	Merkmal 2	Korrelation
2,1	2,4	,509**
2,2	3,3	,536**
2,4	3,3	,515**
3,1	3,2	,579**
3,1	3,3	,554**
3,1	4,1	,503**
3,2	3,3	,600**
3,2	4,1	,522**
3,3	3,4	,521**
4,1	4,2	,501**
4,1	4,3	,557**
4,2	4,3	,577**
2,5	3,5	,131**
4,5	2,4	,133**
4,5	4,3	,146**

Korrelation zwischen der Möglichkeit erste Denk- und Arbeitsweisen zu entwickeln und der Option einen wesentlichen Beitrag für die naturwissenschaftliche Grundbildung zu leisten vor (4,1 vs. 4,3). Ein negativer Zusammenhang zeigt sich bezüglich der Merkmale 2,5 und 3,5. Die Aussage, dass ein Fächerverbund allein kindliche Alltagskenntnisse als Erfahrungsbasis nutzen kann ist in ihrer Ausprägung nicht mit der These, dass in Heimat- und Sachkunde erste naturwissenschaftliche Kompetenzen ausgebildet werden, in Einklang zu bringen.

Selbsteinschätzung

Von den rund 450 Teilnehmern der Lehrerbefragung schätzen über 1/3 ihre fachlichen Voraussetzungen MNT unterrichten zu können als gut bzw. sehr gut ein. Diese Gruppe sieht einen engen positiven Zusammenhang zwischen der Ausbildung von konzeptbezogenen Kompetenzen und der Möglichkeit einen Beitrag für die naturwissenschaftliche Grundbildung zu leisten (2,2 vs. 4,1). Eine negative Korrelation kann zwischen den Items 4,3 und 4,5 festgestellt werden. Die Behauptung, dass Schüler in der Klasse 5 und 6 lediglich an Phänomenen und Effekten interessiert sind, kann laut diesem Personenkreis, nicht mit der These „N.A. kann ein erstes Verständnis von den Denk- und Arbeitsweisen [...] entwickeln“ vereinbart werden (4,5 vs. 4,3). Etwa 15 Prozent der Fachlehrer bewerten ihre fachlichen Voraussetzungen für MNT als ausreichend bis ungenügend. Ein bivariater positiver Zusammenhang zeigt sich hier bezüglich der Vermittlung naturwissenschaftlicher Kompetenzen und der Möglichkeit ein erstes Verständnis von Denk- und Arbeitsweisen zu entwickeln (2,1 vs. 4,3). Laut dieser Gruppe ist die Behauptung, dass der Fächerverbund eine lückenlose naturwissenschaftliche Ausbildung gewährleistet nicht mit der Aussage *Schüler sind lediglich an Phänomenen und Effekten interessiert* in Einklang zu bringen (3,1 vs. 4,5).

Tab. 27: Korrelation – Selbsteinschätzung Lehrerbefragung

Selbsteinschätzung Fachkompetenz 1 und 2: N=173			Selbsteinschätzung Fachkompetenz 4, 5 und 6: N=63		
Merkmal 1	Merkmal 2	Korrelation	Merkmal 1	Merkmal 2	Korrelation
2,2	4,1	,606**	2,1	2,4	,824**
3,1	3,2	,606**	2,1	4,3	,877**
3,2	3,3	,615**	2,2	2,4	,838**
4,2	4,3	,606**	3,1	3,2	,853**
2,6	5,3	-,173*	3,1	4,3	,843**
4,2	4,5	,215**	4,2	4,3	,803**
4,3	4,5	,255**	2,5	4,6	,590**
			3,1	4,5	,514**

Geschlecht

300 Frauen und 141 Männer haben an der Befragung teilgenommen. Höchstsignifikante positive Korrelationen zwischen der Förderung von Kompetenzen und der Vermeidung von Lernhindernissen durch die Vermittlung gemeinsamer Begriffe, Konzepte und Methoden können für beide Geschlechter festgestellt werden (2,2 vs. 3,3). Diesbezüglich sehen sowohl Frauen als auch Männer einen positiven Zusammenhang zwischen der Vermeidung von Lernhindernissen und der Option den Übergang von Heimat- und Sachkundeunterricht zum Fachunterricht zu erleichtern (3,2 vs. 3,3). Interessant ist, dass weibliche Fachlehrer die einzige Personengruppe ist, bei der eine höchstsignifikante negative Korrelation zwischen Item 5,2 und 5,3 nachzuweisen ist. Eine hohe Ausprägung des Merkmals „*Meine fachlichen Voraussetzungen MNT unterrichten zu können ...*“ geht folglich mit einer niedrigen Ausprägung des Merkmals „*Die Einführung des Faches MNT ist für mich mit einem erheblichen Arbeitsaufwand verbunden*“ einher. Vereinfacht gesprochen, schätzen Lehrerinnen, die ihre fachlichen Voraussetzungen für MNT als schlecht beurteilen, den Arbeitsaufwand des Faches MNT als hoch ein.

Tab. 28: Korrelation – Geschlecht Lehrerbefragung

Weiblich: N=300			Männlich: N=141		
Merkmal 1	Merkmal 1	Merkmal 1	Merkmal 1	Merkmal 2	Korrelation
2,2	2,1	2,1	2,1	2,4	,569**
2,4	2,2	2,2	2,2	3,3	,540**
3,1	2,2	2,2	2,2	4,1	,539**
3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	,575**
3,2	3,1	3,1	3,1	3,3	,567**
4,1	3,1	3,1	3,1	4,1	,540**
4,2	3,2	3,2	3,2	4,1	,667**
3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	,554**
3,1	3,3	3,3	3,3	4,5	-,221**
5,2	3,5	3,5	3,5	5,3	-,224*
			4,1	4,5	-,173*

Clusteranalyse

Bei einer Clusteranalyse werden eine Reihe von multivariaten statistischen Methoden genutzt um Objekte bzw. Personen mit mehreren Merkmalsausprägungen in Gruppen (Cluster) zusammenzufassen. Hinsichtlich der Variablen werden in solchen Clustern möglichst homogene Objekte gruppiert, die gebildeten Cluster unterscheiden sich hingegen stark voneinander. Die Clusterbildung der Lehrerbefragung erfolgt nach der kleinsten euklidischen Distanz. Dabei wird eine Person dem Cluster zugeordnet zu dem der kleinste Abstand besteht. Die Zentren der Cluster sind als fiktive Objekte zu verstehen. Sie werden durch die arithmetischen Mittel der Personenvariablen vorgegeben und sind anhand der Anzahl der Personen im Cluster gewichtet. Clusterzentren sind quasi als Repräsentanten des Clusters zu verstehen (Zentroid-Clustering) (Janssen, Laatz 2005).

Die Clusteranalyse über alle Dimensionsbereiche hinweg zeigt, dass sich bezüglich der allgemeinen Personenangaben keine Gruppenprofile bilden lassen. Für diese und die folgenden Analysen limitieren die Klassifizierungen in SPSS die Anzahl der Cluster auf zwei. Über diese Clustermenge hinaus wäre eine Konvergenz von Personen nur bei einer für die Variablenmenge unangebrachte Zahl an Iterationsschritten möglich. Des Weiteren liegen die Clusterzentren der Skalen Interesse und Kompetenz, schulische Einbettung, Bildung und Erziehung sowie allgemeine Einschätzung zu dicht beieinander, als dass man von einer separaten Clusterbildung sprechen könnte (siehe Tabelle). Daher werden zum einen die allgemeinen Personenvariablen Alter, Schulart, Geschlecht und Erstfach außer acht gelassen, zum anderen ist es notwendig die einzelnen Variablen der Skalenbereiche detaillierter zu betrachten.

Tab. 29: Clusteranalyse - Dimensionen

Clusterzentren der endgültigen Lösung		
	Cluster	
	I	II
Geschlecht	2	2
Schulform	0	0
Fach 1	1	3
Altersgruppen 2	2,45	2,66
Interesse und Kompetenz	1,98	2,21
Schulische Einbettung	2,36	2,51
Bildung und Erziehung	2,23	2,30
Einschätzung	1,75	1,96
Clustergröße	178	276

a) Interesse und Kompetenzen

Genau 40 % der befragten Lehrer können einer Gruppe zugeordnet werden, die keine eindeutige Position zur Interessen- und Kompetenzentwicklung im integrierten natur-

wissenschaftlichen Anfangsunterricht einnimmt. Die Möglichkeit prozessbezogene Kompetenzen zu fördern wird jedoch von ihnen als gut bewertet (v2_3). Die restlichen 60 % der Lehrkräfte beurteilen die Förderung von Kompetenzen und Interesse mit sehr gut bis gut. Kein Unterschied zwischen beiden Clustern findet sich in der Einschätzung, ob das Interesse der der Schüler an Naturwissenschaften mit steigendem Alter sinkt (v2_6).

Tab. 30: Clusteranalyse – Interesse und Kompetenzen

Clusterzentren der endgültigen Lösung		
	Cluster	
	I	II
v2_1	3	1
v2_2	3	2
v2_3	2	1
v2_4	3	2
v2_5	3	2
v2_6	3	3
Clustergröße	182	271

b) Schulische Einbettung

Ein ähnliches Bild zeigt die Clusteranalyse zur schulischen Einbettung. Wieder sind es rund 40 % der Lehrer, die einer Gruppe zugeordnet werden können, deren Clusterzentren durchweg im Wertebereich teils/teils liegen. Diese Gruppe ist sich folglich nicht sicher, ob eine nahtlose naturwissenschaftliche Ausbildung mit dem Fächerverbund gewährleistet werden kann. Die zweite Gruppe ist lediglich unentschlossen, ob im integrierten Fachverbund allein kindliche Alltagskenntnisse als Erfahrungsbasis gelten können und ob Systematik und Methodik der Einzelfächer hinreichend vermittelt werden (v3_5 und v3_6). Diese Lehrer sind zudem deutlich stärker von der hohen Motivation der Schüler in Klassenstufe 5 und 6 überzeugt (v3_4).

Tab. 31: Clusteranalyse – schulische Einbettung

Clusterzentren der endgültigen Lösung		
	Cluster	
	I	II
v3_1	2	3
v3_2	2	3
v3_3	2	3
v3_4	1	3
v3_5	3	3
v3_6	3	2
Clustergröße	260	194

c) Bildung und Erziehung

Diese Dimension zeichnet sich durch eine annähernd ausgewogene Fallstärke beider Cluster aus. Beide Gruppen beziehen keine klare Position, inwieweit Schüler der Klassenstufen 5 und 6 nur an Phänomenen und Effekten interessiert sind und wissenschaftlichen Erklärungen für unnötig empfinden (v4_5). 254 Lehrer sind davon überzeugt, dass der integrierte Fachunterricht einen Beitrag zur naturwissenschaftlichen Grundbildung der Schüler leistet (v4_1), durch seine Loslösung von der Fachsystematik das eigentliche Wesen der Naturwissenschaften präsentiert (v4_2) und insbesondere, dass ein erstes Verständnis von den Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften entwickelt wird. Die restlichen 200 Lehrer stehen diesen Aspekten eher verhalten gegenüber.

Tab. 32: Clusteranalyse – Bildung und Erziehung

Clusterzentren der endgültigen Lösung		
	Cluster	
	I	II
V4_1	3	2
V4_2	3	2
V4_3	2	1
V4_4	2	1
V4_5	3	3
V4_6	3	3
Clustergröße	200	254

d) Allgemeine Einschätzung

In dieser abschließenden Skala der Lehrerbefragung ist es aufgrund weniger Iterationsschritte legitim die Clusteranzahl auf drei Gruppen zu erhöhen.

Tab. 33: Clusteranalyse – allgemeine Einschätzung

Clusterzentren der endgültigen Lösung			
	Cluster		
	I	II	III
V5_1	2	3	2
V5_2	3	1	1
V5_3	2	4	2
Clustergröße	107	92	251

In dem größten Cluster sprechen sich 251 Lehrpersonen dafür aus, dass die regelmäßige und zeitgemäße Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne sinnvoll ist (v5_1). Diese knapp 56 % der befragten Personen verbinden die Einführung des Faches Mensch-Natur-Technik (MNT) mit einem sehr erheblichen Arbeitsaufwand (v5_3) und schätzen ihre fachlichen Voraussetzungen als gut ein.

107 Lehrer können dem Cluster I zugeordnet werden. Diese Lehrer halten ebenfalls eine Neuentwicklung von Lehrplänen für sinnvoll und bewerten ihre fachlichen Voraussetzungen als gut. Die Einführung des neuen Faches ist für sie jedoch nur bedingt mit einem erhöhten Arbeitsaufwand verbunden.

20 % der befragten Lehrer zeichnen sich durch eine weitaus skeptischere Beurteilung der allgemeinen Einschätzung aus. Sie stehen zeitgemäßen Lehrplänen und Lehrinhalten zurückhaltender gegenüber und bewertet zudem den Arbeitsaufwand in Verbindung mit dem Fach MNT als erheblich. Ihre fachlichen Voraussetzungen beurteilen diese Lehrkräfte mit ausreichend.

3.2.5 Zusammenfassung

Grundsätzlich kann nach Sichtung und Auswertung aller Fragebögen – auch bezogen auf die verschiedenen Untergruppen - festgestellt werden, dass unter der Lehrerschaft eine positive Grundstimmung zum integrierten naturwissenschaftlichen Fächerverbund zu Beginn der Sekundarstufe I (z. B. umgesetzt als MNT) vorherrscht. Die zentralen Aussagen der Lehrerinnen und Lehrer zu den 4 Dimensionen des Fragebogens lassen sich wie folgt bündeln:

Interesse und Kompetenzen:

These 17 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht hat ein deutliches Potenzial frühzeitig naturwissenschaftliche Kompetenzen zu vermitteln. Der Fächerverbund kann konzeptbezogene und insbesondere prozessbezogene Kompetenzen fördern.*

These 18 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht kann nachhaltig das Interesse an Naturwissenschaften stärken.*

Schulische Einbettung:

These 19 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht eröffnet die Möglichkeit einer lückenlosen naturwissenschaftlichen Ausbildung.*

These 20 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht kann den Übergang von Heimat- und Sachkunde zum Fachunterricht erleichtern.*

These 21 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht kann Lernhindernisse durch die Vermittlung gemeinsamer Begriffe, Konzepte und Methoden der Naturwissenschaften vermeiden.*

These 22 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht hat aufgrund der hohen Motivation in Klassenstufe 5 und 6 ideale Voraussetzungen für naturwissenschaftliches Lernen.*

Bildung und Erziehung

These 23 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht leistet einen wesentlichen Beitrag für die naturwissenschaftliche Grundbildung der Schüler.*

These 24 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht kann das eigentliche Wesen der Naturwissenschaften zeigen und präsentiert sie nicht als fertig systematisch geordnete Wissenschaft.*

These 25 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht entwickelt ein erstes Verständnis von Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften.*

Anhand der Expertisen der Lehrpersonen kann des Weiteren abgeleitet werden:

These 26 *Das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften sinkt nur sehr bedingt mit zunehmendem Alter.*

These 27 *Besonders zu Beginn der Sekundarstufe I üben naturwissenschaftliche Phänomene Faszination auf die Schüler aus.*

These 28 *Eine regelmäßige und zeitgemäße Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne wird von Lehrern grundsätzlich als sinnvoll erachtet.*

These 29 *Den persönlichen Arbeitsaufwand bezüglich der Einführung des Faches MNT schätzen Lehrerinnen und Lehrer als hoch ein.*

These 30 *Im Durchschnitt bewerten Naturwissenschaftslehrer ihre fachlichen Voraussetzungen für das Fach MNT mehr als befriedigend.*

Bezogen auf die Variable „Erstfach“ lassen sich folgende diskussionswürdige Unterschiede erkennen:

- Die Biologielehrer sehen in der hohen Motivation der Schüler in Klassenstufe 5 und 6 ideale Voraussetzungen für den Fächerverbund und somit auch eine gute Möglichkeit durch ein integriertes Fach naturwissenschaftliche Kompetenzen zu vermitteln. Einer regelmäßigen und zeitgemäßen Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne stehen sie jedoch im Vergleich mit den anderen Fachlehrern verhalten gegenüber. Diese Aussage spiegelt zudem die Einstellung der Biologielehrer zur Einführung des Faches MNT wider. Die Unzufriedenheit der Biologielehrer ist des Weiteren in der Aussage, dass für sie die Einführung des Faches MNT mit dem größten Arbeitsaufwand unter den Fachlehrern verbunden ist, zu erkennen.
- Die Physiklehrer stehen der Behauptung, dass der Fächerverbund naturwissenschaftliche Kompetenzen und Interessen ausbildet am skeptischsten gegenüber. Im Vergleich zu allen anderen Fachlehrern vermittelt für sie ein Fächerverbund die Fachspezifika der einzelnen Fächer unzureichender. Dabei sehen sie weit weniger als ihre Kollegen die Chance des Fächerverbundes, eine lückenlose naturwissenschaftliche Ausbildung zu gewährleisten.
- Die Chemielehrer zeigen sich in allen vier Dimensionen des Fragebogens dem Fächerverbund geschlossen positiv gegenüber.
- Sowohl Biologie- als auch Chemielehrer schätzen ihre fachlichen Voraussetzungen, das Fach MNT unterrichten zu können, als gut ein.

3.3 Kompetenzentwicklung und Projektresümees

Die Bewertung von Schülerkompetenzen ist anhand standardisierter Tests möglich. So bewertet die PISA-Studie seit 2000 auch naturwissenschaftliche Kompetenzen bzw. die Grundbildung von Schülern. Es wäre daher naheliegend die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen im Rahmen dieser Arbeit anhand eines Vor- und Nachtestes ermitteln zu wollen. Solch eine quantitative Erhebung der Kompetenzentwicklung ist jedoch nicht möglich, weil keine Vergleichsgrundlagen mit einer Kontrollgruppe vorliegen. Indes die Kontrollgruppe in Klassenstufe 5 nur in Biologie und nicht im gesamten traditionellen Fächerverbund unterrichtet wird, haben die Schüler folglich keine Möglichkeit vergleichbare Kompetenzen zu erwerben. Daher werden die Kompetenzentwicklungen der Teilnehmer des Projektunterrichts sowohl anhand quantitativer als auch mit qualitativen Erhebungsmethoden beurteilt. Die Daten wurden mit Hilfe von Beobachtungen, der Auswertung von Versuchsanleitungen sowie einer schriftlichen und mündlichen Befragung nach Abschluss der Projekteinheit erhoben. Mit Hilfe einer Methodentriangulation werden die Schwächen der einzelnen Methoden zu einem gewissen Maß gepuffert und durch diese Methodenbündelung die Validität der Studie erhöht. Die Triangulation ist vielschichtiger als die Ergebnisse einzelner Erhebungsmethoden. Die gefundenen Teilergebnisse können a) konvergieren, d.h. generell, tendenziell oder partiell übereinstimmen, b) komplementär zueinander sein (so liefern beispielsweise die Interviews ergänzende Ergebnisse zur Analyse des Fragebogens) oder c) divergent sein, d.h. die Beobachtungsprotokolle können sich zum Beispiel vollständig von den Ergebnissen der Schülerprotokolle unterscheiden. FLICK weist darauf hin, dass bei einer Triangulation den Ergebnissen verschiedener Methoden ein gleiches Gewicht in der Relevanz der Ergebnisse eingeräumt werden muss und die Methoden nicht getrennt gesehen werden dürfen, sondern vielmehr aufeinander bezogen werden müssen (Flick 2004).

Beobachtungsprotokoll und Schülerprotokolle

Der naturwissenschaftliche Projektunterricht zum Thema Nahrung und Ernährung wurde in Form einer offenen und teilnehmenden Beobachtung begleitet. Die Beobachtungen wurden mit Hilfe eines vorstrukturierten Leitfadens in Beobachtungsprotokollen festgehalten. Dieser vereinfacht die Beobachtung bestimmter Aspekte vor dem Hintergrund einer hohen Dynamik der Experimentalgruppen. Des Weiteren erhöht sich durch einen Leitfaden die Objektivität und somit die Transparenz und Vergleichbarkeit von Gruppen. Die Schwerpunkte der Unterrichtsbeobachtung liegen auf der Gruppensituation während des Experimentierens und in der Anwendung prozessbezogener Kompetenzen. Bei Ersterem werden vor allem die soziale Interaktion in den Gruppen, die Arbeitsteilung bei der Durchführung der Experimente sowie etwaige gruppeninterne Diskussionen fokussiert. Die Entwicklung von Kompetenzen wurde zum einen dahin gehend beobachtet inwieweit die Schüler bei der Anwendung bestimmter Methoden auf die Hilfe der Lehrperson angewiesen sind, welcher Form etwaige Anfragen sind und ob die Unterstützung notwendig ist. Zum anderen bildet die Schrittfolge des Experimentierens und Protokollierens und damit verbundene Schwierigkeiten einen Beobachtungsschwerpunkt. Tabelle 34 gibt diese Leitgedanken des Beobachtungsprotokolls wieder.

Tab. 34: Beobachtungsschwerpunkte

Gruppensituation		
Interaktion (sozial)	Arbeitsteilung	Diskussion
Unterstützung durch die Lehrkraft		
Zu welchem Zeitpunkt wird die Unterstützung benötigt	Inhalt der Anfrage	Ist die Hilfe notwendig
Schrittfolge des Experimentierens und Protokollierens		
Wird das Protokoll in der richtigen Reihenfolge erarbeitet	Werden alle Bereiche gelesen	Werden Beobachtung, Auswertung und Transferaufgaben formuliert bzw. bearbeitet
Schwierigkeiten, Probleme		
Wird das Anliegen des Versuchs verstanden	Gibt es Probleme mit dem Textverständnis	Probleme evtl. Ängste bei dem Umgang mit Chemikalien
Schwierigkeiten beim Umgang mit Geräten, dem Aufbau der Experimente	Verständnis der Arbeitsmethodik	Durchführung der Arbeitsschritte

Daneben bieten die in Kapitel 2 vorgestellten Protokolle ein gutes Instrument die Kompetenzentwicklung der Kinder nachzuzeichnen. Zu diesem Zweck wurden die Schülerprotokolle nach Beendigung der Projektzeit eingesammelt und ausgewertet.

Ergebnisse und Zusammenfassung

Anhand der Beobachtung der Projektgruppe kann festgestellt werden, dass sich im Laufe der halbjährigen Projektzeit die Methodenkompetenzen der Schüler dahingehend entwickelten, dass eine Unterstützung durch die Lehrperson zunehmend überflüssig wurde. Der Aufbau unbekannter Experimente sowie der Umgang mit Geräten und Chemikalien stellten die Schüler sukzessive vor keine Probleme mehr. So weisen die Schüler gegen Ende der Projektzeit eine gewisse Routine in der schrittweisen Durchführung der Experimente und des Protokollierens sowie in ihrem Verständnis der Arbeitsmethodik auf.

These 31 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Projektunterricht vermittelt Schülern ein Verständnis von den Grundlagen naturwissenschaftlicher Experimente sowie die damit verbundenen Methodenkompetenzen.*

Zu Beginn des Projektunterrichts wurden die Experimentalgruppen von den Schülern eigenständig gebildet, daher ist es für diese Klassenstufe nicht verwunderlich, dass nur reine Mädchen- und Jungengruppen gebildet wurden.

Die Unterrichtsbeobachtungen liefern Hinweise, dass Jungen stärker dazu neigen unüberlegt und aufgrund ihrer hohen Motivation überhastet die Experimente durchzuführen. In Jungengruppen gibt es zudem häufiger Streit, wer welche Schritte durchführen darf. Obwohl die systematische Schrittfolge des Experimentierens und Protokollierens bereits in den Einführungsveranstaltungen geübt wurden, bedurfte es mehrere Wochen, bis sich bei den meisten Jungengruppen diesbezüglich eine Routine eingestellt hat.

Mädchen zeichnen sich hingegen durch eine überwiegend genaue Bearbeitung der Versuchsanleitungen aus. Geschlechtsspezifisches Verhalten kann zudem bei der Praxis des Experimentierens beobachtet werden. Mädchen zeigen eher Unsicherheiten und wenden sich dahingehend schneller an den Betreuer. Jungen tendieren dazu, ohne etwaige Vorbehalte handeln zu wollen. D.h. bei Jungen gibt es weitaus häufiger Situationen in denen sie sich nicht der Funktion und der Konsequenzen eines Schrittes bewusst sind. So werden beispielsweise nach kurzem Überfliegen der Anleitung unreflektiert Geräte bedient oder Chemikalien zusammen gegeben. Diesbezüglich zeigte sich, dass zu häufige Hinweise auf die Beachtung von Protokollschritten eher zu einer Frustration als zu einer Motivation der Schüler im Sinne der Autonomie und des Selbstbestimmungskonzepts führen.

These 32 *Weniger der beharrliche Verweis auf die Schrittfolge des Experimentierens, sondern vielmehr die Misserfolge bei Missachtung von Anleitungen und eine stetige experimentelle Praxis helfen Schülern ein Verständnis für das naturwissenschaftliche Arbeiten zu gewinnen.*

Die beobachteten geschlechtsspezifischen Handlungsmuster lassen sich anhand der Schülerprotokolle bestätigen. Die Mädchengruppen protokollieren zum einen augen-

scheinlich sorgfältiger, zum anderen entsprechen ihre Beobachtungen und Auswertungen deutlicher dem Erwartungshorizont der Aufgaben. Trotz der Zunahme des experimentellen Geschicks bleiben die meisten Schüler im Verlauf des Projekts bezüglich des Protokollierens ihren Handlungsweisen treu. So liegen die Protokolle einiger Schüler, welche bereits zu Beginn der Projektzeit sehr gut ausgearbeiteten wurden, auch am Ende der Hauptstudie weiterhin auf einem gleich hohen Niveau. Die Leistung „schwacher Protokollführer“ verändert sich im gleichen Zeitraum hingegen nur geringfügig zum Positiven. Gravierendere Unterschiede zeigten sich bei beiden Geschlechtern in der Beliebtheit bestimmter Aufgabenformate. Anfangs schätzten die Schüler vor allem geschlossene Aufgaben und insbesondere Lückentexte mit Lösungsvorgaben. Beobachtungen und Auswertungen in diesem Format wurden merklich häufiger von den Schülern bearbeitet. Bei offenen Aufgabenformaten gab es vermehrt Rückfragen entsprechend dem Wortlaut: „Was soll ich denn da eintragen?“. Diese bevorzugte Wahl von Aufgabenformaten ist gegen Ende der Projekteinheit nicht mehr festzustellen.

These 33 *In einem integrierten naturwissenschaftlichen Projektunterricht erlangen Schüler vor allem Kompetenzen in experimenteller Methodik. Die Schrittfolge des Experimentierens (Durchführung, Beobachtung und Auswertung) wird schnell erlernt und angewandt. Das Niveau der Protokollführung, d.h. das schriftliche Festhalten dieser Aspekte und die damit verbundenen sprachlichen Kompetenzen bleiben hingegen weitgehend konstant.*

Die Entwicklung der Sozialkompetenzen der Schüler kann nur einseitig anhand der Beobachtungsprotokolle nachgezeichnet werden, da den Schülerprotokollen diesbezüglich keine Hinweise entnommen werden können. Dementsprechend ist die Validität dieses Untersuchungsaspektes geringer einzuschätzen. Die Beobachtung der Schüleraktivitäten zeigen, dass während des Experimentierens nahezu durchweg eine Rollenverteilung in den Gruppen besteht. Die Schüler lernen mit anderen gemeinsam zu arbeiten und insbesondere bei der Verteilung der Aufgaben zu Kompromissen bereit zu sein (Wer darf welchen Schritt des Experiments durchführen). Gegenseitige Rücksichtnahme und Hilfe leisten werden im Sinne des Thüringer Kompetenzmodells möglich.

These 34 *Das gemeinsame Experimentieren erfordert von Schülern eine intensive Auseinandersetzung mit den anderen Gruppenmitgliedern. Dies wirkt sich positiv auf die Entwicklung von Sozialkompetenzen aus.*

Befragungen nach Abschluss des Projektunterrichts

Im direkten Anschluss an die Projekteinheit wurden die Schüler gebeten in einer schriftlichen und mündlichen Befragung Stellung zum integrierten Projektunterricht zu beziehen¹⁷. Dabei wurde die mündliche Befragung in Form von Einzelinterviews durchgeführt, die anhand eines Leitfadens vorstrukturiert sind und somit eine erhöhte Vergleichbarkeit der Probanden gewährleisten. Die schriftliche Befragung mittels Fragebogen nutzt zur Beurteilung der Frageitems die bewährte fünfstufige Ratingskala (stimmt genau – stimmt nicht). Neben allgemeinen Einschätzungen zur Naturwissenschaften erhebt der Fragebogen Schülerresümees zu den Experimenten und den Versuchsanleitungen. An den abschließenden Befragungen haben 14 (mündlich) bzw. 19 (schriftlich) Schülerinnen und Schüler teilgenommen. Die Ergebnisse können vor allem dazu genutzt werden den Projektunterricht aus Schülersicht abschließend beurteilen zu können. Dabei wird der Aspekt Interesse nochmals aufgegriffen, aber auch Lerneffekte und die damit verbundene Kompetenzentwicklung stehen im Fokus der Erhebung.

Ergebnisse und Zusammenfassung

Interesse

Die Schüler geben auf die Interviewfrage, was sie besonders gut/interessant an dem Projektunterricht fanden sehr unterschiedliche Antworten. Am häufigsten wird von ihnen die Arbeit mit dem Brenner und der Heizplatte hervorgehoben, viele Schüler entgegneten, dass sie alles interessant fanden. Danach werden mehrfach die Gruppenarbeit, das Experimentieren allgemein aber auch zum Teil die Experimentieranleitungen genannt:

„Das Protokoll schreiben finde ich gut, denn sonst hätten wir nur Quatsch gemacht. Weil wir aber was ausfüllen mussten, mussten wir auch aufpassen“.

Schlechte Erfahrungen wurden bis auf zwei Äußerungen, die den hohen Schreibaufwand bemängeln, hingegen nicht geäußert.

Diese Ergebnisse lassen sich anhand der Auswertung der schriftlichen Befragung bestätigen. Die Schüler bekunden sehr deutlich ihr Interesse für Naturwissenschaften ($M = 1,79$, $SD = 0,92$) und am Experimentieren ($M = 1,42$, $SD = 0,6$). So resümieren die meisten Schüler, dass sie gerne wieder an einem ähnlichen Projektunterricht teilnehmen würden ($M = 1,68$, $SD = 0,89$).

¹⁷ Der Interviewleitfaden und die schriftliche Befragung finden sich im Anhang dieser Arbeit wieder.

These 35 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Projektunterricht kann nachhaltig das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften stärken.*

Kompetenzen und Lerneffekt

These 36 *Die Autonomie und das Kompetenzerleben von Schülern kann durch den hohen Anteil an eigenverantwortlichem Experimentieren in einem integrierten naturwissenschaftlichen Projektunterricht gestärkt werden.*

Diese These lässt sich zum einen dadurch belegen, dass die befragten Schüler der Aussage „*Ich habe keine Probleme naturwissenschaftliche Sachverhalte zu verstehen, wenn ich sie mit selbständig erarbeite*“ deutlich zustimmen ($M = 2,1$, $SD = 1,0$). Zum anderen bekunden die Schüler ausdrücklich die erfolgreiche Durchführung der meisten Experimente ($M = 1,58$, $SD = 0,69$) und stimmen dem Item „*Beim Experimentieren musste ich mir häufig helfen lassen*“ nicht zu ($M = 3,47$, $SD = 1,28$).

Dass die Konzeption der Versuchsanleitungen bzw. Protokollvorlagen einen wesentlichen Beitrag zum selbstbestimmten Experimentieren beitragen, bestätigen die Schüler, indem sie diesen eine leichte Verständlichkeit bescheinigen ($M = 1,42$, $SD = 0,61$). Dabei werden die Infoboxen und insbesondere die Skizzen als unterstützend empfunden ($M = 2,0$, $SD = 0,91$ bzw. $M = 1,68$, $SD = 0,94$).

Die Schüler sind zudem davon überzeugt im Projektunterricht etwas gelernt zu haben ($M = 1,31$, $SD = 0,58$) und geben die Selbsteinschätzung ab verstanden zu haben, warum man in Naturwissenschaften experimentieren muss ($M = 1,63$, $SD = 0,83$). Diese Befunde decken sich mit den Interviewaussagen der Projektteilnehmer. Viele Schüler nennen Nachweisreaktionen oder Stoffgruppen in Nahrungsmitteln auf die Frage nach Gelerntem. Andere verweisen auf den Umgang mit Chemikalien und Geräten sowie neuen Begriffe. Darüber hinaus sind die naturwissenschaftliche Grundbildung sowie Denk- und Arbeitsweisen Bestandteile der Schülerantworten.

„Was Chemie ist, wie man Protokolle ausfüllt, wie man experimentieren soll, dass man erst liest und dann die Experimente macht.“

„ Allgemein, dass ich jetzt viel mehr weiß, dass ich die Zusammensetzung von Stoffen kenne, dass ich Vorgänge und keine Vorgänge zwischen den Stoffen kenne. Halt mehr Grundwissen“

These 37 *Ein integrierter naturwissenschaftlicher Projektunterricht eröffnet die Möglichkeit naturwissenschaftliches Grundwissen sowie Verständnis für die Methodik der Naturwissenschaften zu vermitteln.*

4 Zusammenfassung und Ausblick

Fächerübergreifender Naturwissenschaftsunterricht ist nichts Neues; so wurden insbesondere im angelsächsischen Raum in den letzten 40 Jahren unterschiedlichste Integrationsansätze entwickelt und erprobt. In Deutschland ist diese Unterrichtsform insofern neu entdeckt worden, dass erst seit rund fünf Jahren der integrierte Naturwissenschaftsunterricht im Anfangsunterricht der Sekundarstufe konsequent bundesweit umgesetzt wird. So hat beispielsweise Thüringen als eines der letzten Bundesländer im Sommer 2009 das Fach Mensch-Natur-Technik in den Klassenstufen 5 und 6 eingeführt. Im Gegensatz zum angelsächsischen Raum haben jedoch in Deutschland bisher nur wenige Studien integrierten Naturwissenschaftsunterricht wissenschaftlich begleitet. Diese Arbeit verknüpft erstmals die Konstruktion und Erprobung eines fächerübergreifenden Projektunterrichts mit der Evaluation von naturwissenschaftlichem Interesse und der Entwicklung von Kompetenzen. Daneben ermöglicht eine landesweite Lehrerbefragung erstmalig eine Expertise, die über qualitative Aussagen bisheriger Erhebungen hinausgeht und mit rund 450 Teilnehmern statistisch fundierte Aussagen zulässt.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit nochmals zusammengefasst. Dabei werden zunächst die wesentlichen Aussagen der Interessenerhebung sowie der Einfluss des integrierten Projektunterrichts auf das naturwissenschaftliche Interesse von Schülern erörtert. Abschließend werden die zentralen Aussagen der Lehrerbefragung vorgestellt.

Der Ausprägungsgrad des naturwissenschaftlichen Interesses von Schülern zu Beginn der Sekundarstufe I kann insgesamt als mäßig bis gut charakterisiert werden. Die Auswertung der Interessenstudie belegt, dass das Sachinteresse der Schüler und insbesondere das Interesse an chemischen und physikalischen Fragestellungen als gut bezeichnet werden kann. Eine klare Graduierung zeigen die Interessenstrukturen gemäß den Schulformen. Das Interesse von Regelschülern an Naturwissenschaften ist deutlich schlechter ausgeprägt als das gleichaltriger Gesamtschüler und Gymnasiasten. Daneben zeichnet sich die Interessenentwicklung von Schülern in den ersten zwei Jahren der Sekundarstufe I dadurch aus, dass Mädchen in allen Interessensbereichen einen signifikanten Interessensverlust aufweisen. Bei Jungen kann hingegen im gleichen Zeitraum ein leichter Interessenzuwachs festgestellt werden.

Der im Rahmen dieses Forschungsvorhabens entwickelte und erprobte integrierte Projektunterricht kann nachweislich das naturwissenschaftliche Interesse von Schülern stärken. Dies betrifft insbesondere das Freizeitinteresse der Schüler. Aber auch dem Verlust an naturwissenschaftlichem Sachinteresse kann tendenziell entgegengewirkt werden. Zudem wird das allgemeine Schülerinteresse an Unterrichtsfächern durch diesen Projektunterricht positiv beeinflusst.

Ein eindeutig positiver Effekt des vorgestellten Projektunterrichts lässt sich bezüglich des Verständnisses der Schüler von den Grundlagen naturwissenschaftlicher Experimente sowie den damit verbundenen Methodenkompetenzen nachweisen. Insbesondere der Umgang mit Geräten und Chemikalien sowie Kenntnisse der Arbeitsmethodik werden vermittelt. Dabei zeigt sich, dass Lernbedingungen, die das Bedürfnis der Schüler nach Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit berücksichtigen, die Interessen- und Kompetenzentwicklung der Schüler positiv beeinflussen. Obwohl die Schüler vor allem Kompetenzen in experimenteller Methodik erlangen, bleibt jedoch das Niveau der Protokollführung im Zeitraum der Erprobung weitgehend konstant.

Die Befunde der Lehrerbefragung zeigen, dass unter der Lehrerschaft eine positive Grundstimmung zum integrierten naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht zu Beginn der Sekundarstufe I (z.B. umgesetzt als Unterrichtsfach „Mensch-Natur-Technik“) vorherrscht, insbesondere da diesem ein hohes Potenzial zugesprochen wird, den Schülern naturwissenschaftliche Kompetenzen zu vermitteln. Vor allem die Möglichkeit prozessbezogene Kompetenzen zu vermitteln, beurteilen sie mit sehr gut. Auffällig ist, dass sich die Einschätzungen der Fachlehrer zur Interessenentwicklung mit der Selbsteinschätzung der Schüler und der wissenschaftlichen Begleitung des Projektunterrichts insofern decken, dass das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften durch den Fächerverbund gestärkt werden kann und zudem das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften nur bedingt mit zunehmendem Alter sinkt.

Mit Blick auf Konsekutivität, Einsatzmöglichkeiten und Nutzen innerhalb der naturwissenschaftlichen Ausbildung an Schulen fällt die Zustimmung der befragten Lehrer verhalten positiv aus. Weshalb die Fachlehrer der Möglichkeit, dass sich der Fächerverbund problemlos in das bestehende Schulsystem eingliedern lässt, skeptischer gegenüber stehen, gilt es noch zu klären. Der nach Aussage der Thüringer Lehrer mit der Einführung des Faches Mensch-Natur-Technik verbundene erhebliche Arbeitsaufwand wirkt sich augenscheinlich nicht negativ auf die Beurteilung aus, so bescheinigen sie dem Fächerverbund das Potenzial Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften zu vermitteln sowie einen wesentlichen Beitrag für die naturwissenschaftliche Grundbildung der Schüler zu leisten.

Abschließend bleibt zu hoffen, dass diese Arbeit neben einem Forschungswert bezüglich des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts auch von konkret praktischer Bedeutung für die Lehrerbildung und den Schulalltag sein kann:

Lehrer, die integrierte Naturwissenschaften unterrichten, finden im beigefügten Materialband fünf erprobte Projekteinheiten, die eine Vielzahl an curricularen Schwerpunkten des deutschen Naturwissenschaftsunterrichts aufgreifen (vgl. Kapitel 1.3). Die Projekteinheiten wurden zudem auf der Grundlage von Theorien zur Interessenentwicklung und in Anlehnung an das bewährte Curriculum „Science A Process Approach“ konstruiert. Mit der Projekteinheit „Nahrung und Ernährung“ können

Fachlehrer ein Experimentierset nutzen, dass bewusst chemische Aspekte der fächerübergreifenden Naturwissenschaft betont. Insbesondere in Thüringen, dessen Lehrplan zum Fach MNT durch einen sehr hohen Anteil an biologischen Themen auffällt, kann dieses Projekt genutzt werden, um die Teildisziplinen gleichermaßen zu berücksichtigen.

Neben Impulsen und Material für Lehrkräfte kann im Rahmen der universitären Lehrerbildung auf diese Arbeit zurückgegriffen werden. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass es langfristig unabdingbar ist, neben Lehrerfortbildungen auch die Lehrerbildung in der universitären Phase den veränderten Fachstrukturen anzupassen. Die in diesem Projekt entwickelten Materialien sowie die Ergebnisse der Begleitforschung können beispielsweise bei der Einrichtung eines postgradualen Studiengangs bzw. beim Erwerb von Zusatzqualifikationen genutzt werden. Die Erkenntnisse dieser Arbeit sollten zudem im Kontext der Lehrerbildung dafür genutzt werden, um ein Anschlussprojekt darauf aufzubauen.

Literaturverzeichnis

- Albers S., Klapper D., Konradt U., Walter A. Wolf J. Methodik der empirischen Forschung
Wiesbaden Gabler 2009
- Anton M. A. Das Phänomen im Chemieunterricht - Eine Motivationsfalle?! Chemie und
Schule 1998, 2 und 3, S. 26-27 u. 8-15
- Becker H.J.: Eine empirische Untersuchung zur Beliebtheit von Chemieunterricht. *chi-
mica didactica*. 1983, 9, S. 97-123
- Behr U.: Hrsg.: Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Me-
dien: Unterrichtsentwicklung mit Thüringer Lehrplänen und Bildungsstandards.
Bad Berka, ThILLM, 2004
- Behrendt H.: STS Alternative zum Physikunterricht. *PLUS LUCIS*. 2000, 3, S. 26-28
- Benner D., Kemper H.: Theorie und Geschichte der Reformpädagogik. Weinheim und
Basel, Beltz, 2009 S. 165-198
- Benner D., Kemper H.: Quellentexte zur Theorie und Geschichte der Reformpädagogik.
Weinheim, Deutscher Studien Verlag, 2001 S. 198
- Blaseio B.: Sachunterricht in Schweden. Hrsg.: Joachim Kahlert: Handbuch Didaktik des
Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, Klinkhardt, 2007 S. 310-311
- Bojko P.: Ausbildung von Methodenkompetenz im Chemieunterricht. Jena, Dissertati-
on, 2005 S. 30-32
- Bortz J., Döring N.: Forschungsmethoden und Evaluation. Berlin, Heidelberg, New York,
Springer, 2003 S. 343-345
- Bos W. u.a.: Hrsg.: Bos W. u.a.: Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende
der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster, Waxmann,
2003, 17.02.10 S. 33, <http://www.erzwiss.uni-hamburg.de/IGLU/home.htm>.
- Bracht U.: Fach-Fächerkanon. Hrsg.: D. Lenzen: Pädagogische Grundbegriffe. Band 1.
Reinbeck, Rowohlt, 1989 S. 578-588
- Buck P., Mackensen M.: Naturphänomene erlebend verstehen. Köln, Aulis Verlag
Deubner, 1994
- Bünder W.: Fachsystematik und/oder Lebenswelt. Praxis der Naturwissenschaften
Chemie in der Schule. 2005, 4/54, S. 4-8
- Bünder W., Bröcker M., Kirsch N., Reinhold P., Wimber F., Zielinski D.: Praxis integrierter
naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING). Praxis der Naturwissenschaften
Chemie. 1995, 6/44, S. 33-38

- Bünder W., Harms U.: Erläuterung zum Modul 6, Fächergrenzen erfahrbar machen: Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten. Hrsg.: Sinus-Transfer: 1999 S.3-8
- Bybee R.: Scientific Literacy - Mythos oder Realität. Hrsg.: Gräber, Nentwig, Koballa: Scientific Literacy - Der Beitrag der Naturwissenschaft zur Allgemeinen Bildung. Opladen, Leske und Budrich, 2002 S.21-43
- CAMPO A., Langelt J., Kremer M., Phillip W.: Naturwissenschaften besser verstehen, Lernhindernisse vermeiden. Hrsg.: Deutsch Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU): Naturwissenschaften besser verstehen, Lernhindernisse vermeiden. 2004
<http://www,mnu.de/concepta/download.php?datei=55&myaction=save>.
- Csikzentmihaly M.: Das Flow-Erlebnis: jenseits von Angst und Langeweile . Stuttgart, Klett-Cotta, 1992
- Daniels Z.: Hrsg.: Rost D.: Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter. Münster, Waxmann, 2008
- Deci E., Schwartz A.,Sheinmann L. und Ryan R.: An instrument to assess adults orientations toward control versus autonomy with children: Reflections on intrinsic motivation and perceived competence. Journal of Educational Psychology. 1981, 73(5), S.642-650
- Deci E.L.: Intrinsic Motivation. New York, Plenum Press, 1975
- Deci E.L., Ryan R. M.: Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für Pädagogik. 1993, 39, S.223-238
- Demuth R.: NaWi - die Naturwissenschaften vor der kommunikativen Wende?. Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule. 2005, 4, S.2-4
- Diehl H.: Das Problem der Gesamtstruktur des Curriculums "Integrierte Naturwissenschaft" auf der Primarstufe, Sekundarstufe I und Sekundarstufe II. Hrsg.: Frey, Häußler: Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim und Basel, Beltz, 1973 S.406-408
- Eilks I., Ralle B.: Partizipative Fachdidaktische Aktionsforschung. Chemkon. 2002, 9, S.13-18
- Euler P.: Hrsg.: TU Darmstadt: Naturwissenschaft - Stiefkind der Bildung. Darmstadt, 2006, 18.01.10 Naturwissenschaft - Stiefkind der Bildung
- Fachkommission Natur-Mensch-Mitwelt: Positionspapier der Fachkommission Natur-Mensch-Mitwelt. 2006, 22.01.10
- Fend H.: Entwicklungspsychologie des Jugendalters. Opladen, Leske und Budrich, 2003 S.352-358

- Fischer A. : Das Bildungssystem der DDR: Entwicklung, Untersuchung und Neugestaltung seit 1989. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1992
- Flessau K. I.: Schule der Diktatur, Lehrpläne und Schulbücher des Nationalsozialismus. München, Ehrenwirth - Verlag GmbH & Co, 1977 S.13
- Flick U.: Hrsg.: Bohnsack R., Lüders C., Reichertz J.: Triangulation - Eine Einführung. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2004
- Flitner A.: Reform der Erziehung. München, Piper, 1999 S.80-89
- Freise G.: Problemorientierte Integration der Naturwissenschaften im Curriculum. Hrsg.: K. Frey, P. Häußler: Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim, Basel, Beltz Verlag, 1973 S.207-228
- Frankiewicz H.: Polytechnische Bildung und Erziehung im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht in der allgemeinbildenden Schule der DDR und UdSSR. Berlin, Volk und Wissen, 1979 S. 149
- Frey K., Häußler P.: Hrsg.: Karl, Frey, Peter Häußler: Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim und Basel, Beltz, 1973
- Gage, Berliner: Hrsg.: G. Bach: Pädagogische Psychologie. Weinheim, Psychologie Verlag Union, 1996 S.104 - 114
- Gagne´ R. u.a.: Sciece - A Process Approach. Hrsg.: Hans Tütken und Karl Spreckelsen: Konzeptionen und Beispiele des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Frankfurt am Main, Moritz Diesterweg, 1973 S.111-124
- Gesellschaft Deutscher Chemiker: Empfehlung der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh für einen durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterricht von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schule. Hrsg.: GDCh: Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung. Frankfurt, 2005
- Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aärztr e.V., Deutsche Physikalische Gesellschaft, Gesellschaft Deutscher Chemiker, Verbund biowissenschaftlicher und biomedizinischer Gesellschaften: Stellungnahm zum "integrativen naturwissenschaftlichen Unterricht" in der Jahrgangsstufe 5 / 6. Hrsg.: GDNÄ: Stellungnahm zum "integrativen naturwissenschaftlichen Unterricht" in der Jahrgangsstufe 5 / 6. Bad Honnef, 2006
- Gräber W.: Untersuchungen zum Schülerinteresse an Chemie und Chemieunterricht. Chemie in der Schule. 1992, 39, S.270-273
- Gräber W.: Schülerinteressen und deren Berücksichtigung im STS-Unterricht: Ergebnisse einer empirischen Studie zum Chemieunterricht. Chemie in der Schule. 1992, 39, S.354-358

- Gräber W.: Interesse am Unterrichtsfach Chemie, an Inhalten und Tätigkeiten. Chemie in der Schule. 1992, 10, S.354-358
- Graf E.: Motivation im Chemieunterricht - Motivierungsaufgabe der Lehrer im Spannungsfeld von Führen und Wachsen lassen. Chemie in der Schule. 1999, 46, S.193-197
- Gramm A., Just N.: Aufbau und Methode des Chemieunterrichts nach Rudolf Arendt. chimica didactica. 1986, 12, 5, S.5 - 27
- Grasser A., Jückstock P., Woest V.: Was steckt in Lebensmitteln?. Grundschule. 2009, 7/8, S.29-33
- Grolnick W.S., Ryan R.M.: Autonomy in children's learning: An experimental and individual difference investigation. Journal of Personality and Social Psychology. 1987, 52, S.890-898
- Groos K.: Die Spiele des Menschen. Jena, Gustav Fischer, 1899 S.489
- Hansen K.: Hrsg.: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften : Interessenentwicklung und Methodenverständnis im Fach Naturwissenschaft. Kiel, IPN, 1998 S.107-109
- Hansen K., Klinger U.: Interessenentwicklung und Methodenverständnis im Fach Naturwissenschaft - Ergebnisse der Evaluation des BLK-Modellversuchs PING in Rheinland-Pfalz. Kiel, IPN, 1998 S.7-13
- Häusler K.: Hrsg.: Pfeifer, Häusler, Lutz u.a.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München, Oldenbourg, 1997 S.10-45
- Häusler P.: Bisherige Ansätze zu disziplinübergreifenden naturwissenschaftlichen Curricula - eine Übersicht . Hrsg.: Frey, Häusler: Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim und Basel, Beltz, 1973 S.31 - 68
- Häußler P.: Der Aufbau von integrierten naturwissenschaftlichen Curricula; vergleichende Darstellung von Projekten. Hrsg.: Frey, Blänsdorf: Integriertes Curriculum Naturwissenschaften der Sekundarstufe 1: Projekte und Innovationsstrategien. Weinheim und Basel, Beltz, 1974 S.75-112
- Häußler P., Hoffmann L.: Physikunterricht - am dem Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. Unterrichtswissenschaft. 1995, 25, S.107-127
- Heckhausen H.: Hrsg.: Graumann C. F.: Handbuch der Psychologie. Band 7.2. Göttingen, Verlag für Psychologie, 1972 S.963-964
- Hiller-Keller I., Hiller G.: Fächerübergreifendes lernen in didaktischer Perspektive. Hrsg.: Duncker L., Popp W.: Über Fachgrenzen hinaus. Heinsberg, Dieck, 1997 S.179ff
- Hoffmann L., Lehrke M.: Hrsg.: IPN Kiel: Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel, IPN, 1998

- Huber L.: Individualität zulassen und Kommunikation stiften. Die Deutsche Schule. 1995, 2, S.161-182
- Janssen J., Laatz W.: Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2005 S.451-478
- Jung W.: Grenzen der Integration der Naturwissenschaften im Curriculum. Hrsg.: Frey, Häußler: Integriertes Curriculum Naturwissenschaften: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim und Basel, Beltz, 1973 S.147-163
- Jürgens F., Schieber M.: Zur Beliebtheit eines integrierten Faches Naturwissenschaften. MNU. 2001, 54/8, S.489-496
- Kerschensteiner G.: Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Leipzig und Berlin, B.G. Teubner, 1914 S.9ff
- Kerschensteiner G.: Begriff der Arbeitsschule. Bremen, Europäischer Hochschulverlag, 2010 S.9
- Kircher E., Girwidz R., Häußler P.: Aktuelle Beiträge zur Physikdidaktik. Physikdidaktik. Heidelberg, Springer, 2006 S.564-567
- Koch A.: Bilingualer naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht, Entwicklung-Erprobung-Evaluation (Dissertation). Kiel, IPN, 2005 S.28-32
- Kometz A.: Grundlegende Kompetenzen - fachübergreifende Aspekte vergleichenden experimentellen Arbeitens . NiU-Chemie . 1997, 40, S.171-173
- Krapp A.: Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. Hrsg.: Krapp A., Prenzel M.: Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster, Aschendorff, 1992 S.3 - 52
- Kremer A., Stäudel L.: Zum Stand des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Bundesrepublik Deutschland. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. 1997, 3, S.52-66
- Kuhn W.: Lernbereich Naturwissenschaften - ein Trojanisches Pferd. Praxis der Naturwissenschaften Physik. 1997, 7/46, S.2-5
- Kultusministerkonferenz: Hrsg.: Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards in den Fächern, Biologie, Chemie und Physik für den Mittleren Schulabschluss. München, Wolters Kluwer, 2004
- Labbude P.: Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: Eine zu wenig genutzte Chance? . Physik und Didaktik in Schule und Hochschule. 2003, 1/2 2003, S. 48-66
- Langbein R.: Der Chemieunterricht in der DDR im Spannungsfeld zwischen naturwissenschaftlicher Bildung und sozialistischer Erziehung. Jena, 2010

- Langer I., Thun F., Tausch R.: Sich verständlich ausdrücken. München, Basel, Ernst Reinhardt, 1999
- Lehrplan für die Volksschule des Kantons Bern 1995, 22.01.10
http://www.erz.be.ch/site/04_NMM.pdf
- Lück G. u.a. : Der naturwissenschaftliche Sachunterricht in Lehrplänen, Unterrichtsmaterialien und Schulpraxis - Eine quantitative Analyse der Entwicklung in den letzten 25 Jahren. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. 1998, 4, S.69-80
- Martin M., Mullis I., Gonzales E. und Chrostowski S.: TIMMS 2003 International Science Report. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, 2004, 08.03.10 S.181-184,
http://timss.bc.edu/PDF/t03_download/T03INTLSCRIPT.pdf.
- Mende K.D.: Die polytechnische Erziehung im Schulsystem der DDR. Bad Harzburg, Verlag für Wissenschaft, Wirtschaft und Technik. 1972
- Meyers Konversationslexikon (Autorenkollektiv): Naturwissenschaftlicher Unterricht (Chemie, Mineralogie). Band 19. Leipzig und Wien, Verlag des Bibliographischen Instituts, 1885-1892 S.668
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Presseinformation: Halbjahreszeugnisse in Klasse 3 und die Fächer Biologie, Chemie und Physik bleiben. Düsseldorf, 2005, 18.01.10
http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Presse/Meldungen/PM_2005/pm_13_07_2005_2.pdf.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Beschreibung Projekt 6. Hrsg.: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: SINUS-Transfer. 26.01.10 <http://www.learnline.nrw.de/angebote/sinus/projektnw/beschreibungnw.htm>.
- Möller K.: "Primary Science" - ein internationaler Überblick. Hrsg.: Dietmar Höttecke (GDGP): Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Berlin, LIT Verlag, 2007 S.98-121
- National Research Council: National Science Education Standards. Hrsg.: National Research Council: Washington, National Academy Press, 1996, 21.10.10
http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=106
- Obst H.: "Fächerübergreifender" Unterricht. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie. 1997, 8, S.4-7
- Oerter R.: Entwicklungspsychologie. Weinheim, Beltz, 2002
- Ontario Ministry of Education: Hrsg.: Ontario Ministry of Education: The Ontario Curriculum. 2007, 21.01.10
<http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf>.

- Pahl F.: Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts. Leipzig, Quelle und Meyer, 1913
- Petersen G.: Naturwissenschaftliche Curriculumskonstruktion: Kritik - und neue Perspektiven des interdisziplinären Projektunterrichts. Hrsg.: Frey, Häußler: Intergriertes Curriuculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim und Basel, Beltz, 1973 S.135-146
- PING 2008, 07.03.10 http://ping.lernnetz.de/pages/Index_DE.html
- PISA-Konsortium Deutschland: Hrsg.: PISA-Konsortium Deutschland: PISA 06 - Die Ergebnisse der dritten interantionalen Vergleichsstudie. Münster, Waxmann, 2007 S.63-106
- Popp W.: Die Spezialisierung auf Zusammenhänge als regulatives Prinzip der Didaktik. Hrsg.: Ludwig Duncker, Walter Popp: Über Fachgrenzen hinaus. Band 1. Heinsberg, Dieck, 1997 S.135-153
- Potthoff W.: Einführung in die Reformpädagogik. Freiburg, Reformpädagogischer Verlag Jörg Potthoff, 2000
- Prenzel, M.; Geiser, H., Langeheine, R., & Lobemeier, K.: Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. Hrsg.: W. Bos, E.-M. Lankes, M. Prenzel, K. Schwippert, G. Walther & R. Valtin (Eds.): Erste Ergebnisse aus IGLU . Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster, Waxmann, 2003 S.143-188
- Prenzel, Rost, Senkbeil, Häußler, Klopp: Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. Hrsg.: Deutsches PISA-Konsortium: PISA 2000. Opladen, Leske und Budrich, 2001 S.233
- Raban M.: Sex-role Identification in Young Children Two Diverse Social Groups . Genetic Phychology Monographs. 1950, 42, S.81-158
- Reichart G., Reichart N., Trommer G.: Hrsg.: Mannzmann A.: Geschichte der Unterrichtsfächer. Band 3. München, Kösel-Verlag GmbH & Co, 1984 S.44
- Rheinberg F.: Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. Hrsg.: Heckhausen J., Heckhausen H.: Motivation und Handeln. Heidelberg, Springer, 2006 332-339
- Rieß F., Stäudel L.: Gerda Freise - Mentorin der kritischen Naturwissenschaftsdidaktik. Päd. extra . Band Heft 7-8 . 1994 S.60-63, <http://www.uni-kassel.de/fb19/chemdid/lit/100%20Gerda%20Freise%20-%20Mentorin%20der%20kritischen%20Naturwissenschaftsdidaktik.pdf>.
- Rösch R.: Hrsg.: Friedrich-Alexander Universität: Förderung des Interesses an Naturwissenschaft und Technik: Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines Gesamtkonzeptes für das allgemein bildende Gymnasium in Zusammenarbeit von Schule und Wirtschaft. Erlangen-Nürnberg, Dissertation, 2005

- Rutherford J., Gardner M.: Integrated science teaching. Hrsg.: P.E. Richmond: New trends in integrated science teaching. Band 1. Unesco , 1971
- Sacher W.: Leistungen entwickeln, überprüfen und beurteilen. Bad Heilbrunn, Klinkhardt, 2009 S.61-68
- Sasol Olefines & Surfaces GmbH Sasol-Studie 2005, 21.04.10
<http://www.presseportal.de/meldung/667021/>
- Schenk B.: Hrsg.: Mannzmann A.: Geschichte der Unterrichtsfächer. Band 3. München, Kösel-Verlag GmbH & Co, 1984 S.84
- Schmidkunz H.: Chemieunterricht im Umbruch - Tendenzen und Perspektiven. PLUS LUCIS. 1995, 2, S.8-10
- Schöler W.: Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts im 17. bis 19. Jahrhundert. Berlin, de Gruyter, 1970
- Schrader C, Wolf E., Wenck H.: Gibt es den verständlichen Text? - eine empirische Untersuchung zum Verstehen chemischer Texte. CHEMKON. 2003, 3, S.121-126
- Schumacher M.: Beiträge zu einer Geschichte des Chemieunterrichts. Hrsg.: Anneliese Mannzmann: Geschichte der Unterrichtsfächer III. München, Kösel-Verlag, 1984 S.133-159
- Scottish Executive: The 5-14 Curriculum (Scotland). Hrsg.: Scottish Executive: Learning and Teaching Scotland, 2000, 21.01.10
http://www.ltscotland.org.uk/Images/guidelinesenvironmental_tcm4-122445.pdf.
- Solomon J., Aikenhead G.: STS Education: International Perspectives on Reform. New York, Teachers College Press, 1994
- Sprütten F.: Rahmenbedingungen naturwissenschaftlichen Lernens in der Sekundarstufe I. Münster, Waxmann, 2007 S.97-104
- Sumfleth E., Schüttler S.: Linguistische Textverständlichkeitskriterien - Helfen sie bei der Darstellung chemischer Inhalte?. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. 1995, 1, S.55-72
- Swedish National agency for education: Hrsg.: Swedish National agency for education: Syllabuses for the compulsory school . Skolverket and Fritzes, 2009, 22.01.10
<http://www3.skolverket.se/ki/eng/comp.pdf>.
- Todt E.: Entwicklung des Interesses. Hrsg.: Hetzer H. et al.: Angewandte Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters. Heidelberg, Quelle und Meyer, 1995 S.213-264
- Todt E.: Elemente einer Theorie naturwissenschaftlicher Interessen. Hrsg.: Lehrke M., Hoffmann L.: Schülerinteressen am naturwissenschaftlichen Unterricht. Köln, Aulis Verlag Deubner & Co , 1987 S.111-125

-
- Ullrich H.: Reformpädagogische Schulstruktur mit weltanschaulicher Prägung - Pädagogische Prinzipien und Formen der Waldorfschule. Hrsg.: Inge Hansen-Schaberg, Bruno Schonig: Waldorf-Pädagogik. Hohengehren, Schneider, 2006 S.166-173
- von Aufschnaiter S.: Das Problem der Gesamtstruktur des Curriculums "Integrierte Naturwissenschaft". Hrsg.: Frey, Häußler: Integriertes Curriculum Naturwissenschaften: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Weinheim und Basel, Beltz, 1973 S.399-402
- Wagenschein M.: Verstehen lehren: genetisch - sokratisch - exemplarisch. Weinheim und Basel, Beltz, 2008 S.27ff
- White R.W.: Motivation reconsidered: The concept of competence. Psychological Review. 1959, 66, S.297-333
- Woest V.: Hrsg.: Hans-Jürgen Zebisch: Den Chemieunterricht neu denken. Alsbach/Bergstrasse, Leuchtturm-Verlag, 1997 S.113
- Woest V.: Hrsg.: Hans-Jürgen Zebisch: Den Chemieunterricht neu denken. Alsbach/Bergstrasse, Leuchtturm-Verlag, 1997 S.23-38
- Woest V.: Aufgabenformate. Unterricht Chemie. 2004, 82/83, S.157-163

5 Anhang

5.1 Literatur und URLs zum nationalen Vergleich fächerübergreifenden Naturwissenschaftsunterrichts

Studentafeln

Baden-Württemberg

http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/kontingent/Gym_Kontingentstudentafel.pdf
[Stand: 08.08.2008]

http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/kontingent/RS_Kontingentstudentafel.pdf
[Stand: 08.08.2008]

http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/kontingent/HS_Kontingentstudentafel.pdf
[Stand: 08.08.2008]

Bayern

<http://www.isb.bayern.de/isb/index.asp?MNav=0&QNav=4&TNav=0&INav=0&Fach=&LpSta=6&STyp=14> [Stand: 08.08.2008]

<http://www.isb.bayern.de/isb/index.asp?MNav=0&QNav=4&TNav=0&INav=0&Fach=&LpSta=6&STyp=5> [Stand: 08.08.2008]

<http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=35f9d0a9457f662efcfd7f4e385c7486> [Stand: 08.08.2008]

Berlin

<http://www.berlin.de/sen/bildung/schulorganisation/lehrplaene/> [Stand: 08.08.2008]

Brandenburg

http://www.bildung-brandenburg.de/curricula_gs.html [Stand: 08.08.2008]

Bremen

http://195.37.106.227/sixcms/media.php/41/e01_2003_a.pdf [Stand: 21.11.2008]

Hamburg

http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?unten=/bildungsplaene/Sek_I_GS/GS_rpl_entry.htm
[Stand: 14.11.2008]

http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?unten=/bildungsplaene/Sek_I_Gy9/Gy_rpl_entry.htm [Stand: 14.11.2008]

http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?unten=/bildungsplaene/Sek_I_Gy8/Gy8_rpl_enty.htm [Stand: 14.11.2008]

http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?unten=/bildungsplaene/Sek_I_HR/HR_rpl_enty.htm [Stand: 14.11.2008]

<http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/bildung-sport/service/veroeffentlichungen/bildungsplaene/hauptschule/hs-naturtechnik,property=source.pdf> [Stand: 14.11.2008]

Hessen

http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?rid=HKM_15/HKM_Internet/nav/1b5/1b5619a8-cc61-811f-3efe-f91921321b2c,8aa30e37-b428-1a01-e76c-d97ccf4e69f2,22222222-2222-2222-2222-222222222222,22222222-2222-2222-2222-222222222222,11111111-2222-3333-4444-100000005003.htm&uid=1b5619a8-cc61-811f-3efe-f91921321b2c [Stand: 08.08.2008]

http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?rid=HKM_15/HKM_Internet/nav/b12/b12519a8-cc61-811f-3efe-f91921321b2c,aa770859-b415-2a01-e76c-d97ccf4e69f2,22222222-2222-2222-2222-222222222222,22222222-2222-2222-2222-222222222222,11111111-2222-3333-4444-100000006002.htm&uid=b12519a8-cc61-811f-3efe-f91921321b2c [Stand: 08.08.2008]

http://www.die-hauptschule-hessen.de/20_unterricht/stundetafel_schwerpunkte.htm [Stand: 08.08.2008]

Mecklenburg-Vorpommern

http://www.bildung-mv.de/de/unterricht/faecher_allgemein/ [Stand: 08.08.2008]

Niedersachsen

http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C44964201_L20.pdf [Stand: 08.08.2008]

http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C44963607_L20.pdf [Stand: 08.08.2008]

http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C44963562_L20.pdf [Stand: 08.08.2008]

http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C44963528_L20.pdf [Stand: 08.08.2008]

Nordrhein-Westfalen

<http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulrecht/APOen/Studentafeln/GesamtschuleNeu.html> [Stand: 08.08.2008]

http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulrecht/APOen/Studentafeln/Gymnasium2006_07.html [Stand: 08.08.2008]

<http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulrecht/APOen/Studentafeln/RealschuleNeu.html> [Stand: 08.08.2008]

<http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulrecht/APOen/Studentafeln/HauptschuleNeu.html> [Stand: 08.08.2008]

Rheinland-Pfalz

http://rfb.bildung-rp.de/uploads/media/VV_Studentafel_Sek1_02.pdf
[Stand: 08.08.2008]

Saarland

http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/StundenTafelGES.pdf
[Stand: 08.08.2008]

http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/StundenTafelGYM.pdf
[Stand: 08.08.2008]

http://www.saarland.de/dokumente/sonstige_dateien/Studentafel_ERS_1_2005.pdf
[Stand: 08.08.2008]

Sachsen

<http://www.revosax.sachsen.de/Details.do?sid=9233312053092&jlink=xanl&jabs=9>
[Stand: 08.08.2008]

Sachsen-Anhalt

<http://www.rahmenrichtlinien.bildung-lsa.de/schulform/gymnas.html#kanon>
[Stand: 08.08.2008]

<http://www.rahmenrichtlinien.bildung-lsa.de/schulform/sekundar.html#kanon>
[Stand: 08.08.2008]

Schleswig-Holstein

<http://faecher.lernnetz.de/links/materials/1201245739.pdf> [Stand: 08.08.2008]

Thüringen

<http://www.thueringen.de/imperia/md/content/tkm/schulwesen/gesetze/anlagen.pdf>
[Stand: 08.08.2008]

Lehr- und Bildungspläne der integrierten naturwissenschaftlichen Fächerverbände

Baden-Württemberg, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (Hg.) (2004): »*Naturphänomene*«. In: Baden-Württemberg, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (Hg.): *Bildungsplan 2004. Allgemein bildendes Gymnasium*, S. 175-178. URL:

[http://www.bildung-staerkt-](http://www.bildung-staerkt-men-)
men-

[schen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Gymnasium/Gymnasium_Bildungsplan_Gesamt.pdf](http://www.bildung-staerkt-men-schen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Gymnasium/Gymnasium_Bildungsplan_Gesamt.pdf) [Stand: 16.05.2008]

Baden-Württemberg, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (Hg.) (2004): »*Fächerverbund Naturwissenschaftliches Arbeiten*«. In: Baden-Württemberg, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (Hg.): *Bildungsplan 2004. Realschule*, S. 95-102. URL: http://www.bildung-staerkt-men-schen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Realschule/Realschule_Bildungsplan_Gesamt.pdf [Stand: 16.05.2008]

Baden-Württemberg, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (2004): »*Fächerverbund Materie - Natur - Technik*«. In: Baden-Württemberg, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (Hg.): *Bildungsplan 2004. Hauptschule / Werkrealschule*, S. 117-124. URL: http://www.bildung-staerkt-men-schen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Hauptschule_Werkrealschule/Hauptschule_Werkrealschule_Bildungsplan_Gesamt.pdf [Stand: 16.05.2008]

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2004): »*Natur und Technik*«. URL: <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=97ffdc08acb3213fc6f2c3ac44fdf787> [Stand: 28.07.2008]

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2004): »*Natur und Technik*«. URL: <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26433> [Stand: 28.07.2008]

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2004): »*Lehrpläne für die Hauptschule. Jahrgangsstufen 5 bis 9*«. In: Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.): *Lehrpläne für die Hauptschule. Jahrgangsstufen 5 bis 9*, S. 116 - 118, 165-167. URL: <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=20bcd3e06f1b4865ee526c75d030147a> [Stand: 28.07.2008]

Berlin, Ministerium für Bildung, Jugend und Sport (Hg.) (2008): »*Rahmenlehrplan Grundschule. Naturwissenschaften*«. URL: http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/gr_natur.pdf [Stand: 16.05.2008]

Brandenburg, Ministerium für Bildung, Jugend und Sport (Hg.) (2008): »*Rahmenlehrplan Grundschule. Naturwissenschaften*«. URL: http://www.bildung-brandenburg.de/fileadmin/bbs/unterricht_und_pruefungen/rahmenlehrplaene/grundschule/rahmenlehrplaene/pdf/GS_Naturwissenschaften.pdf [Stand: 28.07.2008]

Bremen, Senator für Bildung und Wissenschaft (Hg.) (2006): *Naturwissenschaften. Bildungsplan für die Gesamtschule Jahrgangsstufe 5 - 10*. URL: http://www.lis.bremen.de/sixcms/media.php/13/06-12-06_nat_gs.pdf [Stand: 22.09.2008]

Bremen, Senator für Bildung und Wissenschaft (Hg.) (2006): »»Naturwissenschaften«. Jahrgangsstufe 5 - 6«. In: Bremen, Senator für Bildung und Wissenschaft (Hg.): *Naturwissenschaften, Biologie - Chemie - Physik. Bildungsplan für das Gymnasium Jahrgangsstufe 5 - 10*. URL: http://www.lis.bremen.de/sixcms/media.php/13/06-12-06_nat_gy.pdf [Stand: 22.09.2008]

Bremen, Senator für Bildung und Wissenschaft (Hg.) (2006): »»Naturwissenschaften«. Jahrgangsstufe 5 - 6«. In: Bremen, Senator für Bildung und Wissenschaft (Hg.): *Naturwissenschaften, Biologie - Chemie - Physik. Bildungsplan für die Sekundarschule Jahrgangsstufe 5 - 10*. URL: http://www.lis.bremen.de/sixcms/media.php/13/06-12-06_nat_sek.pdf [Stand: 22.09.2008]

Hamburg, Behörde für Bildung und Sport (Hg.) (2003): »»Rahmenlehrplan Naturwissenschaften«. *Bildungsplan Integrierte Gesamtschule Jahrgangsstufen 5 und 6*«. In: Bremen, Behörde für Bildung und Sport (Hg.): *Rahmenlehrpläne Naturwissenschaften. Bildungsplan Integrierte Gesamtschule Sekundarstufe I*. URL: http://lbs.hh.schule.de/bildungsplaene/Sek-I_GS/NW_GS_SekI.pdf [Stand: 16.05.2008]

Hamburg, Behörde für Bildung und Sport (Hg.) (2003): »»Rahmenlehrplan Naturwissenschaften / Technik«. *Bildungsplan Neunstufiges Gymnasium Klassenstufen 5 und 6*«. In: Hamburg, Behörde für Bildung und Sport (Hg.): *Rahmenlehrpläne Naturwissenschaften / Technik. Bildungsplan Neunstufiges Gymnasium Sekundarstufe I*. URL: http://lbs.hh.schule.de/bildungsplaene/Sek-I_Gy8/NWT_Gy8.pdf [Stand: 16.05.2008]

Hamburg, Behörde für Bildung und Sport (Hg.) (2004): »»Rahmenlehrplan Naturwissenschaften / Technik«. *Bildungsplan Achtstufiges Gymnasium Klassenstufen 5 und 6*«. In: Hamburg, Behörde für Bildung und Sport (Hg.): *Rahmenlehrplan Naturwissenschaften / Technik. Bildungsplan Achtstufiges Gymnasium Sekundarstufe I*. URL: http://lbs.hh.schule.de/bildungsplaene/Sek-I_Gy8/NWT_Gy8.pdf [Stand: 16.05.2008]

Hamburg, Behörde für Bildung und Sport (Hg.) (2003): »»Rahmenlehrplan Naturwissenschaften / Technik«. *Bildungsplan Hauptschule und Realschule Jahrgangsstufen 5 und 6*«. In: Hamburg, Behörde für Bildung und Sport (Hg.): *Rahmenlehrpläne Naturwissenschaften / Technik. Bildungsplan Hauptschule und Realschule Sekundarstufe I*. URL: http://lbs.hh.schule.de/bildungsplaene/Sek-I_HR/NWT_HR_SekI.pdf [Stand: 16.05.2008]

Hamburg, Behörde für Bildung und Sport (Hg.) (2007): *Lernbereich Natur und Technik. Bildungsplan Hauptschule*. URL: <http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/bildung-sport/service/veroeffentlichungen/bildungsplaene/hauptschule/hs-natur-technik,property=source.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hg.) (2008): *Rahmenplan Integrierte Gesamtschule. Naturwissenschaften*. URL: <http://www.bildungserver-mv.de/download/rahmenplaene/rp-naturwiss-5-6.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2004): *Rahmenrichtlinien für die Integrierte Gesamtschule Schuljahrgänge 5 bis 10. Naturwissenschaften*. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/rrl/rrl_nws_igs_end.pdf [Stand: 16.05.2008]

Nordrhein-Westfalen, Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung (Hg.) (1999): *Naturwissenschaften - Physik, Chemie, Biologie. Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe I - Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen*. Frechen: Ritterbach Verlag

Rheinland-Pfalz, FDK Naturwissenschaften (Hg.) (2008): *Naturwissenschaften. Überblick über die acht Themenfelder des neuen Rahmenlehrplans des Landes Rheinland-Pfalz*. URL: http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/uploads/media/UEberblick_der_acht_Themenfelder_04.pdf [Stand: 02.09.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung und Sport (Hg.) (1990): *Schule machen im Saarland. Vorläufiger Lehrplan (Übersicht) Naturwissenschaften Gesamtschule Klassenstufen 5 und 6, Klassenstufen 7 und 8*. URL: http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/Naturwissenschaften_Klassenstufe_5-8.pdf [Stand: 02.09.2008]

Schleswig-Holstein, Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur (Hg.) (1997): *Lehrplan für die Sekundarstufe I der weiterführenden allgemeinbildenden Schulen, Gesamtschulen. Naturwissenschaften*. URL: <http://lehrplan.lernnetz.de/intranet1/links/materials/1107161476.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Lehrpläne der konventionellen naturwissenschaftlichen Fächerstrukturen

Biologie

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2000): *Biologie Jahrgangsstufe 5 Realschule*. URL: <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=04cd74c41e60277ffbe630c61742b85> [Stand: 28.07.2008]

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2000): *Biologie Jahrgangsstufe 6 Realschule*. URL: <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=ae34f8ad363811e420cb8b344702ee23> [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Biologie. Gymnasialer Bildungsgang Jahrgangsstufen 5 bis 13*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=9e0b5517dfc688683c15ce252202d4b9 [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Biologie. Gymnasialer Bildungsgang Jahrgangsstufen 5G bis 12G*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=ac9f301df54d1fbfab83dd3a6449af60 [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Biologie. Bildungsgang Realschule Jahrgangsstufen 5 bis 10*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=f1e079cc428af80d07f4fe2db20fe301 [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Biologie. Bildungsgang Hauptschule Jahrgangsstufen 5 bis 9/10*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=770244b3f3f61faf79f08f0fdb32a30 [Stand: 28.07.2008]

Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hg.) (2002): *Rahmenplan Biologie. Regionale Schule, Realschule, Gesamtschule - Orientierungsstufe Klassen 5 und 6*. URL: <http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene/rp-biologie-5-6.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »*Biologie*«. *Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 69-95. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_gym/kc_gym_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »*Biologie*«. *Kerncurriculum für die Realschule Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für die Realschule Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 69-84. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_rs/kc_rs_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »*Biologie*«. *Kerncurriculum für die Hauptschule Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für die Hauptschule Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 71-89. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_hs/kc_hs_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2002): *Achtjähriges Gymnasium. Lehrplan für das Fach Biologie Klassenstufen 5 und 6*. URL: http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/biologie.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2002): *Erweiterte Realschule. Lehrplan für das Fach Biologie Klassenstufe 5*. URL: http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/ERSLp-05.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2002): *Erweiterte Realschule. Lehrplan für das Fach Biologie Klassenstufe 6*. URL: http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/ERSLp-05.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen, Staatsministerium für Kultus (Hg.) (2004/2007): *Lehrplan Gymnasium. Biologie*. URL: http://www.sachsen-macht-schule.de/apps/lehrplandb/downloads/lehrplaene/lp_ms_rahmenvorgaben_neigungskurse.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen, Staatsministerium für Kultus (Hg.) (2004): *Lehrplan Mittelschule. Biologie*. URL: http://www.sachsen-macht-schule.de/apps/lehrplandb/downloads/lehrplaene/lp_ms_biologie.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen-Anhalt, Kultusministerium (Hg.) (2003): *Rahmenrichtlinien Gymnasium. Biologie Schuljahrgänge 5 - 12*. URL: <http://www.rahmenrichtlinien.bildung-lsa.de/pdf/biogyma.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Sachsen-Anhalt, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Rahmenrichtlinien Sekundarschule. Biologie Schuljahrgänge 7 - 10*. URL: <http://www.rahmenrichtlinien.bildung-lsa.de/pdf/biosek.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Thüringen, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Lehrplan für das Gymnasium. Biologie*. URL: http://www.thillm.de/thillm/start_service.html [Stand: 28.07.2008]

Thüringen, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Lehrplan für die Regelschule und für die Förderschule mit dem Bildungsgang der Regelschule. Biologie*. URL: http://www.thillm.de/thillm/start_service.html [Stand: 28.07.2008]

Chemie

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2000): Chemie Jahrgangsstufe 8 Realschule. URL: <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=72d168910e5756ac8869719d1937503c> [Stand: 28.07.2008]

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2003): Chemie Jahrgangsstufe 9 Realschule. URL: <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=72d168910e5756ac8869719d1937503c> [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Chemie. Gymnasialer Bildungsgang Jahrgangsstufen 8 bis 13*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=9e0b5517dfc688683c15ce252202d4b9 [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Chemie. Gymnasialer Bildungsgang Jahrgangsstufen 7G bis 12G*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=ac9f301df54d1fbfab83dd3a6449af60 [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Chemie. Bildungsgang Realschule Jahrgangsstufen 5 bis 10*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=f1e079cc428af80d07f4fe2db20fe301 [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Chemie. Bildungsgang Hauptschule Jahrgangsstufen 5 bis 9/10*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=770244b3f3f61faf79f08f0f0db32a30 [Stand: 28.07.2008]

Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hg.) (2002): *Rahmenplan Chemie. Gymnasium, Integrierte Gesamtschule Jahrgangsstufen 7 - 10*. URL: <http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene/rp-chemie-7-10-gym-02.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hg.) (2002): *Rahmenplan Chemie. Regionale Schule, Verbundene Haupt- und Realschule, Hauptschule, Realschule, Integrierte Gesamtschule Jahrgangsstufe 7 - 10*. URL: <http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene/rp-chemie-7-10-reg.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »Chemie«. *Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 47-68. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_gym/kc_gym_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »Chemie«. *Kerncurriculum für die Realschule Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für die Realschule Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 45-68. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_rs/kc_rs_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »Chemie«. *Kerncurriculum für die Hauptschule Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für die Hauptschule Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 45-70. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_hs/kc_hs_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2004): *Achtjähriges Gymnasium. Lehrplan für das Fach Chemie Klassenstufe 8*. URL: http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/chemie8.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2005): *Achtjähriges Gymnasium. Lehrplan für das Fach Chemie Klassenstufe 9*. URL: http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/chemie8.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2002): *Erweiterte Realschule. Lehrplan für das Fach Chemie Klassenstufe 8*. URL: http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/ERSLp-05.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2002): *Erweiterte Realschule. Lehrplan für das Fach Chemie Klassenstufe 9*. URL: http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/ERSLp-05.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen, Staatsministerium für Kultus (Hg.) (2004/2007): *Lehrplan Gymnasium. Chemie*. URL: http://www.sachsen-macht-schule.de/apps/lehrplandb/downloads/lehrplaene/lp_gy_chemie_2007.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen, Staatsministerium für Kultus (Hg.) (2004): *Lehrplan Mittelschule. Chemie*. URL: http://www.sachsen-macht-schule.de/apps/lehrplandb/downloads/lehrplaene/lp_ms_chemie.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen-Anhalt, Kultusministerium (Hg.) (2003): *Rahmenrichtlinien Gymnasium. Chemie Schuljahrgänge 7 - 12*. URL: <http://www.rahmenrichtlinien.bildung-lsa.de/pdf/chemsek.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Sachsen-Anhalt, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Rahmenrichtlinien Sekundarschule. Chemie Schuljahrgänge 7 - 10*. URL: <http://www.rahmenrichtlinien.bildung-lsa.de/pdf/chemsek.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Thüringen, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Lehrplan für das Gymnasium. Chemie*. URL: http://www.thillm.de/thillm/start_service.html [Stand: 28.07.2008]

Thüringen, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Lehrplan für die Regelschule und für die Förderschule mit dem Bildungsgang der Regelschule. Chemie*. URL: http://www.thillm.de/thillm/start_service.html [Stand: 28.07.2008]

Physik

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2000): *Physik Jahrgangsstufe 7 Realschule*. URL: <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=72d168910e5756ac8869719d1937503c> [Stand: 28.07.2008]

Bayern, Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.) (2000): *Physik Jahrgangsstufe 8 Realschule*. URL: <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=72d168910e5756ac8869719d1937503c> [Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Physik. Gymnasialer Bildungsgang Jahrgangsstufen 7 bis 13*. URL: <http://www.hessisches->

kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=9e0b5517dfc688683c15ce252202d4b9
[Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Physik. Gymnasialer Bildungsgang Jahrgangsstufen 6G bis 12G*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=ac9f301df54d1fbfab83dd3a6449af60
[Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Physik. Bildungsgang Realschule Jahrgangsstufen 5 bis 10*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=f1e079cc428af80d07f4fe2db20fe301
[Stand: 28.07.2008]

Hessen, Kultusministerium (Hg.) (2005): *Lehrplan Physik. Bildungsgang Hauptschule Jahrgangsstufen 5 bis 9/10*. URL: http://www.hessisches-kultusministerium.de/irj/HKM_Internet?cid=770244b3f3f61faf79f08f0fdb32a30
[Stand: 28.07.2008]

Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hg.) (2004): *Rahmenplan Physik. Orientierungsstufe Klassen 5 und 6 der Regionalen Schule, Realschule, Gesamtschule*. URL: <http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene/rp-physik-5-6-igs.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hg.) (2002): *Rahmenplan Physik. Regionale Schule, Realschule, Gesamtschule Jahrgangsstufe 7 - 10*. URL: <http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene/rp-physik-7-10-reg.pdf>
[Stand: 28.07.2008]

Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Hg.) (2002): *Rahmenplan Physik. Gymnasium, Gesamtschule Jahrgangsstufe 7 - 10*. URL: <http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene/rp-physik-7-10-gym.pdf>
[Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »Physik«. *Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 13-44. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_gym/kc_gym_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »Physik«. *Kerncurriculum für die Realschule Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für die Realschule Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 13-44. URL: http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_rs/kc_rs_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.) (2007): »Physik«. *Kerncurriculum für die Hauptschule Schuljahrgänge 5 - 10*. In: Niedersachsen, Kultusministerium (Hg.): *Naturwissenschaften. Kerncurriculum für die Hauptschule Schuljahrgänge 5 - 10*, S. 13-44. URL:

http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/kerncurricula_nibis/kc_2007/kc07_hs/kc_hs_nws_07_nib.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2003): *Achtjähriges Gymnasium. Lehrplan für das Fach Physik*. URL:

http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/Ph_7.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2004): *Achtjähriges Gymnasium. Lehrplan für das Fach Physik Klassenstufe 8*. URL:

http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/Physik8.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2002): *Erweiterte Realschule. Lehrplan für das Fach Physik Klassenstufe 8*. URL:

http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/ERSLp-05.pdf [Stand: 28.07.2008]

Saarland, Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft (Hg.) (2002): *Erweiterte Realschule. Lehrplan für das Fach Physik Klassenstufe 9*. URL:

http://www.saarland.de/dokumente/thema_bildung/ERSLp-05.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen, Staatsministerium für Kultus (Hg.) (2004/2007): *Lehrplan Gymnasium. Physik*. URL:

http://www.sachsen-macht-schule.de/apps/lehrplandb/downloads/lehrplaene/lp_gy_physik_2007.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen, Staatsministerium für Kultus (Hg.) (2004): *Lehrplan Mittelschule. Physik*. URL:

http://www.sachsen-macht-schule.de/apps/lehrplandb/downloads/lehrplaene/lp_ms_physik.pdf [Stand: 28.07.2008]

Sachsen-Anhalt, Kultusministerium (Hg.) (2003): *Rahmenrichtlinien Gymnasium. Physik Schuljahrgänge 6 - 12*. URL: <http://www.rahmenrichtlinien.bildung-lsa.de/pdf/physsek.pdf>

[Stand: 28.07.2008]

Sachsen-Anhalt, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Rahmenrichtlinien Sekundarschule. Physik Schuljahrgänge 7 - 10*. URL: <http://www.rahmenrichtlinien.bildung-lsa.de/pdf/physsek.pdf>

[Stand: 28.07.2008]

Thüringen, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Lehrplan für das Gymnasium. Physik*. URL:

http://www.thillm.de/thillm/start_service.html [Stand: 28.07.2008]

Thüringen, Kultusministerium (Hg.) (1999): *Lehrplan für die Regelschule und für die Förderschule mit dem Bildungsgang der Regelschule. Physik*. URL:

http://www.thillm.de/thillm/start_service.html [Stand: 28.07.2008]

Lehr- und Bildungspläne für den zusätzlichen Fachunterricht

Biologie

Baden-Württemberg, Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (Hg.) (2001): *Bildungsplan für das allgemein bildende Gymnasium mit achtjährigem Bildungsgang*. URL: <http://ls-bw.de/allg/lp/bpg8.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Brandenburg, Ministerium für Bildung, Jugend und Sport (Hg.) (2004): *Rahmenplan Grundschule. Biologie*. URL: http://www.bildung-brandenburg.de/fileadmin/bbs/unterricht_und_pruefungen/rahmenlehrplaene/grundschule/rahmenlehrplaene/pdf/GS-Biologie.pdf [Stand: 28.07.2008]

Schleswig-Holstein, Ministerium für Bild, Wissenschaft, Forschung und Kultur (Hg.) (1997): *Lehrplan für die Sekundarstufe I der weiterführenden allgemeinbildenden Schulen - Hauptschule, Realschule, Gymnasium. Biologie*. URL: <http://lehrplan.lernnetz.de/intranet1/links/materials/1107160960.pdf> [Stand: 28.07.2008]

Physik

Brandenburg, Ministerium für Bildung, Jugend und Sport (Hg.) (2004): *Rahmenplan Grundschule. Biologie*. URL: http://www.bildung-brandenburg.de/fileadmin/bbs/unterricht_und_pruefungen/rahmenlehrplaene/grundschule/rahmenlehrplaene/pdf/GS-Physik.pdf [Stand: 28.07.2008]

5.2 Tabellarische Übersichten zur Ländersynopse

Tab. 35: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
– Ländersynopse Thema Pflanzen und Tiere (Allgemeine Biologie)

Pflanzen und Tiere – Allgemeine Biologie					
Bundesland	Prinzip des Lebendigen	Ökologie und Naturschutz	Zellen	Erd- geschichte	Evolution
Baden-Württemberg	X	X	X	X	X
Bayern	X	X	X	X	
Berlin		X	X		
Brandenburg		X	X		
Bremen		X			
Hamburg		X			
Mecklenburg-Vorpommern		X	(X)		
Niedersachsen		X			
Nordrhein-Westfalen		X	X		
Saarland	X	(X)	X		
Schleswig-Holstein		X			

Tab. 36: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
– Ländersynopse Thema Pflanzen und Tiere (Pflanzen)

Stoffe und Materialien								
Bundesland	Begriffsbildung	Eigenschaften und Verwerndung	Reinstoff und Stoffgemisch	Trennverfahren	Stoffumwandlung	Chemisches Vokubular	Chemische Schreibweisen	Atommodell und PSE
Baden-Württemberg		X		X	X	X	X	X
Bayern		X	X	X	X			
Berlin		X	X	X	X			
Brandenburg		X	X	X				
Bremen		X						
Niedersachsen		X	X	X	X			
Nordrhein-Westfalen	X	X		X				
Saarland						(X)	(X)	

Tab. 37: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
 – Ländersynopse Thema Pflanzen und Tiere (Tiere)

Pflanzen und Tiere – Tiere							
Bundesland	Begriffe Art und Rasse	Artenvielfalt	Lebensweise	Wirbellose Tiere	Wirbeltiere / Säugetiere	Bestimmungsübungen	Anpassung
Baden-Württemberg		X	X	(X)	X		X
Bayern		X	X		X		X
Berlin		X	X	(X)	X	X	X
Brandenburg		X	X	X	X	X	X
Bremen		X	X				X
Hamburg		X	X	X	X	X	X
Mecklenburg-Vorpommern		X	X	X	X		X
Niedersachsen	X	X	X				
Nordrhein-Westfalen		X	X	(X)	(X)	X	X
Saarland	X	X	X	X	X		X
Schleswig-Holstein		X	X		X		X

Tab. 38: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
 – Ländersynopse Thema Mensch

Mensch									
Bundesland	Verdauungssystem und Ernährung	Stütz- und Bewegungsapparat	Sinnesorgane und Nerven-system	Atmung und Herz-Kreislaufsystem	Immunabwehr und Immunisierung	Gesundheit	Suchtproblematik	Sexualität	Pubertät
Baden-Württemberg	X	X	X	X	X	X		X	X
Bayern	X	X	X	X		X	X	X	X
Berlin	X		X			X	X	X	X
Brandenburg	X		X			X	X	X	X
Bremen	X	X				X		(X)	X
Hamburg	X	X	X			X	X	X	X
Niedersachsen	X	X		X		X		X	X
Nordrhein-Westfalen	X	X	X	X		X			
Saarland						X		X	X
Schleswig-Holstein	X	X		X		X	X	X	X

Tab. 39: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
 – Ländersynopse Thema Wasser

Wasser										
Bundesland	Ch. und phy. Eigenschaften	Anomalie des Wassers	Oberflächen- spannung	Auf- trieb	Aggre- gat- zustände	Stoff- gemisch und Trenn- verfahren	Wasser als ch. Verbin- dung	Wasser- kreis- lauf	Lebens- raum Wasser	Ver- schmut- zung und Schutz
Baden- Württemberg	X			X	X	X	X	X		X
Bayern	X	X		X	X	X		X	X	X
Berlin	X				X	X		(X)		
Brandenburg	X				X	X		X		
Bremen	X				X			X		
Hamburg	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Mecklenburg- Vorpommern	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Niedersachsen	X				X	X	X	X	X	X
(Nordrhein- Westfalen)				(X)	(X)			(X)		
Saarland	X	X			X	(X)			X	X
Schleswig- Holstein	X		X		X	X		X	X	X

Tab. 40: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
 – Ländersynopse Thema Luft

Luft							
Bundesland	Zusammen- setzung	Ch. und phy. Eigen- schaften	Feuer Ver- brennung	Lebensraum Luft, Bedeu- tung	Luftfahrt, Aerodynamik, Auftrieb	Wetter	Verschmutzung, Schutz
Baden- Württemberg	X	X	X	X			
Bayern	X	X	X		X	X	X
Berlin	X	X				X	
Hamburg	X	X			X	X	
Mecklenburg- Vorpommern	X	X	X	X	X	X	X
Niedersachsen	X	X	X	X	X	X	X
Nordrhein- Westfalen						X	
Saarland	X	X	X				
Schleswig- Holstein	X	X		X			X

Tab. 41: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
– Ländersynopse Thema Boden

Boden										
Bundesland	Eigen-schaften	Boden-arten	Bodem-profil	Ver-wit-ter-ung	Humus-bildung	Kristall-bildung, Minera-lien	Fossilien	Lebens-raum Boden	Boden-nutzung und Folgen	Schutz-maß-nahmen
Bayern	X			X	X	X	X	X	X	X
Mecklenburg-Vorpommern	X	X	X	X	X			X	X	
(Nordrhein-Westfalen)			(X)					(X)		
Schleswig-Holstein	X	X						X	X	X

Tab. 42: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
– Ländersynopse Thema Sonne

Sonne					
Bundesland	Sonnensystem	Tag-Nacht-Zyklus	Jahreszeiten	Finsterniss	Ebbe und Flut
Bayern		X	X		
Berlin	X	X	X		
Hamburg	X	X	X	X	
Mecklenburg-Vorpommern	X	X	X	X	
Niedersachsen	X	X	X	X	X
Schleswig-Holstein	X	X	X		

Tab. 43: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
– Ländersynopse Themenkreis Physik

Themenkreis Physik							
Bundesland	Elektrizität	Wärme	Licht	Magnetismus	Kraft und Bewegung	Schall	Energie
Baden-Württemberg	X	X	X	X	X	X	X
Bayern	X	X	X		X	X	X
Berlin		X	X		X	(X)	X
Brandenburg			X		X		
Bremen	X				X		
Hamburg	X	X				(X)	
Mecklenburg-Vorpommern			X				X
Niedersachsen			X				X
Nordrhein-Westfalen		X	X		X	X	X
Saarland		X					
Schleswig-Holstein	X		X	X			

Tab. 44: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
 – Ländersynopse Thema Stoffe und Materialien

Stoffe und Materialien								
Bundesland	Begriffsbildung	Eigenschaften und Verwerndung	Reinstoff und Stoffgemisch	Trennverfahren	Stoffumwandlung	Chemisches Vokubular	Chemische Schreibweisen	Atommodell und PSE
Baden-Württemberg		X		X	X	X	X	X
Bayern		X	X	X	X			
Berlin		X	X	X	X			
Brandenburg		X	X	X				
Bremen		X						
Niedersachsen		X	X	X	X			
Nordrhein-Westfalen	X	X		X				
Saarland						(X)	(X)	

Tab. 45: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
 – Ländersynopse Thema Themenkreis Technik

Themenkreis Technik									
Bundesland	Natur als Vorbild für technische Konstruktionen	Stoff und Materialeigenschaften	Werkzeuge. Maschinen	Arbeitsplanung	Technische Störungen	Umweltschutz	Geschichte technologischer Entwicklung	Geschichte technischer Informationsverarbeitung	Mobilität und Verkehr
Baden-Württemberg	X	X	X	X	X	X			
Hamburg	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Niedersachsen	X	X	X	X	X	X	(X)		

Tab. 46: Der inhaltliche Kontext der fächerübergreifenden Curricula in der Orientierungsstufe 5/6
 – Ländersynopse Thema Themenkreis Informatik

Themenkreis Informatik				
Bundesland	Informationsbeschaffung, -aufarbeitung, -dokumentation, -präsentation	Dokumentenverwaltung, Datenverwaltung	Internet	Geschichte der Informationsverarbeitung und-Kommunikation
Bayern	X	X		
Hamburg	X	X	X	X

5.3 Lehrerbefragung

Lehrerbefragung zum naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht zu Beginn der Sekundarstufe I

1. Allgemeine Angaben

Geschlecht	Alter (bitte eintragen)	Schulart	Fächerkombination			
männlich <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Gym <input type="checkbox"/>	<i>Fach 1</i>		<i>Fach 2</i>	
weiblich <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	RS <input type="checkbox"/>	Ma <input type="checkbox"/>		Ma <input type="checkbox"/>	
		FÖS <input type="checkbox"/>	Pty <input type="checkbox"/>		Pty <input type="checkbox"/>	
			Bio <input type="checkbox"/>		Bio <input type="checkbox"/>	
			Ch <input type="checkbox"/>		Ch <input type="checkbox"/>	
			Sonstiges <input type="checkbox"/>		Sonstiges <input type="checkbox"/>	

2. Interessen und Kompetenzen

stimmt genau stimmt fast teils/teils stimmt kaum stimmt nicht

Naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht (N.A.) vermittelt frühzeitig naturwissenschaftliche Kompetenzen.

N.A. fördert vor allem konzeptbezogene Kompetenzen wie Begriffe, Zusammenhänge, Modellvorstellungen, Basiskonzepte, ...

N.A. fördert vor allem prozessbezogene Kompetenzen wie Beobachten, Beschreiben, Planen, Untersuchen, Anwenden, ...

Durch einen N.A. wird das Interesse an Naturwissenschaften nachhaltig gestärkt.

In Heimat- und Sachkunde werden erste naturwissenschaftliche Kompetenzen ausgebildet.

Das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften sinkt mit zunehmendem Alter.

3. Schulische Integrierbarkeit

stimmt genau stimmt fast teils/teils stimmt kaum stimmt nicht

Mit Hilfe des N.A. ist eine lückenlose naturwissenschaftliche Ausbildung der Schüler gewährleistet.

Durch N.A. wird der Übergang von Heimat- und Sachkunde zum Fachunterricht erleichtert.

N.A. vermeidet Lernhindernisse durch Vermittlung gemeinsamer Begriffe, Konzepte und Methoden der Naturwissenschaften.

Die hohe Motivation in Klassenstufe 5 und 6 bietet ideale Voraussetzungen für N.A. .

	stimmt genau	stimmt fast	teils/ teils	stimmt kaum	stimmt nicht
Im N.A. kann man nicht auf bestehende Kompetenzen aufbauen. Allein kindliche Alltagskenntnisse können als Erfahrungsbasis gelten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In einem Naturwissenschaftlichen Fächerverbund können fachspezifische Grundkenntnisse, Systematiken und Methodiken der einzelnen Naturwissenschaften nicht hinreichend vermittelt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Bildung und Bezug

	stimmt genau	stimmt fast	teils/ teils	stimmt kaum	stimmt nicht
N.A. kann einen wesentlichen Beitrag für die naturwissenschaftliche Grundbildung der Schüler leisten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.A. zeigt das eigentliche Wesen der Naturwissenschaften und präsentiert diese nicht als fertig systematisch geordnete Wissenschaft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N.A. kann ein erstes Verständnis von den Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonders zu Beginn der Sekundarstufe I üben naturwissenschaftliche Phänomene Faszination auf die Schüler aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schüler der Klassen 5 und 6 sind lediglich an Phänomenen und Effekten interessiert. Sie haben nicht das Verlangen nach naturwissenschaftlichen Erklärungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Einführung der separierten Fachwissenschaften in den Klassen 7 bzw. 8 findet zu einem ungünstigen Zeitpunkt statt, da die Lernenden auf die Auseinandersetzung mit sozialen Gegebenheiten fokussiert sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Allgemeine Einschätzung

	stimmt genau	stimmt fast	teils/ teils	stimmt kaum	stimmt nicht
Eine regelmäßige und zeitgemäße Neuentwicklung der Lehrinhalte und Lehrpläne ist sinnvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Einführung des Faches Mensch - Natur - Technik ist für mich mit einem erheblichen Arbeitsaufwand verbunden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine fachlichen Voraussetzungen, Mensch - Natur - Technik unterrichten zu können, bewerte ich mit der Schulnote: (Zutreffendes bitte ankreuzen!)	1	2	3	4	5 6

Vielen Dank für Ihre Unterstützung

A. Grasser

Andreas Grasser, Chemiedidaktik, FSU Jena

5.4 Interessenstudie

FRAGEBOGEN ZUM PROJEKT NATURWISSENSCHAFT

(1) Alter:

(2) Geschlecht: weiblich männlich

(3) Schulform: Regelschule Gesamtschule Gymnasium

(4) Was machst du in deiner Freizeit am liebsten:

(5) Wenn du die Möglichkeit hättest, würdest du gerne noch andere Dinge in deiner Freizeit machen?

Andreas Grasser
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Arbeitsgruppe Chemiedidaktik
August-Bebel-Str. 6 – 8
07743 Jena

(6) Wie oft machst du folgende Dinge in deiner Freizeit?

		Sehr oft	oft	manchmal	selten	nie
6.1	Tiere beobachten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2	Pflanzen sammeln oder untersuchen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3	Dinge unter dem Mikroskop oder der Lupe (Becherlupe) beobachten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4	Mit Technikbaukästen arbeiten. (Fischer-Technik, LEGO-Technik)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5	Mit einem Experimentierkasten arbeiten. (Elektronik, Chemie, Kristalle)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6	Wissenssendungen im Fernsehen anschauen. (Wissen mach Ah, Löwenzahn, Willi wills wissen oder andere)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7	Bücher oder Zeitschriften lesen, die sich mit naturwissenschaftlichen Themen beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8	Geräte (Dinge) auseinander nehmen, untersuchen oder versuchen sie zu reparieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.9	Museen, Firmen oder Ausstellungen besuchen. (Imaginata, Planetarium, Botanischer Garten, Optisches Museum oder andere)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.10	Mich mit naturwissenschaftlichen Computerspielen oder Lernprogrammen beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.11	Naturwissenschaftliche Seiten und Foren im Internet besuchen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(7) Gewisse Situationen empfindet man als mehr oder weniger spannend und interessant. Wie geht es dir, wenn du folgende Situationen erlebst.

		sehr stark	stark	mittelmäßig	ein wenig	gar nicht
7.1	Wenn ich im Wald oder Zoo Tieren begegne, beeindruckt mich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2	Wenn ich unbekannte Pflanzen entdecke oder kennen lerne, fasziniert mich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3	Wenn ich in Filmen sehe (Büchern lese), wie die Kriminalpolizei mit Hilfe von Stoffen, Blut oder Haaren Täterspuren untersucht, begeistert mich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4	Wenn es während eines Gewitters blitzt und donnert, beeindruckt mich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.5	Ich finde es spannend, wenn ich beim Feuer machen zusehen oder mitarbeiten kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.6	Wenn ich ein Feuerwerk sehe, begeistert mich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.7	Wenn sich selbst sehr starker Schmutz mit Seife oder Waschmittel abwaschen lässt, finde ich das spannend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.8	Wenn ich beobachte, wie mit Helium gefüllte Ballons oder Heißluftballons fliegen, fasziniert mich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.9	Wenn ich eine Brausetablette in Wasser gebe und zusehe, wie sie sich unter starkem Sprudeln auflöst, begeistert mich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.10	Wenn ich mit technischen Geräten umgehen darf oder bei ihrer Reparatur zusehen oder mithelfen kann, beeindruckt mich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(8) Wie interessant findest du folgende Fächer?

		sehr interes- sant	interessant	teils/teils	weniger inter- essant	absolut uninter- essant
8.1	Deutsch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.2	Mathe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.3	Heimat und Sachkunde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.4	Musik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.5	Kunst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.6	Sport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.7	Religion / Ethik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.8	Werken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.9	Schulgarten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(9) Wie interessant findest du folgende „Forschungsfragen“?

		sehr interes- sant	interessant	teils/teils	weniger inter- essant	absolut uninter- essant
9.1	Warum hat ein Eisbär eine schwarze Haut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.2	Wie sind tierische und pflanzliche Zellen aufgebaut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.3	Aus welchen Bestandteilen bestehen unsere Nahrungsmittel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.4	Wie kann man mehr über die Bestandteile und Eigenschaften von Boden in Erfahrung bringen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.5	Wie und warum kann man mit Salz und Wasser elektrischen Strom leiten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.6	Wie kann man mit Hilfe von Wasser Farben trennen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.7	Warum lassen sich zwei mit Wasser „verklebte“ Scheiben nicht auseinander ziehen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.8	Wie kann man mit Luft eine Plastikflasche zerquetschen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.9	Welche Materialien leiten wie gut Wärme?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.5 Projektresümee

Schriftliche Befragung nach Durchführung der Projekteinheit Nahrung und Ernährung

1. Geschlecht: weiblich männlich 2. Alter: _____

3. Allgemeine Fragen zur Naturwissenschaft – Einschätzungen		stimmt genau	stimmt fast	teils/teils	stimmt kaum	stimmt nicht
3.1	Naturwissenschaft finde ich interessant.					
3.2	Ich habe keine Probleme naturwissenschaftliche Sachverhalte zu verstehen, wenn sie mir vom Lehrer erklärt werden.					
3.3	Ich habe keine Probleme naturwissenschaftliche Sachverhalte zu verstehen, wenn ich sie mir selbständig erarbeite.					
3.4	Häufig verstehe ich naturwissenschaftliche Sachverhalte erst beim 2. oder 3. Mal.					
3.5	Wird mir etwas auf verschiedene Wege erklärt, verstehe ich es besser und kann es mir länger merken.					
3.6	Was in Naturwissenschaft wichtig ist weiß der Lehrer am besten.					

4. Gestaltung der Versuchsanleitungen		stimmt genau	stimmt fast	teils/teils	stimmt kaum	stimmt nicht
4.1	Die Versuchsanleitungen sind leicht zu verstehen.					
4.2	Ich musste beim Bearbeiten der Anleitung häufig um Rat fragen.					
4.3	Beim Bearbeiten der Anleitungen muss man sehr viel lesen.					
4.4	Die Skizzen helfen mir die Versuchsdurchführung besser zu verstehen.					
4.5	Die INFOBXEN liefern interessante Informationen.					
4.6	Bei folgender Versuchsanleitung hatte ich viele Probleme?					
4.7	Diese Versuchsanleitung hat mir besonders gut gefallen.					

5. Durchführung der Experimente		stimmt genau	stimmt fast	teils/ teils	stimmt kaum	stimmt nicht
5.1	Die Experimente haben mir Spaß gemacht.					
5.2	Die Experimente waren interessant.					
5.3	Bei manchen Experimenten hatte ich Angst, dass ich mich verletzen könnte.					
5.4	Die Bearbeitung der Experimente dauert häufig sehr lange.					
5.5	Ich habe die meisten Experimente erfolgreich durchgeführt.					
5.6	Es war schwierig die Experimente zu verstehen.					
5.7	Beim Experimentieren musste ich mir häufig helfen lassen.					
5.8	Bei folgendem Experiment hatte ich Probleme.					
5.9	Dieses Experiment hat mir besonders gut gefallen.					

6. Lerneffekt		stimmt genau	stimmt fast	teils/ teils	stimmt kaum	stimmt nicht
6.1	Ich habe verstanden warum man in Naturwissenschaften experimentieren muss.					
6.2	Ich habe im Projektunterricht etwas gelernt.					
6.3	Die Experimente haben mein Interesse an dem Thema Nahrung und Ernährung geweckt.					
6.4	Lernen ist nicht so wichtig, Hauptsache ist man kann experimentieren.					
6.5	Am liebsten würde ich Experimente durchführen, ohne Protokolle ausfüllen zu müssen.					

7. Abschließende Einschätzung des Projektes		stimmt genau	stimmt fast	teils/ teils	stimmt kaum	stimmt nicht
7.1	Ich würde wieder an einem ähnlichen Projektunterricht teilnehmen.					

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen angefertigt habe.

Weimar, 04 Juni 2010

Lebenslauf

Andreas Grasser

PERSÖNLICHE INFORMATIONEN

Name Anschrift:	Andreas Grasser Bertuchstraße 24 99423 Weimar	Ausbildungsabschlüsse: Abitur (1999) Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien (2006)
Telefon privat:	03643 - 499021	
Geburtsdatum	24.08.1979	
Geburtsort:	Fulda	
Nationalität:	deutsch	
Familienstand:	verheiratet, 1 Tochter	

AUSBILDUNG UND BERUF

1986 – 1991	Grundschule	Petersberg-Marbach
1991 – 1999	Gymnasium Winfriedschule Fulda	Fulda
1999- Aug. 2000	Zivildienst DRK-Fulda	Fulda
Oktober 2000 – Mai 2006	Studium Friedrich-Schiller-Universität	Jena
Juni 2006 – April 2010	Wissenschaftlicher Mitarbeiter Friedrich-Schiller-Universität Jena AG-Chemiedidaktik	Jena

Weimar, 04.07.10

Poster

GRASSER, A. / WOEST, V. „*Chemie des Bieres, Chemieunterricht mit Genuss*“ GDCh-Fachgruppentagung Chemieunterricht, Rostock, September 06

GRASSER, A. / WOEST, V. „*LEONARDO Projekt Jena*“ GDCh-Fachgruppentagung Chemieunterricht, Potsdam September 08

GRASSER, A. / TEUSCHER J.M. / WOEST, V. „*Chemielehrerfortbildungszentrum*“ Fakultätswoche Chemisch-Geowissenschaftliche Fakultät

GRASSER, A. / TEUSCHER J.M. / WOEST, V. „*Frühzeitig mit Chemie beginnen*“ Fakultätswoche Chemisch-Geowissenschaftliche Fakultät

Publikationen

WOEST, V. / GRASSER, A. / TEUSCHER, J.-M. (2008): *Frühzeitig mit Chemie beginnen. Ein Schulnetzprojekt in Thüringen*. In: HÖTTECKE, D. (Hg.): *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung*, LIT-Verlag Berlin, S. 89–91.

GRASSER, A. / WOEST, V. (2008): *LEONARDO-PROJEKT-JENA. Anfangsunterricht Naturwissenschaft*. In: HÖTTECKE, D. (Hg.): *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung*, LIT-Verlag Berlin, S. 98–100.

GRASSER, A. / JÜSTOCK, P. / WOEST, V. (2009): *Was steckt in Lebensmitteln? Kompetenzorientiertes Experimentieren am Beispiel Nahrung und Ernährung*. *Grundschule 7/8* - 2009, S. 29–33.

GRASSER, A. / WOEST, V. (2009): *Chemie des Bieres*. *CHEMKON (Chemie konkret)* 3/2009, S. 125–131.

GRASSER, A. / WOEST, V. (2010): *Naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht in Thüringen - Konzeption, Akzeptanz, Interessen- und Kompetenzentwicklung*. In: HÖTTECKE, D. (Hg.): *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* LIT-Verlag Berlin, S. 293–295

Vorträge

01.03.07 FSU Jena, Lehrerfortbildung: „*Das Thema Bier im Chemieunterricht*“

12.-13.03.07 Speyer, Lehrerfortbildung: „*Das Thema Bier im Chemieunterricht*“

17.-20.09.07 Essen, Jahrestagung GDCP: „*LEONARDO–PROJEKT–JENA. Anfangsunterricht Naturwissenschaft*“

01.11.07 FSU Jena, Lehrerfortbildung: „*Das Thema Bier im Chemieunterricht*“

20.12.07 FSU Jena, Lehrerfortbildung: „*Experimente zur Weihnachtszeit*“

01.-02.10.08 Rudolstadt, Lehrerfortbildung: „*Boden*“

04.12.08 Rudolstadt, Lehrerfortbildung: „*Nahrung und Ernährung*“

18.12.08 FSU Jena, Lehrerfortbildung: „*Experimente zur Weihnachtszeit*“

23.04.09 Rudolstadt, Lehrerfortbildung: „*Wasser*“

15.09.09 Dresden, Jahrestagung GDCP: „*Naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht in Thüringen – Konzeption, Akzeptanz, Interessens- und Kompetenzentwicklung*“

29. - 30.10.09 Rudolstadt, Lehrerfortbildung: „*Wasser*“

17.12.09 FSU Jena, Lehrerfortbildung: „*Experimente zur Weihnachtszeit*“