

# Interessengenesse durch Interaktion

Das Interventionsprojekt Miniphänomente in  
quasiexperimenteller Langzeitevaluation

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines doctor philosophiae (Dr.  
phil.)

Vorgelegt dem Promotionsausschuss  
der Universität Flensburg im Juli 2010

Universität Flensburg  
Institut für Physik und Chemie  
und ihre Didaktik

Sven Sommer, geb. 23. Mai 1981

## **Für Friederike und Justus**

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, Sven Sommer:

- dass die vorliegende Arbeit, abgesehen von der Beratung durch die Betreuer und kenntlich gemachter Zitate und Fremdinhalte nach Inhalt und Form ausschließlich meine eigene Arbeit ist.
- dass die Arbeit weder ganz noch zum Teil im Zusammenhang mit einer staatlichen oder akademischen Prüfung der Universität Flensburg oder einer anderen Hochschule oder Institution im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegen hat, veröffentlicht worden ist oder zur Veröffentlichung eingereicht wurde.
- dass die Arbeit unter Kenntnisnahme und Einhaltung der Promotionsordnung der Universität Flensburg und den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis entstanden ist.
- dass bislang keine früheren Promotionsversuche an anderen Hochschulen oder Institutionen von mir unternommen wurden.

Hamburg, den 12.07.2010

Sven Sommer

Betreuer: Prof. Dr. Lutz Fiesser

## Vorwort

*Die Naturwissenschaften und ich waren nicht immer beste Freunde.*

Bis zur 12. Klassenstufe war ich dankbar durch geschickte Kurswahl neben der Physik auch die Chemie aus meinem Leben streichen zu können. Noten und Erfahrungen mit meinen Lehrern hatten diese Entscheidung nahe gelegt.

Warum ich dennoch den Weg ins Lehramt und zurück zu den Naturwissenschaften gefunden habe ist mir heute gar nicht genau klar. Möglicherweise hatte es damit zu tun, dass mir die Naturwissenschaften eigentlich doch ganz gut gefallen haben – nur eben nicht in der Schule.

Das Studium, und dafür bin ich sehr dankbar, weckte in mir die Leidenschaft nach Physik und Chemie. Zwar begegnete ich auch hier den Formalien, die den Schulunterricht so schwer erträglich machten, es war aber auch Raum und Zeit die Dinge nicht oberflächlich und statt theoretisch auch praktisch zu betrachten. Dieser praktische, experimentelle, Phänomen-orientierte Ansatz hat mich stark beeindruckt und eine wirkliche Begeisterung für die Physik und Chemie geweckt. Das Projekt Miniphänomente oder der große Bruder Phänomente, die Seminare, Vorlesungen und Projekte des Instituts für Physik und Chemie und ihre Didaktik haben ihren Anteil daran. Heute erlebe ich an Kindern und Jugendlichen, wie auch in ihnen dieselbe Begeisterung erwächst und daher freue ich mich im Rahmen meiner Dissertation am Projekt Miniphänomente teilhaben zu können.

So wie mein Studium mich verändert hat so hat auch die vorliegende Dissertation mich verändert. Für die Möglichkeit diesen Schritt zu gehen möchte ich an erster Stelle Prof. Dr. Lutz Fiesser vom Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik danken.

Der Name Doktorarbeit beinhaltet, dass zur Erlangung des akademischen Doktorgrades eine (recht beträchtliche) Arbeit von Nöten ist. Solch eine Arbeit wird im Wesentlichen zwar vom Doktoranden selbst getragen, ohne die Hilfe von anderen Personen wäre sie aber nicht möglich.

Ich möchte daher an dieser Stelle allen Unterstützern meiner Arbeit danken!

Ich bedanke mich beim Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik, für zahlreiche Rückmeldungen, Anmerkungen und Hilfeleistungen. Spezieller Dank geht an Dr. Friedhelm Sauer für viele lange und hilfreiche Telefonate, Frau Sabine Ruff für Planung und Organisation, Prof. Dr. Peter Heering, Kirsten Richter, Nadine Öhding und Martin Panusch für Anmerkungen und Rückmeldungen und Frau Anne Rebenstorff und Herrn Rene Stachowitz für zahlreiche gute Kleinigkeiten.

Ich bedanke mich bei den an der Untersuchung oder Pilotierung teilnehmenden Schulen aus ganz Schleswig-Holstein und Hamburg und dem Bildungsministerium des Landes Schleswig-Holstein und den regionalen Schulämtern, die diese Studie genehmigt und ermöglicht haben.

Spezieller Dank geht an die Schulleiter und Lehrkräfte, die in zusätzlicher Mehrarbeit die Studie unterstützt haben und das Projekt Miniphänomente mit voran getrieben haben.

Ich bedanke mich bei den zahlreichen Schülerinnen, Schülern und Eltern, die an der Befragung teilgenommen haben. Spezieller Dank geht an die Eltern, die durch ihr Engagement das Projekt Miniphänomente vor Ort unterstützt haben.

Ich bedanke mich bei der Abteilung PT am Deutschen Elektronensynchrotron Hamburg und dem Institut für Teilchenphysik der TU-Dresden, dass sie mir die notwendigen Freiräume zur Anfertigung dieser Dissertation eingeräumt haben. Spezieller Dank geht an Dr. Jens Kube und Prof. Dr. Michael Kobel für wichtige Hinweise und Anmerkungen und die richtige Literatur zur richtigen Zeit und Frau Lisa Leander für die Korrektur von so einigen Grammatik- und Rechtschreibfehlern.

Ich bedanke mich bei Dr. Günter Faber des Instituts für pädagogische Psychologie der Universität Hannover, Dr. Torsten Futter der zentralen Evaluations- und Akkreditierungsagentur Hannover und Dr. Sören Asmussen des Instituts für integrative Studien der Universität Lüneburg für das empirische und statistische

Rüstzeug, viele Rückmeldungen und wertvolle Hinweise ohne die diese Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen wäre.

Ich bedanke mich bei Alessandro Vetere, der mir bei der Programmierung des Computerprogrammes, der Onlineumfrage und bei komplexen Diagrammen wie immer hilfreich zur Seite gestanden hat.

An letzter und zugleich wichtigster Stelle geht mein Dank an meine Familie! Ohne die Unterstützung meiner Familie, Schwiegereltern, Schwager und Schwiegergroßeltern wäre diese Arbeit nie entstanden.

Mein größter Dank geht an meine Frau und meinen Sohn.

*„Es ist wunderbar, dass ich euch habe!“*

## Kurzzusammenfassung

“Interessengenerierung durch Interaktion” steht für die empirische, hypothesenprüfende Evaluation des naturwissenschaftlichen Primarstufeninterventionsprojekts „Miniphänomente“.

Das Projekt „Miniphänomente“ bringt interaktive, auf Naturphänomene bezogene Experimentierstationen an Grundschulen, um Interessen und Kompetenzen teilnehmender Schüler zu fördern und generell die naturwissenschaftliche Bildung an Schulen durch freies, interaktives, selbstgesteuertes Lernen zu verbessern.

Das Projekt Miniphänomente besteht aus zahlreichen didaktischen Konzepten, wie dem genetischen Prinzip von Wagenschein oder dem interaktiven Lernen nach Fiesser und Kiupel. In seiner Zielsetzung und praktischen Ausrichtung steht das Projekt dem Feld der Schülerlabore nahe, unterscheidet sich aber in wesentlichen Punkten.

Vorliegende Arbeit untersucht Schülerinnen, Schüler und Eltern, die über mehrere Jahre am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben in Bezug auf ihr Interesse an Inhalten und Tätigkeiten der Physik, ihrer Einstellung, ihrem fächerspezifischen Selbstkonzept und ihrem Engagement.

Dazu werden die Teilnehmer auf zwei Ebenen im quasiexperimentellen pre/post Design mit Messwiederholungen und Kontrollgruppe und single post Design mit Kontrollgruppe untersucht.

Die Studie folgt Modellen und psychologischen Konstrukten, wie der „*person-object-theory of interest*“ nach Krapp, dem „*multicomponent model of attitude*“ nach Eagly und Chaiken oder das „*multidimensional hierarchical model of self-concept*“ nach Shavelson und Marsh.

Erstmals kann durch vorliegende Arbeit, empirisch gesichert, gezeigt werden, dass das Projekt Miniphänomente bei der längerfristigen Teilnahme auch noch am Ende der Orientierungsstufe und mehrere Jahre nach dem Schulwechsel schwache bis mittlere Effekte im Interesse an Inhalten und Tätigkeiten aus dem Bereich der Physik und den Einstellungen auslöst und einen hohen Effekt auf das Selbstkonzept in naturwissenschaftlichen Fächern hat.

## Abstract

The “genesis of interests by interaction” is an empiric, hypothesis testing, evaluation of the natural scientific primaryschool interventionproject “Miniphänomena”.

The project Miniphänomena brings interactive experimental exhibits of natural science phenomena in primary schools to advance interests and competences of the participating pupils and generally improve the natural scientific education in schools through free, interactive and self-directed learning.

The project „Miniphänomena“ consists of numerous didactical concepts, like the genetic principle of Wagenschein or the interactive learning according to Fiesser and Kiupel.

In his target and practical adjustment the project stands near to the field of school labs, but differs in fundamental points.

The present survey analyzes pupils and their parents, who took part in the project over several years, with reference to their interest in topics and activities of physics, their attitude, their self-concept and their dedication (only parents).

For this purpose the attendants are reviewed at two levels in a quasiexperimental pre/post design with repeated measurement and baseline and a single post design with baseline.

The survey follows models and psychological constructs, like the „*person-object-theory of interest*“ according to Krapp, the „*multicomponent model of attitude*“ according to Eagly and Chaiken or the „*multidimensional hierarchical model of self-concept*“ according to Shavelson and Marsh.

For the first time, this study provides empirical evidence of the efficacy of „Miniphänomena“ at the end of the German “Orientierungsstufe”. The results of the survey deliver weak up to average effects in interests on topics and activities of physics and attitudes and major effects to the self concept in natural science classes.

## Inhaltsverzeichnis

Einführung in die Untersuchung	16
1 Forschungsstand und Theorie .....	20
1.1 Das Projekt „Miniphänomenta“ .....	22
1.2 Didaktische Prinzipien im Bezug zum Projekt.....	28
1.2.1 Wagenscheins Prinzip des genetischen Lehrens und Lernens .....	29
1.2.2 Interaktives Lernen.....	41
1.2.3 Die Miniphänomenta aus Sicht didaktischer Prinzipien .....	45
1.3 Schülerlabore als Interventionsprojekte mit gleicher Zielsetzung .....	47
1.3.1 Vergleich der Miniphänomenta zum Feld der Schülerlabore .....	48
1.3.2 Zentrale evaluative Arbeiten im Feld der Schülerlabore .....	57
1.4 Naturwissenschaftliche Bildung in aktuellen und spezifischen Studien	65
1.5 Ergebnisse von Vorgänger- und Parallelstudien .....	78
1.6 Die Untersuchungsvariablen .....	86
1.6.1 Definitionen und Theorien zum Merkmal des Interesses .....	89
1.6.2 Definitionen und Theorien zum Merkmal der Einstellung .....	103
1.6.3 Definitionen und Theorien zum Merkmal der Einstellungsstärke	106
1.6.4 Definitionen und Theorien zum Merkmal des Selbstkonzepts .....	108
1.6.5 Weitere Untersuchungsvariablen .....	111
1.6.6 Theoretisches Konstrukt der Studie .....	112
1.7 Fragestellungen und Hypothesen .....	116
2 Methode.....	122
2.1 Das Untersuchungsdesign .....	123
2.1.1 Untersuchungsdesign Ebene 1 .....	125

2.1.2	Untersuchungsdesign Ebene 2 .....	131
2.2	Entwicklung der Untersuchungsinstrumente.....	137
2.2.1	Die Schwierigkeit.....	142
2.2.2	Die Trennschärfe.....	143
2.2.3	Die Homogenität.....	143
2.2.4	Die Dimensionalität .....	144
2.3	Die Untersuchungsinstrumente .....	145
2.3.1	Die Interessenmatrix .....	145
2.3.2	Der Einstellungsbilderbogen.....	153
2.3.3	Die Einstellungszeitmessung .....	160
2.3.4	Der Einstellungsfragebogen.....	165
2.3.5	Der Onlinefragebogen.....	169
2.4	Stichprobenkonstruktion und Stichprobenbeschreibung.....	191
2.4.1	Stichproben der Untersuchungsebene 1 .....	195
2.4.2	Stichproben der Untersuchungsebene 2.....	197
2.5	Untersuchungsdurchführung .....	199
3	Ergebnisse .....	201
3.1	Variablen der ersten Untersuchungsebene .....	203
3.1.1	Ergebnisse der Variable [Interesse] .....	204
3.1.2	Ergebnisse der Variable [Einstellungsvalenz] .....	215
3.1.3	Ergebnisse der Variable [Einstellungsstärke] .....	221
3.1.4	Ergebnisse der Variable [Einstellung der Eltern].....	228
3.1.5	Zusammenfassende Hypothesenbetrachtung der Ebene 1 .....	232
3.2	Variablen der zweiten Untersuchungsebene .....	235
3.2.1	Ergebnisse der [treat1] Schülergruppen der Klassenstufe 5 .....	237
3.2.2	Ergebnisse der [treat2] Schülergruppen der Klassenstufe 6 .....	247
3.2.3	Ergebnisse der [treat3] Schülergruppen der Klassenstufe 5 .....	259

3.2.4	Deskriptive Aspekte des Miniphänomena Projektes .....	267
3.2.5	Zusammenfassende Hypothesenbetrachtung der Ebene 2 .....	281
3.3	Abschließende Hypothesenbetrachtung .....	295
4	Diskussion und Ausblick.....	298

## Literaturverzeichnis

## Anhang (Materialanhang A, Datenanhang B)

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung in der Projektentwicklung .....	22
Abbildung 2: Miniphänomente Exponat Vasenlinse .....	26
Abbildung 3: Lehrgangsformen .....	30
Abbildung 4: Schülerlaborgründungen 1996 - 2009.....	48
Abbildung 5: Trägerschaft Schülerlabore .....	49
Abbildung 6: Selbstständigkeit in verschiedenen Bearbeitungsphasen .....	51
Abbildung 7: Balance von formellen und informellen Lernprozessen .....	54
Abbildung 8: Überblick über die berücksichtigten Variablen .....	58
Abbildung 9: Schülerinnen und Schüler mit großem Fachinteresse an Physik ....	72
Abbildung 10: Beliebtheit einzelner Fächer bei Gymnasiasten .....	74
Abbildung 11: Faktoren im naturwissenschaftlichen Interesse .....	76
Abbildung 12: Modell des informellen Lernens im Science Center.....	80
Abbildung 13: The ontogenetic transition from situational to individual interest	92
Abbildung 14: Three approaches to interest research .....	95
Abbildung 15: Interessenkontexte nach Todt .....	97
Abbildung 16: Multikomponentenmodell der Einstellung .....	104
Abbildung 17: Multidimensional hierarchical model of self-concept .....	109
Abbildung 18: Academic Self-Description.....	110
Abbildung 19: Gesamtkonstrukt der Studie .....	113
Abbildung 20: Quasiexperimentelle Ermittlung eines Treatmenteffekts.....	126
Abbildung 21: Untersuchungsdesign der ersten Erhebungsebene .....	127
Abbildung 22: Darstellung der Testphasen Ebene 1 .....	128
Abbildung 23: Schema zur experimentellen Ermittlung eines Treatmenteffekts	131
Abbildung 24: Untersuchungsdesign der zweiten Erhebungsebene .....	133
Abbildung 25: Darstellung der Testphasen der Ebene2.....	134
Abbildung 26: Übersicht Kennwerte der Pilotierung.....	138
Abbildung 27: Naturwissenschaftliches Interesse Itemrevision .....	147
Abbildung 28: Naturwissenschaftliches Interesse Itemrevision Anpassung .....	148
Abbildung 29: Naturwissenschaftliches Interesse Faktorenanalyse .....	148
Abbildung 30: Soziales Interesse Itemrevision .....	150
Abbildung 31: Soziales Interesse Faktorenanalyse .....	151

Abbildung 32: Einstellungsstärke Itemrevision .....	157
Abbildung 33: Einstellungsstärke Faktorenanalyse .....	158
Abbildung 34: Einstellungsstärke Itemrevision Anpassung .....	159
Abbildung 35: Item 006 Beispielbild .....	159
Abbildung 36: Einsatz standardisierter Software und Hardware .....	163
Abbildung 37: Elterneinstellung Itemrevision .....	166
Abbildung 38: Elterneinstellung Faktorenanalyse .....	167
Abbildung 39: Elterneinstellung Itemrevision Anpassung .....	167
Abbildung 40: themenbezogenes Interesse Itemrevision.....	172
Abbildung 41: themenbezogenes Interesse Faktorenanalyse.....	173
Abbildung 42: TätigkeitsinteresseItemrevision .....	175
Abbildung 43: Tätigkeitsinteresse Itemrevision .....	175
Abbildung 44: Tätigkeitsinteresse Forschen Itemrevision.....	177
Abbildung 45: Tätigkeitsinteresse Experimentieren Itemrevision.....	178
Abbildung 46: Freizeitinteresse Itemrevision .....	180
Abbildung 47: Freizeitinteresse Faktorenanalyse .....	180
Abbildung 48: Freizeitinteresse Itemrevision Anpassung .....	182
Abbildung 49: Einstellung Differential Itemrevision .....	184
Abbildung 50: Einstellung Differential Faktorenanalyse .....	184
Abbildung 51: häusliches Umfeld Itemrevision .....	185
Abbildung 52: häusliches Umfeld Faktorenanalyse .....	186
Abbildung 53: Selbstkonzept Itemrevision .....	188
Abbildung 54: Selbstkonzept Faktorenanalyse .....	188
Abbildung 55: Alter der Eltern, Elterneinstellung Stichprobe.....	196
Abbildung 56: soziales Interesse Gruppenvergleich.....	205
Abbildung 57: naturwissenschaftliches Interesse Gruppenvergleich .....	205
Abbildung 58: Interesse Friedman Test .....	207
Abbildung 59: soziales Interesse Längsschnitt .....	208
Abbildung 60: soziales Interesse Längsschnittverlauf.....	209
Abbildung 61: naturwissenschaftliches Interesse Längsschnitt.....	210
Abbildung 62: naturwissenschaftliches Interesse Längsschnittverlauf.....	211
Abbildung 63: Einstellungsvalenz Gruppenvergleich .....	216
Abbildung 64: Einstellungsvalenz Varianzanalyse .....	217
Abbildung 65: Einstellungsvalenz Längsschnitt.....	218

Abbildung 66: Einstellungsvalenz Längsschnittverlauf .....	219
Abbildung 67: Einstellungsstärke Gruppenvergleich .....	222
Abbildung 68: Einstellungsstärke Varianzanalyse.....	223
Abbildung 69: Einstellungsstärke Längsschnitt.....	224
Abbildung 70: Einstellungsstärke Längsschnittverlauf .....	225
Abbildung 71: Elterneinstellung Gruppenvergleich .....	229
Abbildung 72: Elterneinstellung Längsschnitt.....	230
Abbildung 73: Cluster [treat1] Allgemeine Untersuchung .....	237
Abbildung 74: Cluster [treat1] Geschlechterspezifische Untersuchung .....	240
Abbildung 75: Cluster [treat1] Geschlechterspez. Unterschiede Tätigkeitsint... 240	
Abbildung 76: Cluster [treat1] Geschlechterspez. Unterschiede themenb. Int... 241	
Abbildung 77: Cluster [treat1] Engagementspezifische Untersuchung .....	243
Abbildung 78: Cluster [treat2] Allgemeine Untersuchung .....	247
Abbildung 79: Cluster [treat2] Geschlechterspezifische Untersuchung .....	250
Abbildung 80: Cluster [treat2] Geschlechterspez. Unterschiede themenb. Int... 250	
Abbildung 81: Cluster [treat2] Engagementspezifische Untersuchung .....	252
Abbildung 82: Cluster [treat2] Vertiefende Analyse Einstellung .....	254
Abbildung 83: Cluster [treat2] Semantisches Differential Einstellung.....	255
Abbildung 84: cluster [treat3] Allgemeine Untersuchung .....	259
Abbildung 85: Cluster [treat3] Geschlechterspezifische Untersuchung .....	262
Abbildung 86: Cluster [treat3] Engagementspezifische Untersuchung .....	263
Abbildung 87: deskriptive Aspekte Elternnachbau.....	268
Abbildung 88: deskriptive Aspekte Elternnachbau bereinigt .....	268
Abbildung 89: deskriptive Aspekte Erinnerung an Experimente .....	269
Abbildung 90: deskriptive Aspekte Erinnerung an Experimente [treat1].....	270
Abbildung 91: deskriptive Aspekte Erinnerung an Experimente [treat2].....	271
Abbildung 92: deskriptive Aspekte Erinnerung Experimente[treat3] .....	271
Abbildung 93: deskriptive Aspekte Rückmeldungen Miniphänomenta .....	274
Abbildung 94: deskriptive Aspekte Item 001 .....	275
Abbildung 95: deskriptive Aspekte Item 002 .....	275
Abbildung 96: deskriptive Aspekte Item 003 .....	276
Abbildung 97: deskriptive Aspekte Item 004 .....	276
Abbildung 98: deskriptive Aspekte Item 005 .....	276
Abbildung 99: deskriptive Aspekte Item 006 .....	277

Abbildung 100: deskriptive Aspekte Item007 .....	277
Abbildung 101: deskriptive Aspekte Item 008 .....	277
Abbildung 102: deskriptive Aspekte Item 009 .....	278
Abbildung 103: deskriptive Aspekte Item 010 .....	278
Abbildung 104: deskriptive Aspekte Item 011 .....	279
Abbildung 105: deskriptive Aspekte Item012 .....	279
Abbildung 106: deskriptive Item 013 .....	279
Abbildung 107: Zusammenfassende Ergebnisse Ebene 2 .....	282
Abbildung 108: Multipler Rangtest [treat1] und[treat2].....	287

## Einführung in die Untersuchung

*„Ein Wunder solcher Art erlebte ich als Kind von vier oder fünf Jahren, als mir mein Vater einen Kompaß zeigte. Daß diese Nadel in so bestimmter Weise sich benahm, paßt so gar nicht in die Art des Geschehens hinein, die in der unbewußten Begriffswelt Platz finden konnte. [...] Ich erinnere mich noch jetzt – oder glaube mich zu erinnern –, daß dies Erlebnis tiefen und bleibenden Eindruck auf mich gemacht hat. Da mußte etwas hinter den Dingen sein, das tief verborgen war.“*

(Albert Einstein in Wagenschein 2003, S.31.)

Das Wort Interesse leitet sich ab vom lateinischen „inter“ für zwischen oder inmitten und „esse“ für sein. Das Interesse ist die Ergriffenheit, die Aufmerksamkeit an einem Ding unserer Umwelt.

Einstein beschreibt ein Beispiel, wie physikalische Phänomene diese Ergriffenheit bei ihm ausgelöst haben. Die Fähigkeit der Natur, Ergriffenheit nicht nur bei Wissenschaftlern, sondern bei allen Menschen auszulösen, findet auch Wagenschein und stellt fest, dass die Lernorte seiner Zeit diese Ergriffenheit nicht wecken oder nicht entwickeln lassen. (Vgl. Kapitel 1.2)

Auch aktuelle Studien, wie der PISA Test 2006 zeigen, dass sich Interessen an den Naturwissenschaften nicht homogen über den Verlauf des Bildungsweges entwickeln. Selbst in der Gruppe naturwissenschaftlich hochgebildeter, hochkompetenter Schülerinnen und Schüler der Oberstufe findet sich eine beträchtliche Anzahl von Jugendlichen, die trotz ihrer Kompetenzen nur ein mangelndes Interesse an den Naturwissenschaften haben. Gerade die Naturwissenschaft Physik hat im Bildungssystem mit einem steten Verfall des Interesses in der Sekundarstufe zu kämpfen. Dies ist Anlass für zahlreiche schulische und außerschulische Interventionsprogramme die Förderung des naturwissenschaftlichen Interesses zu intensivieren und Anlass für die Forschung den Interessenbegriff im Zusammenhang mit naturwissenschaftlicher Bildung genauer zu betrachten. (Vgl. Kapitel 1.3.2, Kapitel 1.4)

Deci und Ryan beschreiben „basic-needs“, die die Entwicklung von Interessen steuern. Das Erleben von Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit sind Ansätze, die sich auch das naturwissenschaftliche Interventionsprojekt „Miniphänomena“ als Ziele gesetzt hat. (Vgl. Kapitel 1.6.1)

Die Miniphänomena ist ein Schulprojekt für die Primarstufe, das interaktive Experimentierstationen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen in die Schulen bringt und damit Schüler, Eltern und Lehrer für selbstbestimmtes, interaktives Lernen sensibilisieren möchte. In erster Linie soll Begeisterung für die Naturwissenschaften und Selbstbewusstsein im eigenen Entdecken der Phänomene der Natur geweckt und aufrecht erhalten werden und formelle Strukturen, die Begeisterung und Neugier entgegen wirken aufgebrochen werden. Interaktion, also Wechselwirkung ist ein zentrales Element des Projekts. Sie geht im Projekt zum einen von den Exponaten des Experimentierfelds der Miniphänomena aus, zum anderen soll sie unter den Akteuren stattfinden. (Vgl. Kapitel 1.1, Kapitel 1.2.3)

Die Miniphänomena ist ein vielschichtiges Konzept, dass an Hand von didaktischen Konzepten, im wesentlichen den Prinzipien Martin Wagenscheins, dem Konzept des interaktiven Lernens und an Hand des Feldes der Schülerlabore in Überschneidungen und Abgrenzungen gut dargestellt werden kann. (Vgl. Kapitel 1.2 - 1.3.1)

Die vorliegende Arbeit evaluiert die Miniphänomena in Bezug auf ihre Auswirkung auf Persönlichkeitsmerkmale von Schülern und Eltern, speziell dem Merkmal des Interesses.

*Welche Veränderungen zeigen Schülerinnen, Schüler und deren Eltern in der Orientierungsstufe, wenn sie in der Grundschule mehrere Jahre am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben?*

Neben der zentralen Forschungsfrage ergeben sich zahlreiche weitere Fragen und daraus Hypothesen, die an Hand der Ergebnisse falsifiziert oder verifiziert werden. So stellt sich z.B. die Frage nach der Abhängigkeit der Wirkung der

Miniphänomenta auf Persönlichkeitsmerkmale durch die Verweildauer des Projekts an den Schulen oder die Frage nach geschlechterspezifischen Unterschieden in der Entwicklung der Persönlichkeitsmerkmale, die so genannte „gender-gap“ Lücke zwischen Jungen und Mädchen. (Vgl. Kapitel 1.7)

Beantwortet werden die Forschungsfragen mit einer zweistufigen, hypothesenprüfenden Langzeitevaluation im Längsschnitt- und Querschnittdesign. Dazu werden Persönlichkeitsmerkmale, wie das Interesse, die Einstellung oder das Selbstkonzept von Schülerinnen, Schülern und Eltern an Hand verschiedener Erhebungsmethoden im quasiexperimentellen pre/post Design mit Messwiederholungen und baseline sowie im single post multitreat Design mit baseline erhoben. (Vgl. Kapitel 2.1)

Die Studie folgt Modellen und psychologischen Konstrukten, wie etwa der „*person-object-theory of interest*“ der Münchner Gruppe um Krapp und Kieler Gruppe um Hoffman und Häußler für verschiedene Interessensobjekte, oder dem „*multicomponent model of attitude*“ von Eagly und Chaiken, teilweise als semantisches Differential nach Dengler für die Einstellungsvalenz. Die Studie verwendet den *Antwortlatenzzeitansatz* nach Basili, Fazio und Mayerl für die Einstellungsstärke, oder das „*multidimensional hierarchical model of self-concept*“ nach Shavelson und Marsh für das fächerspezifische Selbstkonzept. Daneben werden weitere Variablen und deskriptive Aspekte des Projekts erhoben. (Vgl. Kapitel 1.6)

Methodisch werden die Persönlichkeitsmerkmale mit Hilfe von verschiedenen selbst konstruierten, angepassten oder übernommenen Messinstrumenten erhoben, die überwiegend der Fragebogenmethode zu zuordnen sind. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Pilotierung und Kalibrierung der Messinstrumente gelegt. Sie werden an Hand der Gütekriterien der Schwierigkeit, Trennschärfe, Homogenität und Dimensionalität ausgerichtet. (Vgl. Kapitel 2.2, Kapitel 2.3)

Das Design der Studie erfordert spezielle interferenzstatistische Mittel zum Vergleich von Experimental und Kontrollgruppen im Längs- und Querschnitt. Der Vergleich wird an Hand von parametrischen und nonparametrischen Verfahren,

wie der Varianzanalyse, dem t-Test für abhängige und unabhängige Stichproben, dem U-Test, dem Wilcoxon Test, dem Friedman Test oder dem Kolmogorov-Smirnov Test geführt und Effektstärken nach Cohen werden ermittelt. (Vgl. Kapitel 3)

Die Arbeit beantwortet nicht nur die Forschungsfrage sondern wirft auch neue Fragen auf. Im Abschluss der Arbeit werden zentrale Ergebnisse noch einmal zusammengefasst, einschränkend diskutiert und ein Ausblick für das Projekt Miniphänomenta und weitere Forschung gegeben. (Vgl. Kapitel 4)

Die Wirksamkeit des selbstgesteuerten, interaktiven Lernens an Experimentierstationen und die Wirksamkeit des Projekts Miniphänomenta über kurze und mittlere Zeiträume ist bereits in zahlreichen empirischen Untersuchungen belegt worden. (Vgl. Kapitel 1.5)

Ob diese Ergebnisse auch auf lange Zeiträume bis in die Sekundarstufe übertragen werden können und die These der Interessengenes durch die interaktiven Elemente des Projekts Miniphänomenta wirklich bestätigt wird, wird sich im Verlauf dieser Arbeit zeigen.

# 1 Forschungsstand und Theorie

*„Wissenschaftliche Arbeiten setzen immer am bisherigen Forschungsstand an, den es gründlich zu recherchieren gilt“ (Bortz/Döring, 2006 S. 87.)*

Zur Evaluation des Projektes Miniphänomena, einem Projekt das naturwissenschaftliche Bildung in der Grundschule fördern soll, wird in vorliegender Arbeit die Entwicklung von Persönlichkeitsmerkmalen, speziell die Entwicklung des Interesses, betrachtet.

Hinter dem Miniphänomena Projekt steht speziell das didaktische Prinzip des interaktiven Lernens, wobei die Komprimierung auf einen Lernbegriff dem Projekt nicht gerecht werden kann. Das Projekt Miniphänomena wird daher in den folgenden Abschnitten in seiner Entwicklung und an Hand von mehreren pädagogischen und didaktischen Prinzipien beschrieben. (Vgl. Kapitel 1.1, Kapitel 1.2)

Analogien und Unterschiede zu anderen Interventionsprojekten, speziell zu dem Bereich der Schülerlabore geben eine weitere Möglichkeit der Darstellung des Projektes Miniphänomena im Vergleich zu einem allgemeineren Forschungsrahmen. (Vgl. Kapitel 1.3)

Neben dem Projekt muss die Untersuchungsebene, hier Schüler der Primar- und Orientierungsstufe vor dem Hintergrund der zu untersuchenden Persönlichkeitsmerkmale beschrieben werden. Aktuelle und spezifische Studien stellen dazu relevante Eckpunkte dar. (Vgl. Kapitel 1.4). Eine Bestandsaufnahme der Forschungsarbeiten zum Projekt Miniphänomena zeigt das Fundament der Arbeit. (Vgl. Kapitel 1.5)

In den bis dahin gemachten Ausarbeitungen zeigen sich sozialwissenschaftliche und psychologische Theorien und Definitionen, die zum späteren Verständnis von Methodik und Design der Studie genauer dargestellt und in einen

Gesamtzusammenhang mit der vorliegenden Arbeit gebracht werden. (Vgl. Kapitel 1.6)

Die Darstellung des Forschungsstandes schließt mit der Formulierung von Forschungsfragen und Hypothesen als Grundlage der wissenschaftlichen Beschäftigung mit dem Gegenstand „Miniphänomena“. (Vgl. Kapitel 1.7)

## 1.1 Das Projekt „Miniphänomena“

*„Eltern können durch ihr Interesse an der Schule ihrer Kinder und durch praktische Anteilnahme entscheidend dabei helfen, Naturwissenschaft und Technik einen angemessenen Umfang [...] zurück zu geben.“*(Fiesser, 2005, S.13.).

Das Projekt Miniphänomena ist ein Förderprojekt für die Grundschule, bei dem Grundschüler in freier Lernumgebung an Experimentierstationen Erfahrungen zu Themen der Naturwissenschaft machen können. Das Projekt Miniphänomena ist im Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik entwickelt worden. Experimentieren an interaktiven Exponaten hat hier eine Tradition. Die Entwicklung des Projekts Miniphänomena beginnt schon in den 80`er Jahren.

<b>Zeitraum</b>	<b>Entwicklung</b>
ab 1984	Entwicklung v. Experimentierstationen im Seminar „Physik erleben und begreifen“ an der PH Flensburg
ab 1985	Phänomena Eröffnung an der PH Flensburg und Exponate in Schulen
1990	Gründung Trägerverein „Phänomena e.V.“
1994	Eröffnung Phänomena Science Center Flensburg
2002	Start Miniphänomena Projekt
Heute	Miniphänomena Projekt bundesweit

Abbildung 1: Darstellung in der Projektentwicklung  
Der Verfasser

Experimentierstationen zu naturwissenschaftlichen Themen sind schon vor 1984 thematischer Bestandteile vor Lehre und Forschung im Institut für Physik und Chemie der PH Flensburg<sup>1</sup>. Die Entwicklung von Experimentierstationen in den Seminaren zur Lehramtsausbildung schafft um 1984 einen Fundus von Exponaten, die in der PH Flensburg ausgestellt oder an Schulen weitergegeben werden. Erste Erfahrungen mit dem Lernen an solchen Stationen in

<sup>1</sup> Seit 2002 Universität Flensburg.

unterschiedlichen Schulformen werden gemacht. Ein weiterer Ansatz für den Einsatz dieser interaktiven Exponate ist die Ausstellung in Einkaufszentren, Ausstellungen oder als eigenständige Ausstellung, wie sie nach Gründung eines Trägervereins 1994 in Flensburg als „Phänomenta“ entsteht.

Das Konzept dieser Ausstellungen entwickelt sich nicht nur in Flensburg sondern bis heute bundesweit unter dem Begriff der Science Center. Der Begriff „Hands on Museum“ für Science Center macht deutlich, dass Interaktion zwischen Besuchern und Exponaten Kern der Science Center Entwicklung ist.

Der Ansatz interaktive Experimentierstationen in die Schulen zu bringen wurde in Flensburg ab 2002 wieder verstärkt aufgegriffen.

Als Triebfeder beschreibt Fiesser Erfahrungen aus dem Science Center aus denen sich ergab:

*„, dass jüngere Kinder zwar viel Freude bei einem Besuch der PHÄNOMENTA entwickelten, bei ihnen aber der Bedarf sehr ausgeprägt ist, bereits in den Folgetagen erneut das Experimentierfeld zu besuchen. In der Regel können solch häufige Wiederholungsbesuche nicht organisiert werden.“ (Fiesser 2007, S.457.)*

Das Projekt Miniphänomenta, eine „kleine“ Phänomenta für „kleine“ Kinder der Grundschule, startet im Jahr 2002. Seit diesem Start haben hunderte Grundschulen, überwiegend aus dem Bereich der Primarbildung, an dem Projekt teilgenommen.

Im Jahr 2010 haben ca. 600 Schulen bundesweit am Projekt Miniphänomenta teilgenommen. Mindestens 240000 Schüler wurden damit durch das Projekt Miniphänomenta erreicht. Da die Miniphänomenta, wie später genauer ausgeführt werden wird, an vielen Schulen über mehrere Jahre verbleibt, ist davon auszugehen, dass noch deutlich mehr Schüler erreicht wurden.

Die Miniphänomenta ist in den Bundesländern Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Hamburg, Bremen, Niedersachsen, Saarland, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Berlin fest verankert.

Jedes Jahr finden ca. 25 Fortbildungsveranstaltungen in den Bundesländern statt, bei denen im Jahr ca. 500 Lehrkräfte weitergebildet werden.

Getragen wird das Projekt organisatorisch von der Universität Flensburg und finanziell durch zahlreiche Metallverbände und ihre Stiftungen, wie die

NORDMETALL Stiftung, Stiftung NiedersachsenMetall das Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft, der Verband der Metall- und Elektroindustrie des Saarlandes (ME Saar), die Landesvereinigung der Arbeitgeberverbände Nordrhein-Westfalen und die Stiftung PfalzMetall.

Der Ablauf des Miniphänomena Projekts verläuft prinzipiell in drei Schritten:

1. Schritt: Teilnahme einer Lehrkraft an den projektbezogenen Fortbildungsveranstaltungen
2. Schritt: Verleih von Experimentierstationen an die interessierte Schule für einen Zeitraum von zwei Wochen, Ausstellung der Leihexponate im Schulflur
3. Schritt: Nachbau von Experimentierstationen an der Schule durch Eltern und Lehrkräfte<sup>2</sup>

Grundschullehrer werden mit dem Projekt Miniphänomena im Rahmen einer mehrtägigen Fortbildungsveranstaltung in Theorie und Praxis vertraut gemacht und dienen fortan als Mediatoren des Projekts an ihrer Dienststelle. Unter Beachtung vertraglicher Vorgaben erhalten fortgebildete Lehrkräfte das Experimentierfeld der Miniphänomena im Umfang von 20 - 52 interaktiven Experimentierstationen für zwei Wochen an ihre Schule. An den Schulen wird das Experimentierfeld im Schulflur platziert, um den Schülern stets frei zur Verfügung zu stehen. Lehrer der Schule verpflichten sich, auf didaktische Lehrpfade, Versuchsanleitungen, Antwortvorgaben oder klassische Einbindung der Exponate in den Unterricht zu verzichten.

Am Ende der Leihfrist veranstalten die teilnehmenden Schulen einen Elternabend, der das Konzept des Miniphänomena Projekts in Theorie und Praxis der Elternschaft der Schule näher bringt und die Anregung zum Nachbau des Experimentierfeldes beinhaltet. In freier Umsetzung in Gruppen oder Einzelarbeiten gehen die Eltern der Schülerinnen und Schüler den Nachbau der Exponate an, die fortan der Schule dauerhaft zur Verfügung stehen.

---

<sup>2</sup> Die praktische Umsetzung dieser Forschungsarbeit nur mit eingeschränkter Einbeziehung von Schritt 3. Siehe Kapitel 4.3

Ziel der Projekts Miniphänomente ist die Verbesserung der naturwissenschaftlichen Bildungssituation an Grundschulen. Schülerinnen und Schüler, Lehrer und Eltern sollen für die Naturwissenschaft begeistert und ermutigt werden. Für die drei Gruppen gibt es einzelne Ziele, die im Folgenden genauer dargestellt werden sollen.

Das Miniphänomente Projekt fördert als spezielles Ziel die aktive Teilhabe der Eltern am Schulleben ihrer Kinder. Die Eltern werden in den Nachbau der Miniphänomente Exponate einbezogen und leisten so einen Beitrag für die Schule vor Ort. Werkstolz und Gemeinschaftsgefühl sollen die Verbindung zwischen Elternhaus und Schule fördern. Das Erleben der Miniphänomente soll darüber hinaus Interesse an weitergehender Förderung im häuslichen Umfeld fördern.

Ziel auf der Ebene der Lehrer ist die „gezielte Lehrerfortbildung zu [...] Einsatz und Nachbau [...]“ (Fiesser, 2005, S.19.) der Miniphänomente Experimentierstationen. Den Lehrern soll durch diese Fortbildung nicht nur eine Anleitung zur Durchführung des Projekts an die Hand gegeben werden. Sie sollen durch die Fortbildung und später durch das Projekt ermutigt werden naturwissenschaftliche Themen verstärkt in ihren Unterricht einfließen zu lassen und dabei Unterrichtsmethoden zu verwenden, die den Schülern Raum zur Entfaltung ermöglichen. Speziell wird verdeutlicht, wie schädlich für den Lernprozess die Einmischung in das freie Erleben der Schüler am Exponat ist.

Das Erleben der Miniphänomente soll den Eindruck bei den Lehrkräften festigen, dass naturwissenschaftlicher Unterricht ohne starke Lehrerzentrierung und genaue Vorgaben deutlich motivierender, einfacher und dennoch ebenso zielführend ist.

Vor allem ist es Ziel der Miniphänomente Schülerinnen und Schüler in Kontakt mit naturwissenschaftlichen Phänomenen zu bringen und ihnen Zeit und Raum zur eigenständigen Auseinandersetzung mit den Phänomenen zu bieten.

Daraus soll ein besseres Verhältnis zu den Naturwissenschaften entstehen, das dem starken Abfall von Interesse, Selbstkonzepten und Einstellungen gegenüber den Naturwissenschaften in der Sekundarstufe entgegenwirkt.

Mittelpunkt des Projekts ist das Experimentierfeld der Miniphänomente, das wie schon erwähnt aus interaktiven Exponaten besteht. Ein Beispiel zeigt den interaktiven Ansatz

Miniphänomenta Experimentierstation Nr. 21: *Die Vasenlinse oder „Wo entstehen Lampenbilder?“*

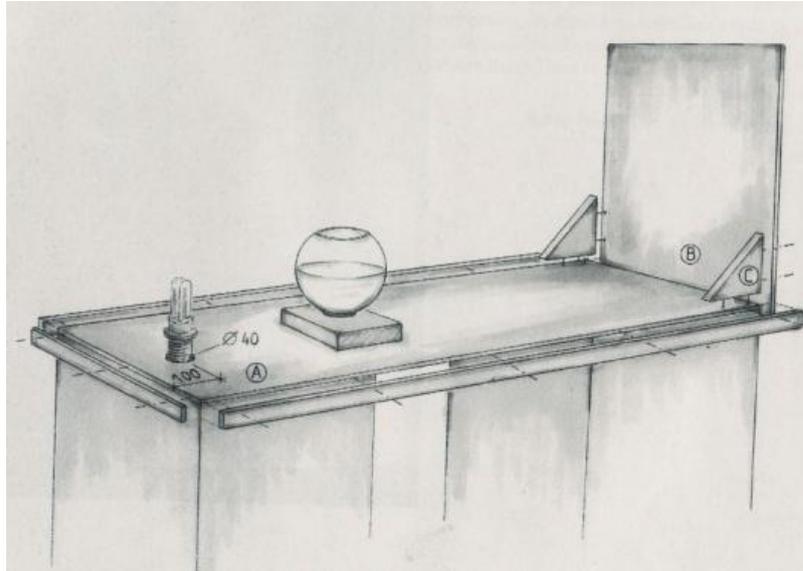


Abbildung 2: Miniphänomenta Exponat Vasenlinse  
Fiesser, 2005, S. 108, Grafik erstellt von Ulrike Ebert.

*Aufbau:* Zwei Standardpodeste werden mit einer Sperrholzplatte verbunden, an deren Ende horizontal eine weiße Kunststoffplatte befestigt wird. In Podest und Sperrholzplatte wird ein Loch für eine Lampenfassung eingelassen und eine Energiesparleuchte eingesetzt. Eine Kugelvase wird mit Wasser gefüllt und auf der fertigen Apparatur in Lampenhöhe platziert.

*Durchführung:* Schülerinnen und Schüler bewegen die Kugelvase entlang der Ebene der Sperrholzplatte und beobachten dabei resultierende Bilder auf der Kunststoffplatte.<sup>3</sup>

*Hintergrund:* Das Exponat ist darauf angelegt physikalische Phänomene zu erleben und an Hand von Eingriffen Ergebnisse zu produzieren, um so Fragen aufzuwerfen oder Hypothesen zu bearbeiten. Die Gestaltung des Exponats ermöglicht darüber hinaus eine Anpassung der Variablen, um neue Situationen zu

<sup>3</sup> Die gefüllte Kugelvase wirkt physikalisch als Sammellinse, die an zwei charakteristischen Abständen, scharfe Bilder der verwendeten Lichtquelle auf dem Schirm abbildet.

gestalten. Verschiedene Lampen, Kerzen oder Vasen, Gläser und Füllinhalte ändern im Beispielfall das Exponat und ergeben neue Lernsituationen.

Die Schüler können selbstbestimmt am Exponat forschen und experimentieren. Sie können Dauer und Intensität des Forschens an der Station frei bestimmen;<sup>4</sup> ohne dass Anleitungen, Vorgaben oder Aufträge den elementaren Forschungsprozess lenken. Die offenen Experimentierstationen sollen Motivation und Anregung aus sich selbst sein.

Das Projekt Miniphänomente wurde an Hand seiner Entwicklung und an Hand wichtiger Merkmale und Ziele für Schüler, Eltern und Lehrer dargestellt. Dabei wurde mehrfach das interaktive Lernen als Grundlage des Projekts erwähnt. Im folgenden Abschnitt sollen nun das interaktive Lernen und weitere didaktische Prinzipien, die im Zusammenhang mit dem Projekt stehen, beschrieben werden.

---

<sup>4</sup> Schließmann hat dazu übertragbare Studien an Chemie Stationen im Science Center durchgeführt, die Lerntiefen unterscheiden können. Ausführungen dazu folgen im späteren Verlauf.

## 1.2 Didaktische Prinzipien im Bezug zum Projekt

Im Zusammenhang mit der Darstellung des Projektes „Miniphänomenta“ sind im vorangegangenen Kapitel bereits zahlreiche Begriffe gefallen, die einer genaueren fachwissenschaftlichen Einordnung bedürfen.

Als wesentliche konzeptionelle Einflusspunkte der Miniphänomenta ergeben sich schon aus früheren Studien (Vgl. Asmussen 2007.) die Prinzipien des genetischen, sokratischen und exemplarischen Lernens Martin Wagenscheins sowie das interaktive Lernen in erweiterter Begriffsdefinition. Einleitend steht als Heranführung eine kurze Darstellung des Lernbegriffes:

Gerrig und Zimbardo (2008) beschreiben Lernen aus allgemeiner psychologischer Sicht, als „einen Prozess, der in einer relativ konsistenten Änderung des Verhaltens oder des Verhaltenspotentials resultiert und [...] auf Erfahrung [basiert].“ (Vgl. Gerrig/Zimbardo, 2008, S. 192)

Gerrig und Zimbardo führen weiterhin den impliziten Charakter des Lernens aus. Lernen zeigt sich nicht direkt in einem Prozess sondern indirekt durch das Ergebnis des Prozesses. Das Lernergebnis kann dabei neben einer Leistung auch darüber hinaus ein Verhaltenspotential, wie eine Haltung oder Wertschätzung sein. „Um als gelernt zu gelten, muss eine Änderung des Verhaltens oder des Verhaltenspotenzials über verschiedene Gelegenheiten hinweg relativ nachhaltig und konsistent [nicht permanent] auftreten.“ (Gerrig/Zimbardo 2008, S.192.)

### 1.2.1 Wagenscheins Prinzip des genetischen Lehrens und Lernens

Martin Wagenschein, Reformpädagoge und Professor für Physikdidaktik an der Universität Tübingen (1896-1988) (Vgl. Wagenschein 2002.) befasste sich schon Mitte des vergangenen Jahrhunderts mit Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität des physikalischen Unterrichts. Seine Arbeiten gehören als pädagogische Dimension der Physik zum Standardlehrwerk der fachdidaktischen Ausbildung (Vgl. Kircher/Girwitz/Häußler 2009, S.55 ff.). Im Kern seiner Arbeiten geht es Wagenschein darum, Methoden und Unterrichtsformen für Schülerinnen und Schüler zu entwickeln, die wirkliches Verstehen physikalischer Grundlagen ermöglichen.

*„Wie verhüten wir die Spaltung in eine dünne unverständliche Expertenschicht und die große Masse der nur scheinbar Verstehenden (seien sie nun wissenschaftsfeindlich oder wissenschaftsgläubig statt wissenschaftsverständlich), eine Spaltung, die sich in der Person des Einzelnen wiederholen kann?“ (Wagenschein, 2008, S.74)*

Die Antwort gibt Wagenschein in drei Prinzipien, die er als Dreieinigkeit in das Prinzip des genetischen Lehrens bzw. Lernens fasst.

Unter dem Begriff des Genetischen versteht Wagenschein den werdenden Charakter, dem Werden des Menschen und dem Werden des Wissens in ihm, als generellen Typus der Pädagogik, weshalb er den Begriff sowohl für das Gesamtkonzept, wie auch als einzelnes Prinzip im gesamten Lehrgang bezeichnet. Wagenscheins Konzept des genetischen, entwickelnden Lehrens muss somit in drei bedingende Prinzipien unterschieden werden:

- Das genetische Prinzip
- Das sokratische Prinzip
- Das exemplarische Prinzip

## 1.2.1.1 Das exemplarische Prinzip

Chronologisch von der Entwicklung her vorgehend wird an dieser Stelle mit dem exemplarischen Prinzip begonnen, bei dem es sich um eine Lehrgangsform handelt, die sich durch den Vergleich mit anderen Lehrgangsformen klar darstellt.

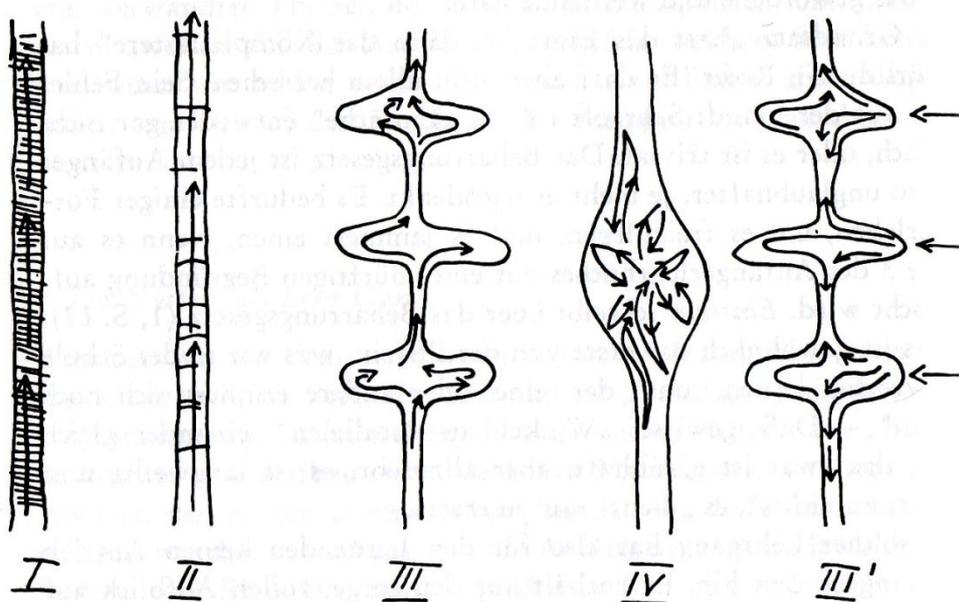


Abbildung 3: Lehrgangsformen  
Wagenschein, 2008, S.30.

Wagenschein skizziert in obiger Abbildung mehrere Lehrgangsformen, wie sie in der Schulpraxis auch in den Naturwissenschaften Verwendung finden. Unter Punkt 1 ist ein systematischer, streng linearer, addierender Lehrgang dargestellt, bei dem das „jeweilig aktuelle Einzelne [...] vorsorglich kleine Stufe für ein – dem Lernenden noch unbekanntes – kommendes, komplizierteres Schwieriges [ist]“ (Wagenschein 2008 S. 28.) Den systematischen Lehrgang sieht Wagenschein geprägt von Stofffülle, Hast, und einem Spannungsfeld von Trivialität und Oberflächlichkeit tatsächlicher Non-Trivialität. Punkt zwei zeichnet einen verdünnten systematischen Lehrgang, welcher der Stofffülle mit

subtraktiver Ausdünnung begegnet, durch Linearität aber weiterhin nur überblickenden Charakter hat.

Insel- oder Plattformbildung steht für den in Bildpunkt 3 dargestellten Lehrgang, der sich partiell verdünnt und verstärkt einerseits aus „Mut zur Lücke“ und andererseits durch Beschränkung auf das (zu definierende) Wesentliche auszeichnet und dabei gelten lässt „Je ernster die Verdichtung, desto gleitender die Verbindung zwischen den Nestern der Gründlichkeit“ (Wagenschein 2008 S.31.) Der Stufencharakter linearer Lehrgänge ist auch hier (mit Ausnahme von 3') erhalten, im Sinnbild der Plattform aber weniger stark ausgeprägt; die Aussichtsplattformen dominieren den Aufstieg im Lehrgang. Bild 3' erweitert das Plattformbild durch die Rückkehr bzw. Umkehr zu vorrangegangenen Verdichtungspunkten.

Zur Erweiterung des Bildes auf den exemplarischen Lehrgang, wie in Bild 4 skizziert muss nach Wagenschein das Denken in Stufen oder Plattformen gänzlich überwunden werden: „Das Einzelne, in das man sich hier versenkt, ist nicht Stufe, es ist *Spiegel* des Ganzen.“ (Wagenschein 2008 S. 32.)

Etymologisch leitet sich der Begriff des Exemplarischen aus dem lateinischen vom Wort „exemplum“ her, in seiner Bedeutung für Abbild, Beispiel oder Vorbild stehend. Wagenschein findet dazu weitere Begriffe, wie „stellvertretend, abbildend, repräsentativ, prägnant, Modellfall, mustergültig, beispielhaft, paradigmatisch“ oder das „Erleuchten des Ganzen“ (Wagenschein 2008 S.32, S.38.) In diesem Sinne sind einzelne Punkte des Lehrgangs nicht als weiterleitende Punkte in linearer Richtung sondern als strahlende Ausgangspunkte (Spiegel) in beliebige Richtungen zu sehen; der Stufencharakter verschwindet dabei. Ausgehend von einem beliebig (geeigneten) Punkt, dessen Auswahl in der Kompetenz der Lehrer mit Auge auf die Physik aber auch auf den Lernenden liegt, begeht der Lehrgang den Gang durch die Physik. „Das Seltsame fordert uns heraus, und wir fordern ihm das Einfache ab.“ (Wagenschein 2008 S.35.)

Zeit und Raum zur intensiven Auseinandersetzung sind damit gegeben bzw. müssen damit einhergehen; exemplarischer Unterricht kann daher prinzipiell nicht in klassischen Unterrichtsstrukturen von z.B. 45 Minuten Unterrichtseinheiten stattfinden. Ein praktisches Ansatzbeispiel aus dem Physikunterricht macht das

exemplarische Prinzip noch klarer. So ist ein nach Wagenschein exemplarischer Ansatz der Gang durch die Optik an Hand des schon von Kepler bestaunten Phänomens der Sonnentaler als ersten Einstieg ergänzt durch Goethes Frage nach den Phänomenen von Brechung, Reflexion und Dispersion an einem Stein im Wasser im Gegensatz zur üblichen Lehrgangslinie von selbstleuchtenden und beleuchteten Körpern, Schatten, geradliniger Ausbreitung, usw. zu begehen.

Aus den spiegelnden Eingangspunkten lassen sich Elemente des beschriebenen klassischen Lehrgangs, sowie weitere ebenfalls behandeln. Die schon angedeutete Sorgfalt bei der Auswahl solch „geeigneter“ Spiegelpunkte ist für das exemplarische Lehren überaus wesentlich. „Die Ballungen [...] müssen auch auf der Subjektseite Ballungen der Aktivität des Kindes sein. Sie müssen eindringlich und inständig sein, in die Sache hinein und in den Seelengrund des Lernenden hinein. Die Spiegelung muß nicht nur das Ganze des Faches [...], sie muß auch das Ganze des Lernenden (z.B. nicht nur seine Intelligenz) erhellen.“ (Wagenschein 2008 S. 34.). Wagenschein liefert in diesem Punkt die Überleitung zum genetischen Prinzip.

### 1.2.1.2 Das genetische Prinzip

Zur klaren Darstellung des genetischen Prinzips werden zunächst drei zentrale Forderungen Wagenscheins an die allgemeine Bildung in Deutschland bestehend aus drei Zielpunkten erwähnt. Aus Ihnen wird sich das entwickelnde (genetische Prinzip) ergeben:

1. Produktive Findigkeit
2. Enracinement
3. Kritisches Vermögen

Dies sind Tugenden, die nach Wagenscheins Dafürhalten durch naturwissenschaftlichen Bildung („Formatio“) entgegen einem ausschließlichen „Informatio“ (Orientierung) oder „Deformatio“ (Spezialisierung) gebildet werden sollten.

Unter dem Begriff der *produktiven Findigkeit* versteht er dabei die Kompetenz eigenständig, eigenes Wissen auf unbekannte, neue Sachverhalte anzuwenden und dies nicht als „das starre Suchen, nach dem Wiederfinden mitgebrachter Schemata, sondern [...] den gelockerten Blick für das Charakteristische neuer „Gestalten““, also vielmehr die Fähigkeit lernwillig und entwicklungsbereit höheren Aufgaben zu begegnen.

Die Tugend des *Enracinements* (franz. für Verwurzelung), begrifflich zurückgehend auf die französische Philosophin Simone Weil, bezeichnet im wortbildlichen Sinne die Ausbildung von Trieben in die Umwelterfahrungen hinein, also die Verwurzelung mit den umgebenden Gegenständen an Hand ihrer selbst. Ein Beispiel macht dies deutlich. Simone Weil beschreibt einen Bauernjungen, der im wiedergegebenen schulischen Wissen mehr über die Gestirne, Erdrotation oder Sonne zu wissen scheint, als einst Pythagoras selbst, dabei aber nur oberflächlich wiederplappert, ohne dabei selbst am Gegenstand verstanden und vertieft zu haben, wie es einst Pythagoras tat. „Jene Sonne hat für ihn [Anm. den Bauernjungen] nichts gemein mit der Sonne, die er sieht. Man reißt ihn aus dem Allgesamt seiner Umwelterfahrung heraus.“ (Weil 1956, S.75.).

Das kritische Vermögen als dritte Tugend umschreibt eine Kompetenz der Selbstreflexion eigener Methodik, den kritischen, reflexiven Blick auf neue Dinge, aber auch auf sich selbst, also schlicht die stete Neugier nach durchdringender Aufklärung aber auch Hinterfragung des eigenen Weges und somit eines „Fortschreitens, vor dem sich das Dunkel lichtet, und hinter welchem es nicht wieder dunkel werden darf.“ (Wagenschein 2008, S.109.), das „Nicht-Vergessen ursprünglicher, primitiver, naiver Weisen des Verstehens.“

Wie sich aus diesen Forderungen ein Konzept eines genetischen (aus dem griechischen Genesis als Geburt, Ursprung, Entstehung), im Wortsinne entstehendes Lehren entwickelt macht wieder ein Vergleich mit darlegendem, von außen heranführendem, deduktiven (top down) Unterricht klar.

Dieser stellt dem Fachmann bekannte fertige Strukturen, „Tatsachen-Fragen“ und eine „kurz gefasste, informierende Übersicht über die Ergebnisse“ (Wagenschein 1995, S. 99.) dar, die mit Hilfe eingeübter Denkwerkzeuge erarbeitet werden. Im Rückblick auf das exemplarische Lehren lässt sich hier ebenso das Beispiel des klassischen optischen Lehrgangs verwenden, der kleine, vordefinierte Einblicke in die Optik ermöglicht.<sup>5</sup>

Der genetische Lehrgang bringt Tatsachen und Theorien nicht dar, sondern lässt sie entdecken und induktiv (bottom up) entwickeln, was sich zwar ebenfalls als systematisch, also ordnungsstiftend und zielorientiert darstellt, aber dabei verwurzelnder in die Tiefe des Gegenstandes geht.<sup>6</sup> Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die „Exposition“, die Auseinandersetzung zu Beginn des genetischen Lehrgangs. Mit Auseinandersetzung ist hier die Konfrontation mit dem

---

<sup>5</sup> Anm.: Wagenscheins Literatur lebt von praktischen Beschreibungen, die den Rahmen eines summativen Blickes, wie in vorliegender Arbeit, überschreiten. Zur Verdeutlichung des genetischen Lehrens an Hand eines praktischen Beispiels wird an dieser Stelle auf den Anhang der Arbeit verwiesen, der um ein weiteres illustrierendes Beispiel ergänzt wurde. Die periodische Struktur des Lichtes (Wagenschein, 1968.) ist als Beispiel dem Anhang hinzugefügt. Weitere Beispiele genetischer Lehrgänge finden sich darüber hinaus bei Thiel oder Faust (in Wagenschein 1995)

<sup>6</sup> Anm.: „Auch Deduktion kann genetisch gelehrt werden, indem aus einem schon vorliegenden Material induktiv ein Ordnungsprinzip sich dem Schüler aufdrängt, dass dann Deduktionen nahelegt.“ (Wagenschein 2008 S. 97.) Wagenschein meint mit schadhafter Deduktion vor allem einen Unterricht, „der vorgreifend aus Prinzipien deduziert, die – vom Schüler aus gesehen (und auf ihn kommt es an) – wie aus heiterem Himmel des Lehrers in die Schulstube einschlagen, um sich erst nachträglich zu verifizieren.“ (Wagenschein 2008 S.97.)

Lerngegenstand, nach Wagenschein vordringlich einem „aufschlussreichen und aufregenden Phänomen“ (Gudjons 2008 S.22.) der Natur gemeint. „Die Sache muß reden!“ (Wagenschein 2008, S.81.) Ein Impuls oder auch Zündung, eine Unruhe aus dem Gegenstand, nicht vom Lehrer, der die Neugier zur Auseinandersetzung fordert und fördert. „Es entwickelt sich eine Kette von Einfällen, Nachprüfungen und neuen Fragen, und so fort. Sie entwickelt sich erfahrungsgemäß dann am zuverlässigsten [...], wenn die ursprüngliche Frage *eingewurzelt* war; wenn wir die Geduld haben, auf die *produktiven* Einfälle zu warten; und wenn wir auf ihrer *kritischen* Prüfung bestehen.“ (Wagenschein 2008, S. 83.)

Der Bogen zu den geforderten und durch das Prinzip geförderten Tugenden schließt sich. Deutlich zeigt sich auch die Vernetzung zum exemplarischen Prinzip, durch den Verlust an linearer Systematik und dem Bedarf an Raum und Zeit zur Auslebung der Einfälle, Nachprüfungen und Fragen. Offen stellt sich dabei die Frage nach der genauen praktischen Verfahrensweise genetisch, exemplarischen Lehrens im Unterricht. Klar ist, dass mit Genesis nicht die geschichtliche Entwicklung, sondern die wissenschaftlich bis hin zu philosophisch, forschende, auf produktiver Unruhe, Spannung und Staunen gebaute, Entwicklung der Sache gemeint ist. Wie entwickelt sich Wissen aus der Exposition; wie beantworten sich die aufgeworfenen Fragen und wie wird der Prozess der intensiven Durchdringung aufrecht erhalten? Das sokratische Prinzip findet einen Weg dazu.

### 1.2.1.3 Das sokratische Prinzip

*„Bitte gönnen Sie uns die Wohltat und den Gewinn, der aus der lebendigen Unterhaltung zu schöpfen ist; wir sind unter Freunden und behandeln zwanglose, freie Themata: Welch ein Unterschied gegen tote Bücher, die tausend Zweifel erregen, deren keiner gehoben wird. Teilt uns also Eure Gedanken mit, die im Lauf unseres Gespräches Euch aufleuchten; wir werden Zeit genug haben...“ (G. Galilei in Wagenschein 1995, S.119.)*

Wagenschein selber formuliert scharf treffend: „Werdende lernen am wirksamsten an Werdendem, und zwar dann, wenn wir sie ausgehen lassen von Erstaunlichem, das ihr Gespräch zu Einfall und Selbstkritik herausfordert.“ (Wagenschein 2008, S. 113.) In Analyse der Zitate klingt hier wieder der Zeitfaktor (Galilei) und die Exposition und die genetischen Tugenden (Wagenschein) aber auch der Charakter der Passivität einer Autorität bzw. die gleichwertige Vernetzung in einer „lebendigen Unterhaltung“ (Galilei). Es muss also erreicht werden, dass die Schüler zuerst miteinander reden, die Lehrerfunktion ist beschränkt auf Moderation „schweigend und möglichst zuhörend, geduldig wartend, nicht passiv und nicht hart, sondern mit vertrauender, stützender Geduld, mit (unsichtbarem) „Harren“.

Alle Teilnehmer des Gesprächs müssen sich dabei auf einer gleichwertigen Verständigungsebene befinden, allen muss klar sein worüber gedacht und geredet wird, es wird versucht miteinander zu denken. Motive, wie Ehrgeiz oder Notenfurcht treten hinter sachliche Motive der denkerischen Arbeit. Sokratische Fragen nach dem Wesen des Gesprochenen und dem Stand der einzelnen Personen vermitteln dabei. Sie sind nicht nur Aufgabe des Lehrers, sondern der gesamten Gruppe. „Der Unterricht sollte dahin wenigstens seine Richtung nehmen, daß jeder einzelne Schüler sich mit verantwortlich fühle dafür, daß alle verstehen.“ (Wagenschein 2008, S. 119.)

Das sokratische Prinzip Wagenscheins ist damit umschrieben; aus dem dreieinheitlichen Gesamtkonzept des genetischen Lehrgang ergeben sich

zusammenfassend neun prägnante Regeln, die Dargestelltes auf einen Überblick komprimieren, der eine spätere Zuordnung zum Konzept der Miniphänomene vereinfacht. Da diese Regeln sich auch auf Technik und Mathematik ausweiten werden sie im Folgenden auf acht Regeln begrenzt, bezogen auf naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Regeln haben die gemeinsame Struktur zeitlicher Abfolge (erst dies, dann jenes). (Vgl. Wagenschein 2008 S.120.)

1. Regel: Erst das (herausfordernd, problemaufwerfende) Erstaunliche, dann in produktiven Denken zum Verständlichen und Gewohnten vordringen.
2. Regel: Erst das Naturphänomen, dann das Laborphänomen.
3. Regel: Erst qualitativ, dann quantitativ.
4. Regel: Erst das Phänomen, dann die Theorie und die Modellvorstellung.
5. Regel: Erst den Einzelfall mit simplen Denkmitteln („bloßen Händen“ und „gesundem Menschenverstand“), dann mit Regulativen (Werkzeugen) ergründen.
6. Regel: Erst die Muttersprache, dann die Fachsprache und immer wieder zurück zur Muttersprache.
7. Regel: Erst die Langsamen, dann die Schnellen.
8. Regel: Erst die Mädchen, dann die Jungen.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Anm.: Die Regeln sieben und acht sind nicht durch Leistungsunterschiede zwischen Lerntypen oder Geschlechtern begründet. Es geht vielmehr im sokratischen Ansatz um Vermeidung von Fehlwissen, das vorschnell und nachdrücklich ins Gespräch gebracht wird. Später vorgebrachte, besonnene und durchdachte, Antworten zeichnen sich regulativ für solch eingebrachtes Fehlwissen und sollten daher gefördert werden.

#### 1.2.1.4 Wagenscheins Theorien aus Sicht aktueller Kritik

Kritik an Wagenschein findet sich etwa bei Kroeber (1967) z.B. zur ästhetischen Dimension der Physik, persönlichkeitsbezogenen und systembezogenen Übertragbarkeit, dem exemplarischen „Mut zur Lücke“ und sokratischen „Mut zur (langsamen) Genauigkeit“ und Settler (1967) z.B. zu Wagenscheins naturwissenschaftlichen förderlichen Tugenden, fehlende empirische Nachweise und ungenaue Darstellung oder aktuell bei Engelbrecht (2003a). Beispielhaft sei hier auf Grund der Aktualität die Arbeit von Engelbrecht (2003a) genauer betrachtet.

Engelbrecht der als ehemaliger Wagenscheinbefürworter an Hand eines von Video, Wortprotokollen und Selbstreflexion dokumentierten Unterrichts den Einfluss exemplarischen Lehrens auf Handlungen des Lernenden im Unterricht analysiert. Engelbrecht betrachtet speziell gedankliche Lernwege der Lernenden in ihrem Verlauf auf eine vom Lehrenden intendierte Lösung bzw. Zielvorgabe. Praktisch setzt Engelbrecht seine Untersuchung an Hand eines genetischen Unterrichtsaufbaus zum Thema atmosphärischen Druckes in einer dritten Grundschulklasse an. Engelbrecht stellt eine aus schnellen Lösungen ergebende, mangelnde Kommunikation der Beteiligten fest und zweifelt einen Lernzuwachs aller Beteiligten an. Seine Ergebnisse zeigen später Lernzuwächse, die nicht der Zielvorgabe des Unterrichtsthemas entsprechen. „Wagenscheins Annahme, dass von der Verwunderung ein kontinuierlicher Weg zum physikalischen Denken führt“ (Engelbrecht, 2003a, S.139.), beschreibt Engelbrecht als naiv und sieht seine Kritik in den Ergebnissen seiner Untersuchung bestätigt.

*„Genuiner Unterricht nach WAGENSCHHEIN ist nicht möglich, weil der Unterricht sich grundsätzlich und schon gar nicht in der von WAGENSCHHEIN vorgeschlagenen Weise determinieren lässt.“*

(Vgl. Engelbrecht 2003b, S.464 ff.)

Bodenstein (2008) führt in Reflexion des exemplarischen Lehrens zur Kritik von Engelbrecht zahlreiche, grundlegende und empirisch, methodisch schwerwiegende Fehler Engelbrechts auf, die die Validität deutlich einschränken

und die Kritik als nicht gerechtfertigt offenbaren. Schon Engelbrechts Ansatz Wagenschein widerlegen zu wollen konterkariert den Ansatz der wissenschaftlichen Analyse. (Vgl. Bodenstein 2008 S.15.)

Engelbrecht lässt weiterhin methodische Entwicklungsprozesse außen vor, die nach kurzen Untersuchungszeiträumen auch Ergebnisse verminderter Ausprägung liefern aus denen sich erst bei langfristigen Beobachtungszeiträumen, wiederholter methodischer Auseinandersetzung größere Ausprägungen ergeben. In empirischer Sicht ist dieses „one-shot-Design“ „auf Grund mangelnder Validität nicht sehr überzeugend“ (Bortz/Döring 2006, S.547.)

Engelbrechts Arbeit hat in vorliegender Arbeit daher nur Charakter eines Zerrbildes im Wagenschein'schen Verständnis seiner Prinzipien, da die Messung exemplarischen Lehrens in Engelbrechts Untersuchungsdesign gar nicht stattfinden konnte. Die Arbeit macht dabei aber durch Missachtung noch einmal wesentliche Charakteristika des genetischen Lehrens klar.

Anzuzweifeln sind mit Blick auf die dargelegten Wagenschein'schen Prinzipien, vor allem die von Engelbrecht verwendete Exposition in Form eines Laborphänomens, seine Einmischung in das sokratische Unterrichtsgeschehen und die grundlegende zeitliche Begrenzung der Untersuchung auf eine Unterrichtsstunde.

Im Wagenschein'schen Sinne ist aber vor allem durch die vorher intendierte inhaltliche Zielvorgabe („Lehrsatz“), aus der sich im Versuch Exposition, Folgeexperimente und Einwände des Lehrenden ergeben ein eher systematischer Lehrgang statt eines exemplarischen beschrieben. Weitere kritische Anmerkungen zum Vorgehen Engelbrechts sind bei Appenzeller, Stettler, Köhnlein, Gunz und Klein als Leserbriefe zu seinem Beitrag (Vgl. Engelbrecht 2003b.) zu finden.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Anm.: Übereinstimmung findet der Verfasser der vorliegenden Arbeit ausschließlich im Bedarf Wagenscheins Arbeiten in aktuelle Forschungskonstrukte einzuordnen und an Hand dieser Übersetzungen die Methodik Wagenscheins zu analysieren. Dies entspricht bei weitem nicht dem Rahmen der vorliegenden Arbeit da sich dahinter ein gesamtes Forschungsfeld eröffnet. Als Anregung zukünftiger Forschung, darf die Anmerkung an dieser Stelle aber keinesfalls unerwähnt bleiben. Zum Mangel an empirischer Forschung zu genetischem Unterricht (Vgl. Kircher/Girwidz/Häußler 2009, S. 174.)

Das Konzept des genetischen Lehrens ist damit an Hand mehrerer Beispiele beschrieben und für die Übertragung auf das Miniphänomentaprojekt ausreichend dargestellt. Vor der Übertragung der Prinzipien in Kapitel 1.2.3 steht die Darstellung einer weiteren wesentlichen Konzeption: der Begriff des Interaktiven Lernens.

### 1.2.2 Interaktives Lernen

Der Begriff des interaktiven Lernens findet seinen Hauptzusammenhang im virtuellen, multimedialen Bereich des E-Learnings an Computersystemen. Issing (1998) definiert „Interaktivität ist aus psychologisch-didaktischer Perspektive ein wesentliches Merkmal von Multimedia. Die Interaktionen können offline oder online einerseits mit der Lernsoftware erfolgen und andererseits mit anderen Netznutzern. [...] Durch offene (overt) Interaktionen wird der Nutzer aktiver in Wahrnehmungs-, Kognitions-, Erlebnis- und Lernprozesse involviert; die bewirkt verstärkte Motivation, intensiveres emotionales Involvement und eine tiefere Elaboration im Vergleich zur rezeptiven Informationsaufnahme.“ (Issing 1998 S. 160.)

Interaktion, das Interagieren (lat. aufeinander reagierend, wechselseitig in seinem Verhalten beeinflussend) besteht als Begriff weiterhin auch in Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften. Im Bereich der Sozialpädagogik spricht man von Interaktion bei Wechselwirkungen mehrerer Akteure untereinander. Verschiedene Auffassungen von sozialer Interaktion finden sich bei Weber, Mead oder Parsons (Vgl. Abels 2004, S. 201 ff.)

Straka und Macke (2006) beschreiben die Grundlage der Interaktion als Prozess der Informationsbildung, bei der die Interaktionspartner „das wahrgenommene Verhalten (= die Daten) des jeweils anderen, bilden also Information, die sie zur Steuerung ihres Verhaltens heranziehen.“ (Straka, Macke 2006 S.201.) Neben externen Eindrücken spielen zahlreiche intrapersonale Faktoren (z.B. Einstellung, Situationserleben) für das resultierende Verhalten eine Rolle.

Nach Schröder (2002) vollzieht sich interaktives Lernen „im Rahmen einer Wechselwirkung des Verhaltens, d.h. dass das Verhalten des einen vom Verhalten des anderen und umgekehrt bestimmt wird.“ Auf die Lernsituation in der Schule bezogen findet diese Interaktion zwischen Lernendem und Lehrenden statt. (Vgl. Schröder 2001, S. 173f.) Schröder erweitert den Begriff des Lehrenden dabei von der alltäglichen Definition bezogen auf das Lehrpersonal auf multimediale Lehrsysteme, wie sie schon Issing (1998) beschreibt.

Interaktiver Klassenunterricht zeichnet sich nach Schröder durch Eigenarbeit in Kleingruppen und gemeinsame Zusammenfassung der Ergebnisse aus. Das Lehren findet dabei teilweise als „reciprocal teaching“ (Schröder 2001, S. 174.) statt, bei dem Lehrpersonal und Schüler wechselseitig als Informanten dienen. Seidel, Prenzel, Wittwer und Schwindt (2007) stimmen dieser Definition zu und erweitern die Interaktion zwischen Schüler und Lehrer im naturwissenschaftlichen Unterricht auf Unterrichtsziele und Verlauf. PISA 2006 misst daher Interaktion als den Grad der inhaltlichen Interaktion zwischen Schüler und Lehrer in Diskussion und Klassengespräch und den Grad an Einbringungsmöglichkeiten von Ideen und Meinungen der Schülerinnen und Schüler in den Unterrichtsverlauf: „Ein interaktiver Unterricht zeichnet sich vor allem durch kooperative Lernformen, Schülerdiskussionen und gemeinsame Lehrer-Schüler-Interaktionen aus.“ (Kobarg, u.a. 2008, S. 269.) Im Rahmen der PISA Erhebung berichten ca. die Hälfte deutscher Schüler in den meisten oder allen Stunden über interaktive Lehr- und Lerninhalte. (Vgl. Seidel et al. S.153 f.)

Widerkehrende Grundzüge in Bezug auf den Begriff der Wechselwirkung sind allen Definitionen gemein. Unterschiede finden sich bei der Begriffsdefinition zwischen den Gegenständen der Interaktion, wobei stets zwischen Lernendem und einem Lehrgegenstand (Lehrperson) ausgegangen werden kann. Fiesser und Kiupel (1999) verwenden den Begriff der Interaktion und des interaktiven Lernens für den Bereich der Science Center und übertragen den Lehrgegenstand der Interaktion auf Exponate des Lernortes.

Die Interaktion mit dem Gegenstand des Exponats zeigt sich dabei im Wortsinn deutlich ergiebiger, als bei der typischen Anwendung auf Computer. Interaktivität an Computern ist tatsächlich deutlich beschränkter, als an interaktiven Exponaten, „die Besucher und Besucherinnen in weiten Grenzen manipulieren können.“ (Fiesser/Kiupel 1999, S.148.) (Vgl. Kapitel 1.1) „Schon die Hardware lässt nur wenige Handlungen zu. In den meisten Fällen ist es gerade eben die Bedienung der Maus, mit der Einfluss auf das Programm genommen werden kann.“ (Fiesser/Kiupel 1999, S. 148.)

Aus der Interaktion ergeben sich nach Fiesser und Kiupel drei Dimensionen der Wirkung interaktiver Exponate auf Besucher von Science Centern:

- Affektive Dimension
- Kognitive Dimension
- Soziale Dimension

Freude und „attracting Power“ (Fiesser/Kiupel 1999, S.148.), die innere Ergriffenheit oder Beeindruckung durch das Exponat, kennzeichnen die Gefühlsebene. Eingeleitete Denkprozesse mit nachhaltiger Wirkung kennzeichnen die erkenntnisbezogene Ebene. Die soziale Dimension ergibt sich aus Gesprächen und Diskussionen, die sich aus der Interaktion mit dem Exponat ergeben. Diese konstruktiven Interaktionen (Vgl. Kiupel 1996, S. 14 ff.) lassen sich konzeptionell um destruktive Interaktionen erweitern. Rasche, verbale Fremdinformation, enge oder schwer nachvollziehbare Gestaltungsparameter, formale, unverständliche Messmethoden oder ein enger Zeitrahmen, negative Vorerfahrungen, Sättigung durch parallele- oder vorrangigere Sinneseindrücke oder mangelndes Interesse sind Faktoren, die eine Interaktion zwischen Lehrendem (hier das Exponat) und Lernendem hindern oder abbrechen lassen. (Vgl. Fiesser/Kiupel 1999, S. 149.)

Interaktion lässt sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit somit auf zwei Ebenen ansetzen, wie sie Schenzer (2006) auch für das Projekt phänoLab beschreibt: „Interaktivität von Mensch zu Mensch und zwischen Menschen und Sachen“ (Schenzer 2006, S. 37.), genauer die von Fiesser und Kiupel beschriebene soziale Wechselwirkung zwischen den Lernenden, die im sokratischen Sinne die Rollen von Lehrenden und Lernenden stetig wechseln und die kognitive und affektive Wechselwirkung des Phänomens bzw. Exponats mit dem Lernenden.

Die Form des interaktiven Lernens, wie auch Wagenscheins Formen des genetisch, sokratisch, exemplarischen Lehrens, lassen sich nach diesen ausführlichen Darstellungen abschließend in einen weiteren Gesamtzusammenhang einordnen. Sie stellen sich in ihren Ausprägungen, Zielen und Ergebnissen als Teil des weithin bekannten entdeckenden Lernens, genauer des forschenden Lernens nach Bruner dar. Forschendes Lernen ist das Entdecken subjektiv neuer Lerninhalte in Abwesenheit von Hinweisen, Ratschlägen, oder Anweisungen wobei die Entdeckung und Problemlösung in Gruppen oder individuell über längere Zeiträume als Hauptmethode der Wissensvermittlung

dient (Vgl. Kircher/Girwidz/Häußler, 2009, S.174 f.) Unter dem Aspekt der Genese von Persönlichkeitsmerkmalen wird das forschende Lernen als förderlich für intrinsische Motivation, Interessengenerierung, Selbstvertrauen, Persönlichkeitsentwicklung und Kommunikationsfähigkeit angesehen. (Vgl. Kircher/Girwidz/Häußler, S.175f.)

Die dargestellten Prinzipien werden im folgenden Kapitel in Zusammenhang mit dem Projekt Miniphänomente gebracht.

### 1.2.3 Die Miniphänomente aus Sicht didaktischer Prinzipien

In den vergangenen Abschnitten wurden die Prinzipien Martin Wagenscheins und der Ansatz des interaktiven Lernens ausführlich dargestellt. Diese sollen nun in einen Zusammenhang mit dem Projekt Miniphänomente gebracht werden.

Zentral für die Miniphänomente ist der interaktive Charakter. Die Interaktion findet dabei auf die Exponate bezogen als Wechselwirkung zwischen Schüler und Phänomen als Exponat statt (Vgl. Kapitel 1.1). Die Interaktion findet darüber hinaus auch auf der Ebene Schüler untereinander und hypothetisch angenommen zwischen Eltern und Schülern statt.

Es zeigten sich ebenfalls Schnittmengen zu Wagenschein'schen Prinzipien des genetisch, sokratisch, exemplarischen Lernens. Im sokratischen Sinne finden durch die Miniphänomente idealtypisch „soziale Interaktionen“, wie Fiesser und Kiupel sie beschreiben zwischen Schülern untereinander statt. Das exemplarische Prinzip zeigt sich besonders deutlich im Projekt Miniphänomente, da das gesamte Experimentierfeld exemplarischen Gesichtspunkten unterlegen ist. Alle Exponate sind aus größerer Grundauswahl erprobt und dienen als Startphänomene mit Strahlencharakter auf weitere Gebiete der Physik. (Vgl. Kapitel 1.2.1)

Die empfohlene Bereitschaft auf Konventionsverzicht sowohl in zeitlicher, wie auch inhaltlicher Richtung muss dabei von den Lehrkräften eingegangen werden. Störungen der Lehrkräfte durch vorschnelle Antworten oder das Anlegen von didaktischen Lehrpfaden können den exemplarischen Charakter des Experimentierfeldes leicht zerstören. Der Schulleitung kommt es zu den exemplarischen Charakter zu ermöglichen und möglichst viele Exponate in wechselnder Konstellation frei neben dem Unterricht zugänglich zu machen.

Der genetische Zugang im Sinne einer Ergriffenheit wird in der Miniphänomente durch die Exposition am Exponat erreicht. Auch hier ist die erfahrungsbasierte Auswahl der Miniphänomente dahingehend optimiert, neben einer emotionalen Grundzugänglichkeit zum Lernenden (affektive Dimension nach Fiesser), kognitive Konflikte im Sinne von Jean Piagets Akkomodationstheorie (kognitive Dimension nach Fiesser) auszulösen. Der teilnehmenden Schule kommt auch hier

ein wesentlicher Beitrag zu das intensive Durchdringen durch wiederkehrende anregende Lernsituationen (Lernumfeld im Schulflur) zu gestalten, den Stationen also den notwendigen Raum zu geben, sie regelmäßig zu wechseln, kaputte Stationen zu entfernen und die Stationen durch eine ästhetische, ruhige Umgebung zu unterstützen.

Der genetische Charakter der Stationen kann auch im Unterrichtseinsatz dienen. Aus Einzelbetrachtungen und empirischer Analyse ist bekannt, dass soweit es ihnen möglich gemacht wird, Kinder die Anpassung und Neugestaltung der Phänomene an Exponat oder in anderen Situationen wahrnehmen. (Vgl. Asmussen, 2007 S 140 f.) (Vgl. Sauer, 2005 S. 178 ff.) Die Exponate der Miniphänomente können so durch zusätzliche Materialien das Ergründen der Phänomene noch erweitern.

Allgemein üben weitere Ansätze Wagenscheins Einfluss auf das Projekt aus. Die unter 1.2.1.3 beschriebenen Grundsätze Wagenscheins können alle für das Projekt Miniphänomente bestätigt werden.

Das Projekt Miniphänomente ist damit an Hand verschiedener didaktischer Prinzipien dargestellt, wobei Auslassungen und Anpassungen zu erkennen sind. Eine weitere Darstellung und Abgrenzung des Projektes gelingt durch Vergleich zum Forschungsfeld naturwissenschaftlicher Interventionsprojekte, speziell dem Bereich der Schülerlabore, wie im folgenden Abschnitt ausgeführt wird.

### 1.3 Schülerlabore als Interventionsprojekte mit gleicher Zielsetzung

Das Feld der Schülerlabore, ebenfalls Interventionsprogramme zur Förderung naturwissenschaftlicher Bildung, ist geeignet das Projekt Miniphänomente durch Abgrenzung und Überschneidung noch einmal zu verdeutlichen. Schülerlabore richten sich z.T. an ähnliche Klientel, meist jedoch an deutlich ältere Schülerinnen und Schüler. In ihrem Förderungsziel und in einigen didaktischen Ansätzen finden sich Gemeinsamkeiten oder Ähnlichkeiten zum Projekt Miniphänomente, andere Merkmale unterscheiden sich deutlich voneinander. Aktuelle Forschung im Feld der Schülerlabore zielt ebenfalls auf die Veränderung von Persönlichkeitskomponenten ab, kann somit einen Mehrwert zur Darstellung des Projekts Miniphänomente liefern.

Schülerlabore sind Lerneinrichtungen von Universitätsinstituten, Forschungseinrichtungen oder Industrieunternehmen primär singulären Besuchscharakters in denen Fachpersonal zu spezifischen Themen vor allem alltagsbezogene und experimentell geprägte Lernanreize unterschiedlicher Freiheitsgrade bietet.

Euler (2009) definiert Schülerlabore als außerschulische Einrichtungen, „*die ganzen Schulklassen Begegnungen mit modernen Natur- und Ingenieurwissenschaften ermöglichen. Dies geschieht im Rahmen geeigneter Lernumgebungen mit Laborcharakter, die Schülerinnen und Schüler zur aktiven Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen und Methoden anregen. Die Authentizität der Arbeitsweisen und Lernerfahrungen steht dabei im Zentrum.*“ (Euler 2009, S. 799.)

### 1.3.1 Vergleich der Miniphänomene zum Feld der Schülerlabore

Historisch haben sich Schülerlabore erstmals gegen Ende der 90er Jahre gegründet. Als Vorreiter der Bewegung sind z.B. das physik.begreifen@desy.de Schülerlabor am Deutschen Elektronensynchrotron in Hamburg (1997) (Vgl. Ong 2005, S.13 ff.), das XLAB der Universität Göttingen (1999) oder das TheoPrax des Fraunhofer-Instituts für chemische Technologie in Pfinztal (1996) zu nennen.

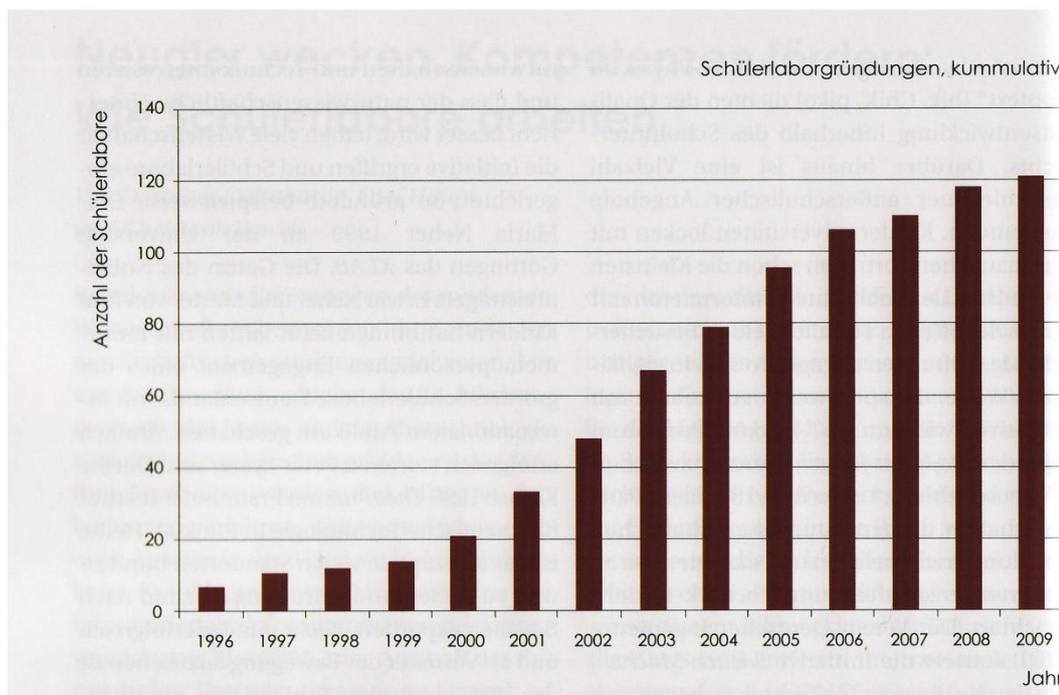


Abbildung 4: Schülerlaborgründungen 1996 - 2009  
Dänhardt/Haupt/Pawek, 2009, S.14.

Die Darstellung zeigt die Entwicklung der Schülerlaborbewegung im Zeitraum von 1996 bis 2009, in der ein massiver Anstieg zu Beginn des neuen Jahrtausends auszumachen ist. Schülerlabore sind in jedem Bundesland zu finden.

Spitzenreiter bei der Anzahl von Schülerlaboren ist das Bundesland Nordrhein-Westfalen, die neuen Bundesländer Thüringen, Sachsen-Anhalt oder Mecklenburg-Vorpommern liegen anteilig zurück. Gemessen an der Schülerzahl zeigt sich ein differenzierteres Bild. Nordrhein-Westfalen erreicht bei der hohen Anzahl von Schülerlaboren nur etwa drei Prozent aller Schüler, Sachsen dagegen

erreicht ein Viertel seiner Schüler.<sup>9</sup> Schleswig-Holstein liegt mit sieben Schülerlaboren bei einer Durchdringungsquote von ca. vier bis fünf Prozent. Die größte Anzahl an Schülerlaboren ist aktuell im Netzwerk „Lernort Labor“ organisiert, einem Zentrum für Beratung und Qualitätsentwicklung zur Kommunikation und Förderung von Schülerlaboren. (Vgl. Dänhardt/Hildebrandt/Euler, 2005, S. 30.)

<b>Organisation</b>	<b>Anteile der Labore</b>	<b>Teilnehmer 2008</b>
Hochschulen	46%	89.418
Forschungseinrichtungen	18%	44.073
Science Center und Museen	8%	69.921
Technologie- und Gründerzentren	7%	90.314
Industrie	6%	32.090
Sonstige	15%	80.525

Abbildung 5: Trägerschaft Schülerlabore  
Dänhardt/Haupt/Pawek, 2010, S.26.

Sechs Gruppen von Schülerlaboren lassen sich an Hand ihrer Trägerschaft unterscheiden.

Hochschulen und Forschungseinrichtungen stellen den Großteil deutscher Schullabore, Technologie und Gründerzentren erreichen bei viel geringerem Anteil allerdings höhere Besucherzahlen.

Euler (2010) beschreibt die Lernumgebung Schülerlabor als vergleichsweise komplex. „Sie bettet die praktische Arbeit in interessante thematische und methodische Kontexte ein und geht vielfältige Wege, um die Lernenden anzuregen, selbst aktiv zu werden.“ (Euler, 2010, S. 32.)

Zentrale Ziele von Schülerlaboren beschreiben Dänhardt, Haupt und Pawek:

- „Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit von Kindern und Jugendlichen für Naturwissenschaft und Technik.
- Vermittlung eines zeitgemäßen Bildes dieser Fächer und ihrer Bedeutung für unsere Gesellschaft und deren Entwicklung.

---

<sup>9</sup> Anm.: Das Futurelab Schülerlabor ist Vorreiter deutscher Schülerlabore mit jährlich 70.000 Besuchern. (Vgl. Dänhardt, Haupt, Pawek 2010 S. 16)

- Ermöglichen von Einblicken in Tätigkeitsfelder und Berufsbilder im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich.“

(Dänhardt/Haupt/ Pawek, 2010 S.14.)

Daneben macht Euler als Kernziel von Schülerlaboren die Verstärkung erfahrungsbasierten Lernens vor dem Hintergrund der Begeisterung für Naturwissenschaft und Technik (Vgl. Glug et. al. 2005, S. 28ff.) aus und gibt weiterhin an:

- „Selbstständige Auseinandersetzung mit authentischen Forschungs- und Entwicklungszusammenhängen und Arbeitsweisen im Rahmen aktivierender Lernformen
- Schaffung von Möglichkeiten des Dialogs und der Auseinandersetzung mit aktuellen, z.T. kontrovers diskutierten Themen naturwissenschaftlicher Forschung.“

Weitere Ziele der in breitem Spektrum ausgerichteten Labore sind Imageverbesserung (speziell Physik und Chemie) und Darstellung innovativer Konzepte aus Forschung und Entwicklung (speziell bei an Unternehmen gekoppelten Laboren).

Dänhardt, Haupt und Pawek unterstreichen, dass zur Umsetzung der Ziele „Experimente, praktische Aktivitäten und projektartige Arbeitsformen eine zentrale Rolle [spielen] und das „Lernumfeld [...] zur aktiven Auseinandersetzung mit möglichst lebensweltbezogenen, authentischen Problemen aus Forschung und Entwicklung anregen [soll]. (Dänhardt/Haupt/Pawek, 2010, S.14.)

Im Hinblick auf diese Punkte zeigen sich Überschneidungen zum Miniphänomenta-Projekt in den Punkten eins, zwei und vier. Punkt eins stellt sich dabei als generelles Ziel dar, Punkt zwei ergibt sich bezogen auf die interaktive, alltagsbezogene Methodik des Lernvorgangs und Punkt vier ebenfalls bezogen auf die Methodik eines forschenden Lernens, oder genauer „Verstehen Lernens“ wie es in der Forschung notwendig ist (Vgl. Kapitel 1.2.1). Es entspricht nicht der Konzeption des Projektes Miniphänomenta einen Einblick in aktuelle Forschungsthemen und Tätigkeitsfelder zu geben.

Euler (2010) beschreibt als weiteres Charakteristikum von Schülerlaboren das Spannungsfeld zwischen angeleitetem und offenem Lernen aus dem sich ein deutlicher Unterschied zwischen Schülerlaboren und dem Projekt Miniphänomente ergibt.

Klassischen Schulunterricht siedelt Euler auf einer eindimensionalen Skala von Anleitung und Selbstständigkeit überwiegend im äußerst linken, strukturgeleiteten Bereich an. Schülerlabore siedeln sich im weiteren Verlauf je nach spezifischer Ausprägung im mittleren bis rechten Bereich der Skala an. In dieses Bild lässt sich das Experimentierfeld der Miniphänomente auf Grund seines exemplarischen Charakters im äußerst rechten, offenen, selbstgesteuerten Spektrum einordnen, womit gleich weitere Unterschiede zu erwähnen sind. Vorher soll mit folgender Abbildung der Unterschied zwischen Miniphänomente Experimentierfeld und Schülerlabor noch klarer dargestellt werden.

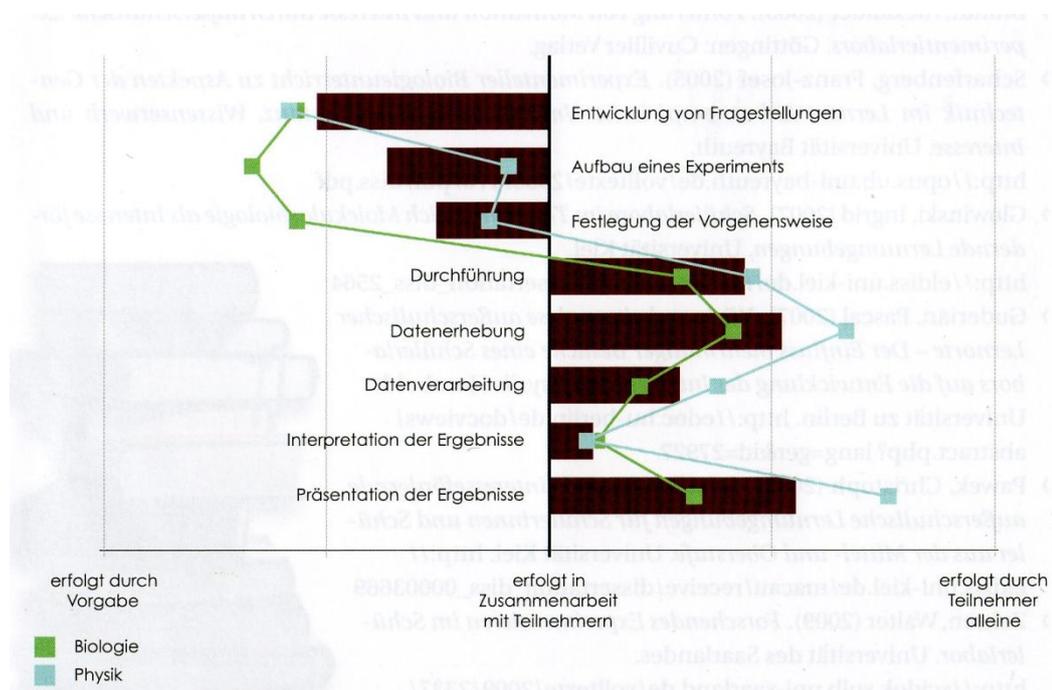


Abbildung 6: Selbstständigkeit in verschiedenen Bearbeitungsphasen  
Dänhardt/Haupt/Pawek, 2009, S.35.

Dargestellt ist der „Grad an Selbstständigkeit in verschiedenen Bearbeitungsphasen experimenteller Aufgaben nach Angaben der Laborbetreiber [in den Fachbereichen Physik und Biologie (Mittelwerte einer fünfstufigen Skala, Balken: alle Labore)“ (Euler 2010, S.35.)

Die [Entwicklung von Fragestellungen] zeigt sich in Physiklaboren als stark vorgegeben, [Aufbau eines Experiments] und [Festlegung der Vorgehensweise] beim Experimentieren nehmen mittlere Autonomiewerte an. [Durchführung], [Datenerhebung], [Datenverarbeitung] und [Präsentation der Ergebnisse] zeigen sich frei orientiert. Die [Interpretation der Ergebnisse] zeigt sich wieder stärker auf die Laborleitung zentriert, bzw. auf Zusammenarbeit mit den Laborleitern ausgelegt. Der schon beschriebene offenere Charakter des Projektes Miniphänomente ergibt hierzu unterschiedliche Ausprägungen, wobei diese sich wieder nur auf die grundsätzliche Projektauslegung und nicht auf tatsächlich erhobene Rückmeldungen der Teilnehmer beziehen.

Das Experimentierfeld der Miniphänomente kann in eben dargestellte Bearbeitungsphasen eingeordnet werden. Außen vor bleibt dabei allerdings die [Datenerhebung] und [Datenverarbeitung], soweit damit quantitative Daten gemeint sind. Experimentierfeld, Konzept (Vgl. Kapitel 1.2.3) und Zielgruppe sind nur wenig quantitativer Datenaufnahme zugänglich. Beobachtungen am Experimentierfeld zeigen allerdings sehr wohl die Aufnahme und Verarbeitung von Datenmaterial im qualitativen Sinne. (Vgl. Sauer, 2005, S. 162 f.)

[Entwicklungen von Fragestellungen] sind im Experimentierfeld Miniphänomente deutlich autonomer eingestuft. Sie erfolgen im Experimentierfeld und im Einsatz des Exponates im Unterricht nach Wagenschein durch Vorgabe aus dem Phänomen selbst. Praktisch ergeben sich Fragestellungen durch Interaktion der Teilnehmer mit dem Exponat und untereinander. (Vgl. Kapitel 1.2.1) Gleichsam ist die [Festlegung der Vorgehensweise] deutlicher in Händen der Teilnehmer, da das Experimentierfeld auf Versuchsanleitungen, „kochbuchartige Labortätigkeit“ (Euler, 2010, S. 35.) oder mündliche Anmerkungen und Einmischungen von Lehrerseite verzichtet. Eine Orientierung zur Zusammenarbeit mit Teilnehmern ergibt sich nur aus dem Umstand, dass das Experimentierfeld eine grundlegende Vorgabe der Vorgehensweise durch die Konstruktion des Exponats selber gibt. Der [Aufbau eines Experiments] ist damit deutlicher durch Vorgabe erfolgt, als bei Schülerlaboren. Die [Durchführung] des Experiments erfolgt dagegen wiederum in vollkommener Autonomie der Teilnehmer. Die [Interpretation] der Ergebnisse erfolgt im Experimentierfeld ebenfalls ausschließlich frei. Im möglichen Unterrichtseinsatz im Sinne eines sokratischen Gesprächs erfolgt eine hintergründige Leitung durch Lehrkräfte lediglich durch Moderation des

Gespräch, was den freien Ansatz leicht beschränkt. [Präsentation der Ergebnisse] ist kein direkt vorgesehener Prozess des Experimentierfeldes. In Unterrichtssituationen erfolgt die Präsentation eines Ergebnisses ebenfalls in sokratischer Runde durch die Schüler selbst.

Euler beschreibt das soweit umfassend skizzierte Spannungsfeld von Autonomie und Vorgabe als notwendig. Zum einen, vermerkt er mit Bezug auf Kirschner (2006) kritisch, „funktioniert die Wissenskonstruktion in offen gestalteten Lernumgebungen mit minimaler Führung in den wenigsten Fällen.“ (Euler, 2010 S.34.) „Not only is unguided instruction normally less effective, there is also evidence that it may have negative results when students acquire misconceptions or incomplete or disorganized knowledge.“ (Kirschner/Sweller/Clark, 2006, S.84.) Gründe sieht Euler in fehlender Zielorientierung und mangelnder Reflexion. Zum anderen betont er, dass „ein Übermaß an Führung die motivationale Entwicklung und die Entfaltung produktiver Potenziale [lähmt]“.

Schülerlabore richten sich primär an Schüler; Förderung auf Lehrerebene findet darüber hinaus ebenfalls und vermehrt an Standorten mit Lehrerbildungsinstituten statt, die Lehramtsstudenten in die Arbeit im Labor mit einbeziehen.<sup>10</sup> (Vgl. Steffensky, 2007, S.46f.)

Der exemplarische Charakter des Projekts Miniphänomente ist wie ausgeführt gegenüber Schülerlaboren deutlich erhöht, ein Bezug zur Schule allerdings gleichzeitig ebenfalls durch die lokale Anordnung im Schulgebäude zentraler, als externe Lernorte.

---

<sup>10</sup> Anm.: Dreiviertel der Schülerlabore bieten Fortbildungen für Lehrer an, jeweils ca. die Hälfte auch Fortbildungen für Studierende des Lehramts und Referendare. Elternförderung findet in allgemeinen Betrachtungen keine Erwähnung. (Vgl. Dänhardt/Haupt/Pawek, 2010 S.18)

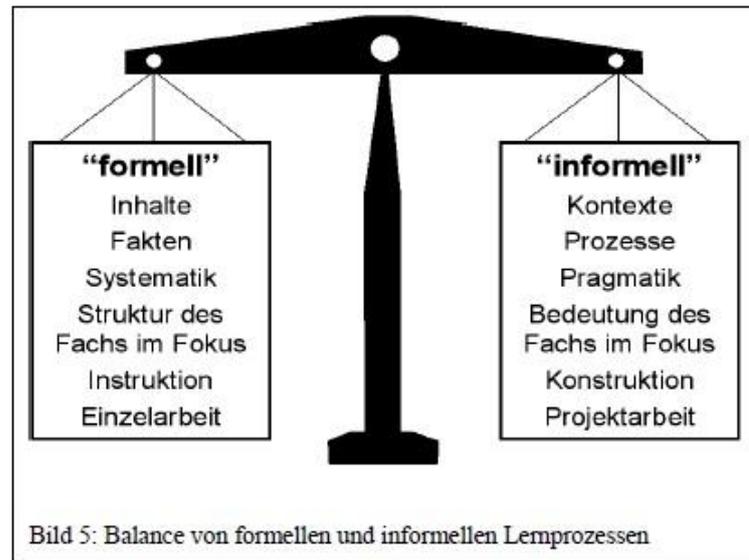


Abbildung 7: Balance von formellen und informellen Lernprozessen  
Euler, 2005, Anhang.

Der Begriff des informellen (lebenslangen, lebensbegleitenden, ergänzend, anknüpfend) (Vgl. Schließmann, 2005, S.7ff.) Lernens wird häufig im Zusammenhang mit Schülerlaboren als Gegensatz zum formellen Lernen in Bildungseinrichtungen genannt.

Euler (2005) beschreibt das informelle Lernen in Schülerlaboren in zahlreichen Punkten different zum formellen Lernen in der Schule. In Schülerlaboren werden primär Kontexte, größere Zusammenhänge oder fachliche und soziale Erfahrungen und Orientierung vermittelt, die sich von reiner Wissensvermittlung, dem Faktenwissen des formellen Lernens unterscheiden. Grund sind die erweiterten zeitlichen (*Prozesse statt Fakten*), räumlichen (*Projektarbeit statt Einzelarbeit*), materialbezogenen (*Konstruktion statt Instruktion*), konzeptionellen (*Bedeutung statt Struktur des Fachs*) und damit auch methodischen Möglichkeiten (*Pragmatik statt Systematik*) der Schülerlabore. (Vgl. Euler, 2005, S.7 f.)

Diesem Bild nach lässt sich das Projekt Miniphänomenta direkt mit dem Bereich des informellen Lernens in Schülerlaboren vergleichen. Formelle Punkte, wie Euler sie angibt, finden sich im Projekt Miniphänomenta nicht wieder.

Schülerlabore werden überwiegend von Wissenschaftlern, technischen Assistenten, abgeordneten Lehrkräften und Studierenden als wissenschaftliche Hilfskräfte und zu Teilen von Ruheständlern und ehrenamtlichen Mitarbeitern betreut.

Vergleicht man die Arbeitsstunden zeigt sich die überwiegende Betreuung durch wissenschaftliches Personal. Lehrkräfte nehmen den geringsten Anteil ein, wobei der Anteil an sonstigen Hilfskräften sehr breit gefächert ist. Das Projekt Miniphänomente ist auch hier schulnäher und setzt auf überwiegende (administrative) Betreuung durch Lehrpersonal.

Schülerlabore richten sich inhaltlich überwiegend an die Klassenstufen 7-10 (37%) und 11-13 (36%), die Schnittmenge zum Projekt Miniphänomente an Inhalten des Primarbereichs bzw. Inhalten der Orientierungsstufe wird nur von ca. 13% bzw. 14 % der Schülerlabore angeboten. Betrachtet man genauer, ist das Experimentierfeld der Miniphänomente in seinen Erfahrungswerten auch der Sexta und Quinta zuzuordnen.

Es lassen sich daher in der fachlich curricularen Ausrichtung Überschneidungen zu ca. einem Viertel der Schülerlabore ausmachen, wobei sich Schülerlabore zumeist auf wenige thematische Punkte mit breiterer Streuung beziehen, die Miniphänomente insgesamt aber ein wesentlich breiteres Themenspektrum einzelner Zugangspunkte abdeckt. (Vgl. Kapitel 1.2.1) Wesentlich ist vor allem auf Schülerebene die wiederholte Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand, den Schülerlabore zumeist nicht zu leisten vermögen.

Nach statistischen und inhaltlichen Vergleichen steht am Ende eine sich aus Erfahrungen zahlreicher Schülerlabore ergebende Checkliste für gelingendes Lernen im Schülerlabor, die Euler (2005) aufstellt:<sup>11</sup>

- „Die Experimente sollen die Lernenden aktivieren, herausfordern und ihre Selbständigkeit sowie Kooperations- und Kommunikationsprozesse fördern.
- Ziel und Zweck der Experimente müssen einsichtig sein und an dem Vorwissen und den Erfahrungen der Lernenden ansetzen.
- In den Aktivitäten sollen keine kochbuchartigen Rezepte umgesetzt werden; vielmehr sollen bei der Planung von Experimenten die

---

<sup>11</sup> Anm.: Euler verwendet den Experimentbegriff im didaktischen Sinne als Kontinuum zwischen geringem und starkem physikalischen Theoriebezug deckungsgleich mit dem Begriff des Versuchs. Der Begriff des Experiments bezieht hier also auch „einfache“ Phänomene und Versuchsaufbauten mit ein, die dem Experimentierbegriff der Physik nicht genügen würden. (Vgl. Euler, 2005, S. 4.)

Vorstellungen und Vermutungen der Lernenden aufgegriffen und produktiv weiterentwickelt werden.

- Hinreichende Kontrolle über die Planung der Arbeit sowie Selbstständigkeit bei der Durchführung müssen gegeben sein ohne die Schülerinnen und Schüler zu überfordern. Es sollten Möglichkeiten bestehen, eigene Ideen zu realisieren und reflektieren, Hypothesen zu testen, Anwendungen zu erproben. Experimente müssen insofern „funktionieren“ als sie den Schülerinnen und Schülern Kompetenzerlebnisse vermitteln.
- Die Experimente sollten die Nutzung von geeigneten Werkzeugen einbeziehen, und zwar sowohl Werkzeuge, die sich auf das engere naturwissenschaftliche Arbeiten beziehen (Beobachten, Messen, Datenaufnahme und –analyse, Visualisieren, Modellieren) sowie Werkzeuge zur Förderung von Schlüsselqualifikationen (Kooperation, Kommunikation, Präsentation der Ideen, Ergebnisse und Produkte).“ (Euler ,2005, S. 12.)

Punkt eins zeigt sich im interaktiven Charakter der Miniphänomenta Exponate (Vgl. Kapitel 1.2.3), Punkt zwei findet sich bestätigt bei Sauer (2005, S.163.), die Punkte drei und vier ergeben sich aus der konzeptionellen Ausrichtung des Projekts (Vgl. Kapitel 1.1). Der Grad an externer Kontrolle ist dabei, wie ausgeführt, zu anderen Schülerlaboren minimal. Punkt fünf ist ebenfalls deckungsgleich zum Projekt Miniphänomenta, soweit die Messung sich auf eigene, dem Menschen selbst innewohnende Messmethoden (Beobachten, Fühlen, Visualisieren, Modellieren, Vergleichen) (Vgl. Asmussen, 2007, S. 234.) bezieht. Schlüsselqualifikationen, wie Kommunikation und Kooperation zeigen sich bei Sauer (Vgl. Sauer, 2005, S. 180 f.), aber auch schon bei Fiesser und Kiupel (Vgl. Kapitel 1.2.2)

Insgesamt zeigen sich über alle dargestellten und verglichenen Punkte Deckungsgleichheiten aber auch markante Unterschiede zwischen außerschulischen Schülerlaboren und dem Schulinterventionsprojekt Miniphänomenta. Die Besonderheiten des Projekts konnten an Hand des Vergleichs deutlich gemacht werden.

### 1.3.2 Zentrale evaluative Arbeiten im Feld der Schülerlabore

Speziell die Analyse von Persönlichkeitskomponenten, wie Interessendimensionen, Einstellungen und Selbstkonzept steht in Bezug zum Kernziel von Schülerlaboren, des „Weckens von Begeisterung“ in breiter Reihe. Das Forschungsfeld kann der vorliegenden Arbeit mit ähnlichen, evaluativen Ansätzen und Ergebnissen einen Einblick in naturwissenschaftsbezogene Interessengenerierung liefern. An einigen Stellen wird dafür detailliert auf die Variable des Interesses und andere Persönlichkeitsmerkmale eingegangen. Unklarheiten zu diesen psychologischen Konstrukten können durch einen Vorgriff auf das Kapitel 1.6 vermieden werden. Hier werden zentrale Definitionen und Theorien zu den Persönlichkeitsmerkmalen des Interesses, der Einstellungsvalenz, Einstellungsstärke und Selbstkonzeptes aufgeführt, die dem Verständnis der evaluativen Arbeit helfen können. Diese Persönlichkeitskomponenten sind wesentlicher Bestandteil des Forschungsfeldes der Schülerlabore. Generell fasst Euler zusammen:

*“Die aktive Beteiligung an Forschungs- und Entwicklungsprojekten, die mit den entsprechenden Erfolgs- und Kompetenzerlebnissen verbunden sind, steigern nicht nur die kognitiven, emotionalen und wertbezogenen Komponenten des Interesses, sondern auch das naturwissenschaftliche Selbstkonzept.“ (Euler, 2009, S.39.)*

Ein differenzierter Blick zeigt im Studienspektrum unterschiedliche Ergebnisse bei der Erhebung dieser Variablen.

Zentrale evaluative Arbeiten liegen chronologisch nach Aktualität durch Engeln (2004), Scharfenberg (2005), Brandt (2005), Guderian (2007), Glowinski (2007), Walter (2009), Streller (2009), Pawek (2009) und Zehren (2009) vor.

Engeln (2004) beschreibt authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Dabei untersucht sie in einer quasiexperimentellen Studie die Interessengenerierung nach dem

Krapp`schen Objektrelationsmodell (Vgl. Kapitel 1.6.1) an fünf Schülerlaboren in einem post/follow up Design über einen Zeitraum von 12 Wochen.

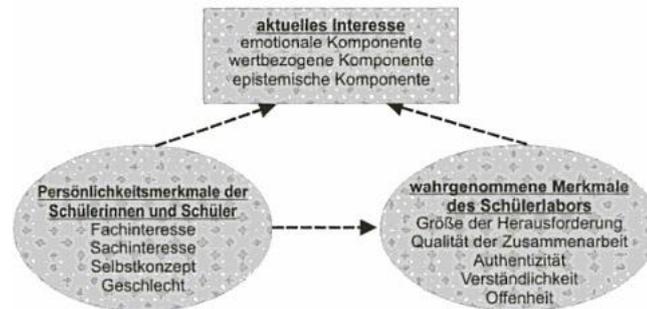


Abbildung 8: Überblick über die berücksichtigten Variablen  
Engeln, 2005, S.255.

Als Untersuchungsvariablen erhebt sie in Anlehnung an die Kieler Gruppe aktuelles Interesse in verschiedenen Ausprägungskomponenten und Sach- und Fachinteresse, fachspezifisches Selbstkonzept, sowie Authentizität, Herausforderung der Lernsituation, Offenheit der Lernsituation, Verständlichkeit der Lernsituation und Zusammenarbeit. Jungen und Mädchen zeigen sich dabei gleichwertig in ihrem Interesse entwickelnd, „der Besuch eines Schülerlabors [wird] von Mädchen und Jungen gleichermaßen als interessant erlebt.“ (Engeln, 2005, S. 255.), „es tritt nicht der berüchtigte „gender-gap“ des normalen Physikunterrichts auf.“ (Euler, 2005, S.8.)

Sowohl emotionale, wie auch wertbezogene und epistemische Komponenten des Interesses misst Engeln entwickelnd. Zwischen emotionaler Komponente des Interesses und der Offenheit und Verständlichkeit der Lernsituation ergibt sich für Engeln ein korrelativer Zusammenhang. Situationales Interesse wird nach Engeln speziell durch die „Größe der Herausforderung“ der gestellten Aufgabe geprägt. Insgesamt zeigt sich beim aktuellen Interesse ein geteiltes Bild, bei dem die wertbezogene Komponente des Interesses Zuwächse zu verzeichnen hat, bei gleichzeitiger Minderung der emotionalen und epistemischen Komponente des Interesses. Größte Einflussgröße auf das aktuelle Interesse ist nach Engeln das Sachinteresse (Vgl. Kapitel 1.6.1) also das Interesse am behandelten Themengebiet.

Scharfenberg (2005) analysiert in einem Experimental/Kontrollgruppendesign, die Entwicklung von Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse im experimentellen Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort eines Schülerlabors.

Auf Grund geringer inhaltlicher Überschneidung des auf Biologie bezogenen Interventionsprojektes zum vorliegenden Forschungsgegenstand sei nur der Teilaspekt des Interesses erwähnt, bei dem sich themenabhängige Geschlechterunterschiede vor dem Hintergrund eines allgemein größeren Interesses an Biologie durch Mädchen zeigen. Die Entwicklung des Interesses zeigt sich auch hier in nicht allen erhobenen spezifischen Interessenbereichen gleichermaßen homogen. Geringe Zuwächse sind stärker der Gruppe der Mädchen zuzuordnen. „Die epistemische Tendenz zur Erweiterung des Interesses bleibt auf sehr hohem Niveau erhalten.“ (Scharfenberg, 2005, S.206.), während allgemein ein abflachender Trend beim Interesse zu erkennen ist.

Brandt (2005) untersucht in pre/post follow up Design mit baseline die Förderung von intrinsischer Motivation, Fähigkeitsselbstkonzept und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors an Hand des chemiebezogenen Schülerlabors teutolab. Über kurze Zeiträume erkennt Brandt dabei Verbesserungen des Selbstkonzeptes und der intrinsischen Motivation zur Teilnahme am Unterricht.

Speziell die Verbesserung des Selbstkonzeptes erachtet er als bedeutsam, „als sich in der Forschung heraus gestellt hat, dass diese Variable eine zentrale Modellvariable der Leistungsmotivation ist [...] [und] den stärksten Prädiktor von Kurswahlen von Schüler/-innen darstellt, noch vor der Zeugnisnote und dem Interesse.“ (Brandt, 2005, S.168.)

In Übereinstimmung zu Engeln sieht Brandt keinerlei Unterschiede in der Entwicklung der Komponenten zwischen den Geschlechtern. Zu den zentralen Erkenntnissen Brandts gehört darüber hinaus eine Ausschlussgrenze der interessenbezogenen Wirksamkeit. Eintägige Bildungsangebote bewirken keine Stabilisierung oder Förderung von Interessen. (Vgl. Brandt, 2005, S.185ff.)

Guderian (2007) unternimmt eine Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte, speziell zum Einfluss mehrmaliger Besuche und schulischer Einbindung eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik in den Jahrgangsstufen fünf bis acht. Aus der Warte der Empirie befasst sich die Studie in einem pre/post/follow up Design mit baseline mit den Variablen des Sachinteresses, aktuellem Interesses im POI Modell nach Krapp (Vgl. Kapitel 1.6.1) und der Einbindung in den Unterricht; Untersuchungsgegenstand ist das UniLab der HU-Berlin. Unter dem Aspekt der Validität ist Guderians Studie nur

bedingt übertragbar, da sich die Ergebnisse auf sehr eingeschränkte Stichprobengrößen ( $n=10$  bis  $n=25$ ) beziehen, was in Einzelfällen sogar zum direkten Wegfall von Kontrollgruppen aus dem Design führt. (Vgl. Pawek, 2009, S.58f.) Guderians Arbeit soll daher nur kurz skizziert werden. Guderian stellt für die 5. Klassen ein geschlechterübergreifendes Absinken der Werte in allen Komponenten des Interesses nach dem ersten Besuch fest, das sich im weiteren Verlauf zum Ausgangswert wieder stabilisiert. Guderian gibt dafür einen „Gewöhnungseffekt auf hohem Niveau“ (Guderian/Priemer/Schön, 2006, S.147.) in Bezug zum Schülerlabor an. Die Jahrgangsstufe acht zeigt sich durch diesen „Gewöhnungseffekt“ nicht betroffen. Es ergeben sich (mit Ausnahme der epistemischen Komponente) geschlechterübergreifend keine signifikanten Unterschiede im aktuellen Interesse zwischen den Laborbesuchen. Guderian ordnet seine Ergebnisse als „catch“ Komponente (Vgl. Kapitel 1.6.1) des Interesses ein; die Schülerlabore zeigen sich nach ihm als kurzfristige Interessenentwickler. Einen Ansatz zur Interessengenerierung im Sinne einer langfristigen „hold“ Komponente (Vgl. Kapitel 1.6.1) sieht er durch stärkere curriculare Einbindung. (Vgl. Guderian/Priemer, 2008, S. 29.) Bestätigt sieht er dies durch konstanten Verlauf der epistemischen Komponente bei gleichzeitiger Unterrichtseinbindung im Rahmen seiner Untersuchung der 8. Klassen. Guderian macht als weiteren Einflussfaktor auf die Interessengenerierung in Schülerlaboren das Alter aus: „Über den gesamten Interventionszeitraum mit drei Besuchen eines Schülerlabors bewegten sich die Werte der wertbezogenen und vor allem der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses der Fünftklässler auf signifikant höherem Niveau als die der Achtklässler (große Effektstärken).“ (Guderian/Priemer 2008, S.30.)

Glowinski (2007) untersucht im Rahmen einer explorativen Fragebogenerhebung im post-Test /follow up Design<sup>12</sup> „Schülerlabore im Themenbereich

---

<sup>12</sup> Anm.: Auch bei Glowinski sind Zweifel an der Validität des Verfahrens und somit der Ergebnisse der Studie angebracht, da im Design der Studie kein pre-Test und keine Kontrollgruppe verwendet wurden. Auch wenn Glowinski eine hohe externe Validität der Studie angibt (Vgl. Glowinski, 2008, S. 89.) muss dies bezweifelt werden, da z.B. an anderer Stelle von Effekten gesprochen wird die auf Inhomogenität der Stichprobe (überwiegende Leistungskurschüler) zurückzuführen sind (Vgl. Glowinski, 2007, S.215.). pre-Tests sind speziell bei kleinen Stichprobengrößen unbedingt erforderlich, um die mangelnde Randomisierung (Vgl. Glowinski, S. 89.) zu kompensieren. Das Fehlen der Kontrollgruppe im Design macht die Studie anfällig, da nicht auszuschließen ist, dass Störgrößen, wie z.B. Reifungsprozesse Einfluss auf die Ergebnisse

Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen“ in der Sekundarstufe II. Speziell betrachtet sie dabei, inwieweit sich Schulanbindung, Merkmale der Lernumgebung und Merkmale der Schüler auf die Interessengenerierung auswirken. (Instruktionsqualität, Unterrichtseinbindung, Einblick in Forschung, Aktuelles Interesse, Sachinteresse, epistemische Komponente des Interesses, Fähigkeitsselbstkonzept und „basic-needs“ als Kompetenz-, Autonomie- und Eingebundenheit erleben). (Vgl. Kapitel 1.6.1)

Geschlechterhomogen ist auch hier das Ergebnis der Untersuchung. Als zentrales Ergebnis zeigt sich, dass „Interessanz der Lernumgebung Schülerlabor sich nicht aus der Gesamtwirkung aller Gestaltungsmerkmale dieser außerschulischen Lernumgebung auf das Interesse der Lernenden ergibt, sondern als Zusammenwirken mehrerer, voneinander zu trennender Faktoren.“ (Glowinski, 2007, S.212.)

Speziell das Experimentieren und die authentische Lernumgebung macht Glowinski als Einflussfaktoren auf die Schülermerkmale aus. Glowinski attestiert Schülerlaboren darüber hinaus „auch bei Lernenden mit geringer ausgeprägten Interesse an den Naturwissenschaften, ein aktualisiertes Interesse an den Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung auszulösen.“ (Glowinski, 2007, S.213.), dieses ist jedoch geringer, als bei Schülern mit einem bereits hohen individuellen Interesse.

Die Qualität der Instruktion spielt bei schwach vorgeprägten Schülern eine wesentliche Rolle; ebenso wirken sich auch andere Merkmale des Schülerlabors stärker auf sie aus, als auf bereits stärker individuell interessierte Schüler. Mittelfristige Effekte stellen sich auch bei Glowinski lediglich als Tendenzen einer Stabilisierung dar, was sich auf die einmalige Anwendung des treatments zurückführen lässt.

Speziell das Interesse an Kontexten und an Experimenten sinkt im Vergleich zu stabilen Interessen an der Lernumgebung. (Vgl. Glowinski, S.218 ff.) Relevant stellt sich vor allem der Einfluss der „basic-needs“ dar. „Einzig die Skala ‚soziale Eingebundenheit‘ korreliert höchstsignifikant mit allen Skalen des aktualisierten

---

genommen haben. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.547 f.) Festzuhalten bleibt neben schon erwähnten Einschränkungen, dass sich Glowinskis Studie lediglich auf den einmaligen, eintägigen Besuch eines Schülerlabors bezieht, was aus Sicht der Interessentheorie keine starken Ausprägungen erwarten lässt.

Interesses und ist ein Beleg dafür, dass die Zusammenarbeit und die Kommunikation der Lernenden untereinander im Hinblick auf alle Aspekte des Aufenthalts im Schülerlabor bedeutsam sind.“ (Glowinski, 2007, S.148.) Das Autonomieerleben und Kompetenzerleben als Prädiktoren für Interessengenerierung zeigten sich bei Glowinski entgegen der Theoriedarstellung nicht korrelativ mit dem aktuellen Interesse. Einen hochkorrelierten Zusammenhang findet Glowinski zwischen dem Experimentieren und den drei „basic-needs“; diese werden somit in hohem Maße durch diese Form des Lehrens befriedigt.

Pawek (2009) untersucht in einem pre/post/follow-up Design im Schülerlabor DLR\_School\_Labs entwickelte Interessen nach dem Modell der Münchner Gruppe in ihrer Ausprägung als dispositionale Interessen und situationsgebundene, aktuelle Interessen, sowie abhängige Variablen des Selbstkonzepts oder Umgebungsfaktoren, wie Betreuung, Verständlichkeit, Atmosphäre oder Authentizität der Schülerlabore. Im Ergebnis findet Pawek eine noch über Wochen erkennbare, allgemeine Förderung des Interesses und sogar Tendenzen zur Förderung des dispositionalen Interesses durch Schülerlabore. Das aktuelle Interesse sieht er selbst durch einzelne Besuche deutlich in seinen drei Komponenten geweckt. „Bezüglich der Interessenförderung zeigt sich, dass die Veranstaltungen in den Schülerlaboren nahezu allen Schülern im Sinne der emotionalen und der wertbezogenen Komponente des aktuellen Interesses viel Spaß bringen und als eine persönlich wichtige Erfahrung eingestuft werden. Hinsichtlich der epistemischen Komponente möchte sich jede zweite Person mit den behandelten Themen weiter beschäftigen.“ (Pawek, 2009, S. 181.)

Dispositionale Sachinteressen werden nach Pawek nicht durch das Schülerlabor gestärkt, dispositionale schwach ausgeprägte Interessen können aber durch Schülerlabore in gleicher Weise hinzugewinnen, wie bereits stark ausgeprägte Interessen.

Zehren (2009) beschreibt Konzept und Evaluation des Chemielabors NanoBioLab, einem stark offen ausgelegten Schülerlabor. Auf Grund der geringen Deckungsgleichheit zum Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit sei nur kurz auf die zentralen Ergebnisse eingegangen, die im Wesentlichen vorrangig ausgeführten Ausführungen untermalen sollen. Zehren findet bei den Schülerinnen und Schülern der Schülerlabore eine positive Bewertung der Labormerkmale, eine Verbesserung der Qualität epistemischer Fragen, größeres

Selbstvertrauen, Interesse und Einfallsreichtum, bessere Ideen bei der Konzeption von Forschungsfragen, gesteigerte intrinsische Werte beim Chemie lernen und eine Präferenz zu frei gestalteten Experimenten. (Vgl. Zehren, 2009, S.10ff.)

In Bezug auf Interessenoptimierung durch Schülerlabors hat die KieWi & Co Initiative (Kinder entdecken Wissenschaft) an der Freien Universität Berlin ein außerschulisches Chemie-Schülerlaborkonzept für die Primarstufe entwickelt, dass im Sinne einer Meta-Betrachtung, Erfahrungen der voran beschriebenen Studien umsetzt.

Kinder können bei KieWi & Co ab dem 3. Schuljahr zwei Jahre lang an wöchentlichen, aufeinander aufbauenden Experimentierkursen teilnehmen. Bolte (2007) beschreibt als fördernden Kernpunkt zuerst die Wiederholung des treatments regelmäßig und über einen längeren Zeitraum hinweg, „damit die Kinder nicht nur erste naturwissenschaftliche Fertigkeiten entwickeln und motivationale Präferenzen ausbilden, sondern auch sich ihrer erworbenen Fähigkeiten und Interessen bewusst werden können.“ (Bolte, 2007, S.222.)

Weiterer Kernpunkt ist die Ausbildung von Freundschaften und sozialen Kontakten, das „Erleben sozialer Eingebundenheit und das Erkennen, dass auch andere Kinder ähnliche naturwissenschaftliche Neigungen und Interessen haben“ (Bolte, 2007, S.222.)

Phänomenorientierung und offene, alltagsnahe, autonome und interaktive Gestaltung der Lerneinheiten sind weiterer Eckpfeiler, die primär dem Kompetenzerleben dienen. Grundlegend wurde das Projekt auf die Ebene der Grundschul Kinder ausgelegt, die sich generell durch hohes Interesse an Naturwissenschaften auszeichnen (Vgl. Kapitel 1.4) „eine Disposition, die mit zunehmendem Alter vor allem mit Blick auf die Physik und Chemie stetig abzunehmen scheint“ (Bolte/ Streller, 2006, S. 68.)

Die zentralen Punkte des Projektes nehmen damit Rücksicht auf die Interessengenerierung im Kindesalter und stehen im Einklang mit „basic-needs“ für die Veränderung von Persönlichkeitsmerkmalen wie sie in Kapitel 1.6 genauer beschrieben werden. Bolte und Streller halten fest, dass diese Konzeption nachweislich das Interesse der Kinder fördert und Auswirkungen auf das Freizeitverhalten der Kinder hat. „Sie beschäftigen sich seit der Teilnahme am KieWi-Kurs häufiger mit Naturwissenschaften in der Freizeit, vor allem indem sie häufiger Gespräche mit ihren Eltern führen.“ (Streller/Bolte, 2009 S. 453.)

Das KieWi Projekt zeigt an Hand des Ansatzes die deutlichsten Überschneidungen zum Projekt Miniphänomente. Ergebnisse der Evaluationen können somit bedingt auch das Projekt Miniphänomente angewendet werden. Ergebnisse der vorliegenden Arbeit werden zeigen, ob diese Einschätzung aufrecht erhalten werden kann.

Nach der Darstellung der Miniphänomente am Feld der Schülerlabore wird nun die Schülergruppe der Untersuchung an Hand von allgemeinen und auf das Interesse bezogene Arbeiten genauer betrachtet.

## 1.4 Naturwissenschaftliche Bildung in aktuellen und spezifischen Studien

Nach der ausführlichen Darstellung des Projekts Miniphänomenta an Didaktik- und Projektkontexten soll nun die Zielgruppe des Miniphänomenta Projekts an Hand aktueller Breiterehebungen, wie PISA und TIMMS dargestellt werden. Der Schwerpunkt der Ausführungen wird im Verlauf des Kapitels auf naturwissenschaftlich, physikalische Bildung und Interessengenese erweitert. Soweit möglich beziehen sich die dargestellten Ergebnisse direkt auf die Erhebungsgruppen im Bundesland Schleswig-Holstein.

Mit den Ergebnissen der naturwissenschaftlichen Bildung am Ende der 4. Klassenstufe im Primarbereich befasst sich die TIMSS 2007 Studie, ein internationaler Schulleistungsvergleich für Mathematik und naturwissenschaftliche Fächer. Die PISA 2006 Studie ist ein nationaler Kompetenzvergleich von Jugendlichen im Bereich der 9. Jahrgangsstufe. Vor der Darlegung zentraler studienrelevanter Ergebnisse, Einordnung und Diskussion müssen Einschränkungen in der Anwendbarkeit für die vorliegende Arbeit erwähnt werden. Die Auslegung beider Studien erfolgt für den Bereich Naturwissenschaften, der per Definition in der Sekundarstufe die Fächer Biologie, Chemie und Physik umfasst und für den Primarbereich das Fach „Heimat und Sachkunde“ umschreibt. Die Ergebnisse der Studien beziehen sich nicht primär auf das Fach Physik, was die Übertragbarkeit auf vorliegende Arbeit bzw. das zu Grunde liegende treatment Miniphänomenta, einschränkt.

Weiterhin beschreibt die PISA 2006 Studie die Bildungssituation am Ende der 9. Jahrgangsstufe im Ländervergleich. Die in vorliegender Studie zu untersuchenden Schülergruppen befinden sich damit situativ näher den Ergebnissen der TIMSS 2007 Studie zugeordnet, die allerdings nicht länderspezifisch unterteilt sind. Genauere und in Aktualität und Umfang ausreichend vergleichbare Studien im Bereich der Orientierungsstufe liegen derzeit nicht vor, so dass mit diesen Einschränkungen die Bildungssituation der studienrelevanten Schülergruppen beschrieben wird.

TIMSS 2007, eine Schulleistungsstudie der International Association for the Evaluation of Educational Achievement erfasst Schulleistungen und Einstellungen von „183150 Schülerinnen und Schülern der 4. Klassenstufe in 36 Staaten und 7 Regionen.“ (Bos u.a.: TIMSS 2007. Zusammenfassung, 2008, online im WWW unter URL:timss.ifs-dortmund.de/assets/files/TIMSS\_Pressemappe\_farbe.pdf, S.3, [Stand: 15.12.2008].) Sie ergibt im internationalen Leistungsvergleich für Schülerinnen und Schüler in Deutschland einen statistischen Wert von 528 Punkten, der deutlich über dem internationalen Mittelwert von 476 Punkten und vergleichbar zum Mittel europäischer Staaten mit 525 Punkten liegt. (Vgl. ebd. 2008, S.5f.).

Die guten Ergebnisse werden als überwiegend homogen beschrieben, wobei ein „[...] erheblicher Abstand in der mittleren Leistung zu den Staaten mit den höchsten Kompetenzwerten in den Naturwissenschaften.“(ebd. 2008, S.5.) besteht. Ein Viertel der deutschen Schülerinnen und Schüler werden als Leistungsschwach eingestuft, was einem im europäischen Vergleich höheren Wert entspricht. 10% der Grundschüler erreichen Spitzenleistungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung. Durchschnittliche naturwissenschaftliche Kompetenzen werden von zwei Dritteln der untersuchten Schülerschaft erreicht. Neben Kompetenzen erfasst TIMSS 2007 die Einstellung der Schülerinnen und Schüler, die im Vergleich als „ausgesprochen positive Einstellung zur Naturwissenschaft“ (Vgl. ebd. S.6f.) eingestuft wird. Zusammenfassend ergibt sich aus der Studie unter Vorbehalt oben genannter Einschränkungen eine stabile, aber ausbaufähige, naturwissenschaftliche Grundbildung mit ausreichendem Motivationswert für den Übergang in die Orientierungsstufe als Ausgangslage der vorliegenden Studie:

*„Bedenkt man die zentrale Bedeutung einer positiven Einstellung [...] für das weitere Lernen in den Naturwissenschaften, so lassen die Ergebnisse erwarten, dass die Bereitschaft von Schülerinnen und Schülern, sich aktiv mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen in den weiterführenden Schulen auseinanderzusetzen, besonders hoch ist.“*(ebd. 2008, S.7.)

Differenzierter erkennen Christen, Vogt und Upmeyer zu Belzen (2001) bei der typologischen Gruppierung zu Einstellungsausprägungen zu Schule und zum

Sachunterricht, zwar bei allen Typen eine positive Einstellungsdimension. Sie bemerken aber auch, dass „es in allen Jahrgangsstufen Schüler gibt, die positiver und weniger positiv der Schule und dem Sachunterricht gegenüber eingestellt sind“. (Christen/Vogt/Upmeier zu Belzen, 2001, S. 13.) Speziell im Wechselprozess zur weiterführenden Schule erkennt die Münsteraner Gruppe einen Wechsel in den operationalisierten Lernfreudekategorien.

Weiterhin „deuten die Verläufe über die Jahrgangsstufen hinweg auf einen Abwärtstrend der Lernfreude hin, die aber dennoch stets im positiven Bereich bleibt und [...] deswegen nur bedingt im Sinn einer zunehmenden Abneigung gegenüber dem Lernen verstanden werden“ darf. (Christen/Vogt/Upmeier zu Belzen, 2001, S. 12.) 2007 spezifizieren Pleus und Upmeier zu Belzen diesen Befund durch einen Ländervergleich, der ergibt, dass in der Jahrgangsstufen 5 und 6 bei Bundesländern mit Primarschulen (hier Berlin) verstärkt positivere Lerntypen in Bezug zu Schülereinstellungen bei den Übergängen zwischen Sach-Nawi- und Biologieunterricht finden lassen, als in Bundesländern (hier NRW), die nach der 4. Klasse den Wechsel in eine weiterführende Schule vollzogen haben. (Vgl. Pleus/Upmeier zu Belzen, 2007, S. 130 f.)

Nach der Betrachtung des Primarbereichs folgen nun differenziertere Angaben für den Rahmen der Sekundarstufe, unter Einbeziehung länderspezifischer Unterschiede der Bildungssysteme. Diese können mit Hilfe der PISA 2006 Studie gemacht werden. PISA 2006, das „Programme for International Student Assessment“, erfasst Kompetenzen und Interesse durch und an naturwissenschaftlicher Schulbildung von Schülerinnen und Schülern im Alter von 15 Jahren im bundesweiten Ländervergleich.<sup>13</sup> Eine Stichprobe „[...] von 230 Schulen mit knapp 5000 Schülerinnen und Schülern [ist] im Frühsommer 2006 getestet worden.“ (Prenzel u.a.: PISA 2006 in Deutschland. Zusammenfassung, 2008, online im WWW unter URL: [http://pisa.ipn.uni-kiel.de/Zusfsg\\_PISA2006\\_national.pdf](http://pisa.ipn.uni-kiel.de/Zusfsg_PISA2006_national.pdf), S.3, [Stand: 15.12.2008].). Es zeigt sich für die Naturwissenschaften ein heterogenes Gesamtbild, bei dem die Mehrzahl der Bundesländer Werte im Bereich des OECD Durchschnitts erreicht, aber zwischen den Ländern Unterschiede von bis zu einem Schuljahr bestehen. Für

---

<sup>13</sup> Weitere, für diese Studie nebensächliche, Erfassungsgebiete sind Lesekompetenz und soziale Disparitäten.

vorliegende Studie wird auf eine tiefer gehende Gesamtdarstellung verzichtet, da sie sich in der Auslegung auf das Bundesland Schleswig-Holstein orientiert. Ergebnisse des naturwissenschaftlichen Anteils des PISA 2006 Tests in Schleswig-Holstein werden im Folgenden in Bezug zu Ergebnissen anderer Bundesländern gesetzt.

Schleswig-Holstein zeichnet sich im OECD Schnitt (500 Punkte) mit 510 Punkten als leicht überdurchschnittlich aus und steht im bundesweiten Vergleich ebenso im Mittel<sup>14</sup>. Die Verteilung der zu erreichenden Kompetenzwerte auf die unterschiedlichen Schulformen stellt sich überwiegend homogen dar.<sup>15</sup> In der Staffelung zu 6 Kompetenzstufen erreichen die 5. und 6. Stufe ausschließlich Gymnasiasten. Realschulen und integrierte Gesamtschulen erreichen vergleichbare Werte mit mittleren Kompetenzstufen, die in Ihrer Verteilung bei den integrierten Gesamtschulen zu tieferen Skalenbereichen tendieren (Vgl. Prenzel u.a., 2008, S.249 ff.).

Neben einer positiven Gesamtentwicklung im Vergleich zu vorhergehenden Untersuchungen zeigen sich bei tieferer Betrachtung, auf den Teilskalen der Kompetenzstufen bundesweit zwar hohe Werte auf der Teilskala „naturwissenschaftliche Phänomene erklären“ aber durchgehend niedrige Werte im Bereich „naturwissenschaftliche Fragestellungen“. (Vgl. Rönnebeck u.a. 2008, S.91.).

Die in TIMSS 2007 belegte stabile motivationale Grundhaltung entwickelt sich zum Erhebungsbereich von PISA 2006 differenzierter. Eine Grundtendenz zu höherem Interesse bei höherem Kompetenzstand ist bei PISA 2006 erkennbar. „Beträchtliche Anteile hochkompetenter Jugendlicher [...]“ (Prenzel/Schütte, 2008, S.104.) zeichnen sich jedoch durch ein geringes Interesse an den Naturwissenschaften aus.

Das aus dem Unterricht entwickelte Interesse und die Kompetenzen lassen sich noch differenzierter darstellen. Die PISA Studie ordnet die Unterrichtsgestaltung in drei Kategorien, die sich in abnehmender Rangfolge mit dem Umfang von

---

<sup>14</sup> Spitzenergebnisse werden mit 530-541 Punkten von Thüringen, Bayern und Sachsen erreicht. Den unteren Bereich grenzen Bremen, Hamburg und Nordrhein-Westfalen mit 495-503 Punkten ein.

<sup>15</sup> Auf Grund der Schulreform und damit verbundenen Auflösung der Schulform Hauptschule wird auf Ergebnisse der Hauptschulen verzichtet.

Eigenständigkeit und freier Tätigkeit auf naturwissenschaftliche Problemlösungen charakterisieren lassen:

1. Globale Aktivitäten
2. Kognitiv fokussierte Aktivitäten
3. Traditioneller Unterricht

Globale Aktivitäten, also die Gelegenheit in der überwiegenden Anzahl an Schulstunden, „[...] eigene Untersuchungen zu planen, Experimente durchzuführen, Schlüsse zu ziehen, eigene Ideen zu erklären und naturwissenschaftliche Konzepte auf die Welt außerhalb der Schule zu übertragen.“ (Kobarg u.a. 2008, S.285.) zeichnen sich dabei durch die geringsten Kompetenzwerte, aber hohes Interesse an den Naturwissenschaften aus. Entgegengesetzt verhält es sich mit dem traditionellen Unterricht, in dessen Zentrum „[...] naturwissenschaftliches Experimentieren und Forschen nicht im Mittelpunkt stehen.“ (ebd. 2008.).

Die Kompetenzwerte sind bei dieser Unterrichtsform bedeutend höher, Interessen aber gegenläufig sehr niedrig. Kognitiv fokussierte Aktivitäten beschreiben einen Unterricht bei dem Schüler „[...] seltener Gelegenheit haben, eigene Experimente zu planen und durchzuführen, dafür aber häufiger Schlussfolgerungen [zu] ziehen, eigene Ideen erklären und Unterrichtsinhalte auf den Alltag zu übertragen.“ (ebd. 2008) Sie stellt eine Mischform dar, die im Ergebnis zu hohen Kompetenzwerten und höherem Interesse, als klassischer Unterricht führt.

Abschließend gilt es noch Schleswig-Holstein mit überwiegend experimentellen und forschenden Aktivitäten einzuordnen. Auf Schleswig-Holstein bezogen zeigt sich im Vergleich mit 29,6% im 4. Quartil ein hohes Interesse an den Naturwissenschaften. Schleswig-Holstein zeichnet sich weiterhin durch einen hohen Anteil an interaktivem Lehren und Lernen und eigenem Experimentieren aus. (Vgl. ebd. 2008, S.271.) Es entspricht somit der überwiegenden Orientierung in Richtung kognitiv fokussierter Aktivitäten und der Tendenz zu globalen Unterrichtsaktivitäten, die die Ergebnisse im oberen Mittel der Kompetenzwerte und oberen Bereich der Interessenwerte erklären.

Nach dieser allgemeinen Situationsanalyse gilt es einen eindringlicheren Blick auf die Ausgangslage in Bezug zu den erhebenden Variablen zu machen. Speziell das

Interesse an naturwissenschaftlich, physikalischen Bildungsinhalten muss zur Einordnung der Ergebnisse der Studie diskutiert werden. Eine genaue Definition des Interessenkonstruktes erfolgt, wie bereits erwähnt, im späteren Verlauf der Arbeit (Vgl. Kapitel 1.6.1); vorgehend muss daher erwähnt werden, dass das psychologische Konstrukt des Interesses sich stets auf Objekte bezieht, die es zur genauen Messung zu kategorisieren gilt. Die dargestellten Studien kategorisieren das Interesse in unterschiedlicher Weise, eine genaue Definition der Objektkategorien erfolgt ebenfalls im späteren Verlauf der Arbeit.

Hoffman, Häußler und Lehrke untersuchen in einem Quer- und Längsschnittdesign das physikalische Sach- und Fachinteresse und weitere interessenbezogene Variablen in den Jahrgangsstufen fünf bis zehn der Sekundarstufe. Unterschieden wurden verschiedene Formen des Interesses, um unter anderem dem Phänomen gerecht zu werden, dass das Fachinteresse am Unterrichtsfach bei vielen Schülern im Laufe der Jahre stagniert, wobei dennoch private Interessen an Sachgegenständen der wissenschaftlichen Fachdisziplin Physik weiter bestehen. (Vgl. Hoffman/Häußler/Lehrke, 1998, S. 9.)

Neben der Bestätigung der Abnahmetendenz physikalischen Interesses bei Jungen und (vor allem) Mädchen in der Sekundarstufe hatte die Kieler Studie ebenso konstruktivistischen Charakter. Aus ihren Ergebnissen lassen sich Korrelationszusammenhänge zwischen Interessensvariablen des Gegenstandsbereiches Physikunterricht genauer aufklären. Wie im späteren Verlauf deutlich wird, ist für vorliegende Arbeit im Wesentlichen das Interesse an physikalischen Sachinhalten (Sachinteresse), das Freizeitinteresse an Physik (Informationsinteresse in der Freizeit gegenüber Physik und Technik) und das allgemeine Interesse am Unterrichtsfach Physik (Interesse am Physikunterricht) interessant.

Hoffman, Häußler und Lehrke erkennen hier für das Sachinteresse, dass *„wenn ein Schüler bzw. eine Schülerin...*

- *von technischen Geräten und natürlichen physikalischen Phänomenen fasziniert ist und*
- *ein positives Selbstkonzept gegenüber dem Physikkennen hat, und außerdem...*

- *der Meinung ist, dass Physik so wichtig sei, dass alle ein Mindestmaß an Physikkenntnissen erwerben müssten,*
- *das Gefühl hat, dass Physik eine persönliche Bereicherung und von Nutzen für sich und die Gesellschaft und für den eigenen Beruf ist und*
- *Eltern hat, die eine Beschäftigung mit Physik unterstützen,*

*dann ist in der Regel auch das Sachinteresse an der Physik groß.“* (Hoffmann/Häußler/ Lehrke, 1998, S. 117.)

Für das Informationsinteresse in der Freizeit gegenüber Physik und Technik ergibt sich bei der Kieler Gruppe der Zusammenhang, dass *„wenn ein Schüler bzw. eine Schülerin...*

- *im Elternhaus ideelle und materielle Unterstützung erhält,*
- *vom Umgang mit technischen Geräten fasziniert ist,*
- *ein positives Selbstkonzept gegenüber dem Physiklernen hat,*
- *erwartet, dass Physik für den zukünftigen eigenen Beruf bedeutsam ist,*

*und außerdem*

- *der Meinung ist, dass Physik so wichtig sei, dass alle ein Mindestmaß an Physikkenntnissen erwerben müssten,*
- *das Gefühl hat, dass Physik eine persönliche Bereicherung und von Nutzen für sich und die Gesellschaft ist,*

*dann ist in der Regel auch das Informationsinteresse gegenüber Physik und Technik groß.“* (Hoffmann/Häußler/ Lehrke, 1998, S. 119.)

Für das allgemeine Interesse am Unterrichtsfach Physik (Interesse am Physikunterricht findet die Kieler Gruppe, dass *„wenn ein Schüler bzw. eine Schülerin...*

- *Ein positives Selbstkonzept gegenüber dem Physiklernen hat,*
- *einen Unterricht mit stimulierendem Unterrichtsklima vorfindet,*
- *sich auch in der Freizeit mit Physik beschäftigt und einen physik- oder technikbezogenen Beruf anstrebt,*

*und außerdem*

- *der Meinung ist, dass Physik so wichtig sei, dass alle ein Mindestmaß an Physikkenntnissen erwerben müssten,*

- *das Gefühl hat, dass Physik eine persönliche Bereicherung und von Nutzen für sich und die Gesellschaft ist und*
- *im Elternhaus Zugang unterstützenden Materialien hat,*

*dann ist in der Regel auch das Interesse am Schulfach Physik groß.“*

(Hoffmann/Häußler /Lehrke, 1998, S. 125.)

Die IPN Interessenstudie stellt, wie schon erwähnt, darüber hinaus den Verlauf der Interessenentwicklung bei Jungen und Mädchen über mehrere Jahrgangsstufen dar. Die Ergebnisse der Kieler Studie bestätigen das in früheren Studien berichtete Absinken des Fachinteresses, aber auch Sachinteresses an Physik sowohl bei Jungen, wie auch Mädchen. (Vgl. Hoffmann/Häußler/Lehrke, 1998, S. 20, S. 32.)

Für das Interesse an Sachinhalten der Fachwissenschaft Physik ergibt sich im Verlauf der Klassen 4 bis 10 ein in etwa gleich starkes Absinken des Interesses bei Jungen, wie auch Mädchen, wobei das Interessenniveau der Jungen konstant höher, als das der Mädchen liegt. Für das Interesse am Schulfach Physik ergibt sich im Verlauf der erhobenen Klassenstufen 7 bis 10 ein deutlicher Unterschied zwischen Jungen und Mädchen.

Da zur Erhebungszeit Physikunterricht erst ab Klassenstufe 7 erteilt wurde gibt es in der IPN Studie keine Aussage über die Interessensentwicklung am Unterrichtsfach Physik in den Klassenstufen 5 und 6. In Klassenstufe 7 ist das Interesse am Physikunterricht bei Mädchen deutlich geringer, als bei Jungen und sinkt bis Klassenstufe 9 weiter ab, um sich auf niedrigem Niveau in Klassenstufe 10 leicht zu stabilisieren. Jungen haben ein höheres Interesse am Unterrichtsfach Physik; eine Stabilisierung auf höherem Niveau tritt ab Klasse 9 ein.

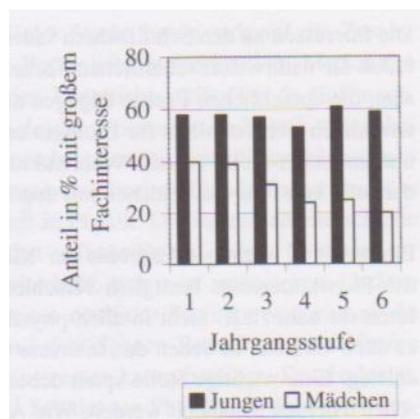


Abbildung 9: Schülerinnen und Schüler mit großem Fachinteresse an Physik  
Daniels, 2008, S. 53.

Der Unterschied zwischen dem Fachinteresse bei Jungen und Mädchen wird an Hand obiger Abbildung besonders deutlich. Dargestellt in Prozent sind die Anteile hochinteressierter Jungen und Mädchen der Jahrgangsstufen 5 bis 10 (hier dargestellt als Erhebungsstufen 1-6). Gegen Ende der Sekundarstufe ist der Anteil hochinteressierter Schüler annähernd dreimal so hoch, wie der hochinteressierter Schülerinnen. (Vgl. Hoffmann/Häußler/Lehrke, 1998, S.25.)

Ein dem Sachinteresse ähnlicher, Verlauf auf mittlerem, bis niedrigen Niveau ergibt sich beim durch Physikunterricht induzierten Interesse. Die Kieler Gruppe versteht darunter Tätigkeiten, die durch den Physikunterricht angeregt werden. Beispiele ist das Lesen von Zeitungsartikeln oder sehen von Fernsehsendungen zu Unterrichtsthemen und das Nachschlagen in oder Kaufen von Fachliteratur zu Unterrichtsthemen. Im Verlauf der Interesseninduzierung in den Klassenstufen 7 bis 10 ist im Gegensatz zum Sachinteresse nach dem Absinken eine Stabilisierung ähnlich dem mittleren Eingangsniveau zu erkennen, wobei Mädchen stets niedrigeres Interesse aus dem Unterricht entwickeln.

Das Interesse an physikalischen Themen und dem Physikunterricht im Allgemeinen ist also geschlechterspezifisch unterschiedlich. Jungen haben stets höhere Interessenwerte, die sich aber auch nur maximal im Skalenbereich von 3 und 4 bewegen. Ein Vergleich mit anderen Schulfächern, speziell aus dem naturwissenschaftlichen Spektrum unterstreicht das heterogene Bild zwischen den Geschlechtern. (Vgl. Hoffmann/Häußler/Lehrke, 1998, S.22 f.)

Das Interesse an Physik zeigt sich bei den Jungen im Verlauf von Klassenstufe 7 bis Klassenstufe 10 im Einklang mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern im oberen Skalenniveau. Im Vergleich mit anderen Unterrichtsfächern nimmt die Physik den obersten Rang ein. (Vgl. Hoffman/Häußler/Lehrke, 1998, S.21f.)

Das Interesse an Physik zeigt sich bei den Mädchen im Verlauf von Klassenstufe 7 bis Klassenstufe 10 im Vergleich mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern deutlich negativer im mittleren Skalenniveau als unbeliebtestes Fach. Ein analoges Bild zeigt sich im Vergleich mit anderen Fächern. Hier nimmt die Physik mit Abstand den untersten Rang ein.

Bestätigt und in Einklang mit anderen Studien gebracht werden obige Ergebnisse von Daniels Metastudie, die einschränkend einen generellen, von zahlreichen Variablen abhängigen, Interessensverfall in mehreren untersuchten

Unterrichtsfächern in der Sekundarstufe findet. Dabei erkennt er aber bestätigend, dass „der Rückgang im Interesse innerhalb der Sekundarstufe I für die Fächer Physik, Mathematik und Biologie deutlich stärker ausgeprägt [ist] als für das Interesse an Deutsch und Englisch“ (Daniels, 2008, S. 328.) und „sich für die Jungen ein signifikant stärkeres Interesse als für Mädchen“ am Schulfach Physik ergibt. (Daniels, 2008, S. 329.)

Dengler (1995) fragt in einer mit vier Ausprägungen (mag ich sehr bis mag ich gar nicht) skalierten Befragung von Gymnasiasten nach der Beliebtheit des Faches Physik und anderen Unterrichtsfächern für den Zeitraum von Sekundarstufe I bis Sekundarstufe II.

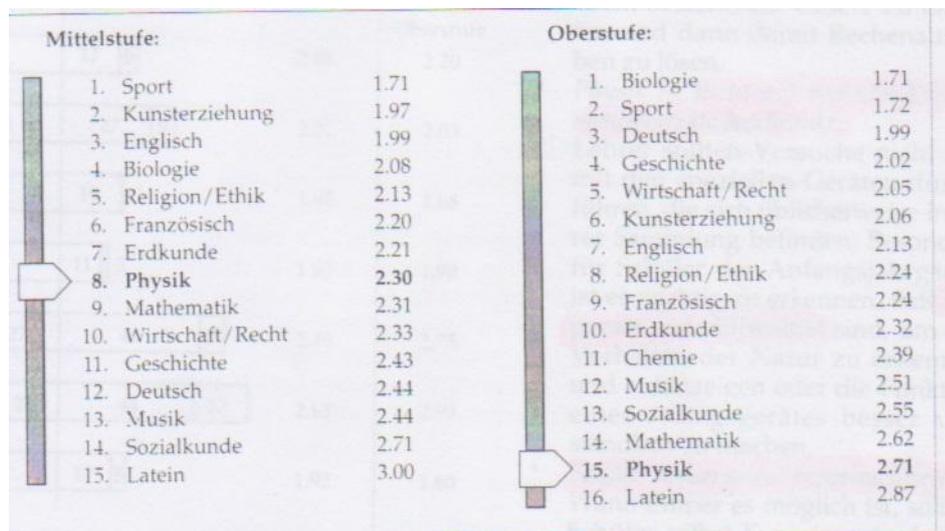


Abbildung 10: Beliebtheit einzelner Fächer bei Gymnasiasten  
Dengler, 1995, S. 27.

Er findet die Physik in der Klassenstufe 8 bis 10 auf einem mittleren achten Platz (Vgl. Dengler, 1995, S. 27.) der in der Oberstufe zum 15. Platz verschlechtert. Aufgeschlüsselt nach dem Geschlecht differenziert sich die Beliebtheit der Physik bei Jungen mit größerer Streuung aus. Die obere Skalenrandkategorie „Ich mag Physik sehr“ entwickelt sich bei den Jungen von 23 % in der Mittelstufe zu 31 % in der Oberstufe.

Gleichzeitig erhöht sich aber auch die untere Skalenrandkategorie „Ich mag Physik gar nicht“ von 13 % zu 21 %. Bei den Mädchen entwickelt sich die obere Skalenrandkategorie von 16% zurück auf 4% in der Oberstufe. Die untere

Skalenrandkategorie steigt von moderaten 9 % in der Mittelstufe zu deutlichen 44% in der Oberstufe.

Gründe erkennt Dengler in der Analyse der Unterrichtsformen von denen Erklärungen, Rechnen, Formeln und das Herleiten von Gesetzen den Unterricht der Mittelstufe vor allem ausmachen und sich zur Oberstufe verstärken. Bezug zum Alltag und Reden über Physik treten in den Beschreibungen der Schüler zur Oberstufe hin immer weiter zurück. Beliebter bei Schülern sind dagegen in der Meinung von über 90% der befragten Schüler praktische Anwendungen und Schüler- bzw. Lehrerversuche. „Eine große Mehrheit möchte sehen, wo physikalisches Wissen im Alltag hilfreich sein kann.“ (Dengler, 1995, S.28.)

Fuß (2006) erkennt bei der Analyse von Emotionen im Fach Physik: „Das Wohlbefinden im Physikunterricht weist in der Realschule sogar hoch signifikant höhere Werte auf als im Gymnasium, während der Unterschied beim *Interesse am Physikunterricht* nicht signifikant ist.“ (Fuß, 2006, S. 235.) Abnehmendes Interesse zeigt sich nicht nur auf Deutschland bezogen. Bei Kelly (1988) zeigt sich ein analoges Bild für England. Interesse und Image nehmen zwischen dem 11. und 13. Lebensjahr signifikant ab. Korrelationen zwischen Interesse und Komponenten des häuslichen, sozialen Umfelds, oder der Intelligenz zeigen sich bei Kelly nicht signifikant.

Holstermann und Bögeholz (2007, S. 71.) spezifizieren in Bezug auf die deutsche Stichprobe der internationalen ROSE (The Relevance of Science Education) Studie durch eine Hauptkomponentenanalyse 13 thematische Faktoren im naturwissenschaftlichen Interesse von Schülerinnen und Schülern der 10. Klasse und stellen für diese und einzelne Items t-Test Vergleiche zwischen Jungen und Mädchen an.

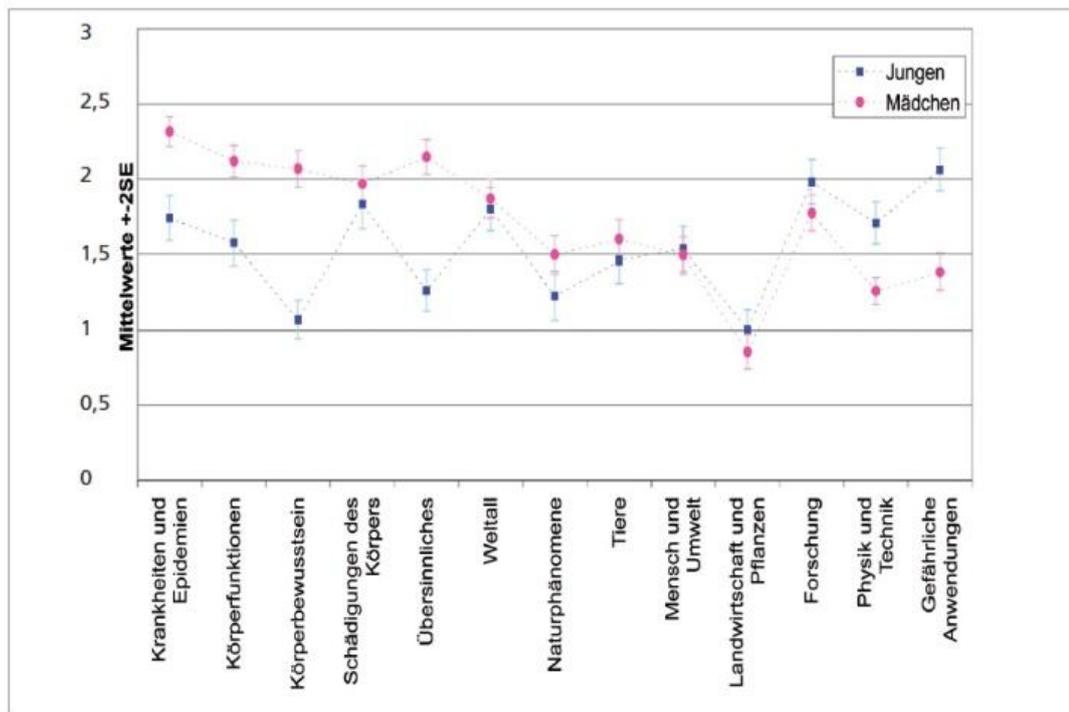


Abb. 1: Mittelwerte der Konstrukte für Jungen und Mädchen  $\pm 2$  SE (geordnet nach thematischen Kontexten; 0 = nicht interessiert bis 3 = sehr interessiert)

Abbildung 11: Faktoren im naturwissenschaftlichen Interesse  
Holstermann/Bögeholz, 2007, S. 75.

Hier zeigt sich bei Mädchen ein spezielles Interesse an Themen aus der Humanbiologie (Faktor Krankheiten und Epidemien: Krankheiten und ihre Behandlung, erste Hilfe, Fitness), metaphysischen, übersinnlichen Inhalten (Faktor Übersinnliches: Träume, Leben und Tod, Seele) oder am Verstehen von Naturphänomenen (Faktor Naturphänomene). Für Jungen gelten diese Ausprägungen in schwächerem Maße. Sie interessieren sich im Wesentlichen für Forschung (Faktor Forschung: Erfindungen und Entdeckungen), das Verstehen von Physik und Technik (Faktor Physik und Technik) und gefährliche Anwendungen der Naturwissenschaften (Faktor Gefährliche Anwendungen: Atombomben, biologische und chemische Waffen, explosive Chemikalien). Übereinstimmende Interessenwerte finden Holstermann und Böge beim Thema Weltall und übereinstimmendes Desinteresse beim Thema Landwirtschaft und Pflanzen oder der wissenschaftshistorischen Geschichte berühmter Naturwissenschaftler und ihrem Leben. (Vgl. Holstermann/ Bögeholz, 2007, S. 75 ff.)

Die Interessenlage an naturwissenschaftlich, physikalischen Inhalten in Grundschule und Sekundarstufe ist damit hinreichend umrissen. Als Kern für vorliegende Arbeit bleibt festzuhalten, dass physikbezogene Interessen im Übergang von Primar- zur Sekundarstufe geschlechterspezifisch heterogen abnehmen.

Genauere Unterscheidungen physikalischer Interessen finden sich im späteren Verlauf der Arbeit im Zuge der Betrachtung der Untersuchungsvariablen. Dem voran soll ein Rückblick auf bestehende Untersuchungen zum Projekt „Miniphänomente“ stehen, die als Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit angesehen werden können.

## 1.5 Ergebnisse von Vorgänger- und Parallelstudien

Forschung an interaktiven Experimentierstationen findet, wie dargestellt am IPCD der Universität Flensburg schon seit den 80`er Jahren statt. Die aktuelle Forschungsgrundlage für vorliegende Arbeit besteht aus vier Arbeiten aus den Jahren 2005 bis 2007, die sich direkt mit dem Gegenstand der Miniphänomenta befassen und drei Arbeiten, die im erweiterten Sinne interaktive Experimentierstationen an anderen Lernorten betrachten.

Einleitende, das Forschungsfeld öffnende Studien mit grundlegendem Charakter für das Miniphänomenta Projekt und die vorliegende Arbeit wurden 2005 von Holst und Sauer durchgeführt und durch eine übertragbare Arbeit von Schließmann ergänzt. Holst beschreibt in seiner Dissertation 2005 die *„Entwicklung und Evaluation interaktiver Experimentierstationen“*, Sauer berichtet in seiner Dissertation 2005 über den *„Einfluss offener Experimentierstationen auf das naturwissenschaftlich-technische Lernen im Primarbereich.“* Schließmann, beschreibt in seiner Dissertation 2005 *„Informelles Lernen an interaktiven Chemie-Stationen im Science Center“*.

John betrachtet 2005 in seiner Examensarbeit mit dem Titel: *„Engagement von Eltern an einem Schulprojekt und dessen Wirkung auf das Gesamtsystem Eltern-Schüler-Schule-(Lehrer) anhand des Projekts Mini-Phänomenta an der Grundschule Adelby im Sommer 2004“*, die Ebene der Eltern genauer.

Asmussen betrachtet 2007 in seiner Dissertation *„Interaktives Lernen an Stationen im Primarbereich“* mittelfristige Entwicklungen des Miniphänomenta Projekts.

Schließmann, Öhding und Richter befassen sich unter dem Stichpunkt *„Versuch macht klug“* mit interaktiven Experimentierstationen im Science Center oder im Elementarbereich. Im Folgenden wird auf die erwähnten Arbeiten genauer eingegangen.

Holst stellt an Hand des Schuleinsatzes von fachlich auf den Themenbereich Chemie bezogenen Experimentierstationen, mit Hilfe der Methode des *„Lauten Denkens“* und *„Concept Maps“*, fest, dass der Einsatz interaktiver

Experimentierstationen bei Schülern der Primarstufe und der Orientierungsstufe naturwissenschaftliche Vorstellungen entwickelt und selbständige experimentelle Tätigkeit fördert. (Vgl. Holst, 2005, S. 54ff.)

Sauer untersucht in seiner wissenschaftlichen Arbeit das Projekt Miniphänomente im praktischen Einsatz an Schulen der Primarstufe mit Schulklassen der Klassenstufen 1-4. In seiner Arbeit bestätigt er als „[...] zentrales Anliegen [...]“ (Sauer, 2005, S.9.) verschiedene Hypothesen zum Verhalten von Schülerinnen und Schülern an den Experimentierstationen und dem Verhalten von Lehrern und Eltern in und um den Lernprozess mit den Stationen. So schließt er, dass Schülerinnen und Schüler sich interessiert an den Stationen zeigen, diese intensiv sinnlich und spielerisch nutzen, ihr Sozialverhalten der neuen Lernumgebung anpassen und eine eigene Sprache zu den dargestellten Phänomenen entwickeln, die positiv hinterlegt untereinander und im Elternhaus Anwendung findet. Außerdem stellen sich die Experimentierstationen langfristig als Erinnerung bei den Schülerinnen und Schülern. Die Falsifikation oder Verifikation der Hypothesen findet forschungsmethodisch qualitativ durch zeitnahe und wiederholt zeitlich nachfolgende Beobachtungsbögen, Schülerinterviews, Lehrfragebögen, Elternfragebögen und Legebögen statt. Sauer stellt fest, dass die Schüler grundsätzlich sehr neugierig und wissbegierig, allein oder in Kleingruppen die einzelnen Experimentierstation entdecken ohne dabei auf Experimentieranweisungen angewiesen zu sein. Die Möglichkeit von Parameteränderungen sorgt für Interesse bei den Schülerinnen und Schülern, die speziell als interessant ausgemachte Stationen vom Lernobjekt zum „Spielobjekt“ machen. Teilnehmende Schülerinnen und Schüler entwickeln nach Sauer klassenstufenunabhängig und situationsübergreifend eine eigene Fachsprache. 87% der befragten Schülergruppen konnten sich nach Ablauf des Erhebungszeitraumes an die Experimentierstationen erinnern und detaillierte Beschreibungen zu Stationen und Situationen geben. Hypothesen zu Interessenzugewinn und Änderungen in Rolle und Verhalten des teilnehmenden Lehrpersonals sieht Sauer nicht bestätigt (Vgl. ebd. 2005, S. 170ff.).

Resümierend gibt Sauer darüber hinaus einen Ausblick auf die Übertragbarkeit des Konzeptes auf einen zeitlich breiteren Rahmen vor und nach der Primarstufe und auf eine Wirkungsbandbreite, die sich „[...] positiv auf das Lernen im

Allgemeinen und besonders auf die in Klassenstufe 7 bis 10 unterrichteten Naturwissenschaften auswirkt.“(ebd. 2005, S.182-183.).

Schließmann untersucht zeitlich überlappend das Science Center „Phänomenta“ in Flensburg. Der Schwerpunkt seiner Arbeit liegt auf der „Frage nach dem Lernen an interaktiven Stationen im Science Center“(Schließmann, 2005, S.4.). Die inhaltliche Nähe der Lernangebote Phänomenta und Miniphänomenta und die Ausweitung der Arbeit auf den Einsatzort Schule, ermöglichen eine Übertragung der Forschungsarbeit auf das vorliegende Untersuchungsfeld. Schließmanns Arbeit befasst sich im Querschnitt mit folgenden Punkten:

- „Entwicklung und Erprobung von Chemie Experimentierstationen“ und deren „Evaluierung [...] unter dem Aspekt des informellen Lernens“(ebd. 2005, S.4.).
- „Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten der interaktiven Stationen in der Schule“(ebd. 2005, S.5.).
- Einordnung in ein „Hypothetisches[!] Modell des informellen Lernens im Science Center“(ebd. 2005, S.83.).

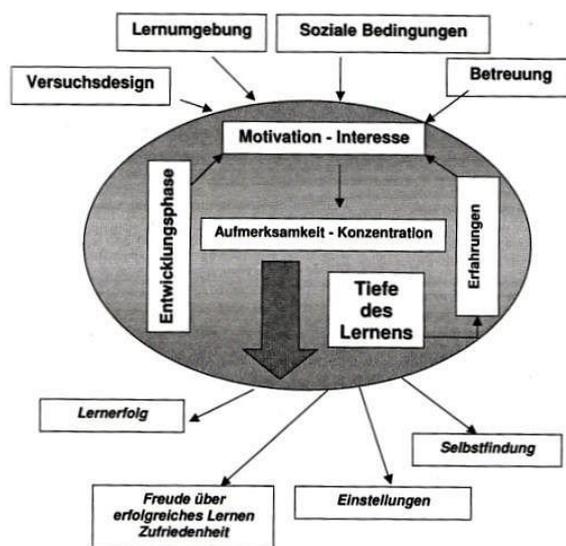


Abbildung 12: Modell des informellen Lernens im Science Center  
Schließmann, 2005, S. 83.

Wesentliche Ergebnisse der Arbeit sollen, an Hand des in Abbildung 3 dargestellten Modells vorgestellt und soweit möglich und relevant, aus dem

thematischen Bezug auf Science Center heraus auf den Rahmen der Miniphänomente übertragen werden. Schließmann untersucht die Lerntiefe von an Stationen experimentierenden Teilnehmern des Phänomente Chemie Labors an Hand der im obigen Modell im oberen Drittel außerhalb dargestellten Parameter. Nach Schließmann sind diese Variablen kennzeichnend für die Tiefe des Lernens mit dem er Lernerfolg, Zufriedenheit, Einstellung und Selbstfindung verknüpft.

Kern der Lerntiefe ist die Konzentration, die sich aus der Motivation der untersuchten Person ergibt. Für die Motivation macht er neben außen stehenden Parametern (umgebungsbezogene Situation) auch innere, Persönlichkeitsparameter, wie Erfahrungen und Entwicklungsphase verantwortlich (personenbezogene Situation).

Soziale Bedingungen spielen nach Schließmann eine große Rolle beim Lernen an interaktiven Stationen. „[...] das Dazugehören [...]“ (ebd. 2005, S.85.) unter Freunden oder speziell der Familie ermöglicht einen leichteren Zugang zum freien Forschen und Fragen. Die Gruppengröße und Gruppenzusammensetzung regeln in bedeutsamer Weise die aktive Teilhabe des einzelnen und damit den Gesamterfolg, also die Lerntiefe, der Gesamtgruppe. Unter dem Punkt Lernumgebung lässt sich der in der Projektbeschreibung erwähnte Säulenfaktor „Selbstbestimmung“ wieder finden. Schließmann erkennt in seiner Arbeit einen Zusammenhang zwischen Lernumgebung und Lerntiefe. Die Lernumgebung wird durch die Selbstbestimmung oder genauer Selbstauswahl der Experimentierstation und Beobachtung anderer tätiger Personen an anderen Stationen positiv beeinflusst. Betreuung sieht Schließmann als unbedingt notwendig für den Bereich eines Chemie-Labors im Science Center. Dieser Bedarf ist nicht übertragbar auf das Miniphänomente Projekt, das sich überwiegend physikalischen Inhalten zuwendet.

Der Betreuungsbedarf ergibt sich allerdings lediglich auf die charakteristische Eigenschaft der Chemie, die Stoffumwandlung, bezogen. Fehlende Betreuung senkt, das von Schließmann beschriebene Risiko, dass Eltern oder Lehrer als Fachexperten auftreten, was den eigenständigen Lernvorgang unterbricht und die Motivation mindert. Vorurteile und persönliche Entwicklung kennzeichnen innere Faktoren, die subjektiv und nicht aus seinen Beobachtungen ableitbar sind. Zusammenfassend ergibt sich die Motivation als Kernmerkmal von

Lernprozessen, die sich aus mehreren abhängigen aber optimierbaren Variablen herleitet.

Johns Arbeit entspricht aus wissenschaftlicher Sicht in ihrem unveröffentlichten Rahmen und nicht streng empirisch geleiteter Untersuchung der Zuordnung zu „grauer Literatur“ (Vgl. Karmasin/Ribing 2008, S. 78 f.), soll an dieser Stelle daher nur ergänzenden Charakter haben. Sie findet dennoch Platz im Rahmen der Darstellungen, da sie sich einzig mit der Ebene der Eltern im Zusammenhang mit dem Miniphänomena Projekt befasst. John stellt sieben Hypothesen auf und prognostiziert, dass Eltern, die sich am Projekt Miniphänomena beteiligten:

- Von vornherein überdurchschnittlich engagiert waren
- Ein großes Interesse an Physik/Naturwissenschaften haben
- Genügend Zeit zur eigenen Verfügung haben, um sich an einem solchen Projekt zu beteiligen
- Über ausreichend wie gefächertes Vorwissen verfügen, um dieses Projekt ohne Zugriff auf äußere Wissensquellen zu bewältigen
- Starken Anteil an dem Bildungsweg ihrer Kinder nehmen

Darüber hinaus vermutet er eine spürbare Verbesserung des Schulklimas und das Vorhandensein eines eigenen Interesses der Schüler an den Versuchen der Miniphänomena, welches keiner Stimulation durch Lehrer oder Eltern bedarf. (Vgl. John 2005, S. 16.) John findet dabei bezogen auf den Untersuchungsgegenstand, der Grundschule Adelby kein „überdurchschnittliches allgemeines (politisches oder soziales) Engagement“ (John 2005, S.60) der Eltern, ein geteiltes Interesse an den Naturwissenschaften, einen Mangel an freier Zeit für vergleichbare Projekt, jedoch ausreichend gefächertes Vorwissen zur Projektumsetzung und eine starke Anteilnahme (Engagement) der Eltern am Bildungsweg der Schüler. Eine Verbesserung des Schulklimas kann John nur indirekt ausmachen, da das Schulklima sich an der Schule schon zuvor positiv dargestellt hat. Eine Verschlechterung des Schulklimas ist dagegen nicht eingetreten. Die Schüler zeigen sich auch bei John selbst motiviert und interessiert am Lerngegenstand Miniphänomena. (Vgl. John 2005, S. 60ff.)

Sören Asmussen befasst sich 2007 statistisch quantitativ in einer zweistufigen Evaluationsstudie der Langzeitwirksamkeit eines naturwissenschaftlichen Bildungsprojektes mit dem interaktiven Lernen an Stationen im Primarbereich. Asmussen führt ausgehend von durch den naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördernden Kompetenzbereichen fünf Variablen ein, die er mit unterschiedlichen Erhebungsmethoden auf ihren Effekt im Rahmen des Miniphänomenta Projekts in der Primarstufe testet. Asmussens Variablen umfassen die Erinnerung an die Experimentierstationen, Änderungen der fach- und auf Phänomene bezogenen Einstellung, Änderungen formaler Kompetenzen und des Experimentierverhaltens, sowie der Motivation und des Wissens der untersuchten Schülerinnen und Schüler.

Von niedrigen Ausprägungen vor dem Projekt erwachsen laut Asmussen, nach dem Projekt deutlich höhere Werte in diesen Teilbereichen. Er weist damit den hohen Einfluss der Miniphänomenta nach, den er für drei Erhebungsebenen der Untersuchung als zusammenfassend wirksam bis hochwirksam nachweist. Die Studie gliedert sich in zwei Erhebungen, bei der sich die Langzeitwirksamkeit der Miniphänomenta in einem statistisch signifikanten Maß für einen Zeitraum von sechs Monaten messen lassen kann. Wirksamkeit über einen längeren Zeitraum von 27 Monaten und darüber hinaus, wie sie in vorliegender Arbeit zu messen ist, kann von Asmussen, auf Grund von methodischer Probleme im zweiten Teil seiner Erhebung nur als Ausblick und mit geringer statistischer Validität nachgewiesen werden. Asmussen erkennt, über einen langen Zeitraum belegbar, lediglich einen erhöhten Erinnerungsgehalt an die Stationen der Miniphänomenta. Für den gesicherten Zeitraum von sechs Monaten stellt Asmussen über Verifikation seiner Hypothesen fest, dass physikalischer Bildung im Primarbereich in den untersuchten Gruppen wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde, die Miniphänomenta erwähnte Variablen in ihrer gesamten Breite, „[...] wenn auch unterschiedlich ausgeprägt.“(Asmussen, 2007, S 229.) positiv ändern konnte und einigen Variablen dabei spezielle besondere Zuwächse bescheinigt werden können.

Asmussen macht formale Kompetenzen und das Fachwissen als Punkte mit besonderem Zugewinn durch teilnehmende Schülerinnen und Schüler aus. Wie schon erwähnt kommt der Studie von Asmussen als Ausgangspunkt für weitere

Forschung, die durch diese Arbeit begangen wird ein besonderer Stellenwert zu, der sich schon bei der Auswahl der Untersuchungsvariablen bemerkbar machen wird.

Im Elementarbereich der Vorschulen und Kindertagesstätten ergeben sich ähnliche Förderungsansätze durch das Projekt „Versuch macht klug“ in dem interaktive Experimentierstationen in diesen Einrichtungen von Kleinkindern genutzt werden können. Strukturen, Ziele und Ansätze sind mit dem Projekt Miniphänomenta vergleichbar. (Vgl. Öhding/Schließmann, 2008, S.80) (Vgl. Richter/Schließmann, 2009 S.122.). Zentrale Bausteine sind 100 erprobte Versuche mit einfachen Mitteln, Anleitung Beteiligter (hier Erzieherinnen) zum Bau von Experimentierstationen, Überwindung von Berührungsängsten mit Naturwissenschaften, Auseinandersetzung mit eigenen naturwissenschaftlichen Erfahrungen und Vermittlung der Methode des genetisch-sokratischen Gesprächs nach Wagenschein. (Vgl. Welzel/Schließmann, 2009, S.113 f.).

Wesentlicher Unterschied zum Miniphänomenta Ansatz ist neben fehlender Elternebene die Konzeption der Stationen, die das Kind direkter, frei zugänglich, ganzkörperlich, sinnlich einbeziehen. (Vgl. Schließmann, 2007, S. 460.) Untersuchungsgegenstand der Forschungsgruppe um Schließmann ist dabei u.a. der Lernvorgang von Kleinkindern bei der Erstbegegnung und wiederholter Begegnung mit interaktiven Experimentierstationen. (Vgl. Schließmann/Öhding 2009, S. 95.). Öhding untersucht in einer kategoriegeleiteten Videostudie die Entwicklung der Handlungs- Lern-/Verstehenskompetenz und Sozialkompetenz von Kindern, die an interaktiven Experimentierstationen lernen. Schwerpunkte der Arbeit liegen auf den Punkten: Handeln, Lernprozesse/Lerntiefe, sozialem Verhalten und äußeren Bedingungen. (Vgl. Öhding/Schließmann, 2008, S.80.) Richter befasst sich mit der Ebene der Erzieherinnen und betrachtet evaluativ die naturwissenschaftliche Förderkompetenz von Elementarpädagogen in ihrer Entwicklung durch das Projekt „Versuch macht klug“. In quantitativer pre/post/follow up/ baseline Fragebogenmethodik untersucht Richter Einstellungen, Interesse, Selbstkonzept, Sach- und Handlungskompetenzen, kombiniert mit qualitativen Interviews. Richter findet als erste Ergebnisse das Selbstkonzept [...] zunächst viel schlechter eingestuft, als es die Werte der Sach-

und Handlungskompetenz zeigen.“ (Richter/Schließmann, 2009, S.124.) Die Werte der Skalen nähern sich im Verlauf des Projektes deutlich an.

Das Projekt Miniphänomena ist mit der Darstellung der Vorgänger- und Parallelstudien nun aus mehreren Seiten beschrieben und eingeordnet worden. Zentrale, veränderliche Variablen wurden in den zahlreichen Studien bereits erwähnt. In weiterer Folge der Arbeit muss nun ein Blick auf die Variablen gelegt werden, die sich zur Evaluation des Projekts anbieten.

## 1.6 Die Untersuchungsvariablen

Die empirische Sozialwissenschaft verwendet für den Vergleich von Merkmalsunterschieden von Menschen, Gruppen, Institutionen, o.ä. den Begriff der Variable. „Eine Variable ist ein Symbol, das durch jedes Element einer spezifizierten Menge von Merkmalsausprägungen ersetzt werden kann“ (Bortz/Döring, 2006, S.2.)

Einfache Beispiele für sozialwissenschaftliche Variablen sind das Geschlecht mit den Ausprägungen männlich und weiblich als dichotome (zweiwertige) Variable oder das Alter mit zahlreichen Ausprägungen als polytome (mehrfach gestufte) Variable. Vorliegende Arbeit wird durch Operationalisierung der psychologischen Merkmale Interesse, Einstellung und Selbstkonzept sowie davon abhängige Variablen quantitativ untersuchen.

Im Rahmen der evaluativen Untersuchung des Miniphänomenta Konzeptes ergibt sich aus der wissenschaftlichen Erkenntnisbasis der Vorläuferstudien die zentrale Ausrichtung der Untersuchungsvariablen der Studie. Asmussen (2007) fragt im Ausblick seiner Studie, der chronologisch nächstliegenden Arbeit:

*„Sind Effekte der MINIPHÄNOMENTA im Physikunterricht der Sekundarstufe I und II nachweisbar?“*

Genauer stellt er im Verlauf des Ausblicks die Frage:

*„Sind Schülerinnen und Schüler, die in der Grundschule an dem Projekt MINIPHÄNOMENTA teilgenommen haben im Physikunterricht in der Sekundarstufe I und II kompetenter?“*

Problematisch an der für diese Forschungsfrage notwendigen Form der Langzeituntersuchung ist im Wesentlichen die Validität der Untersuchung (Vgl. Asmussen, 2007, S.248.). Zahlreiche Variablen, die schon von Asmussen selbst für mittlere Zeiträume erhoben wurden, sind über die beschriebenen langen Zeiträume nicht stabil, sondern weiteren, nicht der Miniphänomenta

zuzuordnenden Einflüssen ausgesetzt, eignen sich für weiterführende Langzeituntersuchungen also nur bedingt.

Das psychologische Konstrukt des Interesses ist in seiner stabilen Form des individuellen, dispositionalen Interesses geeignet über sowohl kurze, wie auch mittlere und lange Zeiträume betrachtet zu werden. Langzeiterhebungen, wie die schon erwähnte IPN Physik-Interessenstudie der Kieler Gruppe um Hoffmann, Häußler und Lehrke und ihre Fachadaptionen für Chemie oder Biologie belegen dies.

Allgemeine Interessenforschung und Interessenforschung im Zusammenhang mit Interventionsprojekten sind etablierte Forschungsgebiete naturwissenschaftlich, didaktischer Forschung. (Vgl. Holstermann 2007, Berger 2002, Vogt 1999, Guderian 2008.) Grund für den starken Trend zur Interessenforschung speziell in der Physikdidaktik mag vor allem das bekannte Phänomen sein, „dass das Interesse der Schüler, vor allem aber der Schülerinnen am Physikunterricht im Laufe der Schulzeit in wesentlich stärkerem Maße abnimmt, als in den meisten anderen Fächern.“ (Berger 2002, S. 119.)

Prenzel, Lankes und Minsel (2000) verweisen direkt auf die Möglichkeit der Kombination von Interessenforschung und Interventionsforschung. (Vgl. Prenzel/Lankes/Minsel in Schiefele/Wild, 2000 S.25.)

Wie unter Punkt 1.6.1 ausgeführt wird, ist das Interessenkonstrukt ein komplexer Gegenstand auf den neben situativen Komponenten auch Persönlichkeitsmerkmale, wie die Einstellungen, das Selbstkonzept oder das häusliche Umfeld wirken. Beispielsweise können hier die in Kapitel 1.4 der Arbeit dargelegten Ergebnisse der Kieler Gruppe für den Zusammenhang von Selbstkonzept und Interesse genannt werden. Hoffmann, Häußler und Lehrke erkennen hier für das Sachinteresse, dass „wenn ein Schüler bzw. eine Schülerin [...] ein positives Selbstkonzept gegenüber dem Physiklernen hat [...] dann ist in der Regel auch das Sachinteresse an der Physik groß.“ (Hoffmann/Häußler /1998, S. 117.)

„Als bedeutendsten Beitrag“ (Wild/ Hofer in Schiefele/Wild, 2000 S. 47.) erkennen Wild und Hofer in einer Langzeiterhebung über „Elterliche Erziehung und die Veränderung motivationaler Orientierungen“, „den Nachweis, dass Merkmale elterlicher Erziehung eine theoriekonforme Vorhersage über die Lernmotivation von Schülern am Ende des Jugendalters erlauben.“ Prenzel,

Lankes und Minsel ergänzen in Bezug auf die Primarstufe, „dass die Entwicklung der Interessen auch in diesem Altersbereich durch Eltern, Lehrkräfte und Gleichaltrige beeinflusst wird.“ (Prenzel/Lankes/ Minsel in Schiefele/Wild, 2000 S. 23.)

Eine weitere Schnittmenge ergibt sich bei den Konstrukten der Einstellung und des Interesses. Krapp beschreibt als Komponenten der Interessengenerierung eine positive wertbezogene Valenz und „eine positive Bilanz emotionaler Erlebensqualitäten“. (Krapp, 1998, S. 193.) Er beschreibt

*„dass „sich eine Person nur dann mit einem bestimmten Gegenstandsbereich [...] auseinandersetzt, wenn sie ihn auf der Basis rationaler Überlegungen als hinreichend bedeutsam einschätzt (wertbezogene Valenz) und wenn sich für sie im Verlauf gegenstandsbezogener Auseinandersetzung (Lernhandlungen) eine insgesamt positive Bilanz emotionaler Erlebensqualitäten ergibt.“ (Krapp, 1998, S. 193.)*

Nach Prenzel, Lankes und Minsel gibt es „zahlreiche Hinweise darauf, dass Interesse die Qualität des Lernens in kognitiver, wie emotional affektiver Hinsicht fördert.“ (Vgl. Prenzel/Lankes/ Minsel in Schiefele/Wild, 2000 S. 24.) Kognitive und affektive Komponenten finden sich ebenfalls im Einstellungskonstrukt wieder und ergeben sich aus der logischen Kausalität zwischen Interesse an einem Gegenstand und Stärke der Valenz einer Einstellung. Genauere Ausführungen dazu und zu weiteren Variablen der Untersuchung finden sich im weiteren Verlauf des Kapitels.

Festzuhalten bleibt, dass die zentrale Untersuchungsvariable des Interesses als latentes (nicht unmittelbar messbares) Merkmal angesehen werden kann, das einer operationalen Konkretisierung und Einordnung zu abhängigen Variablen bedarf. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 3.)

Am Ende der Darstellungen der einzelnen Untersuchungsvariablen steht daher eine modellhafte, konstruktive Gesamteinordnung der einzelnen Variablen zur Leitfrage der Interessengenerierung bei Schülerinnen und Schülern durch das Interventionsprojekt Miniphänomena.

### 1.6.1 Definitionen und Theorien zum Merkmal des Interesses

Der sprachliche Begriff des Interesses wird synonym für geistige Anteilnahme, Aufmerksamkeit, Vorliebe, Neigung oder Bestrebung genutzt. Es leitet sich von den lateinischen Begriff „inter“ für dazwischen und „esse“ für sein, somit dem dazwischen sein oder teilnehmen her.

Schon 1973 schreibt Neuendorff im psychologischen Sinne über Konstrukt des Interesses:

*„Im Interesse wird eine enge Beziehung zwischen dem teilnehmenden Ich und dem affektiv besetzten Gegenstand ausgedrückt, wobei der Grund dieses Interesses nicht näher angegeben wird. Fragen nach den Gründen werden vielmehr abgeschnitten mit der bloßen Bekundung, die Beziehung gründe im Interesse des betreffenden Ich. Interesse erscheint so als ein sich selbst Begründendes. Es ist gleichzeitig Grund und Folge der Vermittlung zwischen zwei sich zunächst wesentlich fremden Wesen: dem Subjekt und seinen Gegenständen.“* (Neuendorff, 1973, S.17.)

Vispoel und Austin (1995) ermittelten in einer empirischen Erhebung an Realschulen als häufigsten Grund für schulische Misserfolge den Mangel an inhaltlichem Interesse. (Vgl. Woolfolk, 2008, S. 466.) Der Begriff des Interesses steht somit im speziellen Zusammenhang mit der pädagogischen Psychologie und Interventionsforschung im Schulwesen.

Auf den Schullernstoff bezogen belegt Woolfolk 2008 beispielhaft am Lernen von Texten die hohe Bedeutsamkeit des Interesses für schulische Prozesse: „Größeres Interesse führt [hier] zu einer stärkeren emotionalen Reaktion auf den Lernstoff, dies wiederum führt zu größerer Ausdauer, gründlicherer Verarbeitung, besserem Behalten des Textinhaltes und insgesamt zu besseren [schulischen] Leistungen.“ (Ainley/Hidi/ Berndorf, 2002; Pintrich 2003; Schraw/Lehmann, 2001 in Woolfolk 2008, S. 467.) (Vgl. Lechte, 2008 S.47 f.)

Krapp (1998) spricht vom Interesse als „zentrale motivationale Komponente im schulischen und außerschulischen Lehr-/Lerngeschehen“. (Krapp, 1998 S. 185.), aussagekräftigen „Prädiktor der schulischen und akademischen Leistung“ und

wichtiges Ziel schulischer Bildung. Lehrpläne oder scientific-literacy fordern die Förderung von Interesse als Kernpunkt schulischer Förderung. Todt gibt an, dass Interessen im schulischen Zusammenhang bedeutsam sind für Wahlpflicht-Kurswahlen in der Sekundarstufe I, Leistungskurswahlen in der Sekundarstufe II, die Studien- /Berufswahl, Lernen allgemein, Freizeitverhalten, eine positive Befindlichkeit, aber auch die kognitive Entwicklung, affektive Lernziele und Komponenten des Selbstbildes. (Vgl. Todt, 1988 S.59f.) Schiefele (1986) bringt die Relevanz des Interesses im schulischen Prozess pointiert zum Ausdruck: „Wer kein Interesse hat, ist nicht gebildet.“ (Vgl. Krapp, 1998, S. 187.)

Die forschungshistorisch moderne Entwicklung des Interessensbegriffs beginnt grundlegend erst gegen Ende des 20. Jahrhunderts mit Schiefele, Haußer und Schneider und entwickelt sich vor allem über die Münchner Gruppe um Krapp, Hidi und Renninger, die Stuttgarter Gruppe um Todt und die Kieler Gruppe um Hoffmann. (Vgl. Daniels, 2004 S. 16 ff.).<sup>16</sup> Diesen zentralen Konzeptionen, die sich überwiegend in der Betonung einzelner Aspekte unterscheiden soll im Folgenden ausführlich Rechnung getragen werden, doch vorweg bedarf es zur wissenschaftlichen Operationalisierung einer genaueren Definition und Abgrenzung des Interessenbegriffs.

Oerter und Montada beschreiben die ontogenetische Basis des Interesses bereits in der kindlichen Neugier, beschrieben als „aktuelle Aktivierung und Zuwendung zu einem Gegenstand [oder] einer Situation mit starkem Anreizcharakter.“ (Oerter/Montada, 2002, S. 559.)

Neugier und Interesse werden umgangssprachlich häufig ähnlich bis deckungsgleich verwendet. Eine Abgrenzung der Begriffe ist somit notwendig. Neugier kann nach Berlyne als biologisches Grundbedürfnis von Menschen und Tieren definiert werden, die vor allem bei Jungtieren bzw. Kindern auftritt und als Funktion der Reizunvertrautheit auf einer Skala von Reizhomogenität (Langeweile), neuen Reizen (Explorationsverhalten) und extrem fremdem Reizen (Angst) verstanden werden kann. (Vgl. Oerter/Montada 2002, S. 559.)

Aus Woolfolks Beispiel und Oerters entwicklungsgeschichtlicher Herleitung lässt sich eine erste notwendige Charakteristika des Interessensbegriffs herausfiltern: die Person – Gegenstandskonzeption des Interesses.

---

<sup>16</sup> Anm. Ein umfassender, summativer Überblick findet sich bei Krapp (2002a)

Interesse wird nach Lewin 1963, Oerter 1995, Deci & Ryan 1985 und Nuttin 1984 (in Krapp, 1998, S. 185.) „nicht als Einstellung oder stabiles Persönlichkeitsmerkmal interpretiert, sondern als ein Phänomen, welches sich aus der Interaktion zwischen der Person und ihrer gegenständlichen Umwelt ergibt.“

Interessen beziehen sich demnach stets auf Gegenstände, bezogen auf die Schule beispielsweise Inhalte oder Wissensgebiete eines Schulfachs aber auch Tätigkeitsklassen oder konkrete Dinge. Der spezielle Objektcharakter der Interessentheorie (auch „person-object-theory of interest“, kurz POI) (Vgl. Krapp, 2000, S.110.) wird im späteren Verlauf der Arbeit auf die Untersuchungsobjekte Schule, Schüler und naturwissenschaftlich, physikalischer Unterricht vorliegender Arbeit angewendet werden.

Krapp (1998) unterscheidet zwei Komponenten des Interesses:

- Situationales Interesse auch „Interessanz“ (Vgl. Daniels ,2008, S. 17 ff.) (Vgl. Krapp, 2003, S.61.)
- Individuelles Interesse auch „Vorliebe“ (Vgl. Daniels, 2008, S. 17 ff.) (Vgl. Krapp, 2003, S.61.)

Situationales Interesse beschreibt Krapp als speziellen motivationalen Zustand als Resultat einer Wechselwirkung zwischen Person und Situationsfaktoren, also aus der Zuwendung und aktuellen Auseinandersetzung mit einem Gegenstand:

*„Situational interest is used to describe interest that is generated primarily by certain conditions and/or concrete objects (e.g.; texts film) in the environment.“*

(Krapp/Hidi/Renninger, 1992 S.8.)

Diese kurzfristige Motivation ähnelt dem beschriebenen Begriff der Neugier, bildet dabei aber die Basis für den weitergehenden Begriff des individuellen Interesses. Individuelles oder auch dispositionales Interesse kann als Persönlichkeitsdimension aufgefasst werden, die „dauerhafter oder lang anhaltender Bestandteil der gesamten Person-Umwelt Orientierung geworden ist.“ (Oerter/Montada, 2002, S. 561.)

Aus der aktuellen Objekt Person Beziehung (situationales Interesse) kann sich unter bestimmten Bedingungen in einem mehrstufigen Prozess die überdauernde Disposition (Persönlichkeitseigenschaft) des individuellen Interesses entwickeln. Dabei ist festzuhalten, dass die beschriebenen Zustände nur Eckpunkte eines Kontinuums sind. Ein praktisches Beispiel für Interessengenerierung im Schulunterricht findet sich bei Krapp 2003:

*“In school, for example, it is assumed that a situational interest is created by the interesting 'composition' of a teaching situation and/or the interesting presentation of a lesson and that this interest will hold over the period of teaching this specific interest related subject or topic (Hidi, 2000). Under certain conditions, a longer-lasting PO relationship which meets the criteria for a personal interest can grow out of such a situational interest.” (Krapp, 2003, S. 69.)*

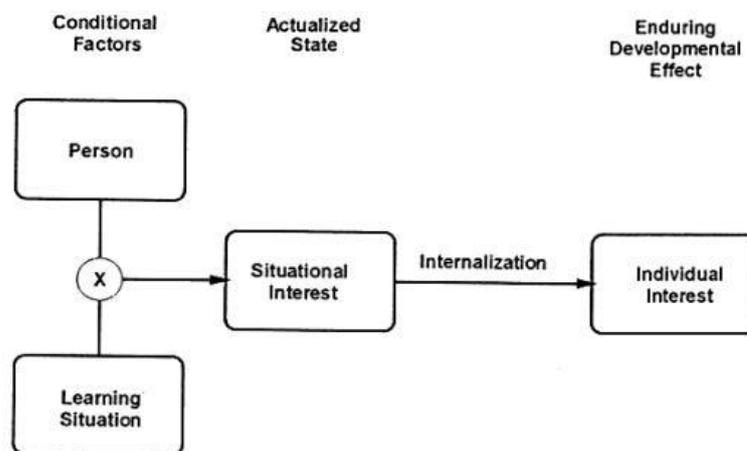


Abbildung 13: The ontogenetic transition from situational to individual interest  
Krapp, 2003, S. 71.

Krapp (2001b) beschreibt drei Stationen zwischen situationalem und individuellem Interesse:

1. *a situational interest awakened or triggered by external stimuli for the first time*
2. *a situational interest that lasts during a certain learning phase (Internalization)*

3. *an individual interest that represents a relatively enduring predisposition to concern oneself in a certain object-area of interest (Krapp/Lewalter, 2001, S. 213.)*

Die Bedingung der situativen Wiederholung oder andauernden Auseinandersetzung für die langfristige Interessengenerierung (Verinnerlichung) ist damit dargestellt. Daneben bedarf es weiterer Bedingungen, um Interessen zu verankern.

Nach Mitchell (1993) ist für den Übergang von situationalem in individuelles Interesse das situationale Interesse in eine catch- und eine hold-Komponente zu unterteilen. Überraschungen und Diskrepanzergebnisse eignen sich auf den unterrichtlichen Prozess bezogen für die catch-Komponente des situationalen Interesses; Erkenntnisse, die sich auch in den beschriebenen Konzepten Wagenscheins widerspiegeln und so auf den naturwissenschaftlich, physikalischen Unterricht übertragen lassen.

Weitere Faktoren, wie persönliche Sinnhaftigkeit (Vgl. Krapp, 2001.), intrinsische Motivation (Vgl. Krapp, 1999b.) und emotionale Erlebensqualität (Vgl. Krapp, 2002b.), des Interessenobjekts müssen im Sinne der hold-Komponente hinzukommen, um bei wiederholter Auseinandersetzung den Übergang zum (relativ dauerhaften) individuellen Interesse zu ermöglichen. Einschränkend erwähnt Krapp, dass „nur ein Teil dessen, womit sich eine Person lernend auseinandersetzen muss, in die „ich-näheren“ Bereiche der Persönlichkeit oder gar in die Kernstruktur des persönlichen Selbst integriert wird“ (Krapp, 1998, S. 192.); der wiederholten Aktivierung unter Beachtung von catch- und hold-Komponenten kommt also zentrale Notwendigkeit bei der Entwicklung individueller Interessen zu. Interesse (jeglicher Art) zeigt sich nach Krapp & Ryan (2002) oder Krapp (2003) in drei Komponenten:

- Epistemische Merkmalskomponente
- Emotionale Merkmalskomponente
- Wertbezogene Merkmalskomponente

„Eine an einem Gegenstand interessierte Person möchte darüber mehr erfahren und ihre Kenntnisse und Fähigkeiten in diesem Gegenstandsbereich erweitern“,

(Krapp/Ryan, 2002, S.69.) so beschreibt Krapp die epistemische Komponente von Interessen. Als emotionale Komponente versteht Krapp, dass“ ein Interesse während seiner Realisierung mit überwiegend positiven Gefühlen und Erlebensqualitäten verbunden ist“ (ebd. 2002, S.69.) und der wertbezogene Typus des Interesses zeichnet sich nach Krapp dadurch aus,“ dass der Interessengegenstand und die inhaltliche Auseinandersetzung mit diesem Gegenstand für die Person eine herausgehobene subjektive Bedeutung besitzt.“ (ebd. 2002, S.70.).

Deci und Ryan ergänzen in Analogie zu den hold-Faktoren von Mitchell und Merkmalskomponenten von Krapp in ihrer Selbstbestimmungstheorie drei „basic-needs“ für die Veränderung motivationaler Dispositionen: (Vgl. Krapp, 1998 S. 194.) (Vgl. Krapp, 2000, S.113f.) (Vgl. Deci/Ryan 1985, 1993.) (Vgl. Krapp, 2003, S.63f.)

- competence - Kompetenzerleben
- autonomy – Selbstbestimmung
- relatedness - Soziale Eingebundenheit

Der competence Begriff beschreibt das Bedürfnis des Individuums nach eigenem Kompetenzerleben, „sich als handlungsfähig“ zu erleben, „den gegebenen und absehbaren Anforderungen gewachsen sein und die anstehenden Aufgaben oder Probleme aus eigener Kraft [zu] bewältigen“. (Krapp, 1998 S. 194.)

Der Begriff der Autonomie beschreibt das Bedürfnis des Individuums sich, nicht extrinsisch motiviert (Vgl. Krapp, 1999b.) als „eigenständiges Handlungszentrum“ zu erleben, „Ziele und Vorgehensweisen eigenen Tuns selbst [zu] bestimmen“ (Krapp, 1998, S. 194.)

Der Begriff der sozialen Eingebundenheit beschreibt das Bedürfnis des Individuums „nach befriedigenden Sozialkontakten“, nach „Identifikation mit bestimmten Personen und Personengruppen“ und den Wunsch von „signifikanten Anderen akzeptiert und anerkannt [zu] werden“. (ebd. 1998, S. 194.)

Daraus folgt als Konsequenz sich mit Objekten zu identifizieren, die von diesen Personen besonders geschätzt werden.

Zentrale Faktoren der Interessengenerierung sind damit genannt. Einschränkend muss erwähnt werden, dass weitere Faktoren bei der Interessenentwicklung speziell im

Unterricht eine Rolle spielen und in der Fachliteratur diskutiert werden. So schlägt z.B. Prenzel konstruktivistische Unterrichtsprinzipien und Stark, Gruber und Mandl „authentische Problemfälle der Expertenpraxis“ (ebd., 1998, S. 195.) zur Interessengenerierung vor. Krapp (2005) deutet hingegen darauf, dass weitere Bedingungen natürlich nicht auszuschließen sind, im Rahmen der Modellbildung aber gegenüber diesen drei genannten geringere Effekte zu erwarten sind. Die „basic-needs“ sind somit als wesentlich, aber nicht ausschließlich zu betrachten. (Vgl. Krapp, 2005, S. 386.)

Zusammenfassend zeigt sich das situative Interesse als Variable mit geringer Stabilität, die allerdings durch kontinuierliche Einflüsse zu einem stabilen individuellen Persönlichkeitsmerkmal erwachsen kann. Verschiedene Faktoren sind als Triebfedern dieser Entwicklung auszumachen. Situationales und individuelles Interesse sind durch Wechselwirkung aber nicht nur in die eine beschriebene Entwicklungsrichtung verbunden, beide wirken bei „einer interessenorientierten Handlung auf den aktuellen psychischen Zustand einer Person“. (Daniels, 2008, S. 17.)

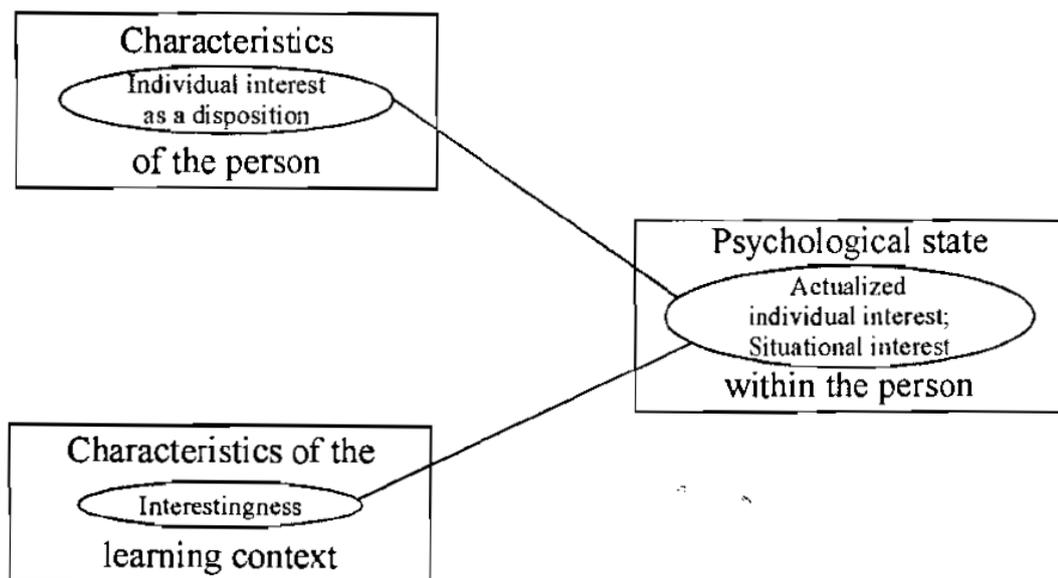


Abbildung 14: Three approaches to interest research  
Krapp, 1999a, S.24.

Aus der Objektauseinandersetzung kann sich ein situationales Interesse, eine Interessantheit der Situation für die Person entwickeln, wenn der Gegenstand noch in keinem Interessenzusammenhang steht. Besteht ein (auch negativ skaliertes) Interesse als Merkmal der Person entwickelt sich dieses individuelle

Interesse zu einem aktualisierten Interesse. Ist das individuelle Interesse bereits positiv belegt entwickelt sich das aktualisierte Interesse ohne starke externe Stimuli. (Vgl. Krapp, 1999a, S.23 f.) „Ist das individuelle Interesse gering oder die Person gerade erst im Begriff ein individuelles Interesse zu entwickeln, ist die Qualität der äußeren Anregung besonders wichtig.“ (Daniels, 2008, S. 18.)

Genauer unterschieden wird diese Entwicklung vom labilen situationalen zum aktualisierten und dann stabilen individuellen Interesse durch von Hidi und Renninger (2006), die den Übergang in vier Phasen unterteilen. (Vgl. Hidi/Renninger/Krapp, 2004, S.97f.)

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1) Triggered situational interest<br>Interesse                | hervorgerufenes situationales  |
| 2) Maintained situational interest<br>situationales Interesse | aufrechterhaltenes             |
| 3) Emerging individual interest<br>Interesse                  | beginnendes individuelles      |
| 4) Well developed individual interest<br>Interesse            | gut entwickeltes individuelles |

Wie schon bei Krapps Kontinuum, sowie Deci und Ryans basic-needs zur Entwicklung von Mitchels catch zur hold Komponente sehen auch Hidi und Renninger (2006) die Übergänge der vier Phasen „durch eine Lenkung der Aufmerksamkeit und positive Gefühle beeinflusst.“ (Daniels, 2008, S. 20.)

Allen Betrachtungen ist der Objekt-Personen-Zusammenhang gemein, der durch Aktualisierung stabilisieren oder destabilisieren kann. Der Personenbezug wurde eingehend erläutert, der Objektbegriff bedarf im Folgenden einer genaueren Präzisierung. Wie schon erwähnt benötigt der allgemeine Objektbegriff der Interessentheorie einen differenzierter Blick auf die Interessenentwicklung im notwendigen Kontext, für die vorliegende Arbeit der Schulkontext und fachliche Kontext naturwissenschaftlicher Bildung.

Holland kategorisiert in seinem RIASEC (realistic, investigative, artistic, social, enterprising, conventional) Modell die Objektkomponente in einem Hexagon mit vier Objektfeldern und sechs Interessendimensionen. Holland unterscheidet Personen mit Interesse an Beschäftigungen mit materiellen Dingen und Objekten

(realistic = handwerklich), mit Interesse an akademisch, wissenschaftlichen Handlungen, Methoden und Objekten (investigative = forschend), mit Interesse an kreativem oder selbstdarstellerischem Ausdruck (artistic = künstlerisch), Personen mit Interesse an Gemeinschaft und sozialen Kontakten (social = sozial), mit Interesse an unternehmerischen, wirtschaftlichen Tätigkeitsfelder (enterprising = unternehmerisch) und Personen mit Interesse an strukturierter Umgebung (conventional = ausführend, konventionell). Die Kategorisierung zeigt den primären Anwendungsbereich in der Arbeits- und Organisationspsychologie. (Vgl. Oerter/Montada, S. 562.)

Todt, Drewes und Heils kategorisieren in einem leicht erweiterten Rahmenmodell allgemeine, spezifische (eine Aufgliederung von Krapps individuellem Interesse) und situationale Interessen in Kontexte bzw. Lebensbereiche und Inhaltsbereiche. (Vgl. Daniels, 2008, S.26.) Hier finden sich Hollands Kategorien als Inhaltsbereiche wieder.

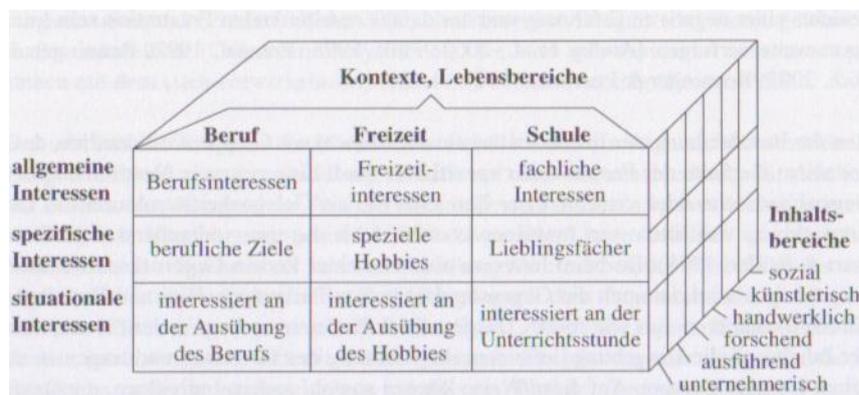


Abbildung 15: Interessenkontexte nach Todt Daniels, 2008, S. 26.

Deutlich wird durch diese Vertiefung, wie sich allgemeine (objektübergreifende) Interessen oder spezifische (objektgebundene) Interessen in unterschiedlichen Lebensbereichen entwickeln und untereinander wechselwirken können. Als Beispiel sei hier das in vorliegender Arbeit zu untersuchende naturwissenschaftlich, physikalische Interesse genannt, dass nach Todts Modell in Schule, Freizeit oder Beruf als allgemeines Interesse an der Naturwissenschaft, spezifisches Interesse an einem Gegenstand aus dem Fachbereich (z.B. Elektronik oder Mikroskopie) oder situationales Interesse an einer Unterrichtsstunde, Museumsbesuch oder Ausbildung äußern kann. Die Bereiche sind dabei nicht

autark zu betrachten sondern stehen in Wechselwirkung zueinander. Todts Modell macht deutlich, wie die Interessengenerierung in einem Bereich einen anderen Bereich beeinflussen kann. Zur Verdeutlichung an obigem Beispiel kann ein allgemeines Interesse am Schulfach Naturwissenschaft dazu führen sich unterstützend situational von einem Elektronikbaukasten begeistern zu lassen, was zum spezifischen Interesse am Hobby Elektronik führen kann (Vgl. Daniels 2008, S. 27.).

Eine spezifischere, auf Physikunterricht bezogene Konzeption findet man bei der Kieler Gruppe um Hoffman, Häußler und Lehrke.(1998) Hoffman, Häußler und Lehrke beziehen sich bei Ihrer Erweiterung des Interessenbegriffes auf Arbeiten von Gardner, Haldyna, Olsen und Shaughessy, Simpson und Troost, Todt und Walberg. Speziell Gardner (1987) kritisierte die geringe Theorieleitung der Interessenforschung, Eindimensionalität der Objektebene von Interessenkonstrukten und häufige Unklarheiten über das genaue Objekt der Messung. (Vgl. Hoffman et al., 1998 S. 25.) Die Kieler Gruppe unterteilt das Interesse an Physik hier zuerst grob in Sachinteresse und Fachinteresse Physik. Unter dem Fachinteresse Physik versteht die Kieler Gruppe das Interesse am Schulfach Physik, unter dem Begriff Sachinteresse an Sachgegenständen aus der wissenschaftlichen Disziplin Physik. Hoffman et al. begründen diese Trennung mit der Ausgangslage im Schulfach Physik. „Wenn z.B. im Extremfall das, was Jugendliche an der Physik interessiert, im Physikunterricht gar nicht vorkommt, wäre es plausibel, dass diese beiden Interessenkonstrukte ganz unterschiedliches messen.“ (Hoffman et al., 1998 S. 9.)

Die damit immer noch eindimensional erscheinenden Interessenvariablen werden im Verlauf der Kieler Studie durch Einbeziehung von abhängigen und unabhängigen Variablen und pre-experimenteller Einflusstruktur weiter differenziert.

Unterschieden werden dabei das beschriebene Fachinteresse und Sachinteresse am Fach bzw. an der Disziplin Physik und ein durch Physikunterricht induziertes Interesse. In den Zusammenhang mit dem, in Anlehnung an Krapps individuellem Interesse „als überdauernde Vorliebe eines Individuums für einen bestimmten Inhaltsbereich“ (Hoffman et al., 1998, S. 10.) definierten Sachinteresse wird auch das kurzfristige situationelle Interesse von Krapp gebracht. Dies gelingt durch eine Dimensionierung des Sachinteresses in drei Richtungen auf Basis eines

curricularen Modells zur „Physikalischen Bildung für heute und morgen“ der Delphi Studie zur physikalischen Bildung (Häußler, 1980, 1988.). Die Variable Sachinteresse enthält die Dimensionen: Kontext, Gebiet und Tätigkeit, also „Aussagen über Situationen, Motive, Erfahrungsgebiete oder andere Zusammenhänge in denen eine physikalische Bildung[...] sinnvoll ist“ (Hoffman et al., 1998 S. 26.) (Kontext), „Aussagen über Gebiete mit denen man sich im Zusammenhang mit Physik auseinandergesetzt haben sollte...“ (Hoffman et al., 1998, S. 26.) (Gebiet) und „Aussagen über die angemessene und wünschbare Art der Verfügbarkeit bzw. Form des Umgangs mit physikalischer Bildung“ (Hoffman et al., 1998, S. 26.) (Tätigkeit). Deutlich wird die Dimensionierung der Kieler Gruppe durch weitere Kategorisierung der drei Dimensionen in sieben Kontextkategorien, acht Gebietskategorien und vier Tätigkeitskategorien. Im Falle der Kontexte unterscheidet man:

- Physik als Mittel zur Bereicherung emotionaler Erfahrungen
- Physik als Mittel zum Verständnis technischer Objekte im Alltag
- Physik als Grundlage für Berufe 1 (technische Berufe, Forschung)
- Physik als Grundlage für Berufe 2 (Medizin, Kunst, Beratung)
- Physik als Wissenschaft 1 (qualitative Physik)
- Physik als Wissenschaft 2 (quantitative Physik)
- Physik in ihrer Bedeutung für die Gesellschaft

Der Übersicht halber werden die Gebietskategorien an dieser Stelle nur kurz erwähnt. Für eine genauere Definition (Vgl. Hoffmann et al., 1998, S. 27.): Physik vom Licht, Physik von Tönen, Klängen und Geräuschen, Physik von der Wärme, Physik von den Bewegungen, Physik von der Elektrizität und vom Magnetismus, Physik von der Elektronik, Physik der Welt im Kleinen und Physik von der Radioaktivität und von der Kernenergie. Die Tätigkeitskategorien gliedern sich, wie folgt in:

- Rezeptive Tätigkeiten (beobachten, lesen, zuhören)
- Praktisch- konstruktive Tätigkeiten (etwas bauen, Versuche durchführen)

- Theoretisch- konstruktive Tätigkeiten (sich etwas ausdenken, etwas berechnen)
- Bewertende Tätigkeiten (sich eine Meinung bilden, den Nutzen beurteilen)

Die Unterscheidung in unterschiedliche Einzelinteressen und Dimensionen ermöglicht in Verbindung der Dimensionen und Interessen in jedem Item das Interessenobjekt präzise zu beschreiben. Vorliegende Studie trägt dieser Notwendigkeit Rechnung und richtet sich bei der Operationalisierung von Skalen vordringlich an diesen und weiteren Objektkategorien der Kieler Gruppe und ihrer aktuellen Ausrichtung aus Daniels Studie zur „Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter“. Eine genaue Darstellung der in vorliegender Arbeit verwendeten Skalen und Begründungen zur Anpassung von Untersuchungsvariablen erfolgt im späteren Verlauf der Arbeit.

Da vorliegende Studie sich in die Betrachtung von Primar- und Sekundarstufe gliedert ist eine weitere Kategorisierung der Interessenobjekte nötig, um dem Umstand gerecht zu werden eine altersgerechte Messung durchzuführen. Schon Prenzel, Mankel und Minsel bemängeln 2000 bei vielen Interessenstudien: „Um genauere Aussagen zu treffen, müssen die Verfahren zum Erfassen der Gegenstandsseite theoriegeleitet sehr viel stärker ausdifferenziert werden, als dies in den meisten vorliegenden Studien geschehen ist.“ (Prenzel/Mankel/Minsel in Schiefele/Wild, 2000, S. 23.)

Das erwähnte Interessenmodell der Kieler Gruppe richtet sich als Querschnitts- und Längsschnitterhebung an die Klassenstufen 5-10. Für die Primarstufe, in der Physikbegriff und Inhalte der Fachdisziplin nur bedingt bekannt sind, eignet sich eine Kategorisierungsform, nach dem Modell der multiplen Intelligenzen von Howard Gardner.

Die Theorie der multiplen Intelligenzen wurde von Gardner entwickelt, um die zumeist eindimensionalen Intelligenztests zu hinterfragen und neue Aspekte in den Intelligenzbegriff einzugliedern. Nach Gardner ist die Intelligenz kein einfaches Merkmal einer Person, sondern unterteilbar in verschiedene Bereiche.

Grob skizziert unterscheidet Gardner mehrere Intelligenzformen, die Begabungsgebieten entsprechen. (Vgl. Gardner, 2005, S.40 ff.), wie etwa die interpersonale Intelligenz, die Fähigkeit sich emotional in Absichten, Motive oder Wünsche von anderen Personen zu versetzen. Das Intelligenzkonstrukt versteht

Gardner nicht als starre Konstante sondern als Variablen, die sich im Laufe des Lebens durch Lernen und Übung steigern oder durch Vernachlässigung abbauen lassen.

Die aktuell noch diskutierte Theorie soll im Weiteren nicht stärker vertieft und im Intelligenzkontext diskutiert werden, da sich vorliegende Arbeit nicht mit dem Begriff der Intelligenz befasst. Die Kategorisierung der multiplen Intelligenzen lässt sich aber auch in anerkannter Weise auf den Objektbegriff des Interesses übertragen. Gardner gibt zum Beispiel der sprachlich-linguistischen Intelligenz an: „Eine Person mit Kenntnissen auf einem bestimmten Gebiet oder mit Interesse an der Erweiterung ihres Wissens mag das Lesen leichter finden, weil sie stärker motiviert ist.“ (Gardner, 2005, S. 350.)

Intelligenz nach Gardner und Interesse können so wechselwirkend angesehen werden. Als Beispiel sei der interessierte Schüler genannt, dem sein Interesse zu weiteren Kompetenzen, bzw. Intelligenz nach Gardner verhilft oder der schon mit stärkeren Kompetenzen/Intelligenz ausgestattete Schüler, den sein Handeln motiviert (Vgl. Kompetenzerleben nach Deci und Ryan) Renzulli, Reis und Stednitz verwenden ein nach Gardner kategorisiertes Intelligenzcluster als „Herzstück des Schulischen Enrichment Modell“ (Renzulli/Reis/Stednitz, 2001 S. 65.) aus dem sich mehrere Interessenschwerpunkte ergeben können. Renzulli, Reis und Stednitz verwenden acht multiple Intelligenzen von Gardner, die sie in die folgenden Interessenbereiche ordnen:

- LI = linguistisch-sprachliches Interesse
- MU = musikalisches Interesse
- LM = logisch-mathematisches Interesse
- NA = naturalistisches Interesse
- VR = visuell-räumliches Interesse
- KK = körperlich-kinästhetisches Interesse
- SO = soziales (interpersonales) Interesse
- EM = emotionales (intrapersonales) Interesse

Die Formulierung der Items der zur Einordnung verwendeten Interessenmatrix als Tätigkeiten ermöglicht die direkte Übertragung des Intelligenzbegriffs in den

Interessenbegriff. Eine genauere Betrachtung der Kategorien und deren Items erfolgt bei der genaueren Darstellung der Interessenmatrix im späteren Verlauf der Arbeit.

Die zentrale Operationalisierung des Interessenbegriffs für die vorliegende Arbeit ist damit abgeschlossen. Zusammenfassend wird das Interesse im Rahmen der Studie als Übergang zwischen latentem Situationsreiz zu einem stabilen Persönlichkeitszustand zwischen einer Person und einem Objekt aufgefasst, der unter günstigen Bedingungen und wiederholter Auseinandersetzung erreicht werden kann.

Der allgemeine Objektbegriff wurde dabei mit Hilfe von Modellen der Kieler Gruppe/Daniels und Gardner/Renzulli durch Kategorisierung auf den Untersuchungsgegenstand fokussiert. Komponenten des Interesses werden während der Untersuchung in verschiedenen Objektkategorien und über die Variable des Interesses hinaus in anderen, verwandten Variablen (z.B. Einstellung, deskriptive Aspekte) (Vgl. Kapitel 1.6.6) gemessen.

### 1.6.2 Definitionen und Theorien zum Merkmal der Einstellung

*„Der Mensch ist kein neutraler Beobachter seiner Welt, sondern bewertet unablässig das, was er sieht.“*

(Bargh/Chaiken/Raymond/Hymes, 1996 in Aronson, 2004.)

Gerrig und Zimbardo definieren das psychologische Konstrukt der Einstellung als „eine positive oder negative Bewertung von Menschen, Objekten und Vorstellungen“ (Gerrig/Zimbardo, 2008, S. 644.). Ähnliche Definitionen finden sich bei Eagly und Chaiken, die Einstellungen als „eine psychische Tendenz [verstehen], die dadurch zum Ausdruck kommt, dass man ein bestimmtes Objekt mit einem gewissen Grad an Zuneigung oder Abneigung bewertet“ (Stroebe/Hewstone, 2007, S. 189.) oder bei Fazio, der „eine Einstellung als eine im Gedächtnis abgespeicherte Assoziation zwischen einem Einstellungsgegenstand und einer zusammenfassenden Bewertung“ definiert. (Fazio, 1995, in Stroebe/Hewstone, 2007, S. 210.)

Einstellungen sind Grundlage der subjektiven Realität und damit wesentlicher beeinflussender Faktor des menschlichen Verhaltens. Erfahrungen, Entwicklungen und Persuasionprozesse, also unbewusste und bewusste Anstrengungen Einstellungen zu verändern führen zum episodischen Charakter von Einstellungen. (Vgl. Gerrig/Zimbardo, 2008, S. 646.)

Das Konstrukt der Einstellung aus dem Kanon der oben erwähnten Autoren definiert als bewertendes Urteil über einen Stimulus muss dabei genauer in mehrere Dimensionen unterschieden werden. Einstellungen lassen sich zum einen in eine Valenzdimension, der urteilenden Richtung der Einstellung, und zum anderen in eine Stärkedimension, die assoziativ ausprägende Richtung der Einstellung, zerlegen.

Eine Einstellung kann sich somit allgemein in den Valenzgrenzen positiv bis negativ belegt und Stärke- bzw. Verfügbarkeitsgrenzen schwach bis stark ausgeprägt bewegen. Die Stärkedimension der Einstellung wird im späteren Verlauf als eigenständiges Konstrukt der Einstellungsstärke genauer betrachtet werden.

Einflussfaktoren zur Entwicklung und Manifestation von Einstellungen lassen sich nach dem multicomponent model of attitude von Eagly und Chaiken auf Basis des Dreikomponentenmodells von Rosenberg und Hovland (1966 in Christensen/Vogt/Upmeier zu Belzen, 2001, S.2.) in drei inhaltliche Bestandteile unterscheiden aus deren Summe sich Einstellungen ergeben. (Eagly/Chaiken, 1993 in Stroebe/Hewstone, 2007, S. 190.)

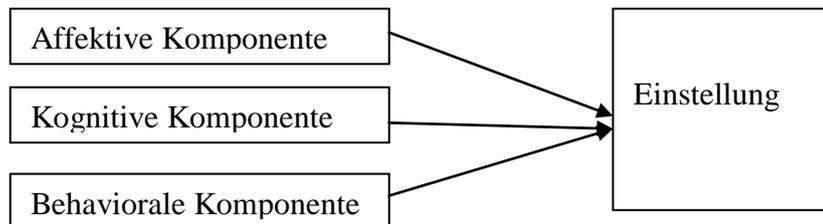


Abbildung 16: Multikomponentenmodell der Einstellung der Verfasser nach Hewstone 2007, S. 190.

Gefühle, Empfindungen und Emotionen, die mit einem Stimulus assoziiert werden, werden im Multikomponentenmodell als affektive Komponente verstanden. Ein eindringliches Beispiel affektiver Anteile bei der Einstellungsentwicklung sind Ängste, die zu negativen Ausprägungen führen können.

Die logisch differenzierte Betrachtung und Abwägung einzelner charakterisierender Gedanken, Überzeugungen und Eigenschaften eines Gegenstandes wird durch das Multikomponentenmodell als kognitive Komponente beschrieben. Zur beispielhaften Darstellung der kognitiven Anteile der Einstellung lässt sich vergleichend das Kaufverhalten nennen, bei dem in diesem Fall einzelne Charakteristika der Ware logisch abgewogen werden und zur Kaufentscheidung, einer positiven Einstellung zur Ware führen.

„Zeitlich zurück liegende Verhaltensweisen gegenüber einem Einstellungsgegenstand“ (Stroebe/Hewstone, 2007, S.193.) werden im Multikomponentenmodell als (behaviorale) Verhaltenskomponente definiert. Die behaviorale Komponente wird dabei nach der self-perception theory von Bem 1972 (Vgl. Stroebe/Hewstone, 2007, S. 193.) von der Zugänglichkeit der Einstellung und des vergangenen Verhaltens beeinflusst. Ein einfaches Beispiel für den Einfluss vergangener Handlungen auf aktuelles Verhalten zeigt sich im

geprägten Verhalten von Stammwählern oder generell konservativem Verhalten bei Konsumententscheidungen.

Die Summe der Komponenten ergibt das Bild der Einstellung. Nach der „two dimensional perspective“ von Cacioppo, Gardner und Berntson 1997 (Vgl. Hewstone, 2007, S. 195.) lassen sich die Valenzausprägungen auf einem zweidimensionalen System mit den Extrempunkten positiv und negativ auftragen und ergeben so in der Summe positiver und negativer kognitiver, affektiver und behavioraler Inhalte eine Gesamteinstellung mit positiver, negativer oder ambivalenter Orientierung. Eine ambivalente Einstellung kann dabei also auch aus sehr polarisierten aber widerstrebenden positiven und negativen Orientierungen bestehen.

Vorliegende Arbeit betrachtet die Einstellungen von Schülern und Erwachsenen bezogen auf Begriffe, Objekte, und Tätigkeiten aus dem Fachbereich der Naturwissenschaft Physik. Gegenstandseinschränkungen müssen daher mit in die Darstellung einbezogen werden.

Roman Dengler kommt zu einem differenzierten Bild über Einstellungen im Fachbereich Physik. (Vgl. Dengler, 1995.) Die Komponentenanteile nach Eagly und Chaiken sieht Dengler in der Einstellungssumme verschoben. Er findet in seiner Untersuchung, dass „Physik auf kognitiver Ebene akzeptiert wird, aber viele Menschen nicht auf der affektiven Ebene anspricht.“ (Dengler 1995, S. 25.)

Geschlechter- und altersspezifische Unterschiede zeigen sich bei der Befragung von Schulklassen zum Gegenstand Physik. In der Mittelstufe (Klasse 8-10) findet Dengler die Physik als Schulfach nur auf einem mittleren Platz, der sich zur Oberstufe hin nach unten und für Mädchen deutlicher, als für Jungen verschiebt. Erklärung findet Dengler in Unterrichtsformen aus denen er auf das Unterrichtsfach Physik bezogene, einstellungsverbessernde Methoden herausfiltert. Praktische Anwendungen, Schüler- und Lehrerversuche gelten nach Dengler als einstellungsfördernd.

### 1.6.3 Definitionen und Theorien zum Merkmal der Einstellungsstärke

Es wurde bereits erwähnt, dass neben der Valenzdimension, Einstellungen durch ihre Stärke (Verfügbarkeit) charakterisiert werden können.

Die Einstellungsstärke, auch Einstellungsverfügbarkeit oder Einstellungszugänglichkeit, ist die:

*„Stärke des Zusammenhangs zwischen einem Objekt und der Bewertung dieses Objekts, gemessen an der Schnelligkeit, mit der man seine Gefühle bezüglich des Einstellungsobjektes oder des die Einstellung betreffenden Themas berichten kann.“* (Russel/Fazio, 1989, 1990, 2000 in Aronson, 2007, S.234.)

Das Konstrukt der Einstellungsstärke wird in vorliegender Arbeit als eigenständiges psychologisches Merkmal erhoben. Einstellungsstärke als gesondertes Konstrukt zu betrachten ergibt sich aus dem Wesen der Einstellungsstärke in Bezug auf Evaluationsforschung von schulischen Interventionsprogrammen. Die Einstellungsstärke ist als Indikator für Verhaltensvorhersagen nutzbringender als die Valenzdimension der Einstellungen. „Fazio und Williams (1986) fanden, dass die Korrelation zwischen Einstellungen und Verhalten signifikant höher war bei Personen, deren Einstellung [...] eine hohe Zugänglichkeit aufwies.“ (Stroebe, 2007, S. 217.) Einschränkend muss vorweg erwähnt werden, dass tatsächliches Verhalten durch weitere Faktoren, wie dem Bereich, in dem das Verhalten gezeigt wird, oder situativen oder Persönlichkeitsvariablen, beeinflusst wird. Deshalb kann die Einstellungsstärke lediglich als Tendenz zu entsprechendem Verhalten bzw. als Moderatorvariable der Einstellungs- Verhalten Relation gewertet werden. Beispiele für die starke Einstellungsverfügbarkeit liefern Stimulusobjekte, wie Religionen, Parteien und Sportvereine, die im Gegensatz zu komplexen Themen oder speziellen Objekten im Allgemeinen schnelle Präsenz der Einstellung liefern. Zugleich gilt: Je stärker die Einstellung, desto resistenter ist sie gegen Persuasion (Veränderung). (Vgl. Aronson, 2007 S. 234 ff. )

In der Einstellungsstärkeforschung herrschen, wie schon beschrieben, verschiedene Begrifflichkeiten und Methoden der Messung vor. Nutzbare

Indikatorvariablen der Einstellungsstärke sind Urteilsstärke, Wichtigkeit, Interesse, Wissen, Extremität und Einstellungszugänglichkeit, welche sich durch die Art der Messung als explizit oder implizit unterscheiden. Die Einstellungsstärke wird in vorliegender Arbeit als implizit messbare Einstellungszugänglichkeit nach Basili (1993) verstanden, was zu nur minimal bewusst intendierten Antwortverzerrungen führt. (Vgl. Mayerl, 2003, S. 1.) Die Messung der Einstellungszugänglichkeit nach Basili (Vgl. Mayerl, 2003, S. 3.) erfolgt über die Messung der Antwortreaktionszeit als Indikator für die Stärke der Assoziation zwischen Einstellung und Einstellungsobjekt.

Nach Fazio gilt für die Messung: „Je stärker die Assoziation desto schneller müsste ein Proband die betreffende Einstellung äußern können.“ (Fazio, 1986 in Mayerl, 2003, S. 4.)

Es ergibt sich ein „Attitude-Nonattitude“ Kontinuum, bei dem sich „Attitudes“ durch kurze Antwortreaktionszeiten auszeichnen und „Nonattitudes“ durch langfristige „on the spot“ Generierung (Vgl. Mayerl, 2003, S. 4.). Mayerl (2003) bestätigt mit Einschränkungen, dass je näher eine Einstellungsäußerung am Pol „Attitude“ liegt, d.h. je höher die Einstellungszugänglichkeit, desto kürzer ist die Antwortlatenzzeit dieser Einstellungsäußerung.“ (Mayerl 2003, S. 5.)

Methodisch gilt es bei dieser Form der impliziten Antwortreaktionszeitmessung situative und individuelle Bestimmungsfaktoren auszugrenzen bzw. zu kontrollieren. Genauere Ausführungen zur Entwicklung von Antwortlatenzzeiten aus Antwortreaktionszeiten finden sich im Methodenteil der Arbeit.

#### 1.6.4 Definitionen und Theorien zum Merkmal des Selbstkonzepts

Das Selbstkonzept als psychologisches Konstrukt ist nach Markus und Wurf (1987) definiert als „organisiertes Wissen über die eigene Person und setzt sich aus bestimmten, voneinander abgrenzbaren Komponenten zusammen“ (Markus /Wurf 1987 in Daniels, 2004 S. 65.). Shavelson, Hubner und Stanton (1976) beschreiben das allgemeine Selbstkonzept der Begabung als generalisierte Selbstwahrnehmung eigener Kompetenzen, die sich auf Grund von Erfahrungen in Leistungskontexten ausbildet und nachfolgendes Handeln in leistungsthematischen Situationen mitbestimmt. Faber (1982) konkretisiert vorliegende und weitere Definitionen im Schulzusammenhang:

*„Mit den leistungsthematischen Selbstkonzepten von Schülern sind deren individuelle Erfolgs- und Misserfolgserfahrungen in schulischen Kontexten zu relativ überdauernden (deskriptiven und evaluativen) Kompetenzannahmen verarbeitet. Sie repräsentieren damit auf subjektiv bedeutsame Weise die wahrgenommenen Kompetenzen hinsichtlich der Bewältigung schulischer Anforderungen und können das aktuelle, wie künftige Lern- bzw. Leistungsverhalten günstig oder ungünstig beeinflussen.“ (Vgl. Faber, 2007, S. 12 ff.)*

Es zeigt sich, dass wie das Interesse, auch das Selbstkonzept zu einzelnen relativ labilen oder stabilen Komponenten (analog zum Objektbegriff des Interesses) zu kategorisieren ist.

Das Selbstkonzept ist dabei hierarchisch nach Stabilität zu ordnen. An der Spitze der Hierarchie postulierten Shavelson, Hubner und Stanton (1976 in Daniels 2004 S.65.) ein relativ stabiles generelles Selbstkonzept aus dem sich vielfältige, weniger stabile Facetten ergeben, die sich in weitere Aspekte aufteilen lassen.

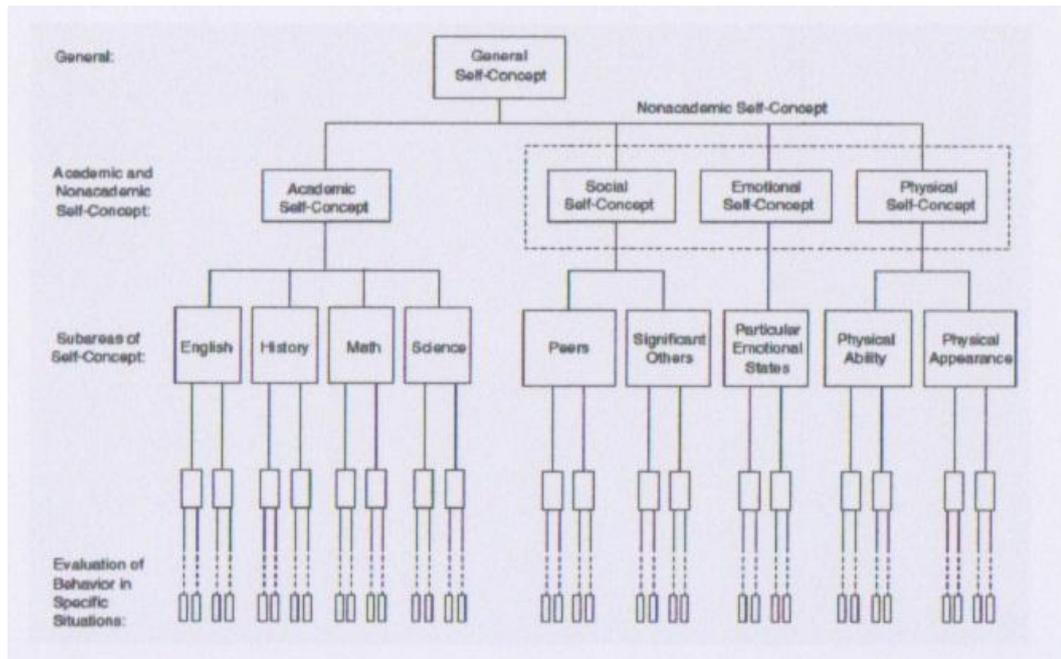


Abbildung 17: Multidimensional hierarchical model of self-concept  
Marsh, 2005, S.10.

Als Beispiele aus der Lebenswelt von Schülerinnen und Schülern in Bezug zum Selbstkonzeptmodell von Marsh, Shavelson et al. werden hier schulbezogene Fähigkeiten (academic Self-Concept), physische (Physical Self-Concept) und emotionale (Emotional Self-Concept) Fähigkeiten, und Beziehung zu Gleichaltrigen (Social Self-Concept) genannt. Nach Marsh lässt sich das schulische Selbstkonzept bzw. akademische Selbstkonzept, „die kognitiv, repräsentierte, generalisierte Selbsteinschätzung der eigenen schulischen Fähigkeiten“ (Daniels, 2004, S. 65.) in einzelne Fähigkeitsselbstkonzepte unterschiedlicher Unterrichtsfächer unterteilen.

Einflussgrößen auf dieses fachbezogene Selbstkonzept sind nach Shavelson, Hubner und Stanton (1976 in Daniels, 2004, S. 65.). Urteile subjektiv wichtig empfundener Personen, konkrete Rückmeldungen und interne, wie externe Kausalattributionen (Ereignisursachen nach eigener Beurteilung durch sich oder andere ausgelöst) Marsh ergänzt den interindividuellen und intraindividuellen Vergleich.

External frame of reference = Vergleich eigener Leistungen mit Leistungen anderen Schülern

Internal frame of reference = Vergleich eigener Leistungen mit Leistungen in anderen Fächern

Korrelativ sind nach einer Erweiterung von Marsh die einzelnen fächerspezifischen Selbstkonzepte untereinander und mit einem generellen mathematischen und verbalen Fähigkeitsselbstkonzept verbunden.

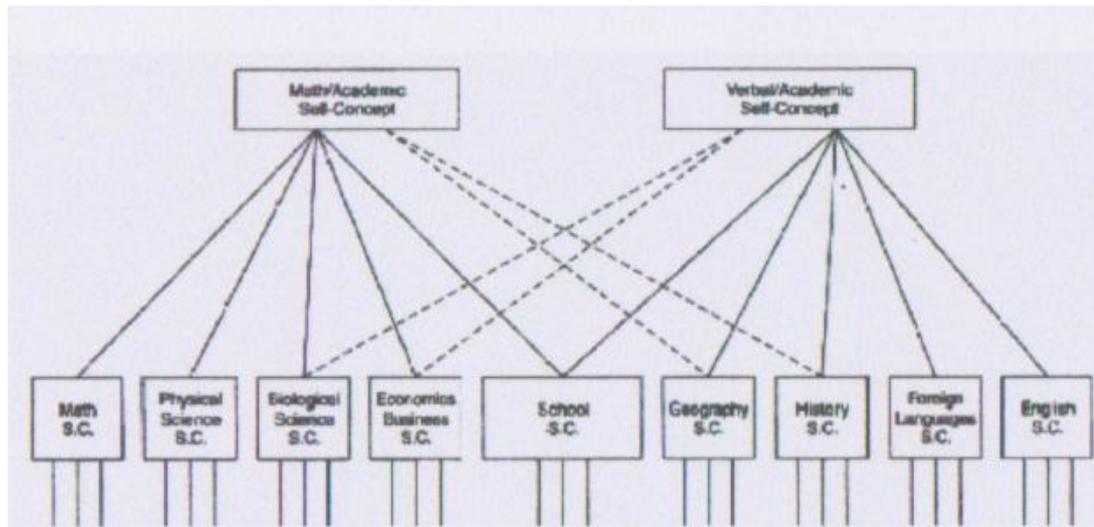


Abbildung 18: Academic Self-Description  
Marsh, 2005, S. 14.

Vorliegende Arbeit wird sich auf das fachspezifische Selbstkonzept der eigenen Begabung begrenzen, da dieses in der Regel ein besserer Prädiktor akademischer Leistung ist, als Noten und externe Beurteilungen oder die Erhebung eines generellen akademischen Selbstkonzeptes. (Vgl. Faber, 2007 S. 13.)

### 1.6.5 Weitere Untersuchungsvariablen

Nach der Darstellung wesentlicher Untersuchungsvariablen sollen abschließend Variablen mit geringem Bezug zu psychologischen Konstrukten erwähnt werden, die dennoch Relevanz für vorliegende Arbeit haben.

Im Rahmen der Erhebung von externen Einflusskomponenten wird das häusliche Förderungsbewusstsein im Sinne von Umgebungsparametern in Bezug zu naturwissenschaftlicher, schulischer Förderung erhoben. Angelehnt an Skalen der Kieler Interessenstudie „wird erfasst, in welchem Maße die Väter bzw. die Mütter der Schülerinnen und Schüler eine häusliche Umgebung schaffen, die für die Beschäftigung mit Physik und Technik günstig ist.“ (Hoffman/Häußler/Lehrke, 1998 S. 78.) Die Kieler Gruppe unterscheidet dabei die drei Faktoren:

- Unterstützung durch den Vater
- Unterstützung durch die Mutter
- materielle Unterstützung

Wie in Kapitel 1.4 dargestellt finden bei den Kausalschlüssen der Kieler Gruppe häusliche Faktoren stets einen Platz im Zusammenhang mit dem Interesse der Schülerinnen und Schüler.

Als weitere Variable wird zur Evaluation der Miniphänomente eine projektbeschreibende, deskriptive Variable erhoben, die sich an den Rückmeldungen der Projektteilnehmer orientiert. Zu deskriptiven Aspekten über das Projekt Miniphänomente gehören das Erinnern an Projektbestandteile und das subjektive, bedeutsame Empfinden des Projektes in rückblickender und aktueller Ausprägung.

Damit sind alle studienrelevanten Variablen ausführlich dargestellt. Eine Vertiefung und Erweiterung der Variablen zu praktischen empirischen Messverfahren wird im späteren Verlauf der Arbeit beschrieben. Zunächst sollen die Variablen in einen Gesamtzusammenhang zu den zentralen Untersuchungsgegenständen Interesse und Miniphänomente gebracht werden.

### 1.6.6 Theoretisches Konstrukt der Studie

Die dargestellten Variablen sollen nun in einen Gesamtzusammenhang gebracht werden. Das Projekt Miniphänomena ist dabei hypothetisch der zentrale Ausgangspunkt auf ein Interesse an Physik, genauer auf Themen und Inhalten der Physik. Das Interesse an Physik ist dabei durch zwei große zusammenfassende Gruppen von Variablen beeinflusst, die wiederum durch die Miniphänomena beeinflusst werden und so in der Summe das Interesse an physikalischen Tätigkeiten und Themen ausmachen. Es wird in eine Gruppe verschiedener Interessenobjekte und eine Gruppe weiterer Persönlichkeitsmerkmale unterschieden, die dem Interesse zugeordnet sind, also in Wechselwirkung zu ihm stehen. Dass die Variablen in einen Zusammenhang gebracht werden können zeigen verschiedene Arbeiten:

- Die Kieler und Münchner Gruppe beschreiben die Korrelationen von Interessenobjekten und Persönlichkeitsmerkmale, die den summativen Rückschluss von den Einzelkomponenten des Studienkonstrukts auf den zentralen Punkt „Interesse an Physik“ ermöglicht. (Vgl. Kapitel 1.4).
- Daniels beschreibt zahlreiche Einflüsse des Fähigkeitsselbstkonzepts auf die Interessenentwicklung: „In längsschnittlichen Studien [...] konnte der theoretisch postulierte Einfluss des Fähigkeitsselbstkonzepts auf das Interesse zudem nachgewiesen werden.“ (Daniels, 2004, S. 67.)
- Todt bestätigt, dass Interessen sich in enger Wechselwirkung mit dem Selbstbild [entwickeln]“ (Todt, 1988, S.61.)
- „Die Kieler Gruppe erkennt für den Fachbereich Physik, dass „das auf das Fach bezogene Selbstkonzept diejenige Variable [ist], die mit Abstand am meisten Varianz des Interesses am Fach Physik aufklärt.“ (Hoffman et al. 1998, S. 65.)

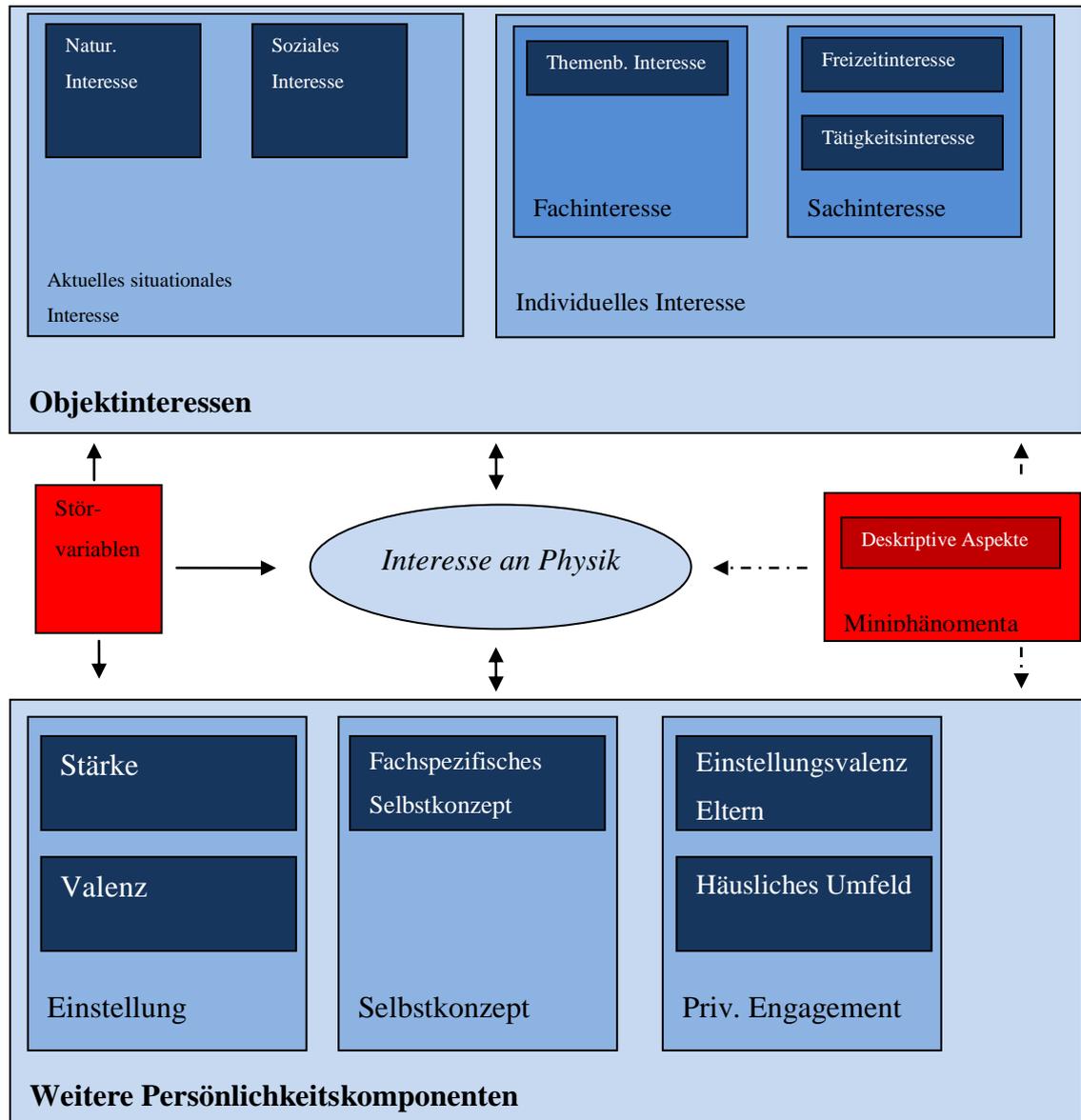


Abbildung 19: Gesamtkonstrukt der Studie

Zentrale Konstrukte, wie das Interesse, die Einstellung in Ausprägung von Valenz und Stärke, das Selbstkonzept und das private Engagement wurden vorrangig erläutert, ihr Zusammenhang in Teilen auch deutlich gemacht. Die Beziehung der einzelnen Komponenten zur vorliegenden Arbeit soll im Folgenden noch einmal klarer ausgeführt werden.

Im Mittelpunkt der Studie stehen das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Themen und Inhalten der Physik und die hypothetische Auswirkung des Projektes Miniphänomente darauf. Genauer wird das Interesse an Physik unterschieden in Objektinteressen und weitere Persönlichkeitskomponenten. Laut Münchner

Interessenkonstrukt werden latente situationale bzw. aktualisierte situationale Interessen und stabile individuelle dispositionale Interessen unterschieden. Wie im späteren Verlauf genauer erläutert wird, beantwortet das Untersuchungsdesign die Frage nach der Messung beider Komponenten.

Im Rahmen des aktuellen situationalen Interesses werden durch Kategorisierung nach Gardner als Variablen das [naturalistische Interesse], [soziales Interesse] und weitere Interessen erhoben. In einem weiteren Untersuchungsansatz können Variablen des individuellen Interesses gemessen werden. Hier werden nach der Kieler Gruppe Interessen am Unterrichtsfach Physik (Fachinteresse) und an Sachinhalten der Physik (Sachinteresse) unterschieden. Da die Untersuchung in Klassenstufe 5 und 6 angelegt ist, in der Physik im überwiegenden Teil der Stichprobe kein Unterrichtsfach ist, werden das Fachinteresse und das Sachinteresse als eigenständige Variable nicht erhoben. Vorgreifend sei hier auch die Itemrevision erwähnt, deren Ergebnis zu einem Ausschluss der Variablen aus dem Fragebogen der Pilotstudie führt.

Stellvertretend für das Fachinteresse wird das [themenbezogene Interesse] an Themeninhalten aus dem Spektrum des Physikunterrichts erhoben, also eine Kombination aus Sach- und Fachinteresse. An Sachinhalten werden speziell [Freizeitinteressen] und [Tätigkeitsinteressen] als Variablen untersucht. Weitere Einflusskomponenten, an denen hypothetisch eine Auswirkung der Miniphänomenta fest gemacht werden kann sind die Einstellung der Schülerinnen und Schüler in ihren Dimensionen [Einstellungsstärke] und [Einstellungsvalenz], sowie das [fachspezifische Selbstkonzept] im naturwissenschaftlichen Unterricht als Teil des allgemeinen Selbstkonzeptes.

Wie beschrieben setzt das Konzept des Miniphänomenta Projekts nicht nur bei Schülerinnen und Schülern sondern auch bei der Einbeziehung der Eltern an. Erhoben werden daher die [Einstellungsvalenz Eltern] und Fragen zum [Häuslichen Umfeld].

Abschließend wird auch das Miniphänomenta Konzept selbst in seiner Beurteilung durch die Teilnehmer als Variable [Deskriptives] einbezogen.

Speziell bei Längsschnittdesigns ist auf Variablen zu achten, die neben der Miniphänomenta auf die einzelnen Variablen wirken. Diesen Störvariablen, wie beispielsweise das Geschlecht oder die Klassenstufe werden durch entsprechendes Studiendesign, Kontrolle von Störfaktoren und spezieller statistischer Auswertung

kontrolliert, so dass bis auf die beiden genannten keine weitere Störvariablen einbezogen werden müssen.

Elternvariablen:

Einstellungsvalenz, Häusliches Umfeld

Schülervariablen:

Naturwissenschaftliches Interesse, Soziales Interesse, Einstellungsstärke, Einstellungsvalenz, Fachspezifisches Selbstkonzept, themenbezogenes Interesse, Freizeitinteresse, Tätigkeitsinteresse, Deskriptive Aspekte

Störvariablen:

Geschlecht, Klassenstufe, Elternengagement

Nach der Darstellung des theoretischen Konstrukts der Studie folgt die Entwicklung von Hypothesen aus relevanten Forschungsfragen.

## 1.7 Fragestellungen und Hypothesen

Im Folgenden sollen spezielle Forschungsfragen aus einer allgemeinen Formulierung ausgearbeitet werden.

Ausgehend von der allgemeinen Studienfrage:

*„Wie wirkt das Projekt Miniphänomena auf Interessen und Persönlichkeitsmerkmale?“*

lassen sich vier zentrale Forschungsfragen festlegen:

1. „Hat das Projekt Miniphänomena eine langfristig nachweisbare Auswirkung auf Interessen von Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I?“
2. „Hat das Projekt Miniphänomena eine langfristig nachweisbare Auswirkung auf Einstellungen von Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I?“
3. „Hat das Projekt Miniphänomena eine langfristig nachweisbare Auswirkung auf das fachbezogene Selbstkonzept von Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I?“
4. „Hat das Projekt Miniphänomena eine langfristig nachweisbare Auswirkung auf das Förderungsbewusstsein der Eltern teilnehmender Schülerinnen und Schüler?“

Die Forschungsfragen beziehen sich bedingt durch das Konstrukt und aus projektbezogenen Gründen (Vgl. Kapitel 1.6.1, (Vgl. Kapitel 1.1) auf die Sekundarstufe 1. Kurzfristige Effekte wurden durch Vorgängerstudien bereits hinreichend belegt. (Vgl. Kapitel 1.4)

Eine Definition der Formulierung „langfristig“ ergibt sich aus mehrjährigen Erhebungs- bzw. Projektwirkzeiträumen. Genauere Definitionen der Erhebungszeiträume werden im späteren Verlauf in Kapitel 2.1 im Rahmen des genauen Designs der Arbeit näher erläutert.

Frage 1 ergibt sich, als Kernfrage der Arbeit. Da sie impliziert, dass ein längerer Zeitraum betrachtet wird, müssen Störfaktoren in Betracht gezogen werden, die neben dem treatment zu einer ähnlichen Wirkung führen können. Eine Summe mehrerer, stark wirksamer, Störfaktoren lässt sich auf den Einfluss des sozialen Umfeldes, des Elternhauses zurückführen, das dem Kind gesonderte Förderungsmaßnahmen zukommen lässt, die der Summe der typischen Einflüsse nicht entspricht. Als praktisches Beispiel sei hier die musische Erziehung im Elternhaus genannt, die Ergebnisse der Erhebung eines musikbezogenen treatments ändern kann.

Zur Eingrenzung und Differenzierung wird, wie aus Frage 4 ersichtlich, das Elternhaus in die Erhebung einbezogen und dabei durch entsprechendes Untersuchungsdesign festgehalten, dass der elternbezogene Teil des Projektes einen sogar gewünschten und deutlich erkennbaren Einfluss auf das Förderungsbewusstsein des Elternhauses hat, das einen Beitrag zur Wirksamkeit der Miniphänomente liefert.

Der Störfaktor wird somit zur Untersuchungsvariablen. Wie schon vorangehend im strukturellen Zusammenhang der Arbeit beschrieben bedingt das Interesse weitere Persönlichkeitsmerkmale, wie die Einstellung und das fachspezifische Selbstkonzept mit ihnen wechselwirkt. Vor der Ableitung von Hypothesen aus den Forschungsfragen sei kurz noch auf ihre Relevanz eingegangen. Die Relevanz der Forschungsfragen ergibt sich auf drei Ebenen:

- Projektebene
- Methodenebene
- Konstruktebene

Auf der Ebene des Projekts ergibt sich logisch aus dem Evaluationsgedanken der Nachweis der Wirksamkeit des Projekts. Asmussen gibt im Ausblick seiner Studie, die als Vorgängerstudie der vorliegenden Arbeit betrachtet werden kann den Ausblick auf die vorliegende Fragestellung. (Vgl. Asmussen, 2007, S.248.)

Methodisch finden sich, wie bereits erwähnt, zahlreiche Studien für den Bereich der Schülerlabore. Desiderate werden z.B. von Guderian und Priemer dargestellt zu denen auch der Nachweis der Nachhaltigkeit und der informelle Charakter zählen. (Vgl. Guderian/Priemer, 2008, S.32ff.)

Auf der Ebene des Konstrukts des Interesses wird in zahlreichen der bislang dargestellten Arbeiten von Krapp, Engeln, Brandt, Guderian auf die verstärkte Einbindung des Konstrukts in Forschungsarbeiten eingegangen.

Interessenforschung im Zusammenhang mit naturwissenschaftlicher Bildung hat darüber hinaus eine allgemeine Relevanz, die sich aus Ergebnissen des Leistungsstandes der naturwissenschaftlichen Bildung in Deutschland ergibt. Prenzel stellt im PISA 2006 Bericht fest:

*„Die Spitzengruppen im Naturwissenschaftstest sind in allen Ländern überdurchschnittlich an den Naturwissenschaften interessiert. [...] Auf der anderen Seite gibt es aber auch einen bemerkenswerten Anteil an hochkompetenten Jugendlichen in den Ländern, die kein nennenswertes Interesse ausdrücken (und sich im unteren Quartil der Interessenverteilung befinden).“* (Prenzel, 2006, S.20.)

Die Relevanz ist damit auf mehreren Ebenen gegeben.

Aus den Forschungsfragen lassen sich mehrere Hypothesen ableiten. Dies ergibt sich notwendigerweise aus den Grundlagen der Evaluationsforschung.

*„Evaluationsforschung ist [...] insoweit hypothesenprüfend, als jede Maßnahme mit einer einfachen oder auch komplexen „Wirkhypothese“ verknüpft ist, die zu überprüfen Aufgabe einer Evaluationsstudie ist“* (Bortz/Döring, 2006, S. 109.)

Es gilt folgende Aussagen mit vorliegender Arbeit zu bestätigen oder als falsch zu kennzeichnen. Sie lassen sich in drei Kategorien ordnen:

#### Kategorie 1: Schülerbezogene Hypothesen

Schüler der Primarstufe, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben:

1. zeigen in der Sekundarstufe höhere Interessenwerte als Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben oder Schüler, deren Eltern nicht am Projekt teilgenommen haben.
2. zeigen in der Sekundarstufe ein stärkeres fachbezogenes Selbstkonzept als Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.

3. haben in der Sekundarstufe eine positivere und stärkere Einstellung zur Physik, als Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.

### Kategorie 2: Umfeld bezogene Hypothesen

Eltern, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben:

1. zeigen eine positivere Einstellung gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten und Phänomenen.
2. zeigen mehr Gehalt an naturwissenschaftsbezogener außerschulischer Förderung.

### Kategorie 3: Allgemeine Hypothesen

1. Die vorangegangenen Forschungsergebnisse über die Wirksamkeit des Miniphänomente Projektes lassen sich bestätigen und auf einen mittleren Zeitraum von 12 Monaten übertragen.
2. Die vorangegangenen Forschungsergebnisse über die Wirksamkeit des Miniphänomente Projektes lassen sich auf einen langen Zeitraum von 48 Monaten übertragen.

Im Vorgriff auf Kapitel 2.1 zeigt sich in der Formulierung der Forschungsfragen die angemessene evaluative Untersuchungsweise, Gruppen zu unterscheiden und miteinander zu vergleichen, die sich im Merkmal „treatment Miniphänomente“ unterscheiden. Eine Experimentalgruppe erhält dabei das treatment Miniphänomente, während eine Kontrollgruppe als „baseline“ (Kontrolllinie) fungiert.

Nach Bortz und Döring „überprüft die summative Evaluation die Hypothese, dass die Maßnahme wirksam ist bzw. genau so wirkt, wie man es theoretisch erwartet hat. Hierzu gehört auch der Nachweis, dass die registrierten Veränderungen, Effekte oder Wirkungen ohne Einsatz der Maßnahme ausbleiben.“ (Bortz/Döring, 2006, S. 113.) Es lässt sich allgemein als Basis von Wirkungshypothesen formulieren: Die Experimentalgruppen erreichen höhere Werte, als die Kontrollgruppen.

Die daraus abzuleitenden, spezifischeren, designbezogenen Hypothesen werden im späteren Verlauf im Rahmen der Designformulierung genauer betrachtet. (Vgl.

Kapitel 2.1) Es lässt sich an dieser Stelle auf Basis von Forschungsdesign und Variablen eine allgemeine Liste einzelner Hypothesen erstellen:

- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Einstellungsvalenz] der Schülerinnen und Schüler
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Einstellungsstärke] der Schülerinnen und Schüler
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [naturwissenschaftliches Interesse] der Schülerinnen und Schüler
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [soziales Interesse] der Schülerinnen und Schüler
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [fachspezifisches Selbstkonzept] der Schülerinnen und Schüler
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [themenbezogenes Interesse] der Schülerinnen und Schüler
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Freizeitinteresse] der Schülerinnen und Schüler
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Tätigkeitsinteresse] der Schülerinnen und Schüler
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [häusliches Umfeld] der Eltern
- das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Einstellungsvalenz] der Eltern

An Hand des Spektrums naturwissenschaftsbezogener Interessenforschung zeigt sich der Bedarf an einer weiteren Hypothese. Studien der Schülerlabore beschreiben überwiegend Geschlechterhomogenität in der Interessengenerierung in Schülerlaboren. Asmussen stellt für das Projekt Miniphänomenta keine geschlechtsbezogenen Wirkunterschiede fest. Vorliegende Studie wird sich ebenfalls der Frage stellen, ob die Ausprägungen des Interesses und anderer Persönlichkeitsmerkmale, ausgelöst durch das treatment Miniphänomenta bei Schülerinnen und Schülern sich unterschiedlich darstellen. Auf Grund der

überwiegenden Mehrheit in empirischen Studien geht die Studie dabei vordergründig davon aus:

- das treatment Miniphänomente erhöht die abhängigen Variablen bei beiden Geschlechtern

Die bereits mehrfach erwähnte Ausrichtung der Miniphänomente auf Elternebene legt die Untersuchung der Rückkopplung zwischen Eltern und Schülern nahe. Geschehen kann dies durch die Annahme, dass Eltern, die sich am Projekt Miniphänomente engagieren, künftig auch ein stärkeres Engagement ihren Kindern gegenüber zeigen oder umgekehrt engagierte Eltern auch am Projekt Miniphänomente partizipieren. (Vgl. John, 2005.) In prüfbarer Weise soll dies in vorliegender Arbeit durch den Zusammenhang zwischen Elternengagement und Variablenzuwachs bei teilnehmenden Schülerinnen und Schülern erfasst werden. Es wird dabei davon ausgegangen:

- das treatment Miniphänomente erhöht die abhängigen Variablen bei Schülerinnen und Schülern, deren Eltern am Nachbau des Experimentierfeldes der Miniphänomente beteiligt sind, am stärksten.

Aus diesen Forschungshypothesen ergibt sich ein klares Bild über Umfang und Herangehensweise zur Prüfung der Hypothesen und Bestätigung der Auswirkungen des Miniphänomente Projekts. Dieses wird im Folgenden im methodischen Abschnitt der Arbeit erläutert.

## 2 Methode

Bortz und Döring geben als Kernziel eines Untersuchungsberichts, neben der bislang erfolgten Darstellung forschungsrelevanter Hintergründe, die Anleitung zur Replikation der Arbeit an. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.88.) Der zweite Abschnitt vorliegender Arbeit befasst sich ausschließlich mit der Darstellung des methodischen Gerüsts, der evaluativen Untersuchung des Miniphänomena Projekts als Grundlage für die spätere Ergebnisbetrachtung.

Dazu wird zunächst das Untersuchungsdesign unter Berücksichtigung der praktischen Anforderungen genauer charakterisiert. Als Einblick in typische empirische Evaluationsforschung werden die unterschiedlichen Ebenen der Untersuchung in ihren Zuordnungen zu den Untersuchungsgruppen (Schüler und Eltern) dargestellt. Instrumente und Messgeräte der Untersuchungsebenen werden dann unter allgemeine und spezifische Betrachtung gestellt und an Hand von Pilotuntersuchungen justiert. Die Gütekriterien der Objektivität, Reliabilität und Validität kennzeichnen die Instrumente.

Soweit es sich um selbst entwickelte Instrumente handelt wird dabei auch auf den Konstruktionsprozess eingegangen. Das Kapitel schließt mit Darstellungen der Stichprobenkonstruktion, Darstellung der Untersuchungsdurchführung unter Beachtung der besonderen forschungspraktischen Gegebenheiten und Darstellungen zu statistischen Verfahren, die zur Auswertung herangezogen werden.

## 2.1 Das Untersuchungsdesign

Evaluationsforschung ist Teilbereich und Anwendungsvariante der empirischen Forschung und befasst sich vordringlich mit der Bewertung des Erfolges von Maßnahmen oder Interventionen unter den Gesichtspunkten der Erkenntnisgewinnung, Optimierung, Kontrolle, Entscheidung oder Legitimation. Bei Bortz und Döring (2006) findet sich eine Definition:

*„Evaluationsforschung beinhaltet die systematische Anwendung empirischer Forschungsmethoden zur Bewertung des Konzeptes, des Untersuchungsplanes, der Implementierung und der Wirksamkeit sozialer Interventionsprogramme.“* (Bortz/Döring, 2006, S.96.)

Abs, Merki und Klieme definieren ergänzend die Evaluation:

*„als der regelgeleiteten und planvollen Prozess, innerhalb dessen eine zweckgerichtete Auswahl von Bewertungskriterien erfolgt, [bei dem] eine Institution oder Maßnahme auf Basis dieser Kriterien systematisch untersucht und bewertet wird und eine Kommunikation über die Bewertung mit dem Ziel stattfindet, Konsequenzen festzustellen.“*

(Vgl. Abs/Merki/ Klieme, 2006, S.100.)

Schulprojekte, wie Schülerlabore oder das Projekt Miniphänomente lassen sich leicht als Intervention des Bildungsprogramms verstehen, was den Ansatz der Studie als Evaluationsstudie sinnvoll macht. Aus dem Zusatz „Forschung“ soll deutlich werden, dass die Evaluation dabei wissenschaftlichen Anforderungen genüge tun muss, vorliegende Evaluation wird sich daher empirischer Rahmenplänen, validierten Erhebungsverfahren, psychologischen Messinstrumenten und statistischen Methoden bedienen, um dem Begriff gerecht zu werden.

Vor der Darstellung dieser Inhalte muss ein in diesem Zusammenhang schon mehrfach aufgetauchter Begriff aufgeklärt und abgegrenzt werden. Bei vorliegender Arbeit handelt es sich um Evaluationsforschung eines Interventionsprojekts. Interventionen werden auf Grund eines bekannten Mangels

entwickelt, man spricht bei diesem wissenschaftlichen Entwicklungsprozess von Interventionsforschung. (Vgl. Bortz/Döring, S. 102f.) Die Beurteilung einer Intervention ohne deren Weiterentwicklung kann als summative Evaluation verstanden werden.

Der Bereich der Interventionsforschung, also der Entwicklung und Anpassung wurde im Projekt Miniphänomena durch Fiesser, Kiupel, Sauer und Holst betrieben. (Vgl. Kapitel 1.2.2, Kapitel 1.5) Asmussens Studie und auch der vorliegenden Arbeit kommt ausschließlich evaluativer Charakter zu. Die Ebene des treatments (hier Projekt Miniphänomena) wurde also im Laufe der vorliegenden Untersuchung nicht durch Untersuchungserkenntnisse verändert und angepasst.

Ausprägungen des treatments sind dennoch nicht als konstant anzusehen und sollen daher durch unterschiedliche Designs kontrolliert werden. Vor der Darstellung der Untersuchungspläne muss die Untersuchung in zwei Ebenen zerlegt werden. Sie ergeben sich aus dem Spannungsfeld das Projekt in seinen Ausprägungen eingeordnet und dennoch kontrolliert über längere Zeiträume zu beobachten. Es ergeben sich zwei Ebenen in Längs- (Ebene 1) und Querschnitt (Ebene2), die sich im Rahmen der Erhebung treffen und überlappen.

- Ebene 1: Zweigruppen pre-Test / post-Test -Plan mit follow up Erhebung
- Ebene 2: Viergruppen multitreat single post-Test-Plan

Die vorliegende Studie ist weiterhin in beiden Ebenen als quasiexperimentell zu beschreiben, da die Untersuchungsgruppen nicht vollkommen randomisiert, sondern ihrem typischen Verbund als Schulklassen entsprechen. Genauere Angaben über die einzelnen Ebenen, sowie deren Überlappung folgen in Einzeldarstellung im Laufe des Kapitels. Sie werden durch eine Spezifizierung der in Kapitel 1.7 dargestellten Hypothesen ergänzt.

### 2.1.1 Untersuchungsdesign Ebene 1

Wie schon dargestellt handelt es sich beim Design der Ebene 1 um ein pre/post Design mit follow up Erhebungen und einer baseline.

Dieses Design ergibt sich aus Validitäts- und Reliabilitätsgründen. Bei den in Kapitel 1.7 aufgestellten Hypothesen handelt es sich bei Evaluationsforschung stets um Veränderungshypothesen, „vom Typus >>Treatment A bewirkt eine Veränderung der abhängigen Variable<<“ (Bortz/Döring, 2006, S. 547.)

*Diese „Veränderungshypothesen werden experimentell, wie Unterschiedshypothesen geprüft, d.h. man stellt per Randomisierung eine Experimentalgruppe (mit dem zu prüfenden Treatment) und eine Kontrollgruppe (ohne Treatment) zusammen und interpretiert die nach Applikation des Treatments resultierende Differenz auf der abhängigen Variablen als verändernde Wirkung des Treatments.“ (Bortz/Döring, 2006, S. 547.).*

Für die vorliegende Studie muss dies nun noch auf den Sachverhalt der quasiexperimentellen Untersuchung angepasst werden. Wie schon erläutert genügt vorliegende Arbeit aus forschungspraktischen Gründen nicht der Charakterisierung als experimentelle Untersuchung. Schülerinnen und Schüler können nicht einzeln und zufällig der Experimental oder Kontrollgruppe zugeordnet werden, sondern nur im Schulverband. Dies ergibt sich praktisch aus der Wirkung des Projektes Miniphänomenta auf den gesamten Schulalltag.

Das Zuordnen und Ausschließen einzelner Schüler im Schul- oder sogar Klassenrahmen ist praktisch nicht durchführbar, es kann daher zu unterschiedlichen Ausgangswerten in den Stichproben kommen, die mögliche Posttestunterschiede ergänzen und als Wirkung missinterpretiert werden können oder eine Wirkung verschleiern. Es muss daher auf ein quasiexperimentelles Design ausgewichen werden, in dem die Gruppen ihrer natürlichen Zuordnung und

Durchmischung im Schulalltag entsprechen.<sup>17</sup> Für quasiexperimentelle Untersuchungen erweitert sich die empirische Anforderung daher unabdingbar um einen Vortest (pre-Test), der die Randomisierung ersetzt, da hier Vortestdaten zu Referenzdaten werden, auf deren Basis sich Veränderungen der Durchschnittswerte ermitteln lassen.

Dargestellt wird dies durch folgende Tabelle, die den Zugewinn verdeutlicht, der sich durch das erweiterte Design ergibt. Veränderungen im post-Test der Experimentalgruppe können dadurch relativiert werden, dass sich ebenfalls Effekte im post-Test der Kontrollgruppe ergeben. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass Veränderungen nicht auf das Treatment sondern einen Störfaktor zurückzuführen sind.

	Pretest	Treatment	Posttest	Differenz
<b>Experimentalgruppe</b>	E1	T	E2	$E = E1 - E2$
<b>Kontrollgruppe</b>	K1	%	K2	$K = K1 - K2$
				Nettoeffekt= $E - K$

Abbildung 20: Quasiexperimentelle Ermittlung eines Treatmenteffekts der Verfasser nach Bortz/Döring 2006, S.599.

*„Die interne Validität dieses Planes ist akzeptabel, solange sich die durchschnittlichen Vortestwerte aus Experimental- und Kontrollgruppe (und auch ihre Streuungen) nicht allzu stark unterscheiden. [...] Externe zeitliche Einflüsse, Reifungsprozesse und Testübung werden in diesem Plan durch die Berücksichtigung einer Kontrollgruppe kontrolliert.“*  
(Bortz/Döring, 2006, S.560.)

<sup>17</sup> Anm. Dabei wurde dennoch gesonderter Wert auf möglichst randomisierte Gruppen gelegt, indem die Gruppengröße (stets gesamte Jahrgänge an Schulen) und Vergleichbarkeit (ausgeglichene Anzahl von Schultypen und Erhebung in durchmischten „ländlichen“ Kleinstädten) optimiert wurden.

Zur Erhöhung der Reliabilität ist es darüber hinaus sinnvoll zu obigem Design weitere Messzeitpunkte (follow up Erhebungen) einzuführen, die den einzelnen post-Test ergänzen. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 553f.)

Obige Ausführungen sollen nun noch einmal an Hand des Forschungsschemas der Ebene 1 dargestellt werden.

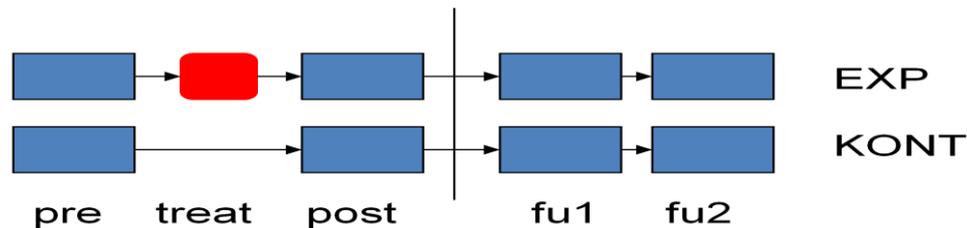


Abbildung 21: Untersuchungsdesign der ersten Erhebungsebene der Verfasser

Zur Darstellung der Auswirkungen des Treatments „Miniphänomenta“ auf die abhängigen Variablen werden Schüler und ihre Eltern untersucht. Auf Schülerebene werden die Variablen [aktuelles situationales Interesse], als [naturwissenschaftliches Interesse] und [soziales interpersonales Interesse], sowie die [Einstellung] als [Einstellungsvalenz] und [Einstellungsstärke] erhoben. Auf Elternebene wird die Variable [Einstellungsvalenz] erhoben. Das weitergehende Verfahren der Messung wird im späteren Verlauf der Arbeit dargestellt. An dieser Stelle wird vorerst weiter auf das allgemeine Design eingegangen.

In homogen durchmischter Umgebung mit Kleinstadtcharakter und wenig Umlandstreuung wird eine Gesamterhebung aller örtlichen primären Bildungseinrichtungen (bzw. deren Schüler und Eltern) in der Klassenstufe 4 als pre-Test vorgenommen. Die Hälfte der Bildungseinrichtungen erhält direkt danach das treatment „Miniphänomenta“ in quasitypischer Ausprägung (siehe Einschränkungen unten). Die Hälfte der Schulen bzw. Schüler und Eltern sind dadurch der Experimentalgruppe (mit Treatment) zuzuordnen, die andere Hälfte der Kontrollgruppe (ohne Treatment).

Zeitpunkt	Testphase	Zeitraum nach Treatment	Klassenstufe	Schulform
t0	Pretest	%	4.Jahrgang	Grundschule
t1	Posttest	1 Monat	4.Jahrgang	Grundschule
t2	Follow Up Test 1	6 Monate	5.Jahrgang	Gemeinschaftsschule
				Gymnasium
t3	Follow Up Test 2	12 Monate	5.Jahrgang	Gemeinschaftsschule
				Gymnasium

Abbildung 22: Darstellung der Testphasen Ebene 1  
Der Verfasser

Einen Monat nach Anlauf des Projektes werden in einem post-Test die Kontrollgruppe und Experimentalgruppe nachgetestet. Sechs und zwölf Monate nach Beginn des Treatments werden follow up Erhebungen an Kontroll- und Experimentalgruppen durchgeführt. Diese befinden sich inzwischen im 5. Jahrgang an weiterführenden Schulen vor Ort. Die Ausrichtung auf den Bereich der Kleinstadt ermöglicht die Gesamterhebung in allen örtlichen weiterführenden Schulen.<sup>18</sup> Im Längsschnitt sind damit Entwicklungen über einen Zeitraum von 12 Monaten zu beobachten.<sup>19</sup>

Aus dem Design ergeben sich ergänzend zu den in Kapitel 1.7 dargestellten Hypothesen detaillierte, designbezogene Hypothesen. Diese sollen im Folgenden genauer dargestellt werden.

1. Die Experimentalgruppe [EXP] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu Messzeitpunkt t1 [post] höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]

<sup>18</sup> Anm. Die Schulform der Regionalschule findet sich nicht vor Ort, daher wird in dieser Untersuchungsebene keine Untersuchung an Regionalschulen vorgenommen. Eine homogene Durchmischung ist durch mehrere Gemeinschaftsschulen gegeben.

<sup>19</sup> Anm. Praxisbezogene Gründe werden im Verlauf der Untersuchung zu einer Änderung des Designs führen. Genaue Ausführungen dazu finden sich in Kapitel 2.4 und Kapitel 3

2. Die Experimentalgruppe [EXP] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu Messzeitpunkt t2 [fu1] höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
3. Die Experimentalgruppe [EXP] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu Messzeitpunkt t3 [fu2] höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
4. Die Experimentalgruppe [EXP] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu den Messzeitpunkten t1 [post], t2 [fu1] und t3 [fu2] höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als zu Messzeitpunkt t0 [pre].
5. Die Kontrollgruppe [KONT] ohne Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu den Messzeitpunkten t1 [post], t2 [fu1] und t3 [fu2] vergleichbare Ausprägungen der abhängigen Variablen, zu Messzeitpunkt t0 [pre].

Formell ergeben sich zwei Zusammenhänge<sup>20</sup>:

$$\mathbf{H_1 = EXP_{t0} < EXP_{tn}}$$

$$\mathbf{H_1 = KONT_{t0} = KONT_{tn}}$$

Abschließend gilt es das Design selbstkritisch einzuordnen. Einschränkend muss bei dem dargestellten Design beachtet werden, dass das Projekt Miniphänomente damit zwar empirisch in hohem Maße kontrolliert betrachtet werden kann, die Ausprägungen des Projektes jedoch nicht dem genauen Verlauf des Projektes entsprechen. (Vgl. Kapitel 1.1). Anzunehmen ist, dass das Projekt Miniphänomente in verschiedenen Wirkungsebenen auftritt. Empirisch betrachtet spaltet sich das treatment in ein Band verschieden starker Ausprägung auf. Diese

---

<sup>20</sup> Anm. Der Index stellt den Untersuchungszeitpunkt t dar, n steht für beliebige Zahlenwerte in der Menge 1-3

ergeben sich aus dem schulischen Umfeld, dem elterlichen Engagement und vor allem aus der Dauer der Intervention.

Das hier verwendete Design stellt daher das Projekt in lediglich begrenzter Ausprägung am Ende der vierten Klassenstufe dar. Ein empfehlenswertes Design zur Erfassung des Projektes Miniphänomenta in idealer Ausprägung setzt dagegen in Klassenstufe 1 der Grundschulen an und führt pre-Test und follow up Erhebungen bis zur 5. Klassenstufe durch.

Da sich dieses Design auf einen Zeitraum von fünf Jahren ausweitet, ein idealer Verlauf nicht gegeben ist und der Untersuchungsansatz zahlreiche weitere Probleme, wie Stichprobenmortalität und Testkonstruktionsprobleme mit sich bringt, wurde darauf verzichtet.

Vorliegendes Design kann bei allen genannten Einschränkungen damit dennoch eine Ausprägung unter genannten Bedingungen feststellen, die einem Mindestmaß an Auswirkung entsprechen kann. Effekte, die sich aus längerer Auseinandersetzung mit dem Projekt Miniphänomenta ergeben werden durch einen zweiten Ansatz (Ebene 2) erfasst, der im folgenden Abschnitt weiter erläutert wird.

### 2.1.2 Untersuchungsdesign Ebene 2

Beim Design der Ebene 2 handelt es sich um ein „multitreat“ single post Design mit baseline.

Das Ziel der Darstellung mittel- und langfristiger Effekte stellt sich aus empirischer Sicht schwierig dar. Longitudinalstudien haben mit zahlreichen Problemen zu kämpfen, von denen in vorigem Kapitel bereits einige angesprochen wurden. Neben dem grundsätzlichen Problem des zeitlichen Aufwands steht dabei vor allem das Problem des „drop-outs“, dem Ausfall von Untersuchungsteilnehmern und der damit verbundenen Verzerrung der Stichproben.

Angesprochen wurde ebenfalls, wie sich in quasiexperimenteller Herangehensweise durch die steten Wiederholungen von Tests zum Einen Testübungseffekte einstellen und zum Anderen Messprobleme ergeben. Gerade in der Betrachtung von Grundschulern bedarf es einer steten Anpassung der Messinstrumente, um dem Entwicklungsstand der Schüler zu entsprechen. Selbst bei gelungener Anpassung der Messinstrumente an die wechselnden Fähigkeiten der Schüler, kommt es dadurch zu Übertragungsproblemen zwischen den einzelnen Messmethoden. Die Forschungsfrage der langfristigen Auswirkungen des Projektes Miniphänomenta auf Interessen und andere Persönlichkeitsmerkmale wird daher in einem experimentellen Designansatz beantwortet.

	Treatment	Posttest	Differenz
Experimentalgruppe	T	E1	
Kontrollgruppe	%	K1	
			Nettoeffekt= E1-K1

Abbildung 23: Schema zur experimentellen Ermittlung eines Treatmenteffekts der Verfasser

Dieser schon auf Ebene 1 beschriebene Ansatz unterscheidet eine Experimentalgruppe, die das Treatment erhalten hat und eine Kontrollgruppe, die das Treatment nicht erhalten hat, die in einem post-Test miteinander verglichen werden. Für experimentelle, randomisierte Gruppen genügt dieses Design empirischen Ansprüchen. Da es sich bei vorliegenden Untersuchungsgruppen wiederum um Schulklassen handelt kann dieses Kriterium hier nicht vollkommen erfüllt werden.

Die interne Validität der Untersuchung ist einzuschränken, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass Unterschiede zwischen den Gruppen nicht schon vor dem treatment bestanden. Diesem Problem wurde durch Vergrößerung der Stichprobe begegnet, die Parallelisierungseffekte auslöst. Experimental- und Kontrollgruppen entsprechen hierbei wieder durchmischten Populationen eines Kleinstädtischen Umfelds, dass an verschiedenen Orten erhoben wurde, was den Charakter experimenteller Herangehensweise stärkt.

Vergleiche mit anderen Untersuchungen aus dem Bereich der Schülerlaborforschung zeigen ähnliche und sogar von deutlich geringerer interner und externer Validität<sup>21</sup> geprägte Verfahren. (Vgl. Kapitel 1.3.1) Zur stärkeren Kontrolle des Ausprägungsproblems, wie in vorigem Abschnitt ausgeführt wurde das treatment in mehrere treatments und daraus ergebende Experimentalgruppen aufgespalten, die im Vergleich zur Kontrollgruppe stehen. Das im empirischen Sinne als unabhängige Variable auf die abhängigen Variablen wirkende treatment gliedert sich also in mehrere unabhängige Variablen, hier vier Stufen, auf. Es ergibt sich daher ein vierfaktorieller Plan, bei dem die unabhängigen Variablen genauer definiert werden müssen.

- Als höchste Wirksamkeitsstufe ist die Wirkung in Schulunterricht und Schulflur über einen Zeitraum von vier Jahre bei

---

<sup>21</sup> Anm. Unter interner Validität ist aus empirischer Sicht „die Eindeutigkeit gemeint, mit der ein Untersuchungsergebnis inhaltlich auf die Hypothese bezogen werden kann.“ (Bortz/Döring, 2006, S.33.) Als Begriff der externen Validität versteht man „ die Generalisierbarkeit der Ergebnisse einer Untersuchung auf andere Personen, Objekte, Situationen und/oder Zeitpunkte.“ (ebd., S.33.)

gleichzeitigem/fehlendem Engagement der Eltern am Projekt definiert<sup>22</sup>.

[treat 1]

- Als zweite Wirksamkeitsstufe ist die Wirkung in Schulunterricht und Schulflur über einen Zeitraum von drei Jahren bei gleichzeitigem/fehlendem Engagement der Eltern definiert [treat 2]
- Als dritte Wirksamkeitsstufe ist die Wirkung in Schulunterricht und Schulflur über einen Zeitraum von zwei Wochen bei gleichzeitigem/fehlendem Engagement der Eltern definiert [treat 3]

Obige Ausführungen sollen nun noch einmal praktisch an Hand des Forschungsschemas der Ebene 2 dargestellt werden.

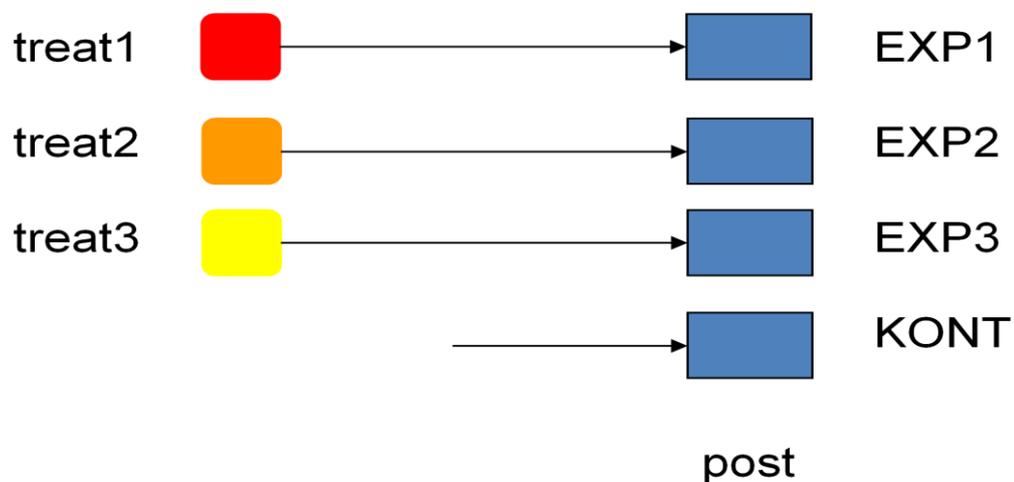


Abbildung 24: Untersuchungsdesign der zweiten Erhebungsebene der Verfasser

Zur Darstellung der Auswirkungen des Treatments „Miniphänomenta“ auf die abhängigen Variablen werden auf der Untersuchungsebene 2 ausschliesslich Schüler untersucht. In diesem Zusammenhang werden die Variablen

<sup>22</sup> Anm. Ziel eines weiteren, tiefergehenden, aber wiederum sehr komplexen Forschungsansatzes, könnte die Darstellung einer Wirkungskurve sein, die sich im Laufe des Projektes darstellt. Für vorliegende Arbeit wird von einem linearen Zusammenhang von Maßnahmendurchführung und Ergebnis ausgegangen.

[individuelles Interesse] (in verschiedenen Objektbezügen), [Einstellung], [Selbstkonzept], [häusliches Umfeld] und [deskriptive Aspekte] erhoben.<sup>23</sup>

Auf der zweiten Untersuchungsebene werden Schulen als Basis zu Grunde gelegt, die sich durch vergleichbare Ausprägungen des Miniphänomena Projektes über den gesamten Zeitraum (4 Jahre) der Primarbildung auszeichnen.

Schulen die das Experimentierfeld der Miniphänomena nach der Ausleihe mit Eltern nachgebaut haben und es im Schulalltag, in Schulflur und Schulunterricht regelmäßig über einen Zeitraum von vier Schuljahren verwendet haben, eignen sich.

Zeitpunkt	Testphase	Zeitraum Treatment	Klassenstufe	Schulform
t0	% <sup>24</sup>	%	%	%
t1	Posttest 1	12 Monate	5. Jahrgang	Gymnasium Gemeinschaftsschule
t2	Posttest 2	4 Jahre	5. Jahrgang 6. Jahrgang	Gymnasium Regionalschule Gemeinschaftsschule

Abbildung 25: Darstellung der Testphasen der Ebene 2  
Der Verfasser

Schüler dieser Grundschulen werden in der 6. Klassenstufe der weiterführenden Schulen in Bezug auf die abhängigen Variablen untersucht und dabei direkt mit ihren Klassenkameraden anderer Schulen verglichen. Gleichzeitig werden

<sup>23</sup> Anm. Das Design gliedert sich in Erhebungen der 5. Klassenstufe und 6. Klassenstufe. Auf Grund von Erfahrungen aus Pilotuntersuchungen wurde das Variablenspektrum der 5. Klassenstufe reduziert, um eine Überforderung der teilnehmenden Schüler zu vermeiden. Die Variable [Einstellung] wird ausschließlich in der 6. Klassenstufe erhoben. Die Variable [Selbstkonzept] bezieht sich auf ein naturwissenschaftliches Fach und wird daher nur an Schulen erhoben, die Physik, Nawi oder PING in der Orientierungsstufe anbieten.

<sup>24</sup> Anm. Auf einen pre-Test wurde, wie oben dargestellt, aus forschungspraktischen Gründen verzichtet.

ebenfalls Schüler der 5. Klassenstufe an den weiterführenden Schulen untersucht. Es ergeben sich die beschriebenen unterschiedlichen Treatment-Ausprägungen.

Ergänzt wird der Ansatz durch die schon erwähnte Überlagerung zur Ebene 1 (grau hervorgehoben). Hier werden die Schüler der 5. Jahrgangsstufe, die im stark kontrollierten Design der Untersuchungsebene 1 faktisch nur Zugang über zwei Wochen zum Experimentierfeld der Miniphänomenta hatten, in das Design eingebunden. Die Eltern werden auf der zweiten Ebene nicht befragt. Eine Darstellung des häuslichen Umfeldes findet nur indirekt über die Befragung der Schüler statt.

Aus dem Design ergeben sich analog zur Untersuchungsebene 1 detaillierte Hypothesen, die bereits dargestellte variablenbezogene Hypothesen (Vgl. Kapitel 1.7) ergänzen:

1. Die Experimentalgruppe [EXP1] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat1] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
2. Die Experimentalgruppe [EXP2] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat2] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
3. Die Experimentalgruppe [EXP3] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat3] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
4. Die Experimentalgruppe [EXP1] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat1] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Experimentalgruppen [EXP2, EXP3]
5. Die Experimentalgruppe [EXP2] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat2] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Experimentalgruppe [EXP3] und geringere Ausprägungen, als die Experimentalgruppe [EXP1]
6. Die Experimentalgruppe [EXP3] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat3] erzielt geringere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Experimentalgruppen [EXP1, EXP2]

Formell ergibt sich aus den Hypothesen folgender Zusammenhang:<sup>25</sup>

$$\mathbf{H_1 = EXP_n > KONT}$$

$$\mathbf{H_1 = EXP_1 > EXP_2 > EXP_3 > KONT}$$

---

<sup>25</sup> Anm. Der Index stellt die Untersuchungsgruppennummer in der Zahlenmenge 1-3 dar

## 2.2 Entwicklung der Untersuchungsinstrumente

Nach der Darstellung eines allgemeinen Untersuchungsdesigns, soll im Folgenden auf die Entwicklung von Untersuchungsinstrumenten eingegangen werden. Diese ordnen sich direkt zu den beschriebenen Untersuchungsvariablen zu. Folgende Tabelle liefert einen Überblick über die verwendeten Methoden in Bezug zu Untersuchungsvariablen und Untersuchungsdesign.<sup>26</sup> Vorgehend werden dazu die sich aus der Pilotierung ergebende endgültige Anzahl an Items, Mittelwerte der Schwierigkeit<sup>27</sup> und Trennschärfe und das zentrale Gütekriterium der Homogenität als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs  $\alpha$ <sup>28</sup> aufgeführt.<sup>29</sup>

Ebene	Variable	Instrument	Items	mittlere Schwierigkeit	mittlere Trennschärfe	Homogenität
1	Interesse (naturalistisch)	Interessenmatrix	4	64,2	0,46	0,70
1	Interesse (sozial)	Interessenmatrix	4	54,9	0,40	0,61
1	Einstellung (Valenz)	Einstellungsbilderbogen	5	63,9	0,64	0,83
1	Einstellung (Stärke)	Einstellungsbilderbogen	5	%	%	%
1	Einstellung (Valenz)	Einstellungsfragebogen	5	59,2	0,66	0,85
2	Interesse (topologisch)	Onlinefragebogen	12	55,4	0,66	0,90
2	Interesse (Freizeit Physik)	Onlinefragebogen	8	50,2	0,63	0,87

<sup>26</sup> Anm. Betont hervorgehoben sind Variablen, die auf Elternebene erhoben werden.

<sup>27</sup> Anm. in Prozent

<sup>28</sup> Anm. Cronbachs Alpha stellt die mittlere Testhalbierungsreliabilität für alle möglichen Testhalbierungen dar. Cronbachs Alpha wird auf Grund seiner Varianzanteilaufklärung bei einer Merkmalsdimension auch als Homogenitätskoeffizient verwendet. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.198f.) Im späteren Verlauf des Kapitels wird der Begriff der Homogenität weiter erläutert.

<sup>29</sup> Anm. Alle dargestellten Werte sind zur Übersichtlichkeit gerundet. Grün eingefärbt sind Werte im Rahmen statistisch vorgegebener Grenzen, rot eingefärbte Kennwerte bewegen sich außerhalb vorgegebener Grenzen. Mittlere Werte um den Bereich 50 sind Idealwerte der Schwierigkeit, Trennschärfewerte sollten ein Minimum von 0,3 überschreiten und sind darüber hinaus möglichst hoch anzusiedeln. Die Homogenität sollte ebenfalls ein Minimum von 0,7 überschreiten. Genauere Darstellungen der Spielräume der Kennwerte folgen im weiteren Verlauf des Kapitels.

2	Interesse (Tätigkeit Forschen)	Onlinefragebogen	3	63,1	0,62	0,78
2	Interesse (Tätigkeit Experimentieren)	Onlinefragebogen	4	58,8	0,68	0,84
2	Einstellung (Valenz)	Onlinefragebogen	10	68,8	0,75	0,94
2	Selbstkonzept (fachspez.)	Onlinefragebogen	8	52,3	0,71	0,91
2	Häusliches Umfeld	Onlinefragebogen	5	65,4	0,50	0,74
2	Deskriptives	Onlinefragebogen	13	%	%	%

Abbildung 26: Übersicht Kennwerte der Pilotierung  
Der Verfasser

Die Methodik der Untersuchung lässt sich ausschließlich der Fragebogenmethode zuordnen, wobei in klassischen Fragebogen, Bilderbogencomputerprogramm und Onlinefragebogen unterschieden werden kann.<sup>30</sup>

*"Bei der Anwendung der Fragebogen-Methode werden den antwortenden Personen sprachlich klar strukturierte Vorlagen zur Beurteilung gegeben, d.h. alle Personen urteilen anhand der gleichen Merkmale."*  
(Mummendey/Grau, 2006, S.13.)

Die Vorlage des Fragebogens besteht aus einzelnen, vorformulierten und stark strukturierten Items (Fragen oder Behauptung) anhand derer die teilnehmenden Personen Stellung beziehen können.

*"Fragebögen können (Test-)Instrumente zur Erfassung klar abgegrenzter Persönlichkeitsmerkmale [...] oder Einstellungen [...] sein; sie werden in diesem Falle nach den gleichen Regeln konstruiert wie Testskalen, als deren Ergebnis ein Testwert zur summarischen Beschreibung der Ausprägung des geprüften Merkmals ermittelt wird."* (Bortz/Döring, 2006, S. 253.)

<sup>30</sup> Anm. Die Messung der Einstellungsstärke ist ein gesondertes Messverfahren, das sich klassischer Itemrevision entzieht. Stattdessen werden andere Methoden zur Optimierung des Instruments dargestellt. Die projektbeschreibenden, deskriptiven Aspekte dienen nur zur Untermauerung und Darstellung der Ergebnisse. Dazu werden die Einzelitems statt Gesamtskalen betrachtet. Eine Aufarbeitung im Sinne klassischer Itemrevision ist daher nicht erforderlich.

Die Fragebogenmethode ist mit Einschränkungen (Vgl. Mummendey/ Grau, 2006, S.14ff.) als psychometrisches Messverfahren gemeinhin anerkannt. Zentrale Schwäche der Fragebogenmethode ist die unkontrollierte Erhebungssituation.

Der Standardisierung der Erhebungssituation muss daher besonderes Augenmerk zukommen. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 252f.) Vorliegender Untersuchung gelingt die Kontrolle der Erhebungssituation durch stets gleiche, vorgegebene Abläufe und Instruktionen und ähnliche Situationen in den Untersuchungsgruppen und -orten. (Vgl. Mummendey/ Grau, 2006, S.86.) Für den Bereich der Elternbefragung kann diese Standardisierung nicht vorausgesetzt werden.

Bortz und Döring empfehlen hier mit Transparenz und Verständlichkeit des Fragebogens eine vergleichbare Ausgangssituation zu schaffen. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.256 f.) Der hohe Einfluss der postalischen Befragung auf die Stichprobenmortalität wird im späteren Verlauf der Arbeit genauer dargestellt.

Computervermittelte Befragungen, wie sie in zwei Formen (Computerbilderbogen und Onlinefragebogen in vorliegender Arbeit Verwendung finden sind in ihrer Auslegung an die Fragebogenmethode angelehnt.

Für vorliegende Arbeit gilt dies in besonderem Maße, da der Onlinefragebogen und Bilderbogen als Instrumente in kontrollierter Erhebungssituation (konkret im Schulunterricht) verwendet wird. Nachteile des Onlinefragebogens, wie z.B. die Beschränkung der Stichprobe auf Personen, die einen Internetzugang besitzen oder über Kompetenzen in der Bedienung eines Internetbrowsers verfügen, sind damit nicht gegeben. (Vgl. /Döring, 2006, S.260f.)

Zentrales Augenmerk ist bei der Konstruktion des Fragebogens auf die Entwicklung der Items zu legen, die entweder übernommen, angepasst oder frei entwickelt werden. Grundlagen der Formulierung auf Basis von Objektivität, Reliabilität und Validität (Vgl. Lienert/Raatz, 1998, S.7ff.) und Vermeidungsstrategien von Item-Bias, Tendenzen zu mittleren Werten oder Extremwerten, oder sozialer Erwünschtheit auf deren Basis vorliegende Fragebogenitems entwickelt wurden, werden aus Gründen der Übersichtlichkeit an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.255ff.) (Vgl. Mummendey & Grau, 2006, S.66ff.)

Fragebogenitems unterscheiden sich in ihrem Aufbau in zahlreichen Komponenten, wie z.B. die schon erwähnte Formulierungsform (Frage oder Behauptung) oder Antwortvorgaben. Die vorliegende Arbeit verwendet

überwiegend die Methode des summierten Ratings nach Likert (Likert-Ratingskala)<sup>31</sup>, bei der verschiedene Behauptungen, die unterschiedliche Ausprägungen des zu untersuchenden Merkmals darstellen, aufgestellt werden, die vom Untersuchungsteilnehmer mit einer monopolen 5-Punkte Skala<sup>32 33</sup> bewertet werden.

Die 5-stufige Likertskala enthält einen mittleren Skalenwert, der nachteilig "nicht immer eindeutig interpretierbar ist" (Bortz/Döring, 2006, S.224.) (Vgl. Mummendey/ Grau, 2006, S.76.), sich aber empfehlenswerter, als 7 oder 9 stufige Skalen (Vgl. Mummendey/Grau, S.78.) darstellt und sich speziell bei den Persönlichkeitsmerkmalen des Interesses und der Einstellung anbietet, um Unentschiedenheit auf Grund zahlreicher Einzelaspekte ausdrücken zu können. (Vgl. Mummendey/ Grau, 2006, S.77.)

Bortz und Döring empfehlen speziell zur Entwicklung der Likert-skalierten Fragebogenitems die Verwendung des Gütekriteriums der Trennschärfe und Kontrolle der Dimension der Skala mittels Faktorenanalyse. Bei Mummendey & Grau finden sich als weitere zentrale Kenngrößen der Fragebogenkonstruktion die Schwierigkeit eines Items und die Homogenität der Fragebogenskala. Diese sollen

---

<sup>31</sup> Anm.: Die Variable [Einstellung der Schüler] wird in der zweiten Untersuchungsebene im Rahmen des Onlinefragebogens mit einem semantischen Differential erhoben. Das semantische Differential ist im Gegensatz zur Likertskala 7-stufig unterteilt und bipolar. "Das semantische Differential ist eine Datenerhebungsmethode, die die konnotative Bedeutung von Begriffen oder Objekten mit Hilfe eines Satzes von 20-30 bipolaren Adjektivpaaren erfasst, hinsichtlich derer das Objekt von Urteilern eingeschätzt wird. Das Ergebnis ist ein für das betreffende Objekt charakteristischer Profilverlauf." (Bortz/ Döring, 2006, S.186.)

<sup>32</sup> Anm.: „Variablen, bei denen den verwendeten Codezahlen eine empirische Relevanz hinsichtlich ihrer Ordnung zukommt, nennt man ordinalskaliert.“ (Bühl, 2008, S.116.) "Ratingsskalen geben [...] markierte Abschnitte eines Merkmalskontinuums vor, die die Urteilenden als gleich groß bewerten sollen, d.h. man geht davon aus, dass die Stufen der Ratingskala eine Intervallskala bilden." (Bortz/ Döring, 2006, S.177.) Die (quasi)metrische Intervallskalierung ist ein kontrovers diskutiertes Thema (Vgl. Stauche/ Werlich, 2007, S.2f.) (zur Diskussion vgl. Bortz/Döring, 2006, S.181.), da parametrische Messverfahren, wie der auch in vorliegender Arbeit angewandte t-Test oder die Varianzanalyse intervallskalierte Daten benötigen. Vorliegende Arbeit folgt dem pragmatischen Ansatz, dass die Intervallskalierung vordringlich ein messtheoretisches Problem und kein statistisches Problem ist. Nachweise für die Anwendungsmöglichkeit parametrischer Verfahren bei nicht exakt intervallskalierten Daten liefern Bortz und Döring. (Vgl. Bortz/ Döring, 2006, S. 182.) oder Bühl (Vgl. Bühl, 2008, S.116f.).

<sup>33</sup> Anm.: Speziell vor dem Hintergrund der Untersuchung von Schülern der Primar- und Orientierungsstufe wurde auf eine Kombination von numerischer, verbal verankerter und symbolischer Skala zur Verdeutlichung geachtet. (Vgl. Mummendey/Grau, S.2006, S.62, S.82.) (Vgl. Bortz/ Döring, 2006, S.177f.)

im nächsten Schritt kurz dargestellt werden. Formeln, mathematische Herleitung und Anwendung werden dabei nicht dargestellt.

Hierfür sei weitergehend auf Bortz & Döring (2006, S. 218ff.), Stauche & Werlich (2007, S.2ff.) oder Bortz (2005, S.511ff.) und Bühl (2006, S.510ff.) verwiesen.

### 2.2.1 Die Schwierigkeit

Der Schwierigkeitsindex  $p$  ( $p$  = probability, Wahrscheinlichkeit der Grundgesamtheit zur Lösung des Items) eines Fragebogenitems ist ein Maß für die generelle Lösungsrichtung des Items über mehrere Untersuchungspersonen. Wird beispielsweise ein dichotomes Item durchgehend von allen Testanden verneint, drückt dies ein hoher Schwierigkeitsindex aus, analog dazu die durchgehende Zustimmung ein niedriger Schwierigkeitsindex. Für polytome Items mit Ratingskalen gilt dies ebenso.

Hohe Ausprägungen (scores) führen zu einem hohen Schwierigkeitsindex (leichtes Item) und niedrige Ausprägungen zu einem niedrigen Schwierigkeitsindex (schweres Item). "Bei dem leichtesten Item erreichen alle Probanden theoretisch die maximale Punktzahl, während beim schwersten Item niemand einen Punkt erhält." (Bortz/Döring, 2006, S.219.)

Der Schwierigkeitsindex misst damit in zwei Richtungen zwischen 0 und 1, wie stark ausgeprägt ein Item bewertet wird. Der Gewinn der Messung liegt in der Erkenntnis über Items, die stark in eine Richtung orientiert beantwortet werden. Diese sind für die Darstellung von Unterschieden ungeeignet.

Eine ideale Normalverteilung stellt sich um den Wert von 0,5 dar. Items außerhalb der Schwierigkeiten von 0,2 bis 0,8 gelten als zu stark polarisiert zur Messung von Personenunterschieden und sollten aus dem Itempool entfernt werden. (Vgl. Stauche/ Werlich, 2007.) (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.219.)

Zur Veranschaulichung wird der Schwierigkeitsindex in vorliegender Arbeit erweitert als Prozentwert dargestellt. Die Gesamtskala wird in darüber hinaus in ihrer durchschnittlichen Itemschwierigkeit gekennzeichnet. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.219.)

### 2.2.2 Die Trennschärfe

Der Trennschärfekoeffizient  $r_{it}$  ( $r_{it}$  = Korrelation von Item und Test) gibt über mehrere Items hinweg an, inwieweit die Lösungsrichtung eines einzelnen Testanden konstant bleibt. Anders formuliert gibt die Trennschärfe an, "wie gut ein einzelnes Item das Gesamtergebnis repräsentiert." (Bortz/Döring, 2006, S.219.) Ratingskalen sind zur Summenproduktion angelegt, was nahelegt die einzelnen Teile der Summe in eine Richtung messen zu lassen, um ein Merkmal eindeutig abzubilden.

Bei stark unterschiedlichen Messrichtungen der Items ist von mehreren Populationen bzw. unterschiedlichen gemessenen Merkmalen auszugehen, die als Messfehler in die Skala eingehen. Man entnimmt daher den Wert des Items der Summe aller Items der Skala und testet die Korrelation (nach Pearson) des Items mit der bereinigten Restskala. (Vgl. Stauche/Werlich, 2007, S.3.)

Das theoretisch, statistische Optimum ist die (idealistische) Korrelation von 1, inhaltlich stellen sich Items mit einem Korrelationsmaß höher als 0,3 als annehmbar dar.

Gedämpfte Trennschärfemaße unter 0,3 enthalten kurvillineare Korrelationen, entstammen also mehreren unterschiedlichen Populationen.

### 2.2.3 Die Homogenität

„Alle Items eines eindimensionalen Instruments stellen Operationalisierungen desselben Konstrukts dar.“ (Bortz/Döring, 2006, S.220.) Daraus ergibt sich die Voraussetzung der hohen Korrelation der Items untereinander. Die Homogenität eines Items ergibt sich in der Itemkorrelationsmatrix, gemittelt aus den einzelnen Korrelationen der Items untereinander, ausgenommen der Autokorrelation mit sich selbst. Die gemittelte Homogenität aller Itemhomogenitäten stellt sich als gesamte Testhomogenität dar. Diese mittlere Itemkorrelation geht auch in den Reliabilitätskoeffizienten Cronbachs Alpha ein. Der Alphakoeffizient wird daher allgemeingebräuchlich auch als Homogenitätsindex verwendet. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 221.)

#### 2.2.4 Die Dimensionalität

„Die Dimensionalität eines Tests gibt an, ob er nur *ein* Merkmal bzw. Konstrukt erfasst (eindimensionaler Test), oder ob mit den Testitems *mehrere* Konstrukte bzw. Teilkonstrukte operationalisiert werden (mehrdimensionaler Test). (Bortz/Döring, 2006, S. 221.)

Die Dimensionalität der Skalen wird an Hand von konfirmativen bzw. explorativen Faktorenanalysen geprüft, „deren primäres Ziel darin zu sehen ist, einem größeren Variablensatz<sup>34</sup> eine ordnende Struktur zu unterlegen.“ (Bortz, 2005, S. 511.) Faktorenanalysen decken Faktoren in der Skala auf, denen Faktorladungen zugeordnet werden. Eine eindimensionale Skala liegt vor, wenn alle Faktorladungen (Item-Inter-Korrelationen) auf einem Faktor laden, also hoch mit ihm korrelieren. Einher mit der Faktorenanalyse geht bei Mehrdimensionalität die inhaltliche Analyse der Faktoren. Faktorenanalysen dienen damit primär der Verfeinerung von Skalen und Konstrukten. Verwendung finden dabei die explorative (aufdeckende) und konfirmative, (bestätigende) Faktorenanalyse. (Vgl. Backhaus/Erichson/Plinke, 2006, S. 330f.)

---

<sup>34</sup> Anm.: Hier einer größeren Anzahl an Items eines angenommenen Konstrukts

## 2.3 Die Untersuchungsinstrumente

Die Untersuchungsinstrumente leiten sich überwiegend aus bestehenden Itemsammlungen vorrangiger Untersuchungen ab. (Vgl. Hoffmann et al. 1998.) (Vgl. Dengler, 1995.) (Vgl. Renzulli 2001b.) (Vgl. Daniels 2008.) Anpassungen oder grundlegende Neustrukturierungen für den Anwendungsbereich der Primarstufe und Sekundarstufe waren in zahlreichen Fällen notwendig.<sup>35</sup>

Eine genaue Darstellung des Pilotierungsprozesses der einzelnen Instrumente erfolgt im weiteren Verlauf des Kapitels.

### 2.3.1 Die Interessenmatrix

Das Interesse, wie definiert, als aktuelles situationales Interesse (Vgl. 1.6.1) wird auf der Untersuchungsebene 1 durch eine Matrix gemessen. Die Interessenmatrix ist ein Fragebogen im erweiterten Sinne.

Die Items in Form von Aussagen, genauer Beschreibung von Tätigkeiten, werden bei der Interessenmatrix nicht, wie in klassischen Fragebögen von den Untersuchungspersonen selbst gelesen, sondern vom Umfrageleiter vorgelesen.

Die Befragten tragen ihre Antworten im Bewertungsformat der 5 stufigen Likert Skala in eine Matrix ein, die den Items entspricht. Aus der Struktur der Matrix ergeben sich acht Intelligenzkategorien nach dem Modell von Gardner, die wie schon erwähnt deckungsgleich zu Interessen zu behandeln sind.

Renzulli und Reis formulieren dazu:

---

<sup>35</sup> Anm. Die dargestellte Itemrevision erfolgt an Hand von mehreren Vortest-Stichproben, die Itemauslassungen nahelegen. In Arbeit und Anhang dargestellte Fragebögen können daher mehr Items enthalten, als in der Untersuchung verwendet werden. (auf entfallene Items wird in den Kapiteln der Itemrevision hingewiesen). Aus Übersichtsgründen wird auf abkömmlische, nachgeordnete Teilschritte der Voruntersuchungen nicht genauer eingegangen.

*„Das Interessenprofil eines Menschen steht häufig in einem engen Zusammenhang zur Ausprägung der verschiedenen Intelligenzbereiche, da Menschen in der Regel an denjenigen Dingen am meisten Spaß haben, die ihnen gut liegen.“ (Renzulli/Reis/Stednitz, 2001b, S.110.)*

Die Interessenmatrix findet, wie bereits dargestellt, Verwendung im „Schulischen Enrichment Modell“ von Renzulli und Reis und dient dort der Kategorisierung von Schülern zu den beschriebenen Interessenschwerpunkten, um eine Wahl von speziellen Neigungsfächern zu erleichtern. (Vgl. Renzulli/Reis/Stednitz, 2001a, S. 65.).

Validitäts- Reliabilitäts- und Objektivitätsmaße werden von Renzulli und Reis nicht angegeben. Der Test ist auf eine Skala mit drei Bewertungspunkten ausgelegt, die durch eine 5er Likertskala ersetzt wurde.

Diese beiden Punkte machen eine Pilotierung zur Aufnahme von Kenngrößen sinnvoll. Für die Studie haben sich die Kategorien naturalistisches Interesse und soziales interpersonales Interesse als wesentlich erwiesen. Jede Kategorie wird in der Interessenmatrix durch sieben Items repräsentiert. Problematisch ist die auf Biologie bezogene Teilmenge der Items, die das naturalistische Interesse messen sollen. Der Gegenstand des Interesses ist damit nicht richtig zentriert.

Im Rahmen der Evaluation des Miniphänomena Projektes sind diese Items nutzlos und verzerren bei Übernahme das Ergebnis. Das naturalistische Interesse wird daher mit anderen Items aus dem Itempool auf [naturwissenschaftliches Interesse] angepasst Für den Bereich des [sozialen, interpersonales Interesses] sind ähnliche Anpassungen nötig.

### 2.3.1.1 Naturwissenschaftliches Interesse

Das naturalistische Interesse im, wie in Kapitel 3.1.1 dargestellt, angepassten Sinne, als [naturwissenschaftliches Interesse] wird in der Interessenmatrix durch die Items 4, 6, 14, 22, 28, 41, 50 repräsentiert.

- 4 Experimente machen
- 6 technische Geräte auseinandernehmen und reparieren
- 14 untersuchen, wie ein Gerät funktioniert
- 22 basteln oder werken (z.B. mit Holz, Glas, Papier)
- 28 die Sterne beobachten und Bücher über das Weltall lesen
- 41 etwas nach Plan zusammensetzen (z.B. Lego-Baupläne, Bastelanleitung)
- 50 bekannte Sachen genau verstehen lernen (z.B. warum ist es im Winter kälter als im Sommer?)

Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $\text{cron } \alpha$ ) stellen sich bei der Pilotierung an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 316 Personen<sup>36</sup>, wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	4	6	14	22	28	41	50
$p$	77,14	65,11	48,81	84,41	45,73	75,55	60,68
$r_{it}$	0,42	0,48	0,50	0,35	0,48	0,18	0,24
$\text{cron } \alpha$	0,665						[N=316]

Abbildung 27: Naturwissenschaftliches Interesse Itemrevision  
Der Verfasser

Die Interessenmatrix [naturwissenschaftliches Interesse] zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit mit Ausnahme von Item 22 durchgehend in einem angemessenen Bereich. Items unter 20% oder über 80% gelten als zu stark polarisiert, der Optimalwert liegt bei 50%. Die Trennschärfe stellt sich in dieser Stichprobe in

<sup>36</sup> Anm. Die Stichprobe entstammt der pre-Test-Messung. Auf die Darstellung der Pilotierung im Rahmen eines Vortests wird an dieser Stelle aus Relevanzgründen verzichtet.

zwei Fällen unter dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Items 41 und 50 liegen außerhalb des wünschenswerten Rahmens. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,665 unter der Mindestgrenze von 0,70 dar. Eine Anpassung des Itempools erscheint sinnvoll. Die Items 41 und 50 werden auf Grund ihrer geringen Trennschärfe aus dem Pool ausgeschlossen.

Item	004	006	014	022	028
p	77,14	65,11	48,81	84,41	45,73
r <sub>it</sub>	0,41	0,52	0,50	0,37	0,52
cron α	0,704				[N=316]

Abbildung 28: Naturwissenschaftliches Interesse Itemrevision Anpassung Der Verfasser

Die Interessenmatrix [naturwissenschaftliches Interesse] zeigt sich damit unverändert auf Ebene der Schwierigkeit überwiegend in einem angemessenen Bereich. Die Trennschärfe stellt sich nun durchgehend über dem Grenzwert von 0,3 dar. Einige Items haben durch die Reduktion an Trennschärfe hinzu gewonnen und die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,704 über der Mindestgrenze von 0,70 dar. Das Item 022 wird von 84% „Bejaht“ und zeigt sich somit über der wünschenswerten Grenze. Es wird daher ebenfalls aus dem Itempool ausgeschlossen.

Die Items werden in einem letzten Pilotierungsschritt einer konfirmativen Faktorenanalyse auf einen Faktor unterzogen.

Item	Komponenten
	1
Item004	,667
Item006	,835
Item014	,855
Item028	,585
% Varianz	53,719

Abbildung 29: Naturwissenschaftliches Interesse Faktorenanalyse Der Verfasser

Die Ergebnisse der unrotierten Komponentenmatrix bestätigen die Eindimensionalität der Skala. Die einzelne Komponente klärt dabei 53,719 % der Gesamtvarianz auf. Der Wert des Items 028 lädt mit ,585 schwach unter dem von Bortz und Döring vorgeschlagenen Mindestwert von ,6. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.211.) Auf Grund der limitierten Anzahl an Items und der ansonsten angemessenen Werte verbleibt das Item dennoch im Itempool.<sup>37</sup>

Aus der Pilotierung ergibt sich der endgültige, zur Untersuchung verwendete, Itempool. Folgende Items werden zur Messung der Variable [naturwissenschaftliches Interesse] verwendet:

Item004	Mein Interesse an...ist...	Experimente machen
Item006	Mein Interesse an...ist... und reparieren	technische Geräte auseinandernehmen
Item 014	Mein Interesse an...ist... funktioniert	untersuchen, wie ein Gerät
Item 028	Mein Interesse an...ist...	die Sterne beobachten und Bücher über das Weltall lesen

---

<sup>37</sup> Anm. Backhaus, Erichson & Plinke geben als Konvention eine Mindestladungsstärke von 0,5 an. (Vgl. Backhaus/Erichson/Plinke, 2006, S.331.)

### 2.3.1.2 Soziales Interesse

Das soziale, interpersonale Interesse wird in der Interessenmatrix durch die Items 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 repräsentiert. Pilotierungsergebnisse, die hier der Übersicht halber nicht weiter ausgeführt werden stellen niedrige Kennwerte in mehreren Stichproben dar. Die von Renzulli und Reis empfohlene Skala wird daher ebenfalls angepasst.

Ausgelassene Items werden durch Items ersetzt, die im Zusammenhang mit den Ausprägungen des Projekts Miniphänomenta naheliegender sind. Das [soziale Interesse] wird in für die weitergehende Pilotierung an Hand der Items 3, 8, 24, 47 und 48 erhoben:

- 3 über Erlebnisse in Ruhe nachdenken
- 8 einem andern Kind etwas Interessantes beibringen oder erklären
- 24 anderen helfen oder für sie sorgen (den Eltern im Haushalt, Babysitter)
- 47 über etwas Interessantes einen Vortrag halten
- 48 ein Gruppengespräch/eine Diskussion leiten oder in einer Gruppe Streit schlichten

Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $cron \alpha$ ) stellen sich bei der Pilotierung an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 316 Personen, wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	003	008	024	047	048
$p$	56,17	56,57	81,33	47,31	59,41
$r_{it}$	0,48	0,39	0,25	0,42	0,31
$cron \alpha$	0,609				[N=316]

Abbildung 30: Soziales Interesse Itemrevision  
Der Verfasser

Die Interessenmatrix [soziales interpersonales Interesse] zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit mit Ausnahme von Item 24 in einem angemessenen Bereich.

Die Trennschärfe stellt sich bis auf Item 24 über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung ergibt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,609 unter der Mindestgrenze von 0,70.

Die Items werden in einem letzten Pilotierungsschritt einer konfirmativen Faktorenanalyse unterzogen.

Item	Komponenten
	1
Item003	,768
Item008	,708
Item047	,662
Item048	,588
<b>% Varianz</b>	<b>46,864</b>

Abbildung 31: Soziales Interesse Faktorenanalyse  
Der Verfasser

Die Ergebnisse der unrotierten Komponentenmatrix bestätigen die Eindimensionalität der Skala. Die einzelne Komponente klärt dabei 46,864 % der Gesamtvarianz auf.

Der Wert des Items 028 lädt mit 0,588 schwach unter dem von Bortz und Döring vorgeschlagenen Mindestwert von 0,6. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.211.) Auf Grund der limitierten Anzahl an Items und der ansonsten angemessenen Werte verbleibt das Item dennoch im Itempool.<sup>38</sup>

Aus der Pilotierung ergibt sich der endgültige, zur Untersuchung verwendete, Itempool. Folgende Items werden zur Messung der Variable [soziales Interesse] verwendet:

- Item003 Mein Interesse an...ist... über Erlebnisse in Ruhe nachdenken
- Item008 Mein Interesse an...ist... einem andern Kind etwas Interessantes beibringen oder erklären

<sup>38</sup> Anm. Backhaus, Erichson & Plinke geben als Konvention eine Mindestladungsstärke von 0,5 an. (Vgl. Backhaus/Erichson/Plinke, 2006, S.331.)

- Item047 Mein Interesse an...ist... über etwas Interessantes einen Vortrag halten
- Item048 Mein Interesse an...ist... ein Gruppengespräch/eine Diskussion leiten oder in einer Gruppe Streit schlichten

### 2.3.2 Der Einstellungsbilderbogen

Das Konstrukt der Einstellung in seinen drei Dimensionen wird auf der Ebene 1 durch einen Einstellungsbilderbogen gemessen.<sup>39</sup> Einstellungen werden typischerweise in semantischen Differentialen gemessen. (Vgl. Dengler, 1995 S.27ff.) „Dieses Differential besteht aus einer Anzahl bipolarer semantischer Skalen [...]. Die Endpunkte dieser Skalen sind durch Adjektive gekennzeichnet, die gleichzeitig die Enden des semantischen Kontinuums abgrenzen.“ (Dawes, 1977, S. 201.)

Eine Anwendung für den Bereich der vierten Klassenstufe sieht auch Asmussen kritisch; ebenso die Anwendung eines klassischen Einstellungsfragebogens, der Schüler bei größerem Umfang leicht überfordern kann. (Vgl. Asmussen, 2007, S.100ff.) Die Einstellungsmessung an Hand von Bewertung von Bildern entspricht einer untypischen Arbeitsweise, ist aber Teil der Methodenvielfalt der Einstellungsmessung (Vgl. Dawes, 1977.)

Neben diesem expliziten Messverfahren findet im Rahmen des Einstellungsbilderbogencomputerprogrammes auch eine implizite Messung der Einstellungsstärke statt, auf die aus Übersichtsgründen im folgenden Kapitel eingegangen wird. Reliabilitäts- und Validitätsmaße zeigen sich bei den angewendeten expliziten und impliziten Methoden generell in akzeptablen Bereichen. (Vgl. Stroebe/Hewstone, 2007, S.212f.)

Die eigenständige Konstruktion der Messinstrumente benötigt dennoch eine intensive Pilotierung, auf die nun vorerst für die Einstellungsmessung genauer eingegangen wird.

Einflüsse des Fragebogens auf die Fragenbeantwortung sind ein Mangel jeglicher Fragebogenerhebung. Formulierungsarten, Itemreihenfolge oder Skalierungen (und weitere) (Vgl. Mummendey/Grau, 2008, S.38ff.) können Einfluss auf die

---

<sup>39</sup> Anm. Der Einstellungsbilderbogen ist ein auf Basis der Computersprache C entwickeltes Computerprogramm, das Bilder zur Bewertung per Likertskala stellt. Die Testpersonen haben die Möglichkeit jeweils ein Bild nach dem anderen per Tasteneingabe zu bewerten. Der Bilderbogen enthält Messitems und Füllitems in stets gleicher Darstellungsweise. Ein tiefergehender Eindruck über das Programm kann an dieser Stelle nicht vermittelt werden. Auf Nachfrage ist der Autor der vorliegenden Arbeit gerne bereit interessierten Lesern das Programm zukommen zu lassen.

Untersuchungsteilnehmer nehmen. Gütekriterien, wie z.B. Formulierungsregeln nach Edwards (Vgl. Mummendey/Grau, 2008, S.67.) dienen zur Einschränkung dieser Einflussfaktoren. Übersetzt man diese Reglementierungen von Satzitems zu Bilditems, wie im Bilderbogen verwendet, so zeigt sich ein besonderer Bedarf an genauer Klärung der Bilddarstellungen und ihrer Interpretation durch die Untersuchungsteilnehmer. Speziell Bilder mit Alltagsbezug weisen einen höheren Assoziationsrahmen auf, als vergleichbare Begriffe. (Vgl. Sumfleth/ Tiemann, 2000, S.125 f.) Bilder generieren dem gegenüber aber einheitlichere Assoziationen, als die ihnen vermeintlich entsprechenden Begriffe. (Vgl. ebd., S.126.) Im Rahmen der Pilotierung wurden in einem ersten Schritt daher nur Bilder ausgesucht, die von der überwiegenden Mehrheit der Teilnehmer gleich interpretiert wurden.

Die Bilder sind dem Themenbereich der Schulphysik, Phänomenen, Experimentieren und Forschen zu zuordnen. Die Einstellungsdimensionen, Affektion und Handlung werden dabei speziell angesprochen. Insgesamt wurden drei Schulklassen mit 30, 19 und 24 Schülern gleicher Altersstufe in Nachbarschaft zum Untersuchungsort befragt.

Zwei Gruppen bekamen die Aufgabe die dargebrachten zehn Bilder assoziativ als „Ein-Wort-Antworten“ mit einem Verb zu beschreiben, eine Gruppe bekam die Aufgabe die Bilder mit Verb und Nomen zu beschreiben. Angelehnt an das Assoziationsverfahren von Sumfleth und Tiemann (2000) wurden die Schüler aufgefordert innerhalb von einer Minute Begriffe zu den Bildern zu finden. Dabei ergaben sich, der Arbeitsgeschwindigkeit der Schüler entsprechend, zumeist zwei bis vier Begriffe pro Bild.

Dargestellt sind im Folgenden die drei am häufigsten verwendeten Begriffe, zugeordnet zu den einzelnen Bildern.<sup>40</sup> In Klammern ist dazu die Anzahl an Schülern vermerkt, die keine Antwort zu dem Bild geben konnte. Unbeachtet im Gegensatz zu anderen Assoziationstests bleibt die Reihenfolge der Nennung. Sie

---

<sup>40</sup> Anm. Da es sich bei den Bildern um das Instrument zur Messung handelt sind sie mit dem Kürzel [Instru] versehen. Im Bilderbogen werden sie zur Erhebung im späteren Verlauf durch andere Bilder ergänzt, um die Intention des Tests für die Testpersonen uneinsehbar zu machen.

erscheint gegenüber der Erkennung/ Nichterkennung sekundär. Ausschlussfaktoren sind eine hohe Nichterkennungsquote oder Fehlinterpretation.

Hervorgehoben sind ausgewählte und ausgeschlossene Items.

<b>Instru 01:</b>	Chemie, Experimentieren, Experiment	(0)
<b>Instru 02:</b>	Experiment, Chemie, lernen, gucken	(5)
<i>Instru 03:</i>	<i>hören, horchen, lauschen</i>	(1)
<b>Instru 04:</b>	Sterne gucken, gucken, forschen, entdecken	(2)
<b>Instru 05:</b>	forschen, suchen, entdecken, Lupe, gucken	(1)
<i>Instru 06:</i>	<i>Kabel, entkabeln, forschen, knobeln</i>	(6)
<i>Instru 07:</i>	<i>frei lassen, fangen, gucken, forschen, beobachten</i>	(8)
<b>Instru 08:</b>	Hören, telefonieren	(0)
<i>Instru 09:</i>	<i>lernen, schreiben, lesen</i>	(0)
<i>Instru 10:</i>	<i>Kastanie</i>	(18)
<b>Instru 11:</b>	Nachdenken, überlegen, denken, beobachten	(1)

Stichprobe 1 (N= 30)

Nach dem ersten Test wurden einige Bilder, die auszuschließen waren (oben kursiv vermerkt), angepasst und durch andere ersetzt. Beispielhaft sei hier das Bild [Instru07] genannt, das auch als „forschen“ oder „beobachten“ beschrieben wurde, aber überwiegend mit dem Begriff „frei lassen“ assoziiert wurde. Der Vorgang auf dem Bild scheint den Kindern daher eher mit Biologie in Verbindung zu stehen, als mit dem Fach Physik oder einer allgemein, forschenden Tätigkeit. Zahlreiche Kinder konnten das Bild gar nicht beschreiben, weshalb es schon nach dem ersten Test ersetzt wurde.

Die angepasste Bilderserie wurde, wie bereits beschrieben, zwei weiteren Schülergruppen vorgelegt.

<i>Instru 01:</i>	<i>basteln, experimentieren, Chemie, essen, erklären</i>	(1)
<i>Instru 02:</i>	<i>experimentieren, probieren, Chemie, bauen, basteln</i>	(1)
<b>Instru 03:</b>	experimentieren, Strom, überlegen, probieren, basteln	(1)
<b>Instru 04:</b>	gucken, beobachten	(0)
<i>Instru 05:</i>	<i>untersuchen, gucken, erforschen, anschauen</i>	(4)
<b>Instru 06:</b>	forschen, experimentieren, basteln	(0)

Instru 07:	denken, schauen, nachdenken	(1)	
<b>Instru 08:</b>	altm. telefonieren, telefonieren, spielen, Experimente	(0)	
<b>Instru 09:</b>	wiegen, abmessen, angucken, kochen	(1)	
<b>Instru 10:</b>	magnetisieren, überlegen, m. Magnet spielen	(2)	
			Stichprobe 2 (N=19)
<i>Instru 01:</i>	<i>Experimentieren, lernen, essen, denken, Chemie</i>	(2)	
<i>Instru 02:</i>	<i>Experimentieren, forschen, Chemie, Physik</i>	(5)	
<i>Instru 03:</i>	<i>Stromkreis bauen, experimentieren</i>	(6)	
<b>Instru 04:</b>	beobachten, Sterne gucken	(1)	
<i>Instru 05:</i>	<i>forschen, gucken, Tiere beobachten, untersuchen</i>	(7)	
<b>Instru 06:</b>	basteln, forschen, experimentieren, Strom	(4)	
<b>Instru 07:</b>	nachdenken, denken	(4)	
<b>Instru 08:</b>	telefonieren, reden, sprechen mit Dosentele	(1)	
<b>Instru 09:</b>	wiegen, kochen	(1)	
<b>Instru 10:</b>	magnetisieren, experimentieren, mit Magnet spielen	(3)	
			Stichprobe 3 (N=24)

Insgesamt zeigen sich in den drei Gruppen überwiegend homogene Auffassungen mit unterschiedlichen Auslassungsmengen, die sich z.T. durch unterschiedliche Schul-, Klassen- und Umgebungsfaktoren und die unterschiedliche Aufgabenstellungen und Bilderfolge erklären lassen. Aus den Gruppenwerten ergeben sich sieben Bilder, die sich durch präzise inhaltliche Interpretation und geringe Quote an Nullinterpretationen auszeichnen. Diese sind im Folgenden mit kurzen Begründungen für die Auswahl/Auslassung dargestellt.<sup>41</sup>

<i>Instru 01:</i>	<i>Chemie Bezug</i>	(3)	
<i>Instru 02:</i>	<i>Chemie Bezug, Auslassungen</i>	(11)	
<b>Instru 03:</b>	Experimentieren, Physikbezug	(7)	<b>Item 001</b>
<b>Instru 04:</b>	Beobachten, Naturphänomen, Physikbezug	(3)	<b>Item 002</b>
<i>Instru 05:</i>	<i>Biologie Bezug, Auslassungen</i>	(12)	
<b>Instru 06:</b>	Forschen, Physik Bezug	(4)	<b>Item 003</b>
<b>Instru 07:</b>	Nachdenken	(6)	<b>Item 004</b>
<b>Instru 08:</b>	Experimentieren, Alltagsbezug, Physikbezug	(1)	<b>Item 005</b>
<b>Instru 09:</b>	Experimentieren, Physikbezug	(2)	<b>Item 006</b>

<sup>41</sup> Anm. Die Ergebnisse beziehen sich auf alle drei Stichproben, wobei ausgelassene Bilder aus der ersten Stichprobe nicht berücksichtigt werden.

**Instru 10:** Experimentieren, Physikbezug

(5)

**Item 007**

Die Auswahl der Items 001 – 007 wird zur weiteren Pilotierung verwendet.

Die Vorauswahl dieser Bilder wird um „Füllbilder“ (gleichartige Bilder aus derselben Fotosammlung) und eine fünfwertige Likertskala ergänzt und in einem Computerprogramm zusammengeführt. Die Bewertung durch die Untersuchungsgruppe funktioniert hier analog zur Fragebogenmethode. In einem weiteren Pilotierungsvorgang können diesen Bilditems nun ebenfalls typische Kenngrößen zugeordnet werden.

Die Einstellung wird im Einstellungsbilderbogen der Schüler durch die 7 Items gemessen. Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $\text{cron } \alpha$ ) stellen sich bei der Pilotierung an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 296 Personen, wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	001	002	003	004	005	006	007	
$p$	71,03	59,46	69,00	47,38	62,25	54,73	65,12	
$r_{it}$	0,67	0,55	0,69	0,24	0,47	0,58	0,59	
$\text{cron } \alpha$	0,804						[N=296]	

Abbildung 32: Einstellungsstärke Itemrevision  
Der Verfasser

Der Einstellungsbilderbogen zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Die Trennschärfe stellt sich mit Ausnahme von Item 004 in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Item 004 befindet sich mit 0,24 knapp unterhalb der Grenze von 0,3. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,804 über der Mindestgrenze von 0,70 dar. Die Einschränkungen des Items 004 sollen im nächsten Abschnitt der Pilotierung noch einmal betrachtet werden.

Die Items werden in einem letzten Pilotierungsschritt einer explorativen Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation unterzogen. Zentrales Anliegen der explorativen Faktorenanalyse ist die korrelative Zusammenfassung von Items zu interpretierbaren Faktoren (auch Komponenten). Der Idealfall für vorliegende

Itemskala liegt bei einem Faktor, was einer vollkommen homogenen Messung entsprechen würde.

Item	Komponenten	
	1	2
Item001	,825	,121
Item002	,646	,241
Item003	,877	,052
Item004	-,002	,890
Item005	,377	,634
Item006	,672	,262
Item007	,762	,088
%	47,789	14,857
<b>Varianz</b>		

Abbildung 33: Einstellungsstärke Faktorenanalyse  
Der Verfasser

Dargestellt ist das Ergebnis der rotierten Faktormatrix. Aus der explorativen Faktorenanalyse ergeben sich zwei Komponenten, von denen Faktor 1 47,789% der Gesamtvarianz erklärt. Faktor 2 erklärt 14,857 % der Gesamtvarianz. Markiert sind Faktorladungen mit dem höchsten Absolutbetrag auf dem jeweiligen Faktor. Mit Ausnahme von Item 004 und Item 005 korrelieren alle Items mit Faktor 1. Wieder zeigt sich das Item 004 als ungeeignet. Inhaltlich analysiert ergibt sich ein geringer Zusammenhang zwischen den, durch „forschen“ und „experimentieren“ dominierten Bildern und Item 004 mit der Assoziation zum Begriff des „Nachdenkens“. Das Item wird daher aus dem Itempool ausgeschlossen. Item 005 zeigt sich ebenfalls in geringer Überschneidung zu den anderen Items.

Die Assoziationen zeigen, dass das Item häufig mit dem Begriff „Telefonieren“ in Zusammenhang gebracht wird. Es ist daher wenig Eindeutig auf den Rest der Bilder ausgerichtet, was sich auch im neben Item 004 geringsten Wert der Trennschärfe ausdrückt. Item 005 wird daher ebenfalls aus dem Itempool ausgeschlossen.

Es verbleiben nach Ausschluss die Items 001, 002, 003, 006 und 007. Aus der Multidimensionierung ergibt sich die Notwendigkeit der weiteren Revision der

extrahierten Hauptkomponente und ihrer Items als finale Skala. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 221.)

Item	001	002	003	006	007
p	71,03	59,46	69,00	54,73	65,12
r <sub>it</sub>	0,70	0,55	0,75	0,56	0,62
cron α	0,834				[N=296]

Abbildung 34: Einstellungsstärke Itemrevision Anpassung  
Der Verfasser

Der Einstellungsbilderbogen zeigt sich nun auf Ebene der Schwierigkeit und Trennschärfe durchgehend in einem angemessenen Bereich. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,834 dar. Aus der Pilotierung ergibt sich der endgültige, zur Untersuchung verwendete, Itempool. Die Items 001, 002, 003, 006 und 007<sup>42</sup> werden auf Schülerebene zur Messung der Variable [Einstellung] verwendet.



Abbildung 35: Item 006 Beispielbild  
fotosearch.de/Central Stock  
"Unlisted Images, Inc."

<sup>42</sup> Anm. Die Items stehen auf der Internetplattform fotosearch.de zur Ansicht und zur Verfügung. Die ID's der Bilder sind, wie folgt: Item001 (ie371 041), Item 002 (15403 13dg), Item 003 (u13940301), Item 006 (is511 047), Item 007 (b17877)

### 2.3.3 Die Einstellungszeitmessung

Parallel zur Erhebung der Einstellungsvalenz durch den Einstellungsbilderbogen wird implizit die Einstellungsstärke als Antwortlatenzzeit eines Items gemessen. (Vgl. Mayerl, 2003, S.4.) Praktisch wird die Eingabe in den computergestützten Einstellungsbilderbogen durch Zeitmessung von Beginn der Darstellung des aktuellen Items bis Abgabe der Antwort per Tasteneingabe erfasst. Die Zeit von Eindruck bis Eingabe wird als Antwortreaktionszeit definiert. Auszugehen ist von geringeren Antwortreaktionszeiten bei stärkerer Präsenz der Einstellung. (Vgl. Kapitel 1.6.3)

Testgütekriterien, im Wesen der bislang erhobenen Kennwerte, können für die Zeitmessung nicht erhoben werden. Die Zeitmessung gliedert sich direkt an die Messung der Valenz durch die in vorigem Abschnitt dargestellten Items. Dennoch bedarf es verschiedener Vorkehrungen zur Minimierung von Störfaktoren und somit genaueren Messung. Weiterhin muss die Antwortreaktionszeit genauer eingeschränkt werden und zur Antwortlatenzzeit operationalisiert werden. Dazu verhilft eine Betrachtung des Vorgangs der Fragenbeantwortung. Die Fragenbeantwortung kann nach Bassilli in vier Phasen unterteilt werden:

1. *Interpretation der Frage*
2. **Erinnern mit der Frage assoziierter relevanter Informationen**
3. **Das Generieren eines Urteils aus den erinnerten Informationen**
4. *Die Übersetzung des Urteils in eine Antwort*

(Vgl. Mayerl, 2003, S. 5.) Es zeigt sich, dass alle angesprochenen Punkte der Fragenbeantwortung individuelle, interpersonelle Prozesse sind, die durch äußere Faktoren während des Antwortvorgangs beeinflusst werden. Der Kontrolle äußerer Faktoren kommt daher besondere Wichtigkeit zu, da individuelle interpersonelle Faktoren nur schwer zu kontrollieren sind. Generell wird diesem Problem mit einer große Stichprobengröße begegnet, die sich mittelnd auf die

individuellen Ausprägungen auswirkt.<sup>4344</sup> Darüber hinaus werden sämtliche Werte einer Person um den Basiswert der mittleren Bearbeitungszeit der Items (arithm. Mittel aller target latencies und filler latencies außer Übungsitems) (Vgl. Mayerl, 2003, S.10.) bereinigt (Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit).

Die als konstant angenommene, personenspezifische, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit eines jeden Befragten ergibt in Relation zur Antwortreaktionszeit die Antwortlatenzzeit (Vgl. Mayerl, 2003, S.8.), eine um die individuellen Einflüsse bereinigte Messgröße.<sup>45</sup>

In obiger Auflistung sind die Punkte kursiv hervorgehoben, die sich durch Kontrollmöglichkeiten auszeichnen. Die stark markierten Punkte sind stark interpersonell geprägt, dabei aber auch bewusst wenig kontrolliert. Sie ergeben die Messgrundlage zur Bestimmung der Antwortlatenzzeit als Ausdruck der Einstellungsstärke.

Der erste Punkt der Fragenbeantwortung ist nach Bassili die Interpretation der Frage. Diese Phase ist neben den individuellen, z.B. durch Intelligenz oder spezieller Kompetenz geprägten Unterschieden stark von äußeren Settings beeinflusst. Der direkte Einflussbereich sind die Fragebogenitems selbst, deren Schwierigkeit, Form und Anordnung die Antwortzeit beeinflusst. Grundlegend wurde daher bei der Auswahl der Bilder des Bilderbogens auf Bilder geachtet, die sich durch ähnliche Assoziationszeiträume auszeichnen. Items die in einem vorher definierten Zeitraum von 60 Sekunden nicht erkannt wurden, wurden nicht in den Bilderbogen aufgenommen. (Vgl. 2.3.2).

Die Darstellungsform des Bilderbogens in Bild und Skala ist durchgehend homogen angelegt; Zeitdifferenzen, wie sie unterschiedlich strukturierte klassische Fragentypen (z.B. durch Fragenlänge, Fragenschwierigkeit, Fragenskala, Fragenkontexte, Fragenformulierungen) kennzeichnen, sind somit

---

<sup>43</sup> Anm. Die Trennung nach Geschlecht zeigt sich an Hand anderer Forschungsarbeiten als nicht notwendig. (Vgl. Mayerl, 2003, S.8.)

<sup>44</sup> Anm. grundlegende Informationen (Vgl. D. Adams, 1979, S.1ff.)

<sup>45</sup> Anm. Weitergehende, komplexe Messkalibrierungen an Hand teils speziell entwickelter statistischer Verfahren finden sich ebenfalls bei Mayerl 2003 (Vgl. Mayerl, 2003, S.12ff.). Aus forschungspraktischen Gründen wurde auf eine weitere Spezifikation verzichtet.

nicht gegeben. Kurze und leicht verständliche Fragen sind in geringerem Maße Persönlichkeitseffekten unterlegen, als lange und komplizierte Fragen. (Vgl. Mayerl, 2003, S.6.) Es ist davon auszugehen, dass die stark pilotierten Bilder für die Zielgruppe der Schüler in der Grundschule eine leichtere Formulierung darstellen, als klassische Fragen.

Dem obigen zweiten und dritten Punkt des Fragenbeantwortungsmodells von Bassili, also der Erinnerung an assoziativ mit der Frage verknüpfter Information und der Generierung eines Urteils aus dieser Information, kommt in der Reaktionszeitmessung das zentrale Augenmerk zu.

*„Hauptdeterminante von Reaktionszeit ist hier die Assoziationsstärke des wahrgenommenen Objekts mit einer Einstellung [...]. Je stärker diese Assoziation ist, desto schneller erfolgt der Erinnerungs- und Aktivierungsprozess.“ (Mayerl, 2003, S.6.)*

*„Ist ein Bilanzurteil im Gedächtnis verfügbar [...] und zugänglich, so wird dieses schneller prozessiert. [...] Zusätzlich steigt die Reaktionszeit bei vorhandener Inkonsistenz bzw. Ambivalenz der urteilsrelevanten Informationen [...] und mit der Anzahl verarbeiteter Informationen. Bassili (1995) stellt zudem fest, dass bei hoher Sicherheit bzw. Endgültigkeit des Urteils die Reaktionszeit sinkt.“ (ebd. 2003, S.6.)*

Wege zur Kontrolle dieser Phasen werden daher nicht gegangen, aus ihnen soll später die Einstellungsstärke dargestellt werden.

Im empirischen Sinne wird eine Vergleichbarkeit im pre/post Design dadurch gesichert, dass zu den Messzeitpunkten die gleichen Untersuchungsgruppen untersucht werden und die Items der Skala nicht summiert, sondern einzeln dargestellt werden. Es kann so sichergestellt werden, dass sich einzelne Assoziationen und Urteile geändert haben.

Die Übersetzung des Urteils in eine Antwort stellt sich bei offenen Antwortstrukturen, wie z.B. Interviews langwierig und stark individuell geprägt dar. Die Beantwortung an Hand eines einheitlichen Formats und einfacher 5-Punkte Likertskala schränkt auch diesen Störfaktor ein. Nach Mayerl stellen 5 Antwortkategorien das vertretbare Maximum dar. (Vgl. Mayerl, 2003, S.7.). Zur

Antwortgenerierung gehört im weiteren Sinne auch der Vorgang des Erfassens der Antwort im digitalen System des Computers. Da die Bedienung des Computers somit auch als Störfaktor in Betracht kommt wird mit einem einheitlichen, einfachen Eingabesystem und mehreren Probeitems, die mit dem Programm vertraut machen sollen, gearbeitet. Übungseffekte innerhalb des Fragebogens werden durch die verzögerte Messung innerhalb des Bogens ausgeglichen. Die Messung relevanter Items beginnt erst nach mehreren Übungsitems.



Abbildung 36: Einsatz standardisierter Software und Hardware  
Der Verfasser

Zu weiteren situativen Störfaktoren zählen Aufmerksamkeitsverluste, die durch starke Kontrolle der Situation gemindert werden sollten. Jede Untersuchung fand im Rahmen von Kleingruppen in externen, unterrichtsfernen Räumen nach Einweisung und unter dem Vorbehalt des stillen Arbeitens statt. Eine wesentliche Instruktion zur Kontrolle der Aufmerksamkeit im Sinne des Unterdrückens von Stress ist der Hinweis, dass der Bilderbogen unterschiedlich viele Bilder für einzelne Schüler enthält. Bei der Untersuchung von mehreren Schülern wird so keine Hektik durch Schüler erzeugt, die schneller mit der Bearbeitung der Fragen fertig sind und die Untersuchung verlassen.

Abschließend sind neben grundlegenden Störfaktoren der Fragbogenmethode (z.B. Antworttendenzen, Selbstdarstellung, „*social desirability*“, aktuelle Stimmung) (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.231ff.), die sich hier nicht nur durch Wertänderung des Valenzwertes sondern auch Zeitwertes ausdrücken können, vor allem zwei zentrale Störfaktoren anzumerken, die nicht sicher auszuschließen oder zu kontrollieren sind.<sup>46</sup> Dies sind Testlernerffekte in zwei Ausprägungen.

Zum einen können wiederholte Untersuchungen in kurzen Abständen zu einem Wiedererkennen der Items und so zu geringerer Assoziationszeit oder Motivationseffekten (z.B. Verfälschung durch Langeweile) führen. Es wurde auf Untersuchung von kurzen Zeiträumen unter einem Monat verzichtet. Rückmeldungen der teilnehmenden Schüler zeigen nur in wenigen Fällen eine bewusste Wiedererkennung der Testitems. Die Freiwilligkeit der Untersuchung wurde bei allen Untersuchungen wiederholt betont und ggf. Schüler aus der Untersuchung entfernt, die mutwillig Fehleingaben machten.<sup>47</sup>

Zum anderen kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die grundlegende Kompetenz zur Beantwortung der Items am Computer über den Zeitraum von 6 oder 12 Monaten verändert (individuelle kognitive Geschwindigkeit) und dabei direkt vom Verfahren beeinflusst wird.

---

<sup>46</sup> Anm. Retest - Reliabilitäten wurden aus Gründen der Unstabilität der zu untersuchenden Merkmale bei keiner Skala, so auch nicht bei der Einstellungsstärkenmessung durchgeführt (Vgl. Mummendey/ Grau, S.102.).

<sup>47</sup> Anm. Eine Schülergruppe erkannte die Möglichkeit durch bewusst langsames Eingeben der Antworten die Fehlzeit vom alltäglichen Unterrichtsgeschehen zu maximieren. Ihre Werte mussten als bewusst gefälscht aus der Untersuchung genommen werden.

### 2.3.4 Der Einstellungsfragebogen

Die Einstellung wird im Einstellungsfragebogen der Eltern durch 18, an ein semantisches Differential angelehnte und durch eine fünfstufige Likertskala ergänzte, Items gemessen, die sich aus einem Fundus von 25 Items ergeben. Der erste Schritt der Pilotierung wird aus Übersichtsgründen nicht weiter ausgeführt.<sup>48</sup> Aus ihm sind folgende 18 Items erwachsen, die sich den drei Dimensionen des Einstellungskonstrukts zuordnen lassen. Es werden kognitiv logische, affektiv geprägte oder handlungsbeschreibende Aussagen verwendet. Kursiv hervorgehoben sind gegensätzlich zur Skala gepolte Items.

Physik ist für mich....

1. *nur ein Schulfach*
2. *schwer verständlich*
3. Alltag
4. *nur für Wissenschaftler und Experten*
5. praktisch überall
6. verstehen lernen
7. spannend
8. anschaulich
9. sehr interessant
10. selbst erleben
11. wichtig
12. *mit negativen Gefühlen verbunden*
13. wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung
14. auch eine Freizeitbeschäftigung
15. selber denken
16. etwas für meine Kinder
17. etwas, das mich heute noch betrifft
18. experimentieren und bauen

---

<sup>48</sup> Anm. Die erste Pilotierung an Hand einer Stichprobe von Eltern in Nachbarorten [N=33] ergab bei 18 von 25 Items angemessene Werte für Trennschärfe und Schwierigkeit.

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $\text{cron } \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 450 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018
$p$	69,50	55,94	54,11	77,94	73,22	66,17	64,22	58,11	65,17	60,83	29,11	32,11	75,06	47,89	67,61	71,11	59,72	71,06
$r_{it}$	0,42	0,44	0,50	0,37	0,58	0,54	0,66	0,56	0,69	0,66	-0,63	-0,39	0,49	0,52	0,60	0,54	0,62	0,41
$\text{cron } \alpha$	0,823																	

[N=450]

Abbildung 37: Elterneinstellung Itemrevision  
Der Verfasser

Der Einstellungsfragebogen zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich bis auf die Items 011 und 012 in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,823 über der Mindestgrenze von 0,70 dar. Die Itemanalyse führt zum Ausschluss der Items 011 und 012 aus dem Itempool.

Die Items werden in einem weiteren Pilotierungsschritt einer Faktorenanalyse unterzogen. Die hohe Anzahl an Items lässt annehmen, dass sich mehrere Faktoren in der Gesamtskala finden lassen. Es wird zur Auffindung des Verfahrens der explorativen Faktorenanalyse angewendet.

Item	Komponenten		
	1	2	3
Item001	,152	,101	,756
Item002	,377	-,023	,644
Item003	,177	,474	,407
Item004	-,015	,253	,635
Item005	,200	,628	,328
Item006	,449	,500	,072
Item007	,747	,219	,252
Item008	,801	,062	,164

Item009	<b>,735</b>	,256	,304
Item010	<b>,677</b>	,293	,220
Item013	,123	<b>,756</b>	,141
Item014	<b>,603</b>	,223	,142
Item015	,510	<b>,560</b>	,035
Item016	,276	<b>,573</b>	,217
Item017	,254	,417	<b>,598</b>
Item018	<b>,504</b>	,390	-,131
<b>% Varianz</b>	39,260	8,765	6,773

Abbildung 38: Elterneinstellung Faktorenanalyse  
Der Verfasser

Dargestellt ist das Ergebnis der rotierten Faktormatrix. Aus der explorativen Faktorenanalyse ergeben sich drei Komponenten, von denen Faktor 1 39,260% der Gesamtvarianz erklärt. Faktor 2 erklärt 8,765 % der Gesamtvarianz. Faktor 3 erklärt 6,773% der Gesamtvarianz.

Markiert sind Faktorladungen mit dem höchsten Absolutbetrag auf dem jeweiligen Faktor. Kursiv vermerkt sind Faktorladungen, die zwar für den Faktor maximal, aber insgesamt unter dem Wert 0,6 liegen. Bortz empfiehlt hier die Entfernung aus dem Fragebogen. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.221.)

Geringe Varianzaufklärung, Faktorladungen und Itemanzahl legen einen Ausschluss der Items der Komponenten 2 und 3 nahe. Für Komponente 1 wird Item 018 mit einer niedrigen Faktorladung ausgeschlossen. Es verbleiben die Items 007,008, 009, 010 und 014.

Aus der Multidimensionierung ergibt sich die Notwendigkeit der weiteren Revision der extrahierten Hauptkomponente und ihrer Items als finale Skala. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 221.)

<b>Item</b>	007	008	009	010	014
<b>p</b>	64,22	58,11	65,17	60,83	47,89
<b>r<sub>it</sub></b>	0,72	0,66	0,74	0,65	0,52
<b>cron α</b>	0,849 [N=450]				

Abbildung 39: Elterneinstellung Itemrevision Anpassung  
Der Verfasser

Der Einstellungsfragebogen zeigt sich nun auf Ebene der Schwierigkeit und Trennschärfe durchgehend in einem angemessenen Bereich. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,849 dar.

Aus der Pilotierung ergibt sich damit der endgültige, zur Untersuchung verwendete, Itempool. Folgende Items werden auf Elternebene zur Messung der Variable [Einstellung] verwendet:

Item 007	Physik ist für mich:	spannend
Item 008	Physik ist für mich:	anschaulich
Item 009	Physik ist für mich:	sehr interessant
Item 010	Physik ist für mich:	selbst erleben
Item 014	Physik ist für mich:	auch eine Freizeitbeschäftigung

### 2.3.5 Der Onlinefragebogen

Der Onlinefragebogen, erstellt mit der Software „*limesurvey*“, sammelt auf mehreren Itemskalen Messwerte für die Variablen: Interesse, Einstellungen, Selbstkonzept, häusliches Umfeld und deskriptive Aspekte des Miniphänomena Projekts. Weiter zu spezifizieren ist die Variable Interesse, die wie beschrieben auf Grund des starken Objektbezugs in drei Skalen unterteilt werden.

Das Interesse wird auf der Ebene 2 als gefestigtes, individuelles Interesse aufgefasst und auf Objektebene in Interesse an unterrichtlichen physikalischen Fachinhalten (Fachinteresse) und übergreifenden physikalischen Sachinhalten (Sachinteresse) unterschieden.

Die Interessenkategorien decken nach Kieler Vorgabe drei Dimensionen ab. Die Interessenskalen enthalten die Dimensionen Kontext (z.B. Alltag, Beruf, Wissenschaft, Gesellschaft), Gebiet (Optik, Thermodynamik, Mechanik, Elektrizität, Atomphysik, Kernphysik) und Tätigkeit. (beobachten, lesen, zuhören, bauen, experimentieren, planen, rechnen, Meinung bilden) (Vgl. Hoffman/Häußler/Lehrke, 1998, S.26ff.) Diese Dimensionen finden sich z.T. gepaart in den Skalen wieder.

Da die untersuchte Klassenstufe nicht durchgehend physikalische Inhalte im Unterricht erarbeitet, wird das Fachinteresse als allgemeines, themenbezogenes Physikinteresse (themenbezogenes Interesse), also als Interesse an Themen, die der Fachdisziplin zuzuordnen sind, erhoben. Die Themenzuordnung folgt dabei den zentralen physikalischen Themengebieten, der Optik, Elektrizität, Mechanik, Thermodynamik, Atomphysik und Kernphysik. Jedes Themengebiet ist mit zwei Items in der Gesamtskala vertreten. (Dimension Gebiet)

Das Interesse an weiteren nicht direkt themenbezogenen physikalischen Sachgegenständen wird mit zwei Skalen erhoben, die zum einen das Interesse an alltäglichen Freizeitinhalten (z.B. Gespräche mit Freunden, Fernsehen, Lesen, Museumsbesuche) mit Physikbezug (Freizeitinteresse) (Dimension Kontext) widerspiegelt und zum anderen Tätigkeiten der Disziplin Physik (Tätigkeitsinteresse) (Dimension Tätigkeit) widerspiegelt. Unter Tätigkeiten sind dabei zwei wesentliche Tätigkeiten mit „forschen“ und „experimentieren“ jeweils

im Alltagskontext der Schüler zu unterscheiden.<sup>49</sup> Diese Zuordnung ergibt sich an Hand der lebensweltlichen Umgebung der Untersuchungsgruppe, der bestimmte Tätigkeiten der Physik (z.B. formale, mathematische Definition, Fehlerbehandlung) noch nicht zugänglich sind und von denen weiterhin auch nicht auszugehen ist, dass das Interesse an ihnen durch das Projekt Miniphänomente verändert werden kann.

Die im Folgenden dargestellten Items werden im Fragebogen durch persönliche Zuordnungsitems (Geschlecht, Schulform, Klassenstufe, Miniphänomentateilnahme, Nachbau der Eltern, Teilnahmezeitpunkt am MP-Projekt) ergänzt. Die deskriptiven Aspekte des Miniphänomente Projekts werden darüber hinaus um ein Item ergänzt, dass die Anzahl erinnerter Miniphänomente erfasst.

---

<sup>49</sup> Anm. Die Begriffe dürfen hier nicht im Sinne der wissenschaftlichen Verwendung, sondern bezogen auf Tätigkeiten der Kinder im Sinne eines forschenden Lernens verstanden werden. (Vgl. Kircher/Girwidz/Häußler, 2009, S.174 f.)

### 2.3.5.1 Das themenbezogene Interesse

Das themenbezogene Interesse wird mit 12 Items an Hand einer Likertskala der Kieler Gruppe (1998) in Definition nach Daniels (2008) erhoben. Es wurden jeweils zwei Items der unterschiedlichen physikalischen Themenbereiche (Mechanik, Thermodynamik, ...) aus dem Kieler Itempool entnommen. Es sind damit alle Themenbereiche der Schulphysik bis zur Sekundarstufe 2 enthalten.

Wie sehr interessieren dich Dinge, die mit Naturwissenschaft zu tun haben.<sup>50</sup>

Mein Interesse daran ist: (5 Punkte Skala sehr gering – sehr groß)

Item001	Mehr darüber erfahren, wie ein Fernrohr, ein Mikroskop oder ein Fotoapparat funktionieren
Item002	Mehr über den Zusammenhang zwischen Lichtbrechung und Farbe des Lichts erfahren.
Item003	Mehr darüber erfahren, durch welche Maßnahmen bei Häusern viel Wärme gespart und wie die - Sonnenenergie besser genutzt werden kann.
Item004	Mehr darüber erfahren, was Wärme eigentlich ist.
Item005	Mehr darüber erfahren, wie die Wahrscheinlichkeit eines Autounfalls und die Schwere der Unfallfolgen mit zunehmender Geschwindigkeit wachsen.
Item006	Darüber nachdenken, wie man aus dem Bremsweg eines Autos seine Geschwindigkeit vor dem Abbremsen berechnen kann.
Item007	Mehr darüber erfahren, was der elektrische Strom eigentlich ist.

---

<sup>50</sup> Anm. Die Items des Fragebogens sind durchgehend auf den Begriff „Naturwissenschaft“ formatiert. Dies ergibt sich aus der fehlenden Begriffsvorstellung der Schüler zum Begriff der Physik. Physikalische Inhalte werden vor der Klassenstufe 6 (nur bedingt an Gymnasien) in den Fächern Sachunterricht oder Nawi (Naturwissenschaft) und PING (Praxis integrierte Naturwissenschaften) unterrichtet. Inhalte des Fragebogens beziehen sich trotz der Ausweitung des Begriffs ausschließlich auf Physik, mit einzelnen Überlappungen zum Bereich Technik. Dies wird den Untersuchungsteilnehmern durch spezielle Instruktion vor der Untersuchung deutlich gemacht.

Item008	Ein elektrisches Gerät auseinandernehmen und das "Innenleben" untersuchen.
Item009	Verschiedene Dinge bei starker Vergrößerung betrachten.
Item010	Mehr darüber erfahren, wie die ganze Welt aus kleinen Teilchen aufgebaut ist und diese aus noch kleineren Teilchen aufgebaut sind.
Item011	Mehr darüber erfahren, welche Stoffe in unserer Umgebung radioaktiv sind.
Item012	Sich eine Methode ausdenken, wie man radioaktive Strahlen nachweisen könnte.

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $\text{cron } \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 274 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012
$p$	48,36	49,82	50,64	47,99	60,95	48,91	57,66	67,15	62,59	56,66	58,67	54,93
$r_{it}$	0,59	0,59	0,67	0,63	0,55	0,60	0,67	0,55	0,54	0,54	0,69	0,72
$\text{cron } \alpha$	0,897											[N=274]

Abbildung 40: themenbezogenes Interesse Itemrevision  
Der Verfasser

Der Interessenfragebogen des themenbezogenen Interesses zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,897 über der Mindestgrenze von 0,70 dar. Die Items werden in einem weiteren Pilotierungsschritt einer explorativen Faktorenanalyse unterzogen.

Item	Komponente
	1
Item001	,662
Item002	,666
Item003	,738
Item004	,708
Item005	,620
Item006	,667
Item007	,742
Item008	,629
Item009	,617
Item010	,624
Item011	,761
Item012	,781
<b>% Varianz</b>	<b>47,186</b>

Abbildung 41: themenbezogenes Interesse Faktorenanalyse  
Der Verfasser

Dargestellt ist das Ergebnis der unrotierten Faktormatrix. Aus der explorativen Faktorenanalyse ergibt sich eine Komponente, die 47,186% der Gesamtvarianz erklärt. Alle Ladungswerte befinden sich über 0,6. Eine Anpassung der Skala ist nicht notwendig. Sie kann in obiger dargestellter Form zur Ergebnisermittlung verwendet werden.

### 2.3.5.2 Das Tätigkeitsinteresse

Das Tätigkeitsinteresse wird mit 7 Items an Hand einer Likertskala der Kieler Gruppe (1998) erhoben.

Wie sehr interessieren dich Tätigkeiten, die mit Naturwissenschaft zu tun haben?  
Mein Interesse daran ist: (5 Punkte Skala sehr gering – sehr groß)

Item001	Mehr darüber erfahren, wie Farben am Himmel zustande kommen. (Regenbogen, Abendrot, Himmelsblau, usw.)
Item002	Mehr darüber erfahren, wie das Wetter zustande kommt.
Item003	Mehr darüber erfahren, wie Blitze entstehen und wie sie wirken.
Item004	Ein einfaches optisches Gerät (Mikroskop, Fernrohr, Fotoapparat) aus Glaslinsen und schwarzer Pappe selbst bauen.
Item005	Aus geeigneten Materialien (Holz, Stroh, Glaswolle) einfache Warmhaltegefäße bauen und ausprobieren.
Item006	Mit Rollen und Seilen verschiedene Flaschenzüge bauen und ausprobieren.
Item007	Sich eine elektronische "Lichtorgel" bauen.

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $\text{cron } \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 274 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	001	002	003	004	005	006	007
<b>p</b>	63,69	57,94	67,70	60,04	59,49	55,66	60,13
<b>r<sub>it</sub></b>	0,43	0,56	0,63	0,67	0,67	0,59	0,62
<b>cron α</b>	0,841						[N=274]

Abbildung 42: Tätigkeitsinteresse Itemrevision  
Der Verfasser

Der Tätigkeitsinteressenfragebogen zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,841 über der Mindestgrenze von 0,70 dar. Die Items werden in einem weiteren Pilotierungsschritt einer explorativen Faktorenanalyse unterzogen.

Item	Komponenten	
	1	2
Item001	,061	,858
Item002	,204	,866
Item003	,432	,672
Item004	,749	,298
Item005	,853	,152
Item006	,813	,112
Item007	,786	,186
<b>% Varianz</b>	51,575	18,353

Abbildung 43: Tätigkeitsinteresse Itemrevision  
Der Verfasser

Dargestellt ist das Ergebnis der rotierten Faktormatrix. Aus der explorativen Faktorenanalyse ergeben sich zwei Komponenten, von denen Faktor 1 51,575% der Gesamtvarianz erklärt. Faktor 2 erklärt 18,353 % der Gesamtvarianz. Markiert sind Faktorladungen mit dem höchsten Absolutbetrag auf dem jeweiligen Faktor. Mit Ausnahme von Item 001 bis Item 003 korrelieren alle Items mit Faktor 1. Inhaltlich bestätigt sich damit die angenommene zweidimensionale Orientierung des Tätigkeitsgegenstands in forschen und experimentieren. Die ersten drei Items sind dabei der Dimension des (kindlichen) Forschens und Entdeckens von

Naturphänomenen zuzuordnen, die anderen Items befassen sich mit dem (kindlichen) experimentieren und bauen.

Aus der Multidimensionierung ergibt sich die Notwendigkeit der weiteren Revision der extrahierten Komponenten und ihrer Items als zwei eigenständige Skalen. (Vgl. Bortz/ Döring, 2006, S. 221.)

### Tätigkeitsinteresse Forschen

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $\text{cron } \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 274 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	001	002	003
$p$	63,69	57,94	67,70
$r_{it}$	0,58	0,71	0,57
$\text{cron } \alpha$	0,784	[N=274]	

Abbildung 44: Tätigkeitsinteresse Forschen Itemrevision  
Der Verfasser

Der Tätigkeitsinteressenfragebogen „Forschen“ zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,784 über der Mindestgrenze von 0,70 dar.

### Tätigkeitsinteresse Experimentieren

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $\text{cron } \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 274 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	004	005	006	007
p	60,04	59,49	55,66	60,13
r <sub>it</sub>	0,66	0,74	0,65	0,66
cron α	0,844			[N=274]

Abbildung 45: Tätigkeitsinteresse Experimentieren Itemrevision  
Der Verfasser

Der Tätigkeitsinteressenfragebogen „Experimentieren“ zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,844 über der Mindestgrenze von 0,70 dar.

Die Teilung der Kieler-Skala zur feineren Unterscheidung des Tätigkeitsinteresses zeigt sich somit als sinnvoll an. Zur Messung der Variable Tätigkeitsinteresse werden somit folgende Items verwendet:

#### **Tätigkeitsinteresse „Forschen“**

- Item001 Mehr darüber erfahren, wie Farben am Himmel zustande kommen. (Regenbogen, Abendrot, Himmelsblau, usw.)
- Item002 Mehr darüber erfahren, wie das Wetter zustande kommt.
- Item003 Mehr darüber erfahren, wie Blitze entstehen und wie sie wirken.

#### **Tätigkeitsinteresse „Experimentieren“**

- Item004 Ein einfaches optisches Gerät (Mikroskop, Fernrohr, Fotoapparat) aus Glaslinsen und schwarzer Pappe selbst bauen.
- Item005 Aus geeigneten Materialien (Holz, Stroh, Glaswolle) einfache Warmhaltegefäße bauen und ausprobieren.
- Item006 Mit Rollen und Seilen verschiedene Flaschenzüge bauen und ausprobieren.
- Item007 Sich eine elektronische "Lichtorgel" bauen.

### 2.3.5.3 Das Freizeitinteresse

Das Freizeitinteresse wird mit 11 Items an Hand einer Likertskala der Kieler Gruppe (1998) erhoben.

Wie sehr interessieren dich naturwissenschaftliche Dinge in deiner Freizeit? Mein Interesse daran ist: (5 Punkte Skala sehr gering – sehr groß)

Item001	Fernsehsendungen ansehen, die mit Naturwissenschaft oder Technik zu tun haben.
Item002	Bücher lesen, die Themen aus den Bereichen Naturwissenschaft oder Technik behandeln.
Item003	Technische Anlagen, Museen oder Ausstellungen, die mit Naturwissenschaft oder Technik zu tun haben besuchen.
Item004	Mit Freundinnen oder Freunden über Themen aus der Naturwissenschaft oder Technik sprechen
Item005	In Zeitungen oder Zeitschriften Berichte über naturwissenschaftliche oder technische Themen lesen.
Item006	In einem Lehrbuch, Lexikon oder im Internet nachlesen, wenn eine techn. oder naturw. Frage auftaucht.
Item007	Mich mit Experimentierkästen beschäftigen.
Item008	Mich mit Technik-Baukästen beschäftigen.
Item009	Technische Dinge basteln.
Item010	Einen Beruf lernen, der mit Naturwissenschaft zu tun hat.
Item011	Einen Beruf lernen, der mit Technik zu tun hat.

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $rit$ ) und innere Konsistenz ( $cron \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 274 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011
p	55,66	43,80	55,20	44,43	43,98	47,63	66,33	59,22	66,24	44,53	49,36
r <sub>it</sub>	0,61	0,60	0,64	0,61	0,65	0,67	0,68	0,67	0,65	0,58	0,49
cron α	0,895										[N=274]

Abbildung 46: Freizeitinteresse Itemrevision  
Der Verfasser

Der Freizeitinteressenfragebogen zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,895 über der Mindestgrenze von 0,70 dar. Die Items werden in einem weiteren Pilotierungsschritt einer explorativen Faktorenanalyse unterzogen.

Item	Komponenten	
	1	2
Item001	,663	,281
Item002	,807	,105
Item003	,591	,411
Item004	,732	,202
Item005	,780	,196
Item006	,635	,394
Item007	,457	,633
Item008	,250	,852
Item009	,232	,840
Item010	,562	,342
Item011	,167	,690
% Varianz	49,005	10,770

Abbildung 47: Freizeitinteresse Faktorenanalyse  
Der Verfasser

Dargestellt ist das Ergebnis der rotierten Faktormatrix. Aus der explorativen Faktorenanalyse ergeben sich zwei Komponenten, von denen Faktor 1 49,005% der Gesamtvarianz erklärt. Faktor 2 erklärt 10,770 % der Gesamtvarianz. Markiert sind Faktorladungen mit dem höchsten Absolutbetrag auf dem jeweiligen Faktor. Mit Ausnahme von Item 007, 008, 009 und Item 011 korrelieren alle Items mit

Faktor 1. Inhaltlich zeigt sich damit mit Ausnahme von Item 007 ein Unterschied zwischen den Objektzuordnungen zu den Fachdisziplinen Technik und Physik. Hoffman, Häußler und Lehrke haben diese Stereotypisierung voraus gesetzt und auch die Kennwerte der Trennschärfe ergeben ein homogenes Bild, die Faktorenanalyse legt allerdings eine Unterscheidung in zwei Skalen nahe.

Die Aussagen der technikbezogenen Items legen eine geringe Auswirkung der Miniphänomente auf das Freizeitinteresse an Technik nahe. Die extrahierten Items werden mit Ausnahme von Item 007 aus dem Untersuchungspool ausgeschlossen. Item Nummer 007 wird auf Grund inhaltlicher Deckung und dem vorhandenen Ladungswert von 0,457 zur weiteren Untersuchung dem Freizeitinteresse an Physik zugeordnet.

Die Ladung des Items liegt zwar überwiegend auf Seite der zweiten Komponente, findet sich aber auch zu großen Anteilen bei der ersten Komponente wieder. Inhaltlich ist das Experimentieren stärker dem Fach Physik zuzuordnen. Weitere Analysen werden über den Verbleib des Items im Itempool entscheiden.

Item 003 zeigt sich leicht schwach mit 5,591 unter dem von Bortz und Döring empfohlenen Niveau von 0,6. Es lädt vielmehr ebenfalls leicht auf den zweiten Faktor, was sich ebenfalls mit dem inhaltlichen Überhang zum Bereich Technik erklären lässt. Item 003 verbleibt dennoch ebenfalls zur weiteren Analyse im Itempool.

Aus der Multidimensionierung ergibt sich die Notwendigkeit der weiteren Revision der extrahierten Skale des Freizeitinteresses an Physik. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 221)

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $rit$ ) und innere Konsistenz ( $cron \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 274 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb wünschenswerter Grenzen.

Item	001	002	003	004	005	006	007	010
p	55,66	43,80	55,20	44,43	43,98	47,63	66,33	44,53
r <sub>it</sub>	0,62	0,65	0,63	0,64	0,68	0,66	0,62	0,55
cron α	0,875							[N=274]

Abbildung 48: Freizeitinteresse Itemrevison Anpassung  
Der Verfasser

Der Freizeitinteressenfragebogen Physik zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,861 über der Mindestgrenze von 0,70 dar.

Die Teilung der Kieler-Skala zur feineren Unterscheidung des Freizeitinteresses bestätigt sich somit als sinnvoll. Zur Messung der Variable Freizeitinteresse Physik werden folgende Items verwendet:

#### Freizeitinteresse an Physik

- Item001            Fernsehsendungen ansehen, die mit Naturwissenschaft oder Technik zu tun haben.
- Item002            Bücher lesen, die Themen aus den Bereichen Naturwissenschaft oder Technik behandeln.
- Item003            Technische Anlagen, Museen oder Ausstellungen, die mit Naturwissenschaft oder Technik zu tun haben besuchen.
- Item004            Mit Freundinnen oder Freunden über Themen aus der Naturwissenschaft oder Technik sprechen
- Item005            In Zeitungen oder Zeitschriften Berichte über naturwissenschaftliche oder technische Themen lesen.
- Item006            In einem Lehrbuch, Lexikon oder im Internet nachlesen, wenn eine techn. oder naturw. Frage auftaucht.
- Item007            Mich mit Experimentierkästen beschäftigen.
- Item010            Einen Beruf lernen, der mit Naturwissenschaft zu tun hat.

#### 2.3.5.4 Die Einstellung

Die Einstellung wird mit 10 Items an Hand eines semantischen Differentials mit 7-stufiger Skala nach Vorgabe der Untersuchung von Dengler (1995) erhoben. Das semantische Differential stellt über sieben Stufen gegenpolige Adjektive gegenüber.

Was fällt dir zum Begriff "Naturwissenschaft" ein?

"Naturwissenschaft" finde ich:

*(7 Punkte Skala wenig – sehr)*

Item001	langweilig   interessant
Item002	unwichtig   wichtig
Item003	anstrengend   entspannend
Item004	geplant   spontan
Item005	abweisend   begeistert
Item006	unklar   verständlich
Item007	überflüssig   nutzbringend
Item008	negativ   positiv
Item009	bedeutungslos   angesehen
Item010	eintönig   abwechslungsreich

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $rit$ ) und innere Konsistenz ( $cron \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 97 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010
<b>p</b>	70,27	73,54	60,48	62,89	68,38	65,29	70,79	74,57	69,59	72,34
<b>r<sub>it</sub></b>	0,82	0,76	0,60	0,62	0,75	0,77	0,80	0,83	0,79	0,81
<b>cron α</b>	0,940									[N=97]

Abbildung 49: Einstellung Differential Itemrevision  
Der Verfasser

Der Einstellungsfragebogen zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,940 über der Mindestgrenze von 0,70 dar. Die Items werden in einem weiteren Pilotierungsschritt einer explorativen Faktorenanalyse unterzogen.

Item	Komponente
	1
Item001	,862
Item002	,809
Item003	,664
Item004	,678
Item005	,802
Item006	,819
Item007	,847
Item008	,876
Item009	,838
Item010	,859
<b>% Varianz</b>	65,348%

Abbildung 50: Einstellung Differential Faktorenanalyse  
Der Verfasser

Dargestellt ist das Ergebnis der unrotierten Faktormatrix. Aus der explorativen Faktorenanalyse ergibt sich eine Komponente, die 51,575% der Gesamtvarianz erklärt. Alle Ladungswerte befinden sich über 0,6. Eine Anpassung der Skala ist nicht notwendig. Sie kann in obig dargestellter Form zur Ergebnisermittlung verwendet werden.

## 2.3.5.5 Das häusliche Umfeld

Angaben zum häuslichen Umfeld werden an Hand von 5 Items mit Likertskala in Anlehnung an Daniels (2006) erhoben.

Wie sehr spielen die Naturwissenschaften bei dir zu Hause eine Rolle? Nimm Stellung zu den Sätzen: (5 Punkte Skala stimmt gar nicht – stimmt vollkommen)

- Item001 Bei mir zu Hause gibt es ausreichend Werkzeug, um Reparaturen auszuführen.
- Item002 Fernsehsendungen über Naturwissenschaft und Technik können bei mir zu Hause immer angesehen werden.
- Item003 Bei mir zu Hause sind ausreichend Bücher vorhanden, um über naturwissenschaftliche und technische Dinge nachzulesen.
- Item004 Bücher, die mich interessieren, konnte ich mir immer kaufen oder wurden mir geschenkt.
- Item005 Bei mir zu Hause gibt es ausreichend Material, um technische Geräte zu bauen.

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $r_{it}$ ) und innere Konsistenz ( $cron \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 274 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb angemessener Grenzen.

Item	001	002	003	004	005
$p$	76,56	63,92	61,26	67,40	57,88
$r_{it}$	0,52	0,48	0,52	0,47	0,53
$cron \alpha$	0,743				[N=274]

Abbildung 51: häusliches Umfeld Itemrevision  
Der Verfasser

Der Fragebogen zum Bereich des häuslichen Umfelds zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,743 über der Mindestgrenze von ,70 dar. Die Items werden in einem weiteren Pilotierungsschritt einer explorativen Faktorenanalyse unterzogen.

Item	Komponente
	1
Item001	,714
Item002	,683
Item003	,710
Item004	,672
Item005	,730
% Varianz	49,309

Abbildung 52: häusliches Umfeld Faktorenanalyse  
Der Verfasser

Dargestellt ist das Ergebnis der unrotierten Faktormatrix. Aus der explorativen Faktorenanalyse ergibt sich eine Komponente, die 49,309% der Gesamtvarianz erklärt. Alle Ladungswerte befinden sich über 0,6. Eine Anpassung der Skala ist nicht notwendig. Sie kann in obig dargestellter Form zur Ergebnisermittlung verwendet werden.

### 2.3.5.6 Das Selbstkonzept

Das fachspezifische Selbstkonzept wird an Hand von 8 Items mit Likertskala in Anlehnung an Rost, Daniels (2006) und Hoffman et al. (1998) erhoben. In einer ersten Pilotierung wurde der Itempool auf 8 Items reduziert. Der Übersicht halber wird auf die Ergebnisse dieses ersten Schrittes nicht näher eingegangen.

Wie schätzt du dich selber im Schulfach "Nawi" (oder PING, o.ä.) ein? Nimm Stellung zu den Sätzen:

*(5 Punkte Skala stimmt gar nicht – stimmt vollkommen)*

Item001	Ich weiß in Nawi die Antworten auf Fragen schneller, als die Anderen.
Item002	Manchmal fühle ich mich in Nawi meinen Mitschülern überlegen und glaube, dass sie noch so manches von mir lernen können.
Item003	Ich kann in Nawi Sachen selbst rauskriegen.
Item004	Ich finde ich kann in Nawi gut vor der Klasse sprechen.
Item005	Es fällt mir in Nawi leicht, Aufgaben und Probleme zu lösen.
Item006	In Nawi bekomme ich leicht gute Noten.
Item007	Ich gehöre in Nawi zu den guten Schülern.
Item008	Bei meiner Arbeit in Nawi habe ich ein gutes Gefühl.

Die Schwierigkeiten ( $p$ ), Trennschärfe ( $rit$ ) und innere Konsistenz ( $cron \alpha$ ) der Items an Hand einer Stichprobe ( $N$ ) von 172 Personen, stellen sich wie folgt dar. Grün hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung im empirisch wünschenswerten Rahmen. Rot hinterlegte Bereiche deuten auf eine Einordnung außerhalb wünschenswerter Grenzen.

Item	001	002	003	004	005	006	007	008	
<b>p</b>	48,26	36,63	60,76	46,80	54,80	55,38	55,23	60,90	
<b>r<sub>it</sub></b>	0,63	0,55	0,74	0,66	0,80	0,71	0,79	0,78	
<b>cron α</b>	0,909							[N=172]	

Abbildung 53: Selbstkonzept Itemrevision  
Der Verfasser

Der Selbstkonzeptfragebogen zeigt sich auf Ebene der Schwierigkeit durchgehend in einem angemessenen Bereich. Keines der Items wurde durchgehend positiv oder durchgehend negativ bewertet. Die Trennschärfe stellt sich ebenfalls in allen Fällen über dem wünschenswerten Grenzwert von 0,3 dar. Die Homogenität der Messung stellt sich als Reliabilitätskoeffizient Cronbachs alpha mit 0,909 über der Mindestgrenze von 0,70 dar. Die Items werden in einem weiteren Pilotierungsschritt einer explorativen Faktorenanalyse unterzogen.

Item	Komponente
	1
Item001	,713
Item002	,640
Item003	,811
Item004	,741
Item005	,860
Item006	,789
Item007	,853
Item008	,848
<b>% Varianz</b>	61,650

Abbildung 54: Selbstkonzept Faktorenanalyse  
Der Verfasser

Dargestellt ist das Ergebnis der unrotierten Faktormatrix. Aus der explorativen Faktorenanalyse ergibt sich eine Komponente, die 61,650% der Gesamtvarianz erklärt. Alle Ladungswerte befinden sich über 0,6. Eine Anpassung der Skala ist nicht notwendig. Sie kann in obig dargestellter Form zur Ergebnisermittlung verwendet werden.

### 2.3.5.7 Deskriptive Aspekte des Miniphänomena Projekts

Aspekte und Meinungen, die sich direkt auf das Projekt Miniphänomena beziehen werden an Hand von 13 Items mit Likertskala gemessen. Die Kenngrößenermittlung ist bei den Items der Skala nur bedingt notwendig, da sie lediglich beschreibenden Charakter haben und auf Grund des Designs und der Stichprobengröße keine statistischen Vergleiche vorgesehen sind. Sie dienen im Gesamtbild der Untersuchung daher auch nur der zurückgestellten Untermauerung oder Veranschaulichung der Ergebnisse und nicht der vordergründigen Beweisführung. Der Vollständigkeit halber sollen die Items der Skala an dieser Stelle trotzdem erwähnt werden.

Wie hat dir die Miniphänomena gefallen und wie hat sie dir weitergeholfen? Nimm Stellung zu den Sätzen: (5 Punkte Skala stimmt gar nicht – stimmt vollkommen)

Item001	An der Miniphänomena hatte ich viel Spaß
Item002	An der Miniphänomena habe ich viel gelernt
Item003	An der Miniphänomena konnte ich eigene Vermutungen überprüfen
Item004	An der Miniphänomena habe ich oft mit Freunden experimentiert
Item005	An der Miniphänomena habe ich Lust bekommen öfter zu experimentieren
Item006	An der Miniphänomena habe ich Lust bekommen mehr über Natur und Technik zu erfahren
Item007	An der Miniphänomena habe ich gemerkt, dass ich selbst Antworten auf Fragen finden kann
Item008	Über die Miniphänomena haben wir zu Hause oft gesprochen
Item009	Über die Miniphänomena habe ich mit meinen Freunden oft gesprochen

- Item010            An der Miniphänomena würde ich auch heute noch viel Spaß haben
- Item011            An der Miniphänomena habe ich Dinge gelernt, die mir heute noch in der Schule helfen
- Item012            An der Miniphänomena habe ich gelernt, ohne dass mich jemand dazu gezwungen hat
- Item013            An der Miniphänomena habe ich gemerkt, dass ich selbst gut experimentieren kann

## 2.4 Stichprobenkonstruktion und Stichprobenbeschreibung

Die Stichproben der Untersuchung sind Teile der Gesamtpopulation des Projektes Miniphänomente. Vor der Darstellung der Stichprobe muss auf Eigenheiten der Gesamtpopulation eingegangen und zwischen Gesamtpopulation und Teilpopulationen die den empirischen Möglichkeiten der Untersuchung genügen unterschieden werden. Das Projekt Miniphänomente besteht, wie in Kapitel 1.1 dargestellt, seit 2005 in seiner aktuell entwickelten Form.

Im Jahr 2010 haben bundesweit über 500 Schulen am Projekt Miniphänomente teilgenommen. Diese Grundgesamtheit muss auf Grund des Forschungsdesigns und der Forschungsfragen angepasst werden, da spezifisch auf verschiedene Wirksamkeitsebenen geachtet wird. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich das Projekt Miniphänomente an allen 500 Schulen in gleicher Ausprägung zeigt, da keine Kontrollmechanismen zur strikten konzeptionellen Durchführung vorgesehen oder überhaupt durch das Projekt erwünscht sind.

Im Design verankert wurde daher die Untersuchung verschiedener Projektwirkzeiträume von denen unterschiedliche Ausprägungen erwartet werden. Schülerlaborstudien zeigen die kurze Wirkungsdauer von Interventionen bei kurzer Einwirkzeit (Vgl. Kapitel 1.3). Von einem Projektzeitraum von zwei Wochen, was der typischen Ausleihphase der Miniphänomente Exponate, entspricht werden, wie schon beschrieben (Vgl. Kapitel 1.7), geringere Ausprägungen erwartet, als bei der durch das Projekt erstrebten Laufzeit von mehreren Jahren.

Für die Erhebungsstufe 1 besteht die mögliche Population daher aus Grundschulen, deren Lehrkräfte gerade aktuell am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben. Je Bundesland sind dies typischerweise ca. 10 - 15 Lehrkräfte bzw. ca. 7-10 Schulen pro Halbjahr. Diese Schulen sind geeignet das Projekt evaluativ zu begleiten.

Weitere Einschränkung erfährt die Stichprobenziehung durch den Untersuchungsplan, der zur Kontrolle von Störfaktoren ein gesamt homogenes Umfeld erhebt. Es wird somit nicht nach Schulen sondern nach Schulstandorten mit mehreren Grundschulen gesucht, deren Schüler weitgehend am Ort verbleiben

und deren Grundschulen in ihrer Gesamtheit noch keine Berührung mit dem Projekt Miniphänomente hatten. Aus forschungspraktischen Gründen wurde sich bei der Ermittlung der Stichprobe auf den Bereich der nördlichen Bundesländer Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen beschränkt. Daraus ergeht die Möglichkeit der Kontrolle der standardisierten Durchführung des Fortbildungsverfahrens der Lehrkräfte. Aus den strengen Vorgaben ergaben sich drei Standorte aus denen per Zufall ein Standort mit zwei Grundschulen und vier weiterführenden Schulen in Schleswig-Holstein ausgewählt wurden.

Die Auswahl ist geeignet das Projekt Miniphänomente mit pre/post Design zu begleiten und dabei einen Wirkungszeitraum von zwei Wochen zu betrachten.

Die zweite Ebene betrachtet einen Wirkungszeitraum von vier Jahren. Hieraus ergeben sich ebenfalls Einschränkungen bei der Auswahl einer Stichprobe. Die Gesamtpopulation der im Jahr 2006 teilnehmenden Schulen beläuft sich auf ca. 50 Schulen, die der ersten Fortbildungsreihe des Projekts angehören und allesamt den Regionen Schleswig-Holstein und Hamburg zuzuordnen sind. Um regionale Störgrößen zu minimieren wurde die Region Hamburg ausgeschlossen.

Aus der geminderten Population mussten in einem zweiten Schritt Schulen ermittelt werden, die das Projekt durchgehend über vier Jahre hinweg durchgeführt hatten. Diese hohe Zielvorgabe führte zu einer Minderungsquote von ca. 90%<sup>51</sup>. Drei Schulstandorte zeigten sich in der Population geeignet, um an den weiterführenden Schulen vor Ort umfangreiche Stichproben zu ziehen.<sup>52</sup> Aus den Ausführungen ergibt sich, dass es sich bei vorliegender Stichprobe nicht um eine reine Zufallsstichprobe handelt, sondern aus forschungspraktischen und grundlegend auf das Schulsystem bezogenen Gründen um eine „cluster-sample“

---

<sup>51</sup> Anm. Hier zeigt sich eine weitere Anregung zu weitergehender Evaluation, wie sie kommende Arbeiten leisten können. Die Gesamtverlaufsform des Projekts im Schulalltag gibt Rückschlüsse über die Wirksamkeit und zeigt ggf. Punkte auf, die zur Verbesserung dieser Quote beitragen können. Wichtig ist festzuhalten, dass es sich bei dieser hohen Quote einzig um Schulen aus dem ersten Halbjahr 2005, also dem Beginn des Projekts handelt, eine allgemeine Tendenz ist daraus somit nicht abzuleiten. In der Quote sind darüber hinaus Schulen, mit zahlreichen Wirkungszeiträumen von zwei Wochen bis drei Jahren enthalten.

<sup>52</sup> Anm. Der Stichprobenumfang wurde trotz der Einschränkungen in den dreistelligen Bereich gelegt. Die Genauigkeit nimmt nach Bortz & Döring nicht proportional zum Stichprobenumfang zu. Für Stichproben im Bereich um 100 ist der Zugewinn an Genauigkeit höher, als bei deutlich größeren Stichproben um 1000. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.419.)

Stichprobe. (Vgl. Asmussen, 2007, S.87ff.) (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.435.) Weitergehende Berechnungen zur Schätzung von Populations- und Stichprobengrößen wurden auf Grund des limitierten Umfangs der geminderten Gesamtpopulation nicht durchgeführt.

Die Orientierung der Arbeit folgt damit der Erhöhung der internen Validität bei gleichzeitigen Verlusten an externer Validität, wobei die Gesamtuntersuchung durch zwei Ebenen im Untersuchungsdesign beiden Dimensionen empirischer Forschung gerecht werden soll.<sup>53</sup>

In wesentlichem Umfang handelt es sich bei den Stichproben um Vollerhebungen der einzelnen „cluster“ der Population. Dabei wurde wie schon dargestellt auf Homogenität der einzelnen cluster untereinander Wert gelegt. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 439.)

Die Darstellung der Stichprobe folgt ebenfalls dem Untersuchungsplan. Es werden auch hier die beiden Untersuchungsebenen unterschieden.

Auf Ebene 1 der Untersuchung muss laut Untersuchungsplan in eine Schüler- und Elternstichprobe unterschieden werden, die jeweils Kontroll- und Experimentalgruppen zuzuordnen sind. Beide Stichproben und ihre Gruppen entstammen vier Grundschulen, die sich im späteren Verlauf auf vier weiterführenden Schulen aus dem Gesamten Schulspektrum verteilen. Wie in der weiteren Darstellung genauer ausgeführt wird, kam es durch hohe Stichprobenmortalität zu notwendigen Ziehungen von Zufallsstichproben. Mehr dazu im folgenden Abschnitt.

Ebene 2 enthält eine reine Schülerstichprobe, die zunächst wiederum der Experimental- und Kontrollgruppe zugeordnet werden kann. Die Stichprobe entstammt sechs Schulen, von denen eine Schule als Gymnasium, zwei als Regionalschulen und drei als Gemeinschaftsschulen zu klassifizieren sind.

---

<sup>53</sup> Anm. Unter interner Validität versteht man die Eindeutigkeit, mit der Ergebnisse auf die Hypothesen bezogen werden können. Unter externer Validität versteht man die Generalisierbarkeit also Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Situationen. (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 33.)

Eine Regionalschule ist Grund- und Regionalschule und damit Ausgangspunkt des Projektes Miniphänomente vor Ort.<sup>54</sup>

Weiterhin muss die Stichprobe hier den Zeiträumen zugeordnet werden, die miteinander verglichen werden. Es wird zwischen der Projektzeit von vier Jahren und Projektzeit von zwei Wochen unterschieden. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Stichproben an Hand ihrer Geschlechterverteilung und ihres Alters beschrieben.<sup>55</sup>

---

<sup>55</sup> Anm. Stichprobenmortalität führt im Verlauf der Untersuchung auf Ebene 1 zu einer Minderung der hier dargestellten Stichprobe des pre-Tests, da im Sinne der Behandlung der Variablen als abhängige Variablen Untersuchungsteilnehmer, die ausscheiden nicht ersetzt werden können. Die Stichprobenmortalität auf Schülerebene betraf dabei im Wesentlichen ganze Schulklassen, so dass keine wesentlichen Unterschiede auf Kenngrößen der Stichprobe zu erwarten sind. Die Untersuchungsebene 2 kann mit der Messung eines Zeitpunktes den Stichprobenumfang konstant halten. Der Umfang und die Handhabung des Onlinefragebogens führten zum Ausschluss der Alterserfassung. Das durchschnittliche Alter wird daher den Aussagen der zuständigen Lehrkräfte entnommen und entspricht dabei auch der typischen Ausprägung.

### 2.4.1 Stichproben der Untersuchungsebene 1

An der Erhebung der Untersuchungsebene 1 nahmen  $N=279$  Schülerinnen und Schüler teil, die in mehrere vordefinierte Teilgruppen, ihre Schulen bzw. Schulklassen zu unterteilen sind (Klumpenstichprobe). Die Schülerinnen und Schüler besuchen zum Erhebungszeitpunkt [pre] die vierte Klasse ihrer Grundschulen, zum Erhebungszeitpunkt [post] ebenfalls die vierte Klasse und zum Erhebungszeitpunkt [follow up] das zweite Halbjahr der 5. Klassenstufe an weiterführenden Schulen. Auf Grund von hohen Stichprobenausfällen im follow up Test wurde die Anzahl der teilnehmenden Schüler deutlich dezimiert. Für die Untersuchung über alle Zeiträume wurde daher für jede Variable ein Zufallsstichprobe gezogen, die Schülerinnen und Schüler enthält, die an allen Erhebungszeiträumen teilgenommen haben.

Für die Variablen [Interesse] umfasst die Stichprobengröße 100 Teilnehmer pro Untersuchungsgruppe. Die Gruppen sind mit beiden Geschlechtern gleich besetzt. Die Variable der [Einstellung] (in Valenz und Stärke) zeigte besonders hohe Ausfälle im follow up Test einer Teilgruppe. Die Zufallsstichprobe wurde daher auf 50 Teilnehmer pro Gruppe eingeschränkt. Die Verteilung der Geschlechter ist hierbei wiederum genau mit 50% berücksichtigt. Das Alter der Schülerinnen und Schüler wurde im Rahmen der Umfrage aus forschungspraktischen Gründen nicht erhoben. Es weicht nach Aussage der betreuenden Lehrkräfte kein Altersunterschied durch Wiederholer vorhanden. Das Alter der Schülerinnen und Schüler liegt zu Beginn der Erhebung bei 9 oder 10 Jahren.

An der Befragung der Eltern im Rahmen der Untersuchung der [Einstellung der Eltern] wurden Fragebögen in zweifacher Ausführung an alle teilnehmenden Schüler mitgegeben. Es ist damit von einer Population von ca. 560 möglichen Teilnehmerinnen und Teilnehmern auszugehen. Im pre-Test nahmen 450 Eltern teil, die sich im post-Test auf 222 mehr als halbierte. Die follow up Erhebung lieferte weniger als 100 Teilnehmer. Auf Grund der massiven Stichprobenmortalität wurde die follow-up Erhebung aus der Untersuchung entfernt und an Hand der Teilnehmer des pre und post Tests eine

Zufallsstichprobe mit  $N=100$  gezogen. Die Stichprobe ist auch hier geschlechterspezifisch homogen. Das Alter wurde im Rahmen der Befragung ermittelt. Für die Geschlechter der Gruppen werden Unterschiede an Hand der Mittelwerte und Standardabweichung dargestellt.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
<b>EXP M</b>	50	36	69	45,02	5,673
<b>EXP W</b>	50	31	49	41,34	4,255
<b>KONT M</b>	50	33	59	43,50	5,096
<b>KONT W</b>	50	29	51	41,78	4,509

Abbildung 55: Alter der Eltern, Elterneinstellung Stichprobe  
Der Verfasser

Mit Hilfe von t-Tests für abhängige Stichproben (Nonparametrie mit KS-Test nachgewiesen) stellen sich Unterschiede zwischen den Geschlechtern der Experimental- und Kontrollgruppen nur zwischen Männern und Frauen der Experimentalgruppe dar. Auf die Darstellung der Kennwerte des t-Tests wird auf Grund der Übersicht an dieser Stelle verzichtet. Die teilnehmenden Eltern liegen zwischen 29 und 69 Jahren. Im Mittel sind die teilnehmenden Eltern 41,78 bis 45,02 Jahre alt. Die Reichweite der Altersunterschiede in den Gruppen liegt bei 18 bis 33 Jahre.

## 2.4.2 Stichproben der Untersuchungsebene 2

An der Online-Fragebogenerhebung der Untersuchungsebene 2 nahmen N=418 Schülerinnen und Schüler teil (48,8 % Mädchen, 51,2 % Jungen), die in mehrere vordefinierte Teilgruppen, ihre Schulen bzw. Schulklassen zu unterteilen sind (Klumpenstichprobe).

Die Schülerinnen und Schüler besuchen die Orientierungsstufe der weiterführenden Schulen. 63,4 % der Schülerinnen und Schüler besuchen die 5. Klassenstufe, 36,6 % besuchen die 6. Klassenstufe.

Die Schülerinnen und Schüler besuchen unterschiedliche Schulformen in der gesamten Breite des Spektrums weiterführender Schulen. 20,6% der untersuchten Schülerinnen und Schüler besuchen ein Gymnasium, 35,4% besuchen eine Gesamtschule und 44% besuchen eine Regionalschule.

Die Untersuchung gliedert sich in drei Wirkungscluster, die Teilstichproben [treat1] (5. Klassenstufe), [treat2] (6. Klassenstufe) und [treat3] (5. Klassenstufe). 39,6% der Schülerinnen und Schüler (N=166) werden im Cluster [treat 1] untersucht. 37,5 % der Schülerinnen und Schüler (N=157) werden im Cluster [treat 2] untersucht. 22,9 % der Schülerinnen und Schüler (N=96) werden im Cluster [treat 3] untersucht.

Das Alter der Schülerinnen und Schüler wurde aus forschungspraktischen Gründen nicht im Fragebogen erhoben. Es kann daher nur von einem typischen Durchschnittsalter von 10-12 Jahren für die Klassenstufen ausgegangen werden

Für die Untersuchung werden Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben mit Schülerinnen und Schülern verglichen, die nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben. Ein Teil der Untersuchung befasst sich dabei speziell mit dem Engagement der Eltern am Projekt. 21,3% der Eltern haben nach Angaben der Schülerinnen und Schüler geholfen die Exponate nachzubauen. 78,7% der Eltern zeigen sich demnach ohne gesteigertes Engagement am Projekt.

Die Schülerinnen und Schüler haben je nach Schulform schon in der Orientierungsstufe mit dem Fach Naturwissenschaft, PING oder Physik Kontakt gehabt. 54,5% der Schülerinnen und Schüler haben demnach in der untersuchten Klassenstufe ein naturwissenschaftliches Fach, 45,5 % geben an kein

naturwissenschaftliches Fach im laufenden Schuljahr zu haben. Relativierend zu diesen Angaben muss aus den Erfahrungen der Untersuchungsdurchführung auf eine hypothetisch angenommene hohe Fehlerquote bei dieser Angabe hingewiesen werden. Zahlreiche Schüler haben im Laufe der Befragung darauf hingewiesen diese Angabe fehlerhafterweise bestätigt zu haben. Die Datensätze wurde später daraufhin bereinigt, das Ergebnis zeigt sich an dieser Stelle dennoch überschätzt.

## 2.5 Untersuchungsdurchführung

Die praktische Durchführung der Untersuchung wurde auf Ebene 1 als „single-blind“ Studie durchgeführt. Durch Zuordnung des Projektes Miniphänomenta zu zwei von vier Grundschulen waren die Untersuchungsgruppen den Schulen zuzuordnen. Den Schülern war diese Zuordnung nicht klar, was den Charakter der „single-blind“ Studie ausmacht.

Der Ablauf der Untersuchung wurde stets vom Untersuchungsleiter überwacht, wobei praktische Anteile der Untersuchung durch wechselnde instruierte Lehrkräfte vor Ort durchgeführt wurden.

Der Ablauf der Untersuchung war stets auf die Erhebung beider Untersuchungsvariablen (Interesse und Einstellung) an einem Schulvormittag ausgelegt. Die Variable [Interesse] wurde dabei im Klassenverband durch das Vorlesen der Items durch das Lehrpersonal durchgeführt, die Variable [Einstellung] wurde in Gruppen von zehn Personen separiert und zeitgleich neben dem Unterricht durchgeführt.

Voran vor jeder Erhebung wurden standardisierte Einleitungsinstruktionen mit Augenmerk auf die Optimierung der Erhebungssituation und Minimierung von Versuchsleiterartefakten gegeben. (Vgl. Mummendey/Grau, 2006, 182f.) (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.82ff., S.231.)

Stichprobenausfälle im Vorfeld der zweiten follow-up Untersuchung führten zu einer Anpassung des Designs. Genauere Ausführungen dazu folgen im Ergebnisteil der Arbeit.

Die Elternbefragung wurde als schriftliche Befragung, gerichtet an beide Elternteile, durchgeführt und nach Vorgabe von Bortz & Döring optimiert (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.252ff.). Dennoch zeigt sich die Rücklaufquote nur im pre-Test überdurchschnittlich hoch. Der post-Test zeigt hohe Stichprobenausfälle, so dass eine Anpassung im Design vorgenommen werden muss. Da es sich bei der Befragung um die Erhebung abhängiger Variablen handelt wurde in der Fragebogenkonstruktion schon auf die non-Anonymisierung geachtet. Durch Mitteilung des Namens kann eine Wiedererkennung und Zuordnung geleistet werden. Ausfallquoten, durch dieses Verfahren wurden, wie bereits dargestellt, im pre-Test nicht bemerkt. Die post-Test-Rücklaufquote stellte sich hingegen auf

einem deutlich niedrigeren Niveau dar, was zum Ausschluss weiterer Erhebungen führte, die die Stichprobengröße nur weiter dezimiert hätten. Die Stichprobenmortalität zeigte sich auf Schülerebene ebenfalls, jedoch nicht durch das Versagen der Teilnahme einzelner Schüler<sup>56</sup>, sondern einer weiterführenden Schule; da diese im Spektrum der Schulen vor Ort aber nur wenige Schüler bezog und die Schulform (Gymnasium) durch andere Schulen ebenfalls abgedeckt wurde, stellt sich kein Bedarf der Designanpassung dar.

Die praktische Durchführung der Untersuchung wurde auf Ebene 2 als double blind Studie durchgeführt. Untersuchungsleiter und Schülern waren beiderseits nicht ersichtlich, welche Schüler sich der Experimental- oder Kontrollgruppe zuordnen lassen, erst im anonymisierten Fragebogen zeigt sich die Trennung an Hand einer Kontrollfrage.

Einführungen und Erläuterungen der Fragebögen finden auf der zweiten Erhebungsebene primär als einleitende Darstellungen auf dem Onlinefragebogen statt und werden wiederum durch Ausführungen anwesender Lehrkräfte ergänzt. Die zeitliche Begrenzung auf einen Messpunkt lässt den Bereich Stichprobenmortalität außen vor. Stichprobenausfälle grundsätzlicher Art zeigten sich in der Planung der Untersuchung, bei der eine weiterführende Schule die Teilnahme versagte. Weiterhin gab es an einer Schule eine geringe Rücklaufquote bei der elterlichen Zustimmung zur Untersuchung, die sich auf geringe Erfahrungen mit wissenschaftlichen Erhebungen gründet.

---

<sup>56</sup> Anm. Eine geringe Anzahl an Schülern wechselt nach der vierten Klassenstufe in andere Ortschaften. Sie sind damit aus der Stichprobe entnommen. Im Vorfeld der Untersuchung wurde ein Teil einer Kontrollgruppenschule primär aus einer Klasse aus der Untersuchung ausgeschlossen, indem die Eltern die Zustimmung zur Untersuchung versagten. Nach Schulauskunft liegt dies primär am Migrationshintergrund der Eltern. Der Faktor Migrationshintergrund wurde in Untersuchung nicht erhoben. Es kann daher keine Aussage über die Anzahl von Schülern mit Migrationshintergrund in der Stichprobe gemacht werden.

### 3 Ergebnisse

Das folgende Kapitel dient der Darstellung von Untersuchungsergebnissen der beschriebenen Variablen zur Verifikation oder Falsifikation der in Kapitel 1.7 und Kapitel 2.1 aufgestellten Hypothesen. Zur besseren Übersicht wird auch hier wieder in die zwei zentralen Untersuchungsebenen unterschieden. Innerhalb der Untersuchungsebenen werden die einzelnen Untersuchungsvariablen in ihren Ausprägungen deskriptiv dargestellt und danach ergebnisentwickelnden statistischen Verfahren unterstellt.

- Für das Untersuchungsdesign der Ebene 1, einem pre/post Design mit Messwiederholungen empfehlen Bortz und Döring die Verwendung von t-Tests für abhängige Stichproben (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 547f.) bzw. eine Varianzanalyse mit Messwiederholung (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.667.). Voraussetzung dieser Verfahren sind intervallskalierte, normalverteilte Variablen. Die Intervallskalierung der Variablen kann nicht vorausgesetzt werden, Bortz, Döring und Bühl bescheinigen dennoch, wie bereits dargestellt, die Anwendbarkeit von t-Test Mittelwertvergleichen der ordinal skalierten Daten. Die Verteilungsform der Stichproben wird an Hand des Kolmogorov-Smirnov Tests untersucht. Im Falle von Nonparametrie wird die Auswertung mit Hilfe des Wilcoxon-Tests und Friedman Test als Alternativen der Varianzanalyse vorgenommen.
- Für das Untersuchungsdesign der Ebene 2, einem Experimentalgruppen, Kontrollgruppenvergleich empfiehlt Bühl einen t-Test für unabhängige Stichproben. (Vgl. Bühl, 2008, S.304.), der jeweils für die Experimental- und Kontrollgruppen der drei Wirksamkeitsclustern [treat1] (1.-4. Klasse), [treat2] (2.-4. Klasse) und [treat3] (4.Klasse) durchgeführt wird. Die Verteilungsform der Stichproben wird auch hier an Hand des Kolmogorov-Smirnov Tests untersucht. Im Falle von Nonparametrie wird die Auswertung mit Hilfe des U-Tests nach Mann und Whitney vorgenommen.

Stets gilt es bei den dargestellten Verfahren folgende Hypothesen, bezogen auf die Variable zu bestätigen bzw. verfallen zu lassen:

- Hypothese 0: Die beiden Stichproben entstammen der gleichen Grundgesamtheit.
- Hypothese 1: Die beiden Stichproben entstammen verschiedenen Populationen.

Zur Klärung der Hypothesen wird die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) mit entsprechenden Prüfgrößen des jeweiligen Testverfahrens dargestellt. Die Aussagen über die Irrtumswahrscheinlichkeit folgen dabei geltenden Konventionen. (Vgl. Bühl, 2008, S.121.)

### 3.1 Variablen der ersten Untersuchungsebene

Die erste Untersuchungsebene betrachtet die Variablen [naturwissenschaftliches Interesse], [soziales Interesse], [Einstellungsvalenz], [Einstellungsstärke] und [Einstellungsvalenz Eltern] im zeitlichen Verlauf von pre-, post- und follow-up-Erhebungen.

Einleitend muss an dieser Stelle auf Designanpassungen hingewiesen werden, die sich auf Grund von Stichprobenmortalität im Laufe der Untersuchung ergeben haben. Das Design der Ebene 1 benötigt die fortlaufende Betrachtung der gleichen Probanden, man spricht von der Abhängigkeit der einzelnen Stichproben. (Vgl. Kapitel 2.5) Wegfallende Probanden können nicht ersetzt werden und stehen somit auch der Eingangsstichprobe nicht zur Verfügung. Wegfall von Probanden schränkt somit Stichprobengröße aller Stichproben ein.

Die wiederholte Untersuchung führte zum Wegfall mehrerer Schulklassen im Vorfeld der zweiten follow up Erhebung. Um die Stichprobengröße nicht deutlich zu verringern wurde daher insgesamt auf die zweite follow up Erhebung verzichtet. Die Variablen des Interesses und der Einstellung auf der Schülerebene werden daher zeitlich nur zu den Zeitpunkten pre, post und follow-up gemessen.

Für die Elternstichprobe stellt sich das Problem der Stichprobenmortalität in noch deutlicherem Umfang dar (Vgl. Kapitel 2.4). Die Rücklaufquote der follow up Erhebung der Eltern war deutlich unter der Stichprobengröße der post-Test Erhebung. Auf die Anwendung der follow up Erhebung wurde daher ebenfalls verzichtet.

Die Untersuchung der Variablen wird nach der einleitenden zusammenfassenden Betrachtung der Verteilungsform für alle Variablen über alle Zeitpunkte mit Hilfe einer Varianzanalyse für abhängige Stichproben geführt. Erweitert wird die Betrachtung durch einzelne Vergleiche der einzelnen Zeitpunkte an Hand von t-Tests für abhängige Stichproben und Vergleichen zur Kontrollgruppe an Hand von t-Tests bzw. gleichwertigen nonparametrischen Verfahren. Geschlechterspezifische oder engagementspezifische Betrachtungen, wie sie auf Ebene 2 der Untersuchung geführt werden, finden aus forschungspraktischen Gründen und aus Gründen der Komplexität der einzelnen Gruppenvergleiche über mehrere Messzeitpunkte nicht statt.

### 3.1.1 Ergebnisse der Variable [Interesse]

#### 3.1.1.1 Allgemeine Untersuchung

Die Variable [Interesse] wird im Rahmen der Untersuchungsebene 1 auf zwei Objekte ausgerichtet. Wie im methodischen Teil ausgeführt, wird einerseits das Interesse an naturwissenschaftlichen Tätigkeiten und das soziale interpersonale Interesse erhoben.

Die Darstellung der Ergebnisse folgt dem zeitlichen Verlauf der Erhebungszeitpunkte (pre/post/follow up). Zu jedem Erhebungszeitraum erfolgt der Vergleich von Experimental und Kontrollgruppen an Hand ihrer Mittelwerte, bzw. durch nonparametrische Verfahren, sollte durch den KS-Test keine Normalverteilung zu erkennen sein. Die Größe der Stichprobe ist auf Grund der Stichprobenausfälle in post- und follow up Test limitiert. Zur genauen Darstellung wurde aus der Stichprobe eine Zufallsstichprobe (N=100) gezogen, die Schüler enthält, die durchgehend an allen Messzeitpunkten untersucht wurden.

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ )<sup>57</sup> und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt. Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Die Homogenität ist in allen Fällen durch nicht signifikante KS-Test Ergebnisse gegeben, was den t-Test für unabhängige Stichproben für alle Stichproben nahelegt. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben.

---

<sup>57</sup> Anm. Die vorliegende Untersuchung wird durchgehend an Hand des Streuungsmaßes der Standardabweichung dargestellt. (Vgl. Bühl, 2006, S.128.)

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
pretest	EXP	100	1,485	,024	107,55	-1,731	,083 <sup>ns</sup>
	KONT	100	1,053	,217	93,45		
posttest	EXP	100	1,225	,099	12,67 (3,172)	-2,189	,030*
	KONT	100	1,086	,189	13,88 (4,527)		
follow up	EXP	100	,905	,385	11,33 (3,358)	,129	,897 <sup>ns</sup>
	KONT	100	1,014	,255	11,27 (3,194)		

Abbildung 56: soziales Interesse Gruppenvergleich  
Der Verfasser

Der Vergleich der Experimental- und Kontrollgruppen ergibt zwischen den Messzeitpunkten ein uneinheitliches Bild für die erhobene Variable des [sozialen Interesses]. Im pre-Test können keine signifikanten Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Der post-Test zeigt signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen, die im follow-up-Test nicht mehr auszumachen sind. Die Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass die Unterschiede im post-Test auf niedrige Werte der Experimentalgruppe zurück zu führen sind. Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden:

*Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben, zeigen nach dem Projekt zunächst ein geringeres Interesse an sozialen Tätigkeiten.*

Im Rahmen der Darstellung der Variable über alle Messzeiträume wird dieses Ergebnis weiter spezifiziert werden. Für das [naturw. Interesse] wird im Folgenden analog verfahren.

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
pretest	EXP	100	1,53	,019	98,89	-,396	,692 <sup>ns</sup>
	KONT	100	1,315	,063	102,12		
posttest	EXP	100	1,08	,194	15,24 (2,519)	3,603	,000***
	KONT	100	1,296	,07	13,38 (4,505)		
follow up	EXP	100	1,087	,188	14,26 (3,781)	2,903	,004***
	KONT	100	1,098	,179	12,56 (4,471)		

Abbildung 57: naturwissenschaftliches Interesse Gruppenvergleich  
Der Verfasser

Unterschiede im pre-Test zeigen sich auch hier nicht. Die Unterschiede in post-Test und follow-up-Test sind dagegen hochsignifikant bzw. höchstsignifikant. Aus der Betrachtung der Mittelwerte zeigt sich der Unterschied im post-Test positiv auf Seiten der Experimentalgruppe, gleiches gilt für den follow-up Test.

Als Zwischenergebnis kann daher festgehalten werden:

*Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen auch längere Zeit nach dem Projekt ein größeres naturwissenschaftliches Interesse, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.*

### 3.1.1.2 Entwicklung der Variable über alle Messzeitpunkte

Nach der detaillierten Analyse der Untersuchungsgruppenunterschiede folgt nun abschließend vor der Hypothesenbetrachtung die Betrachtung der Entwicklung der Variable über die genutzten Messzeitpunkte. Dazu wird für die beiden Gruppen zunächst eine Varianzanalyse bzw. das nonparametrische Pendant zur Darstellung von Unterschieden zwischen den Variablen verwendet. An Hand eines Vergleichs der einzelnen Messzeitpunkte mit t-Tests für abhängige Stichproben bzw. dem Wilcoxon Test lässt sich der Verlauf der Entwicklung für Experimental- und Kontrollgruppe darstellen. Im Fall der Variablen des [sozialen Interesses] und [naturwissenschaftlichen Interesses] wird auf Grund von Nonparametrie mehrerer Stichproben auf die Varianzanalyse über mehrere Messzeitpunkte verzichtet. Sie wird ersetzt durch den Friedman-Test, dem Pendant für nicht normalverteilte Stichproben.

	Soziales Interesse		Naturw. Interesse	
	EXP	KONT	EXP	KONT
N	100	100	100	100
Chi Quadrat	10,747	16,879	3,929	1,946
Signifikanz	,005***	,000***	,140 <sup>ns</sup>	,378 <sup>ns</sup>

Abbildung 58: Interesse Friedman Test  
Der Verfasser

Der Friedman-Test weist auf hoch- und höchstsignifikante Unterschiede in der Experimental- und Kontrollgruppe des [sozialen Interesses] und keine deutlichen Unterschiede zwischen den Erhebungen des [naturwissenschaftliches Interesses]. Genaueren Aufschluss über Unterschiede kann erst der Vergleich der einzelnen Zeitpunkte untereinander liefern, wie er im Folgenden geführt wird.

Zur besseren Übersicht wird auch hier zunächst das [soziale Interesse] dargestellt und analysiert, gefolgt vom [naturwissenschaftliches Interesse]. Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der

Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ )<sup>58</sup> und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt.

Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Im Fall von Parametrie werden die t-Test Kennwerte aus dem t-Test für abhängige Stichproben dargestellt. Im Fall von Nonparametrie ändert sich das Testverfahren zu einem Wilcoxon-Test, an Stelle des Mittelwertes tritt der mittlere Rang und an Stelle des T-Werts wird der Z-Wert dargestellt.

Zur besseren Übersicht sind nonparametrische Werte kursiv hervorgehoben. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben. Die Entwicklung der Werte wird an Hand von Mittelwert und T-Wert, bzw. dem Vergleich der Mediane angegeben. Hier wird deutlich in welche Richtung ein Unterschied sich darstellt.

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	Median	Tendenz	T-Wert	p-Wert
<b>PRE/POST EXP</b>	PRE	100	1,485	,024	13,25 <sub>(3,006)</sub>	14	↓	-1,894	,050*
	POST	100	1,225	,099	12,67 <sub>(3,172)</sub>	13			
<b>POST/FOLLOW EXP</b>	POST	100	1,225	,099	12,67 <sub>(3,172)</sub>	13	↓	2,859	,005***
	FOLLOW	100	1,098	,179	11,33 <sub>(3,358)</sub>	12			
<b>PRE/FOLLOW EXP</b>	PRE	100	1,485	,024	13,25 <sub>(3,006)</sub>	14	↓	-3,888	,000***
	FOLLOW	100	1,098	,179	11,33 <sub>(3,358)</sub>	12			
<b>PRE/POST KONT</b>	PRE	100	1,053	,217	12,59 <sub>(3,588)</sub>	12	↑	-2,391	,019*
	POST	100	1,086	,189	13,88 <sub>(4,527)</sub>	14,5			
<b>POST/FOLLOW KONT</b>	POST	100	1,086	,189	13,88 <sub>(4,527)</sub>	14,5	↓	4,806	,000***
	FOLLOW	100	,856	,457	11,27 <sub>(3,194)</sub>	11			
<b>PRE/FOLLOW KONT</b>	PRE	100	1,053	,217	12,59 <sub>(3,588)</sub>	12	↓	2,968	,004***
	FOLLOW	100	,856	,457	11,27 <sub>(3,194)</sub>	11			

Abbildung 59: soziales Interesse Längsschnitt  
Der Verfasser

Die Ergebnisse der Stichproben über mehrere Zeitpunkte für das [soziale Interesse] zeigen hochsignifikante und höchstsignifikante Unterschiede zwischen

<sup>58</sup> Anm. Die vorliegende Untersuchung wird durchgehend an Hand des Streuungsmaßes der Standardabweichung dargestellt. (Vgl. Bühl, 2006, S.128.)

allen Erhebungszeiträumen. An Hand von Mittelwerten und Median lässt sich der Verlauf der Unterschiede erkennen.

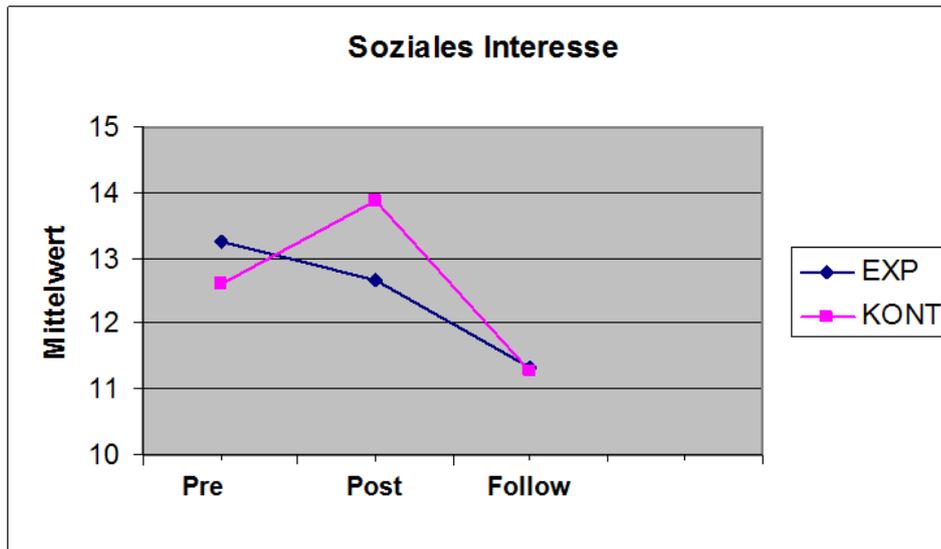


Abbildung 60: soziales Interesse Längsschnittverlauf  
Der Verfasser

Zwischen pre-Test und post-Test nimmt das [soziale Interesse] in der Experimentalgruppe ab und sinkt zum follow-up Test hin weiter.

Zwischen pre-Test und post-Test nimmt das [soziale Interesse] in der Kontrollgruppe zu, fällt zum follow-up Test hin aber wieder leicht unter das Niveau des pre-Tests.

Aus dem Verlauf der Messpunkte lässt sich keine Wirkung der Miniphänomenta auf das [soziale Interesse] erkennen. Der negative Verlauf in der Experimentalgruppe ist nicht eindeutig auf das treatment zurück zu führen, da sich die Tendenz zur Abnahme (nach dem post-Test) auch in der Kontrollgruppe zeigt. Möglicherweise ist dies ein Indiz für eine Überbewertung im ersten Test. Die Zunahme in der Kontrollgruppe ist möglicherweise auf ein anderes treatment in der Kontrollgruppe zurück zu führen, kann aber nicht genau aufgeklärt werden. Es ergibt sich damit folgendes Ergebnis:

*Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen keinen Unterschied im Interesse an sozialen, interpersonalen Tätigkeiten zu Mitschülern, die nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben.*

Die Darstellung wird nun mit dem [naturwissenschaftlichen Interesse] fortgeführt. Darstellung und Verfahrensweise ist dabei analog zur eben geführten Betrachtung.

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	Median	Tendenz	T-Wert	p-Wert
<b>PRE/POST EXP</b>	PRE	100	1,530	,019	13,97 (3,430)	14,5	↑	-3,020	,003***
	POST	100	1,080	,194	15,24 (2,519)	15			
<b>POST/FOLLOW EXP</b>	POST	100	1,080	,194	15,24 (2,519)	15	↓	2,638	,010**
	FOLLOW	100	1,027	,242	14,26 (3,781)	14			
<b>PRE/FOLLOW EXP</b>	PRE	100	1,530	,019	13,97 (3,430)	14,5	↓	-,599	,549 <sup>ns</sup>
	FOLLOW	100	1,027	,242	14,26 (3,781)	14			
<b>PRE/POST KONT</b>	PRE	100	1,315	,063	14,08 (4,069)	15	↓	1,317	,191 <sup>ns</sup>
	POST	100	1,296	,070	13,38 (4,505)	14			
<b>POST/FOLLOW KONT</b>	POST	100	1,296	,070	13,38 (4,505)	14	↓	1,335	,185 <sup>ns</sup>
	FOLLOW	100	1,017	,252	12,56 (4,471)	12			
<b>PRE/FOLLOW KONT</b>	PRE	100	1,315	,063	14,08 (4,069)	15	↓	2,671	,009***
	FOLLOW	100	1,017	,252	12,56 (4,471)	14			

Abbildung 61: naturwissenschaftliches Interesse Längsschnitt  
Der Verfasser

Die Ergebnisse der Stichproben über mehrere Zeitpunkte für das [naturwissenschaftliche Interesse] zeigen hochsignifikante Unterschiede zwischen mehreren Erhebungszeiträumen. An Hand von Mittelwerten und Median lässt sich der Verlauf der Unterschiede erkennen.

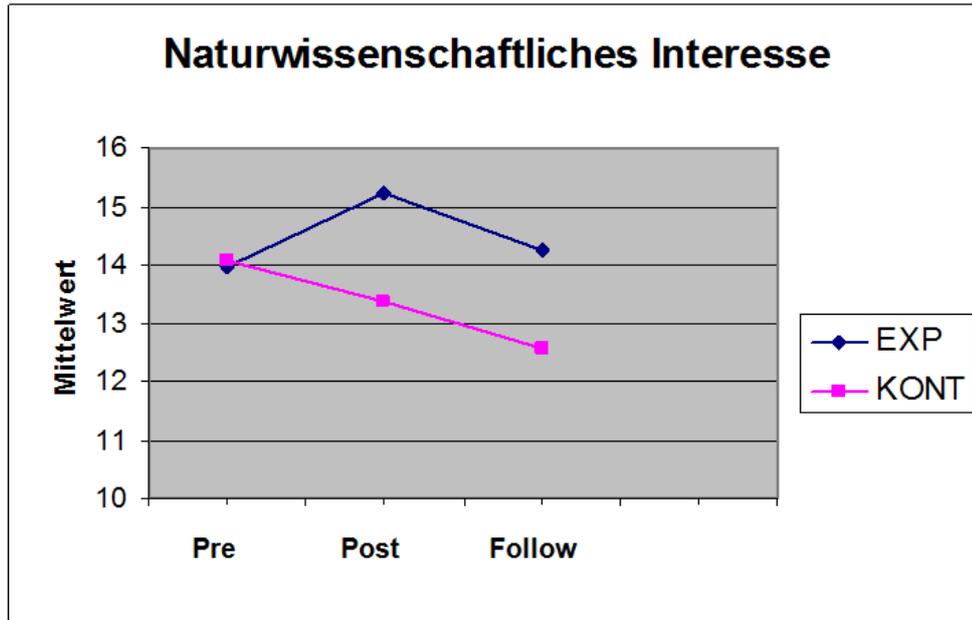


Abbildung 62: naturwissenschaftliches Interesse Längsschnittverlauf  
Der Verfasser

Zwischen pre-Test und post-Test nimmt das [naturwissenschaftliche Interesse] in der Experimentalgruppe signifikant zu und sinkt zum follow-up Test hin signifikant ab. Der Unterschied zwischen pre-Test und follow-up-Test ist nicht signifikant verschieden. Es ist somit von gleichem Eingangs- und Ausgangsniveau auszugehen.

Zwischen pre-Test und post-Test nimmt das [naturwissenschaftliche Interesse] in der Kontrollgruppe leicht, aber nicht signifikant ab, fällt zum follow-up Test hin hochsignifikant weiter unter das Niveau des pre-Tests.

Aus dem Verlauf der Messpunkte lässt sich eine Wirkung der Miniphänomente auf das [naturwissenschaftliche Interesse] erkennen. Die Steigerung des Interessenwertes nimmt jedoch bis zur follow up Erhebung bis auf Höhe des Eingangsniveaus wieder ab. Festzuhalten bleibt darüber hinaus, dass im gleichen Zeitraum das Niveau der Kontrollgruppe hochsignifikant auf einen insgesamt niedrigeren Wert sinkt. Es ergibt sich damit folgendes Ergebnis:

*Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen über kurze Zeiträume Unterschiede im Interesse an naturwissenschaftsbezogenen Tätigkeiten zu Mitschülern, die nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben. Nach einem halben Jahr nivellieren sich diese Unterschiede.*

### 3.1.1.3 Hypothesenbetrachtung Variable [Interesse]

Die Ergebnisse legen nahe, die in Kapitel 2.1 aufgestellten Hypothesen nur teilweise als bestätigt anzunehmen. Für einen Teil der Hypothesen muss die Nullhypothese angenommen werden. Folgende Ausführungen machen dies zusammenfassend deutlich:

1. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [naturw. Interesse] der Schülerinnen und Schüler
2. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [soziales Interesse] der Schülerinnen und Schüler

Die Hypothese 1 muss an Hand der Ergebnisse von Experimental- und Kontrollgruppen bestätigt werden. Einschränkend ist anzumerken, dass eine signifikante Veränderung des [naturwissenschaftlichen Interesses] nur zwischen pre- und post-Test zu erkennen ist. Der Vergleich der Gruppen zum Zeitpunkt des follow-up-Tests zeigt aber auch hier noch einen deutlichen Unterschied zwischen Experimental- und Kontrollgruppe.

Die Hypothese 2 muss an Hand der Ergebnisse von Experimental- und Kontrollgruppen verworfen werden. Die Entwicklung der Variablen in der Experimentalgruppe verläuft negativ, bei sogar zunächst positivem Verlauf der Variable in der Kontrollgruppe. Für die Hypothese 2 wird daher die Nullhypothese angenommen.

Ergänzend muss an dieser Stelle noch einmal erwähnt werden, dass neben den beiden dargestellten Interessenformen ebenfalls ein Vergleich aller anderen Interessensskalen des Fragebogens von Renzulli & Reis vorgenommen wurde. (Vgl. Kapitel 2.3.1).

Bei allen anderen Interessensskalen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Erhebungszeitraum. Aus Übersichtsgründen wurde auf die Darstellung dieser weiteren Variablen verzichtet.

Nach dem Abschluss der umfassenden Betrachtung des sozialen und naturwissenschaftlichen Interesses folgt nun die Darstellung weiterer Variablen der Erhebungsebene 1.

### 3.1.2 Ergebnisse der Variable [Einstellungsvalenz]

#### 3.1.2.1 Allgemeine Untersuchung

Die Darstellung der Ergebnisse der Variable [Einstellungsvalenz] folgt dem zeitlichen Verlauf der Erhebungszeitpunkte (pre/post/follow up). Zu jedem Erhebungszeitraum erfolgt der Vergleich von Experimental und Kontrollgruppen an Hand ihrer Mittelwerte, bzw. durch nonparametrische Verfahren, sollte durch den KS-Test keine Normalverteilung zu erkennen sein. Die Größe der Stichprobe ist auf Grund der Stichprobenausfälle in post- und follow up Test limitiert. Zur genauen Darstellung wurde aus der Stichprobe eine Zufallsstichprobe (N=50) gezogen, die Schüler enthält, die durchgehend an allen Messzeitpunkten untersucht wurden.

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ )<sup>59</sup> und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt. Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Die Homogenität ist in allen Fällen durch nicht signifikante KS-Test Ergebnisse gegeben, was den t-Test für unabhängige Stichproben für alle Stichproben nahelegt. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben.

---

<sup>59</sup> Anm. Die vorliegende Untersuchung wird durchgehend an Hand des Streuungsmaßes der Standardabweichung dargestellt. (Vgl. Bühl, 2006, S.128.)

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
pretest	EXP	50	,835	,488	17,06 (5,093)		
	KONT	50	1,094	,183	18,94 (5,629)	-1,751	,083 <sup>ns</sup>
posttest	EXP	50	,828	,50	17,18 (5,713)		
	KONT	50	1,017	,252	19,46 (4,9)	-2,142	,035*
follow up	EXP	50	,803	,539	16,06 (5,426)		
	KONT	50	,642	,804	17,4 (5,689)	-1,205	,231 <sup>ns</sup>

Abbildung 63: Einstellungsvalenz Gruppenvergleich  
Der Verfasser

Der Vergleich der Experimental- und Kontrollgruppen ergibt zwischen den Messzeitpunkten ein uneinheitliches Bild für die erhobene Variable der [Einstellungsvalenz]. Im pre-Test können keine signifikanten Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Der post-Test zeigt signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen, die im follow-up-Test nicht mehr auszumachen sind. Die Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass die Unterschiede im post-Test auf niedrige Werte der Experimentalgruppe zurück zu führen sind. Die Tendenz der Werte sinkt bei beiden Gruppen. Lediglich im post-Test der Kontrollgruppe ist ein starker Anstieg zu erkennen, der an dieser Stelle noch nicht begründet werden kann. Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden:

*Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen nach dem Projekt eine negativere Einstellung zu Tätigkeiten aus dem Feld naturwissenschaftlicher Bildung, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.*

Die zusammenfassende Analyse der verschiedenen Messzeitpunkte im zeitlichen Verlauf vertieft das hier gewonnene Bild.

### 3.1.2.2 Entwicklung der Variable über alle Messzeitpunkte

Nach der detaillierten Analyse der Untersuchungsgruppenunterschiede folgt nun abschließend vor der Hypothesenbetrachtung die Betrachtung der Entwicklung der Variable über die genutzten Messzeitpunkte. Dazu wird für die beiden Gruppen zunächst eine Varianzanalyse bzw. das nonparametrische Pendant zur Darstellung von Unterschieden zwischen den Variablen verwendet. An Hand eines Vergleichs der einzelnen Messzeitpunkte mit t-Tests für abhängige Stichproben bzw. dem Wilcoxon Test lässt sich der Verlauf der Entwicklung für Experimental- und Kontrollgruppe darstellen. Im Fall der [Einstellungsvalenz] kann an Hand des KS-Test Normalverteilung für alle Gruppen angenommen werden. Die Varianzanalyse über mehrere Messzeitpunkte ergibt folgendes Ergebnis:

de	EXP	KONT
<b>N</b>	50	50
<b>F</b>	,732	2,485
<b>Signifikanz</b>	,484	,089

Abbildung 64: Einstellungsvalenz Varianzanalyse  
Der Verfasser

Die Ergebnisse der Varianzanalyse nach der klassischen Methode von Fischer weist dabei auf keine signifikanten Unterschiede in der Experimental- und Kontrollgruppe der [Einstellungsvalenz]. Genauerem Aufschluss über Unterschiede kann erst der Vergleich der einzelnen Zeitpunkte untereinander liefern, wie er im Folgenden geführt wird.

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ )<sup>60</sup> und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt.

<sup>60</sup> Anm. Die vorliegende Untersuchung wird durchgehend an Hand des Streuungsmaßes der Standardabweichung dargestellt. (Vgl. Bühl, 2006, S.128.)

Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Im Fall von Parametrie werden die t-Test Kennwerte aus dem t-Test für abhängige Stichproben dargestellt. Im Fall von Nonparametrie ändert sich das Testverfahren zu einem Wilcoxon-Test, an Stelle des Mittelwertes tritt der mittlere Rang und an Stelle des T-Werts wird der Z-Wert dargestellt.

Zur besseren Übersicht sind nonparametrische Werte kursiv hervorgehoben. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben. Die Entwicklung der Werte wird an Hand von Mittelwert und T-Wert angegeben. Hier wird deutlich in welche Richtung sich ein Unterschied darstellt.

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	Tendenz	T-Wert	p-Wert
<b>PRE/POST EXP</b>	PRE	50	,835	,488	17,06 <sub>(5,093)</sub>	↑	-,111	,912 <sup>ns</sup>
	POST	50	,828	,5	17,18 <sub>(5,713)</sub>			
<b>POST/FOLLOW EXP</b>	POST	50	,828	,5	17,18 <sub>(5,713)</sub>	↓	1,099	,277 <sup>ns</sup>
	FOLLOW	50	,803	,539	16,06 <sub>(5,426)</sub>			
<b>PRE/FOLLOW EXP</b>	PRE	50	0,835	,488	17,06 <sub>(5,093)</sub>	↓	1,055	,296 <sup>ns</sup>
	FOLLOW	50	,803	,539	16,06 <sub>(5,426)</sub>			
<b>PRE/POST KONT</b>	PRE	50	1,094	,183	18,94 <sub>(5,629)</sub>	↑	-,549	,585 <sup>ns</sup>
	POST	50	1,017	,252	19,46 <sub>(4,9)</sub>			
<b>POST/FOLLOW KONT</b>	POST	50	1,017	,252	19,46 <sub>(4,9)</sub>	↓	2,39	,021 <sup>*</sup>
	FOLLOW	50	,642	,804	17,4 <sub>(5,689)</sub>			
<b>PRE/FOLLOW KONT</b>	PRE	50	1,094	,183	18,94 <sub>(5,629)</sub>	↓	1,448	,154 <sup>ns</sup>
	FOLLOW	50	,642	,804	17,4 <sub>(5,689)</sub>			

Abbildung 65: Einstellungsvalenz Längsschnitt  
Der Verfasser

Die Ergebnisse der Stichproben über mehrere Zeitpunkte für die [Einstellungsvalenz] zeigen nur in einem Fall signifikante Unterschiede zwischen den Erhebungszeiträumen. An Hand von Mittelwerten und Median lässt sich der Verlauf der Unterschiede erkennen.

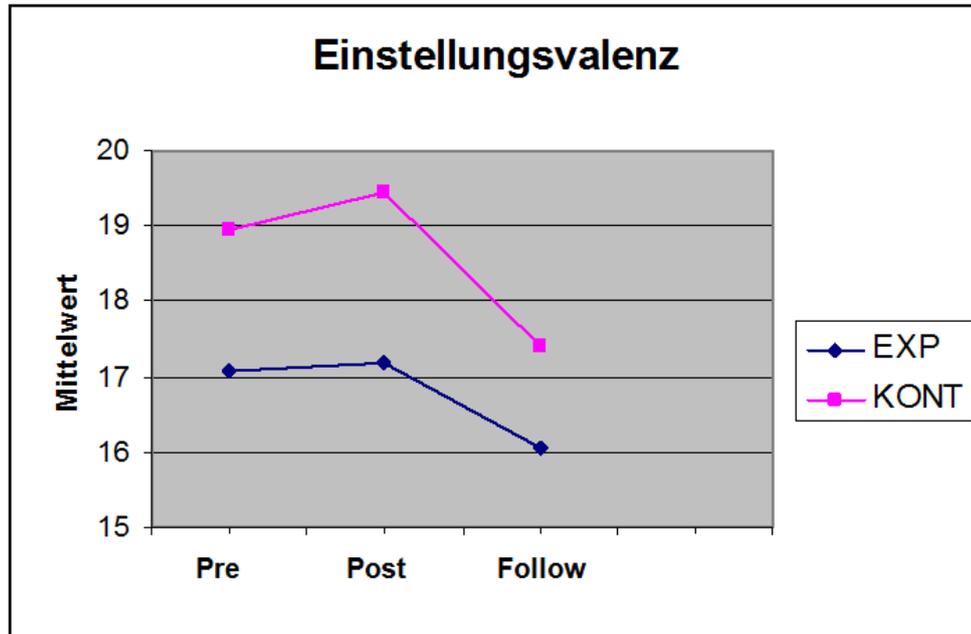


Abbildung 66: Einstellungsvalenz Längsschnittverlauf  
Der Verfasser

Zwischen pre-Test und post-Test nimmt die [Einstellungsvalenz] in der Experimentalgruppe zu und sinkt zum follow-up Test hin unter das Eingangsniveau. Die Unterschiede sind dabei allerdings nicht signifikant, weshalb von keiner Veränderung in der Experimentalgruppe zwischen den drei Messzeitpunkten ausgegangen werden kann.

Zwischen pre-Test und post-Test nimmt die [Einstellungsvalenz] in der Kontrollgruppe leicht aber nicht signifikant zu, fällt zum follow-up Test hin aber signifikant unter das Niveau des pre-Tests. Der Unterschied zwischen Eingangs- und Ausgangswerten zwischen pre und follow Erhebung ist nicht signifikant.

Aus dem Verlauf der Messpunkte lässt sich keine Wirkung der Miniphänomenta auf die [Einstellungsvalenz] erkennen. Der negative Verlauf in der Experimentalgruppe zeigt sich zwar, wie dargestellt, deutlich unterschieden zur Kontrollgruppe, aber insgesamt über die Zeiträume nicht deutlich zueinander. Ein Abfall, zwischen post- und follow up- Test, wie in der Kontrollgruppe ist in der Experimentalgruppe nicht zu erkennen, was spekulativ für eine Stabilisierung sprechen kann, aber auch in den höheren Eingangswerten der Kontrollgruppe begründet liegt. Insgesamt zeigen sich parallele Verläufe der

Einstellungsentwicklung zwischen Experimental- und Kontrollgruppe. Es ergibt sich damit folgendes Ergebnis:

*Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen keinen Unterschied in der Einstellung zu Tätigkeiten aus dem Feld naturwissenschaftlicher Bildung, gegenüber Schülerinnen und Schülern, die nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben.*

### 3.1.2.3 Hypothesenbetrachtung Variable [Einstellungswert]

Die Ergebnisse legen nahe, die in Kapitel 2.1 aufgestellte Hypothese zu verwerfen. Folgende Ausführungen machen dies zusammenfassend deutlich:

1. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [Einstellungswert] der Schülerinnen und Schüler

In der Ergebnisdarstellung zeigt sich im Verlauf der Messpunkte Übereinstimmung zwischen den Gruppen. Die Tendenzen zur Zu- und Abnahme sind, wenn auch unterschiedlich stark, bei beiden Gruppen zu allen Zeitpunkten gleich gerichtet. Signifikante Unterschiede zwischen den Erhebungszeiträumen sind dabei lediglich in der Kontrollgruppe zu finden, deren Ergebnisse im post-Test dazu auch deutlich höher liegen, als in der Experimentalgruppe.

Für die Hypothese 1 muss daher die Nullhypothese angenommen werden.

### 3.1.3 Ergebnisse der Variable [Einstellungsstärke]

#### 3.1.3.1 Allgemeine Untersuchung

Die Darstellung der Ergebnisse der Variable [Einstellungsstärke] folgt dem zeitlichen Verlauf der Erhebungszeitpunkte (pre/post/follow up). Zu jedem Erhebungszeitpunkt erfolgt der Vergleich von Experimental und Kontrollgruppen an Hand ihrer Mittelwerte, bzw. durch nonparametrische Verfahren, sollte durch den KS-Test keine Normalverteilung zu erkennen sein.

Die Größe der Stichprobe ist auf Grund der Stichprobenausfälle in post- und follow up Test limitiert. Zur genauen Darstellung wurde aus der Stichprobe eine Zufallsstichprobe (N=100) gezogen, die Schüler enthält, die durchgehend an allen Messzeitpunkten untersucht wurden.

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ )<sup>61</sup> und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt. Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Die Homogenität ist in allen Fällen durch nicht signifikante KS-Test Ergebnisse gegeben, was den t-Test für unabhängige Stichproben für alle Stichproben nahelegt. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben.

---

<sup>61</sup> Anm. Die vorliegende Untersuchung wird durchgehend an Hand des Streuungsmaßes der Standardabweichung dargestellt. (Vgl. Bühl, 2006, S.128.)

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
pretest	EXP	50	,89	,406	5,162 <sub>(1,050)</sub>	1,180	,241 <sup>ns</sup>
	KONT	50	,981	,291	4,890 <sub>(1,242)</sub>		
posttest	EXP	50	1,267	,081	4,671 <sub>(1,219)</sub>	,077	,938 <sup>ns</sup>
	KONT	50	,86	,45	4,652 <sub>(1,276)</sub>		
follow up	EXP	50	1,027	,242	5,392 <sub>(1,239)</sub>	,944	,347 <sup>ns</sup>
	KONT	50	,70	,711	5,140 <sub>(1,425)</sub>		

Abbildung 67: Einstellungsstärke Gruppenvergleich  
Der Verfasser

Der Vergleich der Experimental- und Kontrollgruppen ergibt zwischen den Messzeitpunkten ein einheitliches Bild für die erhobene Variable der [Einstellungsstärke]. An allen Messzeitpunkten können keine signifikanten Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe festgestellt werden.

Die Betrachtung der Mittelwerte zeigt eine Tendenz zur Abnahme der Werte im post-Test der Experimentalgruppe, der allerdings erst durch die folgende Analyse über mehrere Erhebungszeiträume genau geklärt werden kann. Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden:

*Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen nach dem Projekt keine Unterschiede in der Stärke ihrer auf naturwissenschaftliche Unterrichtsformen bezogene Einstellung zu Schülerinnen und Schülern, die nicht am Projekt teilgenommen haben.*

Die zusammenfassende Analyse der verschiedenen Messzeitpunkte im zeitlichen Verlauf vertieft das hier gewonnene Bild.

## 3.1.3.2 Entwicklung der Variable über alle Messzeitpunkte

Nach der detaillierten Analyse der Untersuchungsgruppenunterschiede folgt nun abschließend vor der Hypothesenbetrachtung die Betrachtung der Entwicklung der Variable über die genutzten Messzeitpunkte. Dazu wird für die beiden Gruppen zunächst eine Varianzanalyse bzw. das nonparametrische Pendant zur Darstellung von Unterschieden zwischen den Variablen verwendet. An Hand eines Vergleichs der einzelnen Messzeitpunkte mit t-Tests für abhängige Stichproben bzw. dem Wilcoxon Test lässt sich der Verlauf der Entwicklung für Experimental- und Kontrollgruppe darstellen. Im Fall der [Einstellungsstärke] kann an Hand des KS-Test Normalverteilung für alle Gruppen angenommen werden. Die Varianzanalyse über mehrere Messzeitpunkte ergibt folgendes Ergebnis:

	EXP	KONT
N	50	50
F	4,626	2,982
Signifikanz	,012*	,154

Abbildung 68: Einstellungsstärke Varianzanalyse  
Der Verfasser

Die Ergebnisse der Varianzanalyse nach der klassischen Methode von Fischer weist dabei auf signifikante Unterschiede in der Experimental- und nicht signifikante Unterschiede in der Kontrollgruppe der [Einstellungsstärke]. Genauerem Aufschluss über Unterschiede kann erst der Vergleich der einzelnen Zeitpunkte untereinander liefern, wie er im Folgenden geführt wird.

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ )<sup>62</sup> und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt.

<sup>62</sup> Anm. Die vorliegende Untersuchung wird durchgehend an Hand des Streuungsmaßes der Standardabweichung dargestellt. (Vgl. Bühl, 2006, S.128.)

Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Im Fall von Parametrie werden die T-Test Kennwerte aus dem t-Test für abhängige Stichproben dargestellt. Im Fall von Nonparametrie ändert sich das Testverfahren zu einem Wilcoxon-Test, an Stelle des Mittelwertes tritt der mittlere Rang und an Stelle des T-Werts wird der Z-Wert dargestellt.

Zur besseren Übersicht sind nonparametrische Werte kursiv hervorgehoben. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben. Die Entwicklung der Werte wird an Hand von Mittelwert und T-Wert angegeben. Hier wird deutlich in welche Richtung sich ein Unterschied darstellt.

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	Tendenz	T-Wert	p-Wert
<b>PRE/POST EXP</b>	PRE	50	,89	,406	5,162 <sub>(1,051)</sub>	↓	2,168	<b>,035*</b>
	POST	50	1,267	,081	4,671 <sub>(1,220)</sub>			
<b>POST/FOLLOW EXP</b>	POST	50	1,267	,081	4,671 <sub>(1,220)</sub>	↑	-2,658	<b>,011*</b>
	FOLLOW	50	1,027	,242	5,393 <sub>(1,239)</sub>			
<b>PRE/FOLLOW EXP</b>	PRE	50	,89	,406	5,162 <sub>(1,051)</sub>	↓	-1,02	<b>,313</b>
	FOLLOW	50	1,027	,242	5,393 <sub>(1,239)</sub>			
<b>PRE/POST KONT</b>	PRE	50	,981	,291	4,891 <sub>(1,242)</sub>	↑	,981	<b>,332</b>
	POST	50	,86	,450	4,652 <sub>(1,276)</sub>			
<b>POST/FOLLOW KONT</b>	POST	50	,86	,450	4,652 <sub>(1,276)</sub>	↓	-1,866	<b>,068</b>
	FOLLOW	50	,70	,711	5,140 <sub>(1,426)</sub>			
<b>PRE/FOLLOW KONT</b>	PRE	50	,981	,291	4,891 <sub>(1,242)</sub>	↓	-1,021	<b>,312</b>
	FOLLOW	50	,70	,711	5,140 <sub>(1,426)</sub>			

Abbildung 69: Einstellungsstärke Längsschnitt  
Der Verfasser

Die Ergebnisse der Stichproben über mehrere Zeitpunkte für die [Einstellungsstärke] zeigen in der Experimentalgruppe signifikante Unterschiede zwischen den Erhebungszeiträumen des pre-, post- und follow-up- Tests. An Hand von Mittelwerten und Median lässt sich der Verlauf der Unterschiede erkennen.

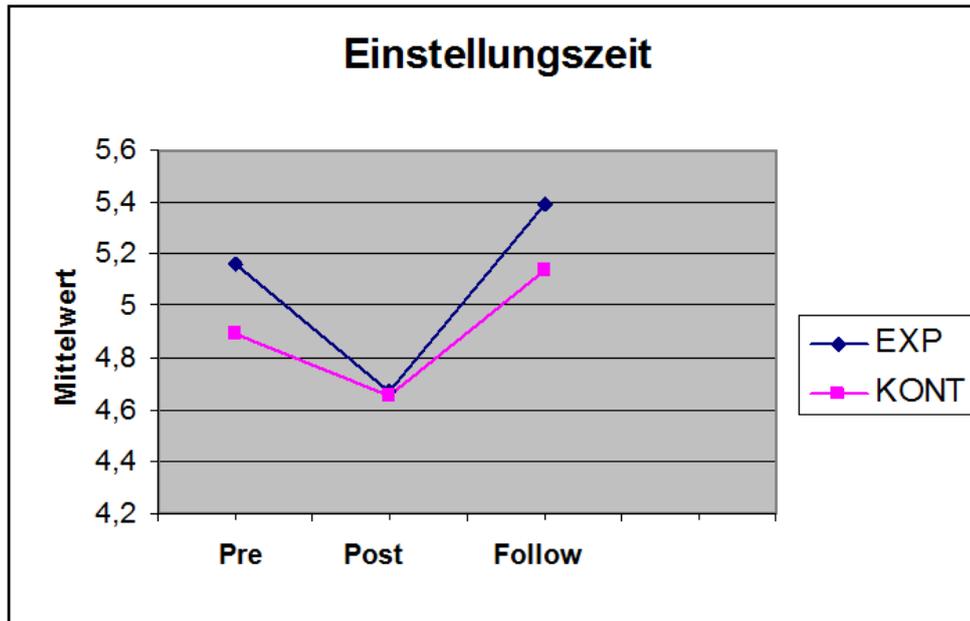


Abbildung 70: Einstellungsstärke Längsschnittverlauf  
Der Verfasser

Zwischen pre-Test und post-Test nimmt die Antwortlatenzzeit signifikant ab, die [Einstellungsstärke] in der Experimentalgruppe nimmt damit wie in Kapitel 1.6.3 und Kapitel 2.3.3 beschrieben zu.

Zum follow-up Test hin steigt die Antwortlatenzzeit der Experimentalgruppe wieder auf einen höheren Wert, als den Eingangswert an. Die [Einstellungsstärke] nimmt daher in diesem Zeitraum signifikant ab. Der Niveauunterschied zwischen pre- und follow-up-Test ist nicht signifikant.

In der Kontrollgruppe sind bei leichter Tendenz zur Abnahme und Zunahme der Latenzzeit keine signifikanten Unterschiede zu erkennen.

Aus dem Verlauf der Messpunkte lässt sich eine kurzfristige Wirkung der Miniphänomente auf die [Einstellungsstärke] erkennen, die im Verlauf der Monate jedoch verschwindet. Mit Blick auf die nicht signifikanten Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe ist die Wirkung als schwach einzustufen. Da die Einstellungsstärke in der Messung direkt an die Einstellungsvalenz gekoppelt war, die keine signifikante Veränderung zeigte lässt sich nicht von einer stärker gerichteten Einstellung sondern lediglich stärker repräsentierten Einstellung sprechen.

Es ergibt sich damit folgendes Ergebnis:

*Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen wenige Wochen nach dem Projekt eine stärker repräsentierte auf naturwissenschaftliche Unterrichtsformen bezogene Einstellung, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.*

### 3.1.3.3 Hypothesenbetrachtung Variable [Einstellungsstärke]

Die Ergebnisse legen nahe, die in Kapitel 2.1 aufgestellte Hypothese nur teilweise als bestätigt anzunehmen. Folgende Ausführungen machen dies zusammenfassend deutlich:

1. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [Einstellungsstärke] der Schülerinnen und Schüler

Eine Erhöhung der Variable [Einstellungsstärke] ist für den Vergleich von pre- und post-Test der Experimentalgruppe auszumachen, während zeitgleich keine deutlichen Unterschiede in der Entwicklung der Kontrollgruppe erkennbar sind. Die Hypothese kann daher nur spezifiziert angenommen werden.

1. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [Einstellungsstärke] der Schülerinnen und Schüler über kurze Zeiträume

Ergänzend sei dabei noch einmal auf die fehlende Richtung der Einstellungsvalenz verwiesen. Es kann daher nur von einer stärkeren Repräsentation der Einstellung nicht einer Verbesserung ausgegangen werden.

Nach der Betrachtung von [Einstellungsvalenz] und [Einstellungsstärke] auf Schülerebene wird der Blick nun auf die [Einstellung der Eltern] gerichtet.

### 3.1.4 Ergebnisse der Variable [Einstellung der Eltern]

#### 3.1.4.1 Allgemeine Untersuchung

Die Variable [Einstellung der Eltern] wird, wie in vorigem Kapitel ausgeführt, im Rahmen der Untersuchungsebene 1 an zwei Messzeitpunkten erhoben. Die Reduktion der Stichprobengröße über die Messzeitpunkte hinweg führt zur Erhebung einer Zufallsstichprobe ( $N=100$ ) aus der Menge der zu allen Messzeitpunkten befragten Personen. Ein erheblicher Teil der Population ist damit nicht betrachtet. Das Verfahren ist aber aus empirischen Gründen unumgänglich, da die unterschiedlichen Stichprobengrößen das Ergebnis verfälschen könnten. Für den Ansatz der Untersuchung stets der gleichen Stichprobe können gezielte Aussagen für diese, wenn auch dezimierte Stichprobe getroffen werden.

Die Darstellung der Ergebnisse folgt dem zeitlichen Verlauf der Erhebungszeitpunkte (pre/post/follow up). Zu jedem Erhebungszeitraum erfolgt der Vergleich von Experimental und Kontrollgruppen an Hand ihrer Mittelwerte, bzw. durch nonparametrische Verfahren, sollte durch den KS-Test keine Normalverteilung zu erkennen sein.

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ )<sup>63</sup> und den Testkenngrößen ( $T$ ,  $p$ ) dargestellt. Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Im Fall von Homogenität werden die t-Test Kennwerte dargestellt. Im Fall von Nonparametrie ändert sich das Testverfahren zu einem U-Test nach Mann und Whitney, an Stelle des Mittelwertes tritt der mittlere Rang und an Stelle des T-Werts wird der Z-Wert dargestellt. Zur besseren Übersicht sind

---

<sup>63</sup> Anm. Die vorliegende Untersuchung wird durchgehend an Hand des Streuungsmaßes der Standardabweichung dargestellt. (Vgl. Bühl, 2006, S.128.)

nonparametrische Werte kursiv hervorgehoben. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben.

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>Pretest</b>	EXP	100	,865	,443	96,84	-,897	,370 <sup>ns</sup>
	KONT	100	3,216	,000	104,16		
<b>posttest</b>	EXP	100	1,331	1,037	17,54 <sub>(3,233)</sub>	,994	,322 <sup>ns</sup>
	KONT	100	,058	,233	17,04 <sub>(3,856)</sub>		

Abbildung 71: Elterneinstellung Gruppenvergleich  
Der Verfasser

Der Vergleich der Experimental- und Kontrollgruppen ergibt zu beiden Messzeitpunkten ein einheitliches Bild für die erhobene Variable der [Einstellung Eltern] Unterschiede des Pre-Tests zwischen den Gruppen zeigen sich aus Sicht der Experimentalgruppe zwar im post-Test minimiert, aber nicht signifikant unterscheidbar. Es kann nicht von getrennten Populationen ausgegangen werden. Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden:

*Eltern der 4. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von zwei Wochen das Projekt Miniphänomente an der Schule ihrer Kinder erlebt haben, zeigen keine Unterschiede in ihrer Einstellung zum Gegenstand Physik, gegenüber Eltern, deren Kinder nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben.*

In einem weiteren Schritt sollen nun die Unterschiede zwischen teilnehmenden Müttern und Vätern betrachtet werden, um zu einem detaillierten Bild über die Entwicklung der Einstellung zu gelangen.

## 3.1.4.2 Entwicklung der Variable über alle Messzeitpunkte

Nach der detaillierten Analyse der Gruppenunterschiede folgt nun abschließend vor der Hypothesenbetrachtung die Betrachtung der Entwicklung der Variable über die genutzten Messzeitpunkte. Dazu wird für die beiden Gruppen zunächst eine Varianzanalyse bzw. das nonparametrische Pendant zur Darstellung von Unterschieden zwischen den Variablen verwendet. An Hand eines Vergleichs der einzelnen Messzeitpunkte mit t-Tests für abhängige Stichproben bzw. dem Wilcoxon Test lässt sich der Verlauf der Entwicklung für Experimental- und Kontrollgruppe darstellen. Nonparametrische Stichproben sind kursiv hervorgehoben. An Stelle des Mittelwerts und T-Wertes werden der mittlere Rang und der Z-Wert dargestellt. Im Fall der Variable der [Einstellung der Elter] wird auf Grund des Mangels einer follow up Erhebung auf die Varianzanalyse über mehrere Messzeitpunkte verzichtet.

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
PRE/POST EXP	PRE	100	,865	,443	16,89 <sub>(4,474)</sub>	-1,220	,225 <sup>ns</sup>
	POST	100	1,331	1,037	17,54 <sub>(3,233)</sub>		
PRE/POST KONT	PRE	100	3,216	,000	47,43	-,884	,377 <sup>ns</sup>
	POST	100	,058	,233	47,58		

Abbildung 72: Elterneinstellung Längsschnitt  
Der Verfasser

Die Ergebnisse der Stichproben über mehrere Zeitpunkte zeigen keinen signifikanten Unterschied zwischen pre-Test und post-Test, wie er hypothetisch für das treatment angenommen wurde. Die Stichprobe der Kontrollgruppe zeigt im gleichen Zeitraum ebenfalls keine Veränderungen. Es lässt sich daher als Ergebnis festhalten:

*Eltern, deren Kinder in der vierten Klasse am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen im Verlauf des Projekts keine Veränderung ihrer Einstellung.*

Nach der Darstellung aller Variablen der ersten Erhebungsebene können die Ergebnisse nun zusammenfassend dargestellt und an ihnen die Hypothesen der Untersuchung verifiziert oder falsifiziert werden.

#### 3.1.4.3 Hypothesenbetrachtung Variable [Einstellung Eltern]

Die Ergebnisse legen nahe, die in Kapitel 1.7 aufgestellte Hypothese zu verwerfen. Folgende Ausführungen machen dies zusammenfassend deutlich:

1. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [Einstellung Eltern] der Schülerinnen und Schüler

Im Vergleich von pre-Test und post-Test, sowie zwischen Experimental- und Kontrollgruppe zeigen sich keine signifikanten Unterschiede. Es muss daher die Nullhypothese angenommen werden.

### 3.1.5 Zusammenfassende Hypothesenbetrachtung der Ebene 1

Vor der Hypothesenbetrachtung werden im Folgenden zentrale Ergebnisse noch einmal zusammengefasst.

Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen nach dem Projekt zunächst ein geringeres Interesse an sozialen Tätigkeiten als vergleichbare Mitschülerinnen und Mitschüler, die nicht am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben. Über mehrere Zeiträume zeigen diese Schüler jedoch keinen deutlichen Unterschied im Interesse an sozialen, interpersonalen Tätigkeiten zu Mitschülern, die nicht am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben.

Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen auch längere Zeit nach dem Projekt ein größeres naturwissenschaftliches Interesse, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben. Speziell über kurze Zeiträume zeigen sich Unterschiede zu Mitschülern, die nicht am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben. Nach einem halben Jahr nivellieren sich diese Unterschiede.

Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen wenige Wochen nach dem Projekt eine stärker repräsentierte auf naturwissenschaftliche Unterrichtsformen bezogene Einstellung, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben. Die Unterschiede in der Stärke ihrer auf naturwissenschaftliche Unterrichtsformen bezogene Einstellung ist jedoch nicht deutlich unterschieden zu Schülerinnen und Schülern, die nicht am Projekt teilgenommen haben.

Schülerinnen und Schüler, die über zwei Wochen am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen nach dem Projekt zunächst eine negativere Einstellung zu Tätigkeiten aus dem Feld naturwissenschaftlicher Bildung, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben. Der Vergleich beruht dabei allerdings auf höheren Zugewinnen der vergleichenden Schüler; nicht auf einer Verschlechterung der Einstellung der Schülerinnen und Schüler die am Projekt teilgenommen haben.

Eltern, deren Kinder in der vierten Klasse am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen im Verlauf des Projekts keine Veränderungen ihrer Einstellung zum Gegenstand „Physik“ und unterscheiden sich dabei nicht von Eltern, die nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben.

An Hand der Ergebnisse lassen sich nun die allgemeinen Hypothesen der Erhebungsebene 1 diskutieren.

1. Die Experimentalgruppe [EXP] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu Messzeitpunkt t1 [post] höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
2. Die Experimentalgruppe [EXP] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu Messzeitpunkt t2 [fu1] höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
3. Die Experimentalgruppe [EXP] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu Messzeitpunkt t3 [fu2] höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
4. Die Experimentalgruppe [EXP] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu den Messzeitpunkten t1 [post], t2 [fu1] und t3 [fu2] höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als zu Messzeitpunkt t0 [pre].
5. Die Kontrollgruppe [KONT] ohne Zuwendung der unabhängigen Variable [treat] erzielt zu den Messzeitpunkten t1 [post], t2 [fu1] und t3 [fu2] vergleichbare Ausprägungen der abhängigen Variablen, zu Messzeitpunkt t0 [pre].

Die Hypothesen 1-5 können in dieser Form durchgehend nicht angenommen werden. Zu den einzelnen Messzeitpunkten zeigen sich unterschiedliche Ausprägungen der verschiedenen Variablen. Angenommen werden können die Hypothesen nur spezifiziert auf die einzelnen vorangehend in den Ergebnissen besprochenen Teilunterschiede im naturwissenschaftlichen Interesse oder in der Einstellungsstärke. Auf Grund der Eingeschränktheit sollen die spezifizierten Hypothesen an dieser Stelle nicht noch einmal aufgelistet werden. Sie finden sich als Hypothesen und Ergebnisse in den vorangegangenen Kapiteln.

Generell kann für die Untersuchungsebene damit nur eine eingeschränkte Auswirkung der Miniphänomente auf die untersuchten Variablen festgestellt werden. Mögliche Gründe, wie der erwähnte geringe zeitliche Spielraum und das mangelnde Elternengagement werden im späteren Verlauf, während der Diskussion der Ergebnisse noch einmal genauer beleuchtet.

Zunächst folgt die Betrachtung der zweiten Untersuchungsebene, bei der das Treatment Miniphänomente in mehrere Treatments unterschiedlicher Stärke unterteilt wird. Die Untersuchungsebenen kreuzen sich dabei, durch Einbeziehung der in Ebene 1 dargestellten Stichprobe (als [treat3]) in die Tests der Ebene 2.

### 3.2 Variablen der zweiten Untersuchungsebene

Die Untersuchungsvariablen werden stets an drei Wirkungsgruppen untersucht, die sich wiederum in Experimental- und Kontrollgruppen unterscheiden. (Vgl. Kapitel 2.1.2) Die drei Wirkungsgruppen (Cluster der Klumpenstichprobe) unterscheiden sich durch die Ausprägung des Projektes Miniphänomenta.

- Experimentalgruppe [treat 1] hat die Miniphänomenta seit der ersten Schulklasse erlebt und befindet sich zur Untersuchung in der Klassenstufe 5. (4 Jahre Miniphänomenta)
- Experimentalgruppe [treat 2] hat die Miniphänomenta seit der zweiten Schulklasse erlebt und befindet sich zur Untersuchung in der Klassenstufe 6. (3 Jahre Miniphänomenta)
- Experimentalgruppe [treat 3] hat die Miniphänomenta in der vierten Klasse erlebt und befindet sich zur Untersuchung in der Klassenstufe 5.<sup>64</sup> (2 Wochen Miniphänomenta<sup>65</sup>)

Die Unterscheidung der drei Wirkungscluster legt aus Übersichtsgründen nahe, alle Variablen unter dem Dach des jeweiligen Clusters zu betrachten. Untersuchungen im Bereich der Schülerlabore zeichnen ein geteiltes Bild bei geschlechterspezifischen Unterschieden. (Vgl. Kapitel 1.3.2) Nach einem allgemeinen summarischen Überblick über die Variablen in den drei Untersuchungsclustern, erfolgt die tiefergehende Analyse in Unterscheidung der Geschlechter. Beide Formen der Darstellung wurden in die Arbeit aufgenommen, weil der Zugewinn an Genauigkeit durch die Geschlechterunterscheidung durch die geringere Stichprobengrößen zu Lasten der Generalisierbarkeit geht. Es

---

<sup>64</sup> Anm. Bei dieser Stichprobe handelt es sich um eine Teilmenge der Schüler der Erhebungsebene 1

<sup>65</sup> Anm. Die Miniphänomenta wurde von den teilnehmenden Schulen in Teilen nachgebaut. Diese Exponate verblieben im ¼ Jahr vor dem Schulwechsel der Schüler weiterhin in der Schule. Die Dauer der Treatmentwirkung ist daher tatsächlich etwas länger, als zwei Wochen einzuschätzen. Da nach Lehrerauskunft die nachgebauten Stationen der Miniphänomenta nicht durchgehend im Schulflur und Unterricht eingesetzt wurden, wird von einem gesicherten Auseinandersetzungszeitraum von zwei Wochen ausgegangen.

können so allgemeine und spezifische Aussagen getroffen werden. Im Anschluss an die Betrachtungen der geschlechterspezifischen Untersuchung werden die Untersuchungsvariablen in einer engagementspezifischen Untersuchung vor dem Hintergrund der Teilnahme der Eltern am Nachbau des Experimentierfeldes der Miniphänomente betrachtet.

Für das Cluster [treat2], also Schülerinnen und Schülern der 6. Klassenstufe, wurde ein erweiterter Fragebogen erstellt, der im Gegensatz zum Cluster [treat1] und [treat3] die Variable [Einstellungen] an Hand eines semantischen Differentials untersucht. Diese weitergehende Analyse wird im Bereich der Betrachtung des [treat2] Clusters als erweiterter Einblick zur Spezifizierung der Hypothesen aufgeführt.

Jede Untersektion endet mit der Betrachtung der variablenbezogenen Hypothesen. Die Untersuchung der zweiten Ebene endet mit einer Ergebniszusammenfassung und der Betrachtung der Gesamthypothesen für diese Untersuchungsebene.

### 3.2.1 Ergebnisse der [treat1] Schülergruppen der Klassenstufe 5

#### 3.2.1.1 [treat1] Allgemeine Untersuchung

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ )<sup>66</sup> und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt. Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Die Homogenität ist in allen Fällen durch nicht signifikante KS-Test Ergebnisse gegeben, was den t-Test für unabhängige Stichproben für alle Stichproben nahelegt. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben.<sup>67</sup>

	Gruppen	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>themenb. Interesse</b>	EXP	75	,708	,698 <sup>ns</sup>	41,64 <sub>(7,463)</sub>	,920	,359 <sup>ns</sup>
	KONT	90	,939	,341 <sup>ns</sup>	40,40 <sub>(9,477)</sub>		
<b>Tätigkeitsinteresse Forschen</b>	EXP	75	1,199	,113 <sup>ns</sup>	12,24 <sub>(2,387)</sub>	3,870	,000 <sup>***</sup>
	KONT	90	1,026	,243 <sup>ns</sup>	10,46 <sub>(3,346)</sub>		
<b>Tätigkeitsinteresse Experimentieren</b>	EXP	75	1,033	,236 <sup>ns</sup>	16,05 <sub>(3,022)</sub>	2,739	,005 <sup>**</sup>
	KONT	90	1,157	,138 <sup>ns</sup>	14,41 <sub>(4,398)</sub>		
<b>Freizeitinteresse Physik</b>	EXP	75	,707	,699 <sup>ns</sup>	27,77 <sub>(5,010)</sub>	3,137	,002 <sup>**</sup>
	KONT	90	,585	,883 <sup>ns</sup>	24,74 <sub>(7,000)</sub>		
<b>Einstellung</b>	EXP	%	%	%	,%	%	%
	KONT	%	%	%	%		
<b>Umfeld</b>	EXP	75	,851	,463 <sup>ns</sup>	18,16 <sub>(4,252)</sub>	1,153	,251 <sup>ns</sup>
	KONT	90	1,540	,017 <sup>ns</sup>	17,30 <sub>(5,164)</sub>		

Abbildung 73: Cluster [treat1] Allgemeine Untersuchung  
Der Verfasser

<sup>66</sup> Anm. Die vorliegende Untersuchung wird durchgehend an Hand des Streuungsmaßes der Standardabweichung dargestellt. (Vgl. Bühl, 2006, S.128.)

<sup>67</sup> Anm. Die Variable [Einstellungen] wird in der 5. Klassenstufe nicht erhoben. Die Variable [Selbstkonzept] wird nur in Schulklassen erhoben, die das Fach „Nawi“, „PING“ oder Physik in der 5. Klasse haben. Die Größe der Stichprobe ist hier so gering, dass sie aus der Untersuchung entfernt wird.

Der Mittelwertvergleich an Hand des t-Tests ergibt ein unterschiedliches Bild für die erhobenen Variablen der [treat 1]. Die rot dargestellten Variablen des [themenbezogenen Interesses] und des [häuslichen Umfelds] zeigen sich mit Werten über 0,05 im nicht signifikanten Bereich. Die grün hervorgehobene Variable des [Tätigkeitsinteresses] zeigt sich mit einem Signifikanzwert von 0,000 bzw. 0,005 höchstsignifikant bzw. hochsignifikant verschieden zur Population der Kontrollgruppe. Die grün hervorgehobene Variable [Freizeitinteresses an Physik] zeigt sich mit  $n$  zwischen 0,002 ebenfalls im sehr signifikanten Bereich. (Vgl. Bühl, 2006, S.120f.)

Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden:

*Schülerinnen und Schüler der 5. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von 4 Jahren am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben, zeigen ein höheres Interesse an forschenden und experimentierenden Tätigkeiten und ein gesteigertes Interesse an physikalischen Inhalten in ihrer Freizeit.*

*Schülerinnen und Schüler der 5. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von 4 Jahren am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben, zeigen kein höheres themenbezogenes Interesse. Ihr häusliches Umfeld zeichnet sich nicht durch verstärkte Fördermaßnahmen naturwissenschaftlicher Bildung aus.*

3.2.1.2 [treat1] Geschlechterspezifische Untersuchung

Vor einer genauen Auseinandersetzung mit den zugeordneten Hypothesen dieser Stichprobe müssen geschlechterspezifische Unterschiede, wie sie sich Feld der Schülerlaborerhebungen zeigen (Vgl. Kapitel 1.3.2), ausgeschlossen werden, um obige allgemeine Aussage einschränkend oder erweiternd zu spezifizieren. Anwendung finden hier wiederholt der t-Test und der U-Test. Da sich die Untersuchung der Verteilungsform bei dieser weiteren Unterteilung umfangreich darstellt, wurde der KS- Test in allen geschlechterspezifischen Fällen der Ebene 2 außen vor gelassen, grundlegend Parametrie bei den Unterstichproben angenommen und daher mit einem t-Test für unabhängige Stichproben auf Mittelwertunterschiede getestet.

Zur Sicherung der Ergebnisse wurden diese im Anschluss mit Ergebnissen des U-Tests für die Annahme von Nonparametrie verglichen. Diese stellten sich in allen Fällen in Übereinstimmung mit dem Ergebnissen des t-Tests dar. Aus Übersichtsgründen wird auf die weitergehende Darstellung der U-Test Ergebnisse verzichtet und nur die Ergebnisse des t-Tests für alle Variablen der Schülergruppe dargestellt.

	Geschlecht	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>EXP themenb. Interesse</b>	Junge	38	43,71 <sub>(6,936)</sub>	2,522	,014*
	Mädchen	37	39,51 <sub>(7,474)</sub>		
<b>KONT themenb. Interesse</b>	Junge	48	39,71 <sub>(10,528)</sub>	-7,38	,462 <sup>ns</sup>
	Mädchen	42	41,19 <sub>(8,167)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Forschen</b>	Junge	38	11,76 <sub>(2,784)</sub>	-1,788	,078 <sup>ns</sup>
	Mädchen	37	12,73 <sub>(1,805)</sub>		
<b>KONT T. Interesse Forschen</b>	Junge	48	9,35 <sub>(3,329)</sub>	-3,549	,001***
	Mädchen	42	11,71 <sub>(2,924)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Exp.</b>	Junge	38	16,42 <sub>(3,310)</sub>	1,069	,289 <sup>ns</sup>
	Mädchen	37	15,68 <sub>(2,688)</sub>		
<b>KONT T. Interesse Exp.</b>	Junge	48	14,00 <sub>(4,482)</sub>	-947	,346 <sup>ns</sup>
	Mädchen	42	14,88 <sub>(4,307)</sub>		
<b>EXP Freizeitinteresse Physik</b>	Junge	38	28,39 <sub>(4,756)</sub>	1,090	,279 <sup>ns</sup>
	Mädchen	37	27,14 <sub>(5,245)</sub>		

<b>KONT Freizeitinteresse</b>	Junge	48	24,08 <sub>(7,304)</sub>	-,957	,341 <sup>ns</sup>
	Mädchen	42	25,50 <sub>(6,642)</sub>		
<b>EXP Umfeld</b>	Junge	38	18,00 <sub>(4,230)</sub>	-,328	,744 <sup>ns</sup>
	Mädchen	37	18,32 <sub>(4,327)</sub>		
<b>KONT Umfeld</b>	Junge	48	16,88 <sub>(5,274)</sub>	-,833	,407 <sup>ns</sup>
	Mädchen	42	17,79 <sub>(5,054)</sub>		

Abbildung 74: Cluster [treat1] Geschlechterspezifische Untersuchung Der Verfasser

Die Stichprobe der 5.Klässler zeigt sich auf das Geschlecht bezogen homogen verteilt. Innerhalb der Stichproben bestehen mit Ausnahme der Variablen [themenbezogenes Interesse] in der Experimentalgruppe und [Tätigkeitsinteresse Forschen] keine signifikanten Unterschiede, es kann daher für alle anderen Variablen von einer Population ausgegangen werden.

	Gruppen.	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>T. Interesse Forschen</b>	EXP M	38	11,76 <sub>(2,784)</sub>	3,577	,001 <sup>***</sup>
	KONT M	48	9,35 <sub>(3,329)</sub>		
<b>T. Interesse Forschen</b>	EXP W	37	12,73 <sub>(1,805)</sub>	1,827	,072 <sup>ns</sup>
	KONT W	42	11,71 <sub>(2,924)</sub>		
<b>T. Interesse Forschen</b>	EXP M	38	11,76 <sub>(2,784)</sub>	,076	,939 <sup>ns</sup>
	KONT W	42	11,71 <sub>(2,924)</sub>		
<b>T. Interesse Forschen</b>	EXP W	37	12,73 <sub>(1,805)</sub>	5,564	,000 <sup>***</sup>
	KONT M	48	9,35 <sub>(3,329)</sub>		

Abbildung 75: Cluster [treat1] Geschlechterspez. Unterschiede Tätigkeitsint. Der Verfasser

Das [Tätigkeitsinteresse am Forschen] zeigt höchstsignifikante Unterschiede in der Gruppe der Jungen, dagegen lassen sich keine Unterschiede in der Gruppe der Mädchen feststellen. Im Vergleich der Mittelwerte zeichnen sich die Mädchen in Experimental-, wie auch Kontrollgruppe durch ein höheres Tätigkeitsinteresse aus, was im Vergleich der Jungen-Experimentalgruppe mit der Mädchen-Kontrollgruppe zu keinem Unterschied, aber beim Vergleich der Mädchen-Experimentalgruppe zur Jungen-Kontrollgruppe zu einem höchstsignifikanten Unterschied führt. Ein Unterschied zwischen den Geschlechtern der

Experimentalgruppe wurde schon in voriger Betrachtung festgestellt. Es kann somit spezifizierend auf obige Aussage festgehalten werden:

*Jungen der 5. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von 4 Jahren am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen ein höheres Interesse an forschenden Tätigkeiten, als Jungen, die nicht am Projekt teilgenommen haben und Mädchen, die ebenfalls am Projekt teilgenommen haben.*

*Mädchen der 5. Jahrgangsstufe zeigen generell ein höheres Interesse an forschenden Tätigkeiten, als Jungen, die nicht am Projekt teilgenommen haben.*

*Mädchen der 5. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von 4 Jahren am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen ein höheres Interesse an forschenden Tätigkeiten, als ihre männlichen Mitschüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.*

Ebenso zeigen sich geschlechterspezifische Unterschiede im themenbezogenen Interesse der Experimentalgruppe.

	Gruppen.	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
th. Interesse	EXP M	38	43,71 <sub>(6,936)</sub>	2,117	,037*
	KONT M	48	39,71 <sub>(10,528)</sub>		
th. Interesse	EXP W	37	39,51 <sub>(7,474)</sub>	-,947	,346 <sup>ns</sup>
	KONT W	42	41,19 <sub>(8,167)</sub>		
th. Interesse	EXP M	38	43,71 <sub>(6,936)</sub>	1,480	,143 <sup>ns</sup>
	KONT W	42	41,19 <sub>(8,167)</sub>		
th. Interesse	EXP W	37	39,51 <sub>(7,474)</sub>	,095	,924 <sup>ns</sup>
	KONT M	48	39,71 <sub>(10,528)</sub>		

Abbildung 76: Cluster [treat1] Geschlechterspez. Unterschiede themenb. Int. Der Verfasser

Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Jungen der Experimentalgruppe und den Jungen der Kontrollgruppe. Ein interner Unterschied in der Experimentalgruppe wurde bereits dargestellt. Es lässt sich somit ergänzend festhalten:

*Jungen der 5. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von 4 Jahren am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen ein höheres Interesse an Themen aus dem Spektrum der Physik, als Jungen, die nicht am Projekt teilgenommen haben und Mädchen, die ebenfalls am Projekt teilgenommen haben.*

## 3.2.1.3 [treat1] Engagementspezifische Untersuchung

Ein weiterer Vergleichsansatz ergibt sich aus der Unterteilung der Experimentalgruppe in Gruppen mit Elternengagement am Projekt Miniphänomente und Eltern, die sich nicht, wie in Kapitel 1.1 beschrieben am Projekt beteiligt haben.

Vor dem Vergleich der Gruppen auf Unterschiede zeigt sich ein Grundproblem an zahlreichen Stichproben – die Größe der Stichprobe der Schüler, deren Eltern am Projekt teilgenommen haben ist deutlich geringer, als die Gruppe der Schüler, deren Eltern nicht am Projekt teilgenommen haben.

Dies ergibt sich logisch schon aus dem freiwilligen Ansatz des Projektes und der großen Anzahl der Schüler im Vergleich zu benötigten Elternkräften im Projekteinsatz.

Für zahlreiche der folgenden Stichproben von denen, bei angenommenen mittleren Effekten der Projektteilnahme, viele zu geringe Stichprobengrößen haben (Vgl. Bortz, 2005, S.145.). Geringe Stichprobenumfänge unter dem Wert  $N=20$  sind daher betont hervorgehoben und werden zur Auswertung nicht heran gezogen.

	Engagement	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>EXP themenb. Interesse</b>	Ja	17	43,94 <sub>(6,088)</sub>	1,457	,149 <sup>ns</sup>
	Nein	58	40,97 <sub>(7,737)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Forschen</b>	Ja	17	13,06 <sub>(1,886)</sub>	1,626	,108 <sup>ns</sup>
	Nein	58	12,00 <sub>(2,478)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Experimentieren</b>	Ja	17	15,94 <sub>(4,069)</sub>	-,173	,863 <sup>ns</sup>
	Nein	58	16,09 <sub>(2,684)</sub>		
<b>EXP Freizeitinteresse Physik</b>	Ja	17	28,18 <sub>(5,434)</sub>	,375	,709 <sup>ns</sup>
	Nein	58	27,66 <sub>(4,922)</sub>		
<b>EXP Umfeld</b>	Ja	17	18,94 <sub>(4,465)</sub>	,860	,393 <sup>ns</sup>
	Nein	58	17,93 <sub>(4,201)</sub>		

Abbildung 77: Cluster [treat1] Engagementspezifische Untersuchung  
Der Verfasser

Es zeigt sich in keinem der betrachteten Fälle ein signifikanter Unterschied zwischen den betrachteten Gruppen. Alle Gruppen haben einen Stichprobenumfang unter entsprechenden Mindestgrößen. Ein Ergebnis kann aus Repräsentativitätsgründen nicht erstellt werden.

### 3.2.1.4 [treat1] Hypothesenprüfung

Die Ergebnisse legen nahe, die in Kapitel 2.1 aufgestellten Hypothesen nur teilweise als bestätigt anzunehmen. Für einen Teil der Hypothesen muss die Nullhypothese angenommen werden. Folgende Ausführungen machen dies zusammenfassend deutlich:

1. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [themenbezogenes Interesse] der Schülerinnen und Schüler
2. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Tätigkeitsinteresse] der Schülerinnen und Schüler
3. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Freizeitinteresse] der Schülerinnen und Schüler
4. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [häusliches Umfeld] der Schülerinnen und Schüler
5. das treatment Miniphänomenta erhöht die abhängigen Variablen bei beiden Geschlechtern
6. das treatment Miniphänomenta erhöht die abhängigen Variablen bei Schülerinnen und Schülern, deren Eltern am Nachbau des Experimentierfeldes der Miniphänomenta beteiligt sind, am stärksten.

Hypothese 1 muss an Hand der Ergebnisse allgemein abgelehnt werden. Die Variable [themenbezogenes Interesse] zeigt jedoch auf Ebene der Jungen deutliche Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe. Die Hypothese 1 kann somit spezifiziert um den Zusatz der rein männlichen Förderung angenommen werden.

Hypothese 2 kann ebenfalls mit Einschränkungen angenommen werden. Das [Tätigkeitsinteresse] der Schülerinnen und Schüler zeigt sich allgemein signifikant unterscheidbar zwischen Experimental- und Kontrollgruppen. In der geschlechterspezifischen Unterscheidung zeigt sich beim [Tätigkeitsinteresse an Forschen] kein Unterschied zwischen den Mädchengruppen. Unterschiede sind lediglich bei der Jungengruppe zu erkennen.

Hypothese 3 kann angenommen werden. Der Vergleich der Mittelwerte zeigt hier deutliche Unterschiede.

Hypothese 4 wird an Hand der Ergebnisse verworfen. Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede im [häuslichen Umfeld] der Schülerinnen und Schüler.

Für die Hypothese 5 wird die Nullhypothese angenommen. Geschlechterunterschiede zeigten sich im [themenbezogenen Interesse] und im [Freizeitinteresse].

Hypothese 6 muss abgelehnt werden. In keinem der untersuchten Fälle zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den unterteilten Experimentalgruppen.

Nach der Hypothesenbetrachtung des [treat1]-Clusters folgt die Darstellung der Ergebnisse und Hypothesen des Clusters [treat2].

### 3.2.2 Ergebnisse der [treat2] Schülergruppen der Klassenstufe 6

#### 3.2.2.1 [treat2] Allgemeine Untersuchung

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ ) und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt. Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Die Homogenität ist in allen Fällen durch nicht signifikante KS-Test Ergebnisse gegeben, was den t-Test für unabhängige Stichproben für alle Stichproben nahelegt. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben.

	Gruppe	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>Themenb. Interesse</b>	EXP	79	,705	,704 <sup>ns</sup>	41,54 <sub>(7,918)</sub>	,2179	0,31*
	KONT	78	,929	,354 <sup>ns</sup>	38,77 <sub>(8,039)</sub>		
<b>T. Interesse Forschen</b>	EXP	79	1,199	,113 <sup>ns</sup>	11,67 <sub>(2,313)</sub>	3,243	,001***
	KONT	78	1,026	,243 <sup>ns</sup>	10,36 <sub>(2,740)</sub>		
<b>T. Interesse Experimentieren</b>	EXP	79	1,033	,236 <sup>ns</sup>	15,33 <sub>(3,141)</sub>	3,440	,001***
	KONT	78	,851	,464 <sup>ns</sup>	13,38 <sub>(3,905)</sub>		
<b>Freizeitinteresse Physik</b>	EXP	79	,683	,739 <sup>ns</sup>	27,38 <sub>(5,685)</sub>	3,950	,000***
	KONT	78	,958	,318 <sup>ns</sup>	23,78 <sub>(5,729)</sub>		
<b>Einstellung</b>	EXP	76	,817	,517 <sup>ns</sup>	54,70 <sub>(9,476)</sub>	4,126	,000***
	KONT	76	1,019	,250 <sup>ns</sup>	47,57 <sub>(11,715)</sub>		
<b>Umfeld</b>	EXP	79	,767	,598 <sup>ns</sup>	18,75 <sub>(3,436)</sub>	1,704	,090 <sup>ns</sup>
	KONT	78	1,112	,168 <sup>ns</sup>	17,68 <sub>(4,365)</sub>		
<b>Selbstkonzept</b>	EXP	47	,642	,805 <sup>ns</sup>	30,30 <sub>(5,985)</sub>	5,555	,000***
	KONT	57	,660	,777 <sup>ns</sup>	23,25 <sub>(6,796)</sub>		

Abbildung 78: Cluster [treat2] Allgemeine Untersuchung  
Der Verfasser

Der Mittelwertvergleich an Hand des t-Tests ergibt ein deutliches Bild für die erhobenen Variablen der [treat 2]. Die rot dargestellte Variable des [häuslichen

Umfelds] zeigt sich einzig mit Werten über 0,05 im nicht signifikanten Bereich. Die grün hervorgehobenen Variablen des [Tätigkeitsinteresses Forschen] und [Tätigkeitsinteresses Experimentieren] zeigen sich mit einem Signifikanzwert von 0,001 höchstsignifikant verschieden zur Population der Kontrollgruppen. Die grün hervorgehobenen Variablen des [Freizeitinteresses an Physik], der [Einstellung] und des [Selbstkonzepts] zeigen sich mit einem Wert von 0,000 ebenfalls im höchstsignifikanten Bereich. Das [themenbezogenen Interesse] stellt sich mit 0,031 signifikant dar.

Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden:

*Schülerinnen und Schüler der 6. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von 3 Jahren am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben, zeigen ein höheres Interesse an forschenden und experimentierenden Tätigkeiten und ein gesteigertes Interesse an physikalischen Themen sowie physikalischen Inhalten in ihrer Freizeit. Darüber hinaus verfügen diese Schüler über eine bessere Einstellung zum Themenkomplex der Naturwissenschaft und ein stärkeres Selbstkonzept in naturwissenschaftlichen Fächern.*

*Schülerinnen und Schüler der 6. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von 3 Jahren am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben, zeigen kein stärker durch Fördermaßnahmen naturwissenschaftlicher Bildung geprägtes häusliches Umfeld, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.*

3.2.2.2 [treat2] Geschlechterspezifische Untersuchung

Vor einer genauen Auseinandersetzung mit den zugeordneten Hypothesen dieser Stichprobe müssen, wie im vorhergehenden Kapitel geschlechterspezifische Unterschiede, wie sie sich im Feld der Schülerlaborerhebungen zeigen (Vgl. Kapitel 1.3.1) ausgeschlossen werden, um obige allgemeine Aussage einschränkend oder erweiternd spezifizieren. Anwendung findet hier wiederholt der t-Test.<sup>68</sup>

	Geschlecht	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>EXP themenb. Interesse</b>	Junge	41	43,54 <sub>(6,641)</sub>	2,392	,019 <sup>ns</sup>
	Mädchen	38	39,39 <sub>(8,679)</sub>		
<b>KONT themenb. Interesse</b>	Junge	38	40,39 <sub>(8,056)</sub>	1,764	,082 <sup>ns</sup>
	Mädchen	40	37,23 <sub>(7,810)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Forschen</b>	Junge	41	11,29 <sub>(2,305)</sub>	-1,522	,132 <sup>ns</sup>
	Mädchen	38	12,08 <sub>(2,283)</sub>		
<b>KONT T. Interesse Forschen</b>	Junge	38	9,84 <sub>(2,736)</sub>	-1,642	,105 <sup>ns</sup>
	Mädchen	40	10,85 <sub>(2,685)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Experimentieren</b>	Junge	41	15,78 <sub>(3,021)</sub>	1,333	,186 <sup>ns</sup>
	Mädchen	38	14,84 <sub>(3,234)</sub>		
<b>KONT T. Interesse Experimentieren</b>	Junge	38	13,97 <sub>(3,476)</sub>	1,304	,196 <sup>ns</sup>
	Mädchen	40	12,83 <sub>(4,242)</sub>		
<b>EXP Freizeitinteresse Physik</b>	Junge	41	27,73 <sub>(5,792)</sub>	,569	,571 <sup>ns</sup>
	Mädchen	38	27,00 <sub>(5,619)</sub>		
<b>KONT Freizeitinteresse Physik</b>	Junge	38	24,05 <sub>(5,035)</sub>	,404	,687 <sup>ns</sup>
	Mädchen	40	23,53 <sub>(6,373)</sub>		
<b>EXP Einstellung</b>	Junge	40	55,88 <sub>(8,389)</sub>	1,144	,256 <sup>ns</sup>
	Mädchen	36	53,39 <sub>(10,519)</sub>		
<b>KONT Einstellung</b>	Junge	36	48,97 <sub>(11,848)</sub>	,993	,324 <sup>ns</sup>
	Mädchen	40	46,30 <sub>(11,596)</sub>		

<sup>68</sup> Anm. Die Kontrolle der Variablen mit dem U-Test erbrachte auch hier keine Unterschiede zum t-Test.

<b>EXP Umfeld</b>	Junge	41	19,73 <sub>(3,042)</sub>	2,756	,007 <sup>ns</sup>
	Mädchen	38	17,68 <sub>(3,557)</sub>		
<b>KONT Umfeld</b>	Junge	38	18,42 <sub>(4,397)</sub>	1,474	,145 <sup>ns</sup>
	Mädchen	40	16,98 <sub>(4,270)</sub>		
<b>EXP Selbstkonzept</b>	Junge	28	31,64 <sub>(5,286)</sub>	1,924	,061 <sup>ns</sup>
	Mädchen	19	28,32 <sub>(6,532)</sub>		
<b>KONT Selbstkonzept</b>	Junge	24	24,54 <sub>(8,113)</sub>	1,234	,223 <sup>ns</sup>
	Mädchen	33	22,30 <sub>(5,598)</sub>		

Abbildung 79: Cluster [treat2] Geschlechterspezifische Untersuchung  
Der Verfasser

Einzig die Variable des [themenbezogenen Interesses] zeigt im Vergleich der Geschlechter Unterschiede in den Populationen der Experimentalgruppe.

	Gruppen	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>th. Interesse</b>	EXP M	41	43,54 <sub>(6,641)</sub>	1,897	,062 <sup>ns</sup>
	KONT M	38	40,39 <sub>(8,056)</sub>		
<b>th. Interesse</b>	EXP W	38	39,39 <sub>(8,679)</sub>	1,162	,249 <sup>ns</sup>
	KONT W	40	37,23 <sub>(7,810)</sub>		
<b>th. Interesse</b>	EXP M	41	43,54 <sub>(6,641)</sub>	3,922	,000 <sup>***</sup>
	KONT W	40	37,23 <sub>(7,810)</sub>		
<b>th. Interesse</b>	EXP W	38	39,39 <sub>(8,679)</sub>	-5,21	,604 <sup>ns</sup>
	KONT M	38	40,39 <sub>(8,056)</sub>		

Abbildung 80: Cluster [treat2] Geschlechterspez. Unterschiede themenb. Int.  
Der Verfasser

Ein deutlicher Unterschied zeigt sich geschlechterspezifisch nur zwischen den Jungen der Experimentalgruppe und den Jungen der Kontrollgruppe. Ein Unterschied zwischen den Jungen und Mädchen der Experimentalgruppe wurde bereits festgestellt. Es bleibt daher spezifizierend festzuhalten:

*Schülerinnen und Schüler der 6. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von 3 Jahren am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben, zeigen interne Unterschiede im Interesse an Themen aus dem Spektrum der Physik.*

Nach der genaueren Betrachtung von geschlechtsbezogenen Unterschieden wird nun ein weiterer Blick unter dem Blickwinkel des Elternengagements auf die Variablen geworfen.

## 3.2.2.3 [treat2] Engagementspezifische Untersuchung

Ein weiterer Vergleichsansatz ergibt sich aus der Unterteilung der Experimentalgruppe in Gruppen mit Elternengagement am Projekt Miniphänomena und Eltern, die sich nicht, wie in Kapitel 1.1 beschrieben, am Projekt beteiligt haben. Vor dem Vergleich der Gruppen auf Unterschiede zeigt sich ein Grundproblem an zahlreichen Stichproben – die Größe der Stichprobe der Schüler, deren Eltern am Projekt teilgenommen haben, ist deutlich geringer, als die Gruppe der Schüler, deren Eltern nicht am Projekt teilgenommen haben. Dies ergibt sich schon aus dem freiwilligen Ansatz des Projektes und der großen Anzahl der Schüler im Vergleich zu benötigten Elternkräften im Projekteinsatz. Für zahlreiche der folgenden Stichproben von denen, bei angenommenen mittleren Effekten der Projektteilnahme, viele zu geringe Stichprobengrößen haben (Vgl. Bortz, 2005, S.145.). Geringe Stichprobenumfänge unter dem Wert  $N=20$  sind daher betont hervorgehoben und werden zur Auswertung nicht heran gezogen.

	Engagement	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>EXP themenbez. Interesse</b>	Ja	23	42,61 <sub>(7,890)</sub>	,725	,471 <sup>ns</sup>
	Nein	54	41,17 <sub>(8,030)</sub>		
<b>EXP T.Interesse Forschen</b>	Ja	23	11,43 <sub>(2,519)</sub>	-,624	,535 <sup>ns</sup>
	Nein	54	11,80 <sub>(2,243)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Experimentieren</b>	Ja	23	15,43 <sub>(3,462)</sub>	,011	,991 <sup>ns</sup>
	Nein	54	15,43 <sub>(2,994)</sub>		
<b>EXP Freizeitinteresse Physik</b>	Ja	23	27,35 <sub>(5,524)</sub>	-,147	,884 <sup>ns</sup>
	Nein	54	27,56 <sub>(5,762)</sub>		
<b>EXP Einstellung</b>	Ja	23	52,61 <sub>(9,755)</sub>	-1,393	,168 <sup>ns</sup>
	Nein	51	55,92 <sub>(9,338)</sub>		
<b>EXP Umfeld</b>	Ja	23	19,78 <sub>(3,261)</sub>	1,581	,118 <sup>ns</sup>
	Nein	54	18,46 <sub>(3,391)</sub>		
<b>EXP Selbstkonzept</b>	Ja	17	32,41 <sub>(4,624)</sub>	1,872	,068 <sup>ns</sup>
	Nein	30	29,10 <sub>(6,397)</sub>		

Abbildung 81: Cluster [treat2] Engagementspezifische Untersuchung  
Der Verfasser

Es zeigt sich in keinem der betrachteten Fälle ein signifikanter Unterschied zwischen den betrachteten Gruppen. Es bleibt daher, bei nochmaligem Hinweis zur Eingrenzung der Deutung durch den mit 23 Personen immer noch als gering einzuschätzenden Stichprobenumfang, ergänzend festzuhalten:

*Schülerinnen und Schüler deren Eltern am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen keinen Unterschied in Bezug auf ihr Interesse, Einstellung, Selbstkonzept oder häusliches Umfeld gegenüber Schülerinnen und Schülern deren Eltern nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben.*

## 3.2.2.4 [treat2] Vertiefende Analyse – Einstellung

Vor der übergreifenden Hypothesenprüfung der Gruppe [treat2] soll an dieser Stelle eine Analyse der Variable [Einstellung] vorgenommen werden, die einzig an dieser Gruppe in dieser Ebene der Untersuchung erhoben wurde. Festgestellt wurde schon ein grundlegender Unterschied zwischen den Populationen der Experimental- und Kontrollgruppe. Durch Verwendung eines semantischen Differentials (Vgl. Kapitel 1.6.2, Kapitel 2.3.5) können an dieser Stelle zentrale Unterschiede der einzelnen Ausprägungen der Einstellung in Anlehnung an Dengler (1995) festgehalten werden.

	Gruppe	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
langweilig / interessant	EXP	76	5,51 <sub>(1,587)</sub>	2,443	,016**
	KONT	76	4,88 <sub>(1,600)</sub>		
unwichtig / wichtig	EXP	76	5,51 <sub>(1,390)</sub>	2,965	,004**
	KONT	76	4,79 <sub>(1,611)</sub>		
anstrengend / entspannend	EXP	76	5,17 <sub>(1,310)</sub>	4,457	,000***
	KONT	76	4,14 <sub>(1,521)</sub>		
geplant / spontan	EXP	76	5,20 <sub>(1,386)</sub>	3,269	,001***
	KONT	76	4,41 <sub>(1,585)</sub>		
abweisend / begeisternd	EXP	76	5,46 <sub>(1,455)</sub>	4,092	,000***
	KONT	76	4,41 <sub>(1,706)</sub>		
unklar / verständlich	EXP	76	5,33 <sub>(1,509)</sub>	2,698	,008**
	KONT	76	4,59 <sub>(1,842)</sub>		
überflüssig / nutzbringend	EXP	76	5,58 <sub>(1,339)</sub>	2,562	,011*
	KONT	76	4,95 <sub>(1,680)</sub>		
negativ / positiv	EXP	76	5,86 <sub>(1,283)</sub>	3,173	,002**
	KONT	76	5,12 <sub>(1,566)</sub>		
bedeutungslos / angesehen	EXP	76	5,45 <sub>(1,399)</sub>	1,600	,112 <sup>ns</sup>
	KONT	76	5,08 <sub>(1,440)</sub>		
eintönig / abwechslungsreich	EXP	76	5,63 <sub>(1,384)</sub>	1,857	,065 <sup>ns</sup>
	KONT	76	5,20 <sub>(1,497)</sub>		

Abbildung 82: Cluster [treat2] Vertiefende Analyse Einstellung  
Der Verfasser

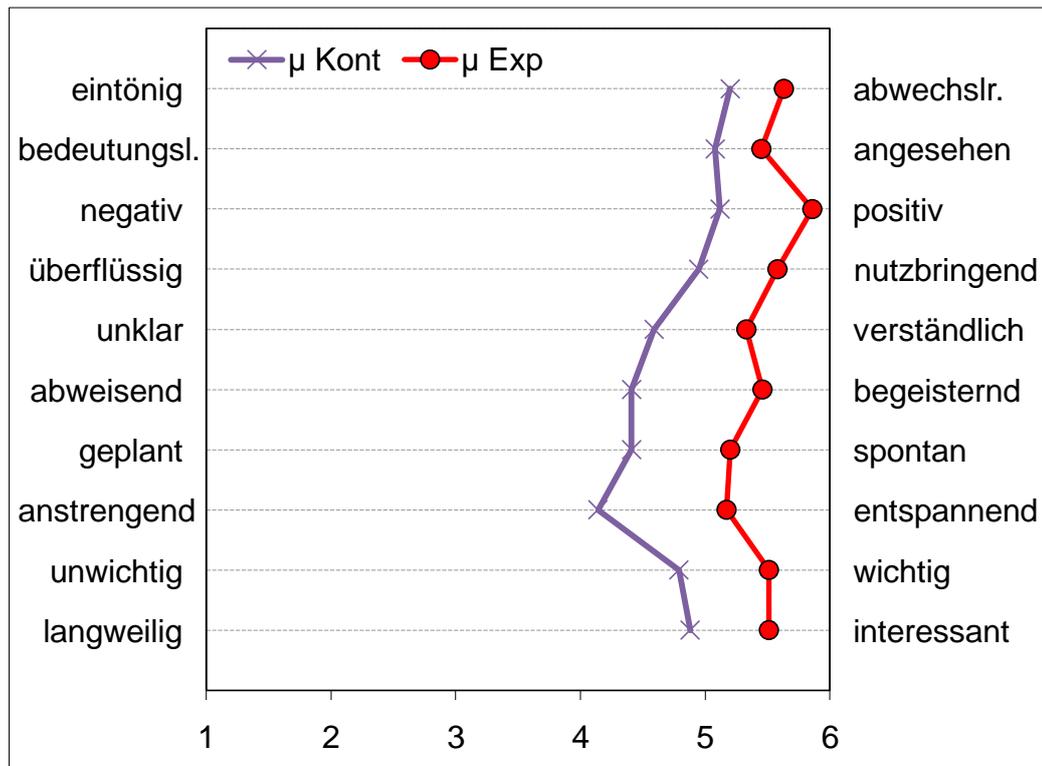


Abbildung 83: Cluster [treat2] Semantisches Differential Einstellung Der Verfasser

Einschränkend muss erwähnt werden, dass sich die Einstellung auf den Begriff „Naturwissenschaft“ bezieht, da wie dargestellt, noch kein fundierter Physikbegriff bei der untersuchten Population vorausgesetzt werden konnte. Der Begriff Naturwissenschaft ist damit nicht der tatsächlichen Bedeutung gleichzusetzen, sondern ist vor allem durch das Fach „Nawi“ (Naturwissenschaft) und damit auch durch die anderen Naturwissenschaften Biologie oder Chemie geprägt.

Im Verlauf der Untersuchung wurden die Schüler allerdings über die Bedeutung des Begriffes „Naturwissenschaft“, im Kontext der Untersuchung aufgeklärt und durch die Steuerung der anderen Fragen des Fragebogens, die sich nur mit Themengebieten der Physik befassen ist von einer starken Orientierung zur Physik bei dieser Frage auszugehen.

Das Bild der Schülereinstellungen zeigt sich bei der Experimentalgruppe stets über alle Werte hinweg positiver ausgeprägt, als bei der Kontrollgruppe, jedoch dabei nicht über alle Begriffe homogen. Deutliche (signifikante bis höchstsignifikante) Unterschiede sind bei 8 der 10 Begriffe zu erkennen. Speziell

die Einschätzung *Naturwissenschaft sei anstrengend* ist in der Experimentalgruppe deutlich geringer vertreten. Es kann damit spezifizierend zum Bild der allgemeinen Einstellungsdarstellung festgehalten werden:

*Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben beschreiben den Begriff „Naturwissenschaft“ häufiger als positiv, nutzbringend, verständlich, begeisternd, spontan, entspannend, wichtig und interessant, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben.*

Nach dieser genauen Betrachtung folgt nun die Analyse der aufgestellten Hypothesen an Hand der ermittelten Ergebnisse.

### 3.2.2.5 [treat2] Hypothesenprüfung

Die Ergebnisse legen nahe, die in Kapitel 2.1 aufgestellten Hypothesen nur teilweise als bestätigt anzunehmen. Für einen Teil der Hypothesen muss die Nullhypothese angenommen werden. Folgende Ausführungen machen dies zusammenfassend deutlich.

1. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [themenbezogenes Interesse] der Schülerinnen und Schüler
2. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Tätigkeitsinteresse] der Schülerinnen und Schüler
3. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Freizeitinteresse] der Schülerinnen und Schüler
4. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [Einstellung] der Schülerinnen und Schüler
5. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [häusliches Umfeld] der Schülerinnen und Schüler
6. das treatment Miniphänomenta erhöht die Variable [fachspezifisches Selbstkonzept] der Schülerinnen und Schüler
7. das treatment Miniphänomenta erhöht die abhängigen Variablen bei beiden Geschlechtern
8. das treatment Miniphänomenta erhöht die abhängigen Variablen bei Schülerinnen und Schülern, deren Eltern am Nachbau des Experimentierfeldes der Miniphänomenta beteiligt sind, am stärksten.

Hypothese 1 muss an Hand der Ergebnisse mit Einschränkungen angenommen werden. Die Variable [themenbez. Interesse] zeigt insgesamt deutliche Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe, bei der geschlechterspezifischen Untersuchung zeigen sich deutlich Unterschiede jedoch nur zwischen den Jungen der Experimentalgruppe und den Mädchen der Kontrollgruppe.

Hypothese 2 kann ohne Einschränkungen angenommen werden. Das [Tätigkeitsinteresse] der Schülerinnen und Schüler zeigt sich allgemein signifikant unterscheidbar zwischen Experimental- und Kontrollgruppen.

Hypothese 3 kann angenommen werden. Der Vergleich der Mittelwerte zeigt hier deutliche Unterschiede.

Hypothese 4 kann ohne Einschränkungen angenommen werden. Die [Einstellung zum Begriff Naturwissenschaft] zeigt sich in der Experimentalgruppe deutlich positiver orientiert, als in der Kontrollgruppe.

Hypothese 5 wird an Hand der Ergebnisse verworfen. Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede im [häuslichen Umfeld] der Schülerinnen und Schüler.

Hypothese 6 kann durch die Ergebnisse der Untersuchung verifiziert werden. Der Mittelwertvergleich zeigt höchstsignifikante Unterschiede in den Untersuchungsgruppen.

Hypothese 7 kann nicht angenommen werden. Das themenbezogene Interesse zeigt Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen.

Die Hypothese 8 kann auch hier auf Grund fehlender Mittelwertsunterschiede verworfen werden. Nach der Hypothesenbetrachtung des Clusters [treat2] folgt nun die Ergebnisdarstellung des Clusters [treat3]

### 3.2.3 Ergebnisse der [treat3] Schülergruppen der Klassenstufe 5

#### 3.2.3.1 [treat3] Allgemeine Untersuchung

Überblickend werden im Folgenden die Ergebnisse der Stichprobenvergleiche an Hand der Stichprobenkenngrößen Mittelwert ( $\mu$ ), Standardabweichung ( $\sigma$ ) und den Testkenngrößen (T, p) dargestellt. Alle Stichproben sind vor der weitergehenden Untersuchung einem Kolmogorov-Smirnov Test unterzogen worden. Die Homogenität ist in allen Fällen durch nicht signifikante KS-Test Ergebnisse gegeben, was den t-Test für unabhängige Stichproben für alle Stichproben nahelegt. Der zentrale Wert der Irrtumswahrscheinlichkeit ist farblich hervorgehoben. Die Variable Einstellung wird in der Klassenstufe 5 nicht erhoben, die Variable Selbstkonzept wurde auf Grund der niedrigen Stichprobengröße ( $N_{\text{Kont}} < 15$ ) ausgeschlossen.

	Gruppe	N	KS Z-Wert	KS Sig.	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
themenbez. Interesse	EXP	59	,509	,985	36,97 <sub>(12,004)</sub>	1,678	,097 <sup>ns</sup>
	KONT	33	,880	,421	32,52 <sub>(12,553)</sub>		
T. Interesse Forschen	EXP	59	1,316	,063	10,12 <sub>(3,097)</sub>	2,324	,022 <sup>**</sup>
	KONT	33	,932	,351	8,42 <sub>(3,775)</sub>		
T. Interesse Experimentieren	EXP	60	,820	,552	12,95 <sub>(4,216)</sub>	2,095	,039 <sup>**</sup>
	KONT	36	,513	,921	11,00 <sub>(4,733)</sub>		
Freizeitinteresse Physik	EXP	60	,481	,975	24,85 <sub>(8,109)</sub>	2,039	,044 <sup>**</sup>
	KONT	35	,463	,983	21,20 <sub>(8,927)</sub>		
Umfeld	EXP	60	1,086	,189	17,93 <sub>(4,843)</sub>	-,150	,881 <sup>ns</sup>
	KONT	34	,729	,662	18,09 <sub>(4,776)</sub>		

Abbildung 84: cluster [treat3] Allgemeine Untersuchung  
Der Verfasser

Der Mittelwertvergleich an Hand des t-Tests ergibt ein durchgehendes Bild für die erhobenen Variablen der [treat 3]. Die grün dargestellten Variablen des [Tätigkeitsinteresses Forschen], [Tätigkeitsinteresses Experimentieren] und

[Freizeitinteresses Physik] zeigen sich signifikant stärker ausgeprägt in der Experimentalgruppe, als in der Kontrollgruppe. Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden:

*Schüler der 5. Jahrgangsstufe, die über einen Zeitraum von zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben, zeigen ein höheres Interesse an forschenden und experimentellen Tätigkeiten und ein höheres Freizeitinteresse an Physik, als ihre Mitschüler.*

3.2.3.2 [treat3] Geschlechterspezifische Untersuchung

Vor einer genauen Auseinandersetzung mit den zugeordneten Hypothesen dieser Stichprobe müssen, wie in vorhergehenden Kapiteln geschlechterspezifische Unterschiede, wie sie sich im Feld der Schülerlaborerhebungen zeigen (Vgl. Kapitel 1.3.2) ausgeschlossen werden, um obige allgemeine Aussage einschränkend oder erweiternd spezifizieren. Anwendung findet hier mit Hinweis auf Einschränkung der Aussagen auf Grund des limitierten Stichprobenumfangs, wiederholt der t-Test.<sup>69</sup>

Von zahlreichen der im folgenden dargestellten Stichproben geht nur stark eingeschränkte Aussagekraft aus da sie, bei angenommenen mittleren Effekten der Projektteilnahme, deutlich zu geringe Stichprobengrößen haben (Vgl. Bortz, 2005, S.145.). Geringe Stichprobenumfänge unter dem Wert N=20 sind daher betont hervorgehoben und werden zur Auswertung nicht heran gezogen.

	Geschlecht	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>EXP themenbez. Interesse</b>	Junge	27	40,70 <sub>(13,649)</sub>	2,274	,027*
	Mädchen	32	33,81 <sub>(9,536)</sub>		
<b>KONT themenb. Interesse</b>	Junge	20	33,55 <sub>(12,458)</sub>	,581	,565 <sup>ns</sup>
	Mädchen	13	30,92 <sub>(13,035)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Forschen</b>	Junge	27	10,56 <sub>(3,434)</sub>	,995	,324 <sup>ns</sup>
	Mädchen	32	9,75 <sub>(2,782)</sub>		
<b>KONT T. Interesse Forschen</b>	Junge	20	8,10 <sub>(3,307)</sub>	-,606	,549 <sup>ns</sup>
	Mädchen	13	8,92 <sub>(4,499)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Experimentieren</b>	Junge	27	13,67 <sub>(4,844)</sub>	1,195	,237 <sup>ns</sup>
	Mädchen	33	12,36 <sub>(3,595)</sub>		
<b>KONT T. Interesse Experimentieren</b>	Junge	22	11,23 <sub>(4,790)</sub>	,357	,724 <sup>ns</sup>
	Mädchen	14	10,64 <sub>(4,798)</sub>		
<b>EXP Freizeitinteresse Physik</b>	Junge	27	26,67 <sub>(9,282)</sub>	,1590	,117 <sup>ns</sup>
	Mädchen	33	23,36 <sub>(6,795)</sub>		
<b>KONT Freizeitinteresse Physik</b>	Junge	21	21,71 <sub>(8,951)</sub>	,412	,683 <sup>ns</sup>
	Mädchen	14	20,43 <sub>(9,171)</sub>		

<sup>69</sup> Anm. Die Kontrolle der Variablen mit dem U-Test erbrachte auch hier keine Unterschiede zum t-Test.

<b>EXP Umfeld</b>	Junge	27	18,41 <sub>(4,909)</sub>	,683	,497 <sup>ns</sup>
	Mädchen	33	17,55 <sub>(4,829)</sub>		
<b>KONT Umfeld</b>	Junge	20	17,70 <sub>(5,704)</sub>	-,561	,579 <sup>ns</sup>
	Mädchen	14	18,64 <sub>(3,128)</sub>		

Abbildung 85: Cluster [treat3] Geschlechterspezifische Untersuchung  
Der Verfasser

Der überwiegende Teil der untersuchten Variablen zeigt Unterschiede zwischen Jungen- und Mädchengruppen. Wiederholt zeigen sich geschlechterspezifische Unterschiede im [themenbezogenen Interesse], die im Folgenden auf Grund der limitierten Stichprobengröße der Kontrollgruppe nicht weiter betrachtet wird.

3.2.3.3 [treat3] Engagementspezifische Untersuchung

Ein weiterer Vergleichsansatz ergibt sich aus der Unterteilung der Experimentalgruppe in Gruppen mit Elternengagement am Projekt Miniphänomena und Eltern, die sich nicht, wie in Kapitel 1.1 beschrieben am Projekt beteiligt haben. Vor dem Vergleich der Gruppen auf Unterschiede zeigt sich ein Grundproblem an zahlreichen Stichproben – die Größe der Stichprobe der Schüler, deren Eltern am Projekt teilgenommen haben ist deutlich geringer, als die Gruppe der Schüler, deren Eltern nicht am Projekt teilgenommen haben.

Dies ergibt sich logisch schon aus dem freiwilligen Ansatz des Projektes und der großen Anzahl der Schüler im Vergleich zu benötigten Elternkräften im Projekteinsatz. Von zahlreichen der im folgenden dargestellten Stichproben geht nur stark eingeschränkte Aussagekraft aus da sie, bei angenommenen mittleren Effekten der Projektteilnahme, deutlich zu geringe Stichprobengrößen haben (Vgl. Bortz, 2005, S.145.). Geringe Stichprobenumfänge unter dem Wert N=20 sind daher betont hervorgehoben und werden zur Auswertung nicht heran gezogen.

	Engagement	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert
<b>EXP themenb. Interesse</b>	Ja	5	43,60 <sub>(9,711)</sub>	1,299	,199 <sup>ns</sup>
	Nein	54	36,35 <sub>(12,085)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Forschen</b>	Ja	5	11,60 <sub>(1,517)</sub>	1,121	,267 <sup>ns</sup>
	Nein	54	9,98 <sub>(3,177)</sub>		
<b>EXP T. Interesse Experimentieren</b>	Ja	5	14,20 <sub>(4,494)</sub>	,705	,484 <sup>ns</sup>
	Nein	54	12,80 <sub>(4,244)</sub>		
<b>EXP Freizeitinteresse Physik</b>	Ja	5	29,60 <sub>(6,542)</sub>	1,430	,158 <sup>ns</sup>
	Nein	54	24,24 <sub>(8,117)</sub>		
<b>EXP Freizeitinteresse Technik</b>	Ja	5	11,40 <sub>(3,050)</sub>	1,272	,209 <sup>ns</sup>
	Nein	54	9,28 <sub>(3,605)</sub>		
<b>EXP Umfeld</b>	Ja	5	20,60 <sub>(2,510)</sub>	1,353	,181 <sup>ns</sup>
	Nein	54	17,57 <sub>(4,913)</sub>		
<b>EXP Selbstkonzept</b>	Ja	2	26,50 <sub>(,707)</sub>	-,825	,419 <sup>ns</sup>
	Nein	21	29,00 <sub>(4,195)</sub>		

Abbildung 86: Cluster [treat3] Engagementspezifische Untersuchung  
Der Verfasser

Es zeigt sich darüber hinaus in keinem der betrachteten Fälle ein signifikanter Unterschied zwischen den betrachteten Gruppen. Die engagementspezifische Untersuchung ist damit abgeschlossen.

### [treat3] Hypothesenprüfung

Die Ergebnisse legen nahe die in Kapitel 2.1 aufgestellten Hypothesen teilweise zu verwerfen, und die Nullhypothesen anzunehmen. Folgende Liste macht dies zusammenfassend deutlich.

1. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [themenbezogenes Interesse] der Schülerinnen und Schüler
2. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [Tätigkeitsinteresse] der Schülerinnen und Schüler
3. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [Freizeitinteresse] der Schülerinnen und Schüler
4. das treatment Miniphänomente erhöht die Variable [häusliches Umfeld] der Schüler
5. das treatment Miniphänomente erhöht die abhängigen Variablen bei beiden Geschlechtern
6. das treatment Miniphänomente erhöht die abhängigen Variablen bei Schülerinnen und Schülern, deren Eltern am Nachbau des Experimentierfeldes der Miniphänomente beteiligt sind, am stärksten.

Für die Gruppe [treat3] wird für die Hypothesen 1 und 4 die Nullhypothese angenommen. Die Ergebnisse zeigen keine Unterschiede für die Variablen des [häuslichen Umfelds] und des [themenbezogenen Interesses]

Die Hypothesen 2 und 3 können als bestätigt angenommen werden. Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede bei beiden Variablen.

Die Hypothesen 5 und 6 werden auf Grund limitierter Stichprobengröße nicht nachgewiesen. Unterschiede in den Geschlechtern wurden zwar attestiert, konnten auf Grund der eingeschränkten Stichprobe aber nicht aussagekräftig bewiesen werden. Auch hier muss die Nullhypothese angenommen werden.

Nach der Darstellung der Untersuchungsvariablen an Hand interferenzstatistischer Verfahren folgt die Darstellung deskriptiver Aspekte des Miniphänomena Projekts aus Sicht der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler.

### 3.2.4 Deskriptive Aspekte des Miniphänomena Projektes

Mit Hilfe einer Skala und mehreren Einzelfragen, die z.T. als Zuordnungsvariablen im Rahmen der Auswertung der abhängigen Variablen dienen, wurden Aspekte des Projekts Miniphänomena im Sinne einer klassischen „Rückmeldung“ erfasst. Da diese deskriptiven Aspekte im empirischen Sinne nicht den Kriterien der übrigen Erhebung genügen, dürfen sie nur als Ausblick und Variablen mit Veranschaulichungscharakter im Rahmen der Ergebnisse verstanden werden.

Durchgehend erhobene Items waren die Frage nach der Dauer der Miniphänomena an der eigenen Schule und dem Beginn des Projektes an der Schule. Insgesamt zeigten sich hier in beiden Aufgaben zahlreiche Fehleingaben, die bei gesicherten Angaben der Lehrkräfte vor Ort darauf schließen lassen, dass die Zuordnung ein Problem für die Kinder darstellt.

Einige Kinder überschätzten sich bei den Angaben um ein Schuljahr oder gaben an die Miniphänomena wäre nur einmal an ihrer Schule gewesen; ein Eingabefehler der auch auf die falsche Formulierung der Frage zurück zu führen sein kann. Einigen Kindern war ebenfalls der Begriff Miniphänomena für die Experimentierstationen nicht bekannt. Die Fragen werden auf Grund dieser hohen Fehleranfälligkeit nicht in die Auswertung aufgenommen. Weitere Fragen, die durchgehend erhoben wurden waren:

- Haben deine Eltern oder jemand anderes aus deiner Familie geholfen die Miniphänomena nachzubauen?
- Wie viele Experimente aus der Miniphänomena fallen dir noch ein?

Die Fragen sollen vorangestellt behandelt werden, da sie sich auf die gesamte Gruppe der befragten Miniphänomentateilnehmer beziehen. Danach folgt die Betrachtung der deskriptiven Aspekte der Teilstichprobe der Sechstklässler.

### 3.2.4.1 Nachbau der Miniphänomenta Exponate

Haben deine Eltern oder jemand anderes aus deiner Familie geholfen die Miniphänomenta nachzubauen?

Nachbau	Häufigkeit	Prozent
Ja	45	21,3
Nein	166	78,7

Abbildung 87: deskriptive Aspekte Elternnachbau  
Der Verfasser

Die Frage nach dem Nachbau der Miniphänomenta durch die Eltern beantworteten 21,3 % der Miniphänomenteteilnehmer mit Ja, 78,7% der befragten Schülerinnen und Schüler verneint die Frage. Weniger, als  $\frac{1}{4}$  der Eltern der teilnehmenden Schüler sind im Nachbau der Miniphänomenta involviert gewesen. Der geringe Anteil der Eltern bezieht sich allerdings auf Grund der genauen Formulierung der Frage auf Eltern, die beim Nachbau der Miniphänomentastationen geholfen haben. Sonstige Beteiligungen sind in dieser Fragestellung nicht eingeschlossen. Einschränkend muss ebenfalls festgehalten werden, dass die ausgewertete Stichprobe das Cluster der 5.Klässler enthält, die auf Untersuchungsebene erst in Klasse 4 die Miniphänomenta an ihre Schule bekommen haben. Die Teilnahmequote der Eltern lag dabei fast bei 0. (Vgl. Kapitel 2.4) Eine um diese Stichprobe bereinigte Darstellung ergibt ein verändertes Bild.

Nachbau	Häufigkeit	Prozent
Ja	40	26,3
Nein	112	73,7

Abbildung 88: deskriptive Aspekte Elternnachbau bereinigt  
Der Verfasser

Die Beteiligung der Eltern liegt in der Gesamtstichprobe der Schulen, an denen die Miniphänomenta über mehrere Jahre fest implementiert war bei 26,3 %. Es kann daher als Ergebnis festgehalten werden:

*Mehr als ein Viertel der angesprochenen Eltern beteiligen sich aktiv am Aufbau der Miniphänomentaexponate.*

### 3.2.4.2 Erinnerungen an die Experimente des Miniphänomena Projekts

Wie viele Experimente aus der Miniphänomena fallen dir noch ein?

Für die Betrachtung der Frage nach der Erinnerung an Experimente der Miniphänomena ist zunächst eine Unterteilung der Stichprobe in die Cluster [treat1], [treat2] und [treat3] notwendig, da unterschiedliche Zeiträume mit den Gruppen verbunden sind. Danach erfolgt die deskriptive Betrachtung an Hand der Kenngrößen des Mittelwertes, Medianes, Modalwertes und der Quartile.

	[treat1]	[treat2]	[treat3]
<b>N</b>	75	77	60
<b>Mittelwert</b>	4,106	4,208	4,467
<b>Median</b>	4	4	4,5
<b>Modalwert</b>	5,00	4,00	1,00 <sup>a</sup>
<b>Standardabw.</b>	2,184	1,976	2,375
<b>Spannweite</b>	7	7	7
<b>Minimum</b>	1	1	1
<b>Maximum</b>	8	8	8
1. Q (25)	2	3	2,25
2. Q (50)	4	4	4,5
3. Q (75)	6	6	6

Abbildung 89: deskriptive Aspekte Erinnerung an Experimente  
Der Verfasser

Die Skala zur Messung der Erinnerung an Experimente aus der Miniphänomena umfasst 8 Punkte, wobei Punkt 8 besondere Gewichtung zukommt, weil die Wahl dieses Punktes ausdrückt mehr als 7 Experimente der Miniphänomena zu erinnern.

Allgemein zeigen sich an Hand der Darstellungen die Mittelwerte im Bereich 4 orientiert.

Der Median und somit der Mittelpunkt der Messwertreihe ist ebenfalls im Bereich von vier erinnerten Experimenten orientiert. Der Modalwert, als meist vertretener Wert zeigt sich in diesem Bild deutlich verschieden. In den Treatmentclustern 1 und 2, die sich wie bereits dargelegt generell in vielen Punkten der Erhebung

ähneln wird am zumeist der Wert vier bzw. 5 angegeben. Stark gegenläufig zeigt sich das Bild im der Treatmentcluster 3, deren häufigste Angabe der Wert 1 ist.

Eine detaillierte Betrachtung im weiteren Verlauf der Arbeit wird Aufschluss über diese Unterschiede geben. Die Spannweite der Messung ist über alle Skalenpunkte hinweg gefächert.

In der Betrachtung der Quartile sind vor allem das erste und das dritte Quartil zu beachten. Das 1. Quartil ist derjenige Punkt der Messwertskala, unterhalb dessen 25% der Messwerte liegen, also die Zahl, bei der mindestens 25% der Beobachtungen kleiner oder gleich und mindestens 75% der Beobachtungen größer oder gleich der Zahl sind. Analog dazu ist das 3. Quartil derjenige Punkt der Messwertskala, unterhalb dessen 75 % der Messwerte liegen, also die Zahl, bei der mind. 75% der Beobachtungen kleiner gleich und mind. 25% der Beobachtungen größer oder gleich dieser Zahl sind. Hier zeigt sich recht einheitlich für alle Gruppen, dass nur 25 % der Werte unter 2 bzw. 3 liegen und 25 % der Werte über oder gleich 6 sind.

Eine genaue Betrachtung der Verteilungen an Hand ihrer Extremwerte ergänzt die Aussage.

[treat1]	Häufigkeit	Prozent
1	13	17,3
2	9	12,0
3	7	9,3
4	11	14,7
5	15	20,0
6	10	13,3
7	3	4,0
8	7	9,3

Abbildung 90: deskriptive Aspekte Erinnerung an Experimente [treat1]  
Der Verfasser

17,3 % der Schülerinnen und Schüler der Gruppe[treat1] erinnern nur ein Experiment aus dem Fundus der Miniphänomena. 10,4 Prozent erinnern mehr als 7 Experimente.

[treat2]	Häufigkeit	Prozent
1	8	10,4
2	6	7,8
3	14	18,2
4	20	26,0
5	9	11,7
6	11	14,3
7	1	1,3
8	8	10,4

Abbildung 91: deskriptive Aspekte Erinnerung an Experimente [treat2]  
Der Verfasser

10,4 Prozent der Schülerinnen und Schüler der Gruppe [treat2] erinnern nur ein Experiment aus dem Fundus der Miniphänomente. 10,4 Prozent erinnern mehr als 7 Experimente.

[treat3]	Häufigkeit	Prozent
1	10	16,7
2	5	8,3
3	6	10,0
4	9	15,0
5	10	16,7
6	6	10,0
7	4	6,7
8	10	16,7

Abbildung 92: deskriptive Aspekte Erinnerung Experimente[treat3]  
Der Verfasser

16,7 Prozent der Schülerinnen und Schüler der Gruppe [treat3] erinnern nur ein Experiment aus dem Fundus der Miniphänomente. Ebenfalls 16,7 Prozent erinnern mehr als 7 Experimente.

Es kann allgemein für die drei Gruppen festgehalten werden:

*Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben erinnern sich nach mittleren, wie auch längeren Zeiträumen durchschnittlich an vier Experimente aus dem Fundus der Ausstellung. Circa. 10 -15% der teilnehmenden Schüler erinnern deutlich mehr oder deutlich weniger Experimente der Miniphänomente.*

3.2.4.3 Weitere Rückmeldungen zum Projekt Miniphänomenta

Für die Gruppe [treat2] der 6.Klässler folgt nun die deskriptive Einzelbetrachtung der einzelnen Aussagen an Hand der Kenngrößen des Mittelwertes, Medians, Modus und der Quartile. Wie im methodischen Teil der Arbeit beschrieben erfolgt die Erhebung der deskriptiven Aspekte aus forschungspraktischen Gründen nur an der Stichprobe der 6.Klässler, denen durch Pilotierungsergebnisse bestätigt ein umfangreicherer Fragebögen zugemutet werden konnte.

- Item001      An der Miniphänomenta hatte ich viel Spaß
- Item002      An der Miniphänomenta habe ich viel gelernt
- Item003      An der Miniphänomenta konnte ich eigene Vermutungen überprüfen
- Item004      An der Miniphänomenta habe ich oft mit Freunden experimentiert
- Item005      An der Miniphänomenta habe ich Lust bekommen öfter zu experimentieren
- Item006      An der Miniphänomenta habe ich Lust bekommen mehr über Natur und Technik zu erfahren
- Item007      An der Miniphänomenta habe ich gemerkt, dass ich selbst Antworten auf Fragen finden kann
- Item008      Über die Miniphänomenta haben wir zu Hause oft gesprochen
- Item009      Über die Miniphänomenta habe ich mit meinen Freunden oft gesprochen
- Item010      An der Miniphänomenta würde ich auch heute noch viel Spaß haben
- Item011      An der Miniphänomenta habe ich Dinge gelernt, die mir heute noch in der Schule helfen
- Item012      An der Miniphänomenta habe ich gelernt, ohne dass mich jemand dazu gezwungen hat
- Item013      An der Miniphänomenta habe ich gemerkt, dass ich selbst gut experimentieren kann

	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013
<b>N</b>	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
<b>Mittelwert</b>	4,13	3,76	3,88	4,07	3,91	3,78	3,71	3,12	3,64	3,97	3,58	3,96	3,96
<b>Median</b>	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
<b>Modus</b>	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5
<b>Standardabw.</b>	1,050	1,142	1,019	1,087	1,145	1,196	1,081	1,285	1,163	1,095	1,158	1,089	1,012
<b>Spannweite</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
<b>Minimum</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2

Maximum	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1. Q (25)	4	3	3	3,25	3	3	3	2	3	3	3	3	3
2. Q (50)	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
3. Q (75)	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5

Abbildung 93: deskriptive Aspekte Rückmeldungen Miniphänomenta  
Der Verfasser

Allgemein zeigen sich an Hand der Darstellungen Mittelwerte stark zu hohen Werten orientiert. Den niedrigsten Mittelwert erhält Aussage Nummer 008, hohe Mittelwerte über dem Wert 4 sind hervorgehoben die Aussagen 001 und 004. Ebenso zeigt sich der Median und somit der Mittelpunkt der Messwertreihe über dem arithmetischen Mittel und generell über dem Mittelpunkt der Likertskala orientiert. Der Modalwert, als häufigster Wert zeigt sich in diesem Bild über die Aussagen hinweg sogar überwiegend im Bereich von 5 Punkten. Die Spannweite der Messung ist dennoch über alle Skalenpunkte hinweg gefächert. Hervorzuheben ist, dass bei Aussage 13 keine totale Ablehnung der Aussage aufgetreten ist. Der Minimalwert liegt hier bei 2.

In der Betrachtung der Quartile sind vor allem das erste Quartil und das dritte Quartil zu beachten. Das 1. Quartil ist derjenige Punkt der Messwertskala, unterhalb dessen 25% der Messwerte liegen, also die Zahl, bei der mindestens 25% der Beobachtungen kleiner oder gleich und mindestens 75% der Beobachtungen größer oder gleich der Zahl sind. Analog dazu ist das 3. Quartil derjenige Punkt der Messwertskala, unterhalb dessen 75 % der Messwerte liegen, also die Zahl, bei der mind. 75% der Beobachtungen kleiner gleich und mind. 25% der Beobachtungen größer oder gleich dieser Zahl sind. Es lässt sich auch hier noch einmal der Trend bestätigen, da in 10 der 13 Fälle 25% der aufgenommenen Werte sich im Bereich von 5 befinden und in 12 der 13 Fälle nur 25 % der aufgenommenen Werte unter 3 bzw. 2 liegen. Es bleibt allgemein festzuhalten:

*Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben beschreiben das Projekt nach einem Zeitraum von 3 Jahren immer noch in sehr hohem Maße positiv. Die Miniphänomenta wird insbesondere als Lernort beschrieben an dem die Schülerinnen und Schüler viel lernen können und Spaß haben.*

An Hand der detaillierten Betrachtung der einzelnen Aufgaben sollen obige Aussagen an im evaluativen Sinne zentralen Punkten konkretisiert werden. Dazu wird zur sicheren Darstellung von allgemeinen Ergebnissen nur der Extremwert 5, als vollkommene Zustimmung zur Aussage verwendet. Die Daten werden dabei gerundet.

001 An der Miniphänomena hatte ich viel Spaß

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	2	2,6
stimmt wenig	5	6,6
stimmt teilweise	10	13,2
stimmt etwas	23	30,3
stimmt vollkommen	<b>36</b>	<b>47,4</b>

Abbildung 94: deskriptive Aspekte Item 001  
Der Verfasser

47 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie viel Spaß am Projekt hatten.

002 An der Miniphänomena habe ich viel gelernt

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	1	1,3
stimmt wenig	13	17,1
stimmt teilweise	15	19,7
stimmt etwas	21	27,6
stimmt vollkommen	<b>26</b>	<b>34,2</b>

Abbildung 95: deskriptive Aspekte Item 002  
Der Verfasser

34 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie viel durch das Projekt gelernt haben.

003 An der Miniphänomena konnte ich eigene Vermutungen überprüfen

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	1	1,3
stimmt wenig	7	9,2
stimmt teilweise	17	22,4

stimmt etwas	<b>26</b>	<b>34,2</b>
stimmt vollkommen	25	32,9

Abbildung 96: deskriptive Aspekte Item 003  
Der Verfasser

33 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie durch das Projekt eigene Vermutungen überprüfen konnten.

004 An der Miniphänomena habe ich oft mit Freunden experimentiert

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	1	1,3
stimmt wenig	9	11,8
stimmt teilweise	9	11,8
stimmt etwas	22	28,9
stimmt vollkommen	<b>35</b>	<b>46,1</b>

Abbildung 97: deskriptive Aspekte Item 004  
Der Verfasser

46% der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie durch das Projekt oft mit Freunden experimentieren konnten.

005 An der Miniphänomena habe ich Lust bekommen öfter zu experimentieren

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	2	2,6
stimmt wenig	11	14,5
stimmt teilweise	8	10,5
stimmt etwas	26	34,2
stimmt vollkommen	<b>29</b>	<b>38,2</b>

Abbildung 98: deskriptive Aspekte Item 005  
Der Verfasser

38 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie durch das Projekt Lust bekommen haben öfter zu experimentieren.

006 An der Miniphänomena habe ich Lust bekommen mehr über Natur und Technik zu erfahren

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	3	3,9
stimmt wenig	12	15,8
stimmt teilweise	10	13,2
stimmt etwas	25	32,9
stimmt vollkommen	<b>26</b>	<b>34,2</b>

Abbildung 99: deskriptive Aspekte Item 006  
Der Verfasser

34 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie durch das Projekt Lust bekommen haben mehr über Natur und Technik zu erfahren.

007 An der Miniphänomena habe ich gemerkt, dass ich selbst Antworten auf Fragen finden kann

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	2	2,6
stimmt wenig	10	13,2
stimmt teilweise	16	21,1
stimmt etwas	<b>28</b>	<b>36,8</b>
stimmt vollkommen	20	26,3

Abbildung 100: deskriptive Aspekte Item007  
Der Verfasser

26% der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie durch das Projekt gemerkt haben, dass sie selbst Antworten auf Fragen finden können.

008 Über die Miniphänomena haben wir zu Hause oft gesprochen

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	11	14,5
stimmt wenig	14	18,4
stimmt teilweise	17	22,4
stimmt etwas	<b>23</b>	<b>30,3</b>
stimmt vollkommen	11	14,5

Abbildung 101: deskriptive Aspekte Item 008  
Der Verfasser

15 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass über die Miniphänomena oft zu Hause gesprochen haben.

009 Über die Miniphänomena habe ich mit meinen Freunden oft gesprochen

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	5	6,6
stimmt wenig	10	13,2
stimmt teilweise	9	11,8
stimmt etwas	<b>35</b>	<b>46,1</b>
stimmt vollkommen	17	22,4

Abbildung 102: deskriptive Aspekte Item 009  
Der Verfasser

22 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie oft mit ihren Freunden über das Projekt gesprochen haben.

010 An der Miniphänomena würde ich auch heute noch viel Spaß haben

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt wenig	13	17,1
stimmt teilweise	7	9,2
stimmt etwas	25	32,9
stimmt vollkommen	<b>31</b>	<b>40,8</b>

Abbildung 103: deskriptive Aspekte Item 010  
Der Verfasser

40% der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie heute noch viel Spaß am Projekt Miniphänomena hätten.

011 An der Miniphänomena habe ich Dinge gelernt, die mir heute noch in der Schule helfen

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	4	5,3
stimmt wenig	11	14,5
stimmt teilweise	16	21,1
stimmt etwas	<b>27</b>	<b>35,5</b>

stimmt vollkommen	18	23,7
-------------------	----	------

Abbildung 104: deskriptive Aspekte Item 011  
Der Verfasser

24% der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie Dinge gelernt haben, die ihnen noch heute in der Schule helfen.

012 An der Miniphänomena habe ich gelernt, ohne dass mich jemand dazu gezwungen hat

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt gar nicht	2	2,6
stimmt wenig	7	9,2
stimmt teilweise	13	17,1
stimmt etwas	24	31,6
stimmt vollkommen	<b>30</b>	<b>39,5</b>

Abbildung 105: deskriptive Aspekte Item012  
Der Verfasser

40 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie an der Miniphänomena ohne äußeren Zwang arbeiten konnten.

013 An der Miniphänomena habe ich gemerkt, dass ich selbst gut experimentieren kann

Antwort	Häufigkeit	Prozent
stimmt wenig	8	10,5
stimmt teilweise	16	21,1
stimmt etwas	23	30,3
stimmt vollkommen	<b>29</b>	<b>38,2</b>

Abbildung 106: deskriptive Item 013  
Der Verfasser

38 % der an der Miniphänomena teilnehmenden Schülerinnen und Schüler beschreiben auch nach mehreren Jahren, dass sie durch die Miniphänomena merken konnten, dass sie selbst gut experimentieren können.

Die dargestellten Ergebnisse dieses Kapitels haben, wie bereits ausgeführt aus empirischer Sicht sekundären Charakter. Sie können aber beschreibend Tendenzen anzeigen und so als Ausblick auf zukünftige Arbeiten dienen. Dazu

bleibt hier kurz festzuhalten, dass sich in speziell die Punkte über den Austausch mit anderen Schülern und den Eltern inhomogen darstellen. Dies kann ein Ansatzpunkt für die genauere Betrachtung sein.

### 3.2.5 Zusammenfassende Hypothesenbetrachtung der Ebene 2

Vor der zusammenfassenden Hypothesenbetrachtung werden nun die zentralen Ergebnisse in ihren speziellen Ausführungen, allgemein als durch das treatment veränderte Variablen dargestellt.

Dazu werden die Stichprobenkennwerte, Signifikanzen der Mittelwertvergleiche und Effektstärken<sup>70</sup> dargestellt.

Kursiv hervorgehoben sind Variablen mit Einschränkungen, die sich aus den geschlechterspezifischen oder engagementspezifischen Betrachtungen ergeben.

	Gruppe	N	$\mu$ ( $\sigma$ )	T-Wert	p-Wert (Sig.)	Cohen's d
<i>[treat1] themenbez. Interesse Jungen</i>	EXP	38	43,71 (6,936)	2,117	,037*	0,561
	KONT	48	39,71 (10,528)			
[treat1] Tätigkeitsinteresse Forschen	EXP	75	12,24 (2,387)	3,870	,000***	0,612
	KONT	90	10,46 (3,346)			
[treat1] Tätigkeitsinteresse Experimentieren	EXP	75	16,05 (3,022)	2,739	,005**	0,434
	KONT	90	14,41 (4,398)			
[treat1] Freizeitinteresse Physik	EXP	75	27,77 (5,010)	3,137	,002**	0,50
	KONT	90	24,74 (7,000)			
[treat2] themenbez. Interesse	EXP	79	41,54 (7,918)	2,392	,019 <sup>ns</sup>	0,35
	KONT	78	38,77 (8,039)			
[treat2] Tätigkeitsinteresse Forschen	EXP	79	11,67(2,313)	3,243	,001**	0,516
	KONT	78	10,36(2,740)			
[treat2] Tätigkeitsinteresse Experimentieren	EXP	79	15,33(3,141)	3,440	,001**	0,550
	KONT	78	13,38(3,905)			
[treat2] Freizeitinteresse Physik	EXP	79	27,38(5,685)	3,950	,000***	0,631
	KONT	78	23,78(5,729)			
[treat2] Einstellung	EXP	76	54,70(9,476)	4,126	,000***	0,669
	KONT	76	47,57(11,715)			
[treat2] Selbstkonzept	EXP	47	30,30(5,985)	5,555	,000***	1,101

<sup>70</sup> Anm. Die Effektstärke wird nach Cohen als Differenz von Gruppenmittelwerten zu ihren Standardabweichungen berechnet. Die benötigte Varianzhomogenität wurde für alle Variablen bestätigt. Nach Cohen deutet  $d \geq 0,2$  auf einen kleinen Effekt,  $d \geq 0,5$  einen auf einen mittleren und  $d \geq 0,8$  einen starken Effekt. (Vgl. Bortz, 2005, S.120, S.139.)

	KONT	57	23,25(6,796)			
[treat3] Tätigkeitsinteresse Forschen	EXP	59	10,12(3,097)	2,324	,022 <sup>ns</sup>	0,492
	KONT	33	8,42(3,775)			
[treat3] Tätigkeitsinteresse Experimentieren	EXP	60	12,95(4,216)	2,095	,039 <sup>ns</sup>	0,43
	KONT	36	11,00(4,733)			
[treat3] Freizeitinteresse Physik	EXP	60	24,85(8,109)	2,039	,044 <sup>ns</sup>	0,428
	KONT	35	21,20(8,927)			

Abbildung 107: Zusammenfassende Ergebnisse Ebene 2  
Der Verfasser

Die Ergebnisse werden nun mit den erweiterten Angaben zur Effektstärke für jedes Treatmentcluster noch einmal zusammengefasst.

### 3.2.5.1 Zusammenfassung [treat 1]

(Schüler der 5. Jahrgangsstufe, 4 Jahre Miniphänomenta)

Schülerinnen und Schüler, die über einen Zeitraum von vier Jahren am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben, zeigen ein höchstsignifikant stärkeres Interesse an forschenden Tätigkeiten und hochsignifikant stärkeres Interesse an experimentierenden Tätigkeiten. Die Miniphänomenta übt einen mittleren Effekt auf das Interesse an forschenden Tätigkeiten und einen schwachen Effekt auf das Interesse an experimentellen Tätigkeiten aus. Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen ein signifikant stärkeres Interesse an physikalischen Inhalten in ihrer Freizeit. Die Miniphänomenta übt einen mittleren Effekt auf das Freizeitinteresse an Physik aus.

Schülerinnen und Schüler zeigen geschlechterspezifische Unterschiede beim Interesse an forschenden Tätigkeiten und themenbezogenen Interessen. Schüler die am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen ein höheres Interesse an forschenden Tätigkeiten, als Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben und Schülerinnen, die am Projekt teilgenommen haben. Schülerinnen zeigen generell ein höheres Interesse an forschenden Tätigkeiten, als Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben. Schülerinnen, die am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen ein höheres Interesse an forschenden Tätigkeiten, als ihre männlichen Mitschüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.

Schüler, die am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen ein signifikant höheres Interesse an physikalischen Themen, als Jungen, die nicht am Projekt teilgenommen haben. Die Miniphänomenta übt einen mittleren Effekt auf das Interesse an physikalischen Themen bei teilnehmenden Jungen aus.

Schülerinnen und Schüler, deren Eltern am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben zeigen keinen Unterschied in Bezug auf ihr Interesse oder häusliches Umfeld gegenüber Schülerinnen und Schülern deren Eltern nicht am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben.

Das häusliche Umfeld teilnehmender Schülerinnen und Schüler zeichnet sich nicht durch verstärkte Fördermaßnahmen naturwissenschaftlicher Bildung aus.

### 3.2.5.2 Zusammenfassung [treat 2]

(Schüler der 6. Jahrgangsstufe, 3 Jahre Miniphänomena)

Schülerinnen und Schüler, die über einen Zeitraum von drei Jahren am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben, zeigen ein höheres Interesse an physikalischen Themen, forschenden und experimentierenden Tätigkeiten und ein gesteigertes Interesse an physikalischen Inhalten in ihrer Freizeit. Die Miniphänomena übt einen schwachen Effekt auf das auf physikalische Themen bezogene Interesse, einen mittleren Effekt auf physikalische Tätigkeits- und Freizeitinteressen aus.

Darüber hinaus verfügen diese Schülerinnen und Schüler über eine bessere Einstellung zum Themenkomplex der Naturwissenschaft und ein stärkeres Selbstkonzept in naturwissenschaftlichen Fächern. Die Miniphänomena übt einen mittleren Effekt auf die Einstellung zum Thema „Naturwissenschaft“ und einen starken Effekt auf das Selbstkonzept aus.

Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben beschreiben den Begriff „Naturwissenschaft“ häufiger als positiv, nutzbringend, verständlich, begeisternd, spontan, entspannend, wichtig und interessant, als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben.

Schülerinnen und Schüler zeigen geschlechterspezifische Unterschiede bei themenbezogenen Interessen.

Schülerinnen und Schüler deren Eltern am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben zeigen keinen Unterschied in Bezug auf ihr Interesse, ihre Einstellung, ihr fachspezifisches Selbstkonzept oder häusliches Umfeld gegenüber Schülerinnen und Schülern deren Eltern nicht am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben.

Das häusliche Umfeld teilnehmender Schülerinnen und Schüler zeichnet sich nicht durch verstärkte Fördermaßnahmen naturwissenschaftlicher Bildung aus.

### 3.2.5.3 Zusammenfassung [treat 3]

(Schüler der 5. Jahrgangsstufe, 2 Wochen Miniphänomena)

Schülerinnen und Schüler die über einen Zeitraum von zwei Wochen am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben, zeigen noch ein Jahr danach ein höheres Interesse an forschenden und experimentierenden Tätigkeiten und ein gesteigertes Interesse an physikalischen Inhalten in ihrer Freizeit. Die Miniphänomena übt hier einen schwachen Effekt auf physikalische Tätigkeits- und Freizeitinteressen aus.

Das häusliche Umfeld und das Interesse an Themen der Physik zeigen sich bei Schülerinnen und Schülern, die am Projekt Miniphänomena teilgenommen haben vergleichbar zu Schülerinnen und Schülern, die nicht am Projekt teilgenommen haben.

#### 3.2.5.4 Hypothetische Zusammenfassung der Ebenen [treat1] und [treat2]

Die Cluster [treat1] und [treat2] sollen an dieser Stelle auf Grund der deutlichen Deckungsgleichheit in der Treatmentwirkung auf die erhobenen Variablen als „Treatmentwirkung auf die Orientierungsstufe der Sekundarstufe“ bezeichnet werden. Die Ergebnisse der 5. und 6. Klasse können so als gemeinsames Gesamtergebnis angegeben werden. Dieser Schritt muss vorher diskutiert werden. Unterschiede in den deckungsgleich erhobenen Variablen zwischen [treat1] und [treat2] zeigen sich lediglich in der Effektstärke der Variable [Tätigkeitsinteresse am Experimentieren], dafür deutliche Unterschiede in den Effektstärken zum Cluster [treat3]. Die Effektstärke des themenbezogenen Interesses bezieht sich für [treat1] nur auf die Gruppe der Jungen, kann daher auch nur eingeschränkt gleich gesetzt werden. Zu weiterer Analyse wird es nicht verwendet.

Der Vergleich im Rahmen einer einfaktoriellen Varianzanalyse für unabhängige Stichproben (Parametrie an Hand KS-Test bestätigt) ergibt signifikante bis höchstsignifikante Ergebnisse für die Variablen [Tätigkeitsinteresse Forschen], [Tätigkeitsinteresse Experimentieren] und [Freizeitinteresse Physik] der unterschiedlichen Treatmentebenen; es kann daher von mindestens einem Unterschied zwischen den Gruppen ausgegangen werden.

An Hand eines a posteriori Tests nach Waller und Duncan (multipler Rangtest) können die Variablen homogenen Untergruppen zugeordnet werden. (Vgl. Bühl, 2006, S.308f.)

	[treat]	N	1	2
<b>Tätigkeitsinteresse Forschen</b>	3	92	9,51	
	2	157		11,02
	1	165		11,27
<b>Tätigkeitsinteresse Experimentieren</b>	3	96	12,22	
	2	157		14,36
	1	165		15,16
<b>Freizeitinteresse Physik</b>	3	95	23,51	
	2	157		25,59
	1	165		26,12

Abbildung 108: Multipler Rangtest [treat1] und [treat2]  
Der Verfasser

Es zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen [treat1] und [treat2], hingegen die angenommenen signifikanten Unterschiede zur Gruppe [treat3]. Von einer Ähnlichkeit der Gruppen [treat1] und [treat2] in Bezug auf obige drei Variablen ist daher auszugehen.

Die Variablen [Einstellung] und [Selbstkonzept] wurden in der 5. Klassenstufe nicht untersucht, es kann daher nur von einem hypothetisch ähnlichen Verlauf in der 5. Klassenstufe ausgegangen werden, da deutliche Effektstärken noch in der 6. Klassenstufe erkennbar sind. Genau ist dies allerdings nicht durch das vorliegende Datenmaterial zu klären und obliegt so zukünftigen Studien.

Unter genannten Einschränkungen sind die beiden Ebenen [treat1] und [treat2] bedingt vergleichbar. Beschränkt auf die drei dargestellten Variablen sind sie deutlich als vergleichbar zu sehen.

### 3.2.5.5 Zusammenfassung der deskriptiven Aspekte

Mehr als ein Viertel der durch das Projekt Miniphänomente angesprochenen Eltern beteiligen sich aktiv am Aufbau der Miniphänomenteausstellungen. Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben erinnern sich nach mittleren, wie auch längeren Zeiträumen durchschnittlich an vier Experimente aus dem Fundus der Ausstellung. Circa. 10 -15% der teilnehmenden Schüler erinnern deutlich mehr oder deutlich weniger Experimente der Miniphänomente. Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben beschreiben das Projekt nach einem Zeitraum von drei Jahren immer noch in sehr hohem Maße positiv. Die Miniphänomente wird insbesondere als Lernort beschrieben, an dem die Schülerinnen und Schüler viel lernen können und Spaß haben.

### 3.2.5.6 Vertiefende Betrachtung der veränderten Variablen

Wie zu Beginn des Abschnitts dargestellt stellen sich zentrale Veränderungen im [Tätigkeitsinteresse] und [Freizeitinteresse] im Cluster [treat1] und Veränderungen im [themenbezogenen Interesse], [Tätigkeitsinteresse], [Freizeitinteresse], der [Einstellung] und dem [Selbstkonzept] im Cluster [treat2] dar. Im Cluster [treat3] zeigen sich Veränderungen im [Tätigkeitsinteresse] und [Freizeitinteresse].

Der Charakter zahlreicher Items zielt trotz stark kontrollierter und homogen nachgewiesener Skalierung (Vgl. Kapitel 2.3.5) auf unterschiedliche Objekte ab. Ein vertiefender Blick auf einzelne Items kann so das allgemeine Bild weiter spezifizieren. Dargestellt werden dazu in Folge die Items, die sich im Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe an oben dargestellten Stichproben durch höchstsignifikante Unterschiede auszeichnen, also viel zum Gesamtergebnis beitragen.<sup>71</sup> Da auch in diesem Fall aus Gründen des gestiegenen Aufwands auf einen KS-Test der einzelnen Items verzichtet wurde, wurde stattdessen der Vergleich von nonparametrischem U-Test und parametrischem t-Test vorgenommen. Die Ergebnisse variieren dabei nur in der Höhe des Signifikanzniveaus. Da die Ausführungen nur ergänzenden Charakter haben sei an dieser Stelle nur kurz auf die Items eingegangen.

In der Gruppe [treat1] zeigen sich höchstsignifikante Unterschiede an drei Items. Im Bereich des [Tätigkeitsinteresses an Forschen] zeigt sich das Item 003 ( $t=157,238$ ) höchstsignifikant unterschieden zwischen Experimental- und Kontrollgruppe. Im Bereich des [Freizeitinteresses an Physik] zeigen sich deutliche Unterschiede bei Item 001 ( $t=159,578$ ) und Item 004 ( $t=163$ ).

In der Gruppe [treat2] zeigen sich höchstsignifikante Unterschiede an drei Items.

---

<sup>71</sup> Anm. Außen vor gelassen wird in der Darstellung das themenbezogene Interesse, das zu spezifisch auf einzelne Themen eingeht. Analysen der einzelnen Items des themenbezogenen Interesses, die aus Übersichtsgründen nicht weiter ausgeführt werden sollten zeigen nur ein bedingt interpretierbares, über die Cluster verteilt inhomogenes Bild.

Im Bereich des [Tätigkeitsinteresses am Experimentieren] zeigt sich das Item 004 ( $t=155$ ) höchstsignifikant unterschieden zwischen Experimental- und Kontrollgruppe. Im Bereich des [Freizeitinteresses an Physik] zeigen sich deutliche Unterschiede bei Item 001 ( $t=148,735$ ) und Item 004 ( $t=148,107$ ).

Der Bereich der [Einstellungen] wurde bereits eingehend im vorigen Abschnitt beschrieben. Auch hier zeigen sich an zahlreichen Items Unterschiede, die hier nicht noch einmal wiederholt dargestellt werden sollen. Das [Selbstkonzept] zeigt sich mit höchstsignifikanten Unterschieden über die Items 002-008 ( $t=102$ ). Deutliche Unterschiede eines einzelnen Items im themenbezogenen Interesse sind nicht zu erkennen.

In der Gruppe [treat3] zeigen sich bedeutsam höchstsignifikante Unterschiede ( $t=2,310$ ) des Items 004 im [Freizeitinteresse Physik].

Nimmt man nun die sich deckenden Items der Cluster [treat1] und [treat2] zusammen zeigt sich für beide Cluster:

*Schülerinnen und Schüler, die über mehrere Jahre am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeichnen sich in ihrer Freizeit über ein stärkeres Interesse an Fernsehsendungen über Naturwissenschaft und Technik aus.*

*Schülerinnen und Schüler, die über mehrere Jahre am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeichnen sich in ihrer Freizeit über ein stärkeres Interesse daran aus mit Freundinnen oder Freunden über Naturwissenschaft und Technik zu sprechen.*

*Schülerinnen und Schüler, die zwei Wochen am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeichnen sich in ihrer Freizeit über ein stärkeres Interesse daran aus mit Freundinnen oder Freunden über Naturwissenschaft und Technik zu sprechen.*

Auf die Darstellung der anderen deutlich unterschiedlichen Items wird aus Übersichtsgründen und zurückgestellter Relevanz des Ausblicks verzichtet. Sie stellen einzelne Tätigkeiten oder Phänomene dar aus denen sich kein direkter, erkenntnisbringender Zusammenhang ableiten lässt.

Die Homogenität der Selbstkonzeptskala benötigt keine gesonderte Darstellung der einzelnen Items. Eine generelle, starke Steigerung des Selbstkonzepts wird hier durch die Einzelitems lediglich bestätigt.

Die Darstellung der Variable Einstellung ist schon im Verlauf der Arbeit vorgenommen worden. Zentral ist hier noch einmal der große Unterschied in der Beurteilung der Anstrengung im Zusammenhang mit Naturwissenschaft hervorzuheben:

*Schülerinnen und Schüler, die über mehrere Jahre am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben beschreiben den Naturwissenschaften deutlich weniger als anstrengend, als Mitschülerinnen und Mitschüler die nicht am Projekt teilgenommen haben.*

Mit der tiefergehenden Analyse der Variablen an Hand einzelner Items ist die Ergebnisdarstellung und -zusammenfassung abgeschlossen. An Hand der Ergebnisse lassen sich nun die Hypothesen der Arbeit bearbeiten.

### 3.2.5.7 Hypothesenbetrachtung Ebene 2

Nach der Darstellung der zentralen, evaluativen Ergebnisse folgt nun die ausführliche Darstellung und Diskussion der allgemeinen Hypothesen.

1. Die Experimentalgruppe [EXP1] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat1] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
2. Die Experimentalgruppe [EXP2] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat2] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
3. Die Experimentalgruppe [EXP3] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat3] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Kontrollgruppe [KONT]
4. Die Experimentalgruppe [EXP1] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat1] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Experimentalgruppen [EXP2, EXP3]
5. Die Experimentalgruppe [EXP2] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat2] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Experimentalgruppe [EXP3] und geringere Ausprägungen, als die Experimentalgruppe [EXP1]
6. Die Experimentalgruppe [EXP3] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat3] erzielt geringere Ausprägungen der abhängigen Variablen, als die Experimentalgruppen [EXP1, EXP2]

Die allgemeinen Hypothesen können im Falle der Hypothesen 1 und 2 teilweise, bei notwendiger Eingrenzung der Formulierung, angenommen werden. Die Experimentalgruppe 1 [treat1] und Experimentalgruppe 2 [treat2] zeigen sich nicht bei allen erhobenen Variablen in höherer Ausprägung als die entsprechenden Kontrollgruppen. Speziell das [häusliche Umfeld] zeigt sich stets nicht unterscheidbar. Das [themenbezogene Interesse] zeigt sich im Cluster [treat1] nur bei den Jungen verstärkt.

Als Hypothese angenommen werden kann:

- Die Experimentalgruppe [EXP1] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat1] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen [Tätigkeitsinteresse an Forschen], [Tätigkeitsinteresse an Experimentieren] und [Freizeitinteresse an Physik], als die Kontrollgruppe [KONT]
- Die Experimentalgruppe [EXP2] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat2] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen [themenbez. Interesse], [Tätigkeitsinteresse an Forschen], [Tätigkeitsinteresse an Experimentieren], [Freizeitinteresse an Physik], [Einstellung] und [Selbstkonzept], als die Kontrollgruppe [KONT]

Hypothese 3 kann ebenfalls nur bedingt angenommen werden, da hier schwache Effekte lediglich an drei der erhobenen Variablen deutlich wurden und die Variablen Veränderungen zur Population der übrigen Schülerinnen und Schülern zeigten. Spezifizierend kann folgende Hypothese angenommen werden:

- Die Experimentalgruppe [EXP3] mit Zuwendung der unabhängigen Variable [treat3] erzielt höhere Ausprägungen der abhängigen Variablen [Tätigkeitsinteresse an Forschen], [Tätigkeitsinteresse an Experimentieren] und [Freizeitinteresse an Physik], als die Kontrollgruppe [KONT]

Die Hypothesen 4 und 5 können abgelehnt werden, da die Effektgrößen der [treat1] nur in einem Fall höhere Werte erzielen, als in der Experimentalgruppe [treat2]. Die sich daraus ergebende Frage warum die Ausprägungen in der Klassenstufe 6 teilweise (aber im Mittelwertvergleich nicht signifikant) höher, als in Klassenstufe 5 sind kann an dieser Stelle nicht eindeutig beantwortet werden.

Weitergehend können die Hypothesen 4 und 5 nur in Bezug auf die [treat3] Experimentalgruppe als angenommen gelten. [treat3] erzielte lediglich schwache Effekte. Die Effekte der anderen Treatmentcluster sind teilweise deckungsgleich, teilweise entziehen sie sich dem Vergleich aus Gründen des Forschungsdesigns. Gedeckt werden diese bislang nicht statistischen „Augenscheinvergleiche“ durch

die einfaktorische Varianzanalyse der drei Experimentalgruppen, wie sie in  
vergangenem Abschnitt vorgenommen wurde.

Hypothese 6 betrachtet den erwarteten Mindereffekt noch einmal aus Richtung  
der [treat3] Experimentalgruppe und kann daher angenommen werden. Die  
Experimentalgruppe [treat3] erzielt niedrigere Ausprägungen, als die Gruppen  
[treat1] und [treat2].

Die Hypothesen der Ebene 2 sind damit mit Hilfe der Untersuchungsergebnisse  
falsifiziert und verifiziert worden.

In einem letzten Schritt können die Ebenen-spezifischen Hypothesen nun in  
Zusammenhang zur Ebene 1 der Untersuchung und zu den Gesamthypothesen  
gebracht werden.

### 3.3 Abschließende Hypothesenbetrachtung

Nach der ausführlichen Darstellung und Hypothesenbetrachtung der Erhebungsebenen 1 und 2 werden im folgenden Abschnitt an Hand der Ergebnisse der beiden Ebenen, die Gesamthypothesen, über die Auswirkung des Miniphänomentaprojekts in der Sekundarstufe, betrachtet. Wie in Kapitel 2.1 dargestellt werden diese Hypothesen in drei Kategorien unterteilt. Auf eine weitere Zusammenfassung der Ergebnisse der beiden Untersuchungsebenen wird an dieser Stelle verzichtet. Eine Zusammenfassung aller Ergebnisse wird im letzten Kapitel der Arbeit vorgenommen.

#### Kategorie 1: Schülerbezogene Hypothesen

Schüler der Primarstufe, die am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben:

1. zeigen in der Sekundarstufe höhere Interessenwerte als Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben oder Schüler, deren Eltern nicht am Projekt teilgenommen haben.
2. zeigen in der Sekundarstufe ein stärkeres fachbezogenes Selbstkonzept als Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.
3. haben in der Sekundarstufe eine positivere und stärkere Einstellung zur Physik, als Schüler, die nicht am Projekt teilgenommen haben.

Hypothese 1 kann an Hand von Spezifizierungen angenommen werden. Die Schülerinnen und Schüler zeigen durch das Projekt Miniphänomenta kein allumfassendes, gesteigertes Interesse an Physik, der Interessenbegriff ist dafür viel zu allgemein formuliert. Es zeigen sich deutliche Unterschiede im Interesse an experimentellen und forschenden Tätigkeiten und Freizeitinteressen, teilweise auch themenbezogene Interessenunterschiede. Auch bei kurzer Teilnahme am Projekt Miniphänomenta zeigen sich immer noch leichte Effekte in der Sekundarstufe.

Hypothese 2 und 3 kann nur für die Klassenstufe 6 empirisch belegt werden, in der Klassenstufe 5 wurden diese Variablen nicht erhoben. Es ist bei sonstiger Homogenität zwischen den Erhebungsclustern jedoch von einer hohen

Wahrscheinlichkeit auszugehen, dass sich die Ergebnisse auch in der 5. Klassenstufe analog darstellen. Die Hypothesen können weiterhin nur für einen langen Wirkungszeitraum der Miniphänomente angenommen werden. Ergebnisse der Erhebungsebene 1 zeigen bei zwei Wochen Miniphänomente keine Unterschiede in der Einstellung der Schülerinnen und Schüler. Bei einem Wirkungszeitraum von mehreren Jahren sind die Ergebnisse für zahlreiche Assoziationen überdurchschnittlich positiv ausgeprägt.

#### Kategorie 2: Umfeld bezogene Hypothesen

Eltern, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben:

1. zeigen eine positivere Einstellung gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten und Phänomenen.
2. zeigen mehr Gehalt an naturwissenschaftsbezogener außerschulischer Förderung.

Beide Hypothesen können an Hand der Ergebnisse nicht bestätigt werden. Ergebnisse der ersten Untersuchungsebene zeigen keine Unterschiede in der Entwicklung der Einstellung der Eltern und keine Unterschiede zu anderen Eltern, die nicht am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben. Auf der Ebene 2 zeigen sich bei keiner der erhobenen Variablen Unterschiede, die auf das Engagement der Eltern am Projekt zurückzuführen sind. Hypothese 2 wurde an Hand einer Variablen auf Untersuchungsebene 2 erhoben. Über alle Cluster zeigen sich hier keine Unterschiede zwischen den untersuchten Schülerinnen und Schülern. Für beide Hypothesen muss die Nullhypothese angenommen werden.

#### Kategorie 3: Allgemeine Hypothesen

1. Die vorangegangenen Forschungsergebnisse über die Wirksamkeit des Miniphänomente Projektes lassen sich bestätigen und auf einen mittleren Zeitraum von 12 Monaten übertragen.
2. Die vorangegangenen Forschungsergebnisse über die Wirksamkeit des Miniphänomente Projektes lassen sich auf einen langen Zeitraum von 48 Monaten übertragen.

Asmussen stellt fest, dass die Miniphänomente auch nach mittleren und längeren Zeiträumen wirksam auf das allgemeine Experimentierverhalten, die Einstellung, formale Kompetenz und das Wissen ist. Unwirksam stellte sich die aktuelle Motivation dar. (Vgl. Asmussen, 2007, S. 242f.) Schnittmenge zu vorliegender Arbeit ist die Variable der Einstellung. Für die Einstellung können die bislang gemachten Ergebnisse damit bestätigt und auf längere Zeiträume bis zu 48 Monaten übertragen werden. Darüber hinaus werden Asmussens Ergebnisse um andere Aspekte deutlich erweitert.

Am Ende des Ergebnisteils steht ein Gesamtbefund über alle Fragestellungen, Ergebnisse und Hypothesen hinweg. Das Titelthema „Interessengenerierung durch Interaktion“ und die zentrale Forschungsfrage können an Hand der dargestellten Ergebnisse angenommen bzw. als beantwortet angesehen werden.

Das aufgestellte Gesamtkonstrukt der Studie ist ebenfalls in wesentlichen Punkten bestätigt; nur einzelne Interessenobjekte und die elterliche Förderung zeigten sich gegenläufig. Alle Ergebnisse sind dabei stets auch auf die Dauer der Miniphänomente an den Schulen zurück zu führen.

Zusammenfassend lässt sich sagen:

*Schülerinnen und Schüler, die am Projekt Miniphänomente teilgenommen haben zeigen in der Sekundarstufe deutlich positivere Ausprägungen in Interessen an Tätigkeiten und Themen aus dem Bereich der Physik und deutlich positive Ausprägungen an weiteren Persönlichkeitsmerkmalen.*

*Die Ergebnisse der Miniphänomente sind stark an die Intensität des Projekts an den Schulen gekoppelt. Eine lange Verweildauer der Miniphänomente an der Schule führt zu höheren Ausprägungen der physikspezifischen Interessen und Persönlichkeitsmerkmale der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler.*

Genauer und zusammenfassend diskutiert werden soll dies nun im letzten Abschnitt der Arbeit.

## 4 Diskussion und Ausblick

Der letzte Abschnitt der vorliegenden Arbeit beginnt mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Ziele und Ergebnisse.

Die vorliegende Arbeit hat an Hand von zwei Untersuchungen in pre/post/follow-up/baseline und post/baseline Design die Einflüsse des Projekts Miniphänomenta auf Persönlichkeitsmerkmale von Schülerinnen und Schülern in der Orientierungsstufe untersucht. (Vgl. Kapitel 2.1)

Angenommen wurde, dass das Projekt Miniphänomenta Veränderungen im Interesse, in der Einstellung und in der Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler hervorruft. Es wurde weiterhin angenommen, dass das Projekt Miniphänomenta Veränderungen in der Einstellung und im Förderungsbewusstsein der Eltern hervorruft und dass das Projekt Miniphänomenta sich unterschiedlich intensiv auswirkt, je nachdem wie lange die Miniphänomenta an den Schulen eingesetzt wurde. (Vgl. Kapitel 1.7) (Vgl. Kapitel 1.6)

In der Untersuchung von Schülerinnen und Schülern, die über einen Zeitraum von zwei Wochen in der vierten Klassenstufe am Projekt Miniphänomenta teilnahmen ergaben sich anhaltende Unterschiede für das Interesse der Schülerinnen und Schüler an naturwissenschaftlichen Tätigkeiten [naturwissenschaftliches Interesse]. Diese Schüler haben ein stärkeres Interesse an Tätigkeiten, die im schulischen Sinne mit „forschen und experimentieren“ [Tätigkeitsinteresse Forschen], [Tätigkeitsinteresse Experimentieren]. bezeichnet werden und beschäftigen sich in ihrer Freizeit stärker mit den Naturwissenschaften [Freizeitinteresse]. Speziell der Austausch untereinander über Naturwissenschaft wird von dieser Schülergruppe positiver angesehen. (Vgl. Kapitel 3.1, Kapitel 3.2)

In der Untersuchung von Schülerinnen und Schülern die über einen Zeitraum von drei oder vier Jahren am Projekt Miniphänomenta teilnahmen, ergaben sich ebenfalls deutliche Unterschiede im Interesse an Tätigkeiten, die im schulischen Sinne mit „forschen und experimentieren“ zu tun haben [Tätigkeitsinteresse Forschen], [Tätigkeitsinteresse Experimentieren]. Auch diese Schülergruppe

interessiert sich deutlich stärker in ihrer Freizeit für Inhalte aus den Naturwissenschaften, speziell dem Austausch darüber untereinander oder das Schauen von Fernsehsendungen zum Thema Naturwissenschaft. Nicht vollkommen homogen zeigt sich in den Untersuchungsgruppen ein stärkeres Interesse vor allem der Jungen an Themen aus dem Bereich der Physik [themenbez. Interesse]. Die Interessen sind dabei keinem bestimmten Themenbereich zuzuordnen sondern insgesamt höher. (Vgl. Kapitel 3.2.5)

An einem Teil der Schülerinnen und Schüler wurden als weitere Merkmale die Einstellung zum Begriff „Naturwissenschaft“ [Einstellung] und das Selbstkonzept in naturwissenschaftlichen Fächern [Selbstkonzept] untersucht. Hier zeigen sich sehr deutliche Unterschiede.

Der Begriff Naturwissenschaft wird von dieser Schülergruppe mit deutlich positiveren Adjektiven belegt, als von Schülerinnen und Schülern, die nicht am Projekt teilgenommen haben. Besonders deutlich beschreiben sie die Naturwissenschaft deutlich seltener als anstrengend. (Vgl. Kapitel 3.2.2)

Die Einschätzung der eigenen Person im naturwissenschaftlichen Unterricht ist für Schülerinnen und Schüler der Miniphänomenta in hohem Maße positiver, als in Vergleichsgruppen. Hier stellt sich sogar zwei Jahre nach dem Wechsel auf eine weiterführende Schule noch ein großer Effekt dar. (Vgl. Kapitel 3.2.5)

Die Ergebnisse des Projekts Miniphänomenta sind stark an die Intensität des Einsatzes an den Schulen gekoppelt. Besonders die Einstellung zeigt sich bei kurzer Verweildauer der Miniphänomenta unverändert, nach mehreren Jahren Miniphänomenta hingegen stark ins positive entwickelt. (Vgl. Kapitel 3.1.2, Kapitel 3.2.2) Unterschiede zwischen den Geschlechtern, der so genannte „gender gap“, ist auch im Projekt Miniphänomenta nicht zu erkennen. Mit seltener Ausnahme (Vgl. Kapitel 3.2.1) zeigen sich Veränderungen stets bei Jungen, wie auch Mädchen. (Vgl. Kapitel 3.2)

Die dargestellten Ergebnisse der Arbeit müssen an dieser Stelle noch einmal mit generellen Einschränkungen, wie sie jede Arbeit erzeugt, in Zusammenhang gebracht werden. Vorliegende Arbeit zählt zu den hypothesenprüfenden Evaluationen und ist damit gewissen Standards unterworfen. Bortz und Döring beschreiben zwei zentrale Probleme der hypothesenprüfenden Evaluationen (Vgl.

Bortz/Döring, 2006, S.113ff.) an Hand derer Schwächen aber auch Stärken der Arbeit deutlich werden.

- Kontrollprobleme
- Randomisierungsprobleme

Evaluationen, also der Nachweis der Wirksamkeit einer Intervention benötigen einen stichhaltigen Beweis, dass die gemessene Veränderung auf die Intervention zurück zu führen ist [Kontrollproblem]. Evaluationen benötigen notwendigerweise (Vgl. Bortz/Döring, 2006, S.113.) einen Untersuchungsplan mit Kontrollgruppen, an Hand derer andere Einflüsse ausgeschlossen werden können. Kontrolle gelingt vorliegender Studie durch Aufteilung in zwei Untersuchungsebenen, die jeweils Kontrollgruppen enthalten. Die Genauigkeit der Kontrolle wirft aber ein neues Problem auf, das sich in der Erhebungsebene 1 der vorliegenden Arbeit zeigt: Das „Setting“ (Bortz /Döring, 2006, S.113.) der Intervention wird zu Lasten der externen Validität (Verallgemeinerung) eingengt und beschnitten. In einem vielschichtigen Projekt, wie der Miniphänomena bedeutet dies nur die Darstellung eines Ausschnitts. Effekte stellten sich auf der Ebene 1 zwar dar, doch gerade auf der Elternebene zeigten sich die Ergebnisse durch hohe Stichprobenmortalität und geringes Elternengagement nur bedingt übertragbar. Der gesamte Projektverlauf in diesem Untersuchungsbereich kann nicht als idealer Verlauf bezeichnet werden. Ergebnisse der Untersuchungsebene 1 unterschätzen daher möglicherweise die Auswirkung des Projekts Miniphänomena.

Ein idealer Designansatz eines pre/post Tests mit Messwiederholungen und Kontrollgruppe an zahlreichen Standorten ist aus forschungspraktischen Gründen nur schwer zu erfüllen. Für den Fall des Projekts Miniphänomena muss die Untersuchung dazu über sechs Jahre laufen und Erhebungsmethoden müssen dabei an die Altersentwicklung der Schülerinnen und Schüler angepasst werden.

Den Einschränkungen der Ebene 1 ist eine zweite Erhebungsebene gegenübergestellt worden, die Ergebnisse wieder im Vergleich zu Kontrollgruppen in der Klassenstufe 5 und 6 liefert. Diese Untersuchungsebene befasst sich mit Schulen an denen die Schülerinnen und Schüler durchgehend über

mehrere Jahre am Projekt Miniphänomente teilnehmen konnten.<sup>72</sup> Das Forschungsdesign dieser Ebene liefert summative Ergebnisse, die aber nur an Hand einer post-Analyse, ohne die Verwendung eines Vortests, geführt wurde. Pre-Tests dienen vor allem dem Ausgleich von personenbedingten Störfaktoren, weil im Vergleich mit post-Tests nicht unabhängige Werte sondern abhängige Veränderungen der einzelnen Teilnehmer verglichen werden. Die Ergebnisse der Ebene 2 sind zwar in vielen Punkten sehr deutlich, können aber nicht eindeutig auf das Projekt Miniphänomente zurück geführt werden, wie in Ebene 1 (mangelnde interne Validität). Ein streng experimentelles Design kann den Mangel der Parallelisierung ausgleichen, kann aber insgesamt nicht angewendet werden. [Randomisierungsproblem].

Die zufällige Zuteilung der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler auf Kontroll- und Experimentalgruppen konnte nicht geleistet werden, da die Miniphänomente sich stets auf alle Schüler einer Schule auswirkt. Die Ausgrenzung einzelner Schüler ist nicht möglich. Die quasiexperimentelle Untersuchung untersucht daher natürliche Gruppen, die durch Auswahl der Schulen und Ziehung von homogenen Zufallsstichproben aus den Clustern der Klumpenstichprobe stärker parallelisiert werden. Stichprobengrößen stellten sich weiterhin durch das Projekt selbst limitiert dar. Einen Zeitraum von fünf Jahren zu untersuchen, führt an die Startphase des Projekts zurück und schränkt damit die Zahl der untersuchbaren Schulen deutlich ein. Im Ausblick ergibt sich daraus ein Forschungsauftrag.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass dem aufwendigen Untersuchungsgegenstand mit einem komplexen und methodisch vielseitig untermauerten Untersuchungsdesign begegnet wurde, dass versucht, Verallgemeinerung und Genauigkeit in Einklang zu bringen. Hier zeigt sich im Cronbach'schen Sinne die Evaluationsforschung als „*Kunst des Möglichen*“. (Vgl. Bortz/ Döring, 2006, S.98.)

---

<sup>72</sup> Anm. Die Frage, was der typische Verlauf der Miniphänomente an Schulen ist, wird durch vorliegende Arbeit nicht beantwortet. Rückmeldungen von Lehrkräften ergeben typische Einsatzzeiten von mehreren Jahren, aber auch zahlreiche Schulen, die aus alltäglichen Schwierigkeiten das Projekt abgebrochen haben. Genaue Daten dazu liegen nicht vor.

Alle genannten Einschränkungen und Probleme führten dennoch zu zahlreichen Ergebnissen, die die bestehende Forschung zum Projekt Miniphänomenta bestätigen und um wesentliche Aspekte ergänzen. Ergebnisse ähnlicher Felder, wie dem der Schülerlabore können bedingt auch bestätigt werden. Das KieWie&Co Schülerlabor, ein ebenfalls experimentell und nach „basic-needs“, orientiertes Langzeitprojekt für Grundschüler zeigt nach Bolte und Streller (2009) in der Evaluation ähnliche Ergebnisse. Auch hier „beschäftigen sich [Schülerinnen und Schüler] seit der Teilnahme am KieWi-Kurs häufiger mit Naturwissenschaften in der Freizeit, vor allem indem sie häufiger Gespräche mit ihren Eltern führen.“ (Streller/Bolte 2009 S. 453.)

Erstmals konnte durch vorliegende Arbeit, empirisch gesichert, gezeigt werden,

*dass das Projekt Miniphänomenta bei der längerfristigen Teilnahme auch noch am Ende der Orientierungsstufe und mehrere Jahre nach dem Schulwechsel schwache bis mittlere Effekte im Interesse an Inhalten und Tätigkeiten aus dem Bereich der Physik und den Einstellungen auslöst und einen hohen Effekt auf das Selbstkonzept in naturwissenschaftlichen Fächern von Schülerinnen und Schülern hat!*

Weiterhin wird erstmals belegt,

*dass die Dauer des Projekts an den Schulen eine wesentliche Rolle spielt!*

Es bestätigt sich somit der Titel der Arbeit „Interessengenesse durch Interaktion“ für verschiedene Formen des Interesses und weitere Persönlichkeitsfaktoren. Das Interesse zeigt sich als weiteres Ergebnis sogar über längere Zeiträume und verschiedene Gruppen verankert; es ist also davon auszugehen, dass die Miniphänomenta nicht nur ein kurzfristiges (situationales) Interesse sondern ein gefestigtes (dispositionales) Interesse (Vgl. Kapitel 1.6.1) bei ihren Teilnehmern auslösen kann. Die interaktiven Experimentierstationen haben besonders bei der wiederholten Auseinandersetzung über mehrere Jahre hinweg ihre Wirksamkeit bewiesen.

Nicht bewiesen werden konnte hingegen der Einfluss der Miniphänomente auf die Interaktion zwischen Eltern und Schülern oder Eltern und Schule. Dies war, wie dargestellt, durch das entwickelte Studiendesign auch nur bedingt möglich und ist daher ein erster Ausblick für weitere Arbeiten.

Nachdem eine grundlegende Auswirkung der Miniphänomente auf Schülerinnen und Schüler auch noch in der Sekundarstufe erkennbar ist muss weitergehend gefragt werden, was genau diese Effekte erzielt hat und wo Maxima der notwendigen zeitlichen Anwendung liegen. Deci und Ryan bestätigen zahlreiche Ansätze des Projekts Miniphänomente in ihrer Theorie der „basic-needs“ (Vgl. Kapitel 1.6.1) als Grundlagen zur erfolgreichen Interessengenerierung.

Hier ließe sich in späteren Arbeiten ansetzen, um z.B. mit Hilfe von Regressionsanalysen zu sehen, welche Komponenten besondere Beiträge zu den erzielten Ergebnissen leisten. Der bereits vorgeschlagene Ansatz einer dauerhaften Begleitung des Projekts kann in pre/post/ follow-up Erhebungen den genauen Verlauf über die Jahre festhalten.

Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass das Elternengagement am Projekt Miniphänomente keine große Rolle auf die Entwicklung der Persönlichkeitsmerkmale der Schülerinnen und Schüler nimmt. Aus forschungspraktischen und methodischen Gründen ist das Ergebnis der Arbeit, wie bereits dargestellt, nicht als unumstößlich anzusehen und widerspricht Ergebnissen von Asmussen oder John. (Vgl. Kapitel 1.5)

In der Untersuchung und am Projekt nahmen lediglich Eltern der vierten Klassenstufe teil, die sich durch eine geringere Identifikation zur Schule auszeichnen und in Studie und Projekt wenig Engagement zeigten. Ein weiterer Teil der Ergebnisse wurde lediglich implizit durch Aussagen der Schülerinnen und Schüler über ihre Eltern ermittelt. Auch hier können sich Verzerrungen ergeben, die in einem neuen Studienansatz, z.B. durch Auswertung von Telefoninterviews, übergangen werden können. Der persönliche Kontakt kann dabei möglicherweise die problematische Stichprobenmortalität einschränken.

Generell ermöglicht die inzwischen gestiegene und weiter steigende Anzahl an Schulen, die am Projekt Miniphänomente teilnehmen, zahlreiche weitere Ansätze, die eine Rolle zur Weiterentwicklung des Projekts und zur allgemeinen

Weiterentwicklung und Darstellung offener Lernformen und Lernorte liefern können.

Relevant stellen sich die Ergebnisse der Studie nicht nur als Startpunkt für weitere Forschung dar. Praktisch relevant ist vorliegende Arbeit vor allem zur Weiterentwicklung des Projekts Miniphänomente, aber auch als Ansatz für Schülerlabore und Schulen.

Die wichtigste Erkenntnis der Untersuchung ist die Förderung von Interesse an Inhalten und Tätigkeiten der Fachdisziplin Physik durch das Projekt Miniphänomente. Hinter dem Projekt stehen, wie dargestellt verschiedene didaktische Ansätze, die wie schon Wagenschein beschreibt, auch in abgewandelten Teilen, Anwendung im naturwissenschaftlichen Unterricht finden können. (Vgl. Kapitel 1.2) Ergebnisse der PISA Studie 2006 zeigen die Notwendigkeit der Förderung von Interessen im naturwissenschaftlichen Unterricht, da sich gerade zahlreiche in den naturwissenschaftlichen Tests ermittelte hochkompetente Schülerinnen und Schüler durch ein geringes Interesse an den Naturwissenschaften auszeichnen. (Vgl. Kapitel 1.4) Die vorliegende Arbeit unterstützt damit Ansätze, die Interaktion und Selbstbestimmung im naturwissenschaftlichen Unterricht fördern.

Der Aspekt der wiederholten Auseinandersetzung mit einem Interessenobjekt wird im Bereich der Schülerlabore diskutiert, da hier ein Mangel des klassischen Schülerlabors liegt. (Vgl. Kapitel 1.3.2) Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können als Empfehlung für Schülerlabore aufgefasst werden, dem Anspruch der Interessengenerierung mit wiederholenden Netzwerkangeboten zu begegnen und bestätigt damit Streller und Bolte im Ansatz der Verfolgung von „basic-needs“ und Wiederholung zur Interessengenerierung.

Das Projekt Miniphänomente bekommt evaluativ die Rückmeldung über seine nachhaltige Wirkung auf Persönlichkeitsfaktoren, die aber nur einschränkend bei optimalem Verlauf gilt. Das Projekt Miniphänomente sollte daher Wert darauf legen, deutlich zu machen, wie wichtig es ist, die Miniphänomente fest in den Schulen zu verankern. Schulen, die die Mühe auf sich nehmen, die Miniphänomente dauerhaft in ihrer Schule zu installieren und Konzepte in der geplanten Form umzusetzen, erhalten auf Grundlage der in vorliegender Arbeit

ermittelten Ergebnisse ein Etikett für gesteigerte naturwissenschaftliche Förderung.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sollten für das Projekt Miniphänomenta kein Anlass sein ohne Hinterfragen am aktuellen Verlauf des Projekts fest zu halten. Gerade die Ergebnisse der Elternebene legen nahe, hier intensiver auf die Eltern einzugehen und sie nicht nur in den Nachbau der Exponate einzubeziehen. Ein Ansatz ist die Bildung eines Netzwerks, in dem sich Eltern und Lehrer auf einer Tagung oder online austauschen können. Elternabende mit Vorträgen und weiterführende Wiederholungsfortbildungen können den Wirkungsgrad der Miniphänomenta an Schulen möglicherweise ebenfalls steigern. Dem Personalaufwand kann durch Einsatz von regionalen Mediatoren; engagierten Eltern und Lehrern begegnet werden. Ein weiterer Blick geht in die Sekundarstufe.

Ist das Ziel des Projekts Miniphänomenta, das Interesse am Schulfach Physik langfristig zu verbessern, kann die Betrachtung der Kieler Gruppe (1998) für das allgemeine Interesse am Unterrichtsfach Physik, wie in Kapitel 1.4 dargestellt, weiterhelfen, Ansätze zur stärkeren Fokussierung oder Erweiterung des Projekts zu finden. Hoffman und Häußler finden dass

„wenn ein Schüler bzw. eine Schülerin...

- Ein positives Selbstkonzept gegenüber dem Physikklernen hat,
- einen Unterricht mit stimulierendem Unterrichtsklima vorfindet,
- sich auch in der Freizeit mit Physik beschäftigt und einen physik- oder technikbezogenen Beruf anstrebt,

und außerdem

- der Meinung ist, dass Physik so wichtig sei, dass alle ein Mindestmaß an Physikkennnissen erwerben müssten,
- das Gefühl hat, dass Physik eine persönliche Bereicherung und von Nutzen für sich und die Gesellschaft ist und
- im Elternhaus Zugang unterstützenden Materialien hat,

dann ist in der Regel auch das Interesse am Schulfach Physik groß.“

(Hoffmann/Häußler/Lehrke 1998, S. 125.)

Die Förderung des Selbstkonzepts und des Freizeitinteresses durch das Projekt Miniphänomenta ist mit vorliegender Arbeit belegt, das häusliche Umfeld, der

Stellenwert des Fachs und das stimulierende Unterrichtsklima sind Ansätze die auch durch die Miniphänomenta oder ähnliche Ansätze für die Sekundarstufe geleistet werden könnten.

Der aktuelle Beitrag des Projekts Miniphänomenta zur Förderung des Interesses an der Fachdisziplin ist dennoch bereits jetzt als hoch einzuschätzen. Speziell die positive Wirkung von Freizeitinteressen und Selbstkonzept auf das Interesse am Physikunterricht in der Sekundarstufe wird von Daniels bestätigt. (Vgl. Daniels 2008, S.245, S.278) Das Projekt Miniphänomenta leistet somit einen großen Beitrag an der Förderung des Interesses am Schulfach Physik in der Sekundarstufe.

Am Ende der Arbeit bleibt festzuhalten:

Martin Wagenschein fordert schon im vergangenen Jahrhundert eine Abkehr von stufenartigem, formellen und diktiertem Physikunterricht. Bis heute fehlt jedoch in der Landschaft von formellen und informellen Lernorten oft der Mut die teilweise radikalen Forderungen an eine naturwissenschaftliche Bildung des „Verstehen Lernens“ umzusetzen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit und des Projekts Miniphänomenta zeigen, dass die „Erziehung begriffen als Befreiung“, wie Schmid (2010) sie darstellt, das Loslassen von klassischen Unterrichtsformen und das Zulassen von Zeit, Raum und Tiefe, Schüler nicht nur in ihrem Verständnis unterstützt sondern sie noch deutlicher in ihrem „ inmitten Sein“ (Interesse) am Erleben und Durchdringen ihrer weltlichen Umgebung fördert.

Noch mehr als gebildete Menschen brauchen wir Menschen, die sich für etwas interessieren und begeistern, und Orte, an denen wiederholt Anregungen und tiefe und bleibende Eindrücke gewonnen werden können, wie sie Einstein (1951) beschreibt. Lernorte müssen auch dies leisten!

Anders formuliert muss klarer werden, was schon Schiefele (1986) pointiert ausdrückt:

**„Wer kein Interesse hat ist nicht gebildet!“**