

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

Eine videografische Analyse vom Kindergartenkind bis zum Zehntklässler
an physikalischen Experimentierstationen

Dissertation zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Philosophie
- Dr. phil. -

Vorgelegt dem Promotionsausschuss der
Universität Flensburg

von
Sven Sturm

Erster Gutachter: Herr Prof. Dr. Lutz Fiesser

Zweiter Gutachter: Herr Prof. Dr. Peter Heering

Eingereicht am: 4. Februar 2014

Vorwort

Auf die Frage „Was findest Du am selbstständigen Experimentieren gut?“ antworteten Schüler¹ der Öömrang Skuul unter anderem so:

„Es ist faszinierend und spannend zu sehen, wie Dinge funktionieren, da man dies selber ausprobieren kann.“

„Es ist toll, wenn man sich selbst etwas erarbeitet hat und dem Lehrer nicht solange zuhören muss.“

„Da man in dem Moment selber arbeitet, kann man es sich durch eigenes Probieren besser merken und vorstellen.“

Dies zeigt, dass pädagogische Forderungen die Wünsche der Schüler treffen: Beispielsweise weist Jean Piaget daraufhin, dass das Handeln mit einem Gegenstand Erkenntnis produziert.² Martin Wagenschein fordert die Lehrenden dazu auf, zuzusehen, „wie aus unbeeinflussten Kindern durch die Begegnung mit (...) Naturphänomenen ursprüngliche Ansätze physikalischen Verstehens herausgefordert werden.“³ Das selbstständige Experimentieren der Kinder erfüllt beide Ansprüche.

Organisieren Kinder selbstständig ihr Experimentieren und damit auch den aktiven Lernprozess, (sie finden relevante Fragestellungen, beobachten sich selber beim Lernen und ändern ihr Lernverhalten mit zunehmendem Lernerfolg) wird auch das Lernen selbst gelernt.⁴ Empirische Studien konnten zeigen, dass so agierende Schüler erfolgreicher lernen.⁵ Sie werden dadurch auch gut auf ein lebenslanges Lernen vorbereitet, wie es eine Welt mit ständigen und rasanten technologischen und gesellschaftlichen Veränderungen verlangt.⁶

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit wird für alle allgemein gültigen Darstellungen auf die Verwendung der weiblichen Form verzichtet. Es sei jedoch explizit darauf hingewiesen, dass die Verwendung der männlichen Form alle weiblichen Personen mit einschließt.

² Vergleiche GUDJONS, 2003, S. 119.

³ WAGENSCHN, 2003, S. 9.

⁴ Vergleiche KILLUS, ohne Jahresangabe, S. 2.

⁵ Vergleiche ebenda mit Verweis auf ARTELT, 2001, S. 271ff. und BOEKAERTS, 1997, S. 161ff.

⁶ Vergleiche ebenda mit Verweis auf WEINERT, 1997, S. 295ff. und KONRAD, 1999.

Diese Studie untersucht Verhaltensunterschiede unterschiedlich alter Kinder beim selbstständigen Experimentieren an naturwissenschaftlich-technischen Stationen. Sie leistet so einen Beitrag zur Grundlagenforschung und zielt auf die Verbreitung und Intensivierung selbstständigen, interessenorientierten Experimentierens in der Schule.

Danksagung

Bei der Anfertigung dieser Arbeit haben mir viele nette Leute geholfen, bei denen ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken möchte.

Da ist auf jeden Fall der Schulleiter Jörn Tadsen zu nennen, welcher die Durchführung der Studie an der Öömrang Skuul auf Amrum ermöglicht hat, indem er beispielsweise die Turnhalle für zwei Wochen zur Verfügung gestellt hat. Außerdem hat er während dieser zweiwöchigen „Messphase“ manch eine Vertretungsstunde organisieren müssen und ist mir trotzdem mit freundlichem Lächeln begegnet. Auch meine Kollegen, die Lehrer der Öömrang Skuul haben sich mit nur einem Blech Kuchen bestechen lassen, in diesen zwei Wochen ohne Klage teilweise auf ihre Schüler zu verzichten, wenn diese zum Experimentieren in die Turnhalle gingen. Dem ehemaligen Schüler Mathias Dombrowski möchte ich für die Anfertigung der Gruppenfotos aller Altersgruppen danken, genauso wie für die Befragung der Schüler nach den Begegnungen mit den Fragebögen. Dem Hausmeister der Schule Karl Ebsen danke ich für die Beaufsichtigung der Kinder und die Wartung der verschiedenen Kameras und Mikrofone während den Begegnungen. Den Erzieherinnen der Amrumer Kindergärten verdanke ich das reibungslose Bringen und Abholen der Kindergartenkinder. Mein Freund, der Amrumer Bäcker Karsten Schult, lieh mir seinen Lieferwagen, damit ich die Stationen aus Flensburg abholen und auch wieder zurückbringen konnte. Bei Prof. Dr. Peter Heering, Sebastian Korf und Martin Panusch von der Universität Flensburg möchte ich mich für ihre unermüdliche Unterstützung meiner Studie durch unzählige Ratschläge, vor allem bei der statistischen Auswertung, bedanken. Auch der Leiter des Amrumer Naturzentrums Dr. Thomas Chrobock konnte mir viele statistische Fragen beantworten, gleichermaßen wie Dr. Sven Sommer, der mir auch viele wertvolle Literaturtipps gegeben hat. Dr. Nadine Öhding hat mich bei meinen ersten Schritten in der Software für die kategoriengeleitete Videoanalyse begleitet und mir durch die Zusendung ihrer Dissertation sehr geholfen. Auch meine Kolleginnen Inken Rolfs und Miriam Traulsen haben mich mit Literatur unterstützt. Meinen Kollegen Regina Jessen, Inken Rolfs und

Stephan Schlichting möchte ich für lehrreiche Gespräche über Intelligenztests sowie die zur Verfügung gestellten Bücher zu diesem Thema danken. Meinen Kollegen Anne Heymann und Rüdiger Seifert danke ich sehr für ihre Suche nach Rechtschreibfehlern und Ina Basel für ihre Hilfe bei der Übersetzung des Abstracts. Auch bei den Kindern der Insel Amrum möchte ich mich herzlich bedanken, die interessiert die bereitgestellten Stationen benutzt haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Betreuer Prof. Dr. Lutz Fiesser, der mich sehr stark nicht nur durch Gespräche bei der Anfertigung dieser Dissertation unterstützt hat, sondern auch die verwendeten Stationen für diese Studie in Eigenarbeit hergestellt hat. Außerdem möchte ich mich für seine immer geduldigen und freundlichen Worte ganz aufrichtig bedanken, genauso für sein Verständnis für die Einschränkungen, die mit einem Wohnort auf einer Insel verbunden sind.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner lieben Frau Julia und meinem lieben Sohn Ole für ihren Verzicht auf einen Teil ihres Mannes beziehungsweise Vaters während der Anfertigung dieser Studie herzlich bedanken. Trotzdem ich Ole manchmal sagen musste, dass ich gerade keine Zeit habe, hatte er immer Zeit für mich, wenn ich mit ihm Lego bauen wollte.

Kurzzusammenfassung

Es wurden Unterschiede beim Verhalten während des Handelns an physikalischen Experimentierstationen der Miniphänomenta von Kindern und Jugendlichen vom Kindergartenalter bis zum Ende der Sekundarstufe I untersucht.

Die Messung erfolgte dabei mit Hilfe von Fragebögen, die Kenntnisse über das Erleben der Begegnung mit den Stationen aus der Sicht der Kinder lieferten und mit Hilfe von Fotografien und einer kategoriengeleiteten Videoanalyse, die das tatsächlich gezeigte Verhalten aufzeichneten.

Die statistische Auswertung mit Rangsummentests nach Wilcoxon, Mann und Whitney lieferte Informationen, die die Entwicklung von 27 Hypothesen zuließen, die gefundene altersabhängige Trends bei den untersuchten Verhaltensweisen beschreiben. Dabei zeigte sich, hier exemplarisch für die vielfältigen Hypothesen genannt, dass bei der Art der selbst gewählten ersten Informationsbeschaffung (beobachtend gegenüber handelnd) vom Kindergartenkind bis zum Achtklässler keine Altersabhängigkeit festzustellen ist.

Abstract

Several infants and adolescents were investigated concerning the differences in their behaviour in working on physical experimental exhibits of the project “Miniphänomenta”.

Data collection occurred with the help of questionnaires, which were used for collecting data about the children’s emotional experiences while doing the experiments. Additionally analysis of photo and category-based video data showed the real behaviour of the participants.

The statistical analysis used nonparametric tests according to Wilcoxon, Mann and Whithney, which allowed the development of 27 hypotheses, describing age-dependent trends in behaviour towards the experiments. As an example out of diverse hypotheses, the evaluation showed that there are no age-depending differences within groups aged 3 up to 14 years in the self-picked way of collecting information (watching in contrast to operating).

INHALT

VORWORT	1
DANKSAGUNG	2
KURZZUSAMMENFASSUNG	4
ABSTRACT	5
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	9
1 EINLEITUNG	15
1.1 Gliederung der Dissertation	17
2 THEORETISCHER TEIL	18
2.1 Projekt Miniphänomenta	18
2.1.1 Stand der Forschung beim Projekt Miniphänomenta	23
2.1.2 Zur Bedeutung der Altersabhängigkeit	27
2.2 Relevante didaktische Prinzipien	28
2.2.1 Lernen	28
2.2.2 Offener Unterricht / Schülerzentrierter Unterricht	30
2.2.3 Lernen an Stationen	32
2.2.4 Offenes Experimentieren	33
2.2.5 Allgemeines zur Didaktik von Martin Wagenschein	34
2.2.6 Wagenscheins Prinzip des exemplarischen Unterrichtes	35
2.2.7 Wagenscheins Prinzip des genetischen Unterrichtes	37
2.2.8 Wagenscheins Prinzip des sokratischen Gesprächs	38
2.2.9 Die Miniphänomenta mit den genannten didaktischen Prinzipien reflektiert	39
2.3 Die kognitive Entwicklung der untersuchten Altersgruppen	42
2.3.1 Die kognitiven Entwicklungsstufen nach Piaget	42
2.3.2 Der Mensch als informationsverarbeitendes System	46
2.3.3 Problemlösen	49
2.3.4 Deduktives Denken	52
2.3.5 Wissenschaftliches Denken	52
2.3.6 Entwicklung des Gehirns	59
2.3.7 Intelligenztests zur Beschreibung der kognitiven Entwicklung	64
2.4 Die soziale Entwicklung der untersuchten Altersklassen	73
2.4.1 Frühe Kindheit (2 bis 6 Jahre):	73
2.4.2 Mittlere Kindheit (Einschulung oder 6 Jahre bis 12 Jahre):	74
2.4.3 Jugendalter oder Adoleszenz (12 bis 18 Jahre)	75
2.5 Die sprachliche Entwicklung der untersuchten Altersklassen	78
2.6 Die motorische Entwicklung der untersuchten Altersklassen	80
2.7 Der Einfluss des Geschlechts	82
2.8 Eingrenzung der Fragestellung	89

3	PRAKTISCHER TEIL	91
3.1	Design der Studie	91
3.1.1	Rechtfertigung der Abweichung vom Miniphänomena-Setting	94
3.1.2	Beschreibung der Stichprobe	95
3.2	Organisation der Studie	99
3.2.1	Auswahl der Stationen	99
3.2.2	Informationspflicht und Datenschutz	100
3.2.3	Organisation der Durchführung	101
3.2.4	Geringhalten subjektiver Einflüsse bei den Datenerhebungen	104
3.3	Vorstellung der verwendeten Stationen	107
3.4	Benutzte Verfahren zur Datenerhebung mit einer Beschreibung der jeweils untersuchten Variablen	115
3.4.1	Fragebögen	115
3.4.2	Fotografie	118
3.4.3	Auswahl der für die Untersuchung herangezogenen Stationen	120
3.4.4	Videografie	123
3.5	Grafische Darstellungen	131
3.5.1	Boxplot Diagramme	131
3.6	Vorstellung der verwendeten statistischen Verfahren	133
3.6.1	Analyse der Qualität der Fragebögen	133
3.6.2	Prüfen der Daten auf Normalverteilung	134
3.6.3	Nichtparametrische Tests	134
3.6.4	Irrtumswahrscheinlichkeit p	136
3.6.5	Einseitiges versus zweiseitiges Testen	137
3.6.6	Cohens Kappa-Koeffizient	138
4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	139
4.1	Darstellung der Untersuchungsergebnisse	140
4.2	Ergebnisse der Fragebögen	144
4.2.1	Qualität der Fragebögen	144
4.2.2	Hast Du diese Stunde interessant gefunden?	146
4.2.3	Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?	150
4.2.4	Konntest Du ohne Störung experimentieren?	154
4.2.5	Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?	160
4.2.6	Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?	166
4.2.7	Schätzt Du Dich in Schulfächern wie HSU oder Physik gut ein?	169
4.2.8	Experimentierst Du gerne alleine?	172
4.2.9	Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?	174
4.2.10	Experimentierst Du gerne mit Mädchen?	178
4.2.11	Experimentierst Du gerne mit Jungen?	180
4.2.12	Abgeleitet: Experimentierst Du gerne mit gleich-geschlechtlichen Schülern?	183
4.2.13	Abgeleitet: Experimentierst Du gerne mit anders-geschlechtlichen Schülern?	187
4.3	Ergebnisse der Fotografie	192
4.3.1	Die „Banksitzer“	192
4.4	Ergebnisse der Videografie	202
4.4.1	Interrater-Reliabilität	202
4.4.2	Die Kategorie „Zerstören“	204
4.4.3	Die Kategorie „Stören“	206

4.4.4	Die Kategorie „Abgelenkt sein“	210
4.4.5	Die Kategorie „Streiten“	214
4.4.6	Die Kategorie „Rumstehen“	218
4.4.7	Die Kategorie „Beobachten“	222
4.4.8	Die Kategorie „Anfassen“	226
4.4.9	Die Kategorie „Experimentieren“	230
4.4.10	Die Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“	234
4.4.11	Ergänzende Diskussion zum Experimentieren	242
4.4.12	Die Kategorie „Erklären“	246
4.4.13	Die Gesamtaufenthaltsdauer	252
4.4.14	Die Einzeldauer pro „Besuch“	256
4.4.15	Die Anzahl der Wiederholungen	260
4.4.16	Ergebnisse des Gruppenverhaltens	264
4.4.17	Die für die „Informationsaufnahme“ relevanten Kategorien	272
5	SCHLUSSBETRACHTUNG	279
5.1	Der Wert der Ergebnisse	279
5.2	Die entwickelten Hypothesen	282
6	AUSBLICK	287
7	ANHANG	290
7.1	Weitere Informationen zu den Intelligenztests	290
7.2	Fragebogen zur Auswahl der videografierten Station	292
7.3	Informationsbrief an die Erziehungsberechtigten der untersuchten Kinder	293
7.4	Vertraulichkeitserklärung für die Leiter der Schule und der Kindergärten	294
7.5	Ergänzendes Material zur Organisation und Durchführung der Begegnungen	295
7.6	Einverständniserklärung zur Veröffentlichung von Bildern	298
7.7	Fragebögen für die Schülerbefragung nach den beiden Begegnungen	299
7.8	Weitere statistische Testergebnisse der Fragebögen	301
7.9	Vergleich der Nichtteilnahme am Experimentieren und an der Lesestunde	304
7.10	Weitere statistische Testergebnisse der Fotografie	311
7.11	Weitere Betrachtungen zur Interrater-Reliabilität	312
7.12	Weitere statistische Testergebnisse der Videografie	313
7.13	Literaturverzeichnis	317

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des Projektes Miniphänomena aus SOMMER 2010 S. 22.....	18
Abbildung 2: Der Ablauf in den drei prinzipiellen Schritten des Projektes Miniphänomena aus SOMMER 2010 S. 24.....	21
Abbildung 3: Assimilation	29
Abbildung 5: Exemplarischer Unterricht leicht reduziert nach WAGENSCHNEIDER 1999 S.30....	36
Abbildung 6: Das Stufenmodell von Jean Piaget (Interpretation des Autors).....	43
Abbildung 7: Untersuchungsergebnisse von einem Gymnasium in Nordrhein-Westfalen aus FIESSER 2005 S. 52.....	45
Abbildung 9: Eines der ersten Probleme wird gelöst	50
Abbildung 10: Das Experiment als Bindeglied zwischen Theorie und Realität aus KIRCHER 2001 S. 166	55
Abbildung 11: Kompetenzstufen bei der Suche im Hypothesen-Suchraum nach HAMMANN 2004 S.200	56
Abbildung 12: Kompetenzstufen bei der Suche im Experimentier-Suchraum nach HAMMANN 2004 S. 201, (Literaturhinweise in HAMMANN 2004 [12]=SCHAUBLE 1996 S.102-119, [26]=TSCHIRIGI 1980 S. 1-10, [27]=KARPLUS 1979)	57
Abbildung 13: Kompetenzstufen bei der Analyse von Daten aus HAMMANN 2004 S. 202.....	58
Abbildung 15: „Die wichtigsten Meilensteine in der Entwicklung des Gehirns.(...).....	61
Abbildung 17: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte beim einzelheitlichen Denken im K-ABC Test	66
Abbildung 18: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte beim ganzheitlichen Denken im K-ABC Test	66
Abbildung 19: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte bei speziellen Fähigkeiten im K-ABC Test.....	67
Abbildung 20: Klassenstufen-Mittelwertsvergleich für den CFT 20-R Test aus WEIß 2006 S. 66	68
Abbildung 21: Altersgruppenvergleich zwischen Mädchen und Jungen beim CFT 20-R Test aus WEIß 2006 S. 94	69
Abbildung 22: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte für das Arbeitsgedächtnis beim HAWIK-IV-Test.....	70
Abbildung 23 :Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte für das Sprachverständnis beim HAWIK-IV-Test.....	71
Abbildung 24: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte für die Verarbeitungsgeschwindigkeit beim HAWIK-IV-Test.....	71
Abbildung 25: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte für das wahrnehmungsgebundene logische Denken beim HAWIK-IV-Test.	72
Abbildung 26: Selmans Stufen der Perspektivenübernahme aus BENK 2011 S. 454 mit Verweis auf SELMAN 1976 S. 299-316 und SELMAN & BYRNE 1974 S. 803-806	75
Abbildung 27: Entwicklung der Sprache bis zum sechsten Lebensjahr aus WENDLANDT 1995 S. 23	79
Abbildung 28: Interesse am Physikunterricht aus HOFFMANN 1998 S. 20.....	82
Abbildung 29: Fachinteresse der Mädchen an naturwissenschaftlichen Fächern aus HOFFMANN 1998 S. 21	83
Abbildung 30: Fachinteresse der Jungen an naturwissenschaftlichen Fächern aus HOFFMANN 1998 S. 21.....	83
Abbildung 31: Fachinteresse der Mädchen an Physik im Vergleich zu anderen Fächern aus HOFFMANN 1998 S. 22.....	84
Abbildung 32: Fachinteresse der Jungen an Physik im Vergleich zu anderen Fächern aus HOFFMANN 1998 S. 23.....	84
Abbildung 33: Sachinteresse an Naturphänomenen aus HOFFMANN 1998 S. 22.....	86
Abbildung 34: Sachinteresse am Bauen und Ausprobieren einfacher Geräte aus HOFFMANN 1998 S. 49	86
Abbildung 35: Sachinteresse am Diskutieren und Bewerten aus HOFFMANN 1998 S. 22	87
Abbildung 37: Ablauf der Datenerhebung in dieser Studie	93
Abbildung 38: Zusammensetzung der verschiedenen Gruppen bei der ersten Begegnung	95
Abbildung 39: Zusammensetzung der verschiedenen Gruppen bei der zweiten Begegnung ..	95
Abbildung 40: Alterszusammensetzung innerhalb der Altersgruppen	98

Abbildung 41: Ergebnisse der Fragebögen zur Auswahl der zu videografierten Station...	100
Abbildung 42: Ablaufplan für die Begegnungen für jede Lerngruppe	103
Abbildung 43: Die Station "der längste Weg"	107
Abbildung 44: Die Station "Lissajousfiguren"	108
Abbildung 45: Die Station „Kugelrallye“	109
Abbildung 46: Die Station "Kugelrampe"	109
Abbildung 47: Die Station "begehbare Brücke"	110
Abbildung 48: Die Station "Bernoulliball"	111
Abbildung 49: Die Station "Drei-Zeiten-Pendel"	111
Abbildung 50: Die Station "farbige Schatten"	112
Abbildung 51: Die Station "Koppelpendel"	112
Abbildung 52: Die Station "starke Luft"	113
Abbildung 53: Die verwendete Canon EOS 5D Mark2 Kamera, das Canon 2,8/15mm Fisheye-Objektiv und der Canon TC-80N3 Intervalltimer.....	120
Abbildung 55: Die verwendeten Kategorien für das Einzelverhalten an der Station „Kugelrallye“	127
Abbildung 56: Die verwendeten Kategorien für das Gruppenverhalten an den Stationen „Kugelrallye“ und „der längste Weg“	128
Abbildung 57: Screenshot des Programms "Videograph"	129
Abbildung 60: Bedeutung der Symbole in einem Boxplot aus BROSIUS S. 876	131
Abbildung 61: Die Irrtumswahrscheinlichkeit p und deren Bedeutung für statistische Testergebnisse. Vereinfacht aus BÜHL 2012 S. 171	136
Abbildung 62: Annahme- und Verwerfungsbereich bei zweiseitigem und einseitigem Testen aus SCHIRA 2005 S. 478.....	137
Abbildung 63: Die Schwierigkeit der verschiedenen Fragen der beiden Fragebögen.....	144
Abbildung 64: Die Trennschärfe der Fragen 1 und 2 bei beiden Begegnungen.....	145
Abbildung 65: Die Homogenität der Fragen 1 und 2 bei beiden Begegnungen	145
Abbildung 66: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: "Hast Du diese Stunde interessant gefunden?"	146
Abbildung 67: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen beiden Begegnungen bei der Frage: "Hast Du diese Stunde interessant gefunden?"	148
Abbildung 68: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der ersten Begegnung bei der Frage: "Hast Du diese Stunde interessant gefunden?"	149
Abbildung 69: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: "Hast Du diese Stunde interessant gefunden?"	149
Abbildung 70: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?“	150
Abbildung 71: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen beiden Begegnungen bei der Frage: „Würdest Du Dich über noch so eine Stunde freuen?“	152
Abbildung 72: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Würdest Du Dich über noch so eine Stunde freuen?“	153
Abbildung 73: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“	154
Abbildung 74: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“	156
Abbildung 75: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der ersten Begegnung bei der Frage: „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“	158
Abbildung 76: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“	158
Abbildung 77: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“	160
Abbildung 78: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“	162
Abbildung 79: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen beiden Begegnungen bei der Frage: „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“ ..	164

Abbildung 80: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“	165
Abbildung 81: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“	166
Abbildung 82: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der ersten Begegnung bei der Frage: „Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“	168
Abbildung 83: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Schätzt Du Dich in HSU oder Physik gut ein?“	169
Abbildung 84: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der ersten Begegnung bei der Frage: „Schätzt Du Dich in HSU oder Physik gut ein?“	171
Abbildung 85: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Experimentierst Du gerne alleine?“	172
Abbildung 86: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Experimentierst Du gerne alleine?“	173
Abbildung 87: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“	174
Abbildung 88: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“	175
Abbildung 89: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests beim Vergleich der Zustimmungen zum „einsamen“ bzw. gemeinsamen Experimentieren.	176
Abbildung 90: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten bei den Fragen: „Experimentierst Du gerne alleine?“ und „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“	177
Abbildung 91: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“	178
Abbildung 92: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“	179
Abbildung 93: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Experimentierst Du gerne mit Jungen?“	180
Abbildung 94: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Experimentierst Du gerne mit Jungen?“	182
Abbildung 95: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der abgeleiteten Frage: „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“	184
Abbildung 96: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der abgeleiteten Frage: „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“	186
Abbildung 97: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der abgeleiteten Frage: „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“	187
Abbildung 98: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der abgeleiteten Frage: „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“	189
Abbildung 99: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests beim Vergleich der Zustimmungen zum gleichgeschlechtlichen bzw. andersgeschlechtlichen Experimentierpartner.	190
Abbildung 100: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten bei den abgeleiteten Fragen: „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“ und „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“	191
Abbildung 101: Ergebnisse der fotografischen Analyse der „Banksitzer“ bei der ersten Begegnung.	194
Abbildung 102: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen zwischen den Geschlechtern beim „Banksitzen“ bei der ersten Begegnung	196
Abbildung 103: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen zwischen den beiden Begegnungen beim „Banksitzen“	197
Abbildung 104: Gesamtergebnisse der fotografischen Analyse der „Banksitzer“ beider Begegnungen.	198

Abbildung 105: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Gesamtergebnissen zwischen den Geschlechtern beim „Banksitzen“ beider Begegnungen.....	200
Abbildung 106: Ergebnisse des Vergleichs der Bewertungen bei der Videoanalyse mit zwei Interratern	203
Abbildung 107: Richtwerte zur Interpretation von Kappa aus GROUVEN 2007	203
Abbildung 108: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Zerstören“ bei der ersten Begegnung	204
Abbildung 109: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Stören“ bei der ersten Begegnung	206
Abbildung 110: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Stören“ zwischen den beiden Begegnungen	209
Abbildung 111: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Abgelenkt sein“ bei der ersten Begegnung	210
Abbildung 112: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Abgelenkt sein“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung	212
Abbildung 113: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Abgelenkt sein“ zwischen den beiden Begegnungen	213
Abbildung 114: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Streiten“ bei der ersten Begegnung	214
Abbildung 115: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Streiten“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung.....	216
Abbildung 116: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Streiten“ zwischen den beiden Begegnungen	217
Abbildung 117: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Rumstehen“ bei der ersten Begegnung	218
Abbildung 118: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Rumstehen“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung.....	220
Abbildung 119: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Beobachten“ bei der ersten Begegnung	222
Abbildung 120: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Beobachten“ zwischen den beiden Begegnungen.....	224
Abbildung 121: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Anfassen“ bei der ersten Begegnung	226
Abbildung 122: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Anfassen“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung	228
Abbildung 123: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Anfassen“ zwischen den beiden Begegnungen.....	229
Abbildung 124: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Experimentieren“ bei der ersten Begegnung	230
Abbildung 125: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Experimentieren“ zwischen den beiden Begegnungen	233
Abbildung 126: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ bei der ersten Begegnung	234
Abbildung 127: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung..	240
Abbildung 128: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ zwischen den beiden Begegnungen	241
Abbildung 129: Zusammengefasste Ergebnisse der Videoanalyse von den beiden Kategorien „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“ bei der ersten Begegnung	243
Abbildung 130: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei den zusammengefassten Kategorien „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung.....	245
Abbildung 131: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Erklären“ bei der ersten Begegnung	246
Abbildung 132: Kinder, die mindestens einmal die Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ bei der ersten Begegnung gezeigt haben	248
Abbildung 133: Kinder, die mindestens einmal die Kategorie „Erklären“ bei der ersten Begegnung gezeigt haben	248
Abbildung 134: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Erklären“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung.....	250

Abbildung 135: Ergebnisse der Videoanalyse von der Gesamtaufenthaltsdauer bei der ersten Begegnung	252
Abbildung 136: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Gesamtaufenthaltsdauer zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung	254
Abbildung 137: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Gesamtaufenthaltsdauer zwischen den beiden Begegnungen.....	255
Abbildung 138: Ergebnisse der Videoanalyse von der Einzeldauer pro Besuch bei der ersten Begegnung	256
Abbildung 139: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Einzeldauer pro Besuch zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung	258
Abbildung 140: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Einzeldauer pro Besuch zwischen den beiden Begegnungen.....	259
Abbildung 141: Ergebnisse der Anzahl der Wiederholungen bei der ersten Begegnung	260
Abbildung 142: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Anzahl der Wiederholungen zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung	262
Abbildung 143: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Anzahl der Wiederholungen zwischen den beiden Begegnungen.....	263
Abbildung 144: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Einzel"	265
Abbildung 145: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Einzel in Gruppe" ..	265
Abbildung 146: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Gruppe Handeln"	266
Abbildung 147: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Gruppe Handeln Gespräch"	267
Abbildung 148: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Nur Gespräch"	268
Abbildung 149: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Kein Nawi"	269
Abbildung 150: Ergebnisse der Videoanalyse bei der ersten Begegnung der zusammengefassten Kategorien „Zerstören“, „Stören“, „Abgelenkt sein“, „Streiten“ und „Rumstehen“	270
Abbildung 151: Ergebnisse der zum „gemeinsamen und einsamen Agieren“ zusammengefassten Gruppenverhaltenskategorien.....	272
Abbildung 152: Ergebnisse der Videoanalyse bei der ersten Begegnung der Quotienten aus nicht handelnder Informationsaufnahme („Beobachten“) zu handelnder Informationsaufnahme („Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“)	273
Abbildung 153: Ergebnisse der Videoanalyse bei der ersten Begegnung der Quotienten aus nicht handelnder Informationsaufnahme („Beobachten“) zu handelnder Informationsaufnahme („Anfassen“, „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“)	275
Abbildung 154: Mediane der Ergebnisse der Videoanalyse bei der ersten Begegnung der Quotienten aus handelnder Informationsaufnahme („Anfassen“, „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“) zu nicht handelnder Informationsaufnahme („Beobachten“)	277
Abbildung 155: Vergleich der relativen Anteile der „Kategoriengruppen“ beim Verhalten der Vorschüler an der Station Kugelrallye, vergleiche ÖHDING 2009 S. 146, 307ff.	281
Abbildung 156: Tabelle der für das Erreichen der Mittelwerte von 100 bzw. 10 erforderlichen Rohwerte im K-ABC Test	290
Abbildung 157: Tabelle der für das Erreichen des Mittelwertes von 10 erforderlichen Rohwerte im HAWIK-IV-Test	291
Abbildung 158: Zeitplan für die beiden Begegnungen der verschiedenen Lerngruppen.....	296
Abbildung 159: Fragebogen nach der ersten Begegnung	299
Abbildung 160: Fragebogen nach der zweiten Begegnung	300
Abbildung 161: Ergebnisse des Vergleichs der Ergebnisse der ersten vier Fragen zwischen den beiden Begegnungen	301
Abbildung 162: Ergebnisse der statistischen geschlechtsabhängigen Unterschiede bei der Beantwortung des ersten Fragebogens	302
Abbildung 163: Ergebnisse der statistischen geschlechtsabhängigen Unterschiede bei der Beantwortung des zweiten Fragebogens.....	302
Abbildung 164: Ergebnisse der Lehrerbeobachtungen zur „Nichtteilnahme“ an der Lesestunde	305
Abbildung 165: Ergebnisse des U-Tests für die Geschlechterunterschiede bei den Nichtlesern	306
Abbildung 166: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlicher „Nichtteilnahme“ an der Lesestunde zwischen den Geschlechtern.....	307

Abbildung 167: Ergebnisse des U-Tests für die Unterschiede bei der Nichtteilnahme zwischen dem Experimentieren und der Lesestunde	308
Abbildung 168: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlicher „Nichtteilnahme“ zwischen dem Experimentieren bei beiden Begegnungen und der Lesestunde	308
Abbildung 169: Beispiel einer 2 x 2 Kreuztabelle	309
Abbildung 170: Die Übereinstimmung von Nichtlesern und Banksitzern mit dem Kappa-Koeffizienten dargestellt	309
Abbildung 171: Die Übereinstimmung von Nichtlesern und Banksitzern mit dem Kappa-Koeffizienten nach Geschlechtern getrennt dargestellt	310
Abbildung 172: Vergleich der Geschlechtsunterschiede bei den Banksitzern mit Hilfe des U-Tests	311
Abbildung 173: Vergleich der Unterschiede beim Banksitzen zwischen den beiden Begegnungen mit Hilfe des Wilcoxon-Tests	311
Abbildung 174: Ergebnisse der eigenen Bewertungen bei der Videoanalyse	312
Abbildung 175: Ergebnisse des U-Tests nach Mann und Whitney für geschlechtsabhängige Unterschiede bei den Kategorien der Videoanalyse	313
Abbildung 176: Ergebnisse des U-Tests nach Mann und Whitney für geschlechtsabhängige Unterschiede bei der Gesamtaufenthaltsdauer, der Einzeldauer pro Besuch und der Anzahl der Wiederholungen	314
Abbildung 177: Ergebnisse der U-Tests nach Mann und Whitney für geschlechtsabhängige Unterschiede bei den im Rahmen der Diskussion der Ergebnisse zusammen-gefassten bzw. in Relation gesetzten Kategorien.	314
Abbildung 178: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen bei den Kategorien der Videoanalyse Teil 1	315
Abbildung 179: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen bei den Kategorien der Videoanalyse Teil 2	315
Abbildung 180: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen bei den Kategorien der Videoanalyse Teil 3	316

1 Einleitung

„Der Fachkräftemangel in Deutschland nimmt ungeahnte Ausmaße an. Den deutschen Unternehmen fehlen mittlerweile 210.000 Mathematiker, Informatiker, Naturwissenschaftler und Techniker, wie Arbeitgeber und Industrie mitteilten. Diese Zahl markiert einen Rekord. (...) Die Zahl der offenen Stellen habe sich gegenüber 2005 fast verdreifacht.“⁷

„Knapp drei Viertel der etwa 170 befragten Personalentscheider haben einen hohen Bedarf an Fachkräften und Spezialisten, 31 Prozent spüren den Fachkräftemangel deutlich. Mehr als die Hälfte der Befragten erhält auf ausgeschriebene Stellen wesentlich weniger Bewerbungen als in der Vergangenheit, die obendrein oft von minderer Qualität sind.“⁸

Meldungen wie diese zeigen die Dringlichkeit des Fachkräftemangels. In einem vom Export von technischen Gütern abhängigen Land wie Deutschland lässt sich die Bedeutung für die Wirtschaft leicht erahnen. Frau Ellen Walther-Klaus, Geschäftsführerin der Initiative "MINT Zukunft schaffen", nennt als Ziel, mehr junge Menschen für die Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik zu gewinnen und sie bei Karriereentscheidungen zu beraten.⁹

Wie kann es gelingen, bei jungen Menschen das Interesse an einem naturwissenschaftlichen bzw. technischen Beruf und die Qualifikation hierfür zu steigern? Verstärkte Anstrengungen in der Schule im naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterricht, besonders in Physik, liegen nahe. Gerade Physik ist aber für viele Schüler ein ungeliebtes Fach. Dies ist mittlerweile auch weltweit gut dokumentiert.¹⁰

„Eines der dringend zu lösenden Probleme des Physikunterrichts stellt das im Vergleich zu anderen Schulfächern geringe Interesse der Schüler und insbesondere Schülerinnen dar. Mangelnde Lernmotivation führt langfristig zu geringeren Lernerfolgen und zu einem Desinteresse an naturwissenschaftlichen Fragen als Erwachsener.“¹¹

⁷ DIE WELT, 23.05.2012.

⁸ COMPUTERWOCHE, 11.10.2012.

⁹ Vergleiche TAGESSCHAU, 05.06.2012.

¹⁰ Vergleiche HOFFMANN, 1998, S.9.

¹¹ COLICCHIA, 2002.

Es konnte aber eine positive Beeinflussung des Interesses der Schüler an Physik wissenschaftlich nachgewiesen werden, wenn physikalische Inhalte beim selbstgesteuerten Experimentieren vermittelt werden. Weiterhin zeigt sich bei dieser Form des Wissenserwerbes ein hoher Effekt auf das Selbstkonzept der Schüler in naturwissenschaftlichen Fächern. Auch das Interesse an Tätigkeiten aus dem Bereich der Physik wuchs auf diese Weise.¹² Daher wird ein Projekt wie die Miniphänomenta, welches das selbstgesteuerte Experimentieren in der Grundschule ermöglicht, von Arbeitgeberverbänden wie beispielsweise der Nordmetall e.V. unterstützt, um den Fachkräftenachwuchs langfristig zu sichern.¹³ Im Kapitel „2.1 Projekt Miniphänomenta“ wird das Projekt Miniphänomenta vorgestellt.

Auch in den vielerorts neu entstandenen Schülerlaboren wird Kindern und Jugendlichen ein erfahrungsbasierter Zugang zu den Naturwissenschaften erlebbar und besser begreifbar gemacht. Sie haben sich mittlerweile als wirksame Instrumente zur Breiten- und Spitzenförderung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich erwiesen.¹⁴

Nicht nur in der Schule haben junge Menschen mit dem Mathematik- und dem Naturwissenschaftsunterricht Probleme, sondern auch an den Hochschulen. Viele Studenten brechen ihr naturwissenschaftliches Studium ab. Wenn die Gründe hierfür analysiert werden, wird meist die fehlende Praxisnähe genannt. Demgemäß weisen die praxisorientierten Fachhochschulen geringere Abbrecherquoten als die eher theoretisch orientierten Universitäten auf. Experten fordern daher auch für die Universitäten eine höhere Praxisorientierung, um Abbrecherquoten in den MINT Fächern von fast 36 % wie 2008 zu vermeiden.¹⁵

Aus dem Genannten möge hervorgehen, wie problematisch der traditionelle Physikunterricht für die Schüler ist. Der recht theoretische Unterricht führt an der Schule zu desinteressierten Schülern und an der Universität zu hohen Abbrecherquoten. Demgegenüber führen selbst durchgeführte und erlebte Experimente zu einem höheren Interesse an physikalischen Inhalten und physikalischen Tätigkeiten.

¹² Vergleiche SOMMER, 2010, S. 7.

¹³ Vergleiche FIESSER, 2010, S. 19.

¹⁴ Vergleiche WESSNIGK, 2011.

¹⁵ Vergleiche DIE WELT, 23.05.2012.

1.1 Gliederung der Dissertation

Im theoretischen Teil wird zunächst das Projekt Miniphänomente vorgestellt, aus dem die in dieser Studie verwendeten Stationen stammen.

Anschließend werden für eine Arbeit der Physikdidaktik recht kurz die relevanten didaktischen Prinzipien dargestellt. Dies lässt sich durch die Fragestellung dieser Studie rechtfertigen, da nicht etwa die didaktische Wirksamkeit der Miniphänomente geprüft werden soll, sondern Verhaltensunterschiede zwischen unterschiedlich alten Kindern gefunden und beschrieben werden sollen.

Daher finden sich im theoretischen Teil auch Kapitel zur kognitiven, sozialen, sprachlichen und motorischen Entwicklung der untersuchten Altersgruppen sowie zum Einfluss des Geschlechts, um auftretende Verhaltensunterschiede bei den Altersgruppen diskutieren zu können. Haben sich in der verwendeten Literatur Angaben gefunden, die Informationen zur altersabhängigen Entwicklung eines Merkmals geben, wurde diesen mehr Raum gegeben.

Nachdem der theoretische Teil mit der Eingrenzung der Fragestellung abgeschlossen ist, beginnt der praktische Teil mit dem benutzten Design für diese Studie. Es schließt sich die Darstellung der Organisation der Studie und der verwendeten Methodik an. Auch die benutzten Messverfahren Fragebogen, Fotografie und Videografie werden erläutert.

Im Teil der Untersuchungsergebnisse wird am Anfang auf Seite 142ff. gezeigt, wie im allgemeinen die komplexen Ergebnisse der verschiedenen Variablen ausgewertet, beschrieben und interpretiert worden sind. Hier sei es dem Autor erlaubt, dem interessierten Leser ein sorgfältiges Lesen dieser Passage zu empfehlen, damit die anschließenden Texte zu den Untersuchungsergebnissen der Fragebögen, der Fotografie und der Videografie nachvollzogen werden können.

In der Schlussbetrachtung wird der Wert der gefundenen Ergebnisse diskutiert und die während dieser Studie entwickelten Hypothesen genannt. Ein abschließender Ausblick zeigt Möglichkeiten für eine weitere Verwendung der gefundenen Ergebnisse auf.

Für eine bessere Lesbarkeit des Textes geschieht die Zitierweise mit Hilfe von Fußnoten. Befindet sich eine solche Fußnote am Ende eines Absatzes, so ist die angegebene Literaturquelle für den gesamten Absatz verwendet worden.

2 Theoretischer Teil

2.1 Projekt *Miniphänomenta*

„Vor 100 Jahren waren für Kinder unmittelbare Erfahrungen mit Technik, mit dem Handwerker gegenüber, mit Reparaturen, verschiedenen Materialien und ihren Eigenschaften selbstverständlich. Die Vorväter unseres europäischen Schulwesens hatten immer wieder die Pädagogen ermahnt, die Wirklichkeitsbegegnung zum unabdingbaren Teil des Unterrichts zu machen. Nur das unmittelbare Tun war als Bildung anerkannt (...).“¹⁶

Schon in den achtziger Jahren entstand am Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik an der Universität Flensburg der Wunsch, Kindern wieder unmittelbare Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen zu ermöglichen. Realisiert wurde dies mit Experimentierstationen zu naturwissenschaftlichen Themen.

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

Abbildung 1: Entwicklung des Projektes Miniphänomenta aus SOMMER 2010 S. 22

1984 wurden in Seminaren zur Lehramtsausbildung Experimentierstationen entwickelt. Diese wurden an der PH Flensburg¹⁷ ausgestellt oder an Schulen weitergegeben. Auch in Einkaufszentren oder als eigenständige Ausstellung wurden die Exponate in der Öffentlichkeit ausgestellt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen flossen in die Weiterentwicklung der Stationen ein. Der Erfolg dieser „Ausstellungen“ führte 1990 zur Gründung eines Trägervereins und 1994 schließlich zur Eröffnung der Phänomenta in einem eigenen Gebäude. Das Konzept für Ausstellungen dieser Art entwickelte sich bundesweit unter dem Begriff der Science Center oder auch „Hands

¹⁶ FIESSER, 2010, S. 13.

¹⁷ Aus der ehemaligen PH Flensburg ist heute die Universität Flensburg hervorgegangen.

on Museum“. In der Phänomenta sind inzwischen einige hundert Experimentierstationen ausgestellt, die zum selbstständigen Experimentieren einladen.¹⁸

Bei der Gestaltung der Experimentierstationen ist darauf geachtet worden, dass die experimentierenden Kinder das zu Grunde liegende Phänomen in einer selbst gewählten und auch selbstständig organisierten Weise erforschen und durchdringen. Texttafeln, Museumsführer bzw. Lehrer, die diese Phänomene erklären, würden diesen Prozess abbrechen. Daher ist in der Phänomenta darauf verzichtet worden. Die Beschaffenheit der Stationen soll die Kinder zum Experimentieren auffordern. Idealerweise werden sie durch das dargestellte Phänomen zum Staunen gebracht und so weiter motiviert, sich mit der Station tiefer auseinanderzusetzen. Dabei können die Kinder selbstständig entscheiden, an welcher Station sie mit wem und auch wie lange experimentieren. Die dabei selbst erlebten Erfahrungen können dann mit gleich gesinnten Kindern ausgetauscht und diskutiert werden. Diese Art des Lernens geht auf die pädagogischen Ideen von Martin Wagenschein zurück und lässt sich durch die kognitiven Lernprozesse nach der Theorie von Piaget beschreiben. Das offene Lernen, speziell das Lernen an Stationen und offene Experimentieren, liefert weitere Aspekte für die Erklärung der Lernprozesse beim Umgang mit den genannten Experimentierstationen. An dieser Stelle sei daher auf das Kapitel „2.2 Relevante didaktische Prinzipien“ verwiesen, in denen dies in den entsprechenden Unterkapiteln beleuchtet wird.

Die Begeisterung und der geweckte naturwissenschaftliche Wissenshunger der Phänomenta-Teilnehmer haben den Arbeitgeberverband Nordmetall e.V. aufmerksam gemacht. So suchte die Nordmetall e.V., welche sich den Fachkräftemangel für technische Berufe als Herausforderung zum Handeln begriff, den Kontakt zu den geistigen Vätern der Phänomenta. Es entstand eine Zusammenarbeit zwischen dem Arbeitgeberverband und dem Institut für Physik und Chemie und deren Didaktik der Universität Flensburg, die als gemeinsames Ziel einen breiten Zugang für viele Schüler zu Experimentierstationen wie in der Phänomenta hat. Der Arbeitgeberverband versprach sich dadurch neben einer nachhaltigen naturwissenschaftlichen Qualifikation ein weiter verbreitetes Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen und somit auch an einer möglichen späteren technischen Tätigkeit bei den Schülern.

¹⁸ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 22ff.

Der damalige Leiter des Instituts für Physik und Chemie und deren Didaktik der Universität Flensburg, Herr Prof. Dr. Fiesser, wollte in der Zusammenarbeit mit dem Arbeitgeberverband ein Problem der Phänomenta lösen. Die Kinder, die die Phänomenta besuchten, würden in den Folgetagen das Experimentierfeld gerne erneut besuchen. Hierzu wäre jedoch für jede weitere Begegnung ein „Wandertag“ mit An- und Abreise notwendig. Solch häufige Wiederholungsbesuche können typischerweise nicht organisiert werden.¹⁹

Es wurde daher das Projekt Miniphänomenta für Grundschulen entwickelt. Kernstück des Projektes ist ein transportables Experimentierfeld aus bis zu 52 Stationen, welches im Flur der Schule dauerhaft aufgebaut wird. In dieser langfristigen Verfügbarkeit der Stationen an der Schule besteht ein wesentlicher Unterschied zum Science Center Phänomenta. Die Schüler können über lange Zeiträume die Stationen immer wieder aufsuchen und so zu neuen bzw. tieferen Erkenntnissen gelangen. Die wesentlichen Aspekte der Phänomenta bleiben hingegen erhalten, denn die Schüler können selbst entscheiden, an welcher Station sie mit wem, wie lange und wie oft experimentieren wollen. Auch erklärende Texttafeln wird man wie in der Phänomenta bei den Stationen der Miniphänomenta nicht finden, um den Prozess des eigenen Forschens nicht zu unterbrechen bzw. zu stören.²⁰

Die Gestaltung und Beschaffenheit der Stationen ist so ausgelegt, dass ein einfacher und preisgünstiger Nachbau ermöglicht wird. Die Exponate sollen haltbar sein und den anwendbaren Sicherheits- und Entsorgungsrichtlinien entsprechen. Die Stationen müssen sicher und frei im Raum stehen und einfach und gut verstaut werden können. Auch der Betreuungsaufwand sollte nur gering sein.²¹ Für weitergehende Informationen zu den Stationen sei hier auf die Literatur von HOLST 2004, SAUER 2005 und FIESSER 2010 verwiesen. Die in dieser Studie verwendeten Stationen werden im Kapitel „3.3 Vorstellung der verwendeten Stationen“ vorgestellt.

Für den Erfolg des Projektes Miniphänomenta spielt die Einstellung der Lehrer eine entscheidende Rolle,²² obliegt den Lehrern doch die Organisation und Durchführung des Projektes in der Schule. Die Eltern, Schüler und Kollegen spüren eine Ablehnung genauso wie eine Begeisterung des durchführenden Lehrers. Daher werden Fortbildungen durchgeführt, die den Lehrer auf seine Aufgaben bei der

¹⁹ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 23.

²⁰ Vergleiche FIESSER, 2010, S. 16.

²¹ Vergleiche HOLST, 2004, S. 70 ff.

²² Vergleiche FIESSER, 2010, S. 16.

Miniphänomenta vorbereiten und ihn hierzu praktisch und theoretisch schulen. Der Ablauf des Projektes geschieht in den nachfolgenden drei prinzipiellen 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

Abbildung 2: Der Ablauf in den drei prinzipiellen Schritten des Projektes Miniphänomenta aus SOMMER, 2010, S. 24

Im ersten Schritt, der projektbezogenen Fortbildungsveranstaltung, werden die teilnehmenden Lehrer über die relevanten didaktischen Prinzipien für das Projekt Miniphänomenta informiert. Sie lernen auch didaktische Methoden kennen, die ihnen bei der Begleitung des Lernprozesses ihrer Schüler helfen. Die Lehrer werden auch auf administrative Aufgaben wie die Organisation und Durchführung des Projektes intensiv vorbereitet. Hierzu werden ihnen viele Hilfestellungen in Form von vorbereiteten Serienbriefen oder detaillierten Anweisungen gegeben. Einen großen Teil der Fortbildung nimmt das selbstständige Bauen von Experimentierstationen mit einer zur Verfügung gestellten Anleitung ein. Dabei erleben die Lehrer durch den erfolgreichen Bau in kleinen Gruppen Werksstolz und ein Gemeinschaftsgefühl.²³ Während des selbstständigen Bauens der Stationen zeigt sich, dass die Lehrer ihre Angst vor dem Bau solcher Stationen verlieren und dieser ihnen sogar Spaß macht und als einfach durchführbar erlebt wird. Beim anschließenden Experimentieren der teilnehmenden Lehrer an den Stationen wird typischerweise der hohe Aufforderungscharakter der Stationen, die mögliche hohe Erkenntnistiefe beim Umgang mit den Stationen und die Begeisterung für physikalische Phänomene selbst erfahren.

Der zweite Schritt, das zweiwöchige Ausleihen der Experimentierstationen an die Schule, dient der Begeisterung des Lehrerkollegiums und vor allem der Eltern der Schüler. Nachdem die Leihexponate von einem Mitarbeiter der Miniphänomenta an die Schule angeliefert und im Schulflur aufgebaut worden sind, können die Schüler

²³ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 25.

zwei Wochen lang in jeder Pause experimentieren. Während dieser Zeit werden die Eltern zu einem Tag der offenen Tür eingeladen und können dann ihre Kinder beim selbstständigen Experimentieren beobachten. Dabei erleben sie, wie ihre Kinder mit leuchtenden Augen intrinsisch motiviert naturwissenschaftliche Phänomene erforschen. Nachdem zwei Wochen verstrichen sind, werden die Leihexponate von einem Mitarbeiter der Miniphänomonta abgeholt und an eine andere Schule verliehen. Bei einem anschließenden Elternabend werden die Eltern aufgefordert, solche Stationen mithilfe einer bereitgestellten Anleitung nachzubauen, damit ihre Kinder länger anhaltenden Zugriff auf das Experimentierfeld haben. In vielen Fällen sind die Eltern durch ihre Erlebnisse am Tag der offenen Tür motiviert, die Stationen nachzubauen.

Im dritten Schritt bauen die Eltern in kleinen Gruppen die Experimentierstationen schließlich nach. Auch sie erleben dabei Werksstolz und ein Gemeinschaftsgefühl. Dies fördert die Zusammenarbeit zwischen Elternhaus und Schule und darüber hinaus das Interesse einer weitergehenden Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Inhalten im häuslichen Umfeld.²⁴ Durch die Einbindung der Eltern in das schulische Geschehen ergeben sich ferner Möglichkeiten, das ansonsten oft schwierige Verhältnis zwischen Eltern und Schule nachhaltig zu verbessern.²⁵ Die Einbeziehung der Eltern in das Projekt ist ein bedeutender Aspekt der Miniphänomonta und findet auch im englischen Untertitel des Projektes seinen Platz: **ASIP, Advancing Science through Informed Parents**. „Eltern können durch ihr Wissen und ihr Engagement, durch Interesse an der Schule ihrer Kinder und durch praktische Anteilnahme entscheidend dabei helfen, Naturwissenschaft und Technik einen angemessenen Umfang im Primarbereich zurückzugeben.“²⁶

Abschließend soll darauf hingewiesen werden, dass sich nicht alle in den Stationen gezeigten Phänomene für die Kinder sofort erschließen. Aber genau dies macht die Kinder neugierig, führt zu Gesprächen und fördert den eigenen Forscherdrang. Eventuell wird erst nach Wochen ein Zusammenhang zu anderen Erkenntnissen oder Erlebtem erkannt. Solche Prozesse hinterlassen im Denken der Kinder ihre Spuren, denn sie haben dann mit Spaß etwas selbstständig herausgefunden, begriffen und festgestellt. Solches Wissen ist sehr stabil. Ein solcher im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen und technischen Problemen gewonnener Erfahrungsschatz

²⁴ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 25.

²⁵ Vergleiche ASMUSSEN, 2007, S. 28.

²⁶ FIESSER, 2010, S. 13.

ist tragfähig und damit die beste Voraussetzung kreativ und aktiv einen technischen Beruf auszuüben.²⁷

Ein weiteres gemeinsames wissenschaftliches Kooperationsprojekt des Arbeitgeberverbandes Nordmetall e.V. und des Institutes für Physik und Chemie und deren Didaktik der Universität Flensburg ist: „Versuch macht klug“.²⁸ Ähnlich wie bei der Miniphänomenta werden naturwissenschaftliche Experimentierstationen Kindern zum selbstständigen Experimentieren zur Verfügung gestellt. Allerdings sind es nun Kindergartenkinder, die in einer Kindertagesstätte naturwissenschaftliche Erfahrungen machen. Dieses Projekt wird hier erwähnt, weil in der vorliegenden Studie auch einzelne Stationen aus „Versuch macht klug“ benutzt wurden.

2.1.1 Stand der Forschung beim Projekt Miniphänomenta

„Bisherige überwiegend querschnittlich angelegte Evaluationen zu unterschiedlichen Bereichen bescheinigen dem Projekt große Erfolge (...)“²⁹

In diesem Kapitel sollen die bisherigen Ergebnisse von Evaluationsstudien zum Projekt Miniphänomenta skizziert werden. Diese Forschung basiert im Wesentlichen aus verschiedenen Dissertationen, deren wesentliche Ergebnisse im Folgenden vorgestellt werden.

Die Dissertation von Sönke HOLST 2004 überprüfte die Bildungswirksamkeit von Experimentierstationen in der Primar- und Orientierungsstufe. Er nutzte dazu das Concept-Mapping-Verfahren, die Methode des lauten Denkens und Verhaltensbeobachtungen. Er konnte zeigen, dass die Schüler beim Umgang mit Experimentierstationen einen emotionalen Zugang zu den Naturwissenschaften bekommen und in ihrer Experimentiermethodik selbstständiger werden. Die Schüler waren motiviert und nutzten die Stationen ohne Hemmungen. Die Neugier der Kinder war so groß, dass sie umgehend in eine handelnde Auseinandersetzung mit dem Experimentiermaterial traten. Vorhandene Erläuterungstexte wurden kaum oder gar nicht gelesen. 70 % der beobachteten Schüler erkannten das Ziel der Experimentierstationen selbstständig. Nur sehr wenige Schüler nahmen die Experimentierstationen nicht in Betrieb. Oft war bei den Kindern Überraschung und Begeisterung über das untersuchte Phänomen zu beobachten. Dies war bei Schülern

²⁷ Vergleiche FIESSER, 2010, S. 14.

²⁸ Vergleiche ASMUSSEN, 2010, S. 5.

²⁹ ASMUSSEN, 2007, S. 46.

aller untersuchten Altersklassen zu erkennen. Auch die Concept Maps zeigten keine signifikanten Unterschiede bei den Begriffsnetzen der untersuchten Jahrgangsstufen bei der fachlichen Richtigkeit. Herr Holst ist davon ausgegangen, dass die Schüler der vierten und fünften Jahrgangsstufe ein größeres Wissen der Naturwissenschaft und Technik besitzen sollten, als die Schüler der ersten und zweiten Jahrgangsstufe. In den Begriffsnetzen fand sich ein solcher Unterschied, wie bereits erwähnt, nicht. So ist davon auszugehen, dass naturwissenschaftlich-technische Inhalte in den untersuchten Jahrgangsstufen bisher nicht oder kaum vermittelt worden sind. Nach dem Kontakt mit den Stationen konnte mit den Concept Maps nachgewiesen werden, dass die betreffenden Schüler fachlich korrekte naturwissenschaftlich-technische Vorstellungen entwickelt haben. Die Begriffsnetze der betreffenden Schüler haben sich durch das aktive Experimentieren signifikant verändert. Dabei gab es zwischen den untersuchten Jahrgangsstufen keine signifikanten Unterschiede. Der Einfluss auf die Begriffsnetze der Schüler scheint altersunabhängig zu sein. 82,46% aller untersuchten Kinder hatten eine Verweildauer von unter 2 Minuten an den Stationen,³⁰ oder durchschnittlich 1,3 Minuten.³¹ „Vergleicht man nun diesen zunächst klein erscheinenden Wert mit der durchschnittlichen Verweildauer von Schülerinnen und Schülern im Science-Center Phänomenta in Flensburg (unter einer Minute), so wird deutlich, dass es sich hier um einen hohen Wert handelt.“³²

Die Dissertation von Friedhelm SAUER 2005 untersuchte, ob und wie offene Experimentierstationen Einfluss auf das naturwissenschaftlich-technische Lernen im Primarbereich haben. Er zeigt, dass sich die offenen Experimentierstationen von den Kindern grundsätzlich zu erschließen lassen. So ergibt sich eine lustvolle Auseinandersetzung mit den Phänomenen, die mit allen Sinnen erfolgt und nachweislich nachhaltig wirkt. Die Begrifflichkeit der Kinder bezüglich der Phänomene zeugt von einer besonderen Tiefe der sinnlichen Erfassung. Somit kann die naturwissenschaftlich-technische Begriffsbildung auf einem belastbaren Fundament erbaut werden und in späteren Jahren Grundlage für nachvollziehbare Abstraktionsstufen bilden. In Lehrerinterviews zeigt sich eine große Unsicherheit der befragten Lehrkräfte bei den naturwissenschaftlich-technischen Inhalten. Herr Sauer vermutet, dass die Lehrkräfte nur Lernsituationen zulassen, die für sie beherrschbar scheinen. So erklärt sich die Dominanz von Büchern und vorgefertigten Arbeitsbögen im naturwissenschaftlichen Unterricht, als auch das Theoretisieren bzw. das abstrakte

³⁰ Vergleiche HOLST, 2004, S. 175 und S. 198ff.

³¹ Vergleiche ASMUSSEN, 2007, S. 44.

³² ebenda

Darstellen von naturwissenschaftlich-technischen Phänomenen. Dann wird aber auf die wertvollen Lernerfolge aufgrund von sinnlichen Erfahrungen bei den Kindern verzichtet. Nachdem Lehrer das Projekt Miniphänomenta beobachtet haben, steigt ihre Bereitschaft, ihren naturwissenschaftlich-technischen Unterricht zu öffnen. Besondere Erwähnung findet die Veränderung der Beziehung zwischen Eltern und Schule in der Arbeit von Herrn Sauer. 86% der Kinder informieren ihre Eltern über das Projekt. Durch die Einbeziehung der Eltern bei der aktiven Gestaltung des Experimentierfeldes und somit der Lernumwelt ihrer Kinder erleben die Eltern den Kontakt zur Schule nicht nur beim Informationsaustausch von erbrachten oder dokumentierten Leistungen ihrer eigenen Kinder. Dies schafft eine Verbindung zwischen der Schulwelt der Kinder und der Alltagswelt der Familie. In der Familie werden nun Gespräche über die Schule geführt, die nicht von Leistungsanforderungen und Notendruck geprägt sind. Herr Sauer schlägt aufgrund seiner Beobachtungen im Kindergarten und der Sekundarstufe I eine Öffnung des Projektes Miniphänomenta vor. Vor allem für den Vorschulbereich und die Klassenstufen 5 und 6 erachtet er eine Ausweitung des Projektes für sinnvoll.³³

In der Dissertation von Sören ASMUSSEN 2007 wurde die Langzeitwirkung der Miniphänomenta erforscht. Es wurde die Wirksamkeit der Begegnung mit den Experimentierstationen bei der Veränderung folgender Variablen untersucht: Einstellung gegenüber dem Phänomen und seiner Bearbeitung, formale Kompetenz, allgemeines Experimentierverhalten, aktuelle Motivation zur tiefergehenden Bearbeitung physikalischer Fragestellungen und Wissen. Bevor die Schüler mit der Miniphänomenta Kontakt hatten, waren die Ausprägungen der genannten Variablen als überaus niedrig beurteilt worden. Den Schülern fielen die eigenständige Durchführung eines Versuches sowie das Beobachten der Ergebnisse und des damit verbundenen Nachdenkens über mögliche Erklärungen schwer. Die Motivation sich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen auseinanderzusetzen und die Einstellung gegenüber dem Experimentieren sanken mit steigendem Alter. Außerdem wurden bei der Einstellung und der Motivation bedenkliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt. Nach der Begegnung mit dem Experimentierfeld der Miniphänomenta stiegen die Werte der eben vorgestellten Variablen an, besonders herausragend die Förderung der formalen Kompetenzen. So arbeiten die Schüler nach der Miniphänomenta länger und konzentrierter an einem Experiment und gehen dabei deutlich erfahrener vor. Die Kinder gelangen zu subjektiv tragfähigen Erklärungen und sind gegenüber naturwissenschaftlichen Phänomenen

³³ Vergleiche SAUER, 2005, S. 163, S. 182ff.

aufgeschlossener. Das Experimentieren erleben sie als einen aktiven Prozess, den sie selbst gestalten können und wollen.³⁴ „Die MINIPHÄNOMENTA war damit in Bezug auf alle eben genannten Variablen HOCHWIRKSAM. Sie förderte damit die Schülerinnen und Schüler in Bezug auf physikalische Fragestellungen umfassend.“³⁵

Die Dissertation von Sven SOMMER 2010 untersucht das Interesse der Schüler an Inhalten und Tätigkeiten der Physik, die Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften, das fächerspezifische Selbstkonzept und das Engagement der Schüler und Eltern, die über mehrere Jahre am Projekt Miniphänomenta teilgenommen haben. Die Arbeit zeigt, dass bei einer längeren Teilnahme am Projekt Miniphänomenta auch noch am Ende der Orientierungsstufe und mehrere Jahre nach dem Schulwechsel schwache bis mittlere Effekte beim Interesse an Inhalten und Tätigkeiten aus dem Bereich der Physik und der Einstellung gegenüber dem Fach Physik festgestellt werden können. Für das Selbstkonzept der Schüler in naturwissenschaftlichen Fächern konnte ein hoher Effekt nachgewiesen werden. Die Schüler beschreiben auch nach drei Jahren das Projekt als in sehr hohem Maße positiv. Sie beschreiben sie als einen Lernort, an dem sie viel gelernt und Spaß gehabt haben. Durch die Teilnahme am Projekt Miniphänomenta steigt in der Freizeit auch das Interesse bei den Kindern an den Naturwissenschaften an. So interessieren sie sich mehr für Fernsehsendungen über Naturwissenschaft und Technik und sprechen mit ihren Freunden über solche Inhalte. Auch beschreiben solche Kinder die Naturwissenschaften als weniger anstrengend und interessieren sich für eine spätere technische bzw. naturwissenschaftliche Tätigkeit. Herr Sommer weist darauf hin, dass die Ergebnisse des Projektes Miniphänomenta stark von der Intensität des Einsatzes an der Schule abhängen. So zeigen sich erhebliche Unterschiede bei der Wirkung zwischen einem zweiwöchigen und dem mehrjährigen Einsatz an der Schule.³⁶

Auch bei dem verwandten Kooperationsprojekt „Versuch macht klug“ zwischen dem Arbeitgeberverband Nordmetall e.V. und dem Institut für Physik und von Chemie und deren Didaktik der Universität Flensburg wurde in Evaluationsstudien die Eignung von Experimentierstationen gezeigt. Hier soll auf die Arbeiten von Nadine ÖHDING 2009, Sören ASMUSSEN 2010 und Fritz SCHLIEßMANN (ohne Jahresangabe) verwiesen werden.

³⁴ Vergleiche ASMUSSEN, 2007, S. f ff., S. 187ff.

³⁵ Ebenda S. 188.

³⁶ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 7, S. 232ff, S. 281ff., S. 295ff.

2.1.2 Zur Bedeutung der Altersabhängigkeit

Das Projekt Miniphänomenta und auch das Projekt „Versuch macht klug“ haben sich mit ihren interaktiven Experimentierstationen in der Grundschule und im Kindergarten etabliert. In den vergangenen Jahren wurden diese Projekte wissenschaftlich als geeignet evaluiert und weiterentwickelt. Auch die Mitarbeiter von Science Centern wie der Phänomenta stellen die hohe Eignung der Stationen für Kinder im Vorschul- und Grundschulalter fest.

Allerdings scheint das Interesse an den Naturwissenschaften mit zunehmendem Alter der Kinder nachzulassen. „Das Interesse für das Fach sinkt wie in vielen anderen Schulfächern im Laufe der Schulzeit. Im Falle der Physik sinkt es besonders eklatant.“³⁷ Beim Experimentieren an den Stationen der Miniphänomenta lässt sich außerdem beobachten, dass Schüler der Sekundarstufe I durch ihr Verhalten das Projekt gefährden. „Zumindest in manchen Schulen und unter ungünstigen Bedingungen gehen pubertierende Jugendliche sehr rau und unsachgemäß mit den Stationen um, und ist die Atmosphäre erst einmal „gekippt“, wird es schnell schwer oder unmöglich die Experimentierstationen funktionsfähig zu halten.“³⁸

Allgemein ist der Eindruck entstanden, dass die älteren Schüler der Sekundarstufe I schwieriger mit dem Projekt Miniphänomenta vereinbar sind. Trotzdem besteht der Wunsch, diese Schüler an den Vorteilen des Experimentierens an den Stationen teilhaben zu lassen.

Bisher ist aber nicht genau bekannt, ob und wie sich das Verhalten der älteren Schüler von dem Verhalten der jüngeren Schüler unterscheidet. Aus diesem Grund soll das Experimentierverhalten von Kindern in verschiedenen Altersgruppen wissenschaftlich untersucht werden.

³⁷ COLICCHIA, 2002, S. 3.

³⁸ FIESSER, 2010, S. 245.

2.2 Relevante didaktische Prinzipien

In diesem Kapitel sollen die für das Experimentieren an den Stationen der Miniphänomenta relevanten didaktischen Prinzipien dargestellt werden. Der Inhalt erhebt keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit, sondern stellt lediglich eine Auswahl der für den Autor dieser Studie wichtigsten Punkte dar. Im Anschluss werden die vorgestellten Prinzipien zum Projekt Miniphänomenta in Beziehung gesetzt.

2.2.1 Lernen

„Wenn es etwas gibt, was Menschen vor allen anderen Lebewesen auszeichnet, dann ist es die Tatsache, dass wir lernen können und dies auch zeitlebens tun.“³⁹

In der pädagogischen Literatur wird Lernen allgemein als eine Veränderung im Verhalten oder Verhaltenspotenzial eines Organismus in einer bestimmten Situation beschrieben, welche auf wiederholten Erfahrungen in dieser Situation zurückgeht.⁴⁰ Es gibt einige Theorien⁴¹, die die beim Lernen auftretenden Prozesse erklären. Hier soll das Äquilibrationsmodell von Piaget benutzt werden, die Vorgänge beim Lernen zu deuten, obwohl es von der heutigen psychologischen Forschung oft kritisiert wird. Die dabei verwendete Akkomodation und Assimilation scheinen jedoch gut geeignet, die Genese von physikalischem Wissen darzustellen.⁴²

Das Äquilibrationsmodell geht von einer fortwährenden Interaktion zwischen dem Lernenden und seiner Umwelt aus. Alle Informationen, die der Lernende über seine Sinne wahrnimmt, werden mit seinem bisherigen Weltbild abgeglichen. Beim Lernen führen neue Informationen zu einer Modifizierung des bestehenden Weltbildes.⁴³

Stimmen die durch die Sinne erlebten Informationen mit dem bestehenden Weltbild (kognitiven Strukturen) des Lernenden überein, so kommt es zur Bestätigung, der Assimilation. Passen die Informationen hingegen nicht zum bestehenden Weltbild (kognitiven Strukturen), erfährt der Lernende einen Spannungszustand, den er lösen will. Hierzu modifiziert er sein Weltbild so, dass es zu den neuen Informationen passt. Ein Beispiel soll diesen Vorgang illustrieren.

³⁹ SPITZER, 2009, S. XIII.

⁴⁰ Vergleiche GUDJONS, 2003, S. 213.

⁴¹ Vergleiche EDELMANN, 1996, S. 7ff.

⁴² Vergleiche ASMUSSEN, 2007, S. 39.

⁴³ Vergleiche SAUER, 2010, S. 7.

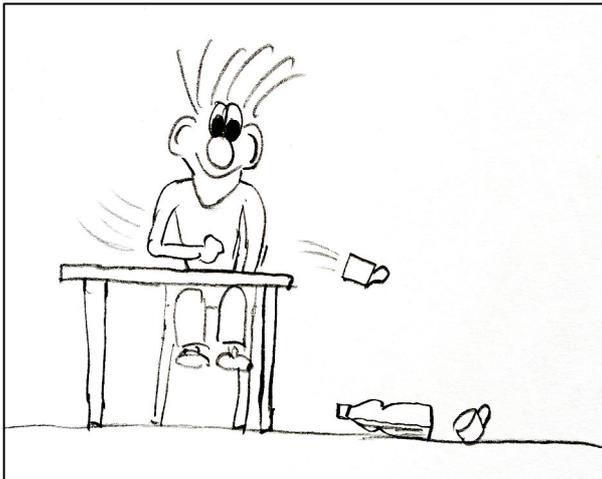


Abbildung 3: Assimilation

Ein kleines Kind sitzt am Küchentisch und wirft Gegenstände vom Tisch herunter. Auf diese Weise erlebt es mit seinen eigenen Sinnen immer wieder die Anziehungskraft der Erde. Jeder weitere freie Fall bestätigt unmittelbar das bestehende Weltbild des Kindes, bis sich das Kind sicher ist und sein Interesse daran verliert. Dieser Vorgang wird Assimilation genannt.

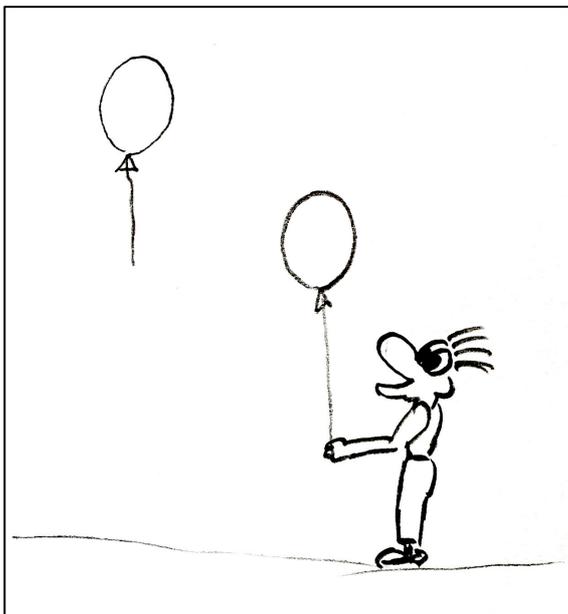


Abbildung 4: Akkomodation

Das gleiche Kind hat auf einem Rummel den ersten Kontakt mit Gasballons. Es spürt mit seinen eigenen Sinnen, wie der Gasballon an seiner Schnur nach oben zieht. Nach dem Loslassen schwebt der Ballon tatsächlich nach oben, anstatt wie gewohnt herunterzufallen. Das Kind staunt und will diesen Konflikt lösen. Sind die Informationen glaubhaft, also durch die eigenen Sinnen wahrgenommen, wird das Kind sein bestehendes Weltbild (alle Gegenstände fallen herunter) zu einem neuen Weltbild (zum Beispiel

Ballons vom Rummel fallen nicht herunter) modifizieren. Um sicher zu gehen, wird das Kind einen nächsten Ballon wieder loslassen. Dann befindet sich das Kind bereits wieder bei der Bestätigung seines Weltbildes, der Assimilation.

„Die neuronale Struktur des (menschlichen) Gehirns konstruiert (situativ) Bedeutungen zu durch Umwelt erzeugten Sinnesreizen. (...) Unser Gehirn schafft demnach keine Abbildung der Realität, sondern konstruiert seine eigene Wirklichkeit situativ auf der Basis seiner bisherigen Erfahrungen.“⁴⁴

⁴⁴ AUFSCHNAITER, 1999, S. 9.

Hier sei nochmals darauf hingewiesen, wie wichtig das unmittelbare Erleben mit den eigenen Sinnen für den Lernprozess ist. Der aus dem Beispiel nach oben fliegende Gasballon verliert für den Lernenden deutlich an Wert, wenn er nicht selbst erlebt wurde, sondern durch ein Bild im Buch, eine Fernsehsendung oder einen Lehrervortrag vermittelt wurde.

Wobei auch zu betonen ist, dass sich solche Abläufe des Äquilibrationsprozesses in vielen kleinen Schritten vollziehen und weniger als plötzlicher Umbruch.⁴⁵ Jeder Lernende benötigt hierzu unterschiedlich viel Zeit und auch einen entspannten Zustand der Ausgeglichenheit.

2.2.2 Offener Unterricht / Schülerzentrierter Unterricht

„Offener Unterricht“ bedeutet vor allem eine Öffnung für Schüler zu *mehr Selbstständigkeit, mehr Mitverantwortung*, das heißt *mehr Mündigkeit*.⁴⁶

Im offenen Unterricht werden in der Schulpraxis spezifische Lernangebote und Wahlmöglichkeiten für einzelne Schüler oder kleine Schülergruppen bereitgestellt. Im Idealfall können auf diese Weise Schüler mit unterschiedlichen anthropogenen, soziokulturellen Voraussetzungen sowie unterschiedlichen Lernstilen lernen. Auch unterschiedliche Vorerfahrungen und Fähigkeiten werden durch die vielen bereitgestellten Lernangebote berücksichtigt. In diesem Zusammenhang wird auch oft von Binnendifferenzierung oder innerer Differenzierung gesprochen.⁴⁷

Den bezüglich ihrer Leistungen gewöhnlich sehr heterogen zusammengesetzten Klassen kann durch die Bereitstellung unterschiedlicher Aufgaben und Aufträge mit verschiedenen Schwierigkeitsniveaus positiv begegnet werden. Bei einigen Aufgaben ist außerdem ein Erarbeiten der Lerninhalte auf unterschiedlichen Niveaus möglich. beispielsweise durch die selbstständige Wahl der Ausführlichkeit bzw. Sorgfalt beim Erfüllen des Lernauftrages durch den Schüler.

Ferner wird eine Unterstützung des kognitiven Lernens erwartet, da die Schüler zu selbstständigem Denken angeregt werden und sich intensiver mit den Inhalten

⁴⁵ Vergleiche ASMUSSEN, 2007, S. 39.

⁴⁶ KIRCHER, 2001, S. 179.

⁴⁷ Vergleiche ebenda.

auseinandersetzen. So kann auch von positiven Einflüssen auf das Lernen physikalischer Inhalte ausgegangen werden.⁴⁸

In einem solchen selbstbestimmten Unterricht werden die eigenen Lernfortschritte für den Schüler deutlicher spürbar. Auch die Kooperation in der Gruppe mit anderen Lernenden wird intensiver erlebt. Dies führt zu einem größeren Selbstwertgefühl und zu mehr Selbstvertrauen beim Umgang mit Physik. Das ist vor allem für Mädchen wünschenswert, da sie leider im Verhältnis zu den Jungen trotz gleicher Leistungen ein geringeres Vertrauen in ihre eigenen Fähigkeiten haben.⁴⁹

Beim Arbeiten in der Gruppe werden weitere wertvolle Kompetenzen gefördert. Die Schüler müssen sich über ihre Ergebnisse austauschen. Beim Berichten und Diskutieren von physikalischen Inhalten wird die Fachsprache geübt und darauf geachtet, dass man vom Gegenüber auch verstanden wird. Typischerweise müssen sie sich dabei auf eine plausible Lösung einigen und diese anschließend präsentieren.⁵⁰

Wie bei jedem Unterricht spielt der Lehrer auch beim offenen Unterricht eine wichtige Rolle. Allerdings ergibt sich ein weit reichendes Umdenken gegenüber der traditionellen Lehrerrolle. Der Lehrer steht nun nicht mehr im Zentrum der Schülersaufmerksamkeit, sondern hält sich zurück und hilft höchstens bei der Bewältigung der Aufgaben. Die nun frei gewordenen Ressourcen kann der Lehrer dazu einsetzen, die Schüler intensiver zu beobachten. Dagegen muss der Lehrer bei der Vorbereitung und Organisation des Lernmaterials mehr Arbeit investieren. Die Auswahl der Materialien sollte kritisch auf ihre Eignung überprüft werden, so dass nicht selten das Material mangels Alternativen selbst hergestellt werden muss. Auch das Klassenzimmer bzw. der Lernort sollte auf den offenen Unterricht vorbereitet werden, zum Beispiel durch das Umstellen von Tischen und das Bereitstellen des Materials.⁵¹

Die größte Herausforderung für den Lehrer bleibt aber wohl das Akzeptieren seiner neuen Rolle und die unerschütterliche Überzeugung, dass Kinder zu eigenverantwortlichen Lernen und Arbeiten bereit und fähig sind.⁵² Denn auch für die

⁴⁸ Vergleiche MIKELSKIS-SEIFERT, 2007, S. 134.

⁴⁹ Vergleiche ebenda, S. 135.

⁵⁰ Vergleiche ebenda.

⁵¹ Vergleiche KIRCHER, 2001, S. 180.

⁵² Vergleiche ebenda.

Schüler kann diese Form des Unterrichts zunächst ungewohnt und auch frustrierend sein. „Notwendig für einen Erfolg mit dieser Unterrichtsgestaltung ist aber, dass Schülerinnen und Schüler immer wieder mit dem Lernen in Gruppen vertraut gemacht werden und lernen, mit ihrer Selbstständigkeit konstruktiv umzugehen.“⁵³

Trotz aller Vorteile, die nicht nur aus der Sicht des Autors für den offenen Unterricht sprechen, soll auch die breit angelegte Studie von HATTIE 2009 erwähnt werden, die dem offenen Unterricht eine zu vernachlässigende Effektstärke attestiert. „Bemerkenswert sind die Befunde (...), machen sie doch deutlich, dass manche Maßnahmen, denen man in der pädagogischen Diskussion große Bedeutung beimisst (offener Unterricht, (...)), keine nennenswerten positiven Effekte auf schulisches Lernen haben.“⁵⁴

2.2.3 Lernen an Stationen

Wie schon im Kapitel „2.2.2 Offener Unterricht / Schülerzentrierter Unterrichts“ erläutert, bietet das Lernen an Stationen als eine Form des offenen Unterrichtes auch deren Vorteile. Beim selbstständigen Experimentieren an physikalischen Stationen in kleinen Gruppen werden viele Kompetenzen aus dem Lehrplan der Physik in Schleswig-Holstein gefördert. Dieser nennt im Kapitel „fachliche Konkretionen“ vielfältige Kompetenzen. Im Folgenden sollen diejenigen Kompetenzen genannt werden, die durch ein solches Lernen an Stationen gefördert werden.

Sachkompetenz

- Beobachten und Beschreiben unter Anwendung physikalischer Begriffe

Methodenkompetenz

- Erkennen und Lösen von Problemen
- Selbstständiges Experimentieren
- Interpretieren von Messdaten und Auffinden von Zusammenhängen
- Entwickeln und Anwenden von Modellvorstellungen
- Anwenden physikalischer Kenntnisse

⁵³ MIKELSKIS-SEIFERT, 2007, S. 135.

⁵⁴ HATTIE, 2009 in LEIBNIS-INSTITUT, 2012, S. 3.

Selbstkompetenz

- Schematisieren und Vereinfachen
- Strategien für das eigene Handeln
- Persönliche Sicherheit durch rationale Beschreibung von Vorgängen in Natur und Technik

Sozialkompetenz

- Kooperieren in der Kleingruppe
- Meinungsaustausch in der Großgruppe⁵⁵

Das Genannte soll demonstrieren, wie hoch das Potenzial des offenen Lernens an Stationen für den Physikunterricht ist.

2.2.4 Offenes Experimentieren

Die Effizienz von konventionellen Schülerexperimenten wird in jüngster Zeit oft kritisch hinterfragt. Hier besteht die Gefahr, dass die Schüler die Arbeitsaufträge abarbeiten, ohne sie zu erfassen, sie beim Experimentieren keine Bezüge zu ihrem physikalischen Wissen herstellen können und die Experimente als uninteressant und realitätsfern empfinden. Unter solchen Umständen ist davon auszugehen, dass die Lernerfolge der Schüler unbefriedigend sind.⁵⁶

Beim offenen Experimentieren wird den genannten Kritikpunkten entgegengetreten. Da in der fachdidaktischen Literatur der Begriff des „offenen Experimentierens“ divergent benutzt wird⁵⁷, soll in diesem Kapitel auch kurz skizziert werden, was in dieser Arbeit als offenes Experimentieren gewertet wird. Durch eine idealerweise selbstständige Wahl des Experiments ist von einem höheren Schülerinteresse bzw. einer höheren Motivation des Schülers auszugehen. Es ist außerdem wahrscheinlich, dass sich ein Schüler für ein Phänomen entscheidet, welches ihn verblüfft und ihn zum Staunen bringt. Ein solches Staunen ist nur dann zu erwarten, wenn der Schüler das Beobachtete mit bereits Erlebtem vergleichen kann, also einen Bezug zu seinem vorhandenen physikalischen Wissen hat. Der vorgegebene Arbeitsauftrag wird durch ein vom Schüler selbst gefundenes Problem ersetzt.

⁵⁵ MINISTERIUM FÜR BILDUNG; WISSENSCHAFT; FORSCHUNG UND KULTUR SCHLESWIG-HOLSTEIN, ohne Jahresangabe, S. 17ff.

⁵⁶ Vergleiche MIKELSKIS-SEIFERT, 2007, S. 37.

⁵⁷ Vergleiche HÖTTECKE, 2009, S. 207.

Die selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente geht notwendigerweise mit einem selbstständigen Wissenserwerb einher. Auch hier übernimmt der Lehrer eine beratende und unterstützende Funktion und zieht sich aus dem Unterrichtsgeschehen zurück.⁵⁸

Gelingt es durch die Bereitstellung von vielen Stationen und der Schaffung einer geeigneten Infrastruktur bei den Kindern eine freie Wahl der Lernziele, Lernorte, Lerninhalte, Lernpartner und Lernmethoden zuzulassen, so wird das „selbstgesteuerte Lernen“ realisiert. Auf diese Weise eignen sich die Schüler die Fähigkeit an, selbstreguliert zu lernen. Dabei lernt das Kind seinen eigenen Lernprozess zu steuern, zu überwachen und gegebenenfalls zu korrigieren. Dazu gehört zum Beispiel, eigene Lösestrategien zu entwickeln, die eigenen Fähigkeiten zu kennen und mit den Anforderungen der Aufgabe zu vergleichen und zielorientiert zu arbeiten. Werden von dem Kind Aufgaben selbstgesteuert gelöst, wächst das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und somit die Selbstwirksamkeitserwartung. In einer sich schnell wandelnden Gesellschaft mit sich ständig verändernden Anforderungen bereitet das selbstgesteuerte Lernen auf die selbstständige Aneignung von neuem Wissen vor.⁵⁹

Als Herausforderung für das offene Experimentieren werden in der Literatur sowohl der erhöhte Zeitaufwand für die Vorbereitung als auch die sorgfältige Auswahl der richtigen Experimente bzw. Phänomene mit Bezug zur Schülerumwelt für eine schülergerechte Auseinandersetzung genannt. Es wird auch auf die Schwierigkeiten beim Bewerten und Zensieren des offenen Experimentierens hingewiesen.⁶⁰

2.2.5 Allgemeines zur Didaktik von Martin Wagenschein

Martin Wagenschein (1896-1988) erhielt in den zwanziger Jahren entscheidende Anregungen und Erfahrungen beim Unterrichten in Paul Geheeb's freier Schulgemeinde „Odenwaldschule“ und entwickelte sich zu einem bedeutenden Reformpädagogen. Anschließend war er als Lehrer an staatlichen Gymnasien und nach 1945 als Mitarbeiter an Schulversuchen und Bildungsplänen tätig. Seit 1956 war er überdies Honorarprofessor an der Universität Tübingen.⁶¹

⁵⁸ Vergleiche MIKELSKIS-SEIFERT, 2007, S. 37.

⁵⁹ Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 62ff.

⁶⁰ Vergleiche MIKELSKIS-SEIFERT, 2007, S. 37.

⁶¹ Vergleiche WAGENSCHIN, 2003.

Das Grundanliegen von Martin Wagenschein war das „Verstehen“ von physikalischen Inhalten bei den Kindern.⁶² „Ein solches von ihm angestrebtes und „ursprüngliches Verstehen“ besteht darin, Verbindungen herzustellen zwischen dem, was man schon weiß und kennt, und dem, was in der Begegnung mit einem neuen unbekanntem Phänomen zunächst noch der Erklärung bedarf.“⁶³ Er wünscht sich hierfür Realbegegnungen zwischen den Kindern und den Phänomenen, statt einer Verdeckung der Phänomene durch moderne Messgeräte wie dem Computer.⁶⁴ Auch die eigene handelnde Auseinandersetzung mit dem Phänomen und der gemeinsame Dialog unter den Kindern sind für Wagenschein wichtig, um ein tragfähiges kognitives Fundament aufzubauen. Dann würden die Kinder nicht mehr einen Physikunterricht erleiden müssen, der die Natur-Phänomene nur noch im Vorbeigehen streift, um dann eilig in das Abstrakte, Laborhafte und Mathematische abzuschweifen, anstatt den Kindern einen blickenden, lauschenden und handelnden Zugang zu ermöglichen.⁶⁵ All dies erfordert den exemplarischen, genetischen und sokratischen Unterricht⁶⁶, welcher im Folgenden näher beschrieben werden soll. Diese Didaktik hat eine so große Bedeutung für den Physikunterricht erlangt, dass dieser nicht an Martin Wagenschein vorbeikommt.⁶⁷

Eine Passage aus Wagenscheins Rede „Rettet die Phänomene“ soll den allgemeinen Teil über Martin Wagenschein beenden: „So scheint es also schon ganz früh gegen die Physik den Vorwurf gegeben zu haben, sie habe es darauf angelegt, uns die Sinne zu verleiden. (...) Wenn man irgendeinem eindringlich sagt: „Musik, nicht wahr, ist ja doch in Wirklichkeit nichts anderes als Lufterschütterung, Wärme an sich nur Molekularbewegung, Farbe eigentlich nichts als elektromagnetische Wellenlänge“, so kommt es oft vor, dass der so Angesprochene nickt, wenn auch etwas trübsinnig.“⁶⁸

2.2.6 Wagenscheins Prinzip des exemplarischen Unterrichtes

Der exemplarische Unterricht ist eine Reaktion auf die häufig bemängelte Stofffülle der Lehrpläne.⁶⁹ Um trotz der Stofffülle den Kindern im Physikunterricht den Raum zu

⁶² Vergleiche KIRCHER, 2001, S. 191.

⁶³ SPRECKELSEN, 2007, S. 116.

⁶⁴ Vergleiche KIRCHER, 2001, S. 57.

⁶⁵ Vergleiche WAGENSCHHEIN, 1989, S. 108ff. in FIESSER, 2000, S. 161.

⁶⁶ Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 15.

⁶⁷ Vergleiche KIRCHER, 2001, S. 191.

⁶⁸ WAGENSCHHEIN, ohne Jahresangabe, S.1.

⁶⁹ Vergleiche WAGENSCHHEIN, 1999, S.27.

geben, den Phänomenen in der gewünschten Tiefe zu begegnen, wird der exemplarische Unterricht vorgeschlagen.

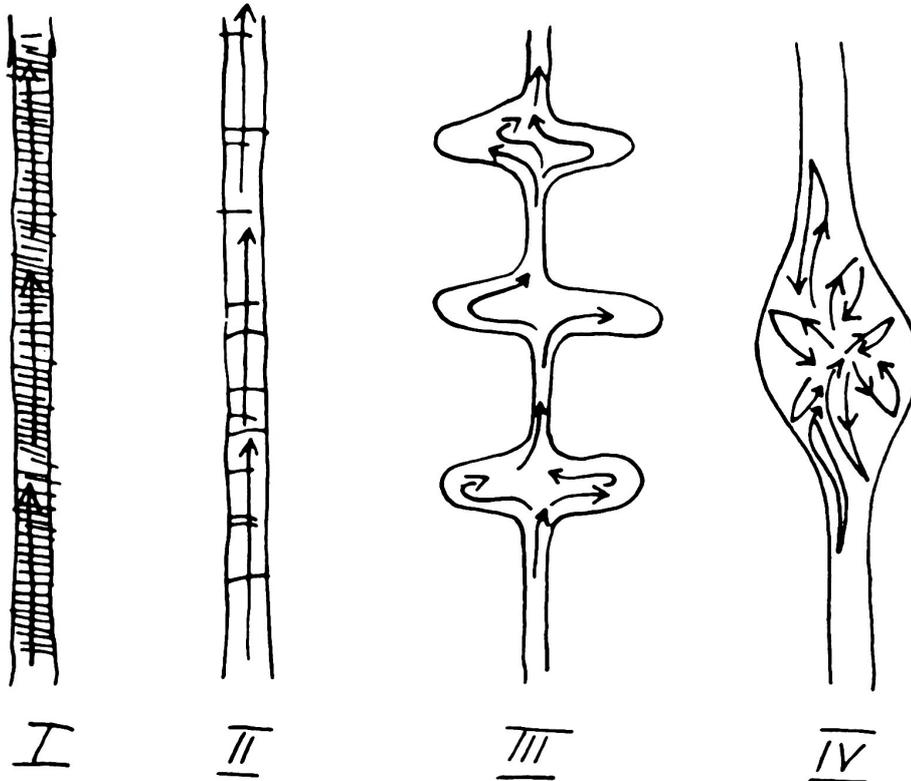


Abbildung 5: Exemplarischer Unterricht leicht reduziert nach WAGENSCHNEIN 1999 S.30

Anstelle eines gleichmäßig oberflächlichen Durchlaufens des Kenntniskataloges soll sich an „Inseln“ festgesetzt und eingegraben werden. Dieses Wurzelschlagen an bedeutenden Punkten setzt einen „Mut zur Lücke“ voraus, da dies zu Kosten der Vollständigkeit des Kenntniskataloges geschieht. Wagenschein nennt dieses intensive Verweilen bei begrenzten Ausschnitten aber „Mut zur Gründlichkeit“. Diese Inseln bieten nun Raum für die intensive Begegnung der Kinder mit dem physikalischen Phänomen. Wagenschein benutzt auch das Bild von gut gegründeten Brückenpfeilern, an denen dann luftige Bögen angesetzt werden. Je ernster die Verdichtung ist, desto gleitender kann die Verbindung zwischen den Nestern der Gründlichkeit sein.⁷⁰ „Streckenweise so zu gleiten, ist dann nicht unergründlich; es ist gegründet auf eben diese Pfeiler.“⁷¹

Die Auswahl der Inhalte für die Inseln bzw. Brückenpfeiler soll mit Sorgfalt geschehen. Sie müssen typische physikalische Strukturen aufweisen und geeignet sein,

⁷⁰ Vergleiche WAGENSCHNEIN, 1999, S. 30ff.

⁷¹ Ebenda, S. 31.

naturwissenschaftliche Arbeits- und Verfahrensweisen, sowie repräsentative Erkenntnismethoden anzuwenden. Außerdem muss eine intensive Auseinandersetzung mit einfachen, relevanten und motivierenden aber auch „physikhaltigen“ Beispielen aus der Lebenswelt der Schüler ermöglicht werden. Es besteht aber auch die Notwendigkeit, zwischen den Inseln bzw. den „Einzelkristallen des Verstehens“ Zusammenhänge herzustellen.⁷²

2.2.7 Wagenscheins Prinzip des genetischen Unterrichtes

„Es gehört zur Grundstimmung des Pädagogischen überhaupt. Pädagogik hat mit dem Werdenden zu tun: mit dem werdenden Menschen und - im Unterricht, als Didaktik - mit dem Werdenden des Wissens in ihm.“⁷³

Das Genetische (das Werdende) bezieht sich auf der einen Seite auf den wissenschaftlichen Werdegang und auf der anderen Seite auf die fortlaufende kognitive Entwicklung des Kindes. So fordert Wagenschein, dass für den Schüler das noch unverstandene Problem so vor ihm steht, wie es vor der Menschheit stand, als es noch nicht gelöst war.⁷⁴ Auf diese Weise wird dem Schüler die Gelegenheit gegeben, ein Phänomen so zu entdecken, wie es einst die Naturwissenschaftler getan haben. Auf die fortlaufende kognitive Entwicklung des Kindes soll geachtet werden, indem sowohl auf das Vorwissen und die Vorerfahrungen als auch auf die entwicklungspsychologischen Fähigkeitsentwicklungen Rücksicht genommen wird. Die Weltbilder der Schüler entwickeln sich im genetischen Unterricht weiter. Dabei sollte nicht zu schnell dem Kind eine ihm noch fremde Methode der Wissensaneignung (naturwissenschaftliches Vorgehen) vorgeschlagen oder gar angeordnet werden und ebenso unverstandenes Wissen (z.B. physikalische Fachbegriffe) übergestülpt werden.⁷⁵

Dies bedeutet für den Unterricht, dass zunächst etwas Erstaunliches, Aufregendes, Problematisches und Herausforderndes dargeboten werden muss, bevor erst später, wenn nötig, abstrahiert wird. Auch sollte zunächst ein Naturphänomen angeboten werden, bevor ein Laborphänomen im Unterricht auftritt. Und bevor die Fachsprache im Unterricht benutzt wird, sollten die Kinder ihre Muttersprache benutzen dürfen.⁷⁶

⁷² Vergleiche KIRCHER, 2001, S. 193.

⁷³ WAGENSCHHEIN, 1999, S. 75.

⁷⁴ Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 15.

⁷⁵ Vergleiche KIRCHER, 2001, S. 194.

⁷⁶ Vergleiche MIKELSKIS-SEIFERT, 2007, S. 49ff.

Zusammengefasst ergeben sich für den genetischen Unterricht folgende Qualitäten. Die neuen Inhalte werden in der Gesamtheit der primären Umwelterfahrungen eingewurzelt. Der Schüler wird im produktiven Suchen, Finden und dem kritischen Prüfen gefördert und erhält auf diese Weise ein authentisches Bild der lebendigen Wissenschaft. Beim genetischen Unterricht wird die angeborene Denk- und Lernlust des Kindes benutzt. So kommt es zu seinem hohen Wirkungsgrad.⁷⁷

2.2.8 Wagenscheins Prinzip des sokratischen Gesprächs

„Die sokratische Methode gehört dazu, weil das Werden, das Erwachen geistiger Kräfte, sich am wirksamsten im Gespräch vollzieht.“⁷⁸

Das sokratische Gespräch hat seinen Namen von dem Philosophen Sokrates, der sein Wissen in Dialogen vermittelt hat. Der Lehrer soll wie der große Philosoph das Gespräch mit seinen Schülern führen. Dies soll nicht dozierend oder dogmatisch passieren, sondern in einem Dialog mit Zeit zum Nachdenken und einem Herantasten an die Begriffe. Jeder Gesprächspartner bemüht sich darum die eigenen Gedanken an denen der anderen zu überprüfen und sie gegebenenfalls zu korrigieren oder zu verändern. Wichtig ist, dass in der Gemeinschaft gedacht wird und zu gemeinsamen Aussagen gekommen wird, den alle zustimmen können. Die Wahrheit ist die treibende Kraft bei der Suche nach neuen Einsichten. Für das sokratische Gespräch ist es notwendig, dass alle Teilnehmer nur ihre eigenen Überlegungen ausdrücken und sich dabei nicht auf irgendwelche Autoritäten beziehen. Es sollen auch keine Thesen vertreten werden, von denen der Sprecher nicht überzeugt ist. Außerdem kommt es nicht darauf an, Recht zu behalten, sondern zu einer gemeinsamen und besseren Einsicht zu gelangen. Der Gesprächsgegenstand wird zunächst vom Konkreten hin zum allmählich Abstrahierenden untersucht. Vorzugsweise stammt das Thema aus dem Bereich der Teilnehmer.⁷⁹

Wagenschein zitiert Leonard NELSON, um das Wesen der sokratische Methode zu verdeutlichen: „... hier hängt alles von der Kunst ab, die Schüler von Anfang an auf sich zu stellen, sie das Selbstgehen zu lehren, ohne daß [sic.] sie dadurch allein gehen, und diese Selbstständigkeit so zu entwickeln, daß [sic.] sie eines Tages das Alleingehen wagen dürfen, weil sie die Obacht des Lehrers durch die eigene Obacht ersetzen.“⁸⁰

⁷⁷ Vergleiche MIKELSKIS-SEIFERT, 2007, S. 49ff.

⁷⁸ WAGENSCHNEIN, 1999, S. 75.

⁷⁹ Vergleiche MIKELSKIS-SEIFERT, 2007, S. 50ff. und KIRCHER, 2001, S. 196.

⁸⁰ NELSON, 1975, S. 191-238 in WAGENSCHNEIN, 1999, S. 133ff.

2.2.9 Die Miniphänomente mit den genannten didaktischen Prinzipien reflektiert

In diesem Kapitel soll das Projekt Miniphänomente in Bezug zu den zuvor dargestellten didaktischen Prinzipien gestellt werden.

Wird das Aquilibrationsmodell von Piaget als Lerntheorie zu Grunde gelegt, so zeigt sich die hohe Eignung der Stationen für einen solchen Lernprozess. Die Kinder erhalten die Möglichkeit, mit ihren eigenen Sinnen Informationen aufzunehmen und diese dann zum Abgleich ihrer bestehenden kognitiven Strukturen entweder zur Assimilation oder zur Akkomodation zu verwenden. Von besonderem Wert ist die Möglichkeit für die Kinder, die entsprechenden Sinnesinformationen durch so viele Experiment-Wiederholungen wie notwendig zu bestätigen. Idealerweise können durch das Kind erkannte Erkenntnislücken selbstständig geschlossen werden, indem nur Teile des Experimentes erneut untersucht werden (Variablen isoliert werden) oder das Experiment verändert wird.

Die Miniphänomente kann als eine Form des offenen Unterrichtes beschrieben werden, erhalten die Schüler doch die Möglichkeit die Station aus einem breiten Angebot selbst zu wählen. Sie können sich dabei entscheiden, wie lange und mit wem sie in einer Gruppe oder allein an der Station experimentieren. Außerdem bieten die Stationen unterschiedliche Schwierigkeitsniveaus, weil die Kinder selbst entscheiden können, wie tief und sorgfältig sie sich mit dem Phänomen auseinandersetzen. Dementsprechend werden verschiedene Vorerfahrungen, kognitive Leistungsfähigkeiten wie auch unterschiedliche soziokulturelle Voraussetzungen berücksichtigt. Es erfolgt eine Binnendifferenzierung. Die bereits beschriebene kritische Komponente des Lehrers tritt beim Experimentieren im Pausenflur nur kaum oder überhaupt nicht auf.

Dass es sich bei der Miniphänomente auch um ein Lernen an Stationen handelt, ist durch die Bereitstellung von Experimentierstationen nachvollziehbar. Die bereits genannten vielfältigen Kompetenzen werden durch die selbstständige Gruppenarbeit auch hier gefördert: beispielsweise die selbstständige Organisation der Experimente unter der Verwendung einer angemessenen Fachsprache mit dem damit verbundenen Austausch und der Präsentation von Informationen.

Die Miniphänomente kann auch dem Prinzip des offenen Experimentierens zugeordnet werden. Denn der Schüler kann sich „seine“ Station nach seinem

Interesse selbst auswählen. Er erhält dadurch die Möglichkeit, eine Station mit einem Bezug zu seiner Lebensumwelt auszusuchen. Nur dann ist echtes Staunen möglich und der Schüler arbeitet mit einem höheren Interesse und einer höheren Motivation. Dem selbstgesteuerten Lernen kommt das Projekt Miniphänomenta schon sehr nah. Dies geschieht durch die nicht vom Lehrer beeinflusste Schülerentscheidung, wie lange, mit wem (die Gruppen können sogar während des Experimentierens gewechselt werden) und an welcher Station experimentiert wird. Auch an der Station entscheiden die Schüler, wie sie experimentieren, da es zu keiner Station einen festen Arbeitsauftrag gibt. Durch den Aufbau im Pausenflur und dem Betrieb in der Pause entscheidet der Schüler sogar, ob er überhaupt an der Miniphänomenta teilnehmen will. Der Nachteil der intensiven Lehrervorbereitung mit einer sorgfältigen Auswahl und Beschaffung der Stationen kann nur stark abgeschwächt gelten, da die Stationen in Elternarbeit hergestellt werden und die Auswahl der Stationen sich seit vielen Jahren bewährt hat und inzwischen auch wissenschaftlich evaluiert ist.

Die Miniphänomenta wird auch den Ideen von Martin Wagenschein gerecht. Die Stationen lassen eine mit allen Sinnen erlebte Realbegegnung mit dem Phänomen zu, ohne dass Messinstrumente das Phänomen verstecken. Auch die Forderung von Wagenschein nach der handelnden Auseinandersetzung mit dem Phänomen wird erfüllt.

Ein wegen der Stofffülle geforderter exemplarischer Unterricht nach Wagenschein ergibt sich durch die Miniphänomenta nicht, da sie in den Pausen und nicht in den Stunden stattfindet. Dennoch erfüllt das Experimentieren an den Stationen die Bedingungen der „Inseln“ bzw. „Brückenpfeiler“ des exemplarischen Unterrichts: Es werden von den Kindern typische physikalische Strukturen und naturwissenschaftliche Arbeits- und Verfahrensweisen angewendet. Es erfolgt eine intensive Auseinandersetzung mit einfachen, relevanten, motivierenden und „physikhaltigen“ Beispielen aus der Lebenswelt der Schüler. Nicht zuletzt durch den hohen Aufforderungscharakter der Stationen und dem dort deutlich zu Tage tretenden Phänomenen werden die Kinder motiviert, die Stationen zu ergründen.

Martin Wagenschein wünscht sich für den genetischen Unterricht, dass das unverstandene Problem vor dem Kind so stehen soll, wie es vor der Menschheit stand, als es noch nicht gelöst war. Diese Forderung erfüllen die Stationen der Miniphänomenta weitestgehend, so dass die Kinder die Phänomene entdecken können, wie einst die Naturwissenschaftler. Die fortlaufende kognitive Entwicklung der

Kinder wird durch die Rücksichtnahme auf unterschiedliches Vorwissen und unterschiedliche Vorerfahrungen geachtet (siehe Ausführungen zum offenen Unterricht bzw. zum offenen Experimentieren weiter oben). Es wird auch kein unverstandenes Wissen in Form von Fachbegriffen oder neuen Methoden dem Kind übergestülpt, da es die Sprache und die Methodik auf sich selbst anpasst, indem es sie selbst wählt. So kann es zur Einwurzelung der neuen Inhalte in die Umwelterfahrungen der Kinder kommen.

Das sokratische Gespräch von Wagenschein sollte durch das Experimentieren in Gruppen an den Stationen der Miniphänomenta provoziert werden. Beim gemeinsamen Experimentieren erscheint es nachvollziehbar, dass die Kinder ihre eigenen Gedanken an denen der anderen überprüfen und gegebenenfalls korrigieren. Auch ein gemeinsames Denken mit dem Ziel zu einer gemeinsamen Einsicht zu kommen erscheint wahrscheinlich. Wenn die Kinder ohne die Gegenwart eines bewertenden Lehrers unter sich sind, ist auch zu hoffen, dass sie sich in ihren Gesprächen nicht auf Autoritäten beziehen oder unverstandenes Wissen weitergeben. Wie von Wagenschein verlangt, handelt es sich beim Gesprächsgegenstand um ein gemeinsam erlebtes Thema.

Durch das Genannte möge der didaktische Wert der Miniphänomenta erkennbar geworden sein. Es soll hier darauf hingewiesen werden, dass in der Schulpraxis ein wirklich offener oder gar selbstgesteuerter Unterricht nur schwer durchführbar ist. Durch die Verlagerung in die Pause wird eine Infrastruktur geschaffen, die speziell das selbstgesteuerte Lernen begünstigt. Trotzdem kann durch die Schulpflicht und den damit verbundenen Zwängen von einer absoluten Selbststeuerung auch bei der Miniphänomenta nicht gesprochen werden. Sie kommt diesem Ziel aber schon sehr nah.

2.3 Die kognitive Entwicklung der untersuchten Altersgruppen

Um Unterschiede im Experimentierverhalten in den verschiedenen Altersklassen zu erklären, scheint es dem Autor nahe liegend, die unterschiedlich fortgeschrittene kognitive Entwicklung der Kinder zu verwenden. Aus diesem Grunde finden sich in diesem Kapitel die gängigsten Modelle zur Beschreibung der kognitiven Entwicklung bei den Kindern und Jugendlichen sowie eine Beschreibung der wesentlichen Prozesse, die für das Experimentieren eine Rolle spielen. Auf eine vollständige Erläuterung aller vorhandenen Modelle und Prozesse wird hier verzichtet, da dies den Rahmen dieser Arbeit bei weitem sprengen würde. Für weiterführende Informationen sei hier auf beispielsweise BENK 2011 und OERTER 2008 verwiesen.

2.3.1 Die kognitiven Entwicklungsstufen nach Piaget

Das Phasenmodell von Jean Piaget wird als das bekannteste für die kognitive Entwicklung im Kindes- und Jugendalter genannt.⁸¹

Der Zusammenhang zwischen Handeln und Denken ist für Piaget grundlegend. Durch das Handeln mit Gegenständen wird Erkenntnis produziert welche zu neuen Denkstrukturen führt, die dann neue Möglichkeiten des Handelns eröffnen. Zunächst sind solche Operationen auf Gegenstände bezogen und können dann später auch abstrahierend ohne konkrete Gegenstände geschehen. Das Denkvermögen des Menschen entwickelt sich nicht nur durch das fortschreitende Alter, sondern entsteht durch den Umgang mit der Welt, ihren Gegenständen und Personen. Diese Entwicklung geschehe in irreversiblen Stufen, für die die jeweils frühere Voraussetzung für die spätere ist. Die bereits im Kapitel „2.2.1 Lernen“ geschilderten Prozesse beim Lernen nach dem Aquilibrationsmodell von Piaget erklären die Bedeutung der konkreten Umwelt für die kognitive Entwicklung des Kindes.⁸²

Nach Piaget lässt sich die geistige Entwicklung eines Kindes in vier Entwicklungsstufen zusammenfassen:

- „Sensumotorische Phase (von Geburt bis etwa zum 2. Lebensjahr)
- Präoperationale Phase (2 bis etwa 6/7 Jahre)
- Phase der konkreten Operationen (7 bis etwa 11/12 Jahre)
- Phase der formalen Operationen (ab 11./12. Lebensjahr)⁸³

⁸¹ Vergleiche GUDJONS, 2003, S. 113.

⁸² Vergleiche ebenda, S. 119ff.

⁸³ Vergleiche ebenda, S. 120.

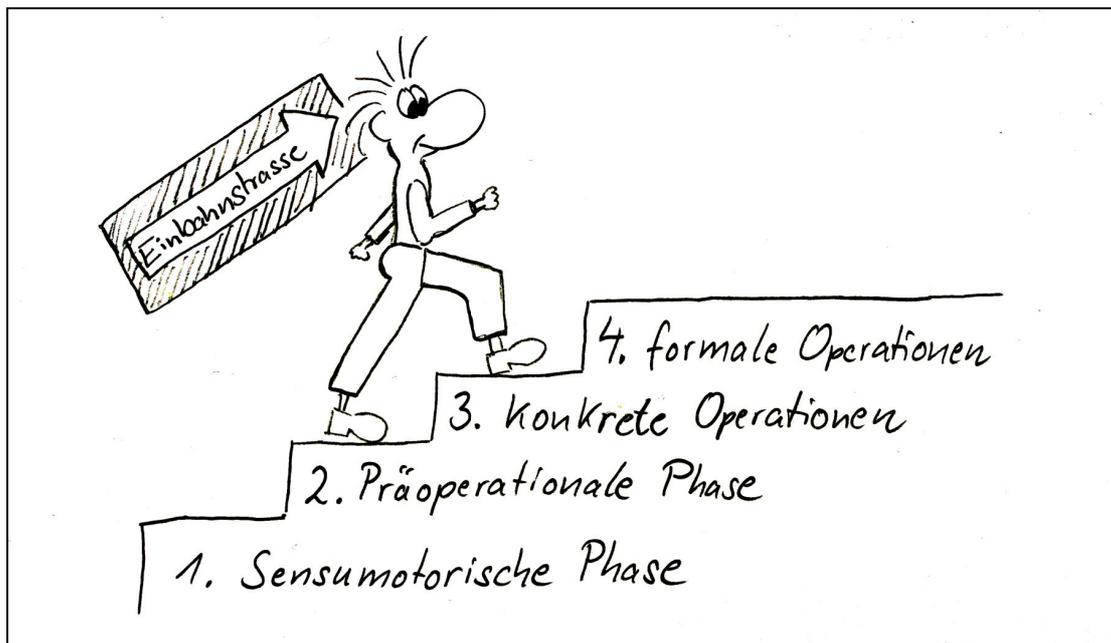


Abbildung 6: Das Stufenmodell von Jean Piaget (Interpretation des Autors)

Die vier verschiedenen Phasen der kognitiven Entwicklung werden wie folgt beschrieben:

In der **sensumotorischen Phase** wird das angeborene Potenzial der Reflexe geübt und anschließend die Koordination von Reflexen und Reaktionen entwickelt, beispielsweise durch die Abstimmung von Augen- und Handbewegungen. Der Säugling entdeckt dann die Mittel-Zweck-Wirkung, zum Beispiel kann sie/er durch Strampeln ein Glöckchen klingeln lassen oder mit Hilfe eines Stockes einen Gegenstand in ihre/seine Reichweite bringen.⁸⁴

In der **präoperationalen Phase** beginnt das Kind, Vorstellungen und Symbole in seinem Denken zu benutzen. Nicht nur in der Sprache, sondern auch im Spiel lernt das Kind symbolische Beziehungen zu benutzen. Das Kind kann aber die Invarianz physikalischer Größen, wie zum Beispiel beim Volumen noch nicht erkennen. Wird der Inhalt eines breiten Becherglases ohne einen Tropfen zu verschütten in ein schmales Becherglas gefüllt, so werden die meisten Kinder in dieser Phase behaupten, dass in dem schmalen Becherglas mehr Inhalt ist. Auch fällt diesen Kindern das Klassenbilden schwer. Im Alter von 2-4 Jahren können sie Figuren nicht nach verschiedenen Merkmalen wie Farbe und Größe nach einem leitenden Grundsatz ordnen. Dies gelingt ihnen erst im Alter von 5-7 Jahren. Aber auch dann können sie noch nicht reversibel mit den Klassen umgehen, also gleichzeitig über

⁸⁴ Vergleiche GUDJONS, 2004, S. 120.

einen Teil und das Ganze nachdenken. Zum Beispiel können sie bei einem Bild mit Jungen und Mädchen die Frage nach der Anzahl der Mädchen und der Kinder nicht beantworten.⁸⁵

Der Beginn der **Phase der konkreten Operationen** fällt zusammen mit dem Beginn des Schulbesuchs. In dieser Phase eignet sich das Kind die Invarianz verschiedener physikalischer Größen wie zum Beispiel des Gewichtes und des Volumens an. Nun kann das Kind das beschriebene Beispiel mit den verschieden breiten Bechergläsern deuten. Auch ist es in der Lage mit der Umkehrbarkeit oder Reversibilität umzugehen. Das Kind kann in Gedanken Schritte rückgängig machen und so eine Ausgangssituation wiederherstellen. Es entwickeln sich auch eine Konzeption von Raum und Zeit und ein Verständnis für Zahlen. So ist es beispielsweise in der Lage unterschiedlich lange Stäbe richtig zu sortieren. Das Gedächtnis entwickelt sich im Zusammenhang mit der Erweiterung der Sprachkompetenz. Das Kind kann nur auf konkrete Ereignisse, Wahrnehmungen und Vorstellungen von konkreten Ereignissen seine Logik anwenden. Zu hypothetischen Fragen und abstrakten Begriffen findet das Kind noch keinen Zugang.⁸⁶

„Das Kind (...) stellt nur gelegentlich und nur in einfachen Situationen Hypothesen auf. (...) Ein Kind (...) kann logisch denken, jedoch ist es von seinen sinnlich vermittelten Informationen abhängig. Wenn es eine bestimmte Situation nicht direkt erfahren hat, kann es sie wahrscheinlich nicht vernünftig erörtern.“⁸⁷

Das entscheidende Merkmal der **Phase der formalen Operationen** ist, dass das Denken der Jugendlichen nun über vorgegebene Informationen hinausreicht. So können sie sich in Gedanken mit Dingen beschäftigen, die sie nicht konkret erlebt oder wahrgenommen haben müssen. Der Jugendliche ist in der Lage, Hypothesen über mögliche Problemlösungen aufzustellen und dabei viele veränderliche Faktoren gleichzeitig im Gedächtnis zu behalten.⁸⁸

Erst in der Phase der formalen Operationen sind die Jugendlichen in der Lage systematisch Hypothesen zu prüfen und kontrolliert Experimente durchzuführen, um dann gültige Schlussfolgerungen aus allen Befunden, die sie gewonnen haben, zu ziehen. Dieses analytische Vorgehen ist an eine abstrakte Problemrepräsentation gekoppelt. Die formal denkenden Jugendlichen und Erwachsenen streben von vornherein nach einer systematischen und vollständigen Erfassung aller Variablen.

⁸⁵ Vergleiche GUDJONS, 2004, S. 120ff.

⁸⁶ Vergleiche ebenda, S. 121ff.

⁸⁷ FIESSER, 2005, S. 38.

⁸⁸ Vergleiche GUDJONS, 2004, S. 122.

Erst das formal-operatorische Denken erlaubt das analytische Durchdringen komplexer Problemstellungen. Erhalten jüngere Kinder zum Beispiel die Aufgabe, herauszufinden, welche Faktoren die Frequenz eines Pendels verändern, so werden sie einige Variablen manipulieren und Experimente durchführen, jedoch wegen unsystematisch gewonnener Ergebnisse ungültige und oft widersprüchliche Schlussfolgerungen ziehen.⁸⁹

„Zwar ist auch Piagets Theorie kritisiert worden (...), aber sie macht nachdrücklich darauf aufmerksam, dass Entwicklung ein selbstkonstruktiver Prozess durch Interaktion mit der Umwelt ist, der entsprechend pädagogisch angeregt werden kann und bei dem man gleichzeitig Sorge tragen muss, dass z.B. die Schule nicht Wissens Elemente aufpfropft, die noch gar nicht in die bestehende kognitive Organisation eingeordnet werden können.“⁹⁰

An einem Gymnasium in Nordrhein-Westfalen wurde untersucht, wie viele Schüler eines Jahrgangs sich in welcher Phase befanden. Hierzu muss bemerkt werden, dass die Einteilung der Phasen in Anlehnung an das angelsächsische Modell geschah. Dies unterscheidet zwischen den folgenden Stufen:

- Übergang vom präoperativen zum konkret-operativen Denken
- das konkret-operativen Denken
- Übergang vom konkret-operativen zum formal-operativen Denken
- das formale Denken⁹¹

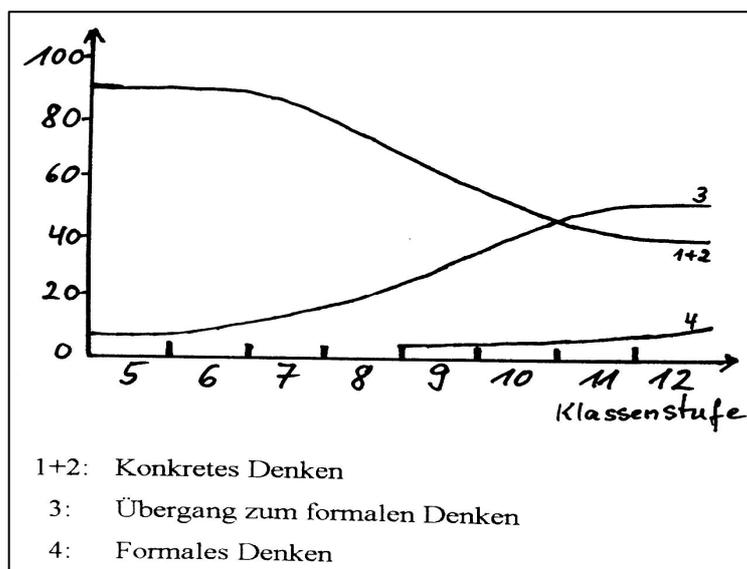


Abbildung 7: Untersuchungsergebnisse von einem Gymnasium in Nordrhein-Westfalen aus FIESSER 2005 S. 52

⁸⁹ Vergleiche OERTER, 2008, S. 443.

⁹⁰ GUDJONS, 2003, S. 122f.

⁹¹ Vergleiche FIESSER, 2005, S. 51ff.

Die in Abbildung 7 dargestellten Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass sich der Wechsel der verschiedenen Phasen nicht ruckartig für alle Kinder des Jahrganges gleichzeitig ereignet. Hierzu weist auch die Fachliteratur daraufhin, dass eine kindliche Entwicklung, die aus Reifungsschüben eine Phasengliederung ableitet, ein Rückfall in biologistisches Denken wäre⁹² und dass die von Piaget postulierte stadien-typische Kohärenz des kindlichen Denkens empirischen Überprüfungen nicht standhielt.⁹³ Beim Betrachten der Abbildung soll Beachtung finden, dass die mit 3 gekennzeichnete Kurve lediglich den Teil der Schüler darstellt, die sich im Übergang vom konkreten zum formalen Denken befinden. Nach Piaget sollte sich der Wechsel ab dem 11. und 12. Lebensjahr vollziehen. In der Abbildung kann man erkennen, dass selbst in der 12. Klassenstufe (durchschnittlich 18. bis 19. Lebensjahr) nur ca. knapp 60% beim Übergang zum formalen Denken sind und nur ca. 10% diese Phase in der 12. Klassenstufe erreicht haben.

Als weiterer Kritikpunkt gegen globale und bereichsübergreifende Kompetenzverläufe spricht, dass sich das Vorwissen in einer Domäne häufig als limitierter Faktor für die Ausführung bestimmter Prozesse erweist.⁹⁴ Das Vorwissen kann aber nicht nur vom Lebensalter und einer daran gekoppelten kognitiven Entwicklungsstufe abhängen.

Ferner wird kritisiert, dass Piaget die kognitiven Fähigkeiten von jungen Kindern und sogar Säuglingen bei weitem unterschätzte. Seit den 70er Jahren wurden Piagets weit reichenden Behauptungen über die kognitiven Begrenzungen des voroperativen Denkens in einer Vielzahl von Forschungsarbeiten kritisch geprüft. Bei diesen Arbeiten wurden zahlreiche neue Entdeckungen über die kognitiven Kompetenzen bei den Kleinkindern gemacht und Piagets Sichtweise dazu revidiert.⁹⁵

2.3.2 Der Mensch als informationsverarbeitendes System

„Mit dem Fortschritt der Informatik gewann die Auffassung, nach der der Mensch als informationsverarbeitendes System verstanden wird, an Bedeutung. Unter der Zielsetzung kognitive Prozesse der Verarbeitung zu erfassen, richtete sich nun das Interesse auf Komponenten der Effektivität von Denkprozessen. Geschwindigkeit der

⁹² Vergleiche GUDJONS, 2004, S. 113-

⁹³ Vergleiche OERTER, 2008, S. 443ff.

⁹⁴ Vergleiche BROWN, 1990, S. 107-133 und METZ, 1995, S. 93-127 in HAMMANN 2004 S. 199.

⁹⁵ Vergleiche OERTER, 2008, S. 443ff.

Informationsverarbeitung sowie Speicherkapazität des Systems rückten in das Blickfeld der Forschung.⁹⁶

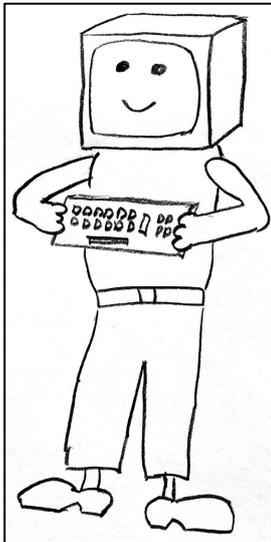


Abbildung 8: Der Mensch als informationsverarbeitendes System (Interpretation des Autors)

Die so genannten Neopiagetianer, unter anderem R. Case, wollen mit der Psychologie der Informationsverarbeitung den Erwerb, die Speicherung und den Abruf von Informationen im menschlichen Gedächtnis beschreiben. So sollen Schlüsse für die Beschreibung und Erklärung von Entwicklungsveränderungen gezogen werden können. Dabei ist die Betrachtung des menschlichen Denkens als Prozess der Verarbeitung von Informationen die Grundannahme. Der Mensch als Computer kann eine hilfreiche Metapher sein, um ein Modell über mögliche entwicklungsensitive Merkmale der

Informationsverarbeitung zu erzeugen. Auf diese Weise kann jeder Computernutzer nachvollziehen, was es heißt, die Leistungsfähigkeit der Verarbeitung zu steigern. Durch Verbesserungen bei der Hardware wie auch bei der Software ergeben sich immer größere Informationsmengen, die in immer kürzerer Zeit verarbeitet werden können. So kann die Zunahme kognitive Ressourcen in der Kindheit mit der Zunahme an Informationsverarbeitungskapazität erklärt werden.⁹⁷

Die Verbesserungen sollen dabei auch in Stufen auftreten, die eng mit physiologischen Veränderungen im Gehirn verknüpft sind. Dies hat dann Auswirkungen auf den gesamten Informationsverarbeitungsprozess, wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Verarbeitungsgeschwindigkeit und Verarbeitungsstrategien. Auch die Automatisierung von Denkprozessen spielt eine wichtige Rolle, da die hierbei frei werdenden Ressourcen für andere bewusst gesteuerte kognitive Prozesse nutzbar werden. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen zeigten sich Veränderungsmuster bei der Geschwindigkeit, dem Arbeitsgedächtnis und dem Problemlösen bei Kindern im Alter von 8, 10, 12 und 14 Jahren und es konnte so eine substantielle Entwicklungsveränderung bei diesen kognitiven Funktionen nachgewiesen werden. In den frühen Jahren zeigt sich ein deutlicher Anstieg der dann im Alter von 14-16 Jahren beginnt, asymptotisch zu verlaufen. Für die Verbesserungen wird die Effizienz der Informationsverarbeitung

⁹⁶ OERTER, 2008, S. 285.

⁹⁷ Vergleiche ebenda, S. 285 und 448ff.

verantwortlich gemacht, welche insbesondere die Leistung des Arbeitsgedächtnisses deutlich erhöht, was wiederum optimierend auf das Problemlösen wirkt. Auch reziproke Effekte sind möglich, beispielsweise können Verbesserungen beim Problemlösen die Effizienz der Informationsverarbeitung und des Arbeitsgedächtnisses fördern.⁹⁸

Die Annahme einer begrenzt zur Verfügung stehenden Kapazität für die kognitiven Prozesse ist zentral für die Psychologie der Informationsbearbeitung. Klassische Theorien gehen davon aus, dass eine schrittweise Verarbeitung von Informationen in mehreren Speichersystemen (zum Beispiel Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis) erfolgt. Reicht die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses nicht aus, um alle benötigten Informationen in das Langzeitgedächtnis zu transferieren, gehen Informationen verloren. So könnte erklärt werden, dass jüngere Kinder mit einer geringeren Kapazität im Kurzzeitgedächtnis Aufgaben nicht lösen können, die ältere Kinder bewältigen können. Wird die Fähigkeit bestimmte Items zu memorieren bei verschieden alten Kindern untersucht, so ergeben sich altersabhängige Veränderungen bei der Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses. So können Zweijährige beispielsweise zwei Items, Fünfjährige vier Items, Siebenjährige fünf Items und Neunjährige sechs Items wiederholen. Als wichtigster Grund für das größer werdende Kurzzeitgedächtnis wird die zunehmende Geschwindigkeit der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit genannt. Dabei steigt die Geschwindigkeit am schnellsten in der Kindheit, nimmt aber in der Jugend immer noch zu. Die Zunahme der Geschwindigkeit wird auf wachsende Erfahrungen bzw. den allgemeinen Wissenszuwachs genauso zurückgeführt, wie auf eine biologische Reifung im Gehirn (siehe Kapitel „2.3.6 Entwicklung des Gehirns“).⁹⁹

Mit dem Modell des Menschen als informationsverarbeitendes System entstand eine neue Interpretation des Piaget'schen Stufenmodell insofern, dass man nun von Niveaus steigender Effizienz der Informationsverarbeitung spricht.¹⁰⁰

„Die bekannteste dieser neopiaget'schen Theorien der kognitiven Entwicklung ist die von Case (1998), der postulierte, dass die Größe des Arbeitsspeichers (storage space) und die Effizienz der zur Verfügung stehenden mentalen Operationen (operating space) gemeinsam die Gesamtverarbeitungskapazität ausmachen. Im

⁹⁸ Vergleiche OERTER, 2008, S. 285.

⁹⁹ Vergleiche ebenda, S. 449ff.

¹⁰⁰ Vergleiche ebenda, S. 450.

Laufe der Entwicklung nimmt mit zunehmender Effizienz der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit die Größe des Operationsraumes ab, die benötigt wird, um kognitive Aufgaben zu lösen, was gleichzeitig zum Freiwerden von Speicherkapazität beiträgt.(...) Zum Übergang von einem Stadium zum nächsthöheren tragen biologische Reifung, die Automatisierung der Informationsverarbeitung sowie die Entwicklung zentraler Begriffstrukturen bei.“¹⁰¹

R. S. Siegler bevorzugte im Gegensatz zu dem an Piaget angelehnten stufigen Entwicklungsmodell von R. Case eine kognitive Entwicklung zu jedem beliebigen Zeitpunkt. In vielen Studien, die unterschiedlich alte Kinder bei der Lösung von Aufgaben wie Kopfrechnen, Buchstabieren und logischem Denken analysierten, fand Siegler heraus, dass die Kinder keineswegs nur über eine einzige Strategie verfügen. Sie verfügen vielmehr über verschiedene alternative Strategien, die sie zur Problemlösung nutzen können. Bei bestimmten Aufgaben konnte er zeigen, dass die Kinder mit der größten Variabilität von Strategien und Lösungsansätzen am meisten davon profitierten. Ferner passen die Kinder ihre Strategien unterschiedlichen Aufgabenstellungen an, indem sie die neuen Strategien über einen längeren Zeitraum parallel zu den vorhandenen Strategien einsetzen und überprüfen. Dieser Vorgang vollzieht sich allmählich und nicht plötzlich durch einen kognitiven Konflikt. Dabei setzen sich vor allen Dingen die Strategien durch, die für das Kind mit einer Effizienzsteigerung verbunden werden.¹⁰²

„Mit Alter und Erfahrung verwenden Kinder immer anspruchsvollere Strategien bzw. modifizieren bestehende Strategien. Weiterentwicklung findet durch einen Prozess der Selektion und Anpassung nach evolutionsbiologischem Muster statt.“¹⁰³

2.3.3 Problemlösen

„Ein Problem ist gegeben, wenn ein Handelnder ein spezifisches Ziel hat, das er nicht unmittelbar erreichen kann, weil der Zielerreichung ein oder mehrere Hindernisse entgegenstehen.“¹⁰⁴

¹⁰¹ OERTER, 2008, S. 450 mit Verweis auf CASE, 1998

¹⁰² Vergleiche OERTER, 2008, S. 450 mit Verweis auf SIEGLER, 1994, SIEGLER, 1995 und SIEGLER, 2006.

¹⁰³ OERTER, 2008, S. 451.

¹⁰⁴ Ebenda, S. 452.

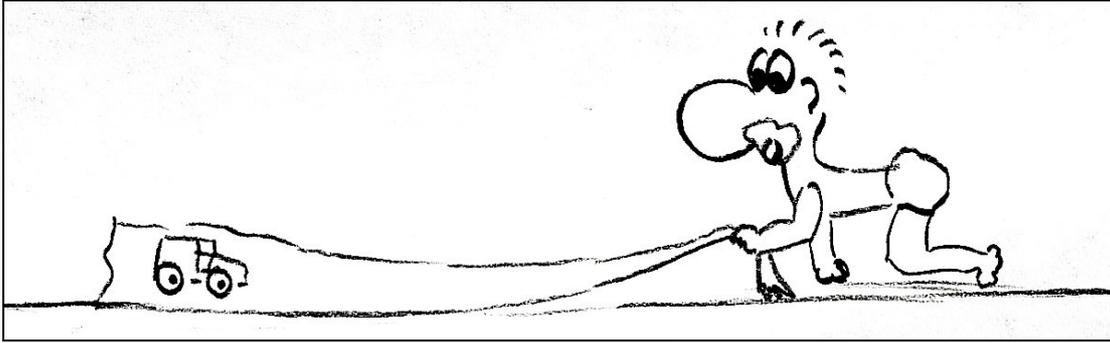


Abbildung 9: Eines der ersten Probleme wird gelöst

Schon sehr junge Kinder im Alter von einigen Monaten sind in der Lage, Mittel-Ziel-Verbindungen herzustellen. Beispielsweise untersuchte WILLIATS 1999 in einer Längsschnittstudie Babys im Alter von 6, 7 und 8 Monaten bei einer Problemlöseaufgabe, bei der sie ein außerhalb ihrer Reichweite platziertes Spielzeug mit einer Decke zu sich ziehen sollten. Die sechs Monate alten Babys zogen zwar an der Decke, dies geschah jedoch oft unabsichtlich und unterschied sich nur kaum vom Verhalten einer Kontrollbedingung, in der kein Spielzeug auf der Decke lag. Die sieben Monate alten Babys benutzten das Mittel (an der Decke ziehen) deutlich erkennbar für ihr Ziel (erreichen des Spielzeuges). Im Alter von acht Monaten konnten die meisten Kinder ihr Verhalten auch an unterschiedliche Distanzen der Spielzeuge anpassen. Es zeigte sich, dass die Kinder, die schon einmal wirksames Problemlöseverhalten gezeigt hatten, dies zu späteren Messzeitpunkten fast immer wieder taten.¹⁰⁵

Muss ein geeignetes Mittel noch beschafft werden, um das Ziel zu erreichen, ist das Problem anspruchsvoller. Ab einem Alter von zwölf Monaten werden Kinder dabei beobachtet, wie sie geeignete Mittel benutzen, beispielsweise beim Heranholen von Objekten in der Wohnung mit selbst gewählten Gegenständen. Allerdings ist der Gebrauch von Werkzeugen (geeignete Mittel) häufig an die physischen Nähe und dem Erinnern an eine ähnliche Situation gekoppelt. Unter Testbedingungen zeigten nur 15 % von 30 Monate alten Kindern ein selbstständiges Problemlösen mit Werkzeug. Bekommen die Kinder Hinweise oder können andere beim Problemlösen beobachten, so sind auch jüngere Kinder dazu in der Lage, ein solches Problem zu lösen. Überdies besitzen schon 18 Monate alte Kinder die Fähigkeit, das Ziel eines anderen zu erkennen und Hindernisse, die zwischen dem Ziel und der anderen Person stehen, zu beseitigen. Hierzu ist nicht einmal eine Verbalisierung oder eine andere ausdrückliche Aufforderung notwendig. Diese Kompetenz spielt eine wichtige

¹⁰⁵ Vergleiche OERTER, 2008, S. 452 mit Verweis auf WILLATTS, 1999, S. 651-667.

Rolle bei der Entwicklung menschlicher Kooperation. Kinder im zweiten Lebensjahr sind also nicht nur in der Lage eigene Probleme zu lösen, sondern auch die Probleme anderer.¹⁰⁶

Es gibt Probleme zu deren Lösung mehrere Handlungsschritte notwendig sind. In einem solchen Fall muss ein Handlungsplan entwickelt werden, der die erforderlichen Schritte in die richtige Reihenfolge ordnet. Schon zwölf Monate alte Babys sind dazu rudimentär in der Lage. Allerdings zeigt sich, dass Vorschulkinder häufig in Situationen scheitern, die zur Problemlösung etwas Planung erfordern. Beispielsweise ergaben Studien, die die Organisation eines Einkaufs zum Gegenstand hatten, kaum empirische Belege für eine Planung bei drei- und vierjährigen Kindern, aber Belege für den Beginn systematischer Planung bei fünfjährigen Kindern. Erklärungshypothesen, die die defizitäre Planungsfähigkeit jüngerer Kinder beschreiben, benutzen das Modell vom Menschen als informationsverarbeitendes System. Aufgrund der geringen Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses bei den jüngeren Kindern und des geringeren Wissens über geeignete Strategien beansprucht das Planen bei den jüngeren Kindern entsprechend größere mentaler Ressourcen als bei den älteren Kindern. Ferner erfordert das Planen ein hohes Maß an Verhaltenskontrolle. Eine direkte Zielannäherung muss zurückgestellt werden, bis geeignete Schritte zur Zielerreichung gefunden wurden. In dieser Zeit muss das Ziel mental repräsentiert sein, es darf nicht aus den Augen verloren werden. Dies könnte erklären, warum bei jüngeren Kindern eine Planung oft ganz ausbleibt. Im Alter von 3-5 Jahren verbessert sich durch Reifungsprozesse im Gehirn (siehe Kapitel „2.3.6 Entwicklung des Gehirns“) die Fähigkeit, ein anvisiertes Ziel gegen konkurrierende Handlungsimpulse abzuschirmen. Eine weitere wesentliche Rolle spielen Erfahrungen in vergleichbaren Situationen beim Problemlösen. Beim alltäglichen wie beim wissenschaftlichen Problemlösen hilft eine Analogie von einem ähnlichen in der Vergangenheit gelösten Problem zum gegenwärtigen Problem enorm.¹⁰⁷

Zusammenfassend kann hier nochmals darauf hingewiesen werden, dass schon Babys in einem Alter von nur sieben Monaten in der Lage sind, Probleme zu lösen. Kleine Kinder im zweiten Lebensjahr können schon die Probleme anderer erkennen und sie für die anderen lösen. Kinder im dritten Lebensjahr können Probleme lösen, wozu ein Werkzeug notwendig ist. Bei Problemen, für die eine komplexere

¹⁰⁶ Vergleiche OERTER, 2008, S. 453.

¹⁰⁷ Vergleiche ebenda, S. 454.

Lösungsstrategie mit mehreren Handlungsschritten notwendig ist, zeigen sich allerdings fünfjährige Kinder den jüngeren Kindern überlegen.

2.3.4 Deduktives Denken

Die logische Deduktion wird folgendermaßen definiert.

„Von logischer Deduktion spricht man, wenn die Schlussfolgerung eindeutig aus der logischen Kombination der Prämissen abgeleitet werden kann, so z. B. bei Syllogismen:

- Prämisse 1: Alle Katzen bellen
- Prämisse 2: Rex ist eine Katze
- Folgerung: Rex bellt.“¹⁰⁸

In der Vergangenheit wurde davon ausgegangen, dass junge Kinder nicht in der Lage sind, Aussagen unabhängig von ihrem Wahrheitswert zu evaluieren. Sie neigen dazu, ihr Weltwissen für Schlussfolgerungen heranzuziehen. Daher würden sie die Folgerung, dass Rex bellt, ablehnen, obwohl sie den beiden Prämissen folgt. Aktuelle Untersuchungen zeigen aber, dass schon Vorschulkinder eine solche Tendenz überwinden können, wenn ihnen die Prämissen in einem Fantasiekontext präsentiert werden, wie zum Beispiel: auf einem anderen Planeten gilt... Aber auch bei Erwachsenen zeigen sich sehr unterschiedlich ausgeprägte Kompetenzen beim logischen Schließen. Die Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen sind deutlich geringer, als früher vermutet. Die vorhandenen Entwicklungsveränderungen werden auf die verbesserte Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses, verbesserte Problemlösestrategien, das für die Aufgabenlösung erforderliche Wissen und das metalogische Verständnis zurückgeführt.¹⁰⁹

2.3.5 Wissenschaftliches Denken

„Wissenschaftler suchen nach Erklärungen für Phänomene der Natur. Sie bilden, prüfen und revidieren Theorien und Hypothesen. Sie bedienen sich dabei der „wissenschaftlichen Methode“, d.h., sie wenden systematische Strategien der Hypothesenprüfung und der Bewertung von Befunden an. Für die Planung von Experimenten sind vor allem die Variablenisolation und die Variablenkontrolle

¹⁰⁸ OERTER, 2008, S. 456.

¹⁰⁹ Vergleiche ebenda, S. 456ff.

bedeutsam: Wenn Ursache-Wirkungs-Beziehungen in einer Domäne systematisch exploriert werden sollen, muss jeweils eine Variablen dimensionen variiert werden, während alle anderen konstant gehalten werden (...).¹¹⁰

Ging Piaget noch davon aus, dass sich die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Denken erst in der Adoleszenz entwickelt, zeigen neuere Studien, dass auch schon Grundschul Kinder hierzu in der Lage sind. Allerdings zeigen sich bei Kindern öfter Defizite bei der Hypothesenprüfung und der Bewertung von Befunden als bei Jugendlichen und Erwachsenen. Besonders Kindern aber auch Jugendlichen und Erwachsenen fällt es oft schwer, Ergebnisse unabhängig von eigenen Voreingenommenheiten zu bewerten. Ist beispielsweise ein Proband der Meinung, Müsli sei gesund, so ignoriert er den Umstand, dass Eier-Esser genauso häufig erkältet sind wie Müsli-Esser und hält seine Theorie für bestätigt. Experimentierende Personen konnten sich bei nachfolgenden Versuchen in einer Variablen domäne in Bezug auf ihre Experimentierstrategien verbessern. Indes zeigte die jüngste Altersgruppe (Zehnjährige) dabei nur mäßige Verbesserungen.¹¹¹

Für die defizitären Experimentierstrategien bei Kindern aber auch manchen Jugendlichen und Erwachsenen macht KUHN 1995 ein unzureichendes Verständnis der Grundbegriffe „Theorie“, „Hypothese“ und „Daten“ verantwortlich. Viele Probanden seien unfähig, eigene Theorien von den empirisch ermittelten Befunden klar zu trennen und vermischten so ihre Theorie mit den Befunden zu einem¹¹² „(...) Dinge, wie sie eben sind“¹¹³.

Um zu vermeiden, dass die Aufgaben bei den Untersuchungen zu komplex werden und so eine zu hohe Anforderung an die Informationsverarbeitung stellen, werden in kleinen Aufgaben die wichtigen Komponenten des wissenschaftlichen Denkens untersucht. Auf diese Weise zeigte sich die Eignung von Grundschulkindern, eine geeignete Teststrategie zu wählen, diese jedoch nicht spontan zu produzieren. Überdies können sie systematische Strategien der Hypothesenprüfung erlernen und auf neue Aufgaben übertragen. Auch ein schlüssiger Test für eine einfache Hypothese kann von einem nicht schlüssigen Test unterschieden werden, sofern ihnen Alternativen zur Wahl gestellt wurden.¹¹⁴

¹¹⁰ OERTER, 2008, S. 457.

¹¹¹ Vergleiche OERTER, 2008, S. 458 mit Verweis auf KUHN, 1995 und SCHAUBLE, 1990 S. 31ff.

¹¹² Vergleiche OERTER, 2008, S. 458 mit Verweis auf KUHN, 1995.

¹¹³ OERTER, 2008, S. 458.

¹¹⁴ Vergleiche ebenda, S. 458ff.

Verbesserungen bei der Hypothesenprüfung und der Bewertung von Befunden mit zunehmendem Alter können auf die zunehmende Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung, auf erworbene Strategien und ein verbessertes begriffliches Verständnis (zum Beispiel der Begriffe „Theorie“, „Hypothese“ und „Daten“) zurückgeführt werden. Aber schon im Grundschulalter zeigen sich individuelle Unterschiede (eine Minderheit setzt bereits spontan die Variablenkontrollstrategie ein). Solche individuellen Unterschiede scheinen unabhängig von der Schulart bis zur Sekundarstufe stabil.¹¹⁵

Da in der Schule traditionelle wissenschaftliche Fragestellungen (zum Beispiel beim Ergreifen eines physikalischen Phänomens) oder formalisierte Überlegungen (zum Beispiel die Formulierung einer Theorie) trainiert werden, erklärt sich, warum die Schulbesuchsjahre einen Einfluss auf die Entwicklung wissenschaftlichen Denkens haben. Auch dem metakognitiven Verständnis wird eine entscheidende Rolle zuerkannt. Werden Heranwachsende trainiert, Theorien und Belege in Einklang zu bringen, wenden sie vielfältige Strategien an und verändern und verbessern sie dabei. Ihr dabei gewachsenes logisches Verständnis wenden sie anschließend auf eine immer größer werdende Anzahl von Situationen an.¹¹⁶

Echtes wissenschaftliches Arbeiten sei aber erst in der späten Jugend zu erwarten: „Die Fähigkeit, über Theorien nachzudenken, Variablen gezielt zu isolieren und nach Gegenbelegen aktiv zu suchen, zeigt sich nur selten vor der Adoleszenz (...).“¹¹⁷ Dabei entsteht wissenschaftliches Denken nicht abrupt oder stufenweise, wie es Piaget dargestellt hat, sondern es entwickelt sich allmählich.¹¹⁸

Für die wissenschaftliche Forschung ist das Experiment eine fundamentale Untersuchungsmethode.¹¹⁹ Für die Beschreibung und Erklärung eines physikalischen Objekts a^* wird eine Hypothese a gebildet, welche dann in der Realität bestätigt oder widerlegt werden soll. Um die Hypothese a zu überprüfen, wird ein Experiment entwickelt, das zur Gewinnung der Daten a^{**} führt. Diese Daten a^{**} werden mit der Hypothese a verglichen und führen im günstigen Fall zur Bestätigung oder zur

¹¹⁵ Vergleiche OERTER, 2008, S. 459.

¹¹⁶ Vergleiche BENK, 2011, S. 522ff. mit Verweis auf KUHN, 1999, S. 178-181 und MOSHMANN, 1999.

¹¹⁷ BENK, 2011, S. 523 mit Verweis auf KUHN, 2000, S. 113-129 und MOSHMANN, 1998, S. 1-9.

¹¹⁸ Vergleiche BENK, 2011, S. 523.

¹¹⁹ Vergleiche BERGER, 2007, S.29.

Verwerfung der Hypothese a und dem damit verbundenen Modell bzw. der damit verbundenen Theorie.¹²⁰

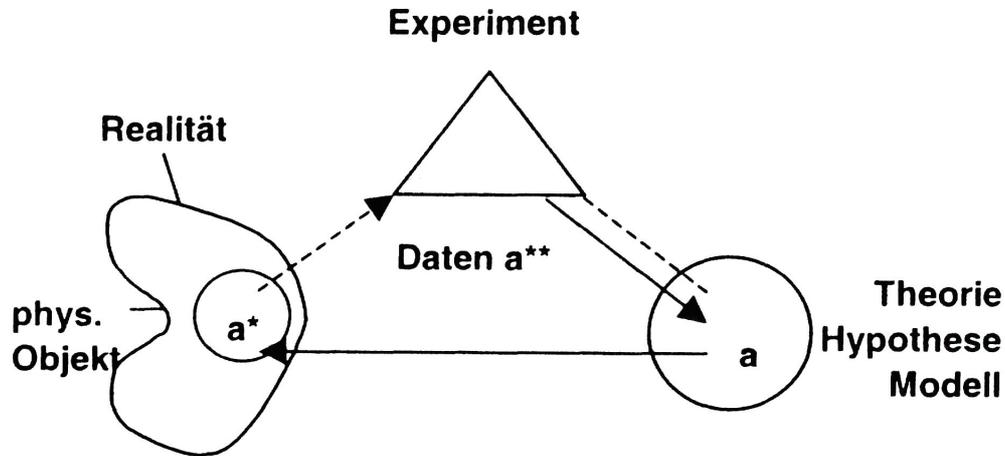


Abbildung 10: Das Experiment als Bindeglied zwischen Theorie und Realität aus KIRCHER, 2001, S. 166

Die Bedeutung des Experimentes für das wissenschaftliche Denken rechtfertigt die Auseinandersetzung mit den für das Experimentieren notwendigen Kompetenzen, wie beispielsweise Hypothesenbildung, Versuchsplanung und Datenauswertung. In HAMMANN 2004 werden Entwicklungsverläufe experimenteller Kompetenzen dargestellt. Dabei wird zwischen der Entwicklung der Kompetenzen im Hypothesen-Suchraum, im Experimentier-Suchraum und bei der Datenanalyse unterschieden.¹²¹

Der Hypothesen-Suchraum beinhaltet das Aufstellen, Optimieren, Prüfen und Verwerfen von Hypothesen auf der Grundlage des Schülerwissens der entsprechenden Domäne. Hierzu werden Daten und Beobachtungen aus den Experimenten herangezogen. Die Fähigkeit, sorgfältig, methodisch und systematisch unter Berücksichtigung einer gefundenen Hypothese zu experimentieren, entwickelt sich erst mit zunehmendem Alter und Erfahrung beim Experimentieren. In Abbildung 11 wird die Entwicklung der Kompetenzen des Hypothesen-Suchraumes gezeigt.¹²²

¹²⁰ Vergleiche KIRCHER, 2001, S. 166ff.

¹²¹ Vergleiche HAMMANN, 2004, S. 196-203.

¹²² Vergleiche ebenda, S. 198 und S. 200.

Stufe	Kompetenzniveau	Nähere Beschreibung	Alter
1	Keine Hypothesen beim Experimentieren	Es wird ohne Hypothesen experimentiert, das heißt, Lernende führen Experimente aus, ohne Vermutungen über Ursache Wirkungs-Prinzipien zu haben; sie versuchen, einen Effekt zu erzielen. Dieser Mangel an Wissen über die Notwendigkeit von Hypothesen resultiert in einem unsystematischen Durchsuchen des Experimentier-Suchraums.	Primarstufe
2	Unsystematische Suche nach Hypothesen	Es wird hypothesengeleitet experimentiert, jedoch werden nicht alle Hypothesen herangezogen, die für die Beantwortung einer Fragestellung beachtet werden müssten oder bei der Suche nach Hypothesen werden diese nicht logisch aufeinander bezogen.	Klasse 5
3	Systematische Suche nach Hypothesen	Es werden multiple Hypothesen gebildet, die logisch aufeinander bezogen werden. Probleme bereitet jedoch die Hypothesenrevision.	Klasse 5
4	Systematische Suche nach Hypothesen und erfolgreiche Hypothesenrevision	Wie Stufe 3, jedoch gelingt auch die Hypothesenrevision in Situationen, in denen alle bereits getesteten Hypothesen falsifiziert worden sind,	Klasse 7

Abbildung 11: Kompetenzstufen bei der Suche im Hypothesen-Suchraum nach HAMMANN, 2004, S. 200

Zum Experimentier-Suchraum gehört die Planung und Durchführung eines Experimentes auf eine Weise, die eindeutige Aussagen zur Gültigkeit der aufgestellten Hypothese zulassen. Besondere Bedeutung kommt auch dem domänenübergreifenden Wissen zu. Es müssen Variablen identifiziert werden, die für das beobachtete bzw. zu untersuchende Phänomen wesentlich sind. Nun muss nur die Variable verändert werden, die für die ursächliche Wirkung verantwortlich gemacht wird (Variablenisolation). Schüler der Primarstufe und am Anfang der Sekundarstufe I neigen bei der Planung von Experimenten noch dazu, mehrere Variablen ohne System zu verändern, so dass unschlüssige Experimente resultieren. Abbildung 12 stellt die Entwicklung der Kompetenzen im Experimentier-Suchraum dar.¹²³

¹²³ Vergleiche HAMMANN, 2004, S. 198ff. und S. 200ff.

Stufe	Kompetenzniveau	Nähere Beschreibung	Alter
1	Unsystematischer Umgang mit Variablen	Lernende verändern die Ausprägung(en) einer oder mehrerer Variablen ohne System, so dass keine schlüssigen Aussagen über die vermuteten Ursache-Wirkung Beziehungen möglich sind. Oft werden alle Variablen von einem Testansatz zum anderen verändert, eine Strategie, die Variablen konfundiert und mit „change all“ [26], „no plan“ [12] und „intuitive“ [27] bezeichnet wird.	Primarstufe
2	Teilweise systematischer Umgang mit Variablen	Obwohl ein gegenüber Stufe 1 systematischeres Vorgehen zu beobachten ist, liegen Defizite vor, welche die systematische Variation einer Variable und die fehlende Kontrolle der anderen Variablen betreffen. Eine für diese Entwicklungsstufe typische Vorgehensweise besteht darin, nur in einigen Versuchen einer Versuchsreihe Variablen systematisch zu kontrollieren, in den anderen aber Variablen zu konfundieren. Diese Strategie wird als „local changing“ bezeichnet [12]. Eine andere defizitäre Denkweise besteht darin, die Ausprägung einer Variable konstant zu halten, und zwar derjenigen Variable, von der ein positiver Effekt erwartet wird, jedoch die anderen Variablen, die das Versuchsergebnis beeinflussen könnten, nicht hinreichend zu kontrollieren. Die Lernenden erwarten bei dieser Strategie, dass sich ihre Vermutungen über die Wirkung der konstanten Variable dadurch bestätigen lassen, dass diese die gleiche Wirkung in Verbindung mit anderen Variablen zeigt [26].	Klasse 5
3	Systematischer Umgang mit Variablen in bekannten Domänen	Lernende variieren lediglich die Ausprägung der Testvariable und halten die Ausprägungen der übrigen Variablen konstant. Diese Vorgehensweise erlaubt es, eindeutige Aussagen über die Wirkweise einer bestimmten Variablen zu treffen und die Wirkung anderer Variablen auf den zu erklärenden Zusammenhang auszuschließen.	Klasse 5
4	Systematischer Umgang mit Variablen in unbekanntem Domänen	Wie in Stufe 3 variieren Lernende lediglich die Ausprägung der Testvariable und halten die Ausprägungen der übrigen Variablen konstant. Jedoch gelingt die Anwendung dieser allgemeinen Strategie im Unterschied zu Stufe 3 auch in Wissensdomänen, in denen wenig oder kein Vorwissen besteht.	Klasse 6

Abbildung 12: Kompetenzstufen bei der Suche im Experimentier-Suchraum nach HAMMANN, 2004, S. 201, (Literaturhinweise in HAMMANN, 2004 [12]=SCHAUBLE, 1996, S.102-119, [26]=TSCHIRIGI, 1980, S. 1-10, [27]=KARPLUS, 1979)

Die Auswertung der Daten ist ein weiterer wesentlicher Bestandteil des Experimentierens. Dabei werden die gewonnenen Daten auf eine Übereinstimmung zu dem in der Hypothese aufgestellten erwarteten Resultat überprüft. Daher vermittelt die Auswertung der Daten zwischen dem Hypothesen-Suchraum und dem

Experimentier-Suchraum und leitet die weitere Suche in ihnen. Wenn beispielsweise die Daten nicht zu den Hypothesen passen und neue Hypothesen entwickelt werden und in neuen Experimenten überprüft werden müssen. Auch die Abschätzung von Fehlern und eine Prüfung auf Plausibilität gehört zur Datenauswertung. Bei jungen wie bei erwachsenen Menschen werden oft Daten ignoriert, die den eigenen Vermutungen oder Erwartungen widersprechen, so dass das eigentlich notwendige Verwerfen der Hypothese ausbleibt. Auch das Interpretieren von sich kontinuierlich entwickelnden Variablen, die nur kleine Messwertunterschiede aufweisen mit eventuell zusätzlich auftretenden Messfehlern fällt schwer. Die Entwicklung der Kompetenzen bei der Auswertung von Daten ist in Abbildung 13 dargestellt.¹²⁴

Stufe	Kompetenzniveau	Nähere Beschreibung	Alter
1	Daten werden nicht auf Hypothesen bezogen	Beobachtete Effekte werden beschrieben, aber nicht Ursachen erklärt. Defizite beruhen auf einem mangelnden Verständnis der Ziele der Datenerhebung beim Experimentieren.	Primarstufe
2	Unlogische Analyse der Daten	Lernende beziehen Daten auf Hypothesen, ziehen jedoch unlogische Schlüsse, z.B. durch Nichtbeachten deutlicher Kontraste zwischen Experimentalansatz und Kontrollansatz. Beim Erklären der Ergebnisse eines Experimentes treten Widersprüche auf; Hypothesen werden gewechselt bzw. beibehalten, obwohl die Datenlage dies nicht zulässt.	Klasse 5
3	Weitgehend logische Analyse der Daten, jedoch Probleme bei der Bewertung der Daten, die den eigenen Erwartungen widersprechen	Lernende erklären Daten auf logisch konsistente Weise in den meisten experimentellen Situationen. Schwierigkeiten bereitet jedoch der Umgang mit Anomalien, also Daten, die den eigenen Erwartungen widersprechen und die häufig ignoriert oder fehlinterpretiert werden.	Klasse 6
4	Daten werden in adäquater Weise zu Überprüfung von Hypothesen herangezogen	Lernende gelingt die Analyse von Daten selbst dann, wenn diese aufgrund inhaltliche Erwartungen oder Bedingungen der Datenerhebung (z.B. kontinuierliche Variablen mit kleinen Unterschieden oder Messfehlern) schwierig zu interpretieren sind.	ab Klasse 7

Abbildung 13: Kompetenzstufen bei der Analyse von Daten aus HAMMANN, 2004, S. 202

Die Kompetenzen im Hypothesen-Suchraum, im Experimentier-Suchraum und bei der Auswertung der Daten erfordern eine aufeinander abgestimmte Förderung, da sie miteinander beim Experimentieren in Wechselwirkung treten.¹²⁵ Beim Betrachten der Abbildungen 11, 12 und 13 entsteht der Eindruck, dass Kinder in der Grundschule zum systematischen und methodischen Experimentieren noch nicht in der Lage sind

¹²⁴ Vergleiche HAMMANN, 2004, S. 199 und S. 201ff.

¹²⁵ Vergleiche ebenda, S. 202.

und sich diese Fähigkeiten erst am Anfang der Sekundarstufe I entwickeln. Erst ab der Klassenstufe 7 ist mit einem wirklich systematischen Experimentieren zu rechnen.

2.3.6 Entwicklung des Gehirns

Keine andere körperliche Struktur ist bei der Geburt im Vergleich zum Erwachsenenalter schon so weit entwickelt wie das menschliche Gehirn. Trotzdem entwickelt sich das Gehirn vor allen Dingen im Säuglings- und Kleinkindalter mit erstaunlichem Tempo weiter. So erreicht das Gehirn bei der Geburt 30%, bei zweijährigen Kindern 70% und bei vierjährigen Kindern bereits 90% der Größe eines erwachsenen Gehirns.¹²⁶

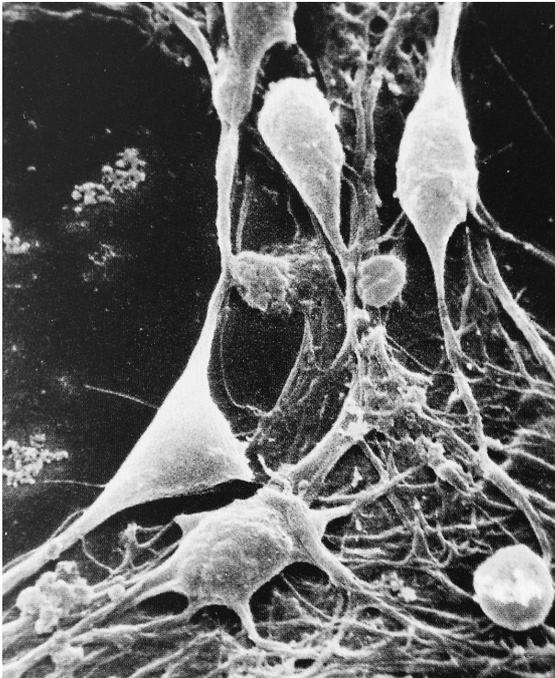


Abbildung 14: Nervenzellen (Neuronen) und die sie verbindenden Fasern (Dendriten) aus BENK 2011, S. 159

Zunächst soll die Entwicklung der Nervenzellen (Neuronen) beschrieben werden. Ein menschliches Gehirn besitzt 100-200 Milliarden Neuronen, welche zur Speicherung und Übermittlung von Informationen dienen. Sie sind dabei nicht so eng wie andere Körperzellen gepackt. Zwischen den von den Nervenzellen ausgehenden Fasern (Dendriten) befinden sich kleine Lücken, die so genannten Synapsen. Zum Austausch von Informationen werden Neurotransmitter (chemische Botenstoffe) benutzt, die diese Lücken überwinden.¹²⁷

„Die Übertragung eines Nervenimpulses von einem Neuron zum anderen geschieht an einer Synapse (...). Sie kann mehr oder weniger stark sein, und es hängt von der Stärke der synaptischen Verbindung ab, ob ein Impuls einen großen oder einen kleinen Effekt auf die Erregung des nachfolgenden Neuron hat. Der gleiche Impuls kann also an verschiedenen Synapsen ganz unterschiedlich wirken: Ist die

¹²⁶ Vergleiche BENK, 2011, S. 158ff. und S. 288.

¹²⁷ Vergleiche ebenda, S. 159.

synaptische Verbindung stark, wird das nachfolgenden Neuron stark erregt, ist die Verbindung schwach, geschieht am nachfolgenden Neuron wenig (...).¹²⁸

So entsteht eine Wichtung der eingehenden Informationen bzw. Impulse, da sich an der Synapse entscheidet, ob die Information stark, schwach oder gar nicht übertragen wird. Auf diese Weise kann erklärt werden, dass häufig benutzte und somit gut ausgeprägte Synapsen ihre Informationen stärker (besser) weiterleiten als wenig benutzte Synapsen. Werden beispielsweise komplexe Bewegungsabläufe immer wieder wiederholt bzw. trainiert, sind die hierfür notwendigen Synapsen ausgeprägt und die Bewegungsabläufe gelingen immer besser, beispielsweise beim Beherrschen eines Musikinstrumentes. Übung ist aber nicht nur für Bewegungsabläufe förderlich, sondern auch für geistige Fähigkeiten wie zum Beispiel das Lösen von mathematischen Aufgaben.¹²⁹

Das Hirnwachstum wird im Wesentlichen durch die Entwicklung der Neuronen und deren Kommunikation untereinander bestimmt. Durch das Wachsen von Fasern und dem Bilden von Synapsen übernehmen die Nervenzellen ihre speziellen Funktionen. Der Platz für das enorme Wachstum der Nervenverbindungen in den ersten beiden Lebensjahren wird zur Verfügung gestellt, indem etwa 20-80% der benachbarten Nervenzellen absterben. Zum Glück sind vor der Geburt mehr Nervenzellen entstanden als das Gehirn irgendwann benötigen wird. Damit die Nervenfasern der Nervenzellen die dazugehörigen Synapsen ausbilden können, benötigt das Gehirn eine Anregung (Stimulation). Erfahren Neuronen aus ihrer Umgebung eine Stimulation, werden immer neue Synapsen gebildet und es entstehen immer ausgedehntere Verbindungssysteme, die ihrerseits zu immer komplexeren Fähigkeiten führen. Dabei entsteht zunächst ein Überfluss an Synapsen mit oft identischer Funktion, damit das Kind sicher die zum Überleben notwendigen motorischen, kognitiven und sozialen Fähigkeiten erlernt. Anschließend verlieren in der so genannten Synapsenausdünnung nur selten stimulierte Nervenzellen ihre Synapsen. Diese Nervenzellen gehen aber nicht verloren, sondern stehen für spätere Aufgaben zur Verfügung.¹³⁰

¹²⁸ SPITZER, 2009, S. 42ff.

¹²⁹ Vergleiche ebenda, S. 44, 64ff., 255.

¹³⁰ Vergleiche BENK, 2011, S. 159.

Mit zunehmendem Alter werden die Nervenfasern mit einer mehrteiligen Hülle aus Gliazellmembranen (dem Myelin) gegeneinander isoliert. Diese Myelinisierung sorgt für eine Verbesserung der Erregungsleitung und somit zu einer schnelleren und effizienteren Arbeitsweise der Nervenzellen. Dieser Prozess findet bis zum Ende des zweiten Lebensjahres rasant statt, um nach einer Verlangsamung in der mittleren Kindheit in der Adoleszenz wieder anzusteigen.¹³¹

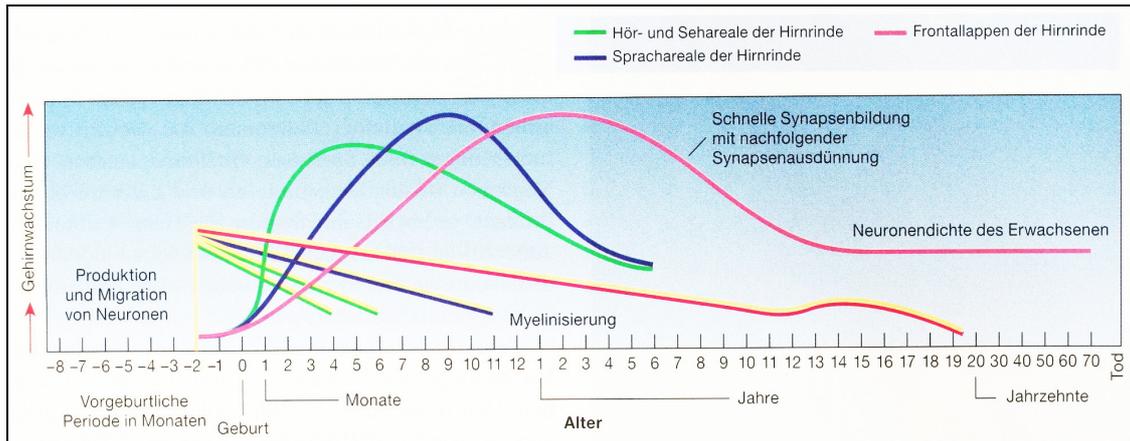


Abbildung 15: „Die wichtigsten Meilensteine in der Entwicklung des Gehirns. Die Bildung von Synapsen geht innerhalb der ersten beiden Lebensjahre sehr rasch vorstatten, insbesondere in den Hör-, Seh- und Sprachzentren der Hirnrinde. In den Frontallappen vollzieht sich das Synapsenwachstum über einen längeren Zeitraum. In jeder Region folgt auf die Überproduktion von Synapsen deren Ausdünnung. Die Frontallappen zählen zu den Gehirnregionen, die zuletzt die Anzahl der in einem Erwachsenen Gehirn vorhandenen Synapsenverbindungen erreichen - gegen Mitte bis Ende der späten Adoleszenz. Die verschiedenen gelben Linien zeigen an, dass der Zeitraum der Myelinisierung sich von einer Gehirnregion zu anderen unterscheidet. So hält zum Beispiel die Myelinisierung von Nervenfasern in den Sprachzentren - und insbesondere in den Frontallappen - länger an als in den Seh- und Hörzentren (nach Thompson & Nelson, 2001)“ aus BENK, 2011, S. 160.

„Man könnte die Entwicklung des Gehirns mit der Schaffung einer „lebenden Skulptur“ vergleichen. Nachdem zunächst Neuronen und Synapsen im Übermaß produziert werden, meißeln Zelltod und Synapsenausdünnung überflüssiges Baumaterial wieder fort, um das reife Gehirn zu formen - ein Prozess, der durch das Zusammenwirken genetisch programmierter Vorgänge und die Erfahrungen des Kindes beeinflusst wird.“¹³²

Mit etwa 85% des Gehirngewichts beinhaltet die Großhirnrinde (zerebraler Kortex) die größte Anzahl von Neuronen und Synapsen. Auch wächst dieser Teil des Gehirns zeitlich am längsten und ist somit länger für Umwelteinflüsse empfänglich. In Abbildung 16 ist dargestellt, welche Region in der Großhirnrinde für welche

¹³¹ Vergleiche BENK, 2011, S. 159.

¹³² Ebenda, S. 160.

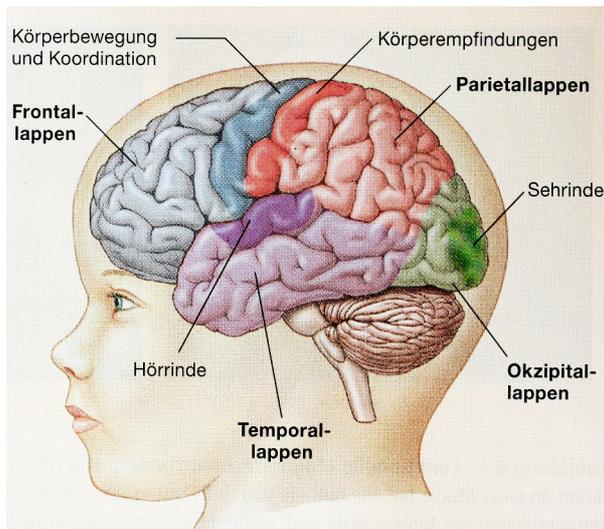


Abbildung 16: Die Großhirnrinde aus BENK, 2011, S. 162

sowohl Hör- und Sehrinde, die Bereiche für die Körperbewegung, als auch die Fähigkeiten zur akustischen und visuellen Wahrnehmung. Vom Kleinkindalter bis ins Vorschulalter entwickelt sich das Sprachzentrum. Die Frontallappen, welche für das Denken zuständig sind, entwickeln sich bis in das frühe Erwachsenenalter. Sie funktionieren ab dem zweiten Lebensmonat effektiver, entwickeln sich im Vorschul- und Schulalter besonders rasch, um in der Adoleszenz wiederholt beschleunigt zu wachsen.¹³³

Der Ansatz der Informationsverarbeitung liefert wichtige Beiträge, wenn es darum geht, die Relevanz der Entwicklung des Gehirns für bestimmte Teilfunktionen des Heranwachsenden darzustellen.¹³⁴

Eine Verbesserung der **Aufmerksamkeit** entsteht durch eine Informationsfilterung. Durch die so genannte Hemmungseffizienz, welche an die Entwicklung des Frontallappens (präfrontaler Kortex) gebunden ist, gelingt es den Kindern und vor allem Jugendlichen mit zunehmendem Alter irrelevante Informationen von relevanten Informationen zu trennen und so ihre Aufmerksamkeit bei komplexen Aufgaben auf das Wesentliche zu richten.¹³⁵ Die Reifung des Frontallappens führt auch zu einer Handlungskontrolle, welche den Wunsch zunächst alles zu berühren und in die Hand zu nehmen unterdrückt, so dass das Kind nun nicht mehr von seinem eigentlichen

¹³³ Vergleiche BENK, 2011, S. 161ff. und OERTER, 2008, S. 286.

¹³⁴ Vergleiche OERTER, 2008, S. 288.

¹³⁵ Vergleiche ebenda, S. 288ff.

Ziel abgelenkt wird. Daher wird die sich entwickelnde Handlungskontrolle für den Beginn der Problemlösefähigkeit verantwortlich gemacht.¹³⁶

Die Leistungen des **Gedächtnisses** steigen mit zunehmendem Alter. Während die Verbesserung des Kurzzeitgedächtnisses zur Entwicklung unter anderem der Lesefähigkeit besonders in der Jugendzeit beiträgt, entwickelt sich auch das Langzeitgedächtnis.¹³⁷ Auch durch die soeben beschriebene Hemmungseffizienz und die damit bessere „Informationsverwaltung“ gelingt ein effizienteres Nutzen der Kapazitäten des Kurzzeitgedächtnisses.¹³⁸

Die Myelinisierung der Nervenfasern erklärt die zunehmenden Gedächtnisleistungen, die ein Anstieg bei der **Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit** ermöglicht. Daher können mit zunehmendem Alter Aufgaben schneller bearbeitet werden und zwar unabhängig ihrer Art.¹³⁹

Die anfängliche Überproduktion mit der anschließenden Abnahme von Synapsen erklärt die Erfahrungsabhängigkeit der Gehirnentwicklung. Denn die Stimulierung durch die Umwelt bzw. die eigenen Tätigkeiten entscheidet darüber, welche Synapsen verloren gehen, welche erhalten bleiben und welche sich gar neu bilden. Mit zunehmender Erfahrung (zunehmendem Alter) erlernt das Kind die Anwendung geeigneter Strategien und ist so in der Lage, die **Organisation** des eigenen Denkens weiter zu entwickeln. Auch die Lernstrategien (zum Beispiel Gebrauch von Gedächtnisstützen) verbessern sich.¹⁴⁰

Das besondere Verhalten während der **Pubertät** lässt sich auch durch die Entwicklung des Gehirns erklären. Seit den neunziger Jahren ist bekannt, dass das Gehirn in dieser Zeit einer Großbaustelle gleicht. Es bilden sich neue Verknüpfungen während alte Nervenverbindungen absterben und das Gehirn aktiver und schneller wird.¹⁴¹ Dabei finden gerade im Frontalhirn (präfrontalen Cortex) dramatische Veränderungen statt. Dieses ist für die Regulierung der Kognition, Emotion und Handlung zuständig und sorgt für ein angemessenes soziales Verhalten.¹⁴² „Im präfrontalen Cortex, wo die bisher entwickelten Vorstellungen und Erwartungen mit

¹³⁶ Vergleiche OERTER, 2008, S. 452ff. mit Verweis auf DIAMOND, 1991, S. 67-110.

¹³⁷ Vergleiche OERTER, 2008, S. 289 mit Verweis auf SIEGEL, 1994, S. 109-124.

¹³⁸ Vergleiche OERTER, 2008, S. 286.

¹³⁹ Vergleiche ebenda, S. 289.

¹⁴⁰ Vergleiche ebenda.

¹⁴¹ Vergleiche SCHOENER, 2012/13, S. 62.

¹⁴² Vergleiche OERTER, 2008, S. 309.

den neuen Realitäten verglichen und abgestimmt werden, kommt es zur Ausbreitung unspezifischer Erregungen. Die dort lokalisierten, hochkomplexen, handlungsleitenden, das Denken ordnenden und die Gefühle kontrollierenden neuronalen Netzwerke können angesichts dieser allgemeinen Übererregungen nicht mehr als spezifische Muster aktiviert werden. Damit gehen die durch diese Netzwerke vermittelten Metakompetenzen gewissermaßen im Rauschen des allgemeinen Durcheinanders unter.¹⁴³ Dies kann auch noch nach der Pubertät zu einem vorübergehenden Frontalhirndefizit und einem Rückfall in primitive Verhaltensmuster aus der Kindheit führen.¹⁴⁴

2.3.7 Intelligenztests zur Beschreibung der kognitiven Entwicklung

„So problematisch IQ-Maße sein mögen, sie erweisen sich als recht robust hinsichtlich ihres Zusammenhanges mit Aspekten des praktischen Lebens.“¹⁴⁵

Die bisherig vorgestellten Inhalte bezüglich der kognitiven Entwicklung bei Kindern und Jugendlichen beschreiben die sich dabei abspielenden Prozesse eher deskriptiv. Auf der intensiven Suche nach einer Literaturquelle, die die kognitive Entwicklung der untersuchten Altersgruppen quantitativ beschreibt, stieß der Autor auf Intelligenztests für Kinder und Jugendliche. Die Aufgabe dieser Intelligenztests ist es, die Intelligenz eines Kindes möglichst sicher zu bestimmen. Hierzu werden Testaufgaben entwickelt und weiter entwickelt, die eine möglichst zuverlässige Aussage erlauben. An vielen Kindern werden diese Tests evaluiert und teilweise auch mit den Ergebnissen anderer Tests verglichen. Dabei entstanden Tests mit verschiedenen Schwerpunkten (zum Beispiel die sprachfreie Überprüfung beim CFT 20-R Test oder die Überprüfung von verschiedenen kognitiven Bereichen und Fertigkeiten bei jungen Kindern von 2,5 - 12,5 Jahren beim K-ABC-Test oder beim HAWIK-IV-Test für Kinder zwischen 8 und knapp 17 Jahren).

Üblicherweise besteht der Test aus verschiedenen Subtests, die eine Vielfalt von Bereichen abfragen. Dabei werden voneinander unabhängige kurze Aufgaben gestellt, die nach ihrer Schwierigkeit geordnet sind. Werden die erreichten Punkte entsprechend des Testes zusammengezählt und gewichtet ergibt sich für jedes überprüfte Individuum ein Wert für seine Intelligenz, der so genannte Intelligenzquotient. Normalerweise wird rein willkürlich ein Mittelwert von 100 gewählt.

¹⁴³ HÜTHER, 2009, S. 112.

¹⁴⁴ Vergleiche ebenda.

¹⁴⁵ OERTER, 2008, S. 253.

Dieser entspricht der durchschnittlichen Intelligenz und hat eine Streuung von entweder 10 oder 15. So gelten Werte zwischen 90 und 110 bzw. 85 und 115 als durchschnittlich, Werte darüber als überdurchschnittlich und Werte darunter als unterdurchschnittlich.¹⁴⁶

Auch die Ergebnisse des für Kinder von 2,5 bis 12,5 Jahren entwickelten K-ABC Tests (Kaufman-Assesment Battery for Children) werden in Gesamtzahlen mit einem Mittelwert von 100 in verschiedenen Kategorien bewertet. Dabei werden Aufgaben zum **einzelheitlichen Denken** (der Schwerpunkt liegt auf seriell oder zeitlich angeordneten Reizen wie beim Nachsprechen von Zahlen oder beim Nachahmen von Handbewegungen) gestellt. Des Weiteren werden Lösungen zu Aufgaben des **ganzheitlichen Denkens** (hier liegt der Schwerpunkt beim gleichzeitigen Integrieren von Reizen wie beim Erinnern an die räumliche Anordnung von Reizen, dem Erkennen von unvollständig dargestellten Objekten oder dem Zusammenfügen einer Reihe gleicher Dreiecke zu einem abstrakten Muster) gefordert. Eine Verschmelzung von einzelheitlichen und ganzheitlichen Denken erlaubt eine Einschätzung der **intellektuellen Fähigkeiten**. Außerdem werden einzelne **Fertigkeiten** (wie Wortschatz, Gedächtnis, Rechnen und Lesen) geprüft. In den Untertests wird zum Teil ein Mittelwert von 10 anstatt von 100 benutzt.¹⁴⁷

Die folgenden Grafiken zeigen, welche Rohwerte (erlangte Testpunkte) in den verschiedenen Altersgruppen notwendig sind, um den entsprechenden Mittelwert von 100 oder gegebenenfalls 10 zu erreichen. Die hierzu benutzte Tabelle findet sich im Anhang im Kapitel „7.1 Weiter Informationen zu den Intelligenztests“. Die Werte sind aus dem Anhang von MELCHERS 2001a entnommen.

¹⁴⁶ Vergleiche OERTER, 2008, S. 249ff.

¹⁴⁷ Vergleiche MELCHERS, 2001a, S. 2-3 und MELCHERS, 2001b, S. 40ff.

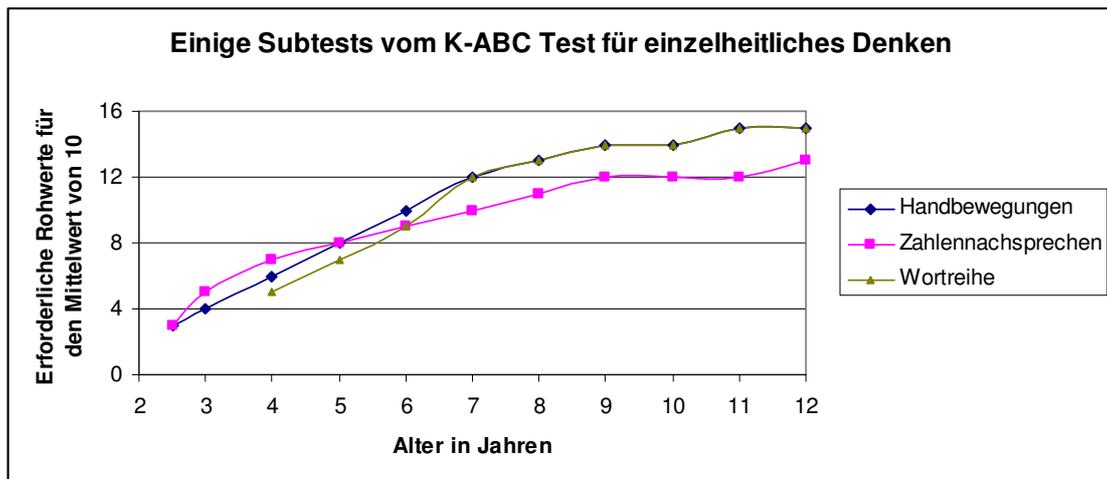


Abbildung 17: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte beim einzelheitlichen Denken im K-ABC Test

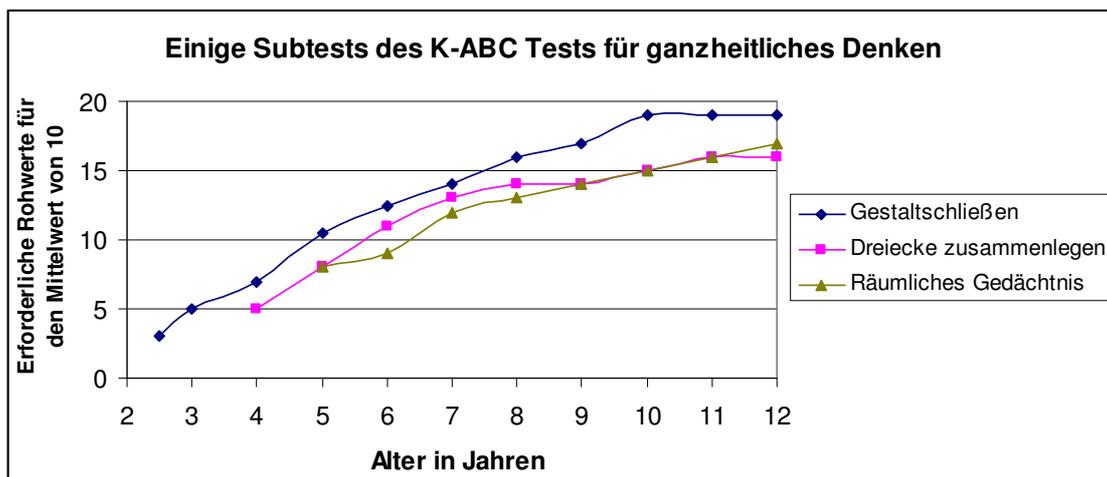


Abbildung 18: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte beim ganzheitlichen Denken im K-ABC Test

Beim Betrachten der Abbildungen 17 und 18 erkennt man die mit zunehmendem Alter sich erhöhenden notwendigen Rohwerte für das Erreichen des Mittelwertes beim einzelheitlichen und ganzheitlichen Denken. Je nach Aufgabe ergibt sich ein relativ linearer Anstieg bei den Anforderungen vom dritten Lebensjahr bis zum ca. siebenten Lebensjahr. Dann steigen die Anforderungen nicht mehr so stark bis zum ca. neunten Lebensjahr, um dann fast nicht mehr anzusteigen. Aus der genannten Verschmelzung von einzelheitlichem und ganzheitlichem Denken zu den intellektuellen Fähigkeiten sollte sich für diese ein ähnliches Bild ergeben. Daraus schließt der Autor, dass die intellektuellen Fähigkeiten zunächst stark ansteigen, um dann immer langsamer zu steigen.

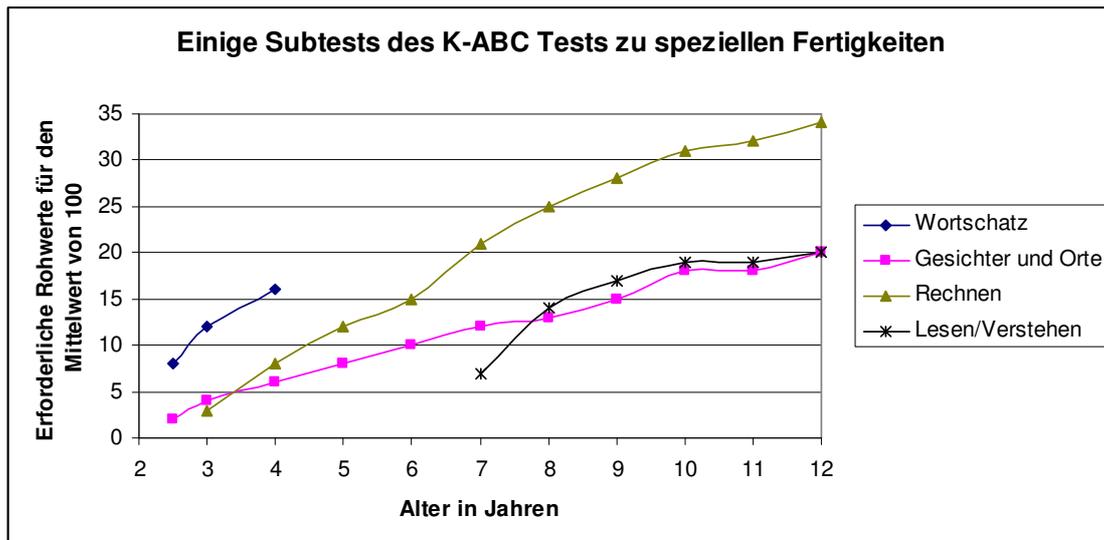


Abbildung 19: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte bei speziellen Fähigkeiten im K-ABC Test

Bei den in Abbildung 19 dargestellten speziellen Fertigkeiten erkennt man auch die steigenden Anforderungen für das Erreichen von Mittelwerten mit zunehmendem Alter. Die Verläufe der einzelnen Kurven scheinen sich von ihrem Charakter her zu unterscheiden. So wachsen die Anforderungen für den Wortschatz in den anderthalb Jahren von 2,5 Jahren bis vier Jahre deutlich an (danach wird diese Aufgabe nicht mehr getestet). Die Anforderungen für das Rechnen scheinen kontinuierlich zu steigen, während die Ansprüche für das Erkennen von Gesichtern und Orten in Wellen zu verlaufen scheint und die Forderungen für das Leseverständnis im Verhältnis hohen Alter von 7-9 Jahren noch steil steigen, um danach nur noch gering zu steigen.

Beim CFT 20-R Test zur Überprüfung der grundlegenden geistigen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen im Alter von 8,5 bis knapp 20 Jahren wurde großer Wert auf die Vermeidung von soziokulturellen, erziehungsspezifischen oder rassischen Einflüssen bei der Intelligenzbestimmung, wie z.B. der Entwicklung der Sprache, gelegt.¹⁴⁸ Der Test besteht aus zwei Teilen. In der nachfolgenden Abbildung 20 sind die durchschnittlichen Werte für verschiedene Klassenstufen ab der 3. Klasse dargestellt. Dabei sind für die Mittelwerte aus dem ersten Teil einmal die Mittelwerte für die minimal erreichten Rohwerte und einmal die Mittelwerte für die maximal erreichten Rohwerte dargestellt.

¹⁴⁸ Vergleiche WEIß, 2006, S. 11.

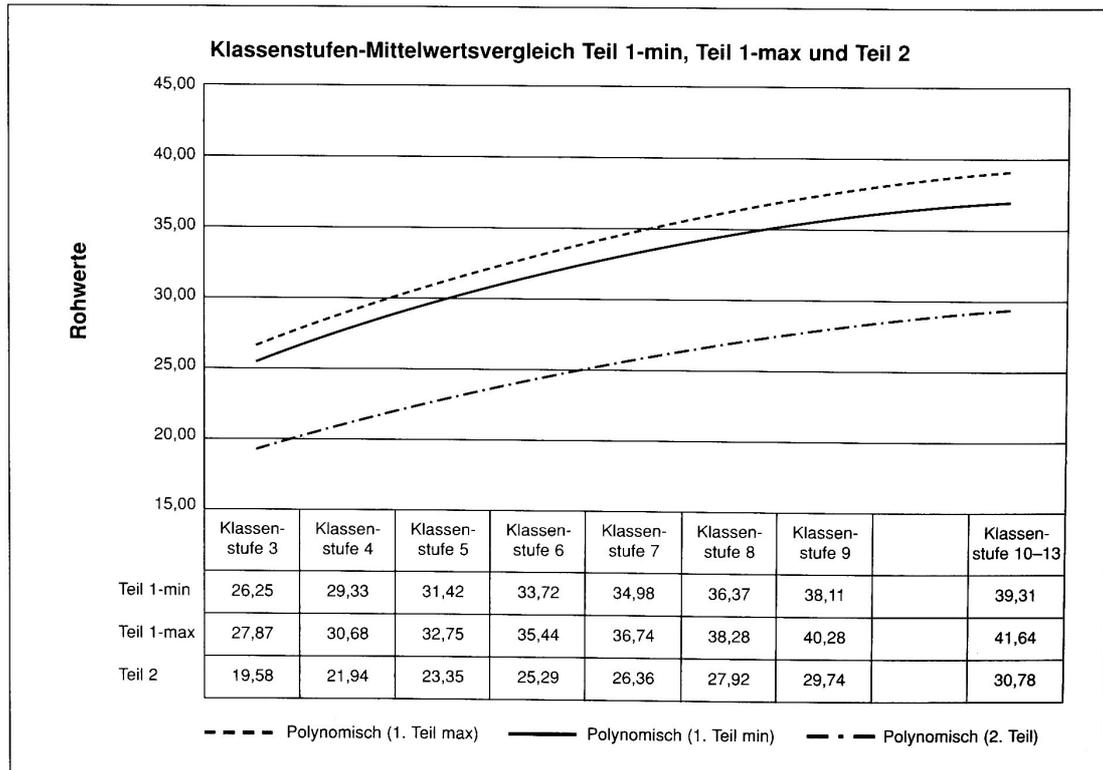


Abbildung 20: Klassenstufen-Mittelwertsvergleich für den CFT 20-R Test aus WEIß, 2006, S. 66

Die in Abbildung 20 dargestellten Ergebnisse des CFT 20-R Tests zeigen die mit steigender Klassenstufe zunehmenden mittleren grundlegenden geistigen Fähigkeiten der entsprechenden Kinder. Auch bei diesen Testergebnissen zeigt sich bei den jüngeren Kindern eine stärkere Zunahme als bei den älteren Kindern. Die Klassen 10-13 sind sogar zusammengefasst.

Werden die Testergebnisse von Mädchen und Jungen in ihrer Gesamtheit miteinander verglichen, ergibt sich kein statistisch bedeutsamer Unterschied. Wenn aber ein Vergleich zwischen Mädchen und Jungen nach Alters- bzw. Klassenstufen differenziert durchgeführt wird, treten in den Klassenstufen 3 bis 8 (bzw. in den Altersstufen 8;5-14;6 Jahre) signifikante Differenzen auf.¹⁴⁹

¹⁴⁹ Vergleiche WEIß, 2006, S. 92ff.

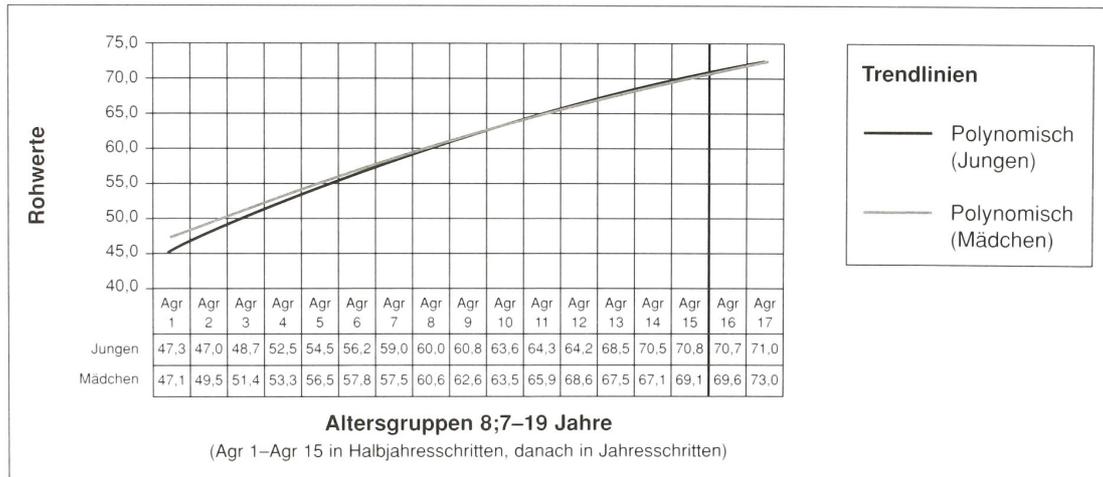


Abbildung 21: Altersgruppenvergleich zwischen Mädchen und Jungen beim CFT 20-R Test aus WEIß, 2006, S. 94

In den meisten Klassenstufen von 3-8 sind die Mädchen tendenziell besser, in einigen Klassenstufen sogar signifikant besser. In der 9. Klassenstufe sind die Jungen signifikant besser. In den höheren Klassen gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen mehr. Allerdings sind die Differenzen zahlenmäßig so gering, dass sich eine unterschiedliche Normierung von Mädchen und Jungen beim Intelligenztest nicht rechtfertigen ließe.¹⁵⁰

Schließlich soll noch der HAWIK-IV Test vorgestellt werden, der in der Tradition der Wechsler-Skalen steht und damit zu den weltweit am häufigsten eingesetzten Intelligenztests gehört. Möglichst verschiedene Facetten vom intelligenten Denken und Handeln sollen mit diesem Test differenziert abgebildet werden. Dabei werden in mehreren Subtests vier als eigenständig definierte kognitive Bereiche getestet,

- das Sprachverständnis,
- das wahrnehmungsgebundene logische Denken,
- das Arbeitsgedächtnis und
- die Arbeitsgeschwindigkeit.¹⁵¹

Außerdem ist der HAWIK Test im Gegensatz zum K-ABC Test eher inhaltlich (Aufgaben sind verbal oder nonverbal) orientiert. Der K-ABC Test ist verarbeitungsorientiert (einzelheitliches oder ganzheitliches Denken).¹⁵²

¹⁵⁰ Vergleiche WEIß, 2006, S. 93.

¹⁵¹ Vergleiche PETERMANN, 2009, S. 13ff.

¹⁵² Vergleiche MELCHERS, 2001b, S. 34.

Die Subtests sind auch beim HAWIK-IV-Test so ausgelegt, dass sie für ein mittleres Ergebnis je 10 Wertpunkte liefern sollen. Je nach Alter unterscheiden sich die dafür erforderlichen Rohwertsummen. In den nachfolgenden Abbildungen 22-25 sind die nach den vier getesteten kognitiven Bereichen sortierten Subtests mit den für die Mittelwerte erforderlichen Rohwerten dargestellt. Die hierzu benutzte Tabelle findet sich im Anhang im Kapitel „7.1 Weitere Informationen zu den Intelligenztests“.

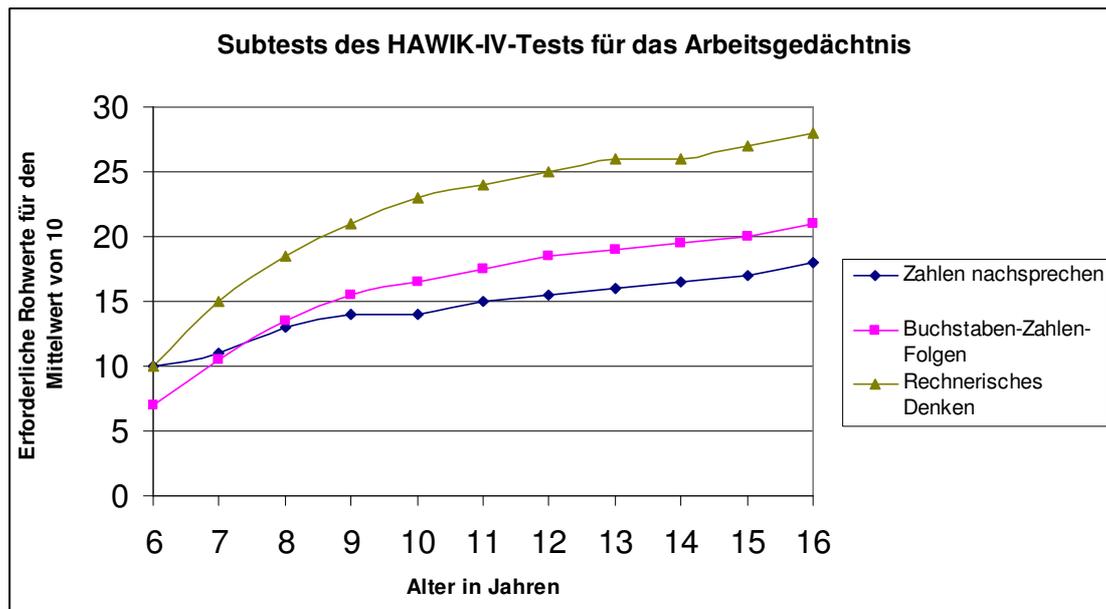


Abbildung 22: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte für das Arbeitsgedächtnis beim HAWIK-IV-Test.

Auch beim HAWIK-IV-Test steigen die Anforderungen bzw. die erforderlichen Rohwerte zum Erreichen des Mittelwertes bei den verschiedenen Subtests mit der Altersstufe, so dass davon auszugehen ist, dass die untersuchten Fähigkeiten mit dem Alter entsprechend wachsen. Dies geschieht allerdings scheinbar in unterschiedlicher Weise, die vom Autor folgendermaßen interpretiert wurde:

Das Arbeitsgedächtnis scheint sich bis zum ca. neunten Lebensjahr schneller zu steigern, als in den nachfolgenden Jahren. Die Kurven in Abbildung 22 verlaufen bis zum etwa neunten Lebensjahr steiler als danach.

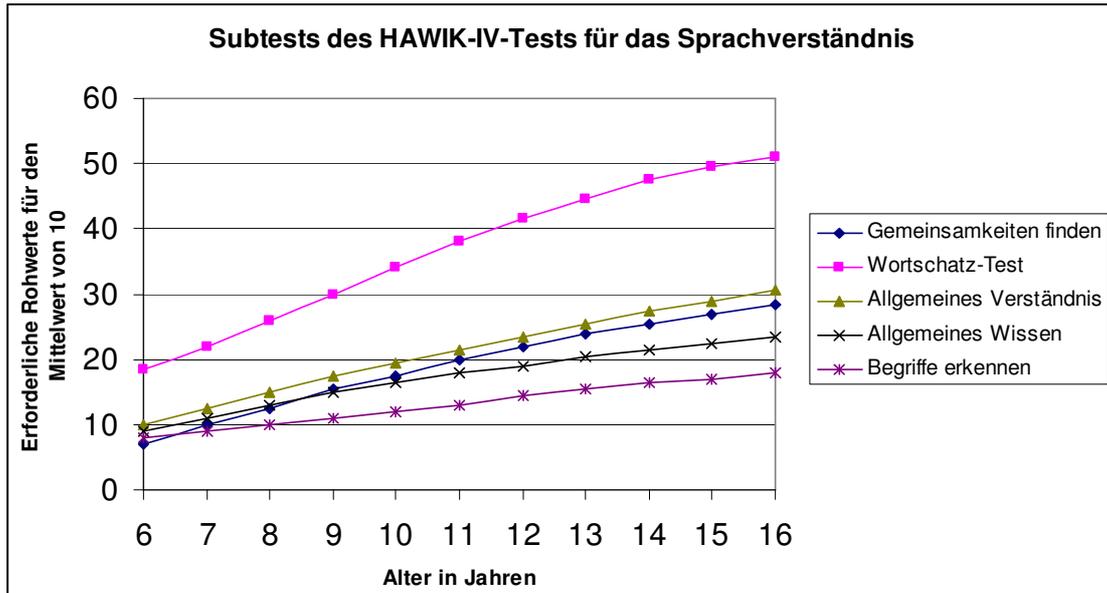


Abbildung 23: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte für das Sprachverständnis beim HAWIK-IV-Test.

Das in Abbildung 23 dargestellte Sprachverständnis scheint sich über längere Zeiträume eher linear zu entwickeln. Ein leichtes „Abflachen“ der Kurven ist erst ab dem zwölften Lebensjahr zu beobachten.

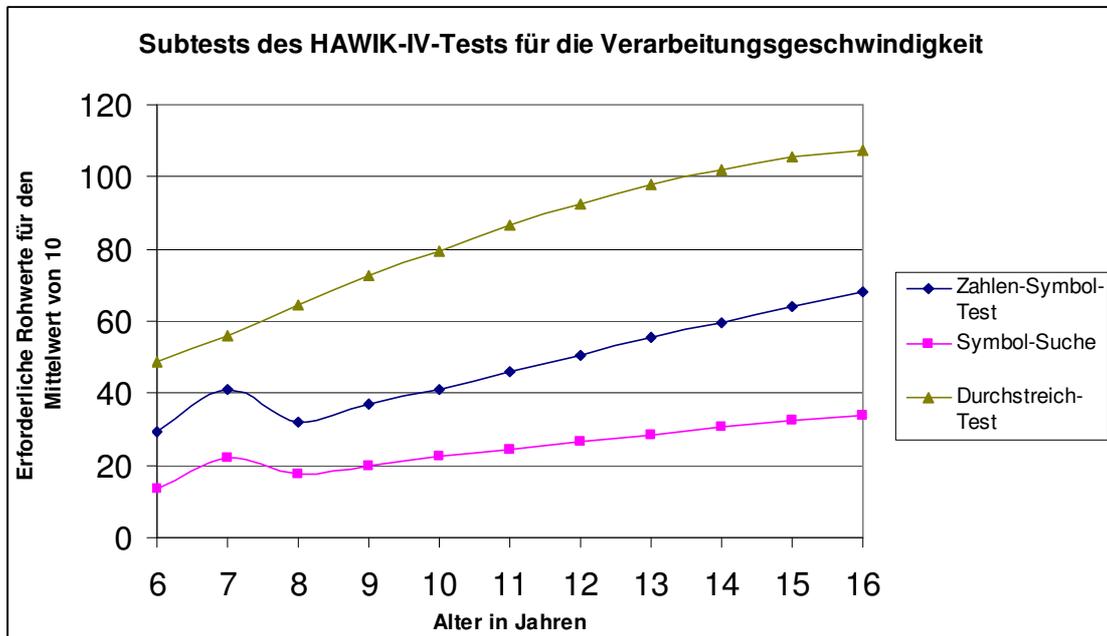


Abbildung 24: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte für die Verarbeitungsgeschwindigkeit beim HAWIK-IV-Test.

Auch die in Abbildung 24 gezeigte Verarbeitungsgeschwindigkeit verhält sich ähnlich wie das in Abbildung 23 dargestellte Sprachverständnis. Nach einem zunächst linear

anmutenden Wachstum ist ein etwas reduziertes Wachstum ab dem zwölften Lebensjahr festzustellen.

Die „Stufe“ beim Wechsel zwischen dem 7. und dem 8. Jahrgang beim Zahlen-Symbol-Test und bei der Symbol-Suche lässt sich durch die Verwendung verschiedener Aufgabenhefte (1A für 6-7 Jahre und 1B für 8-16 Jahre) erklären.¹⁵³

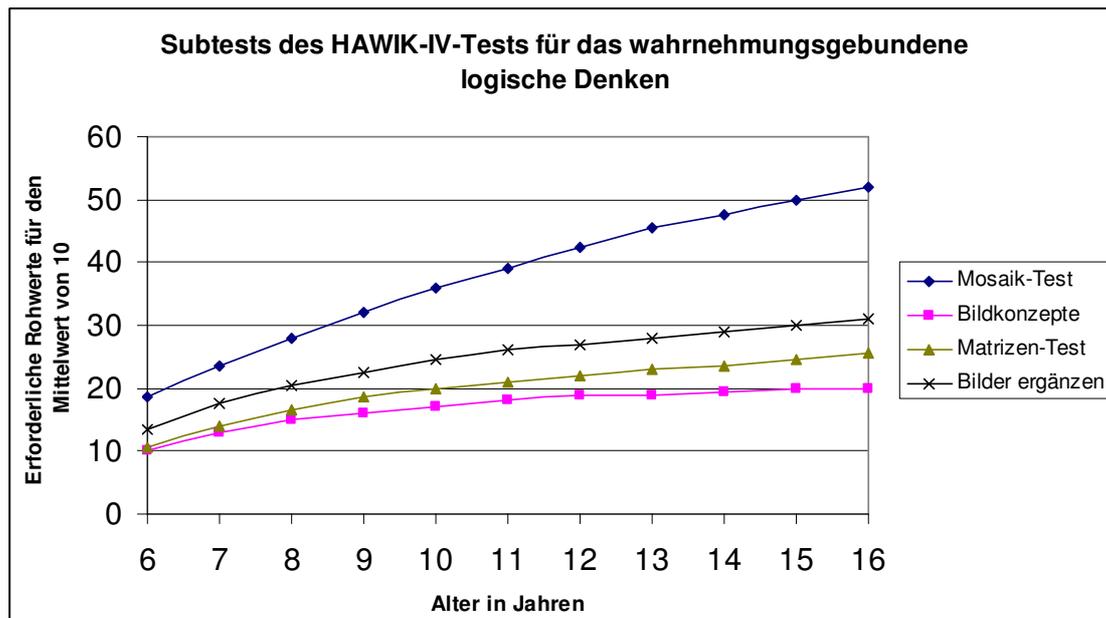


Abbildung 25: Für den Mittelwert erforderliche Rohwerte für das wahrnehmungsgebundene logische Denken beim HAWIK-IV-Test.

Aus Sicht des Autors sollte das wahrnehmungsgebundene logische Denken für das Experimentieren an naturwissenschaftlichen Stationen eine besondere Rolle spielen. Denn für das selbstständige Aufstellen von Hypothesen, dem nachfolgenden Überprüfen und dem damit verbundenen Bestätigen bzw. Verwerfen oder auch Anpassen der Hypothesen müsste gerade das wahrnehmungsgebundene logische Denken von entscheidender Bedeutung sein. In Abbildung 25 zeigt sich, dass sich die entsprechenden Fähigkeiten bis zum neunten Lebensjahr schneller verbessern, als in den nachfolgenden Lebensjahren. Dies trifft auf drei von vier Subtests zu (außer dem Mosaiktest). Aber auch beim Mosaiktest scheint die Geschwindigkeit, mit der sich die Fähigkeiten steigern, mit zunehmendem Alter nachzulassen.

¹⁵³ Vergleiche PETERMANN, 2010, S. 205 und 295.

2.4 Die soziale Entwicklung der untersuchten Altersklassen

Unterschiede im Experimentierverhalten der verschiedenen Altersklassen könnten auch durch die Entwicklung von sozialen Kompetenzen erklärt werden. Bei der Kooperation beim Experimentieren in Gruppen, zu dem der Austausch von Argumenten und Meinungen genauso gehört wie die Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse von anderen, sollten Unterschiede im Sozialverhalten bei den verschieden alten Kindern zu beobachten sein. Im folgenden Kapitel finden sich die aus Sicht des Autors wesentlichen Merkmale der sozialen Entwicklung, die Einfluss auf das Experimentierverhalten haben könnten. Für darüber hinausgehende Informationen sei auch hier auf die Fachliteratur der Entwicklungspsychologie wie beispielsweise BENK 2011 und OERTER 2008 verwiesen.

2.4.1 Frühe Kindheit (2 bis 6 Jahre):

Im Alter zwischen zwei und sechs Jahren machen Kinder große Fortschritte bei ihren emotionalen Fähigkeiten. Das Kindergartenkind kann besser über seine Gefühle sprechen und auch auf die emotionalen Signale anderer Menschen reagieren. Es entsteht ein Einfühlungsvermögen (Empathie), welches ein uneigennütziges Handeln zu Gunsten anderer ermöglicht. In der Literatur werden als Beispiele Notlagen anderer Personen genannt, die als Reaktion Mitleid, Sorge und Trost hervorrufen können.¹⁵⁴

Mit zunehmendem Alter spielen Kinder immer häufiger miteinander. 1932 ging Mildred Parten noch davon aus, dass die soziale Entwicklung dabei in einem dreistufigen Prozess abläuft. Es beginnt mit **nichtsozialen Aktivitäten**, bei denen das Kind unbeteiligter Zuschauer ist oder alleine spielt. Es schließt sich das **Parallelspiel** an, bei dem das Kind ohne den Versuch das Verhalten der anderen Kinder zu beeinflussen, mit ähnlichen Dingen in deren Nähe spielt. In der dritten und höchsten Ebene finden sich zwei Formen, das **assoziative Spiel** und das **kooperative Spiel**. Beim assoziativen Spiel sind die Kinder zwar bei unterschiedlichen Aktivitäten zu beobachten, jedoch tauschen sie ihre Spielsachen untereinander aus und kommentieren das Verhalten des anderen. Die fortgeschrittenste Art der sozialen Interaktion, das kooperative Spiel, zeichnet sich durch die Orientierung an einem gemeinsamen Ziel aus. In neueren Studien wird die soziale Entwicklung beim Spielen in den drei genannten Stufen und deren Reihenfolge bestätigt, allerdings werden die

¹⁵⁴ Vergleiche BENK, 2011, S. 347 und 349.

früheren Stufen nicht durch die später entstandenen ersetzt, sondern können weiterhin mit den neueren Stufen koexistieren und immer wieder in Erscheinung treten.¹⁵⁵

2.4.2 Mittlere Kindheit (Einschulung oder 6 Jahre bis 12 Jahre):

Der Gleichaltrige („peer“) wird zu einer wichtigen Bezugsperson. Durch eine Interaktion mit Gleichaltrigen wird das Sozialverhalten gefördert.¹⁵⁶ In zahlreichen **sozialen Vergleichen** vergleicht das Kind seine Fähigkeiten, sein Verhalten und sein Aussehen mit dem seiner Altersgenossen.¹⁵⁷ Dabei dient der soziale Vergleich zwei Zielen, der Normorientierung (erstrebenswertes Verhalten) und der Selbstbewertung (Einordnung der eigenen Fähigkeiten bei einer bestimmten Aufgabenklasse). Sind Vorschulkinder und Erstklässler bei einer Selbstbewertung kaum fähig einen sozialen Vergleich mit einzubeziehen, gelingt dies 9-11 Jahre alten Schüler deutlich besser. In einer Untersuchung mit Kindergartenkindern, Zweitklässlern und Viertklässlern wurde bestätigt, dass mit zunehmendem Alter den Kindern die Bewertung der eigenen Leistung im Vergleich mit denen der anderen leichter fällt. Die Vorschulkinder schätzten ihre eigenen Fähigkeiten unrealistisch ein und den Zweitklässlern fiel es noch deutlich schwerer als den Viertklässlern.¹⁵⁸

Kinder im Vorschulalter und frühen Grundschulalter suchen beim Vergleich eher die Ähnlichkeit mit anderen und freuen sich über Gemeinsamkeiten. So wird vermutet, dass der soziale Vergleich ein wichtiger Prozess bei der Differenzierung der Geschlechter ist. Denn ab dem Grundschulalter entwickelt sich bei den Kindern eine starke Tendenz zur Geschlechtshomogenisierung. So entsteht beim Vergleich mit dem anderen Geschlecht eine Betonung der Unterschiede und beim eigenen Geschlecht eine Betonung der Gemeinsamkeiten.¹⁵⁹

In der mittleren Kindheit werden auch bei der **Perspektivenübernahme** (die Fähigkeit sich vorzustellen, was andere fühlen und denken können) große Fortschritte erzielt. Auf diese Weise werden sowohl das Selbstkonzept und Selbstwertgefühl als auch das Verständnis anderer und sehr viele soziale Fertigkeiten gefördert.¹⁶⁰ Für den Austausch von Meinungen und bei unter Umständen unterschiedlichen Sichtweisen

¹⁵⁵ Vergleiche BENK, 2011, S. 350.

¹⁵⁶ Vergleiche OERTER, 2008, S. 257.

¹⁵⁷ Vergleiche BENK, 2011, S. 445.

¹⁵⁸ Vergleiche OERTER, 2008, S. 269 mit Verweis auf RUBLE, 1983, S. 134-157.

¹⁵⁹ Ebenda.

¹⁶⁰ Vergleiche BENK, 2011, S. 453.

beim Experimentieren in Gruppen sollte die Perspektivenübernahme eine bedeutende Rolle spielen. „Robert Selmans Fünf-Stufen-Entwicklungssequenz beschreibt die Veränderungen der Perspektivenübernahme, basierend auf den Reaktionen von Kindern und Heranwachsenden auf soziale Dilemmata, in denen die Akteure unterschiedliche Informationen und Meinungen hinsichtlich ein und derselben Situation haben.“¹⁶¹ Diese fünf Stufen beschreiben die Perspektivenübernahme von der frühen Kindheit bis zum Erwachsenenalter und nicht nur für die mittlere Kindheit.

Stufe	Ungefähres Alter	Beschreibung
Stufe 0: undifferenzierte Perspektivenübernahme	3-6 Jahre	Das Kind ist fähig zu erkennen, dass es selbst und andere unterschiedlich denken und fühlen können, bringt aber beides häufig durcheinander.
Stufe 1: sozial-informationale Perspektivenübernahme	4-9 Jahre	Das Kind versteht, dass unterschiedliche Betrachtungsweisen daraus resultieren können, dass den Betreffenden verschiedene Informationen zugänglich sind.
Stufe 2: selbstreflektierende Perspektivenübernahme	7-12 Jahre	Das Kind kann sich in einen anderen Menschen hineinversetzen und die eigenen Gedanken, Gefühle und das eigene Verhalten aus der Sicht des anderen betrachten. Es kann außerdem erkennen, dass der andere das auch kann.
Stufe 3: Perspektivenübernahme Dritter	10-15 Jahre	Das Kind kann aus der dyadischen Situation heraustreten und das eigene Selbst und den anderen aus dem Blickwinkel eines unbeteiligten, unparteiischen Dritten betrachten.
Stufe 4: sozial orientierte Perspektivenübernahme	14 Jahre bis Erwachsenenalter	Es versteht, dass die Übernahme der Perspektivenübernahme eines Dritten von einem oder mehreren Systemen mit höheren sozialen Werten beeinflusst werden kann.

Abbildung 26: Selmans Stufen der Perspektivenübernahme aus BENK, 2011, S. 454 mit Verweis auf SELMAN, 1976, S. 299-316 und SELMAN & BYRNE, 1974, S. 803-806

2.4.3 Jugendalter oder Adoleszenz (12 bis 18 Jahre)

Aus Abbildung 26 wird ersichtlich, dass erst im Jugendalter eine Perspektivenübernahme auf höherer Stufe möglich wird, wie sie in der Tabelle beschrieben ist.

Die zunehmende kognitive Entwicklung ermöglicht dem Jugendlichen die Einsicht, dass andere Personen ihre Umwelt selbst strukturieren und so zu einem anderen Wissen bezüglich ihrer Umwelt gelangen können. Dieses **relativistische Denken**

¹⁶¹ BENK, 2011, S. 453.

entwickelt sich aus einem dualistischen Verständnis, welches nur zwischen einem Richtig oder Falsch unterscheidet bei einer Haltung, die multiple Perspektiven zulässt zu einer echten relativistischen Position.¹⁶² Hierbei wird „(...) die Subjektivität bei sich und bei anderen als notwendig und nützlich akzeptiert.“¹⁶³ Eine Bereitschaft für die Idee des Konstruktivismus scheint erst mit der Ausprägung des relativistischen Denkens möglich.

Das Jugendalter wird auch durch die Entwicklung des **kritischen Denkens** gekennzeichnet. Hierbei entwickelt sich die Fähigkeit, das eigene Handeln sachlich zu begründen. Außerdem entsteht die Neigung, jede Position zu rechtfertigen und auf Alternativen kritisch aber fair zu prüfen und dabei Willkür und Parteilichkeiten zurückzuweisen.¹⁶⁴

Die neu gewonnenen Fähigkeiten das eigene Denken zu reflektieren enden damit, dass der Heranwachsende mehr über sich selbst nachdenkt. Dies führt zu besonderen kognitiven Voreingenommenheiten bei den Jugendlichen:¹⁶⁵

Imaginäres Publikum: Der Heranwachsende geht davon aus, er sei der Mittelpunkt der Aufmerksamkeit und Sorge anderer Menschen. Dies kann zu extremer Befangenheit führen. Entdeckt beispielsweise eine Jugendliche einen Pickel in ihrem Gesicht, traut sie sich unter Umständen nicht vor ein imaginäres Publikum, in der Sorge, dass alle sehen wie hässlich sie ist.¹⁶⁶

Persönliche Legende: „In der Gewissheit, dass andere auf sie achten und über sie nachdenken, entwickeln Teenager eine übertriebene Vorstellung der eigenen Wichtigkeit - ein Gefühl, dass sie außergewöhnlich und einzigartig seien. Viele Teenager sehen sich selbst die höchsten Gipfel der Allmacht erklimmen, um dann wieder in die tiefsten Abgründe der Verzweiflung zu stürzen - Empfindungen, die ein anderer Mensch unmöglich verstehen könne (...).“¹⁶⁷ Je nach Persönlichkeit kann das Gefühl für die eigene Verletzlichkeit geschwächt werden und dies zu riskanten Verhaltensweisen beitragen.¹⁶⁸

¹⁶² Vergleiche OERTER, 2008, S. 288.

¹⁶³ Ebenda, S. 288.

¹⁶⁴ Vergleiche ebenda, S. 288.

¹⁶⁵ Vergleiche BENK, 2011, S. 523.

¹⁶⁶ Vergleiche ebenda, S. 524.

¹⁶⁷ BENK, 2011, S. 524 mit Verweis auf ELKIND, 1994.

¹⁶⁸ Vergleiche BENK, 2011, S. 525.

„Obgleich solche Vorstellungen von imaginären Publikum und persönlicher Legende in der Adoleszenz häufig zu beobachten sind, entstehen diese verzerrten Bilder des Selbst nicht aus Egozentrismus, wie Piaget es annahm. Vielmehr sind sie zum Teil eine Folge von Fortschritten in der Perspektivenübernahme, durch die es für junge Teenager wichtiger wird, was andere von ihnen halten (...).“¹⁶⁹

Beim Experimentieren könnten die beiden Voreingenommenheiten imaginäres Publikum und persönliche Legende bei den heranwachsenden Schülern die eigentlichen Ziele des Experimentes zurückdrängen, da das Zusammenkommen von mehreren Gleichaltrigen bei der Station eine persönliche Bühne bietet. Dies ist vom Autor in seiner Unterrichtspraxis nicht nur bei naturwissenschaftlichen Experimenten sondern im Schulbetrieb allgemein subjektiv beobachtet worden. Der Autor erhält Trost durch die Kenntnis, dass es ihm nicht allein so geht. Beschreiben doch auch andere den Unterricht bei Heranwachsenden ähnlich. „Die Pausen sind der Grund, warum sie sich auf die Schule freuen, das Abenteuer des Tages. Sie sehen die Jungs aus der Neunten, Farina trifft ihren Freund aus der Parallelklasse, und Luka beobachtet, wie ihr Mitschüler David und seine neue Freundin ihren ersten Auftritt als Paar in der Schulöffentlichkeit meistern. Alles viel interessanter als irgendein Gedicht, das sie in Deutsch vervollständigen sollten.“¹⁷⁰ Aber auch bei „schulfremden“ Aktivitäten wie dem Segeln konnte der Autor bei seiner Tätigkeit als Segeltrainer eine solche Verschiebung der Ziele (hier vom „schneller Segeln“ zum „Hauptsache ich sah gut aus und mein Boot ist pink“) wahrnehmen. Als Rechtfertigung dafür, dass nicht nur der Autor dies subjektiv festgestellt hat, soll hier aus dem Kapitel „Verlust von Motivation in der puberalen Phase“ in den Schulungsunterlagen für Segeltrainer des Deutschen Segler Verbandes zitiert werden: „An der Schwelle zum Erwachsenwerden ändern sich bei Jugendlichen die Ansprüche an das Training. Für viele junge Menschen verliert in diesem Moment der Verein seinen Reiz. (...) Der Trainer, der die zunächst lustlos scheinenden Jugendlichen erneut für das Segeln begeistern möchte, (...).“¹⁷¹

Als weitere Erklärung für das besondere Verhalten während der Pubertät soll noch einmal auf die „Großbaustelle“ Frontalhirn hingewiesen werden (siehe Kapitel „2.3.6 Entwicklung des Gehirns“).

¹⁶⁹ BENK, 2011, S. 524 mit Verweis auf VARTANIAN & POWLISHTA, 1996, S. 157-178.

¹⁷⁰ SCHOENER, 2012/13, S. 65-66.

¹⁷¹ DEMAREZ, 2005, S. 43.

2.5 Die sprachliche Entwicklung der untersuchten Altersklassen

„Der Erwerb der Sprache gehört zu den besonders wichtigen Entwicklungsaufgaben im (frühen) Kindesalter. Mit der zunehmenden Fähigkeit, Sprache zu verarbeiten, zu verstehen und sie zugleich produktiv als Ausdrucksmittel für eigene Intentionen und Wünsche, als Darstellungsmedium für Bedeutungen und als Steuerungsmittel in der Interaktion mit anderen zu nutzen, wächst das Kind in die menschliche Kultur hinein und bildet eine gesellschaftliche und persönliche Identität aus.“¹⁷²

Für den verbalen Austausch von Informationen mit anderen Kindern an einer Experimentierstation ist es notwendig, dass die Kinder sich so ausdrücken können, dass die anderen sie verstehen. Um eventuelle Unterschiede in den untersuchten Altersklassen bei der Verständigung zwischen den Kindern zu berücksichtigen, soll hier die sprachliche Entwicklung skizziert werden. Der Schwerpunkt soll dabei auf den untersuchten Altersklassen liegen.

In der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres macht ein Säugling große Fortschritte darin, den Redefluss in Worte und Phrasen zu zerlegen und grundlegender sprachliche Laute zu unterscheiden. Im Alter von zwölf Monaten wird das erste Wort gesprochen und 6-12 Monate später kann das Kleinkind zwei Worte kombinieren. Im sechsten Lebensjahr hat das Kind einen Wortschatz von etwa 10.000 Wörtern und ist in der Lage in komplexen Sätzen zu sprechen, womit es zu einem verständigen Gesprächspartner wird.¹⁷³

Sehr wesentliche Schritte auf dem Weg zu einer effektiven Kommunikation erfolgen bis zum Alter von sechs Jahren. Die Entwicklung der Sprache in diesem Zeitraum ist in der Abbildung 27 dargestellt.

„Wenn Kinder zwischen vier und fünf Jahren ohne Punkt und Komma reden können und die Satzmuster ihrer Muttersprache prinzipiell beherrschen, so haben sie trotzdem noch nicht den Abschluss ihrer grammatischen Kompetenz erreicht.“¹⁷⁴ Ab dem fünften Lebensjahr entwickelt sich eine metalinguistische Bewusstheit, auch **explizites Sprachwissen** genannt. Dies führt dazu, dass das über achtjährige Kind ein Bewusstsein entwickelt, vernünftige Annahmen über das Funktionieren der

¹⁷² OERTER, 2008, S. 502.

¹⁷³ Vergleiche BENK, 2011, S. 228.

¹⁷⁴ OERTER, 2008, S. 519.

Sprache zu bilden und so beispielsweise grammatikalisch korrekte Sätze bildet.¹⁷⁵ „Letzteres gilt auch für spontane Selbstkorrekturen während des Sprechens sowie für die Fähigkeit, vorgeschrieben Gesetze auf ihre Grammatikalität hin zu beurteilen, u. U. zu korrigieren und die Korrekturen zu begründen. Wenn ein fünf- bis sechsjähriges Kind den Satz „Zwei Autos stoßt zusammen“ als inkorrekt erkennt und verbessert (... stoßen...), so macht es dies ohne bewusste Reflektion und ist nicht in der Lage, sein Sprachverhalten zu analysieren. Das ältere Kind ist hierzu durchaus in der Lage und begründet seine Korrektur dadurch, dass „zwei Autos“ die Mehrzahlbildung des Verbs fordern.“¹⁷⁶

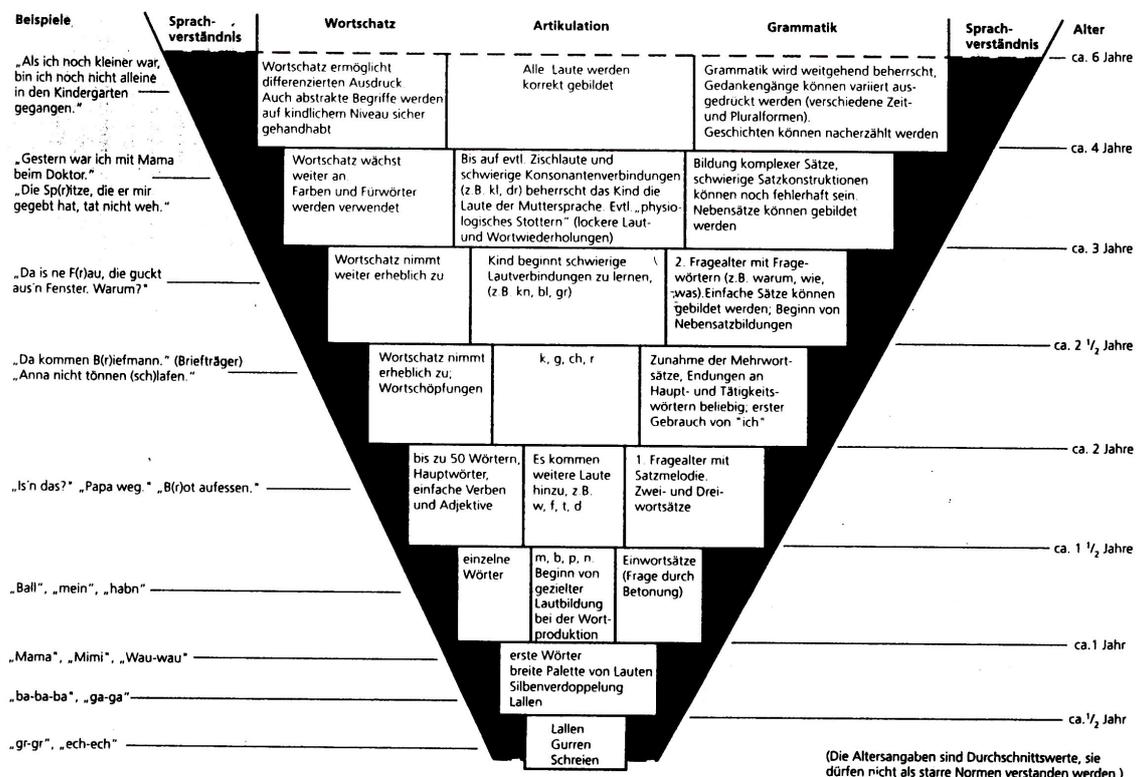


Abbildung 27: Entwicklung der Sprache bis zum sechsten Lebensjahr aus WENDLANDT, 1995, S. 23

Der Umfang des Wortschatzes vervierfacht sich während der Grundschulzeit und umfasst an deren Ende über 40.000 Wörter. Hierzu muss das Kind im Durchschnitt etwa 20 Wörter pro Tag dazulernen, dies ist eine Zuwachsrate, die noch jene aus der frühen Kindheit überholt. Mit zunehmendem Wissen verwenden die älteren Schulkinder die Wörter angemessener, da sie mehr über die Wörter nachdenken.¹⁷⁷

¹⁷⁵ Vergleiche OERTER, 2008, S. 519ff.

¹⁷⁶ Ebenda, S. 520.

¹⁷⁷ Vergleiche BENK, 2011, S. 425.

2.6 Die motorische Entwicklung der untersuchten Altersklassen

Bei der motorischen Entwicklung wird zwischen **Grobmotorik** und **Feinmotorik** unterschieden. Die Grobmotorik beschreibt Handlungen, die für die Fortbewegung des Kindes notwendig sind, wie zum Beispiel Krabbeln, aufrechtes Stehen und Laufen. Die Feinmotorik hingegen bezieht sich auf feinere Bewegungen wie dem Greifen oder dem Zupacken.¹⁷⁸

Die für die Teilnahme an den Experimenten erforderliche Grobmotorik (sichere Fortbewegung von Station zu Station und das Einnehmen einer stabilen Lage) entwickelt sich sehr früh. So kann ein Kind von durchschnittlich sieben Monaten Alter allein sitzen, mit elf Monaten allein stehen und mit zwölf Monaten ohne Hilfe laufen.¹⁷⁹ Mit zunehmendem Alter werden die notwendigen Bewegungen sicherer und geschmeidiger. So nehmen sportliche Leistungen aufgrund eines besseren Gleichgewichts, einer verbesserten Geschicklichkeit und erhöhter Körperkraft zu.¹⁸⁰

Für das Aufsuchen der Experimentierstationen und das Verbleiben an diesen sollten nach Ansicht des Autors die Einflüsse der grobmotorischen Entwicklung bei den untersuchten Altersgruppen ab drei Jahren vernachlässigt werden können.

Für die Feinmotorik ist die Auge-Hand-Koordination von besonderer Bedeutung. „Unter dem Begriff der Auge-Hand-Koordination fallen sämtliche Leistungen, bei denen visuelle Informationen für die Steuerung von Arm-, Hand- oder Fingerbewegungen herangezogen werden.“¹⁸¹ Nach einem Bauklotz können die Kinder schon in einem Alter von durchschnittlich vier Monaten greifen, im Alter von fast zwölf Monaten können sie bereits einen Turm aus zwei Bauklötzen bauen.¹⁸² Mit 3-4 Jahren können die Kinder eine Schere benutzen und erste Bilder von Menschen malen. Im Alter von 5-6 Jahren können die Kinder sich die eigenen Schnürsenkel zu einer Schleife binden und einfache Wörter und Zahlen kopieren.¹⁸³

Aufgrund der für die Durchführung der Experimente erforderlichen und relativ einfachen feinmotorischen Bewegungen, wie beispielsweise dem Greifen und

¹⁷⁸ Vergleiche BENK, 2011, S. 179ff.

¹⁷⁹ Vergleiche ebenda, S. 180.

¹⁸⁰ Vergleiche ebenda, S. 395ff.

¹⁸¹ OERTER, 2008, S. 426.

¹⁸² Vergleiche BENK, 2011, S. 180.

¹⁸³ Vergleiche ebenda, S. 298.

Loslassen einer Kugel oder dem Anstoßen eines Pendels, sollten nach Meinung des Autors auch hier die Entwicklungsunterschiede bei den betrachteten Altersgruppen einen vernachlässigbaren Einfluss auf das Experimentierverhalten haben.

2.7 Der Einfluss des Geschlechts

Mit Hilfe der Ergebnisse von verschiedenen Studien sollen mögliche Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen im physikalischen Unterricht bzw. bei physikalischen Kompetenzen analysiert werden. Unterschiede dieser Art könnten dann auch beim Experimentieren an Stationen erwartet werden.

Schon Martin Wagenschein weist auf Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen im Physikunterricht hin. So lautet die letzte seiner neun Regeln für den Unterricht:

„9. Regel (für alle Abstrahierenden Fächer, besonders die Naturwissenschaften und die Mathematik, (...))

Erst die Mädchen, dann die Jungen

Das heißt nicht: langsam, damit die (in Mathematik und Naturwissenschaften als unbegabt verschrieenen) Mädchen „mitkommen“, sondern: die Mädchen dafür sorgen lassen, daß [sic] die Jungen die Abstraktionen nicht abspalten statt sie anwachsen (ausgliedern) zu lassen.“¹⁸⁴

Wie aber sehen diese Unterschiede aus? Sind sie groß genug, um für den Unterricht eine Relevanz zu haben? Und wenn ja, wie begründen sich diese Unterschiede? In der vom IPN¹⁸⁵ durchgeführten Interessenstudie Physik ist dies untersucht worden.

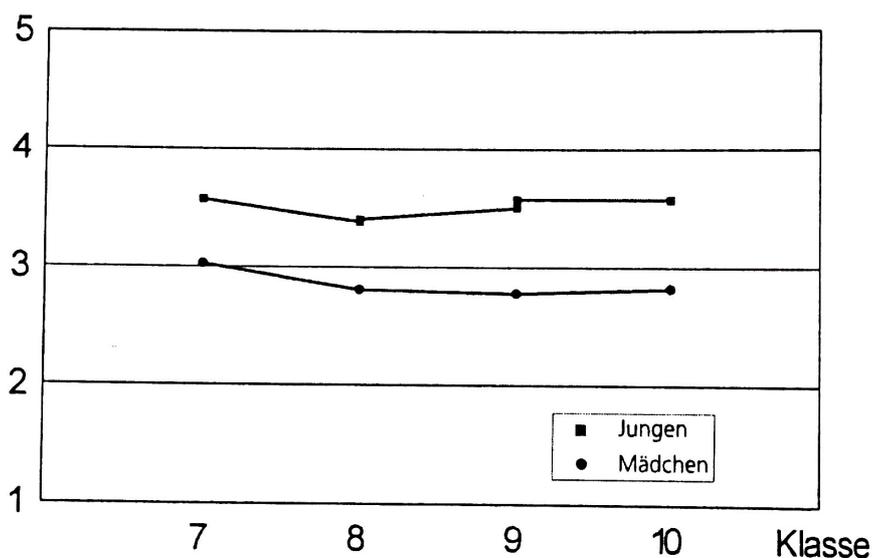


Abbildung 28: Interesse am Physikunterricht aus HOFFMANN, 1998, S. 20

¹⁸⁴ WAGENSCHIN, 1999, S. 123.

¹⁸⁵ IPN = Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel

„Die Interessenunterschiede zwischen Jungen und Mädchen sind deutlich ausgeprägt. Jungen zeigen ein signifikant höheres Interesse am Fach Physik als Mädchen. Während bei Jungen und Mädchen das Interesse zwischen dem 7. und dem 8. Schuljahr fällt, steigt es bei den Jungen bis zum Ende des 10. Schuljahres in etwa wieder auf das Ausgangsniveau an, bei den Mädchen bleibt es in etwa konstant.“¹⁸⁶

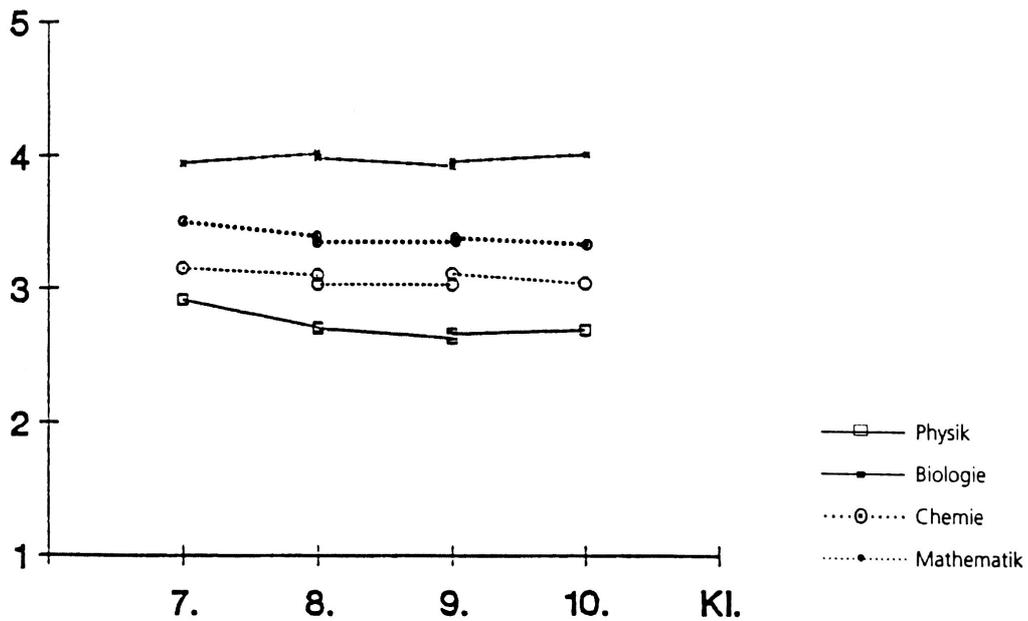


Abbildung 29: Fachinteresse der Mädchen an naturwissenschaftlichen Fächern aus HOFFMANN, 1998, S. 21

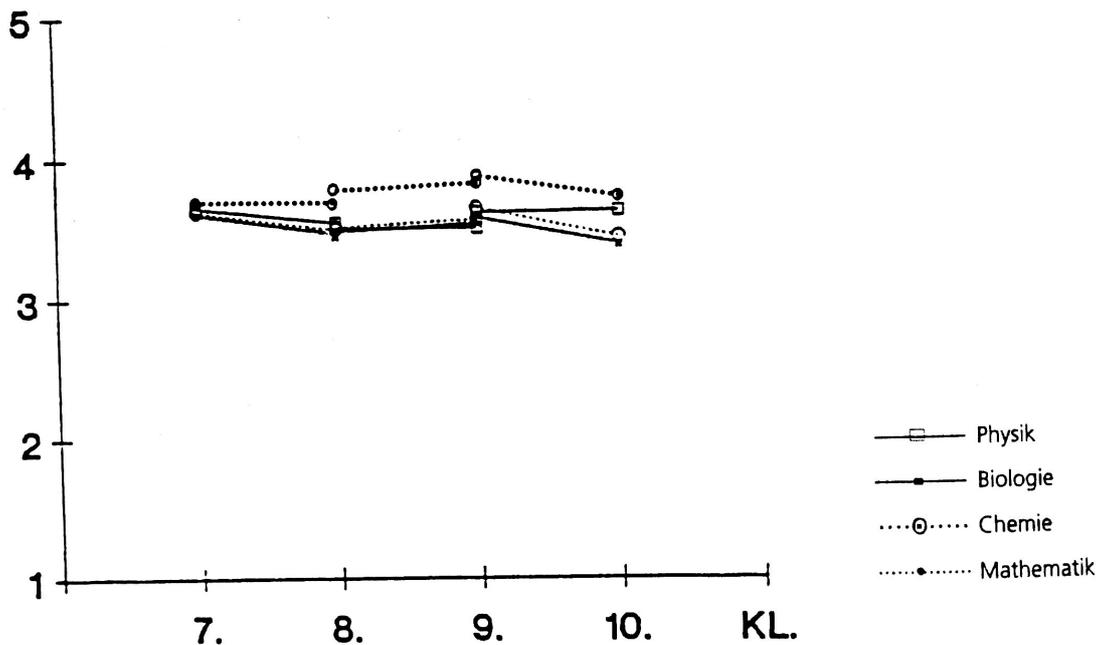


Abbildung 30: Fachinteresse der Jungen an naturwissenschaftlichen Fächern aus HOFFMANN, 1998, S. 21

¹⁸⁶ HOFFMANN, 1998, S. 21.

„Während von den Jungen alle naturwissenschaftliche Fächer und Mathematik als etwa gleich interessant beurteilt werden und das Interessenniveau relativ hoch liegt, interessieren sich die Mädchen vor allem für Biologie, gefolgt mit jeweils deutlichem Abstand von Mathematik, Chemie und Physik. Physik ist auch dasjenige Fach, bei dem zwischen dem Ende des 7. und des 8. Schuljahrs die größte Interesseneinbuße auftritt.“¹⁸⁷

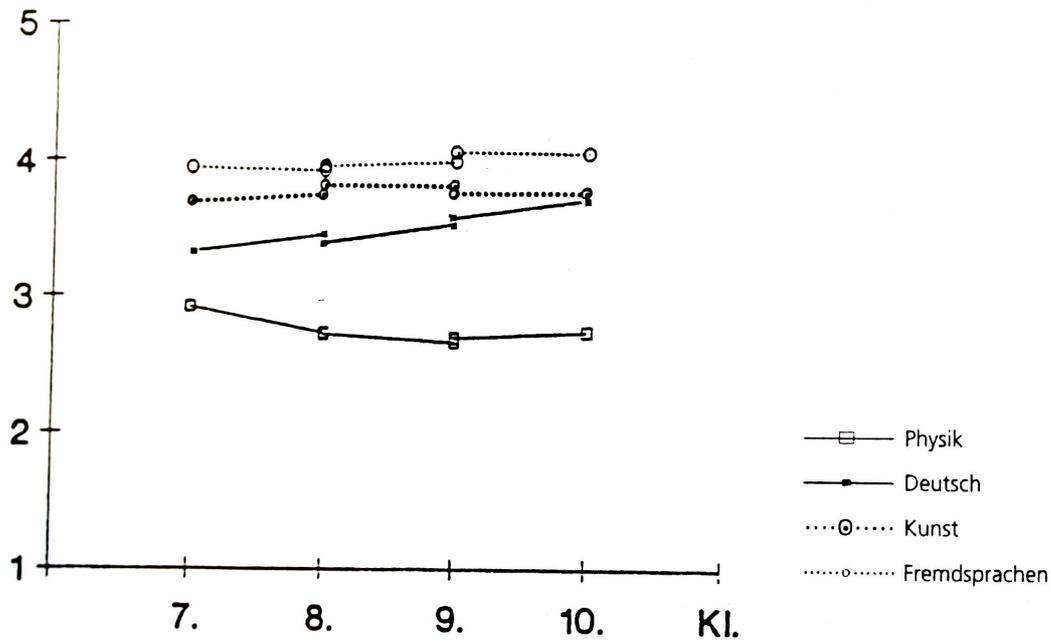


Abbildung 31: Fachinteresse der Mädchen an Physik im Vergleich zu anderen Fächern aus HOFFMANN, 1998, S. 22.

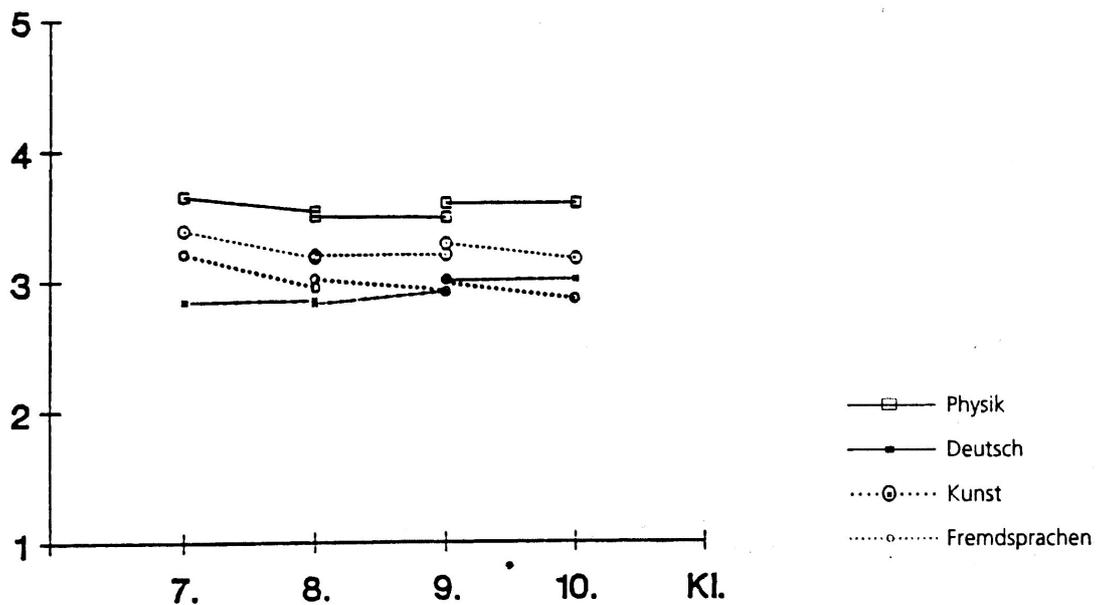


Abbildung 32: Fachinteresse der Jungen an Physik im Vergleich zu anderen Fächern aus HOFFMANN, 1998, S. 23.

¹⁸⁷ HOFFMANN, 1998, S. 21.

„Ähnlich deutliche Interessenunterschiede zwischen den Geschlechtern treten auch im Vergleich des Faches Physik mit ausgewählten anderen Fächern auf (...). Während für die Jungen Physik das interessanteste Fach ist, ist es für die Mädchen mit deutlichem Abstand das uninteressanteste Fach.“¹⁸⁸

Auf der Suche nach Gründen für das unterschiedliche Interesse am Fach Physik bei Jungen und Mädchen erfährt man in der IPN Interessenstudie Physik, dass beispielsweise die Jungen der Physik wesentlich mehr Bedeutung für den späteren Beruf beimessen.¹⁸⁹ Außerdem erfahren Jungen sowohl von ihrem Vater als auch von ihrer Mutter mehr persönliche und materielle Unterstützung bei der Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten im häuslichen Umfeld.¹⁹⁰

Bei den bisher dargestellten Ergebnissen handelt es sich um einen allgemeinen Vergleich des Interesses an Physik in Relation zu anderen Unterrichtsfächern zwischen Jungen und Mädchen. Der Physikunterricht besteht aber aus vielen Inhalten und Facetten, wie beispielsweise der Wärmelehre, Elektrizität, Radioaktivität, etwas berechnen und vielem mehr. Für die in dieser Studie untersuchten Verhaltensunterschiede beim Experimentieren an technischen Stationen scheinen folgende Teilbereiche aus der IPN Interessenstudie Physik von besonderer Relevanz:

- **Sachinteresse an Naturphänomenen** (weil die in dieser Studie benutzten Experimentierstationen Naturphänomene erfahrbar machen.)
- **Sachinteresse am Bauen und Ausprobieren einfacher Geräte** (weil das Ausprobieren einfacher Geräte sich mit dem Experimentieren an technischen Stationen nebeneinander stellen lässt.)
- **Sachinteresse am Diskutieren und Bewerten** (weil beim Experimentieren in Gruppen an Stationen der Austausch von Informationen sowie die damit verbundenen Diskussionen und das Bewerten von Aussagen der Experimentierpartner von Bedeutung sind.)

¹⁸⁸ HOFFMANN, 1998, S. 22.

¹⁸⁹ Vergleiche ebenda, S. 76.

¹⁹⁰ Vergleiche ebenda, S. 78.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

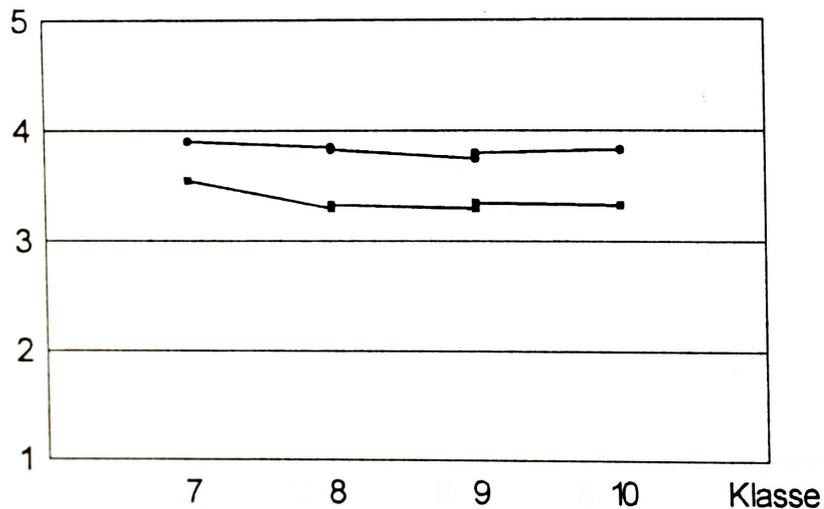


Abbildung 33: Sachinteresse an Naturphänomenen aus HOFFMANN, 1998, S. 22

Anmerkung: Die obere Kurve mit den kreisförmigen Punkten entspricht den Mädchen und die untere Kurve mit den quadratischen Punkten entspricht den Jungen.

Beim Sachinteresse an Naturphänomenen liegen die Werte der Mädchen bei allen untersuchten Altersgruppen über denen der Jungen. Außerdem verändert sich dieses Merkmal kaum von der 7. bis zur 10. Klasse. Damit entspricht dieses Merkmal nicht dem üblichen Trend.

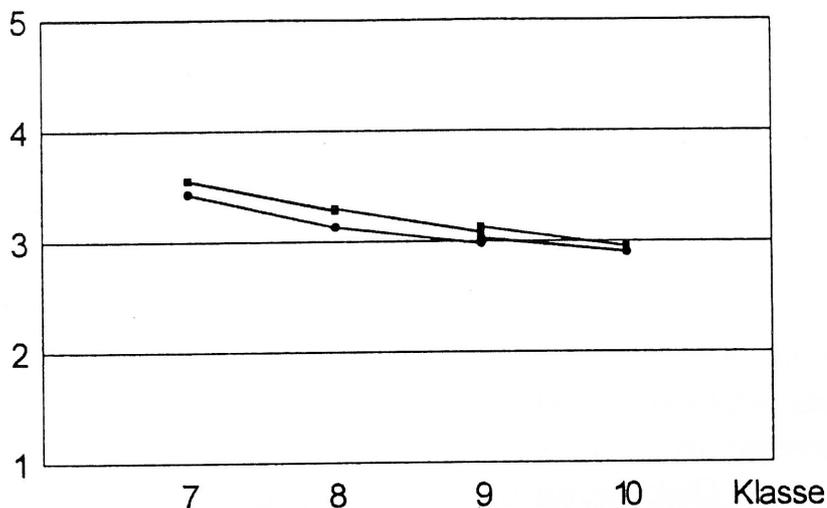


Abbildung 34: Sachinteresse am Bauen und Ausprobieren einfacher Geräte aus HOFFMANN, 1998, S. 49

Anmerkung: Die obere Kurve mit den quadratischen Punkten entspricht den Jungen und die untere Kurve mit den kreisförmigen Punkten entspricht den Mädchen.

Das Sachinteresse am Bauen und Ausprobieren einfacher Geräte unterscheidet sich nicht wesentlich zwischen den Jungen und Mädchen. Ferner lässt dieses Merkmal von der 7. bis zur 10. Klasse kontinuierlich nach.

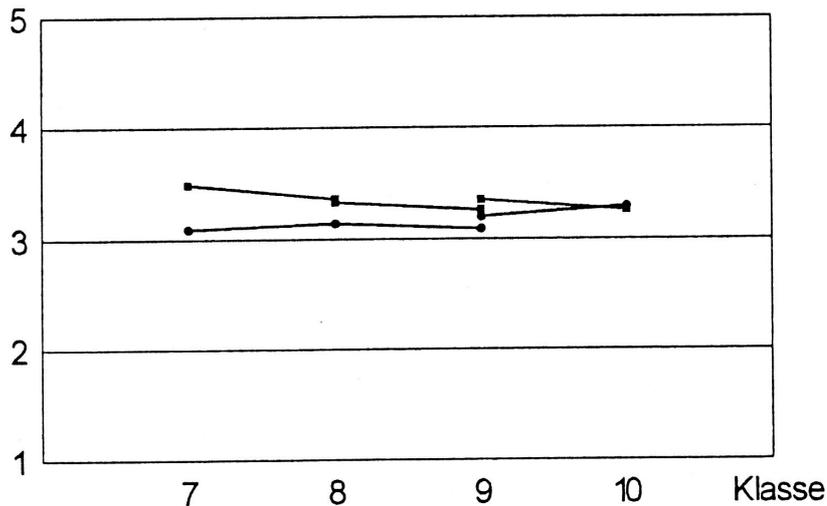


Abbildung 35: Sachinteresse am Diskutieren und Bewerten aus HOFFMANN, 1998, S. 22
Anmerkung: Die Kurve mit den quadratischen Punkten entspricht den Jungen und die Kurve mit den kreisförmigen Punkten entspricht den Mädchen.

Das Sachinteresse am Diskutieren und Bewerten zeigt bei den Jungen in den Klassen 7-9 eine etwas stärkere Ausprägung, wobei in der 10. Klasse kein Unterschied zwischen Jungen und Mädchen feststellbar ist. Bei den Jungen scheint das Interesse am Diskutieren und Bewerten allerdings mit zunehmendem Alter leicht nachzulassen, während es bei den Mädchen mit zunehmendem Alter leicht zunimmt.

Im Gegensatz zu den deutlichen Unterschieden zwischen Jungen und Mädchen zu Gunsten der Jungen beim Interesse am „allgemeinen“ Physikunterricht lassen sich bei den drei für diese Studie selektierten Merkmalen, Sachinteresse an Naturphänomenen, Sachinteresse am Bauen und Ausprobieren einfacher Geräte und Sachinteresse am Diskutieren und Bewerten, solche Geschlechterunterschiede nicht bestätigen. Beim Sachinteresse an Naturphänomenen ist in der IPN Interessenstudie Physik bei den Mädchen sogar eine höhere Ausprägung festgestellt worden.

Auch große Vergleichsstudien wie die PISA Studie 2000 betrachten die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den naturwissenschaftlichen Fächern: „Jungen und Mädchen haben unterschiedliche Präferenzen für die naturwissenschaftlichen Fächer und zeigen auch deutliche unterschiedliche Leistungen. Mädchen sind typischerweise in Biologie besser als Jungen, während Jungen in Physik und Chemie überlegen sind. Fasst man die naturwissenschaftlichen Fächer zusammen, so zeigt sich in der Regel ein Leistungsvorsprung der Jungen.“¹⁹¹

¹⁹¹ WEIß, 2002, S. 153.

Die Ergebnisse der PISA-Studie 2006 relativieren den Geschlechterunterschied allerdings: „Betrachtet man die naturwissenschaftliche Kompetenz von Jungen und Mädchen, dann zeigen sich weder im OECD Durchschnitt noch für Deutschland signifikante Geschlechterunterschiede. Allerdings sind in den Spitzengruppen die Jungen gegenüber den Mädchen in Deutschland (wie im OECD Durchschnitt) überrepräsentiert. Geschlechterdifferenzen zeigen sich jedoch in fast allen OECD-Staaten, einschließlich Deutschlands, auf den Teilskalen *naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen* (zugunsten der Mädchen) und *naturwissenschaftliche Phänomene erklären* (zugunsten der Jungen).“¹⁹²

Die 2007 durchgeführte TIMSS-Studie weist hingegen wieder auf einen erheblichen Geschlechterunterschied in Physik für deutsche Schüler hin: „Betrachtet man die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen, so zeigt sich, dass Deutschland derjenige Staat unter den teilnehmenden OECD- und EU-Staaten mit den größten Geschlechterdifferenzen in den naturwissenschaftlichen Kompetenzen ist. (...) Relativ ausgeprägte Schwächen zeigen sich für die Mädchen im Bereich der Physik (...). Erfreulicherweise lassen sich keine signifikanten Unterschiede in den Kompetenzen von Mädchen und Jungen im naturwissenschaftlichen Probleme lösen, den kognitive komplexeren Aktivitäten in den Naturwissenschaften, beobachten.“¹⁹³

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es in Teilbereichen der Naturwissenschaften partiell erhebliche Geschlechtsunterschiede zu Gunsten der Jungen gibt. Allerdings sind beispielsweise bei der IPN-Interessenstudie bei den für das Experimentieren an Stationen wichtigen Teilbereichen Sachinteresse am Bauen und Ausprobieren einfacher Geräte und Sachinteresse am Diskutieren und Bewerten kaum mehr signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen vorhanden, bzw. zeigen sich entgegen dem Trend beim Sachinteresse für Naturphänomene bei den Mädchen stärkere Ausprägungen.

¹⁹² PRENZEL, 2007, S.17.

¹⁹³ BOS, 2008, S. 13.

2.8 Eingrenzung der Fragestellung

Diese Studie soll Verhaltensunterschiede unterschiedlich alter Kinder bei der Begegnung mit naturwissenschaftlich-technischen Stationen identifizieren und beschreiben. Hierzu werden Kinder vom Kindergartenalter (mindestens 3 Jahre alt) bis zum Ende der Sekundarstufe I (einschließlich der zehnten Klasse) miteinander verglichen. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, werden die Kinder in verhältnismäßig homogenen Altersgruppen, aber ohne Anwesenheit eines Lehrers, videografiert und fotografiert. Diese Abweichung von der klassischen Miniphänomena-Situation wird im späteren Kapitel „3.1.1 Rechtfertigung für die Abweichung vom Miniphänomena-Setting“ begründet.

Unter dem Begriff „Verhalten“ ist in dieser Studie eine selektierte Auswahl von sozialen und sachbezogenen Verhaltensweisen der Kinder zu verstehen, die dem Autor für das Experimentieren in Gruppen bedeutend erscheinen.

Dabei werden nicht nur die Verhaltensweisen, die direkt mit der naturwissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem der Station innewohnenden physikalischen Phänomen zusammenhängend analysiert, wie dem/den:

- Vertraut werden mit dem Material durch direkten Kontakt
- Beobachten anderer Kinder beim Umgang mit der Station
- Experimentieren ohne Hypothesen zu testen
- Hypothesen testenden Experimentieren
- Gesprächen über die Ursachen des beobachteten Phänomens
- Aufsummierten Aufenthaltsdauern der Kinder an der beobachteten Station
- Aufenthaltsdauern der Kinder pro Besuch der beobachteten Station
- Wiederholungen der Besuche an der beobachteten Station

Auch ein möglicherweise ablenkendes Verhalten wird untersucht, in dem das

- störende Verhalten der einzelnen Kinder und
- die Ausprägung der Ablenkung durch die Störung

ausgewertet werden.

Ein strapazierender Umgang mit dem Material findet durch die Aufzeichnung vom

- zerstörerischen Verhalten

an der Station genauso Beachtung, wie eine

- nur passive Anwesenheit an der Station oder
- das Auftreten von Streitverhalten.

Die Zusammenarbeit unter den Kindern an einer Station gehört ebenfalls zum Themengebiet dieser Studie. Hier sollen Auswertungen zu den Ausprägungen der folgenden Verhaltenskategorien unternommen werden:

- alleiniges („einsames“) Handeln an der Station
- voneinander unabhängiges Handeln der Kinder an der Station, obwohl mehrere Kinder an der Station anwesend sind
- gemeinsames Handeln ohne Gespräche mit naturwissenschaftlichem Inhalt
- gemeinsames Handeln mit Gesprächen naturwissenschaftlichen Inhalts
- gemeinsame Gespräche naturwissenschaftlichen Inhalts ohne begleitende Handlung
- Verhalten ohne einen erkennbaren naturwissenschaftlichen Bezug

Der Schwerpunkt dieser Studie liegt auf dem Erkennen von altersabhängigen und geschlechtsabhängigen Trends bei der Ausprägung der vorgestellten Verhaltensweisen. Wenn alters- bzw. geschlechtsabhängige Entwicklungen festgestellt werden, sollen diese, wenn möglich, mit Hilfe der Inhalte aus dem theoretischen Teil interpretiert werden.

Auswirkungen auf das Experimentieren oder das Lernen der Kinder der unterschiedlichen Altersgruppen sollen in dieser Arbeit hingegen nicht diskutiert werden. Sie beschränkt sich also auf die Beschreibung der Unterschiede der untersuchten Verhaltensweisen.

3 Praktischer Teil

3.1 *Design der Studie*

Die Fragestellung nach den Unterschieden im Experimentierverhalten verschieden alter Kinder unterscheidet sich in ihrem Charakter deutlich von der Evaluation einer Intervention. Daher kann diese Studie vielmehr den populationsbeschreibenden Untersuchungen zugeordnet werden, die das primäre Ziel hat, ausgewählte Merkmale (hier die Unterschiede beim Experimentierverhalten) von Populationen (hier unterschiedlich alte Kinder) zu beschreiben.¹⁹⁴

Ein zentraler Bestandteil von besonderer Bedeutung bei populationsbeschreibenden Studien ist die Auswahl der Stichproben für eine möglichst genaue Schätzung der unbekannt Merkmalsausprägungen in den Populationen.¹⁹⁵ Parameterschätzungen werden genauer, wenn anstatt einer Zufallsstichprobe zufällig ausgewählte Teilstichproben erhoben werden. Bei der Klumpenstichprobe werden zufällig ausgewählte Gruppen vollständig erhoben.¹⁹⁶ „Bei einer Untersuchung von Schülern würde man beispielsweise die Stichprobe aus allen Schülern mehrerer zufällig ausgewählter Schulklassen zusammensetzen (...).“¹⁹⁷ Für diese Studie wurden alle Schulklassen bzw. Kindergartengruppen der Insel Amrum fast vollständig herangezogen. Nur erkrankte oder anders verhinderte Kinder oder Kinder, deren Eltern mit einer Beobachtung nicht einverstanden waren, konnten bei dieser Studie nicht berücksichtigt werden. Da alle Kinder von der Insel Amrum kommen, kann von zufällig ausgewählten Stichproben nicht die Rede sein, es handelt sich also um eine quasiexperimentelle Untersuchung. Diese Selektion des Standortes begünstigt in diesem Fall jedoch nach Meinung des Autors den Vergleich zwischen den Altersgruppen, weil äußere Einflüsse, wie beispielsweise das soziale Umfeld der Kinder oder die Art der Schulbildung, ähnlich sind. Siehe hierzu auch Kapitel „3.1.2 Beschreibung der Stichprobe“. Demgemäß kommt es unter den gegebenen Umständen nach der Ansicht des Autors der Forderung nach einem möglichst genauen Vorgehen recht nah: „Gleichheit aller Klumpen und Verschiedenartigkeit der Untersuchungsobjekte innerhalb der Klumpen sind hier die besten Voraussetzungen

¹⁹⁴ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 51.

¹⁹⁵ Vergleiche ebenda.

¹⁹⁶ Vergleiche ebenda, S. 435.

¹⁹⁷ Ebenda.

für eine präzise Parameterschätzung.“¹⁹⁸ Daher soll die herangezogene Stichprobe als Quasi-Klumpenstichprobe bezeichnet werden.

Um eine möglichst authentische Messsituation für das Experimentieren zu schaffen, fiel die Entscheidung auf Untersuchungen im Klassenverband bzw. in der Kindergartengruppe und nicht auf zufällig ausgewählte Kinder, die es nicht gewohnt sind, miteinander umzugehen. Im Gegensatz zum Science Center oder der Miniphänomena wurde in dieser Studie allerdings nicht zugelassen, dass Kinder unterschiedlicher Altersgruppen miteinander an der gleichen Station experimentieren. Hier schien das Risiko des Einflusses auf das Experimentierverhalten durch unterschiedlich alte Kinder zu groß, sind doch gerade die Verhaltensunterschiede zwischen den Altersgruppen Gegenstand dieser Studie. Siehe hierzu auch Kapitel „3.1.1 Rechtfertigung für die Abweichung vom Miniphänomena-Setting“. Es handelt sich bei dieser Untersuchung um einen wie in der einschlägigen Literatur¹⁹⁹ vorgeschlagenen Kompromiss aus Labor- und Felduntersuchung.

„Nach Abschluss der Literaturarbeit ist zunächst zu entscheiden, ob der Stand der Forschung die Ableitung und Überprüfung einer gut begründeten Hypothese zulässt (explanative Untersuchung), oder ob mit der Forschungsthematik wissenschaftliches Neuland betreten wird, (...).“²⁰⁰ Wie schon im theoretischen Teil erwähnt, hat der Autor auch nach intensiver Suche keine Studie bzw. Literatur zu einer vergleichbaren Fragestellung finden können. Deswegen wird diese Arbeit den explorativen Studien und somit den Hypothesen entwickelnden Studien zugeordnet.

Daher wird diese Arbeit im Wesentlichen dazu dienen, die Unterschiede beim Verhalten an den Stationen der verschiedenen Populationen (Lerngruppen) zu beschreiben, so dass eine Hypothesen prüfende Herangehensweise für diese Daten nachfolgenden Studien vorbehalten bleibt.

Dieweil innerhalb von zwei Wochen alle Messungen bei allen Altersgruppen absolviert waren, ist die Studie als Querschnittsanalyse angelegt. „Dieses Design ist eine wirksame Methode, um altersabhängige Trends zu beschreiben.“²⁰¹ Eine

¹⁹⁸ BORTZ, 2009, S. 481f.

¹⁹⁹ Vergleiche ebenda, S. 57.

²⁰⁰ Ebenda, S. 50.

²⁰¹ BENK, 2011, S. 44.

Querschnittsstudie ist bei entwicklungsbezogenen Untersuchungen effizienter als die Längsschnittsstudie, da zum Beispiel das Abspringen von Teilnehmern entfällt.²⁰²

Um den Einfluss des Versuchsleiters möglichst gering zu halten, wurden die an der Studie teilnehmenden Kinder durch eine neutrale Person (den Hausmeister) auf das Experimentieren vorbereitet und beaufsichtigt. Die Messungen wurden mithilfe von möglichst objektiven Methoden wie der Auswertung von Fragebögen, Fotografien und einer kategoriengeleiteten Videostudie vorgenommen und mit Hilfe geeigneter statistischen Methoden analysiert. In den folgenden Kapiteln werden diese Themen noch genauer dargestellt.

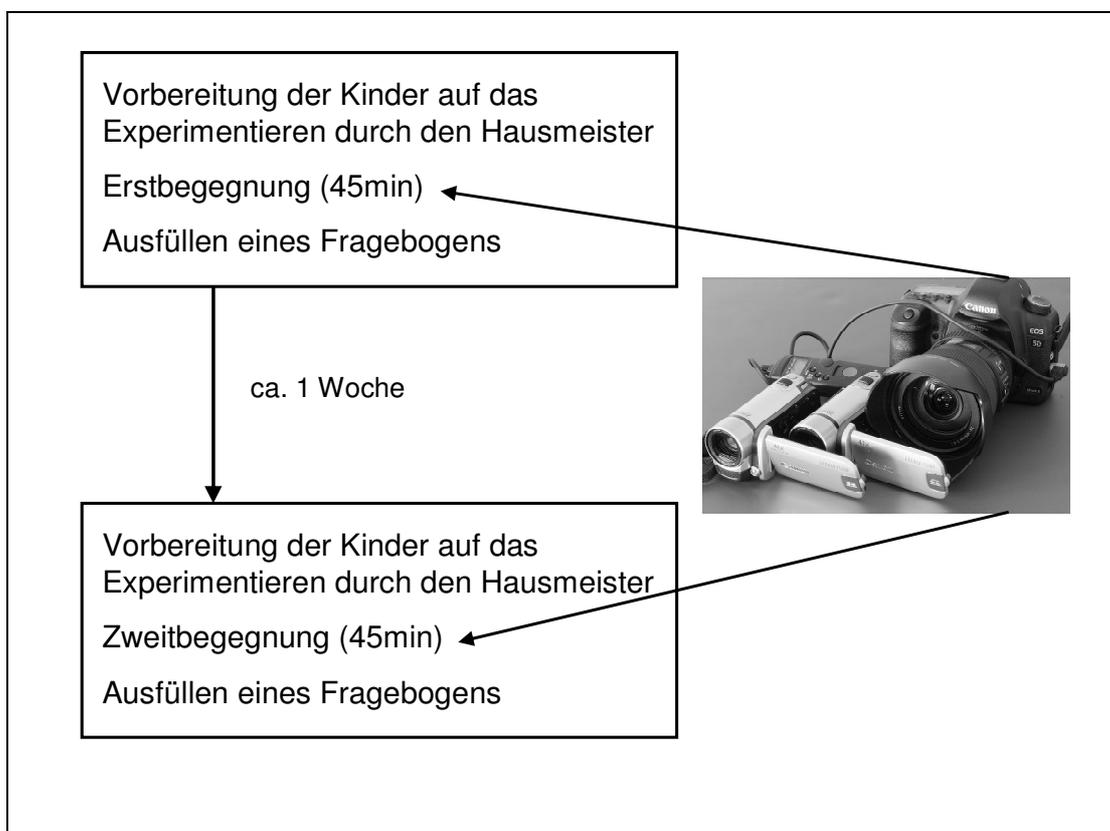


Abbildung 37: Ablauf der Datenerhebung in dieser Studie

In Abbildung 37 ist der Ablauf der in dieser Studie vorgenommenen Datenerhebungen dargestellt. Nachdem die Kinder vom Hausmeister auf das Experimentieren mit einleitenden Worten vorbereitet worden sind, halten sie sich danach ca. 45 min in der Turnhalle mit zehn Experimentierstationen auf und werden dabei gefilmt und fotografiert. Anschließend füllen sie einen kurzen Fragebogen aus. Nach ca. einer Woche wiederholt sich das Procedere bei der zweiten Begegnung mit den Stationen. Dabei dient die zweite Begegnung als Vergleich zur ersten Begegnung, um so mögliche Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen festzustellen und diese

²⁰² Vergleiche BENK, 2011, S. 43.

dann altersgruppenabhängig gegenüberzustellen. Dieses Vorgehen ist für alle Altersgruppen vom Kindergarten bis zur zehnten Klasse identisch, außer dass die Fragebögen erst ab der zweiten Klasse verwendet werden, da die geringere Lesekompetenz bei den jüngeren Kindern die Ergebnisse beeinflussen könnte.

Ergänzend zum Experimentierverhalten ist auch die „Nichtteilnahme“ beim Experimentieren analysiert worden. Hierzu wurden die Fotos benutzt, auf denen klar zu erkennen ist, welches Kind sich auf bereitgestellte Bänke setzt und somit nicht experimentiert. Diese Daten sind auch mit der „Nichtteilnahme“ an Lesestunden verglichen worden. Dazu wurden Beobachtungsbögen der betreffenden Lehrkräfte genutzt.

Zusammenfassend kann das Design dieser Studie als eine quasi-experimentelle populationsbeschreibende Studie mit explorativen Charakter beschrieben werden, die in einer Mischform aus Feld- und Laboruntersuchung Quasi-Klumpenstichproben untersucht.

3.1.1 Rechtfertigung der Abweichung vom Miniphänomena-Setting

Bei dem bewährten Miniphänomentaprojekt haben die Schüler in den Pausen die Möglichkeit an den Stationen zu experimentieren. Dabei kommen Schüler unterschiedlichen Alters zusammen und könnten sich in ihrem jeweils gezeigten Verhalten beeinflussen. Da in dieser Arbeit aber genau die Altersunterschiede beim Verhalten an den Stationen im Fokus stehen, könnte durch das gemeinsame Experimentieren verschiedener Altersgruppen eine ungewollte Beeinflussung der Ergebnisse die Folge sein.

Außerdem können Schüler mit sehr unterschiedlichen Erfahrungen an der betreffenden Station gemeinsam experimentieren. Es kann ein Schüler mit vielen bisherigen Experimentierstunden an der Station auf einen Schüler treffen, der das erste Mal an dieser Station experimentiert. Auch hier wäre eine gegenseitige Beeinflussung der Kinder zu erwarten.

Um die genannten möglichen „Einflussfaktoren“ beim klassischen Miniphänomena-Setting zu vermeiden, werden die Kinder in altershomogenen Gruppen in die mit zehn Experimentierstationen ausgestattete Turnhalle geführt. Die Kinder haben nur in zwei 45-minütigen Begegnungen die Möglichkeit, an den Stationen zu experimentieren.

Keins der Kinder hat zuvor an den Stationen experimentieren können. Bei jeder Gruppe wurde darauf geachtet, dass zwischen beiden Begegnungen ca. eine Woche liegt.

3.1.2 Beschreibung der Stichprobe

Bei der untersuchten Stichprobe handelt es sich um eine möglichst vollständige Heranziehung aller Amrummer Kinder im Alter zwischen drei und 16 Jahren.

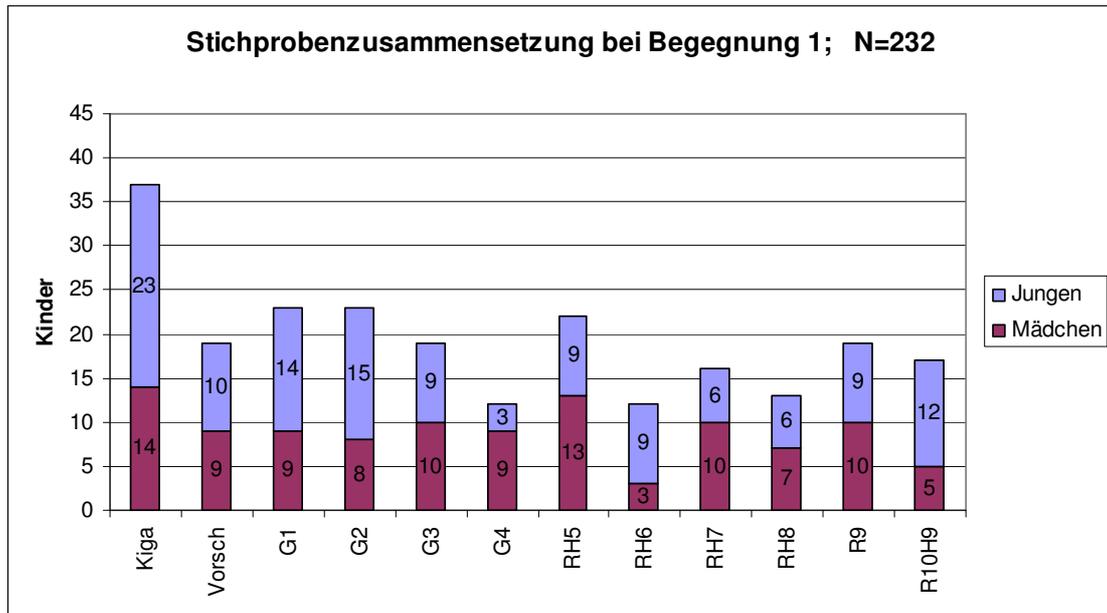


Abbildung 38: Zusammensetzung der verschiedenen Gruppen bei der ersten Begegnung

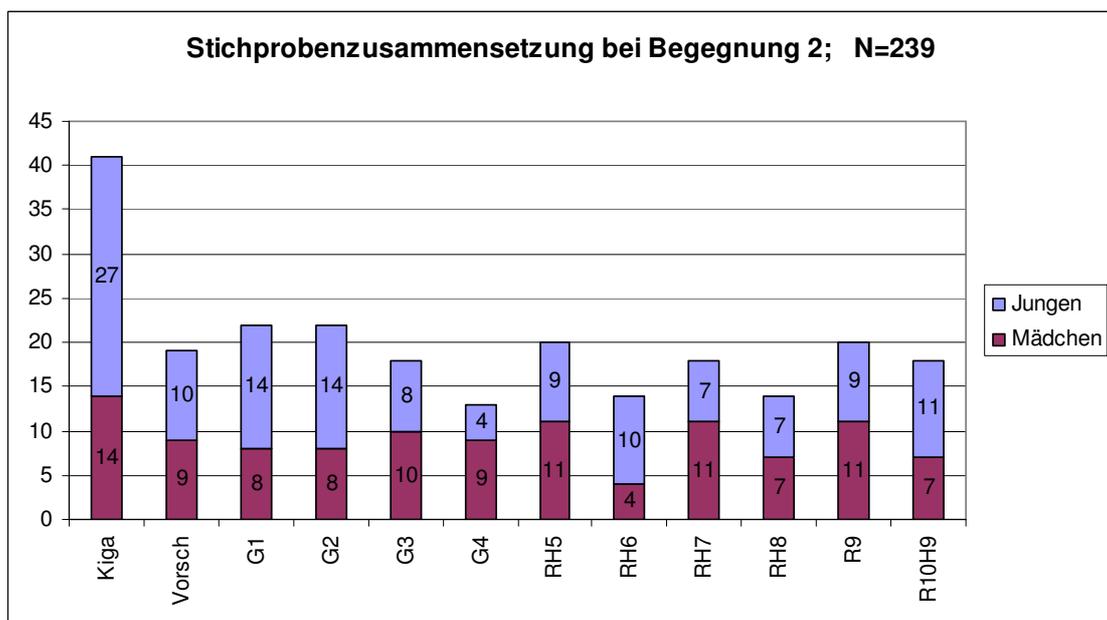


Abbildung 39: Zusammensetzung der verschiedenen Gruppen bei der zweiten Begegnung

Der Vorteil gegenüber verschiedenen Gruppen vom Festland liegt in dem vergleichbaren soziologischen und ökonomischen Umfeld der Kinder. Fast alle untersuchten Kinder sind auf der Insel Amrum aufgewachsen. Nur wenige der untersuchten Kinder sind während ihrer Schulzeit auf die Insel oder von ihr weg gezogen. Doch für alle gilt, dass sie in einem Umfeld aufwachsen bzw. aufgewachsen sind, das durch das Leben auf der Insel und den Tourismus geprägt ist. Denn auch die zugezogenen Kinder haben typischerweise Eltern, die in der Tourismusbranche tätig sind. Daher finden sich in allen Klassen ähnliche Elternhäuser. Die meisten Eltern sind als Dienstleister oder Angestellte, wie zum Beispiel als Bäcker, als Busfahrer, als Handwerker oder in der Ferienwohnungsvermietung im Tourismus tätig. Nur ein kleiner Teil übt einen akademischen Beruf wie Arzt, Architekt oder Lehrer aus. Familien mit Migrationshintergrund sind eine große Ausnahme auf der Insel.

Alle Amrumer wohnen in kleinen Dörfern über die Insel verteilt. Allein wegen der touristischen Prägung der Insel wäre ein „heruntergekommener“ und damit benachteiligter Wohnbezirk nicht haltbar. Von jeder Wohnung ist der Strand oder der Wald in nur kurzer Gehzeit zu erreichen. Die vielfältige Natur des Wattenmeeres und des Strandes ist für alle Kinder selbstständig erreichbar.

Eine Aufspaltung in ein mehrgliedriges Schulsystem passiert während der Schulzeit auf Amrum nicht im gewohnten Umfang. So werden alle Kinder bis zum Ende der siebten Klasse gemeinsam unterrichtet. In den Klassen acht und neun erfolgt lediglich in den Hauptfächern einer Außendifferenzierung in die Haupt- und Realschule. Auch die Kinder dieser Jahrgänge sind es also gewohnt, in den meisten Fächern gemeinsam unterrichtet zu werden. Für die vorliegende Untersuchung wurden die Kinder der teilweise aufgespalteten Jahrgänge acht und neun in gemeinsamen Gruppen untersucht.

Nur sehr vereinzelt entscheiden sich Schüler der Sekundarstufe I das Gymnasium auf der Nachbarinsel Föhr zu besuchen. In dem betrachteten Zeitraum gingen auf Amrum 121 Schüler in die Sekundarstufe I, von denen lediglich vier Schüler auf das Gymnasium auf Föhr gingen.

Auch der Einfluss unterschiedlicher Lehrer in den naturwissenschaftlichen Fächern ist als gering einzuschätzen, weil typischerweise für jedes naturwissenschaftliche Fach (Physik, Chemie, Biologie) jeweils nur ein und derselbe Lehrer zur Verfügung steht.

Würde man auf dem Festland eine solche Untersuchung mit Kindern zwischen drei und 16 Jahren durchführen, wäre es durch die Aufteilung von Grundschule und weiterführender Schule an verschiedenen Orten kaum möglich, vergleichbare Gruppen mit ähnlichem soziologischem und ökonomischem Hintergrund zu finden. Allein die Aufspaltung in Hauptschule, Realschule und Gymnasium und den damit verbundenen unterschiedlichen Kindern und deren verschiedenen Elternhäuser würde eine vergleichende Auswertung erschweren.

Da die Häufigkeiten, mit denen bestimmte Verhaltenskategorien bei den einzelnen Kindern auftreten, miteinander verglichen werden, sind Messungen von Kindern mit ein bis vier beobachteten Intervallen von der Auswertung ausgeschlossen. Auf diese Weise werden Ausreißer vermieden, die durch eine zu starke „Quantisierung“ bei zu wenigen Messwerten entstehen könnten. Beispielsweise würde ein Kind, welches nur zehn Sekunden an der Station war, durch das Timesampling in Zehn-Sekundenschritten mit einem Anteil von 100% in die vorherrschende Kategorie eingeordnet werden. Dieser Messwert würde gleichberechtigt neben anderen Messwerten von Kindern mit einem durch die längere Anwesenheit begründeten deutlich aufgeschlüsselten Verhalten in die Auswertung eingehen. Durch diese Maßnahme fallen bei den Daten der ersten Begegnung ein Junge der Vorschule, ein Junge der sechsten Klasse und zwei Jungen und zwei Mädchen der zehnten Klasse heraus.

Weil für jedes Kind das genaue Alter bekannt ist, könnte eine Auswertung nach dem Lebensalter realisiert werden. Trotzdem wurde in dieser Studie dem Vergleich der verschiedenen Altersgruppen der Vorzug gewährt. Dies soll hier kurz gerechtfertigt werden. Der Autor dieser Studie ist Lehrer und motiviert, die Ergebnisse für den Schulalltag zu nutzen. Die Lerngruppen in der Schule setzen sich aber nicht streng getrennt nach dem Lebensalter der Kinder zusammen. Eine spätere bzw. frühere Einschulung kann wie das Wiederholen bzw. Überspringen von Klassenstufen bei entsprechenden Leistungen für eine gewisse Vielfalt bei der Alterszusammensetzung einer Schulklasse sorgen. Wie stark dieser Effekt die Alterszusammensetzung der einzelnen Altersgruppen beeinflusst, soll hier eine Box Plot Grafik zeigen.

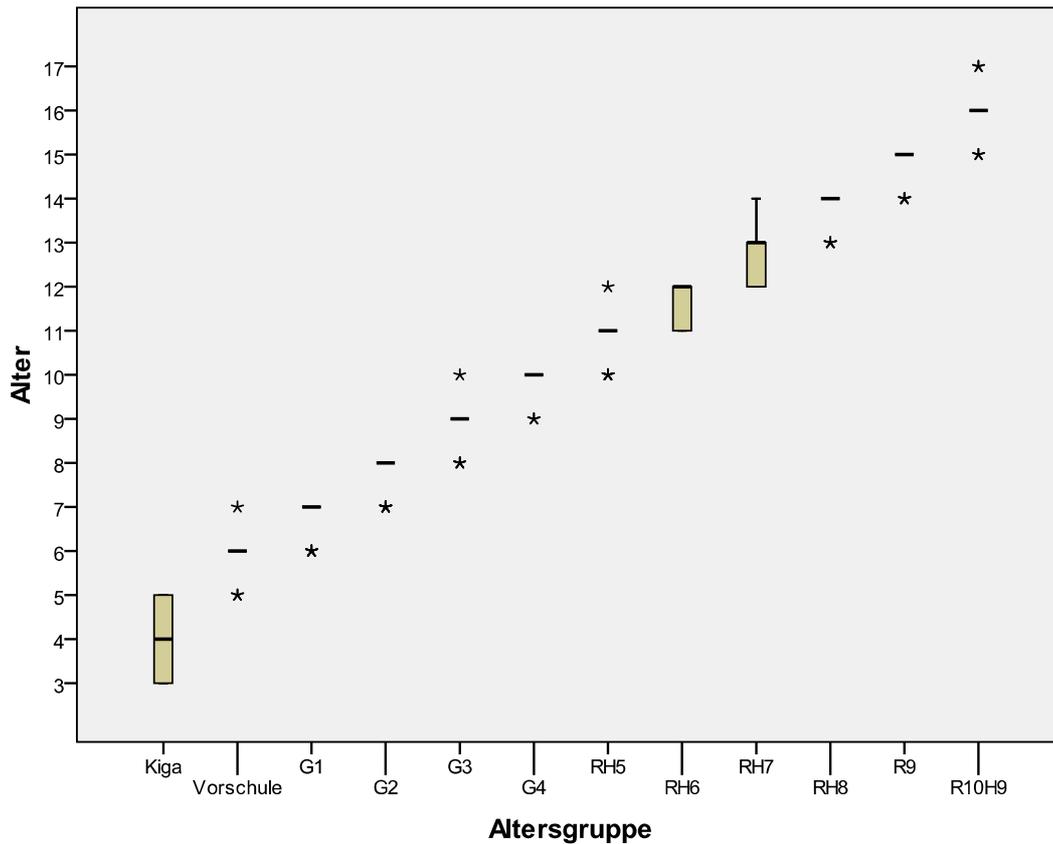


Abbildung 40: Alterszusammensetzung innerhalb der Altersgruppen

Die obige Abbildung zeigt, dass die Aufweichung des Alters in den verschiedenen Altersgruppen in vertretbaren Grenzen geschieht. So finden bis auf die Ausnahme in der Gruppe RH7 Überschneidungen nur bei Ausreißern statt. Die Mediane unterscheiden sich stets um ein Jahr im Alter der Schüler je Jahrgang. Die einzige Ausnahme ist die Altersgruppe Kindergarten, welche mehrere Jahrgänge vor der Vorschule umfasst.

3.2 Organisation der Studie

3.2.1 Auswahl der Stationen

Die Auswahl der für diese Studie benutzten Experimentierstationen passierte nach einer Empfehlung von Prof. Dr. Lutz Fiesser, dem geistigen Vater der Phänomenta und der Miniphänomenta. Dabei wurden zunächst die folgenden neun Stationen ausgewählt: Der längste Weg, Lissajousfiguren, Kugelrallye, Kugelrampe, begehbare Brücke, Bernoulliball, Drei-Zeiten-Pendel, farbige Schatten und das Koppelpendel. Die verwendeten Stationen werden im Kapitel „3.3 Vorstellung der verwendeten Stationen“ näher beschrieben.

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Ressourcen kann nur eine Station mit einer kategoriengeleiteten Videoanalyse untersucht werden. Damit dies an einer Station geschieht, die geeignet ist, bei allen untersuchten Kindern vom Kindergartenalter bis zur zehnten Klasse vielfältige Verhaltensweisen zu provozieren, sind elf zum Teil auch ehemalige Mitarbeiter des Miniphänomentaprojektes mit einem Fragebogen befragt worden. In dem auch im Anhang im Kapitel „7.2 Fragebogen zur Auswahl der videografierten Station“ gezeigten Fragebogen wurden diese, zum großen Teil erfahrenen Wissenschaftler des Projektes Miniphänomenta aufgefordert, die ihrer Einschätzung nach vier meist geeigneten Stationen in ihrer Reihenfolge zu nennen. Die nicht genannten Stationen haben in der Auswertung dann den Platz fünf erhalten.

In Abbildung 41 sind die Ergebnisse der Fragebögen dargestellt. Es ist offensichtlich, dass die Station „der längste Weg“ eine hohe Eignung für die Untersuchung verspricht. Da dem Autor das Risiko eines Kameraausfalls zu hoch war, um die gesamte Datenerhebung, die nicht wiederholt werden kann, auf eine einzige Kamera zu stützen, sollten „Ersatzkameras“ weitere Stationen filmen. Hierzu wurden anhand der Ergebnisse die vier Stationen Lissajousfiguren, Kugelrallye, Kugellampe und die begehbare Brücke ausgewählt. Im Kapitel „3.4.3 Auswahl der für die Untersuchung herangezogenen Stationen“ wird begründet, welche Station(en) für die tatsächliche Auswertung herangezogen wurde.

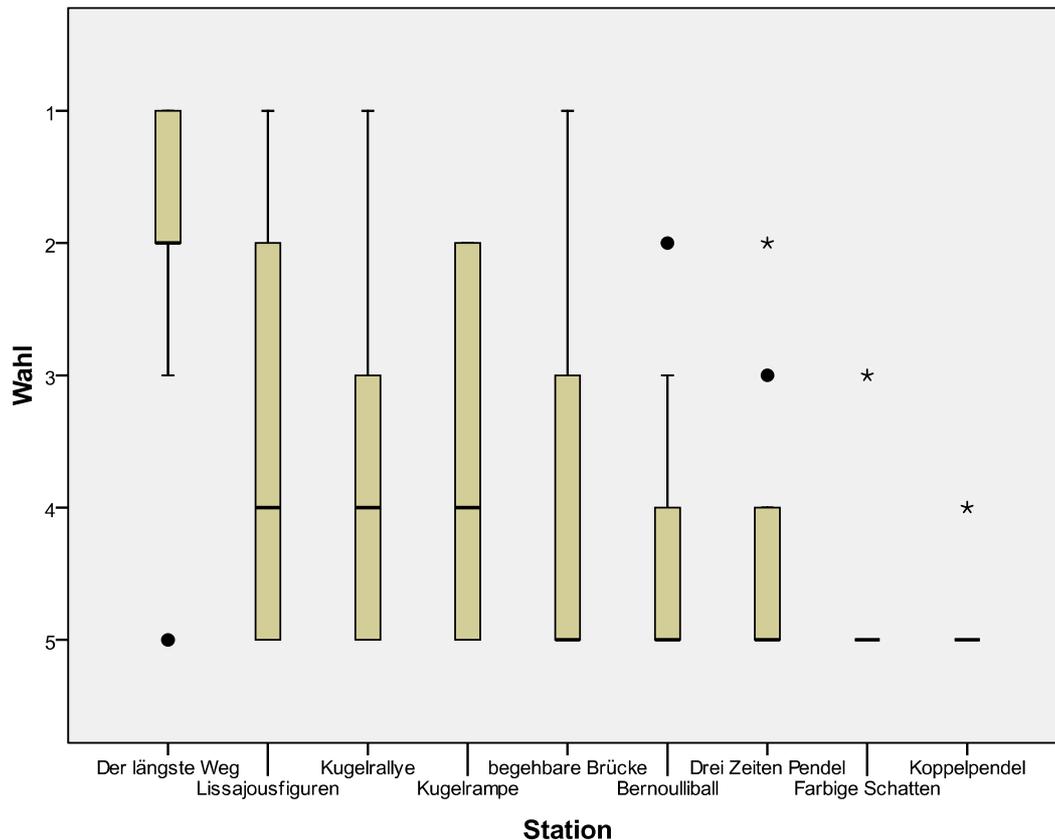


Abbildung 41: Ergebnisse der Fragebögen zur Auswahl der zu videografierten Station

Für die beiden realen Begegnungen wurde das Experimentierfeld um die weitere Station „Starke Luft“ ergänzt, um auch Kindern größerer Lerngruppen zu ermöglichen, eine große Auswahl von Stationen vorzufinden, die nicht „überbelegt“ sind. Das Experimentierfeld bestand also stets aus zehn Stationen.

3.2.2 Informationspflicht und Datenschutz

„Die Tauglichkeit einer Untersuchungsidee hängt auch davon ab, ob den zu untersuchenden Personen von vornherein sämtliche Informationen über die Untersuchung mitgeteilt werden können, die ihre Entscheidung, an der Untersuchung teilzunehmen, potenziell beeinflussen.“²⁰³ Da es sich bei den untersuchten Personen ausschließlich um minderjährige Kinder und Jugendliche handelt, entscheiden in erster Linie die Erziehungsberechtigten über die Teilnahme. Trotzdem wurde der Sinn der Untersuchung den interessierten Kindern mitgeteilt. Allen teilnehmenden Kindern wurde vor jeder Begegnung nochmals vom Hausmeister erklärt, dass sie während

²⁰³ BORTZ, 2011, S. 44.

des Experimentierens gefilmt und fotografiert werden und die Untersuchungsergebnisse selbstverständlich keinen Einfluss auf ihre Benotung oder andere Leistungsbewertungen haben. Ferner wurde den Schülern die Gelegenheit gegeben, selbstständig zu entscheiden, ob sie bei der Untersuchung teilnehmen. Nur zwei Mädchen der neunten Klasse haben sich dagegen entschieden. Die Eltern wurden in einem Brief, siehe Kapitel „7.3 Informationsbrief an die Erziehungsberechtigten der untersuchten Kinder“ über die Untersuchung informiert.

„Auskünfte über andere Personen unterliegen dem Datenschutz. Vor größeren Erhebungen, in denen auch persönliche Angaben erfragt werden, empfiehlt es sich, die entsprechenden rechtlichen Bestimmungen einzusehen bzw. sich von Datenschutzbeauftragten beraten zu lassen (...).“²⁰⁴ Daher wurde das Untersuchungsvorhaben mit seinen Messmethoden (Video- und Fotografie) in einem Telefonat am 27.4.11 dem Datenschutzbeauftragten des Landes Schleswig-Holstein Herrn Weichert vorgestellt und diskutiert. Auch der Elternbrief wurde besprochen. Nach Ergänzungen, zum Beispiel dem Löschen der personenbezogenen Daten nach Abschluss der Untersuchung und dem Hinweis darauf, dass andere Personen die Ergebnisse ausschließlich zu Validierungszwecken bekommen, wurde der Brief als geeignet akzeptiert.

Von den Leitern der Schule bzw. der Kindergärten wurden Listen benötigt, aus denen die Namen und das Geburtsdatum der untersuchten Kinder hervorgehen, damit eine Altersbestimmung der Kinder zum Zeitpunkt der Untersuchungen vorgenommen werden konnte. Hierzu wurde den verschiedenen Leitern eine Vertraulichkeitserklärung für die betreffenden Daten übergeben, siehe Kapitel „7.4 Vertraulichkeitserklärung für die Leiter der Schule und der Kindergärten“.

Sämtliche personenbezogenen Daten der Untersuchung, die in dieser Arbeit veröffentlicht werden, sind anonymisiert worden. Es besteht keine Möglichkeit, die Identität von einzelnen beschriebenen Personen zu erkennen.

3.2.3 Organisation der Durchführung

Für die Durchführung der beiden Begegnungen musste zunächst ein Raum gefunden werden, der den Lerngruppen ein entspanntes Experimentieren ermöglicht. Außerdem muss der Raum groß genug sein, alle zehn verwendeten Stationen zu

²⁰⁴ BORTZ, 2011, S. 45.

beherbergen und er muss übersichtlich sein, so dass er mit einer Kamera gut einsehbar ist. Außerdem soll er möglichst in der Nähe der Schule bzw. der Kindergärten sein. Da das Wetter auf Amrum auch im Sommer unbeständig und stürmisch sein kann, kam ein großes Zelt nicht infrage, zumal die verwendete Aufzeichnungstechnik (diverse Kameras mit Mikrofonen) anfällig gegen störende Geräusche bzw. Witterungseinflüsse ist. Da die Amrumer Schule keine Aula besitzt, ist die Wahl relativ schnell auf die Turnhalle gefallen. Diese ist dann auch für einen Zeitraum von zwei Wochen für den Sportunterricht gesperrt worden. Den Schülern bzw. den Kindergartenkindern von Amrum ist die Turnhalle nicht nur aus ihrem Sportunterricht bzw. dem Kinderturnen bekannt, sondern auch von vielen anderen Aktivitäten, wie zum Beispiel dem Weihnachtsbasar oder Theateraufführungen. Daher ist die Ablenkung durch den Raum als minimal einzuschätzen.

Nachdem der Zeitraum für die Begegnungen vom 16.05.11 bis zum 27.05.11 mit der Schulleitung abgesprochen war, musste ein Plan erstellt werden, der allen Lerngruppen zwei Begegnungen mit ca. einer Woche Abstand ermöglicht. Hierzu wurden die Klassenlehrer und die Erzieher der Kindergärten befragt, wann Klassenarbeiten, Klassenfahrten, Ausflüge oder andere Aktivitäten eine Teilnahme verhindern. Der entsprechende Fragebogen und der tatsächliche Zeitplan für die Durchführung ist im Kapitel „7.5 Ergänzendes Material zur Organisation der Durchführung der Begegnungen“ dargestellt.

Damit alle Lerngruppen möglichst ähnlich auf die Begegnungen vorbereitet sind, ist der in Abbildung 42 gezeigte Ablaufplan an die Klassenlehrer und die entsprechenden Erzieher verteilt worden.

Ablaufplan

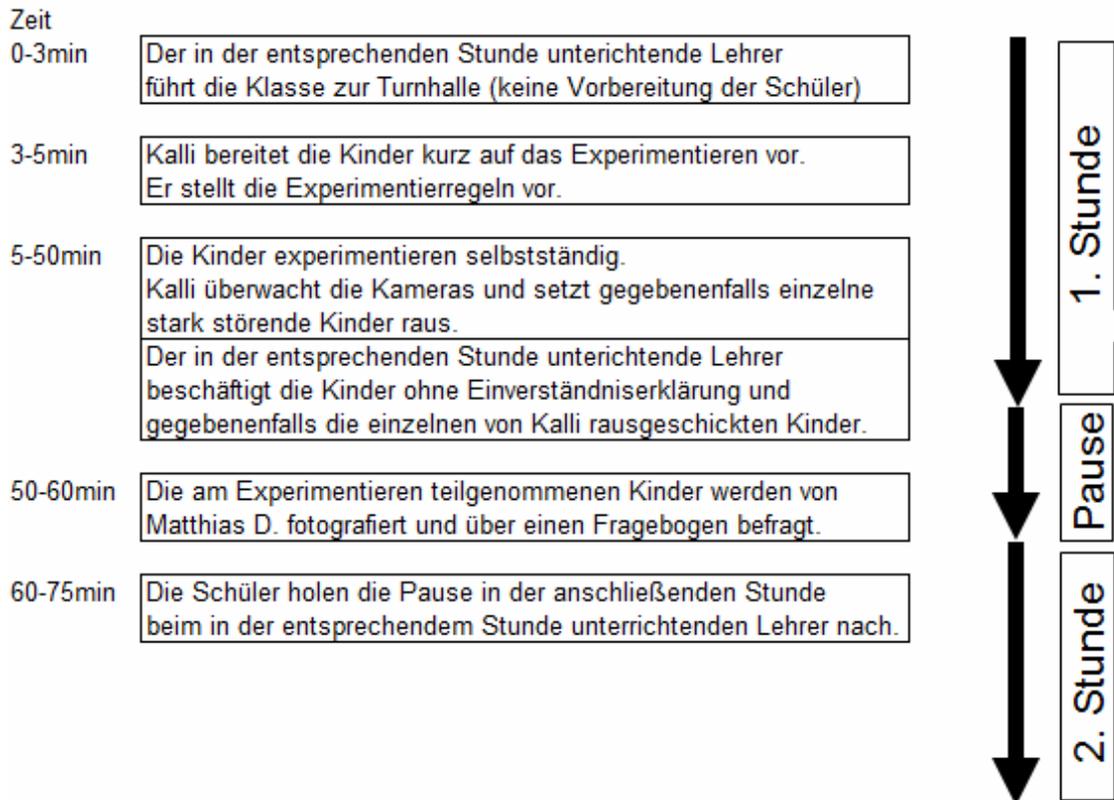


Abbildung 42: Ablaufplan für die Begegnungen für jede Lerngruppe

Die Vorbereitung der Schüler geschieht ausschließlich in der Turnhalle durch den Hausmeister. Die Experimentierregeln werden von ihm von einem Zettel vorgetragen, damit stets die gleichen Regeln in ähnlicher Zeit dargestellt werden. Diese Einweisung der Schüler findet sich im Kapitel „7.5 Ergänzendes Material zur Organisation der Durchführung der Begegnungen“.

Aus Gründen der Aufsichtspflicht ist mit dem Schulleiter vereinbart worden, dass stark störende Schüler vom Hausmeister (im Ablaufplan Kalli genannt) dazu aufgefordert werden, die Turnhalle zu verlassen. Diese Schüler würden dann von der Lehrkraft, die normalerweise in dieser Stunde die entsprechende Lerngruppe unterrichten würde, außerhalb der Turnhalle beaufsichtigt werden. Dazu ist es in keiner einzigen Begegnung gekommen!

Damit die Messungen während der Begegnungen reibungslos und vollständig verlaufen können, hatte der die Messungen beaufsichtigende Hausmeister eine Checkliste ausgehändigt bekommen, die er vor jeder Begegnung mit einer neuen

Lerngruppe überprüft hat. Diese Checkliste findet sich im Kapitel „7.5 Ergänzendes Material zur Organisation der Durchführung der Begegnungen“. Mit Ausnahme von zwei Messungen führte dies zu einem reibungslosen Ablauf. Bei einer Begegnung mit der Lerngruppe G4.1 ist versäumt worden, die Spiegelreflexkamera einzuschalten. Und in einem anderen Fall ist bei einer Begegnung eine Station nicht funktionsfähig gewesen.

Direkt im Anschluss an die Begegnung wurden die Kinder von einem älteren Schüler (im Ablaufplan Matthias D. genannt) dazu aufgefordert, sich in der Reihenfolge der Klassenliste aufzustellen. Dann wurden sie von ihm von vorne und von hinten in einer Gruppenaufnahme fotografiert. Diese dient dazu, die Kinder bei der Auswertung der Fotos und Videos, die während der Begegnungen angefertigt worden sind, anhand ihrer Gesichter und Kleidung zu identifizieren.

Der gleiche ältere Schüler hat allen Lerngruppen ab der zweiten Klasse nach den Gruppenaufnahmen einen Fragebogen ausgeteilt und erklärt. Nach maximal 10 min ist der ausgefüllte Fragebogen von ihm eingesammelt worden und am Ende des Schultages an den Versuchsleiter übergeben worden.

Um die Schüler für das Bereitstehen bei den Gruppenaufnahmen und den Fragebögen während einer Schulpause zu motivieren, wurde ihnen mitgeteilt, dass die Pause in der nächsten Schulstunde nachgeholt wird. Auf diese Weise waren pro Begegnung maximal zwei Schulstunden betroffen.

3.2.4 Geringhalten subjektiver Einflüsse bei den Datenerhebungen

Die Datenerhebungen für diese Studie sollen so objektiv wie möglich erfolgen. Hierzu müssen subjektive Einflüsse gering gehalten werden.

Ein subjektiver Einfluss könnte die Beeinflussung der Versuchsteilnehmer durch den Versuchsleiter bei der Einweisung in den Versuch sein. Der Versuchsleiter kann beispielsweise durch eine Erwartung von bestimmten Ergebnissen bei bestimmten Gruppen diese auch ungewollt durch die Art und Weise der Vorbereitung auf den Versuch beeinflussen. „Die größte Gefährdung einer gleichmäßigen Wirkung störender Untersuchungsbedingungen auf alle Versuchspersonen in allen Untersuchungsgruppen besteht in der Kenntnis der Untersuchungshypothese, die uns unbewusst veranlassen mag, Treatment- und Kontrollgruppe unterschiedlich zu

behandeln. Dieses Problem wird ausgeschaltet, wenn die Untersuchungsdurchführung von Helfern übernommen wird, die die Untersuchungshypothese nicht kennen, also der Hypothese gegenüber - ebenso wie den Versuchspersonen – „blind“ sind.“²⁰⁵ Obwohl es sich in dieser Studie um den „Vergleich“ verschiedener Altersgruppen und nicht um den Vergleich einer Gruppe mit einer Kontrollgruppe handelt, ist das oben genannte auch für diese Studie übertragbar. Aus diesem Grund sind für die Leitung des Versuches – den beiden Begegnungen - der Hausmeister der Schule und für die Durchführung der Gruppenfotos und die Beaufsichtigung der Fragebögen ein älterer Schüler herangezogen worden. Beide Personen hatten keine Kenntnis über die eigentlichen Ziele dieser Studie.

Damit der Einfluss des Hausmeisters auf das Verhalten der Kinder bei beiden Begegnungen möglichst gering ausfällt, muss seine Einweisung zu den Bedingungen möglichst standardisiert ausfallen. Die in der Fachliteratur vorgeschlagene Einweisung per Tonband oder Video²⁰⁶ schien hier ungeeignet, da auch dreijährige Kindergartenkinder vorbereitet werden mussten, bei denen die persönliche Ansprache zweckdienlicher scheint. „Schon die Art und Weise, wie der Untersuchungsleiter die Untersuchungsteilnehmer begrüßt, vermittelt den Teilnehmern einen ersten Eindruck von der für sie in der Regel ungewöhnlichen Situation und kann damit das spätere Untersuchungsverhalten beeinflussen.“²⁰⁷ Daher erhielt der Hausmeister einen kurzen Text, an den er sich bei der Einweisung des Versuches zu richten hatte, siehe auch Kapitel „7.5 Ergänzendes Material zur Organisation der Durchführung der Begegnungen“. Auf den Videoaufnahmen zu den Begegnungen waren die Einleitungen des Hausmeisters aufgezeichnet und waren so dem Autor zugänglich. Dem Hausmeister ist es nach dem Dafürhalten des Autors gelungen, vergleichbare Einweisungen zu den Begegnungen zu leisten. Die Einweisungen waren so verständlich, dass es in keinem Fall zu Nachfragen kam, obwohl die teilnehmenden Kinder hierzu explizit vom Hausmeister aufgefordert worden sind, siehe hierzu auch den standardisierten Text des Hausmeisters in Kapitel „7.5 Ergänzendes Material zur Organisation der Durchführung der Begegnungen“. Denn auch die Fachliteratur fordert eine persönliche Beseitigung offener Fragen. „Führt eine standardisierte Instruktion bei einzelnen Untersuchungsteilnehmern zu Verständnisproblemen, sind diese individuell auszuräumen (...).“²⁰⁸

²⁰⁵ BORTZ, 2011, S. 84.

²⁰⁶ Vergleiche ebenda.

²⁰⁷ Ebenda, S. 82.

²⁰⁸ Ebenda, S. 84.

Für eine objektive Datenerhebung sind objektive Messverfahren notwendig. So geschieht die Beobachtung der Kinder während der Begegnungen nicht durch subjektive Beobachtungen, sondern durch aufgestellte Videokameras mit externen Mikrofonen für eine störungsarme Sprachaufzeichnung und einer Fotokamera. Die Interpretation der Videos passiert mit einer standardisierten kategoriengeleiteten Analyse (siehe Kapitel „3.4.3 Videografie“), so dass auch dort subjektive Einflüsse möglichst gering gehalten werden.

Damit die an alle Kinder ab der zweiten Klasse verteilten Fragebögen unter möglichst vergleichbaren Bedingungen beantwortet werden, werden die Fragebögen im Lerngruppenverband bearbeitet. Zudem werden alle Lerngruppen von der gleichen Person instruiert und beaufsichtigt. „Ein entscheidender Nachteil schriftlicher Befragungen ist die unkontrollierte Erhebungssituation. Dieser Nachteil lässt sich allerdings weitgehend ausräumen, wenn es möglich ist, mehrere Untersuchungsteilnehmer in Gruppen (Schulklassen, Werksangehörige, Bewohner von Altenheimen etc.) unter standardisierten Bedingungen bei Anwesenheit eines Untersuchungsleiters gleichzeitig schriftlich zu befragen (...).“²⁰⁹

Das Genannte soll zeigen, welche Anstrengungen und Bemühungen unternommen worden sind, die subjektiven Einflüsse auf die Datenerhebung gering zu halten. Allerdings bleiben auch unter den beschriebenen Bedingungen verringerte, aber dennoch vorhandene Möglichkeiten für subjektive Einflüsse bei der Erhebung und Interpretation der Daten bestehen. „Offensichtlich müssen wir uns mit einer gewissen, letztlich nicht mehr reduzierbaren Ungenauigkeit unserer Untersuchungsergebnisse abfinden.“²¹⁰

²⁰⁹ BORTZ, 2011, S. 252.

²¹⁰ Ebenda, S. 83.

3.3 Vorstellung der verwendeten Stationen

Alle Stationen zeichnen sich durch den hohen Aufforderungscharakter an die Kinder aus, an ihnen aktiv zu werden und physikalische Zusammenhänge durch den handelnden Umgang mit der Station zu erforschen.

Die zehn für diese Studie verwendeten Stationen sollen an dieser Stelle nur kurz vorgestellt werden. Eine vollständige Beschreibung der diesen Stationen innewohnenden physikalischen Phänomene würde den Rahmen deutlich sprengen, da diese häufig von vielfältiger und komplexer Natur sind. Daher werden hier nur einzelne Fragestellungen zu den betreffenden Stationen genannt, die von den Kindern selbstständig gefunden und erforscht werden können, ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Zur Illustrierung werden Bilder verwendet, auf denen Amrumer Schüler zu sehen sind. Für diese Art der Veröffentlichung habe ich die Einverständniserklärung der Erziehungsberechtigten eingeholt, sowie die Einwilligung der Schüler, siehe Kapitel „7.6 Einverständniserklärung zur Veröffentlichung von Bildern“.

Der längste Weg



Abbildung 43: Die Station "Der längste Weg"

„Kinder gewinnen auf den selbst zu entwickelnden Kugelbahnen elementare Erfahrungen über Bewegungen. Kugeln beginnen dann zu rollen, wenn die antreibende Kraft größer als die Reibung ist. Bleibt die antreibende Kraft gleich, steigt die Geschwindigkeit immer mehr an.“²¹¹ Spielerisch werden diese Erfahrungen provoziert, wenn versucht wird, einen möglichst langen Weg aufzubauen.

Lissajousfiguren



Abbildung 44: Die Station „Lissajousfiguren“

Ein Pendel hat durch eine besondere Aufhängung in zwei orthogonal zueinander laufenden Richtungen unterschiedliche Pendellängen und somit unterschiedliche Schwingungsdauern. Die Überlagerung dieser Schwingungen wird in Sandspuren festgehalten und führen zu den typischen Lissajousfiguren.

Kugelralley

„Auf drei Bahnen unterschiedlicher Form haben Kugeln zwar die gleiche Endgeschwindigkeit, ihre Laufzeit ist aber sehr verschieden.“²¹² Alle drei Bahnen sind gleich lang und weisen den gleichen Höhenunterschied auf. Trotzdem erhält die am Anfang stärker geneigte Bahn eine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit, da sie am Anfang stärker beschleunigt.

²¹¹ FIESSER, 2010, S. 41.

²¹² Ebenda, S. 60.



Abbildung 45: Die Station „Kugerrallye“

Kugelrampe



Abbildung 46: Die Station „Kugelrampe“

„Zwischen 2 Stangen scheint eine Kugel bergauf zu laufen“.²¹³ Bei genauer Beobachtung lässt sich feststellen, dass die Kugel nur dann „bergauf“ läuft, wenn ihr Schwerpunkt dabei absinkt. Es handelt sich also um eine Täuschung, die von den Kindern aufgedeckt werden kann.

Begehbare Brücke



„Auf einer Grundplatte mit zwei fest verankerten Endklötzen (...) werden mithilfe einer Schiene sieben einzelne Klötze zu einem Brückenbogen aufgebaut. (...) Nachdem der Bogen fertig gestellt ist, kann die Stütze vorsichtig entfernt und die Stabilität des Bogens geprüft werden.“²¹⁴ Durch die leicht konische Form der Klötze wird die Kraft symmetrisch auf die unteren Klötze und am Ende auf die Endklötze übertragen.

Abbildung 47: Die Station „Begehbare Brücke“

Bernoulliball

In einem gleichmäßigen Wasserstrom schwebt verblüffend stabil ein Ball. „Es sind elementare Phänomene von Druck und Auftrieb erfahrbar. (...) Nach dem Gesetz von Bernoulli sinkt der Druck in strömenden Medien gegenüber der ruhenden Umgebung. Dadurch kommt es zu Druckunterschieden auf den beiden Seiten des umströmten Gegenstandes und das führt zu den Kräften, die beobachtet werden können.“²¹⁵ Der Ball wird durch den „Unterdruck“ an der hauptsächlich im Strom stehenden Seite immer wieder in den Strom „gesogen“.

²¹³ FIESSER, 2010, S. 152.

²¹⁴ ÖHDING, 2009, S. 25ff.

²¹⁵ FIESSER, 2010, S. 104ff.



Abbildung 48: Die Station „Bernoulliball“

Drei-Zeiten-Pendel



Abbildung 49: Die Station „Drei-Zeiten-Pendel“

Diese Station zeigt, dass die Schwingungsdauer ausschließlich von der Pendellänge abhängt. Es ist unmöglich, die drei unterschiedlich langen Pendel so anzustoßen, dass sie im Gleichtakt schwingen. „In erster Näherung schwingt ein Fadenpendel harmonisch, also mit einer ihm eingprägten Schwingungsdauer, die unabhängig von der Schwingungsweite ist. Durch deren Variation ist also keine Übereinstimmung der Schwingungen möglich.“²¹⁶

²¹⁶ FIESSER, 2010, S. 141.

Farbige Schatten



„Zwei Leuchten unterschiedlicher Farbe erzeugen verblüffende Schatten.“²¹⁷ Da die Schatten der einen Lichtquelle von der anderen Lichtquelle beleuchtet werden, nehmen sie dadurch die jeweils andere Farbe an, als die, die den Schatten erzeugt.

Ist eine Lichtquelle weiß (also aus vielen Farben bestehend), erscheinen die Halbschatten in der Komplementärfarbe zur anderen Lampe.

Abbildung 50: Die Station „Farbige Schatten“

Koppelpendel



Abbildung 51: Die Station „Koppelpendel“

²¹⁷ FIESSER, 2010, S. 92.

Zwei Pendel gleicher Pendellänge und mit gleichem Pendelgewicht sind mit einem Gummiband verbunden. Dadurch kann die Energie des einen Pendels zum anderen übertragen werden. „Folgende Erfahrungen sind möglich: Ohne Kopplung (das Gummi ist ganz nach oben geschoben) sind die beiden Pendel ganz unabhängig voneinander. Jedes behält seinen Schwingungszustand bei. Ruht das eine Pendel wenn das gekoppelte andere schwingt, übernimmt das Erste die Schwingungsenergie vollständig, das zweite bleibt schließlich stehen. Danach dreht sich der Prozess um! Schwingen beide Pendel mit gleicher Phase, gibt es keine Energieaustausch. Schwingen beide Pendel gegenphasig, tauschen sie ebenfalls keine Energie aus.“²¹⁸

Starke Luft



Abbildung 52: Die Station „Starke Luft“

Wird eine mit Wasser gefüllte Flasche mit einem Tischtennisball vor der Öffnung auf den Kopf gedreht, so ist ein einfacher Tischtennisball erstaunlicherweise dazu in der Lage, die Flasche zu verschließen und das Wasser in der Flasche zu halten. Bei genauer Beobachtung kann festgestellt werden, dass beim Umdrehen der Flasche ein kleines bisschen Wasser aus der Flasche ausläuft. Dadurch erhöht sich das Volumen, welches die Luft in der Flasche einnimmt, ohne dass zusätzliche Luft in die Flasche

²¹⁸ FIESSER, 2010, S. 144.

einströmen kann. Daher verringert sich der Luftdruck in der Flasche gegenüber dem außerhalb der Flasche vorherrschenden Druck. Diese Druckdifferenz führt dazu, dass der auf den Tischtennisball einwirkende äußere Luftdruck ausreicht, die Wassermenge in der Flasche zu halten.

3.4 Benutzte Verfahren zur Datenerhebung mit einer Beschreibung der jeweils untersuchten Variablen

Die zu verwendenden Verfahren zur Gewinnung von Daten wurden vom Autor so ausgewählt, dass möglichst vielfältige Variablen bezüglich des Experimentierverhaltens beleuchtet werden und trotzdem der Aufwand für eine solche Studie angemessen bleibt. Dabei fiel die Wahl auf eine Kombination aus Fragebögen, Fotografien und einer kategoriengeleiteten Videoanalyse. Die Verfahren sollen genauso wie die in den einzelnen Verfahren untersuchten Variablen im Folgenden erläutert werden.

3.4.1 Fragebögen

Die nach den beiden Begegnungen ausgeteilten Fragebögen dienen im Wesentlichen zwei Zielen:

1. Sie sollen einen Zugang zur subjektiven Wahrnehmung der Schüler ermöglichen. Mit den Fragebögen wird es ermöglicht, nicht nur Daten aus der Sicht des „Beobachters“ zu gewinnen, sondern auch aus der persönlichen Sicht des „Teilnehmenden“.
2. Außerdem sollen die Fragebögen nach Möglichkeit Besonderheiten der Lerngruppen und somit Unterschiede zwischen den Lerngruppen aufdecken, die nichts mit dem unterschiedlichen Alter zu tun haben und so die Messungen verfälschen könnten.

Im Kapitel „7.7 Fragebögen für die Schülerbefragung nach den beiden Begegnungen“ finden sich die entstandenen Fragebögen, die nach der ersten bzw. zweiten Begegnung von den Schülern ab der 2. Klasse beantwortet wurden. Diese Altersbeschränkung ist notwendig, da zum selbstständigen Ausfüllen der Fragebögen eine ausreichende Lesekompetenz Voraussetzung ist.

Um eine möglichst objektive und einfache Auswertung zu ermöglichen, sind die Fragen in der Hauptsache mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten formuliert. Auf diese Weise entfallen zeitaufwendige Kategorisierungs- und Kodierarbeiten.²¹⁹

Es wurde versucht, die Regeln von Porst für eine gelungene Fragebogenkonstruktion zu erfüllen:

²¹⁹ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 254.

1. „Du sollst einfache unzweideutige Begriffe verwenden, die von allen Befragten in gleicher Weise verstanden werden!
2. Du sollst lange und komplexe Fragen vermeiden!
3. Du sollst hypothetische Fragen vermeiden!
4. Du sollst doppelte Stimuli und Verneinungen vermeiden!
5. Du sollst Unterstellungen und suggestive Fragen vermeiden!
6. Du sollst Fragen vermeiden, die auf Informationen abzielen, über die viele Befragte mutmaßlich nicht verfügen!
7. Du sollst Fragen mit eindeutigem zeitlichen Bezug verwenden!
8. Du sollst Antwortkategorien verwenden, die erschöpfend und disjunkt (überschneidungsfrei) sind!
9. Du sollst sicherstellen, dass der Kontext einer Frage sich nicht auf deren Beantwortung auswirkt!
10. Du sollst unklare Begriffe definieren!“²²⁰

Im Übrigen sind die Fragebögen so konstruiert, dass sie innerhalb von höchstens 10 min von allen befragten Teilnehmern ab der zweiten Klasse beantwortet werden können. Auf komplexe Itemkonstruktionen aus mehreren Fragen, wie sie bei fragebogenbasierten Studien üblich sind, wurde daher verzichtet. Für eine gute Vergleichbarkeit der verschiedenen Altersgruppen haben alle Altersgruppen ab der zweiten Klasse den gleichen Fragebogen ausgeteilt bekommen. Da die Fragebögen direkt im Anschluss an die jeweilige Begegnung verteilt wurden, sollten die Eindrücke vom Experimentieren noch präsent genug sein, um zu klaren Ergebnissen zu kommen.

„Ein entscheidender Nachteil schriftlicher Befragungen ist die unkontrollierte Erhebungssituation. Dieser Nachteil lässt sich allerdings weitgehend ausräumen, wenn es möglich ist, mehrere Untersuchungsteilnehmer in Gruppen (Schulklassen, Werksangehörige, Bewohner von Altenheimen etc.) unter standardisierten Bedingungen bei Anwesenheit eines Untersuchungsleiters gleichzeitig schriftlich zu befragen.“²²¹ Diesem Punkt wurde durch die gemeinsame Befragung in Schulklassen bei Anwesenheit eines älteren Schülers aus der zehnten Klasse als „Untersuchungsleiter“ entsprochen.

²²⁰ BORTZ, 2009, S. 254 mit Verweis auf PORST, 2000.

²²¹ BORTZ, 2009, S. 252.

Nicht zuletzt auch wegen der Kenntnis der Schüler vom Untersuchungsleiter als Lehrer der von ihnen besuchten Schule ist für eine möglichst ehrliche Beantwortung der Fragen die Wahl auf eine anonymen Befragung gefallen. Lediglich das Geschlecht des Teilnehmers wurde abgefragt.

Alle Fragen (bis auf Frage sieben beim ersten Fragebogen) verfügen über fünf Antwortmöglichkeiten, die den Grad der Zustimmung ausdrücken (ja sehr, ja teilweise, mittel, eher nicht, überhaupt nicht). Alle Antwortmöglichkeiten sind ferner mit Smileys erklärt.

Die ersten vier Fragen:

1. Hast du diese Stunde interessant gefunden?
2. Freust du dich auf die nächste solche Stunde?
3. Konntest du ohne Störung experimentieren?
4. Konntest du an die Stationen, die dich interessiert haben?

sind in beiden Fragebögen in der gleichen Reihenfolge verwendet worden. Wobei die ersten beiden Fragen auf das allgemeine Interesse des Schülers zielen und die dritte und vierte Frage abfragen, ob es innerhalb einer Lerngruppe zu häufigen Störungen kam oder ob verhältnismäßig ungestört experimentiert werden konnte.

Die Fragen fünf und sechs beim ersten Fragebogen:

5. Findest du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?
6. Schätzt du dich in HSU oder Physik gut ein?

sollen darüber Auskunft geben, ob sich die Lerngruppen in den relevanten Schulfächern unterscheiden und sich so eventuell Verhaltensunterschiede erklären ließen, die aber nicht vom Alter der Gruppen abhängen.

Die Frage sieben beim ersten Fragebogen:

7. Beschreibe oder male (auf der Rückseite) die beiden Stationen, die Dir am meisten gefallen haben:

war durch die Fragebögen anderer Studien zur Miniphänomena inspiriert, bei denen diese Anweisung die Memorierung bzw. die Tiefe der Auseinandersetzung mit der Station ermittelt hat. Für die vorliegende Studie, welche die Verhaltensunterschiede verschieden alter Kinder untersucht, scheint sie dem Autor inzwischen nicht mehr geeignet und wird so aus der folgenden Auswertung der Ergebnisse gestrichen.

Die Fragen fünf, sechs, acht und neun beim zweiten Fragebogen:

5. Experimentierst Du gerne alleine?
6. Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?
8. Experimentierst Du gern mit Mädchen?
9. Experimentierst Du gern mit Jungen?

sollen Unterschiede bei den Präferenzen zur Auswahl der Experimentierpartner aufdecken.

Die Frage sieben beim zweiten Fragebogen:

7. Würdest Du gern solche Stationen in der Schule bauen?

ist durch potentielle Veränderungen im Projekt Miniphänomena für ältere Schüler motiviert und zielt daher nicht primär auf das Experimentierverhalten ab und ist somit für diese Studie nicht relevant und wird daher aus der folgenden Auswertung gestrichen.

3.4.2 Fotografie

Die Fotografie wurde in dieser Studie an drei Stellen benutzt. Einmal als Hilfsmittel bei den Gruppenaufnahmen der kompletten Lerngruppe nach den Begegnungen, um den einzelnen Kinder auf den Fotografien und Videos zu identifizieren, die während der Begegnungen angefertigt wurden. Als weiterer Punkt zur Dokumentation bzw. zur Veranschaulichung beispielsweise der Stationen. Diese Verwendungen seien hiermit hinreichend beschrieben und sollen auch nicht weiter ausgeführt werden, da es sich nicht um ein wirkliches Messverfahren dieser Studie handelt.

Darüber hinaus hat während der Begegnungen eine Kamera alle zehn Sekunden die komplette Turnhalle mit den dort aufgebauten zehn Experimentierstationen und die für Pausen bereitgestellten Bänke aufgenommen. Insgesamt sind 5964 solcher Aufnahmen für diese Studie herangezogen worden. Auf diese Weise lassen sich Aussagen zum Aufenthalt eines jeden Kindes in Zehn-Sekunden-Intervallen generieren, so dass sich folgende Variablen für diese Studie ergeben:

- Welche Station wird wie oft besucht? Diese Fragestellung ist in erster Linie für die Auswahl der zu videografierten Station interessant, siehe Kapitel „3.4.3 Auswahl der für die Untersuchung herangezogenen Station“.
- Welche Kinder nehmen nicht am Experimentieren teil? Durch die Fotos ist eine Identifizierung jedes Kindes möglich, welches auf der Bank sitzt und sich somit für den entsprechenden Zeitraum gegen die Teilnahme am

Experimentieren entschieden hat. So sind Aussagen zum Geschlecht, zum Alter des Kindes und zur Dauer der „Nichtteilnahme“ möglich. In der Auswertung wird die Dauer in Prozent zur beobachteten Anwesenheitsdauer in der Turnhalle angegeben.

An dieser Stelle sei noch die Technik beschrieben, mit der die Fotos in der Turnhalle gemacht wurden. Um einen guten Überblick zu erhalten, wurde die Kamera an einem erhöhten Standort (am oberen Ende einer Sprossenwand) befestigt.

Um eine genügende Auflösung auch bei schwächerem Licht zu gewährleisten, fiel die Wahl auf eine hoch auflösende digitale Spiegelreflexkamera mit Vollformatsensor. Der größere Sensor ermöglicht trotz großer Auflösung größere einzelne Pixel, die dadurch empfindlicher sind und so eine schwächere Neigung zum Rauschen („körniges Bild“) haben. Dies ist besonders dann ein Vorteil, wenn bei wenig Licht, wie zum Beispiel bei Kunstlicht in einer Turnhalle, bewegungsscharfe Bilder entstehen sollen. So erlaubt der Vollformatsensor auch bei wenig Licht ausreichend kurze Verschlusszeiten, die die sich bewegenden Kinder scharf abbilden. Die hierzu notwendige höhere ISO-Empfindlichkeit stellt eine solche Kamera wie bereits erwähnt mit geringem Rauschen dar, so dass jedes Kind auch im hintersten Teil der Turnhalle sicher identifiziert werden kann.²²² Für eine ausreichende Belichtung in den Schattenbereichen hat der Autor gute Erfahrung mit einer Belichtungskorrektur von +2/3 EV Lichtstufen in Kombination mit einer Kontrast messenden Mehrfeldmessung gemacht.

Damit die Turnhalle vollständig erfasst wurde, wurde ein 15mm Fisheye-Objektiv verwendet, welches in der Bilddiagonale einen Bildwinkel von 180° aufnimmt. Für die automatische Auslösung alle zehn Sekunden wurde ein Intervalltimer an die Kamera angeschlossen.

²²² Vergleiche VARESVUO, 2013, S. 40ff.



Abbildung 53: Die verwendete Canon EOS 5D Mark2 Kamera, das Canon 2,8/15mm Fisheye-Objektiv und der Canon TC-80N3 Intervalltimer

3.4.3 Auswahl der für die Untersuchung herangezogenen Stationen

Wie bereits im Kapitel „3.2.1 Auswahl der Stationen“ dargelegt, geschah die Auswahl der Stationen in einem Auswahlverfahren, welches die voraussichtliche Eignung der Stationen für alle untersuchten Altersgruppen vorsah. Dafür wurden elf erfahrene Miniphänomenta Mitarbeiter befragt, welche Stationen bei jungen und älteren Kindern vielfältige Verhaltensweisen erwarten lassen. Die fünf Stationen, welche als am meisten geeignet ausgewählt wurden, wurden während der beiden Begegnungen videografiert, um bei technischen Defekten zur Sicherheit auf andere Messungen zurückgreifen zu können. Dies waren die Stationen „Der längste Weg“, „Lissajousfiguren“, „Kugelrallye“, „Kugelrampe“ und „Begehbare Brücke“. Tatsächlich videografisch ausgewertet wird aufgrund des erheblichen Aufwandes nur eine Station.

Diese Station wurde erst nach den Begegnungen ausgewählt, da dann eine Information darüber vorlag, welche Stationen von welcher Altersgruppe wie oft besucht worden ist. Um die Ergebnisse der Videografie von Altersgruppe zu Altersgruppe zu vergleichen, sollte die ausgewählte Station ohne zu große Schwankungen besucht worden sein. Wird die Station beispielsweise von einigen Altersgruppen sehr gut und von anderen Altersgruppen fast gar nicht besucht, so sind die Ergebnisse nicht so gut zu vergleichen, wie wenn die Station von allen

Altersgruppen relativ gleichmäßig besucht wird. Daher wurde nach den Begegnungen mit Hilfe der Fotos analysiert, welche Station von welcher Altersgruppe wie oft besucht worden ist. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 54 dargestellt. Eine Erklärung des Boxplotdiagrammes, welches hier benutzt wurde, findet sich im Kapitel „3.5.1 Boxplot Diagramme“.

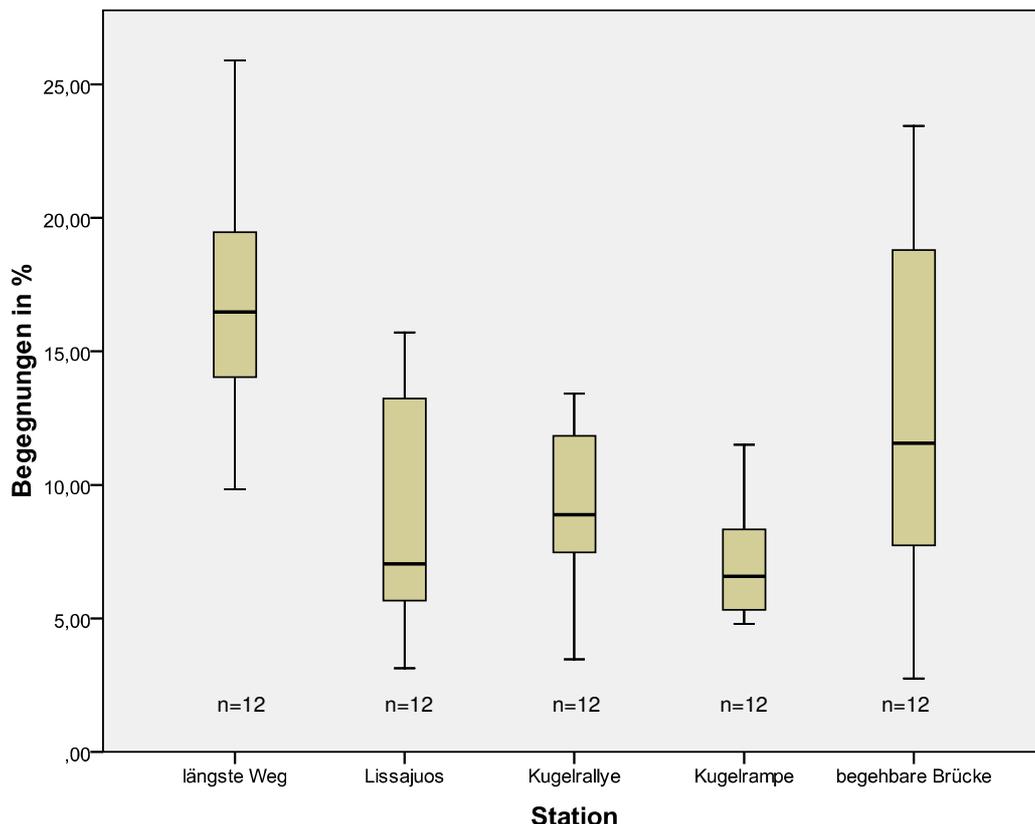


Abbildung 54: Begegnungen an der betreffenden Station in Relation zu allen vorgekommenen Begegnungen

Wünschenswert ist auf der einen Seite eine möglichst hohe Beteiligung, die in dem Boxplotdiagramm (Abbildung 54) beispielsweise durch höher gelegene Mediane erkennbar sind (der Median ist durch den schwarzen Balken innerhalb der Box gekennzeichnet). Da wären nach der obigen Grafik die Station „Der längste Weg“, „Begehbare Brücke“ und die „Kugelrallye“ die drei meist geeigneten Stationen. Auf der anderen Seite ist eine möglichst geringe Streuung der relativen „Beteiligung“ an den Stationen von Altersgruppe zu Altersgruppe gewünscht. Diese ist im obigen Boxplotdiagramm an einer möglichst kurzen Box bzw. möglichst kurzen Ärmchen (den Whiskern) zu erkennen. Hier wären die Stationen „Kugelrampe“, „Kugelrallye“ und „Der längste Weg“ die drei meist geeigneten Stationen. Werden diese beiden Kriterien berücksichtigt, so bleiben die Stationen „Der längste Weg“ und „Kugelrallye“ die für

eine tiefergehende Auswertung am meisten geeigneten Stationen. Wobei für die Station „Der längste Weg“ die höhere durchschnittliche Beteiligung sprechen würde.

Zunächst wurde daher auch die Station „Der längste Weg“ videografisch analysiert. Allerdings fiel es dem Autor schwer, das Verhalten der experimentierenden Kinder an dieser Station bestimmten Kategorien zuzuordnen, was für die Auswertung der Beobachtungen unerlässlich ist. Da diese Station kein eindeutiges Ziel hat, ist das zu beobachtende Verhalten extrem vielseitig und so schwer einzelnen Kategorien zuzuordnen, bzw. sind diese Kategorien nicht zu finden. Das eigentliche Ziel, der Aufbau eines langen Weges für eine rollende Kugel, wird nicht von jeder Schülergruppe verfolgt. Vielmehr werden selbstständig Spiele gefunden, die man an dieser Station spielen kann, wie zum Beispiel Flipper, oder auch eine Art Ballspiel mit verschiedenen Hölzern als Schläger. Für eine genaue Beschreibung der Stationen siehe Kapitel „3.3 Vorstellung der verwendeten Stationen“.

Auch in einer anderen Studie, die diese Station für eine kategoriengeleitete, videografische Verhaltensanalyse benutzt hat, wurden diese Probleme beschrieben. „Die Erstellung des Codierungsschemas als Grundlage der quantitativen, kategoriengeleiteten Videoanalyse für die Station „Längster Weg“ stellte sich sehr komplex dar. Den Kindern steht für das experimentelle Vorgehen an dieser Station eine große Anzahl an Freiheitsgraden zur Verfügung, wodurch eine Vielzahl unterschiedlicher Handlungen beobachtet werden konnte. Im Gegensatz zu den Stationen „Begehbare Brücke“ und „Kugelrallye“, die aufgrund ihres Erscheinungsbildes ein „Ziel“ implizieren, ist bei der Station „Längster Weg“ kein definiertes Ziel, den längsten oder langsamsten Weg für die Murmel zu bauen, erkennbar.“²²³ Desgleichen zeigte die Auswertung in dieser Studie, dass auch die Ergebnisse dieser Station keine oder kaum signifikante Schlüsse zuließen.²²⁴

Dieweil der Vergleich des Verhaltens von sehr unterschiedlich alten Kindern im Alter von 3 bis 17 Jahren schon eine große Herausforderung darstellt, sollte das Verhalten der Kinder an der für die Untersuchung herangezogenen Station möglichst eindeutig in bestimmte Kategorien zugeordnet werden können. Aufgrund der oben beschriebenen Probleme scheint die Station „Der längster Weg“ hierfür ungeeignet. So ist die Entscheidung bei der Auswahl auf die Station „Kugelrallye“ gefallen. Zum einen, weil die Station eine verhältnismäßig hohe mittlere Beteiligung sowie eine

²²³ ÖHDING, 2009, S. 151.

²²⁴ Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 156.

relativ geringe Streuung der mittleren Beteiligung über alle Altersgruppen erbracht hat. Zum anderen, weil diese Station ein relativ klares Ziel (Welche Bahn ist die schnellste?) impliziert und somit bestimmte Verhaltensweisen beim Experimentieren provoziert. Dieses Verhalten lässt sich nun eindeutiger in bestimmte Kategorien zuordnen und dann von Altersgruppe zu Altersgruppe vergleichen. Somit sei die Entscheidung für diese Station und der Ausschluss der Station „Der längste Weg“ gerechtfertigt, nicht zuletzt, weil die videografische Analyse auf „nur“ einer Station beruht und „Fehlschüsse“ unbedingt vermieden werden sollten.

3.4.4 Videografie

Die in dieser Studie verwendete kategoriengeleitete Videoanalyse zur Betrachtung des Experimentierverhaltens ist der Methode der apparativen Beobachtung zuzuordnen.

„Beobachtung im engeren Sinne nennen wir das Sammeln von Erfahrungen in einem nichtkommunikativen Prozess mit Hilfe sämtlicher Wahrnehmungsmöglichkeiten. Im Vergleich zur Alltagsbeobachtung ist wissenschaftliche Beobachtung stärker zielgerichtet und methodisch kontrolliert. Sie zeichnet sich durch Verwendung von Instrumenten aus, die die Selbstreflektiertheit, Systematik und Kontrolliertheit der Beobachtung gewährleisten und Grenzen unseres Wahrnehmungsvermögens auszudehnen helfen.“²²⁵ Dabei zeichnet sich die wissenschaftliche Beobachtung durch eine Standardisierung und eine intersubjektive Überprüfbarkeit aus. Auf diese Weise wird gegenüber Alltagsbeobachtungen der typische Charakter von Subjektivität oder gar dem Anekdotischen vermieden.²²⁶

Für eine systematische Beobachtung wird ein Beobachtungsplan vorausgesetzt, welcher Angaben zu folgenden Kriterien gibt: Was, wo, von wem beobachtet wird und wie dies gedeutet und protokolliert wird. Die zum Gegenstand der Forschung gemachten zu beobachtenden Ereignisse sollen dabei mit einem eindeutig festgelegten Beobachtungsprozess protokolliert werden.²²⁷

In dieser Studie wird das Experimentierverhalten von Kindern an Stationen der Miniphänomenta in der Turnhalle der Öömrang Skuul auf Amrum vom Autor mit Hilfe

²²⁵ BORTZ, 2009, S. 262.

²²⁶ Vergleiche ebenda.

²²⁷ Vergleiche ebenda, S. 263.

von Videofilmen beobachtet, indem das Verhalten eines jeden Kindes in Zehn-Sekunden-Intervallen bestimmten Verhaltenskategorien über eine Kodierungssoftware zugeordnet wird.

Bei der systematischen Beobachtung sollen Regeln eingehalten werden, die sich aus den Punkten Selektion, Abstraktion, Klassifikation, Systematisierung und Relativierung zusammensetzen. Die Selektion beschreibt die Auswahl der Beobachtungsgegenstände, in dieser Studie das Experimentierverhalten. Die Abstraktion kennzeichnet die „Loslösung“ des Beobachtungsgegenstandes aus dem Kontext der Beobachtungssituation, hier die Beschränkung auf die einzelnen zuvor ausgewählten Handlungskategorien beim Experimentieren. Die Klassifikation nimmt eine Zuordnung von Zeichen zu bestimmten Merkmalsklassen vor, hier durch die Definition der verschiedenen Handlungskategorien und die dadurch entstehende Abgrenzung voneinander bei den verschiedenen Kategorien. Unter Systematisierung ist der Prozess zu verstehen, der aus Zahlen und Zeichen ein übersichtliches Gesamtprotokoll erstellt, welches die Daten für eine statistische Analyse liefert. Bei dieser Studie ist dies eine digitale Tabelle für Excel bzw. SPSS, die durch eine Auswertesoftware (Videograph) bereitgestellt wird, hierzu folgen weiter unten noch genauere Ausführungen. Mit der Relativierung sind Überlegungen gemeint, die sich mit dem Aussagegehalt des Untersuchungsmaterials bzw. mit der Integration in die „Forschungslandschaft“ auseinandersetzen. Beispielsweise durch den Hinweis, dass die gewonnenen Daten ausschließlich auf Amrum erhoben worden sind und daher zunächst nur sicher für Amrumer Kinder gelten.²²⁸

Bei der Videoanalyse handelt es sich um eine nichtteilnehmende und offene Beobachtung, weil der Untersuchungsleiter nicht am Experimentieren teilnimmt, aber für die experimentierenden Kinder sichtbar ist, dass sie beobachtet werden.

Bei der nichtteilnehmenden Beobachtung kann der Beobachter sich gegenüber der teilnehmenden Beobachtung vollständig auf das Geschehen konzentrieren und fernerhin ist der mögliche Grad der Systematisierung höher.²²⁹ Aber die Teilnahme des Untersuchungsleiters am Experimentieren wäre auch deswegen nicht förderlich für diese Studie, da das Verhalten der Kinder durch einen sehr viel älteren Teilnehmer beeinflusst werden könnte und so einen direkten Vergleich unterschiedlich alter Kinder deutlich erschweren bzw. unmöglich machen würde.

²²⁸ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 265 ff.

²²⁹ Vergleiche ebenda, S. 267.

Bei der offenen (also für die Teilnehmer sichtbaren) Beobachtung kann der Nachteil entstehen, „dass die Untersuchungsteilnehmer über Ziel und Zweck der Beobachtung spekulieren und sich möglicherweise konform im Sinne sozialer Erwünschtheit (...) bzw. auch antikonform verhalten.“²³⁰ Trotzdem bietet sich für eine Untersuchung des Experimentierverhaltens bzw. der altersabhängigen Verhaltensunterschiede als Messverfahren eine kategoriengeleitete Videoanalyse an. Bei sorgfältiger Aufstellung der Kamera und Wahl des Aufnahmestandortes sowie der Verwendung eines externen Mikrofons in unmittelbarer Nähe der Station wird das Videomaterial in einer audiovisuellen Qualität erzeugt, die den Möglichkeiten bei einer direkten Beobachtung nahe kommen. Durch eine videografische Aufnahme ist das Verhalten an der betreffenden Station dauerhaft aufgezeichnet und steht daher für eine beliebig oft zu wiederholende Analyse zur Verfügung. Außerdem tritt während des Experimentierens der Versuchsleiter nicht in Erscheinung, sondern nur die von ihm vor der Begegnung aufgestellten Kameras, die vom Hausmeister bedient werden. So hat sich die kategoriengeleitete Videoanalyse bei Untersuchungen an Experimentierstationen schon unter anderen bei ÖHDING 2009 und SCHLIEßMANN (ohne Jahresangabe) bewährt.

Eine weitere Standardisierung der Beobachtung wurde durch eine Gliederung der Beobachtungszeit in feste Zeitabschnitte von zehn Sekunden Länge erreicht. In diesen Zehn-Sekunden-Intervallen wird jedes an der beobachteten Station anwesende Kind einer Handlungskategorie zugeordnet, die das Verhalten des Kindes während des entsprechenden Intervalls am besten beschreibt. Diese Ziehung einer Stichprobe wird Zeitstichprobe genannt und kann eine zuverlässige Repräsentation einer Population liefern.²³¹ Allerdings fordert diese Methodik hohe Anforderungen an das Konzentrationsvermögen des Beobachters.²³² Dies kann aber dadurch entschärft werden, dass Videomaterial analysiert wird, welches beliebig oft wiederholt beobachtet werden kann. Die Zeitdauer von zehn Sekunden hat sich bei ÖHDING 2009 schon bewährt und gewährleistet genügend Messwerte auch bei kürzeren Aufenthaltsdauern an der Station, ohne einen zu hohen Aufwand beim Kodieren zu fordern, wie das bei beispielsweise Fünf-Sekunden-Intervallen der Fall wäre.

Bisher sind mit Hilfe einer Videoanalyse in erster Linie kognitive Prozesse der Lernenden betrachtet worden.²³³ Das in dieser Studie untersuchte

²³⁰ BORTZ, 2009, S. 267.

²³¹ Vergleiche ebenda, S. 272.

²³² Vergleiche ebenda, S. 270.

²³³ Vergleiche SCHAUMBURG, 2002.

Experimentierverhalten lässt sich nicht unabhängig von den kognitiven Prozessen untersuchen, da diese naturgemäß einen großen Einfluss auf das Verhalten eines Kindes an einer Experimentierstation haben. Allerdings sollen in dieser Studie auch Verhaltensweisen bei den verschiedenen Altersgruppen miteinander verglichen werden, die nicht die direkten kognitiven Prozesse beim Experimentieren untersuchen, wie beispielsweise das Stören und das Abgelenkt sein. Daher sind die bestehenden und etablierten Kataloge von Handlungskategorien bei Experimentierstationen wie sie beispielsweise von ÖHDING 2009 und SCHLIEßMANN (ohne Jahresangabe) verwendet wurden und sich dabei auf BARRIAULT 1999 beziehen, für diese Studie angepasst und ergänzt worden. Dort wird im Wesentlichen zwischen einem Eingangs-, einem Übergangs- und einem Durchbruchverhalten unterschieden.²³⁴ Dabei gehören zum

Eingangsverhalten das Arbeiten an der Station und das Beobachten anderer Kinder an der Station, zum

Übergangsverhalten das Wiederholen des Experimentes und das Zeigen von positiven Emotionen, zum

Durchbruchverhalten das Benutzen von vorhandenen Erfahrungen, das Sammeln und Diskutieren von Informationen und das vertiefte Experimentieren, z.B. dem Testen einer Variablen.²³⁵

Die in dieser Studie verwendeten konkreten Handlungskategorien für das Verhalten der Kinder sind nachfolgend in Abbildung 55 dargestellt. Diese Kategorien wurden für die benutzte Station Kugelrallye angepasst (für eine genaue Beschreibung siehe Kapitel „3.3 Vorstellung der verwendeten Stationen“), damit eine möglichst eindeutige Zuordnung des Kindesverhaltens zu den einzelnen Kategorien ermöglicht wird. Auf diese Weise soll gewährleistet werden, dass der Beobachter möglichst ohne Interpretationsspielraum das Verhalten der Kinder den einzelnen Verhaltenskategorien zuordnen kann. Eine weitere zwingende Voraussetzung hierfür ist zusätzlich, dass sich die Verhaltenskategorien disjunkt voneinander unterscheiden. D. h. es dürfen keine Überschneidungen bei den Handlungskategorien zugelassen werden, die somit das Zuordnen einer Verhaltensweise eines Kindes in mehr als eine Kategorie ermöglichen würden.

²³⁴ Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 106ff.

²³⁵ Vergleiche ebenda.

Wert	Wertelabel	Beschreibung
10	Zerstör	Bewusst strapazierender bis zerstörerischer Umgang mit Material (Schüler sollte wissen, dass sein Umgang die Station strapaziert oder beschädigen könnte.)
8	Stört	Zeigt Verhaltensweise ohne naturwissenschaftliches Ziel und versucht andere Schüler vom Experimentieren abzulenken (z.B. singt ins Mikrofon, versucht die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, ist albern und lenkt ab.)
9	Abgelenkt	Wird durch Störung abgelenkt (Schüler wird vom Experimentieren abgelenkt oder beim Experimentieren behindert. Das betreffende Kind ist nicht mehr auf die Station fokussiert.)
7	Streit	Das Kind streitet sich (Es gibt Meinungsverschiedenheiten, z.B. über die Vorgehensweise die Aufgabenverteilung oder darüber, wer das Experiment durchführen darf.)
1	Rumsteh	Desinteressiertes Dabeistehen (Ein Kind unterhält sich mit anderen Kindern über „fachfremde“ Dinge, bzw. steht desinteressiert dabei.)
2	Beobacht	Die Aufmerksamkeit ist auf die Station fokussiert, es gibt aber keine Handlung (Ein Kind steht daneben und beobachtet oder erhält Informationen durch Gespräche). (Auch wenn beobachtet und dabei „nebenbei“ z.B. eine Kugel gehalten wird.)
3	Anfass	Anfassen und Spielen mit dem Material (Durch Berühren oder Spielen mit dem Material wird sich vertraut gemacht, die Beschaffenheit wird geprüft, oder es wird gespielt.)
4	Exp	Einfaches Experimentieren („Nur“ eine Kugel wird auf einer Bahn rollen gelassen. Das Phänomen „Beschleunigung auf geneigter Bahn“ wird handelnd erforscht.)
5	Ziel Exp.	Es wird zielgerichtet experimentiert (Es werden mindestens zwei Bahnen bei der Kugelrallye miteinander verglichen, indem sie gleichzeitig gestartet werden oder verschiedene Kugeln ausprobiert, bzw. durch „mitzählen“ oder eine Stoppuhr die Laufzeiten verschiedener Bahnen ermittelt.)
6	Erklär	Das Kind diskutiert die <u>Ursachen</u> des Phänomens, das Warum und Wieso. (<u>Wieso</u> ist die eine Bahn schneller als die andere?)

Abbildung 55: Die verwendeten Kategorien für das Einzelverhalten an der Station „Kugelrallye“

Die Kategorien „Beobacht“, und „Anfass“ können dem Eingangsverhalten, die Kategorie „Exp“ dem Eingangs- und Übergangsverhalten und die Kategorien „Ziel Exp.“ und „Erklär“ dem Durchbruchverhalten von Barriault zugeordnet werden.

SCHLIEßMANN (ohne Jahresangabe) hat den Katalog der Handlungskategorien von Barriault um den Bereich der negativen Reaktionen erweitert²³⁶, denen in dieser Studie die Kategorien „Zerstör“ und „Stört“ zugeordnet werden können.

Die Kategorien „Abgelenkt“, „Streit“ und „Rumsteh“ gehören weder zum Lernverhalten noch zu den eindeutig negativen Reaktionen. Sie stellen vielmehr eine weitere Ergänzung der Handlungskategorien dar, um möglichst allumfassend jede Verhaltensweise der Kinder einer Kategorie zuordnen zu können.

Zeigte ein Kind in einem Zehn-Sekunden-Intervall verschiedene Verhaltensweisen, die verschiedenen Handlungskategorien zugeordnet werden können, so wurde die Kategorie gewählt, welche von dem Kind in dem entsprechenden Intervall am meisten gezeigt wurde.

Neben dem „Einzelverhalten“ der Kinder, also welche Verhaltensweise bei den Kindern wie oft vorkommt, soll auch das „Gruppenverhalten“ beobachtet werden, um Unterschiede bei der Zusammenarbeit zwischen den Kindern der untersuchten Altersgruppen zu identifizieren. Hierzu ist auch in Zehn-Sekunden-Intervallen das Verhalten aller an der Station anwesenden einer der in Abbildung 56 dargestellten Kategorien zugeordnet worden.

Wert	Wertelabel	Beschreibung
1a	Einzel	Einzelarbeit (Es ist nur ein Kind an der Station anwesend.)
1b	Einzel in Gruppe	Einzelarbeit (Die Kinder arbeiten auch in der Gruppe allein, es besteht kein Interesse am Handeln der anderen.)
2	Gruppe handeln	Gemeinsames Handeln (Schüler agieren miteinander, dazu gehört auch, einer handelt und die anderen richten ihre Aufmerksamkeit auf ihn.)
3	Handeln Gespräch	Gemeinsames Handeln mit verbalem Austausch/Diskussion mit „naturwissenschaftlichem Inhalt“ (Dazu gehört auch, einer macht vor und erklärt dabei den anderen sein „Ziel“, Organisation/Absprache des Experiments, Diskussion der Ursachen..., aber NICHT: „Jetzt pass mal auf“, oder „Sieh mal“, „Warte mal“.)
4	Gespräch	Verbaler Austausch/Diskussion ohne Handlung
5	Kein NaWi	Es ist kein naturwissenschaftlich orientiertes Handeln feststellbar.

Abbildung 561: Die verwendeten Kategorien für das Gruppenverhalten an der Station „Kugelrallye“

²³⁶ Vergleiche ÖHDING, 2009, S.110 mit Verweis auf SCHLIEßMANN, 2005.

Dabei wurde die Kategorie danach ausgewählt, welche Kategorie das Verhalten in der Gruppe am meisten prägt. Dies kann dazu führen, dass das Verhalten einzelner Kinder vernachlässigt werden muss.

Die Datengewinnung während der Videobeobachtung geschah mit dem Programm „Videograph“ von Rolf Rimmel. Dieses Programm ermöglicht eine komfortable Bedienung und ist genau auf die Bedürfnisse der kategoriengeleiteten Videoanalyse zugeschnitten. Das obere linke Fenster zeigt das Bild der Kamera und somit das Verhalten der Kinder, welches im linken oberen Fenster für jedes Kind in eine zuvor eingepflegte Kategorie zugeordnet wird. Im oberen rechten Fenster sowie im unteren Fenster, welches den zeitlichen Ablauf dokumentiert, erfolgt eine Bestätigung der Kategorienzuordnung. Außerdem wird in dem Fenster des zeitlichen Ablaufs auch das Zeitintervall eingestellt und angezeigt. In Abbildung 57 ist ein Anwendungsbeispiel als Screenshot dargestellt.

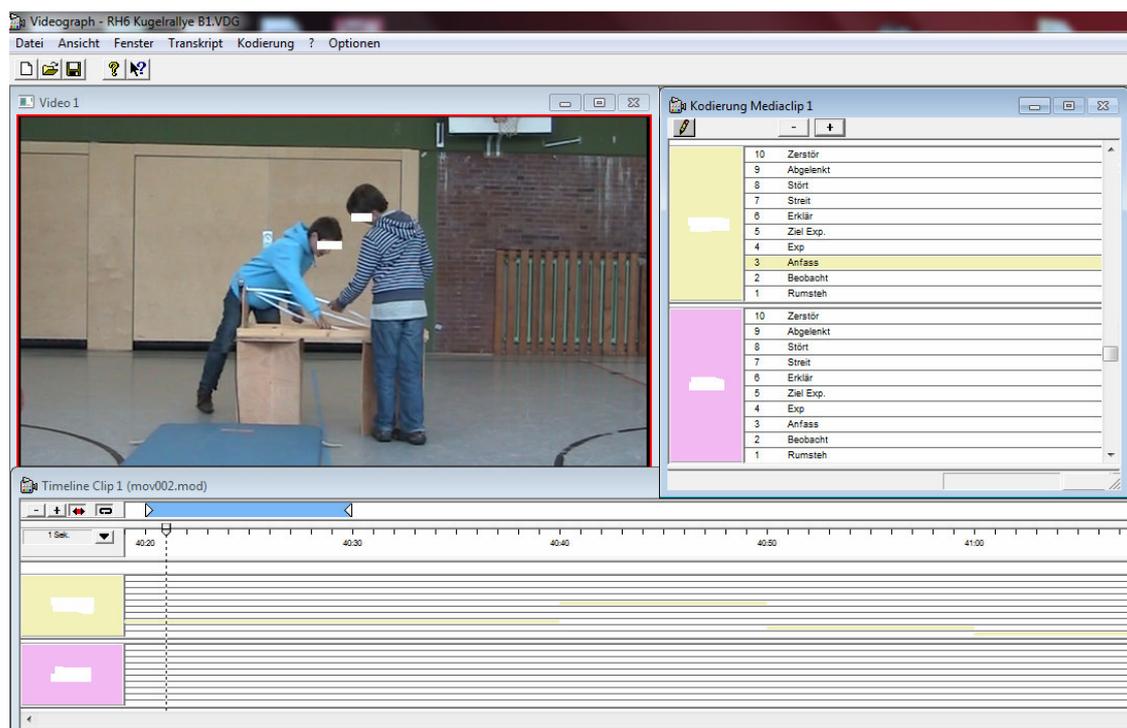


Abbildung 57: Screenshot des Programms "Videograph"

„Ist das Wiedergabeintervall aktiv, wird nur die eingestellte Intervalldauer des Videos - in dieser Arbeit ein Zehn-Sekunden-Intervall - abgespielt. Ein Mausklick oder Tastendruck kann zum Vor- oder Zurücksetzen der Videosequenz um eine Intervalllänge benutzt werden. Hierdurch lässt sich das gesamte Video in vorgegebenen Zeitintervallen abspielen und codieren. Mit der integrierten sog. Loop-

Funktion wird das aktive Wiedergabeintervall so oft wiederholt, bis alle Codierungen vorgenommen sind und per Mausklick in das nächste Intervall gewechselt wird.“²³⁷

Für diese Studie wurden fünf Camcorder des Typs Canon Legria FS200 benutzt, die



über einen externen Mikrofonanschluss und über eine Speicherung auf SD-Karten verfügen. Letzteres ermöglicht ein deutlich schnelleres Herunterladen der Dateien auf einen PC als dies bei Videokassetten der Fall gewesen wäre.

Abbildung 58: Die verwendeten Camcorder des Typs Canon Legria FS200

Die Verwendung eines externen Mikrofons ermöglicht die relativ störungsarme Sprachaufzeichnung, wenn ein gedämpftes Mikrofon in absoluter Nähe der Station aufgebaut wird. Dementsprechend werden die Hintergrundgeräusche, welche in einer Turnhalle mit zahlreichen weiteren experimentierenden Kindern erheblich sind, deutlich reduziert. Indes muss bei der Anbringung direkt an der Station darauf geachtet werden, dass das Mikrofon möglichst entkoppelt von der Station fixiert wird. Nur so lässt sich eine zu starke Störung durch Erschütterungen oder Vibrationen vermeiden, wie sie beim Experimentieren auftreten. In dieser Studie haben haushaltsübliche Schwämme hierbei einen guten Dienst erwiesen.



Abbildung 59: Entkoppelte Fixierung eines externen Mikrofons an einer Station

²³⁷ ÖHDING, 2009, S. 111.

3.5 Grafische Darstellungen

Von den grafischen Darstellungen, die in dieser Studie verwendet werden, soll hier nur das Boxplotdiagramm vorgestellt werden. Bei den anderen Darstellungen geht der Autor davon aus, dass sie dem Leser bereits vertraut sind.

3.5.1 Boxplot Diagramme

In dieser Studie werden hauptsächlich die Ergebnisse einer Variablen zwischen den untersuchten Altersgruppen verglichen, beispielsweise der Grad der Zustimmung bei Fragen auf einem Fragebogen oder der relativen Häufigkeit einer bestimmten Verhaltensweise. Um in einer Grafik nicht nur die Mediane oder andere ausgesuchte Lagemaße darzustellen, sondern möglichst umfassend auch die Schwerpunkte und die Streuung der Daten der unterschiedlichen Altersgruppen zu veranschaulichen, fiel die Wahl auf die so genannten Boxplot Diagramme. In Abbildung 60 ist ein Beispiel eines solchen Boxplot Diagramms dargestellt.

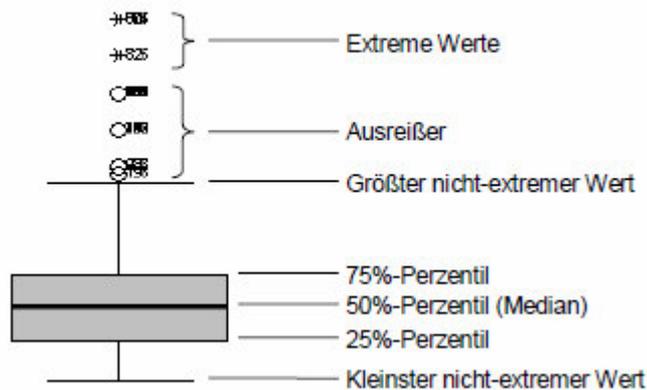


Abbildung 60: Bedeutung der Symbole in einem Boxplot aus BROSIUS, ohne Jahresangabe, S. 876

„Die grundlegende Idee ist dabei, die mittleren 50% einer Verteilung durch eine „Box“ zu repräsentieren, in die der Median eingezeichnet wird.“²³⁸ Der Median ist als Linie innerhalb der Box kenntlich gemacht. So kann allein mit der Box das 25%-, 50%- und das 75%-Perzentil abgelesen werden.

Sofern die nicht in der Box liegenden Werte keine Extremwerte oder Ausreißer sind, werden diese durch so genannte Whisker repräsentiert. Die Whisker sind einfache senkrechte Linien, die sich an die Box anschließen und deren Ende durch einen

²³⁸ BORTZ, 2010, S. 44.

waagerechten Strich gekennzeichnet wird. Dabei kann die Länge eines Whiskers nicht länger werden, als das anderthalbfache der Höhe der Box. Liegen Werte weiter von der Box entfernt als das anderthalbfache der Boxhöhe, handelt es sich dabei um Ausreißer oder Extremwerte. Die Ausreißer und Extremwerte unterscheiden sich durch ihren Abstand von der Box. **Ausreißer** liegen zwischen dem anderthalbfachen und dem dreifachen der Boxhöhe von der Box entfernt und werden als Kreis gekennzeichnet. Die **Extremwerte** sind mehr als das 3fache der Boxhöhe von der Box entfernt und werden als Stern gekennzeichnet.²³⁹

Bei den nachfolgenden Boxplot Diagrammen zur Veranschaulichung der Ergebnisse wird in der Regel für jede Altersgruppe ein Boxplot verwendet. Dann stellt jedes Kind der entsprechenden Altersgruppe einen Messwert dar, so dass beispielsweise in der Box die „zentrale Hälfte“ der Kinder der Altersgruppe enthalten ist.

²³⁹ Vergleiche BORTZ, 2010, S. 44ff. und BÜHL, 2012, S. 271.

3.6 Vorstellung der verwendeten statistischen Verfahren

In diesem Kapitel sollen die in dieser Studie verwendeten statistischen Verfahren kurz vorgestellt werden. Für eine ausführliche Beschreibung der Verfahren und der entsprechenden mathematischen Hintergründe sei hier auf die einschlägige Fachliteratur wie beispielsweise BORTZ 2009, BORTZ 2010 und BÜHL 2012 verwiesen. Die grundlegende Anwendung der Verfahren in dieser Arbeit wiederholt sich mit geringen Veränderungen bei jeder untersuchten Variablen. Deswegen findet sich am Anfang des Kapitels „4.1 Darstellung der Untersuchungsergebnisse“ eine Beschreibung dieses „grundlegenden Verfahrens“.

3.6.1 Analyse der Qualität der Fragebögen

Um die Qualität und damit die Eignung der verwendeten Fragebögen zu untersuchen, wurden die Schwierigkeit, Trennschärfe und Homogenität der Fragebogenergebnisse analysiert.

Die **Schwierigkeit** gibt in Form des Schwierigkeitsindex den Grad der Zustimmung bzw. der richtigen Lösung bei einer Frage aus dem Fragebogen an. Finden nur wenige Probanden die richtige Lösung, ist der Fragebogen „zu schwer“ oder finden fast alle die richtige Lösung, ist der Fragebogen „zu leicht“ für ein Sichtbarmachen von Personenunterschieden, womit der Begriff Schwierigkeit für dieses Qualitätsmerkmal zu erklären ist. Ähnliches gilt auch für Fragen, bei denen die Zustimmung abgefragt wird. Stimmen fast alle Personen bei einer Aussage zu oder fast alle lehnen diese Aussage ab, sind solche Aussage für ein Sichtbarmachen von Personenunterschieden ungeeignet. Der Schwierigkeitsindex liegt bei einer 100%igen Zustimmung bei 1 bzw. 100% und bei einer absoluten Ablehnung der Aussage bei 0 bzw. 0%. Allgemein werden Werte zwischen 0,2 bzw. 20% und 0,8 bzw. 80% bevorzugt, denn dann ist die Frage bzw. Aussage gut geeignet, Unterschiede zwischen den teilnehmenden Personen erkennbar zu machen.²⁴⁰

Bei der **Trennschärfe** wird untersucht, ob die Lösungsrichtung eines einzelnen Testteilnehmers konstant bleibt,²⁴¹ bzw. „wie gut ein einzelnes Item das Gesamtergebnis eines Tests repräsentiert.“²⁴² Dabei definiert sich der

²⁴⁰ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 218ff.

²⁴¹ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 143.

²⁴² BORTZ, 2009, S. 219.

Trennschärfeindex als Korrelation zwischen der Einzelbewertung mit dem Gesamtwert.²⁴³ Eine Korrelation von größer 0,3 gilt als ausreichendes Qualitätsmerkmal.²⁴⁴ Wenn die Ergebnisse verschiedener Aussagen bezüglich ihrer Lösungsrichtung miteinander verglichen werden, sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die Aussagen von ihrer Art überhaupt ähnliche Richtungen zulassen.²⁴⁵

Die **Homogenität** gibt an, wie stark die Antworten bzw. Zustimmungen der verschiedenen Fragen bzw. Aussagen untereinander korrelieren und wird mit dem Alphakoeffizienten von Cronbach ausgedrückt. Eine solche Untersuchung setzt voraus, dass die zu analysierenden Items nicht verschiedene Dinge messen. Zielen alle Fragen bzw. Aussagen in ähnliche Richtungen, sind hohe Korrelationen erstrebenswert und werden ab Werten von ca. 0,2 bis 0,4 akzeptiert. Items, die offensichtlich etwas anderes messen, sollten bei diesen Betrachtungen ausgeschlossen werden.²⁴⁶

3.6.2 Prüfen der Daten auf Normalverteilung

Bevor eine statistische Auswertung beginnen kann, die überprüft, ob sich die Altersgruppen bei den verschiedenen Variablen signifikant voneinander unterscheiden, muss getestet werden, ob es sich bei den Ergebnissen um normal verteilte Daten handelt. Denn nur bei hinreichend normal verteilten Daten dürfen die gängigen Verfahren zum Vergleich zweier unabhängiger Stichproben, wie zum Beispiel der t-Test nach Student benutzt werden. Der **Kolmogorov-Smirnov-Test** ermöglicht die Überprüfung von Daten auf eine hinreichende Normalverteilung. Stellt der Kolmogorov-Smirnov-Test wie bei den Ergebnissen in dieser Studie fest, dass die Daten nicht hinreichend normal verteilt sind, ist ein nichtparametrischer Test als Alternative zu wählen.²⁴⁷ Dies ist der Fall, wenn der p-Wert des Kolmogorov-Smirnov-Tests kleiner als 0,05 ist.²⁴⁸

3.6.3 Nichtparametrische Tests

Wie bereits erwähnt, werden die nichtparametrischen Tests dort angewendet, wo keine normal verteilten Daten vorliegen, sie werden deshalb auch verteilungsfreie

²⁴³ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 219.

²⁴⁴ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 143.

²⁴⁵ Vergleiche BÜHL, 2012, S. 581.

²⁴⁶ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 220ff.

²⁴⁷ Vergleiche BÜHL, 2012, S. 168ff.

²⁴⁸ Vergleiche ebenda, S. 403.

Tests genannt.²⁴⁹ Insbesondere bei kleineren Stichproben wie bei dieser Studie ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse nicht normal verteilt sind.²⁵⁰ Diese voraussetzungsärmeren nichtparametrischen Tests vergleichen statt den eigentlichen Messwerten bzw. deren Mittelwerten die Rangplätze verschiedener Stichproben.²⁵¹

Hierzu werden die Messwerte der betreffenden Stichproben, typischerweise von zwei Stichproben, in aufsteigender Reihenfolge zu einer Rangreihe sortiert. Wird geprüft, ob die Messwerte der einen Stichprobe höher sind, als die der anderen, so muss der **arithmetische Mittelwert der Rangplätze** der einen Stichprobe höher sein, als in der anderen Stichprobe.²⁵²

Um zu überprüfen, ob ein Unterschied zwischen zwei Stichproben signifikant ist, werden die so genannten **Rangsummen** gebildet. Für diese werden die erreichten Rangplätze der einzelnen Stichproben addiert. Verschiedene mathematische Verfahren, die sich nach der Art der Stichproben richten, verrechnen die erreichten Rangplätze der einzelnen Stichproben mit der in der Stichprobe vorliegenden Streuung der Rangplätze. Auf diese Weise kann eine statistische Aussage getroffen werden, ob sich die verglichenen Stichproben signifikant voneinander unterscheiden.²⁵³

Für den Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben ist der **U-Test von Mann-Whitney** am gebräuchlichsten.²⁵⁴ Dieser Test wird in dieser Studie stets eingesetzt, wenn zwei unterschiedliche, also unabhängige, Altersgruppen oder die beiden Geschlechter einer Altersgruppe (auch unabhängig voneinander) miteinander verglichen werden.

Beim Vergleich zweier abhängiger Stichproben wird üblicherweise der **Wilcoxon-Test** benutzt.²⁵⁵ Dieser Test wird in dieser Studie stets verwendet, wenn die Ergebnisse einer Altersgruppe zwischen beiden Begegnungen miteinander verglichen werden. Dabei werden nur Teilnehmer der Altersgruppe für die Auswertung zugelassen, die bei beiden Begegnungen anwesend waren, damit wirklich zwei abhängige Stichproben entstehen.

²⁴⁹ Vergleiche ebenda, S. 381.

²⁵⁰ Vergleiche BORTZ, 2010, S. 130.

²⁵¹ Vergleiche BÜHL, 2012, S. 381.

²⁵² Vergleiche BORTZ, 2010, S. 130ff.

²⁵³ Vergleiche ebenda, S. 131ff.

²⁵⁴ Vergleiche BÜHL, 2012, S. 382.

²⁵⁵ Vergleiche ebenda, S. 388.

Wenn mehr als zwei unabhängige Stichproben miteinander verglichen werden, wird typischerweise der **H-Test nach Kruskal und Wallis** angewendet.²⁵⁶ Dieser testet wie die bereits vorgestellten Tests, ob sich die untersuchten Stichproben signifikant voneinander unterscheiden. Allerdings gibt der Test bei einem signifikanten Testergebnis keine Auskunft darüber, welche Stichproben sich nun paarweise voneinander unterscheiden oder nicht, sondern nur, dass mindestens ein Paar an signifikant unterschiedlichen Stichproben existiert. Wenn die konkreten Paare ermittelt werden sollen, geht dies nur durch ein systematisches Überprüfen mit dem U-Test. Da in dieser Studie aber die einzelnen Unterschiede zwischen allen Altersgruppen dargestellt werden sollen, ist der H-Test für die Beurteilung ungeeignet. Aber die verwendete Statistiksoftware gibt beim H-Test die erreichten mittleren Rangplätze der einzelnen untersuchten Stichproben an. Diese finden bei der Interpretation der Ergebnisse eine Berücksichtigung (siehe Kapitel „4.1 Darstellung der Untersuchungsergebnisse“), so dass dieser Test trotzdem für die Prüfung der Daten verwendet wird.

3.6.4 Irrtumswahrscheinlichkeit p

Der eigentliche Wert bei statistischen Testverfahren liegt in der objektiven Beurteilung, ob die Unterschiede zufällig sind. Hierfür wird die Irrtumswahrscheinlichkeit p benutzt. Wahrscheinlichkeiten werden als Größen zwischen 0 und 1 angegeben, dabei entspricht 0=0% und 1=100%. Soll ein Unterschied mit einem statistischen Test sehr sicher festgestellt werden, muss die Irrtumswahrscheinlichkeit p sehr niedrig gewählt werden. In Abbildung 61 ist der in der Statistik verwendete einheitliche Sprachgebrauch dargestellt.²⁵⁷

Irrtumswahrscheinlichkeit p	Bedeutung für das Testergebnisses
$p > 0,05$	nicht signifikant
$p \leq 0,05$	signifikant
$p \leq 0,01$	sehr signifikant
$p \leq 0,001$	höchst signifikant

Abbildung 61: Die Irrtumswahrscheinlichkeit p und deren Bedeutung für statistische Testergebnisse. Vereinfacht aus BÜHL, 2012, S. 171

²⁵⁶ Vergleiche BÜHL, 2012, S. 395.

²⁵⁷ Vergleiche ebenda, S. 171.

3.6.5 Einseitiges versus zweiseitiges Testen

In dieser Studie werden die beschriebenen Testverfahren benutzt, um festzustellen, ob es zwischen den Altersgruppen einen signifikanten Unterschied bezüglich der untersuchten Variablen gibt. Das heißt, es wird beispielsweise geprüft, ob eine Altersgruppe signifikant höhere **oder** signifikant niedrigere Messergebnisse hat als die andere Altersgruppe. Da dieses Prüfen in zwei Richtungen (oben und unten) geschieht, spricht man dann vom zweiseitigen Testen. Würde beispielsweise nur geprüft werden, ob die eine Altersgruppe signifikant höhere Messergebnisse bezüglich der untersuchten Variablen hat als die andere, würde man nur in eine Richtung prüfen und somit vom einseitigen Testen sprechen.²⁵⁸

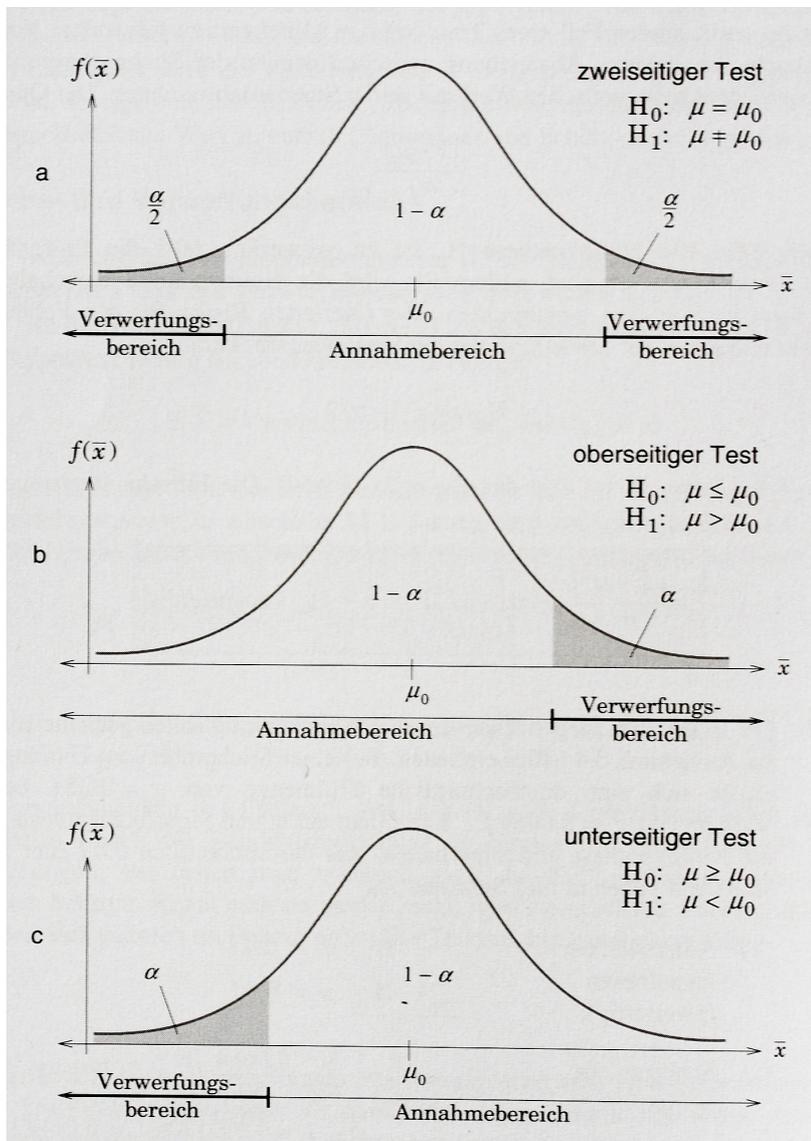


Abbildung 62: Annahme- und Verwerfungsbereich bei zweiseitigem und einseitigem Testen aus SCHIRA, 2005, S. 478

²⁵⁸ Vergleiche SCHIRA, 2005, S. 477ff.

Wie in Abbildung 62 dargestellt, teilt sich der Verwerfungsbereich α beim zweiseitigen Testen in zwei „Verwerfungsbereiche“ zu je $\alpha/2$ auf. Ein einseitiger Test wird demnach durch geringere Unterschiede zwischen zwei Gruppen bestätigt, als der zweiseitige Test.²⁵⁹

Obwohl ein zweiseitiger Test folglich höhere Anforderungen an die Irrtumswahrscheinlichkeit stellt als ein einseitiger Test, wurde in dieser Studie stets zweiseitig getestet. Durch den explorativen Charakter der Studie ist es nicht vertretbar, eine Richtung bei den getesteten Variablen vorzugeben. Dies würde voraussetzen, dass schon vor der „Messung“ bekannt ist, wie sich die Altersgruppen bezüglich einer Variablen unterscheiden. Aber ob ein solcher Unterschied vorliegt, soll durch diese Studie ermittelt werden, meist ohne Kenntnis der Richtung eines eventuell vorhandenen Unterschieds. Und im Nachhinein einen einseitigen Test durchzuführen, nachdem die Richtung der Ergebnisse ermittelt wurde, ist wissenschaftlich nicht haltbar.²⁶⁰ Damit sei hier gerechtfertigt, warum in dieser Studie zweiseitig getestet wurde. „Kann nicht klar entschieden werden, ob der Sachverhalt besser durch eine gerichtete oder eine ungerichtete Hypothese erfasst wird, muss in jedem Fall zweiseitig getestet werden.“²⁶¹

3.6.6 Cohens Kappa-Koeffizient

Um zu überprüfen, wie gut (oder schlecht) die Zuordnung der Verhaltensweisen zu den Verhaltenskategorien bei der kategoriengeleiteten Videoanalyse ist, werden diese Zuordnungen vom Untersuchungsleiter stichprobenartig mit denen von anderen Beobachtern verglichen. Diese Beobachterübereinstimmung wird auch **Interrater-Reliabilität** genannt.²⁶²

Aus der gefundenen Übereinstimmung und der zufälligen Übereinstimmung berechnet der Kappa-Koeffizient von Cohen die Übereinstimmung zwischen den beiden betrachteten Beobachtern. In der Fachliteratur wird das entsprechende mathematische Verfahren²⁶³ beschrieben und es werden dort Kappa-Werte ab 0,6 für eine gute Übereinstimmung²⁶⁴ gefordert, aber auch Werte von mindestens 0,4 werden für eine ausreichende Übereinstimmung²⁶⁵ genannt.

²⁵⁹ Vergleiche BORTZ, 2010, S. 105.

²⁶⁰ Vergleiche ebenda.

²⁶¹ Ebenda.

²⁶² Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 127.

²⁶³ Vergleiche BORTZ, 2010, S. 274ff..

²⁶⁴ Vergleiche BORTZ, 2010, S.277 mit Verweis auf FLEISS, 1973.

²⁶⁵ Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 127 und GROUVEN, 2007, S. 66.

4 Untersuchungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studie vorgestellt. An dieser Stelle sei nochmals auf den explorativen Charakter dieser Studie hingewiesen, so dass in diesem Kapitel nicht mit der Diskussion von Hypothesen zu rechnen ist, sondern vielmehr mit der Erkundung von Hypothesen für nachfolgende Arbeiten. Trotzdem sollen die vielfältigen Ergebnisse, so umfassend und detailliert wie es der Rahmen dieser Studie zulässt, dokumentiert und dargestellt werden, damit die zu entwickelnden Hypothesen und nachfolgenden Studien auf einer vernünftigen Datenbasis entwickelt werden können.

„In hypothesenerkundenden Untersuchungen besteht die Auswertung üblicherweise in der Zusammenfassung der erhobenen Daten in statistischen Kennwerten, Tabellen oder Graphiken, die ggf. als Beleg für eine neu zu formulierende Hypothese herangezogen werden (...).“²⁶⁶

²⁶⁶ BORTZ, 2009, S. 85.

4.1 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse aller untersuchten Variablen in dieser Studie werden zwischen den betrachteten Altersgruppen auf ihre Unterschiede hin analysiert, sofern die Daten sich hierfür statistisch eignen. Dadurch entsteht bei nahezu allen Variablen die gleiche Vorgehensweise bei der Analyse. Diese Vorgehensweise soll hier einmal ausführlich vorgestellt werden, damit bei der eigentlichen Darbietung der Ergebnisse von den vielen Variablen darauf verzichtet werden kann:

- Die Daten einer Variablen wurden so aufbereitet, dass jedes an der Untersuchung teilnehmende Kind einen Messwert ergab! Bei den Fragebögen geschah dies in Form seiner Zustimmung zur jeweiligen Aussage und bei der videografischen Analyse in Form der relativen Häufigkeit der gezeigten Verhaltenskategorie bei einer Begegnung. Wenn ein Kind die Verhaltenskategorie „Beobachten“ während einer Begegnung über 6 Intervalle gezeigt hat und insgesamt 30 Beobachtungsintervalle an der Station während der Begegnung beobachtet wurden, so beträgt der Messwert dieses Kindes bei der Variablen „Beobachtung“ für diese Begegnung $6/30 = 0,2 = 20\%$. Bei der fotografischen Analyse wurden auch für jedes Kind Messwerte in Form von relativen Häufigkeiten erzeugt. Dafür wurde ermittelt, wie viel der anwesenden Zeit das entsprechende Kind bei der betrachteten Begegnung auf einer Bank nicht experimentierend zugebracht hat. So entstehen bei jeder Variablen so viele Messwerte pro Altersgruppe, wie diese Altersgruppe Kinder als Mitglieder hat.
- Die dabei entstehenden Ergebnisse der relativen Anteile bzw. Zustimmungen werden in einem **Boxplot Diagramm** grafisch dargestellt. Wie in Kapitel „3.5.1 Boxplot Diagramme“ bereits dargelegt, kann man aus solchen Diagrammen die Mediane, verschiedene Perzentile sowie Extremwerte und Ausreißer ablesen. Demzufolge liefert ein solches Boxplot Diagramm schon eine gute Vorstellung über die Lage und Spreizung der Einzelwerte je Altersgruppe und somit über eventuell vorhandene Unterschiede bei der betrachteten Variablen zwischen den Altersgruppen, aber auch innerhalb der Altersgruppen.
- Um mit objektiven statistischen Methoden festzustellen, ob sich zwei beliebige Altersgruppen bei der betrachteten Variablen signifikant voneinander unterscheiden, wurden bei jeder Variablen alle Altersgruppen paarweise

miteinander verglichen. Hierzu wurde der zweiseitige U-Test nach Mann-Whitney für zwei unabhängige Stichproben verwendet, außer bei den Untersuchungen zu den Veränderungen zwischen den beiden Begegnungen, bei denen dann der zweiseitige Wilcoxon-Test für zwei abhängige Stichproben verwendet wurde, siehe auch Kapitel „3.6.3 Nichtparametrische Tests“. Die Ergebnisse dieser paarweise durchgeführten Untersuchungen sind in einer **Kreuztabelle** aufgeführt und ermöglichen so den Vergleich jeder denkbaren Gruppenkombination. Ergibt der benutzte Test für eine bestimmte Gruppenkombination einen signifikanten Unterschied ($p \leq 0,05$, siehe Kapitel „3.6.4 Irrtumswahrscheinlichkeit p “), so ist in der Kreuztabelle das entsprechende Feld grün gefüllt. Ist der diese Gruppenkombination betreffende Unterschied nicht signifikant ($p > 0,05$), so ist das entsprechende Feld rot gefüllt. Da die jeweils entsprechende Irrtumswahrscheinlichkeit p in jedem Feld genannt wird, kann auch abgelesen werden, wie signifikant die Unterschiede jeweils sind. Sind die Kreuztabellen eher von roter Farbe geprägt, sind die Unterschiede zwischen den Altersgruppen im Wesentlichen nicht signifikant. Überwiegt die grüne Farbe, unterscheiden sich die Ergebnisse der relevanten Variablen vieler Altersgruppen signifikant voneinander. Entstehen in der Kreuztabelle einzelne grüne Spalten bzw. Zeilen, so unterscheiden sich die betreffenden Altersgruppen signifikant von den anderen.

- Wenn eine signifikante Unterscheidung in der Kreuztabelle vorliegt, kann das Boxplot Diagramm schon einen ersten Eindruck über die Richtung und Größe des Unterschiedes geben. Für eine statistisch objektive Aussage reicht ein interpretierender Blick auf die Boxplot Diagramme aber nicht aus. Hier bringen die mittleren Rangplätze der verschiedenen Altersgruppen Gewissheit, denn diese kennzeichnen mögliche Unterschiede.²⁶⁷ Um eine weitere Kreuztabelle mit den jeweiligen mittleren Rang-Vergleichen zu vermeiden, werden mit Hilfe des H-Test nach Kruskal und Wallis die mittleren Ränge bei einer Gesamtbetrachtung aller Altersgruppen je Variable ermittelt. Denn wenn bei einem beliebig ausgewählten Altersgruppenpaar der mittlere Rang bei einem Vergleich nur unter diesen beiden Gruppen die eine Gruppe einen höheren mittleren Rang hat als die andere, dann wird sie auch bei einer Betrachtung aller Altersgruppen einen höheren mittleren Rang haben als die zuvor ausgewählte andere Gruppe. Daher wird für eine verlässliche Aussage über

²⁶⁷ Vergleiche BORTZ, 2010, S. 131.

die vergleichende Lage der Altersgruppen-Ergebnisse einer Variablen die Kreuztabelle mit den Signifikanztests und eine **Grafik der mittleren Ränge** genutzt. Die Kreuztabelle gibt an, ob sich ein bestimmtes Altersgruppenpaar bei der betrachteten Variablen signifikant voneinander unterscheidet und die Grafik mit den mittleren Rängen gibt Auskunft über die Richtung der Unterscheidung. Es sei noch darauf hingewiesen, dass die verwendete Statistik-Software für den kleinsten Wert den Rangplatz 1 vergibt.²⁶⁸ Dadurch entsprechen die mittleren Rangplätze von der Lage den Messwerten der Altersgruppen, da hohe Messwerte auch hohe Rangplätze erzeugen.

- Werden die **beiden Begegnungen** oder die **Geschlechter** innerhalb einer Altersgruppe verglichen, werden nur die Altersgruppen mit Hilfe von Boxplot Diagrammen grafisch dargestellt, innerhalb derer ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt wurde. Eine vollständige Darstellung der Daten würde viel Raum benötigen und trotzdem keine zusätzlichen Informationen bieten.
- Es folgt eine verbale **Beschreibung der gefundenen Unterschiede**. Hierzu werden die bisher beschriebenen Boxplot Diagramme, die Kreuztabelle der statistischen Signifikanztests und die Grafik mit den erreichten mittleren Rangplätzen herangezogen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf allgemeinen Tendenzen über viele Altersgruppen hinweg sowie beim Herausarbeiten besonders auffälliger Altersgruppen. Es würde den Rahmen dieser Studie sprengen, wenn jedes mögliche Altersgruppenpaar besprochen werden würde. Dem interessierten Leser stehen hierzu mit der Kreuztabelle und der Grafik der mittleren Ränge die entsprechenden Daten aber zur Verfügung.
- Sofern möglich und vom Autor vertretbar schließt sich eine **Interpretation** der beschriebenen Unterschiede an. Hierzu werden Bezüge zum theoretischen Teil hergestellt, um aufgetretene Unterschiede bzw. Tendenzen zu erklären. Dabei sei darauf hingewiesen, dass sich trotz gefundener statistisch signifikanter Unterschiede am hypothetischen Charakter einer hypothesenerkundenden Untersuchung nichts ändert.²⁶⁹ Demgemäß sei gerechtfertigt, dass in diesem Teil Worte wie „es scheint“ oder sinngemäß verwendet werden. Aber auch Beobachtungen, die während der Videokodierungen gemacht worden sind und nicht unmittelbar in die

²⁶⁸ Vergleiche BÜHL, 2012, S. 384.

²⁶⁹ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 85.

kategoriengeleitete Analyse eingeordnet werden konnten, können bei der Interpretation der beschriebenen Unterschiede mit einfließen und werden dann als solche kenntlich gemacht.

- Im Kapitel „5.2 Die entwickelten Hypothesen“ werden schließlich die sich aus der Analyse und Interpretation der Ergebnisse entwickelten Hypothesen genannt.

4.2 Ergebnisse der Fragebögen

Die verwendeten Fragebögen finden sich im Anhang im Kapitel „7.7 Fragebögen für die Schülerbefragung nach den beiden Begegnungen“. Das Ziel und der Aufbau der Fragebögen wurde im Kapitel „3.4.1 Fragebögen“ dargestellt. Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass die Fragebögen aufgrund der vorausgesetzten sicheren Lesekompetenz nur an Schüler ab der zweiten Klasse ausgeteilt worden sind.

Die altersabhängigen Signifikanztestergebnisse werden typischerweise in Kreuztabellen dargestellt. Die statistischen Testergebnisse bei den Untersuchungen zu geschlechtsabhängigen Unterschieden oder Abweichungen zwischen den beiden Begegnungen sind für eine bessere Lesbarkeit im Kapitel „7.8 Weitere statistische Testergebnisse der Fragebögen“ im Anhang dargestellt. Die Fragebogenergebnisse der gefundenen Abweichungen werden in Form von Boxplot Diagrammen dargestellt und im Text interpretiert.

4.2.1 Qualität der Fragebögen

Die Qualität der Fragebögen wird mit den statistischen Kennwerten Schwierigkeit, Trennschärfe und Homogenität analysiert, wie sie im Kapitel „3.6.1 Analyse der Qualität der Fragebögen“ beschrieben sind.

Die meisten Fragen der nach den beiden Begegnungen verteilten Fragebögen liefern eine geeignete **Schwierigkeit**, um Unterschiede zwischen den teilnehmenden Personen sichtbar zu machen, da sie zwischen 20% und 80% liegen.²⁷⁰ Allerdings sind die Ergebnisse der Frage 2 (Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?) nach der ersten Begegnung und der Frage 4 (Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?) nach beiden Begegnungen aufgrund ihrer zu positiven Beantwortung ungeeignet, Personenunterschiede herauszuarbeiten. Die Frage 7 (Beschreibe oder male die beiden Stationen, die Dir am meisten gefallen haben:) ist für diese Studie nicht herangezogen worden und wurde daher auch nicht analysiert siehe Kapitel „3.4.1 Fragebögen“.

Frage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Fragebogen 1	79,14	84,77	76,16	85,26	71,52	66,72	-		
Fragebogen 2	62,33	63,17	72,17	81,67	52,00	75,33	70,33	72,33	71,50

Abbildung 63: Die Schwierigkeit der verschiedenen Fragen der beiden Fragebögen

²⁷⁰ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 218ff.

Bei der Untersuchung der **Trennschärfe**, also ob ein einzelner Testteilnehmer bei der Beantwortung der betreffende Frage die Tendenz der anderen Antworten beibehält, müssen zunächst zusammenpassende Fragen selektiert werden. Bei beiden Fragebögen sind dies die Fragen 1 (Hast Du diese Stunde interessant gefunden?) und 2 (Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?). Die anderen Fragen haben andere Inhalte, die sich mit den Inhalten der genannten Fragen in ihrer Richtung nicht vergleichen lassen. Beispielsweise ist es fragwürdig, bei den Fragen „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“ und „Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“ bei der Beantwortungstendenz die gleiche Richtung zu fordern. Da die Fragebögen nur aus wenigen Fragen bestehen, die ihrerseits recht unterschiedliche Inhalte abfragen, kann die Trennschärfe nur an den Fragen 1 und 2 sinnvoll verwendet werden. Die Antworten auf die Fragen 1 und 2 korrelieren mit Werten über der geforderten $0,3^{271}$, so dass bei diesen Fragen von einer mehr als ausreichenden Konstanz der Beantwortungsrichtung der einzelnen Testteilnehmer ausgegangen werden kann. Zugegeben kann beim Vergleich von nur zwei Fragen auch nur eine Aussage zur Trennschärfe dieser beiden Fragen und nicht etwa für den ganzen Fragebogen gegeben werden. Aus den genannten Gründen ist diese Analyse aber auf nur diese beiden Fragen begrenzt.

Frage	F1	F2
Fragebogen 1	0,70	0,70
Fragebogen 2	0,73	0,73

Abbildung 64: Die Trennschärfe der Fragen 1 und 2 bei beiden Begegnungen

Auch für die Analyse der **Homogenität**, welche die Korrelation der Zustimmungen zu den verschiedenen Fragen allgemein angibt (also Teilnehmer unabhängig), wurden bei beiden Fragebögen die Fragen 1 „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“ und 2 „Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?“ ausgewählt. Für diese Auswahl sind die gleichen Gründe wie bei der Fragenselektion bei der Trennschärfe verantwortlich. Der Alphakoeffizient von Cronbach liegt bei den ausgesuchten Fragen über der geforderten $0,2$ bis $0,4^{272}$. Daher kann für diese beiden Fragen eine mehr als ausreichende Homogenität festgestellt werden.

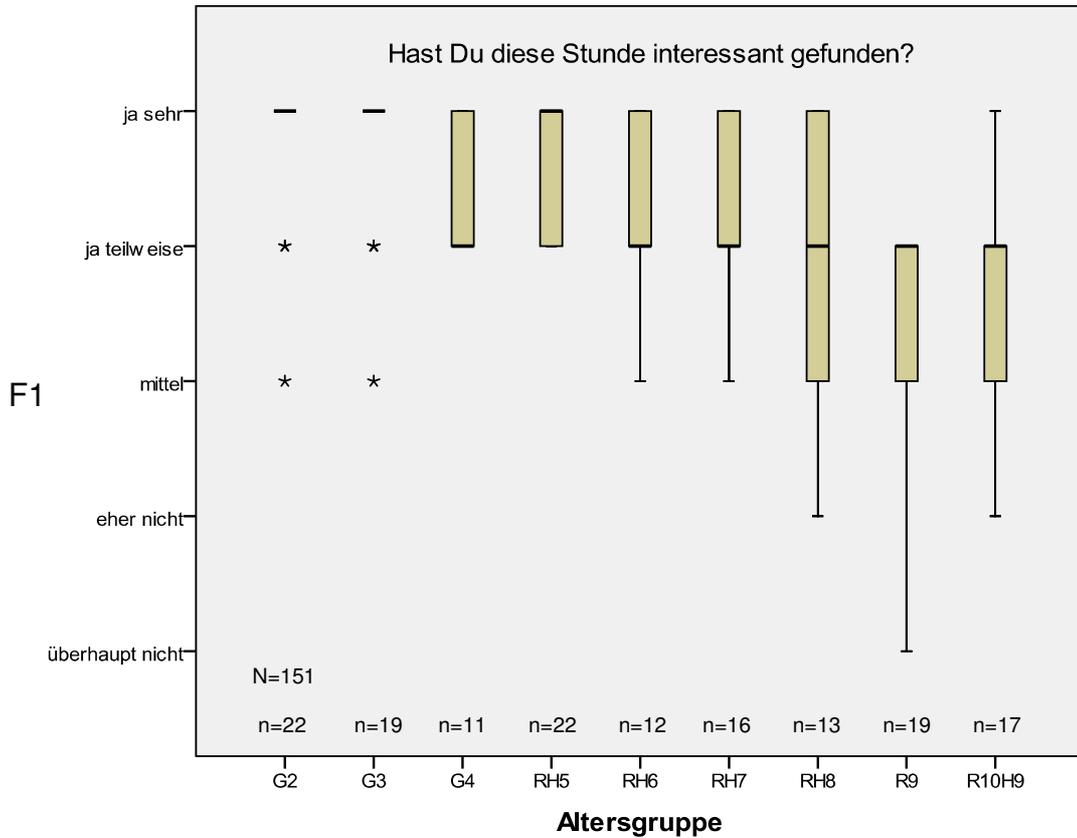
Frage	F1 +F2
Fragebogen 1	0,825
Fragebogen 2	0,842

Abbildung 65: Die Homogenität der Fragen 1 und 2 bei beiden Begegnungen

²⁷¹ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 143.

²⁷² Vergleiche BORTZ, 2009, S. 220ff.

4.2.2 Hast Du diese Stunde interessant gefunden?



F1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,549	0,022	0,062	0,007	0,000	0,001	0,000	0,000
G3	0,549		0,094	0,233	0,031	0,002	0,004	0,000	0,000
G4	0,022	0,094		0,465	0,439	0,102	0,114	0,000	0,002
RH5	0,062	0,233	0,465		0,140	0,011	0,018	0,000	0,000
RH6	0,007	0,031	0,439	0,140		0,551	0,422	0,013	0,036
RH7	0,000	0,002	0,102	0,011	0,551		0,710	0,022	0,063
RH8	0,001	0,004	0,114	0,018	0,422	0,710		0,109	0,234
R9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,022	0,109		0,643
R10H9	0,000	0,000	0,002	0,000	0,036	0,063	0,234	0,643	

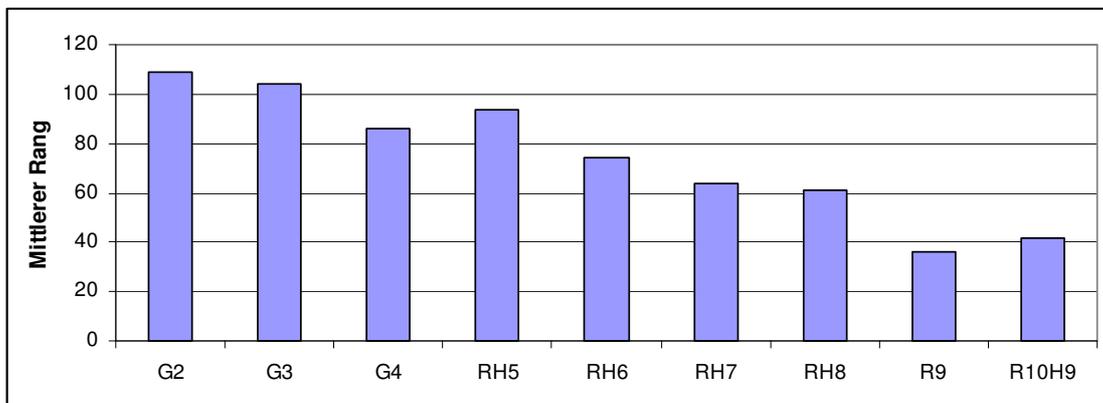


Abbildung 66: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“

Beschreibung:

Im Wesentlichen drücken alle Altersgruppen ihre Zustimmung auf die Frage „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“ aus!

Mit zunehmendem Alter lässt die Zustimmung jedoch nach. So unterscheiden sich die älteren Altersgruppen von den jüngeren Altersgruppen signifikant. Aufgrund des relativ kontinuierlichen Verlaufes dieser Entwicklung steigt meistens die Signifikanz, je größer der Altersunterschied ist.

Die Gruppen G4 und R9 zeigen bezogen auf diesen grundsätzlichen Verlauf eine geringere Zustimmung bei der Frage nach dem Interesse.

Interpretation:

Das Nachlassen des Interesses mit zunehmendem Alter lässt sich mit dem nachlassenden Interesse am Bauen und Ausprobieren einfacher Geräte erklären, wie es in Abbildung 34 schon dargestellt wurde.²⁷³ Aber auch eine Interessenverschiebung in der Pubertät hin zu „schulfremden“ Inhalten, wie sie im Kapitel „2.4.3 Jugendalter oder Adoleszenz (12 bis 18 Jahre)“ beschrieben worden ist, kann die geringere Zustimmung gerade ab der 7. Klasse begründen.

Der Vergleich zwischen den beiden Begegnungen zeigt, wie in Abbildung 67 dargestellt, nur in den drei Altersgruppen G2, G3 und RH8 einen signifikanten Unterschied bei der Zustimmung auf die Frage nach dem Interesse. Bei den meisten Altersgruppen ließ sich demnach kein signifikanter Unterschied zwischen den Begegnungen feststellen. Bei allen drei betreffenden Altersgruppen lässt die Zustimmung bei der Frage nach dem Interesse nach. In manchen Gesprächen zwischen dem Autor dieser Studie und einzelnen Schülern beispielsweise während einer Schulpause waren manche Schüler enttäuscht, dass bei der zweiten Begegnung die gleichen Stationen verwendet wurden. So könnte ein Grund für das Nachlassen der Zustimmung darin liegen, dass bei der Begegnung der „Reiz des Neuen“ nachgelassen hat.

²⁷³ Vergleiche HOFFMANN, 1998, S. 49.

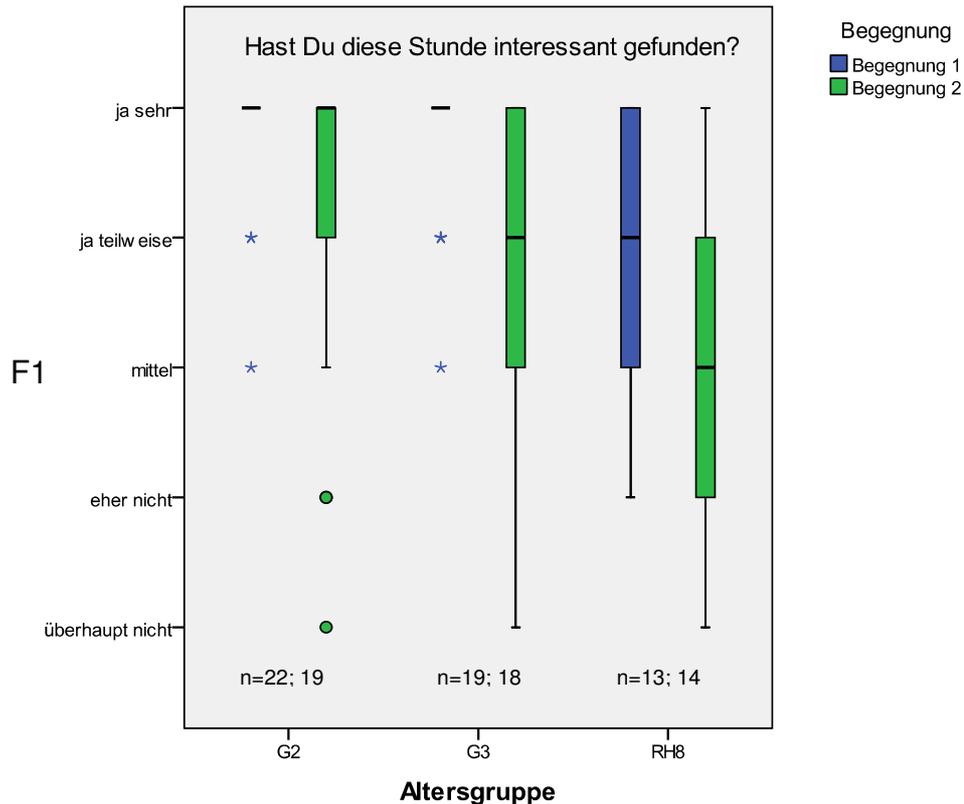


Abbildung 67: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen beiden Begegnungen bei der Frage: „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“

Bei der Untersuchung der Geschlechterunterschiede zeigen sich bei dem Fragebogen nach der ersten Begegnung bei den drei Altersgruppen RH5, RH6 und RH8 signifikante Unterschiede zu Gunsten der Jungen (siehe Abbildung 68), was beispielsweise mit dem höheren Interesse der Jungen am Physikunterricht erklärbar wäre, siehe Kapitel „2.7 Einfluss des Geschlechts“.

Bei der Beantwortung des Fragebogens nach der zweiten Begegnung zeigen sich sogar bei sechs Altersgruppen signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen (siehe Abbildung 69). Nun ist aber kein Geschlecht „im Vorteil“, da die drei Gruppen G4, RH6 und R9 einen Unterschied zu Gunsten der Mädchen und die drei Gruppen G3, RH8 und R10H9 zu Gunsten der Jungen aufweisen. Dieses Ergebnis lässt aufgrund seiner Durchmischung keine altersabhängigen oder geschlechtsabhängigen Tendenzen zu.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

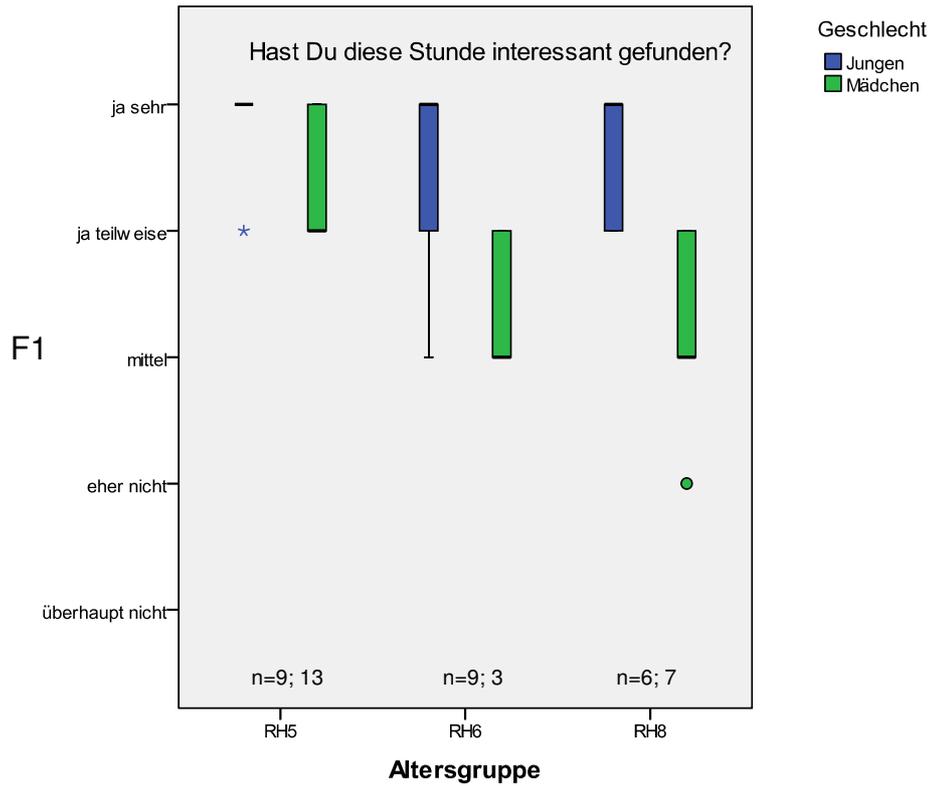


Abbildung 68: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der ersten Begegnung bei der Frage: „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“

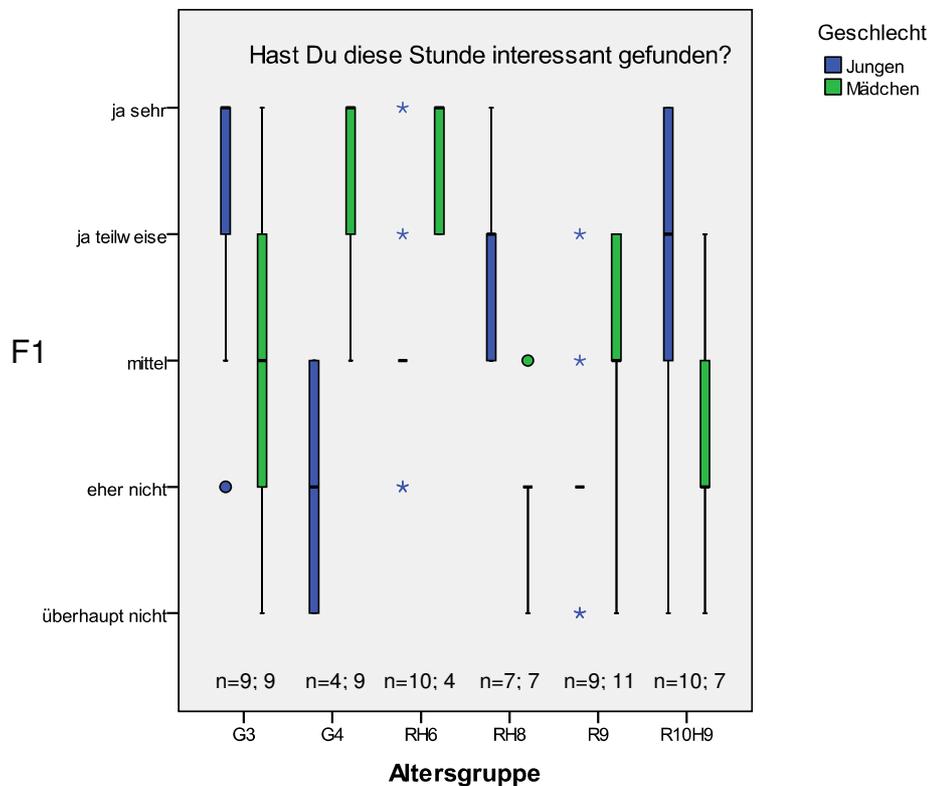
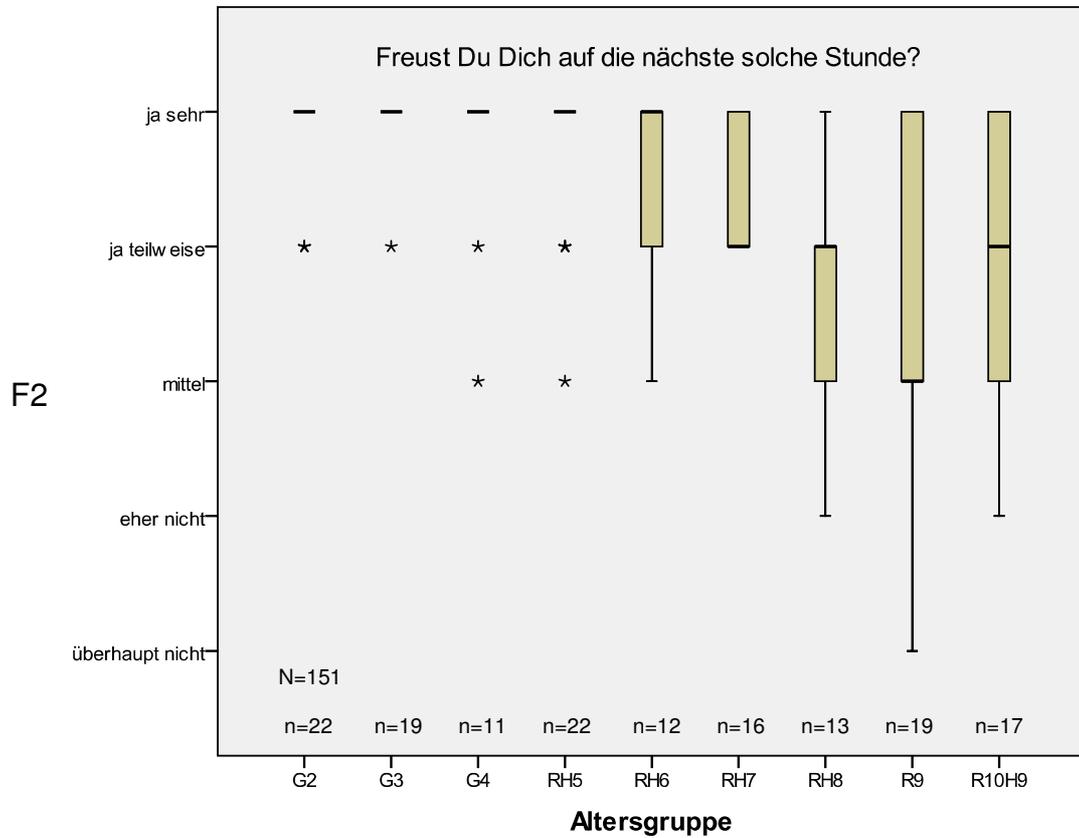


Abbildung 69: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“

4.2.3 Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?



F2	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,373	0,668	0,410	0,060	0,002	0,000	0,000	0,000
G3	0,373		0,247	0,115	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000
G4	0,668	0,247		0,830	0,287	0,055	0,009	0,004	0,010
RH5	0,410	0,115	0,830		0,258	0,024	0,001	0,000	0,001
RH6	0,060	0,013	0,287	0,258		0,429	0,054	0,018	0,049
RH7	0,002	0,000	0,055	0,024	0,429		0,087	0,019	0,075
RH8	0,000	0,000	0,009	0,001	0,054	0,087		0,482	0,844
R9	0,000	0,000	0,004	0,000	0,018	0,019	0,482		0,643
R10H9	0,000	0,000	0,010	0,001	0,049	0,075	0,844	0,643	

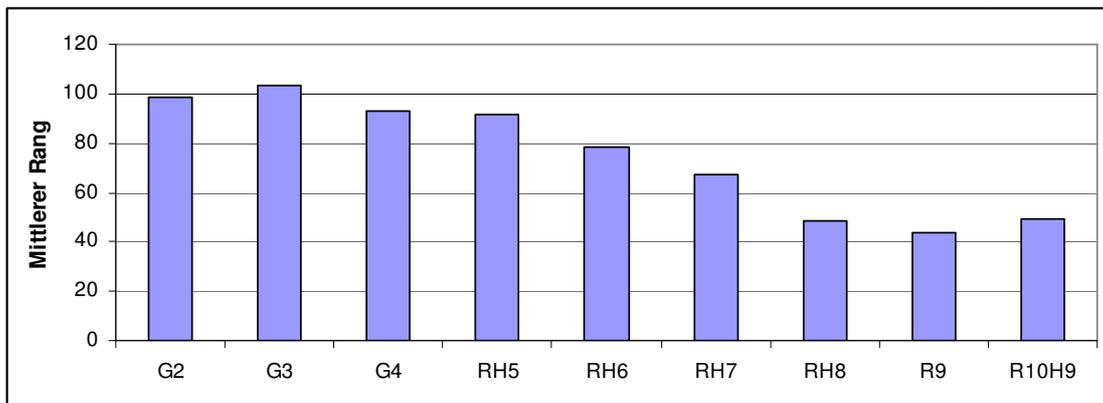


Abbildung 70: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?“

Im Kapitel „4.2.1 Qualität der Fragebögen“ ist darauf hingewiesen worden, dass die Ergebnisse zur Frage „Freust Du Dich auf noch so eine solche Stunde?“ nach der ersten Begegnung einen Schwierigkeitsindize aufwies, der aufgrund der in sehr großen Teilen erfolgten extremen Zustimmung nicht geeignet ist, Unterschiede zwischen den Personen sichtbar zu machen. Aus den folgenden Gründen sollen hier die Ergebnisse trotzdem dargestellt und analysiert werden.

Bei den Ergebnissen nach der zweiten Begegnung wiesen die Ergebnisse einen ausreichenden Schwierigkeitsindize auf, so dass eine Analyse über mögliche Veränderungen von der ersten zur zweiten Begegnung sinnvoll erscheint.

Die Ergebnisse mögen keine ausreichende Grundlage für eine Diskussion von den Unterschieden einzelner Personen liefern, aber statistische Verfahren liefern signifikante Unterschiede beim Vergleich ganzer Altersgruppen, so dass die Ergebnisse trotzdem vorgestellt werden sollen.

Beschreibung:

Der Frage nach der Freude über noch so eine Stunde stimmen wieder alle Altersgruppen zu.

Wie bei der Frage nach dem Interesse nimmt die Zustimmung mit zunehmendem Alter ab. So unterscheiden sich die älteren Altersgruppen von den jüngeren Altersgruppen signifikant. Aufgrund des relativ kontinuierlichen Verlaufes dieser Entwicklung steigt meistens die Signifikanz, je größer der Altersunterschied ist.

Interpretation:

Ähnlich wie bei der vorherigen Frage können als Gründe für die mit zunehmendem Alter nachlassende Zustimmung das sinkende Interesse am Umgang mit einfachen Geräten und die Interessenverschiebung während der Pubertät genannt werden, zumal auch hier die Jahrgänge ab der 7. Klasse besonders betroffen sind.

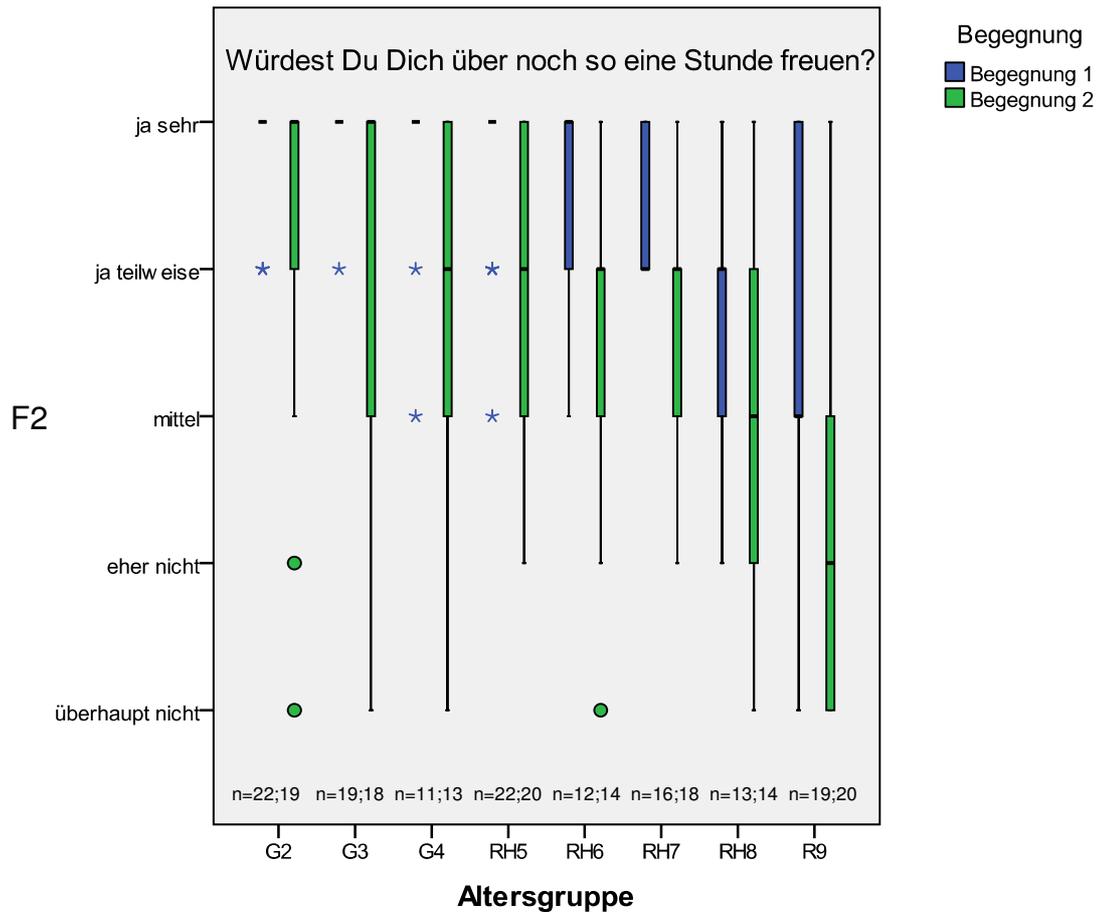


Abbildung 71: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen beiden Begegnungen bei der Frage: „Würdest Du Dich über noch so eine Stunde freuen?“

Bei acht Altersgruppen (fast allen mit Ausnahme der R10H9) unterscheiden sich die Zustimmungen über die Freude über noch so eine Stunde signifikant zwischen den beiden Begegnungen (siehe Abbildung 71). Und bei allen acht betreffenden Gruppen sinkt die Zustimmung beim Fragebogen nach der zweiten Begegnung gegenüber dem Fragebogen nach der ersten Begegnung. Dies ist auch durch den bei der vorherigen Frage schon angesprochenen nachlassenden „Reiz des Neuen“ zu deuten. Die Kinder hätten für die zweite Begegnung gerne neue Stationen gehabt.

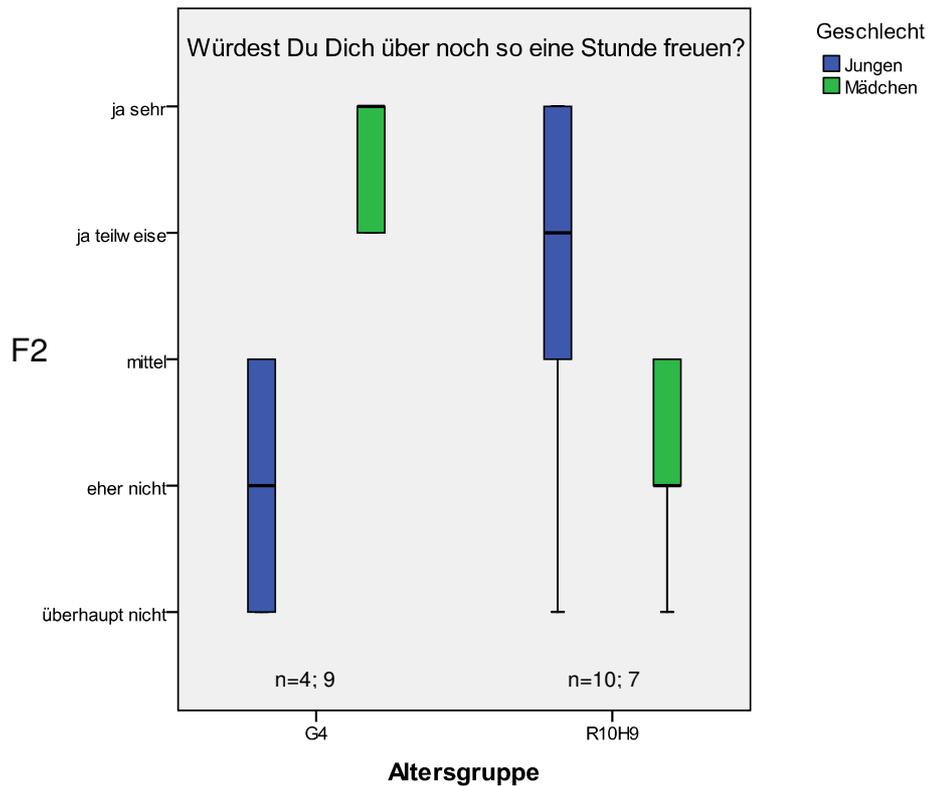
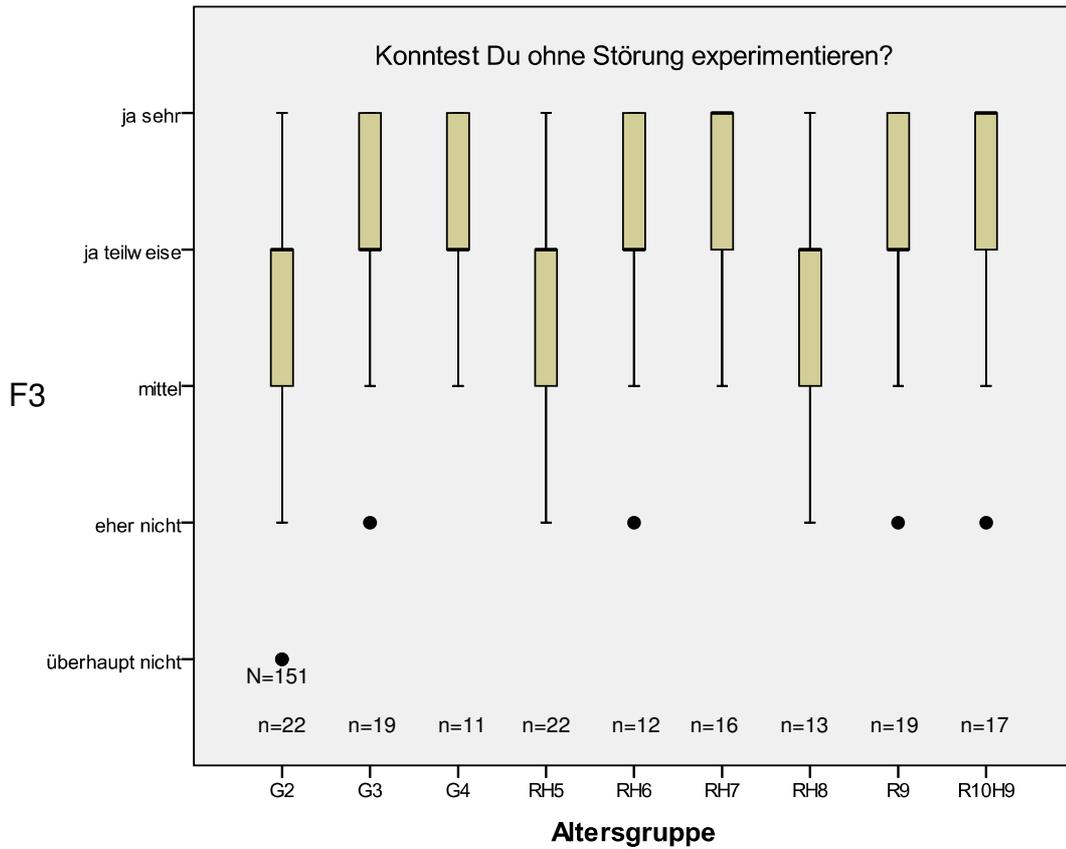


Abbildung 72: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Würdest Du Dich über noch so eine Stunde freuen?“

Bei dieser Frage gab es bei den Antworten auf den Fragebogen nach der ersten Begegnung bei keiner Altersgruppe einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern.

Bei den Antworten nach der zweiten Begegnung gab es bei den beiden Altersgruppen G4 und R10H9 den in Abbildung 72 dargestellten signifikanten Unterschied zwischen Jungen und Mädchen bei der Zustimmung über die Freude über noch so eine Stunde. Indes kann auch bei diesen Ergebnissen nicht von einer einheitlichen Tendenz gesprochen werden, weil nur zwei Altersgruppen einen signifikanten Unterschied aufweisen, der zudem auch noch gegenläufig ist. Bei der G4 ist die Verschiedenartigkeit zu Gunsten der Mädchen und bei der R10H9 zu Gunsten der Jungen.

4.2.4 Konntest Du ohne Störung experimentieren?



F3	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,039	0,150	0,654	0,192	0,004	0,774	0,087	0,012
G3	0,039		0,672	0,029	0,563	0,236	0,066	0,751	0,353
G4	0,150	0,672		0,157	0,894	0,162	0,210	0,926	0,276
RH5	0,654	0,029	0,157		0,200	0,002	0,940	0,101	0,010
RH6	0,192	0,563	0,894	0,200		0,117	0,260	0,794	0,198
RH7	0,004	0,236	0,162	0,002	0,117		0,007	0,165	0,883
RH8	0,774	0,066	0,210	0,940	0,260	0,007		0,153	0,023
R9	0,087	0,751	0,926	0,101	0,794	0,165	0,153		0,273
R10H9	0,012	0,353	0,276	0,010	0,198	0,883	0,023	0,273	

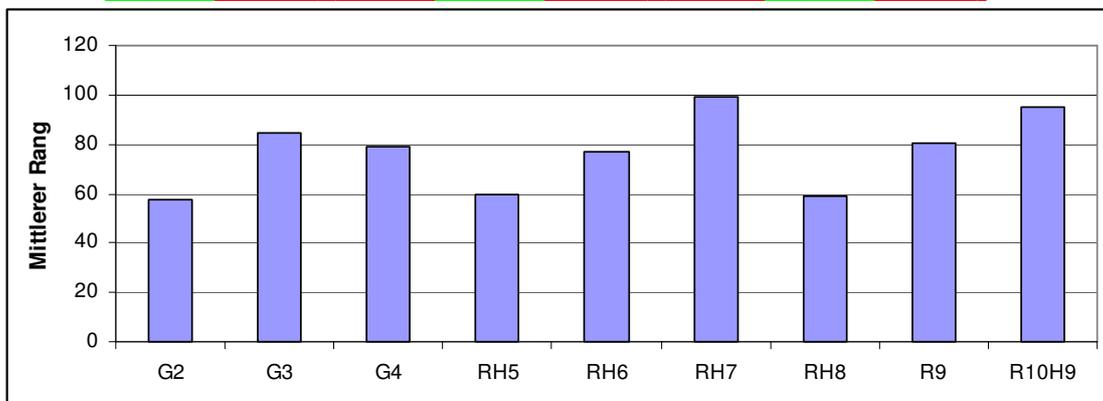


Abbildung 73: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“

Beschreibung:

Im Allgemeinen geben die Schüler ihre Zustimmung bei der Frage nach ungestörtem Experimentieren ab.

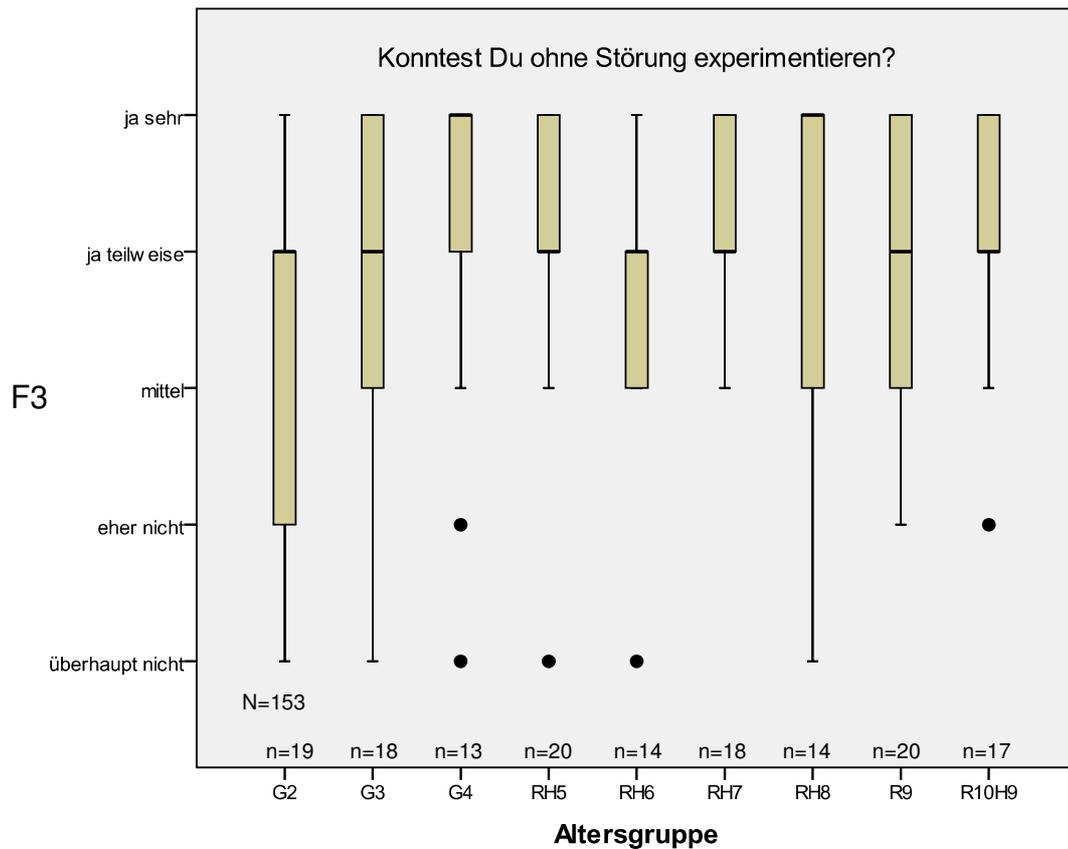
Eine altersabhängige Tendenz bei der Beantwortung der Frage ist nicht zu beobachten. Aber bei den drei Altersgruppen G2, RH5 und RH8 fällt die Zustimmung etwas geringer aus, so dass sie sich zu Gruppen, bei denen die Zustimmung besonders hoch ausfällt signifikant unterscheiden.

Interpretation:

Diese Frage soll in erster Linie klären, ob es Altersgruppen gibt, in denen die Schüler durch nennenswerte Störungen beim Experimentieren behindert worden sind und so die Verhaltensbeobachtungen dadurch beeinflusst werden können. Daher sollen die Ergebnisse der drei genannten Gruppen auf mögliche Unregelmäßigkeiten beobachtet werden. Darüber hinaus soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass auch die Ergebnisse der betreffenden drei Gruppen wegen ihrer breiten Zustimmung auf keine massive Behinderung beim Experimentieren schließen lassen und auch bei der Beobachtung der Videos eine solche auffallende Störung nicht zu beobachten war.

Bei den Ergebnissen der kategoriengeleiteten Videoanalyse bei der Variable „Stören“ zeigten die Altersgruppen G2 und RH5 kein signifikant stärkeres „Störverhalten“. Einzig die RH8 zeigt einen statistisch bedeutsam höheren Anteil beim „Stören“, siehe hierzu auch Kapitel „4.4.3 Die Kategorie Stören“.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren



F3	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,757	0,103	0,109	0,620	0,035	0,173	0,132	0,082
G3	0,757		0,168	0,118	0,664	0,039	0,304	0,241	0,109
G4	0,103	0,168		0,606	0,203	1,000	0,792	0,693	0,787
RH5	0,109	0,118	0,606		0,201	0,521	0,881	0,943	0,830
RH6	0,620	0,664	0,203	0,201		0,073	0,362	0,370	0,184
RH7	0,035	0,039	1,000	0,521	0,073		0,712	0,510	0,692
RH8	0,173	0,304	0,792	0,881	0,362	0,712		0,955	0,932
R9	0,132	0,241	0,693	0,943	0,370	0,510	0,955		0,783
R10H9	0,082	0,109	0,787	0,830	0,184	0,692	0,932	0,783	

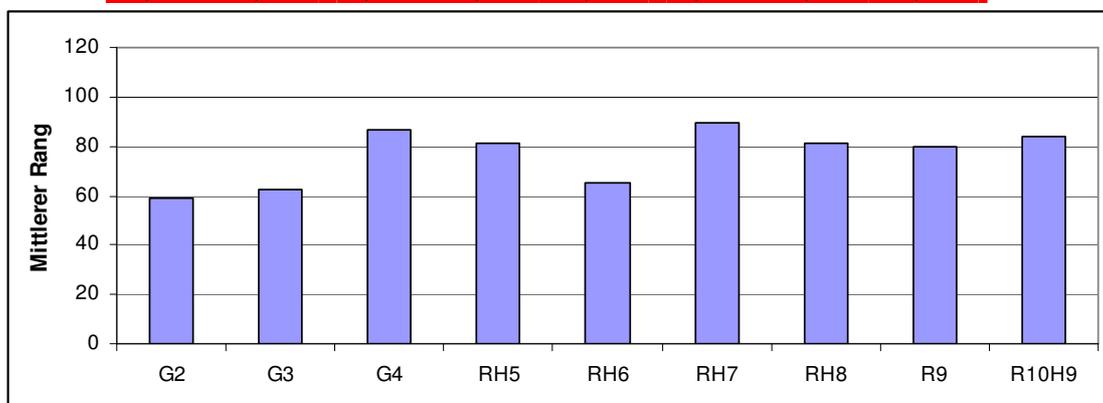


Abbildung 74: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“

Um nachzuweisen, dass während der zweiten Begegnung keine Gruppe durch Störungen beim Experimentieren behindert worden ist, sollen hier auch die Ergebnisse des Fragebogens nach der zweiten Begegnung vorgestellt werden.

Beschreibung:

Es sind keine altersabhängigen Tendenzen zu beobachten. Die Ergebnisse der verschiedenen Altersgruppen unterscheiden sich im Wesentlichen nicht signifikant voneinander. Einzig die RH7 unterscheidet sich durch ihre etwas höhere Zustimmung signifikant von den Gruppen mit etwas niedrigerer Zustimmung.

Interpretation:

Es sind keine größeren Unterschiede bei der Zustimmung zum ungestörten Experimentieren bei der Befragung nach der zweiten Begegnung festzustellen. Daher kann davon ausgegangen werden, dass keine Gruppe durch aufgetretene Störungen eingeschränkt wurde und so das beobachtete Verhalten dadurch beeinflusst wurde.

Bei der Untersuchung der Ergebnisse nach Unterschieden zwischen der ersten und der zweiten Begegnung kam heraus, dass sich bei keiner der untersuchten Altersgruppen eine signifikante Abweichung ergeben hat.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

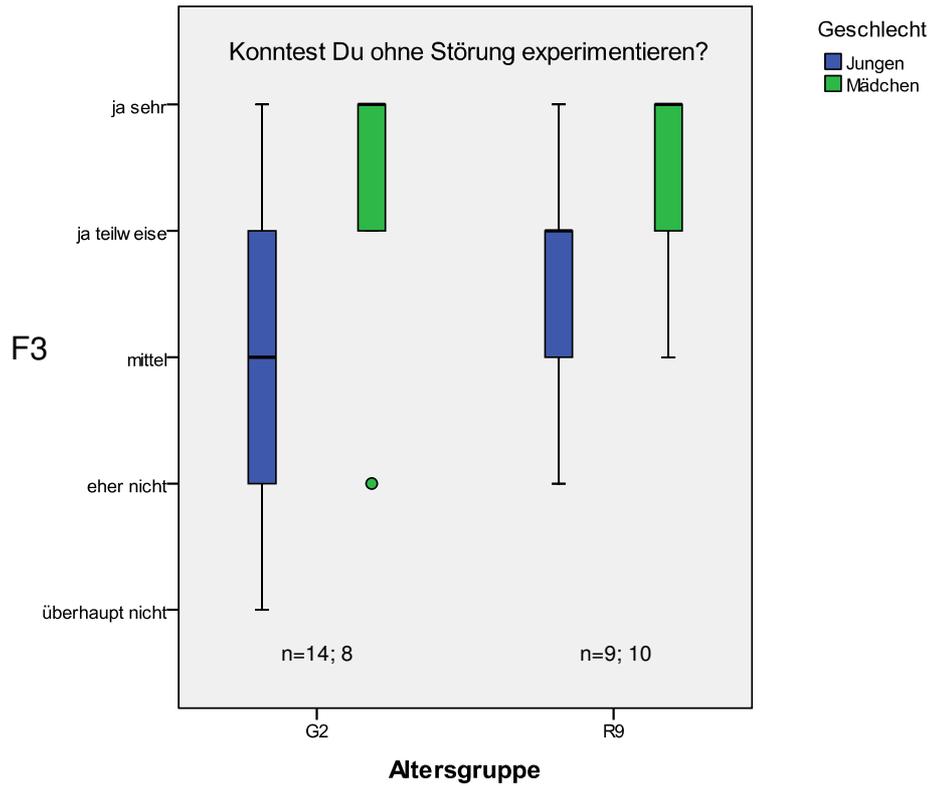


Abbildung 75: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der ersten Begegnung bei der Frage: „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“

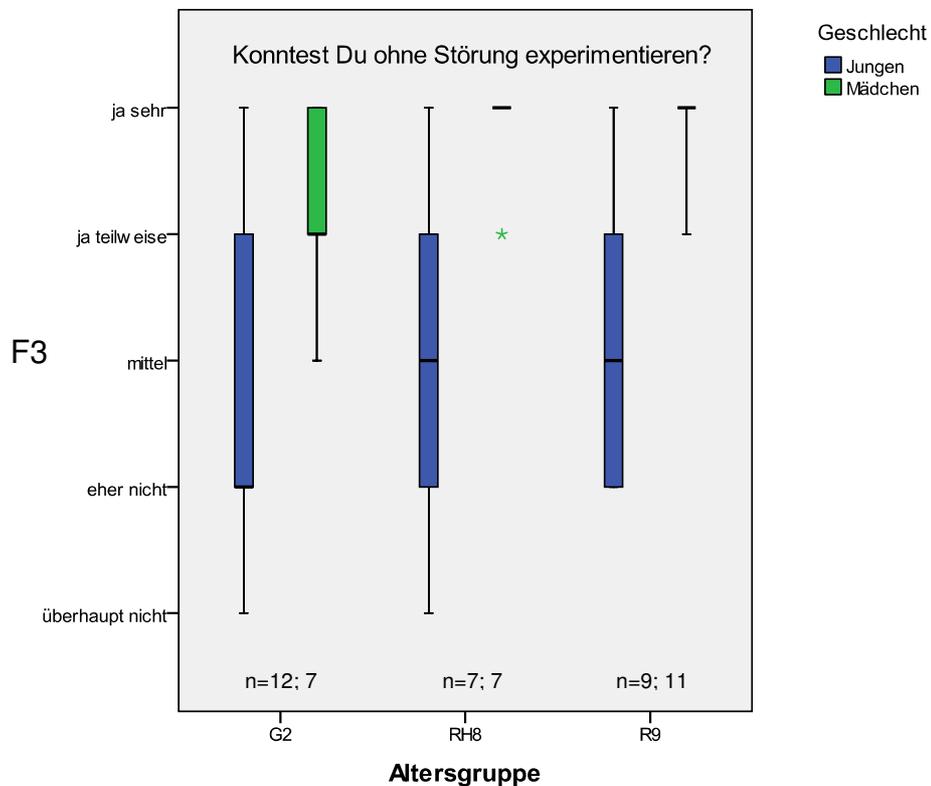


Abbildung 76: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“

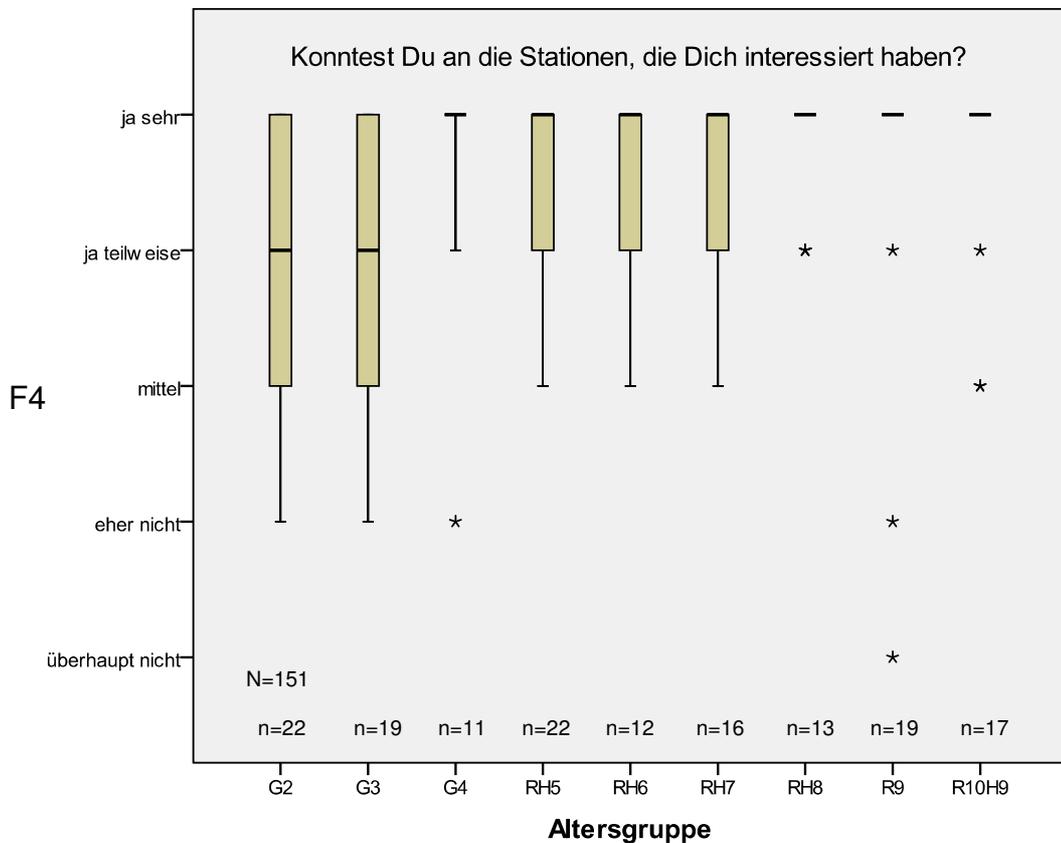
Werden die Geschlechterunterschiede bei der Zustimmung zum ungestörten Experimentieren analysiert, dann unterscheiden sich bei der Befragung nach der ersten Begegnung die beiden Gruppen G2 und R9 (siehe Abbildung 75) signifikant voneinander.

Bei der Befragung nach der zweiten Begegnung sind es die drei Gruppen G2, RH8 und R9 (siehe Abbildung 76).

Auffallend ist hier die Übereinstimmung der beiden Altersgruppen G2 und R9 mit signifikantem Unterschied bei beiden Begegnungen. Die große Altersdifferenz zwischen den beiden vereinzelt Gruppen lässt keine altersabhängige Tendenz erkennen.

Interessanterweise sind bei allen aufgetretenen signifikanten Unterschieden zwischen den Geschlechtern die Jungen durch Störungen stärker betroffen.

4.2.5 Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?



F4	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,666	0,082	0,096	0,199	0,057	0,015	0,013	0,010
G3	0,666		0,164	0,262	0,393	0,149	0,041	0,036	0,031
G4	0,082	0,164		0,314	0,355	0,677	0,730	0,538	0,577
RH5	0,096	0,262	0,314		0,919	0,511	0,111	0,056	0,087
RH6	0,199	0,393	0,355	0,919		0,525	0,145	0,088	0,121
RH7	0,057	0,149	0,677	0,511	0,525		0,370	0,234	0,299
RH8	0,015	0,041	0,730	0,111	0,145	0,370		0,735	0,857
R9	0,013	0,036	0,538	0,056	0,088	0,234	0,735		0,961
R10H9	0,010	0,031	0,577	0,087	0,121	0,299	0,857	0,961	

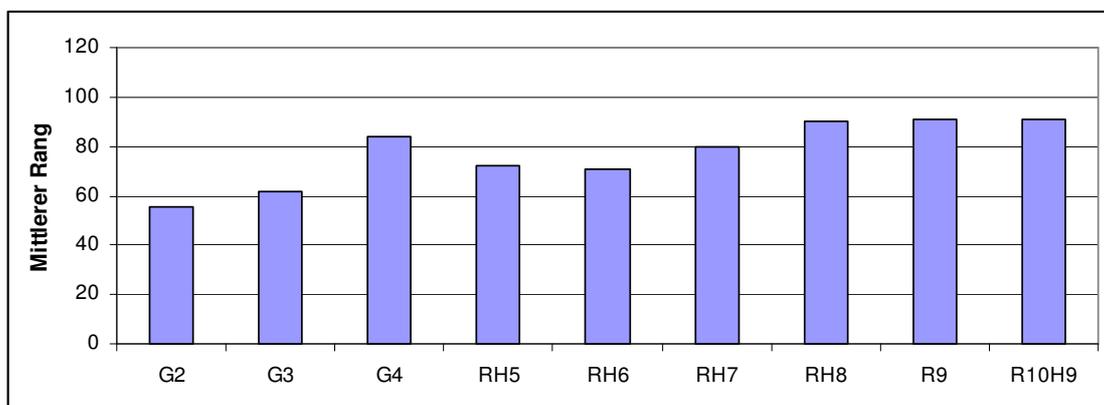


Abbildung 77: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“

Die Ergebnisse der Frage „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“ liefern nach beiden Begegnungen einen Schwierigkeitsindize, der für das Sichtbarmachen von Unterschieden zwischen den Teilnehmern aufgrund der über weite Teile ausgesagten hohen Zustimmung ungeeignet sind. Da diese Frage den für diese Studie wichtigen Sachverhalt klären soll, ob die teilnehmenden Kinder beim Experimentieren dadurch behindert worden sind, dass sie nicht an den Stationen experimentieren konnten, an denen sie experimentieren wollten, werden die Ergebnisse hier dennoch vorgestellt und analysiert.

Beschreibung:

Im Wesentlichen stimmen die meisten Kinder der Aussage zu, dass sie an die Stationen konnten, an denen sie experimentieren wollten.

Einzig die Klassen G2 und G3, welche eine geringere Zustimmung aufweisen, unterscheiden sich signifikant von den Altersgruppen RH8, R9 und R10H9, welche eine höhere Zustimmung aufweisen.

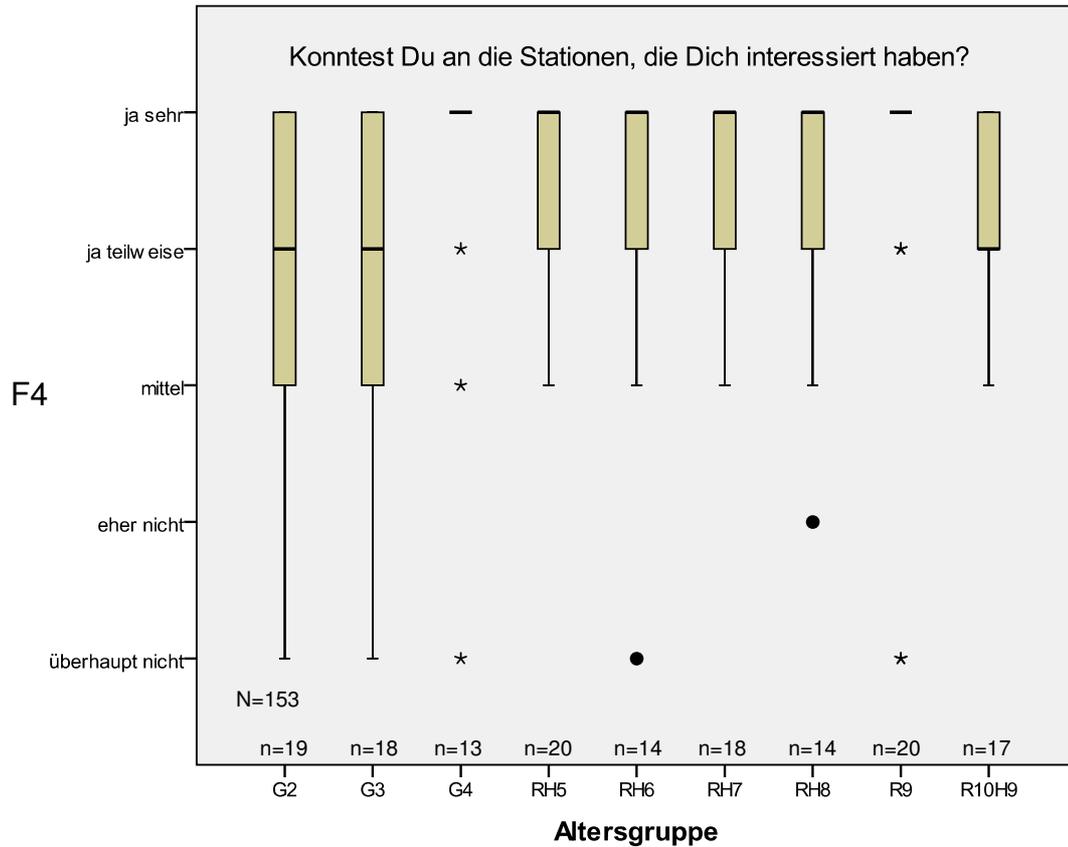
Interpretation:

Es scheint aufgrund der Ergebnisse keine Klasse bei ihrem Experimentieren ernsthaft dadurch behindert worden zu sein, dass sie nicht an die Stationen konnten, zu denen die Kinder der Klasse wollten, wie es der Schwierigkeitsindize schon ausdrückt.

Die geringere Zustimmung bei den jüngeren Kindern kann durch Beobachtungen während der Videoanalyse interpretiert werden. Die jüngeren Kinder haben scheinbar weniger Verständnis bzw. Geduld, wenn eine sie interessierende Station von anderen Kindern bereits besetzt ist. Dies gilt auch für die nicht mit einem Fragebogen befragten Kinder der Kindergärten, Vorschule und G1.

Als weiterer Aspekt kann der sich in der mittleren Kindheit entwickelnde soziale Vergleich herangezogen werden, wie er im Kapitel „2.4.2 Mittlere Kindheit (Einschulung oder 6 Jahre bis 12 Jahre)“ vorgestellt wurde. Danach haben Kinder bis zur zweiten Klasse Schwierigkeiten ihre eigenen Fähigkeiten im Verhältnis zu anderen zu bewerten und bei der Normorientierung, also bei der Suche nach dem erstrebenswerten Verhalten. Dieses entwicklungspsychologisch bedingte „Ich-bezogene Denken“ könnte nun bei einer geduldigen Rücksichtnahme gegenüber anderen schon an der Wunschstation experimentierenden Kindern im Wege stehen. Die etwas höhere Zustimmung bei den höheren Klassen kann durch die weitere persönliche Reifung erklärt werden, so dass die älteren Kinder verständnisvoller mit bereits besetzten Stationen umgehen.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren



F4	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,533	0,114	0,151	0,279	0,160	0,127	0,045	0,371
G3	0,533		0,030	0,019	0,085	0,023	0,030	0,007	0,068
G4	0,114	0,030		0,374	0,527	0,394	0,825	0,836	0,149
RH5	0,151	0,019	0,374		0,952	0,987	0,528	0,167	0,430
RH6	0,279	0,085	0,527	0,952		0,965	0,657	0,343	0,524
RH7	0,160	0,023	0,394	0,987	0,965		0,549	0,185	0,436
RH8	0,127	0,030	0,825	0,528	0,657	0,549		0,637	0,220
R9	0,045	0,007	0,836	0,167	0,343	0,185	0,637		0,043
R10H9	0,371	0,068	0,149	0,430	0,524	0,436	0,220	0,043	

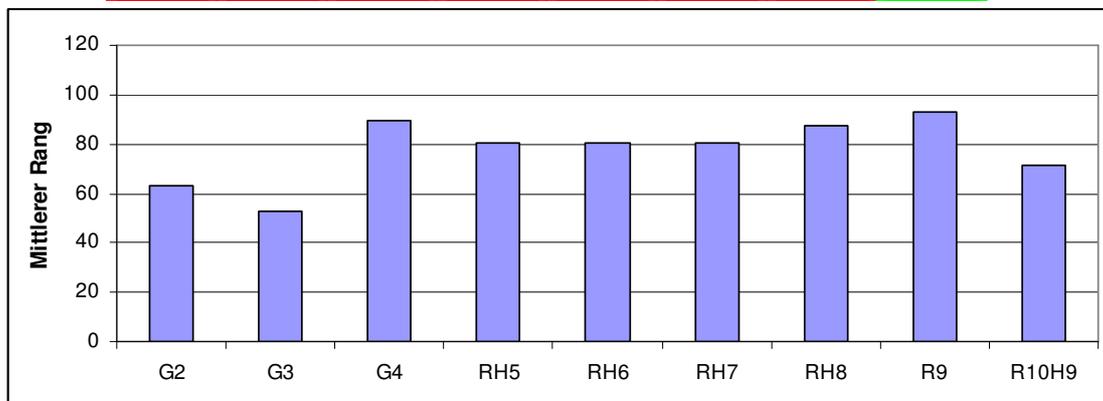


Abbildung 78: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“

Die Ergebnisse der Fragebögen nach der zweiten Begegnung sollen hier auch dargelegt werden, damit beurteilt werden kann, ob die beobachteten Verhaltensweisen eventuell durch eine mangelnde Verfügbarkeit der Stationen verfälscht wurden.

Beschreibung:

Auch bei der zweiten Begegnung haben die meisten Schüler aus ihrer Sicht an den Stationen experimentieren können, an denen sie experimentieren wollten.

Die Zustimmung der G3 fällt auch nach der zweiten Begegnung geringer als bei den anderen Altersgruppen aus, so dass sie sich signifikant von den meisten anderen Altersgruppen in dieser Hinsicht unterscheidet. Die R9 zeigt wieder eine etwas höhere Zustimmung zur Verfügbarkeit der Stationen.

Interpretation:

Zunächst kann auch hier festgestellt werden, dass keine Klasse durch eine mangelnde Verfügbarkeit der Stationen ernsthaft behindert worden ist. Für die etwas auffallenden Altersgruppen G3 und R9 können die gleichen Erklärungen herangezogen werden, wie bei der Interpretation zur gleichen Frage bei der ersten Begegnung (siehe zwei Seiten zuvor).

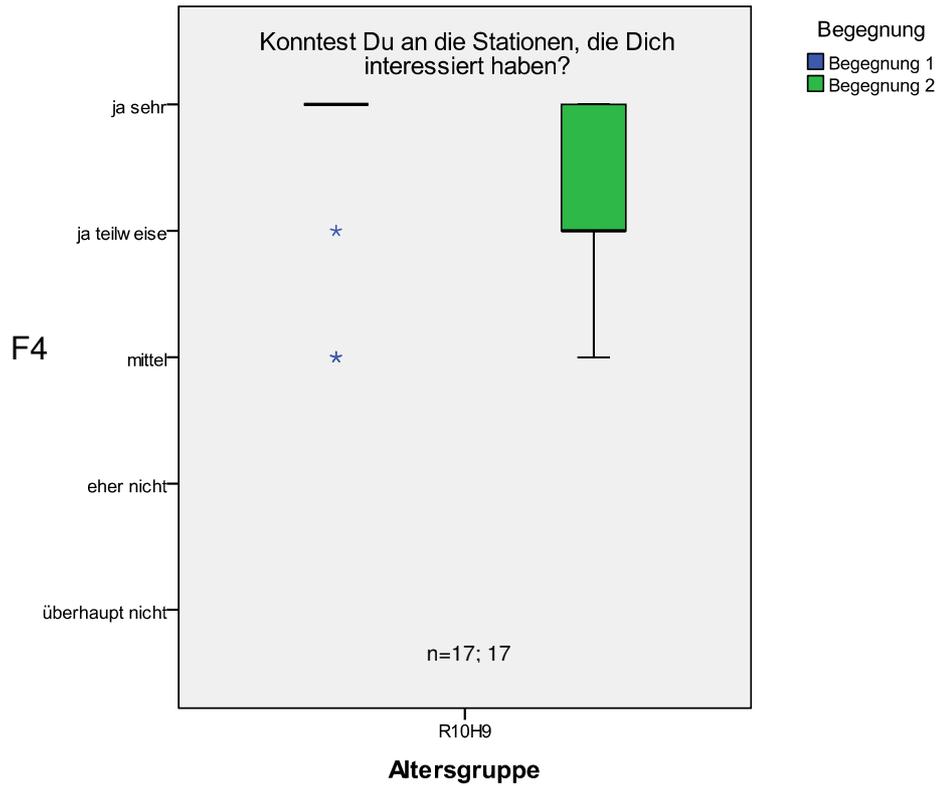


Abbildung 79: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen beiden Begegnungen bei der Frage: „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“

Die Zustimmung bei der Verfügbarkeit der Stationen unterschied sich nur bei der Altersgruppe R10H9 signifikant zwischen der ersten und der zweiten Begegnung (siehe Abbildung 79). Dieser vereinzelte signifikante Unterschied bei den Ergebnissen lässt keine altersabhängige Auslegung zu.

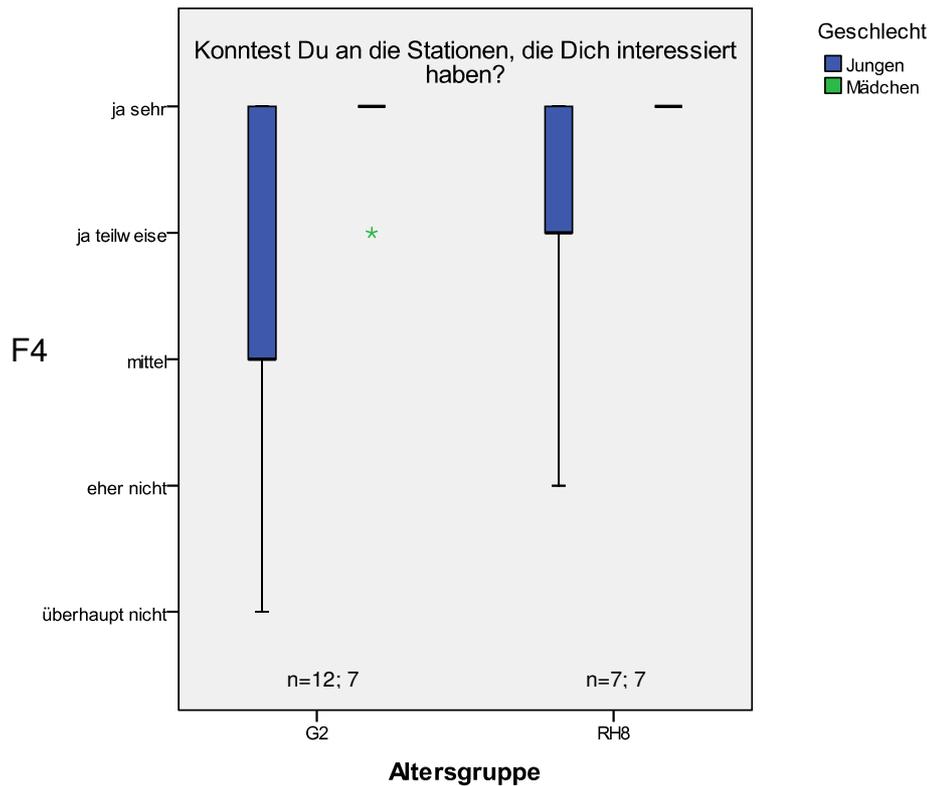
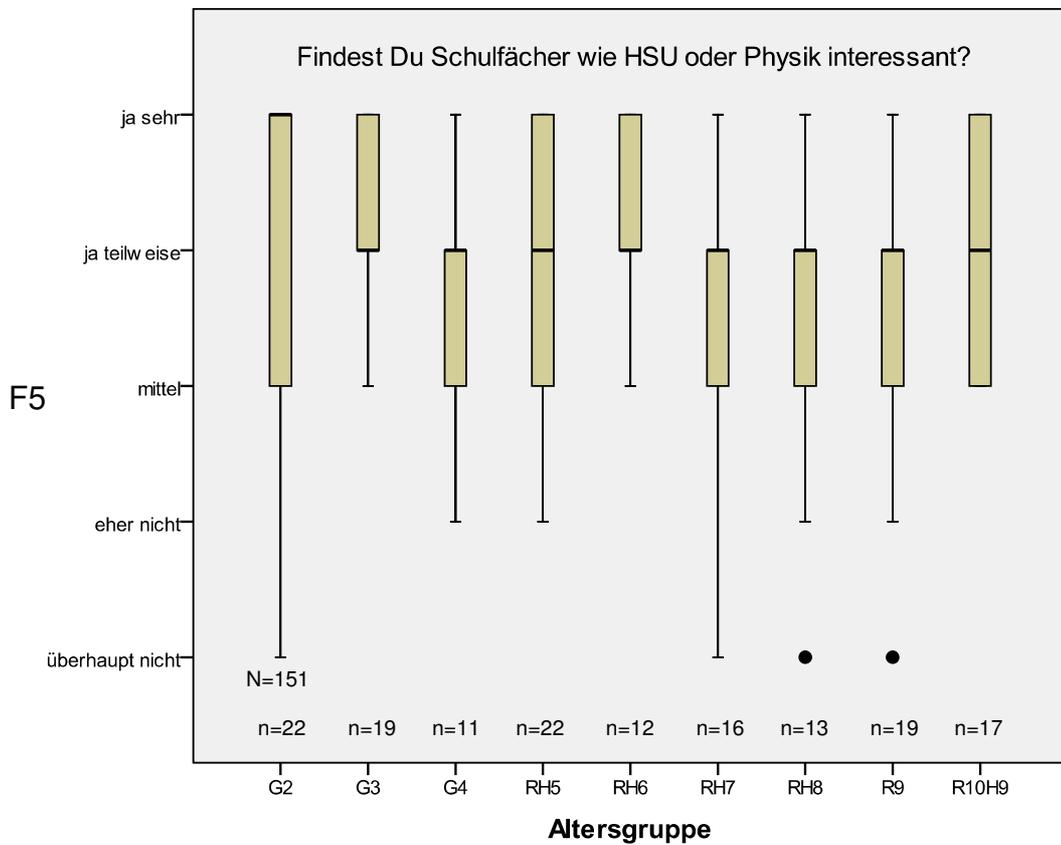


Abbildung 80: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“

Werden die Zustimmungen bei der Verfügbarkeit der Stationen auf Unterscheidungen zwischen den Geschlechtern untersucht, dann lassen sich bei der Befragung nach der ersten Begegnung keine signifikanten Unterschiede feststellen.

Bei den Ergebnissen der Fragebögen nach der zweiten Begegnung kommt es bei den beiden Altersgruppen G2 und RH8 zu signifikanten Unterschieden zwischen Mädchen und Jungen. In beiden Fällen fällt die Zustimmung bei der Verfügbarkeit der Stationen bei den Jungen geringer aus. Daraus zu schließen, dass die Jungen bei der Verfügbarkeit der Stationen „empfindlicher“ sind als die Mädchen, ist aufgrund von nur zwei relevanten Altersgruppen nicht haltbar, zumal nach der ersten Begegnung keine einzige Altersgruppe einen signifikanten Geschlechterunterschied bei der Fragestellung erkennen ließ.

4.2.6 Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?



F5	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,955	0,089	0,160	0,710	0,015	0,034	0,088	0,251
G3	0,955		0,041	0,094	0,660	0,006	0,013	0,047	0,159
G4	0,089	0,041		0,507	0,174	0,654	0,853	0,751	0,412
RH5	0,160	0,094	0,507		0,351	0,216	0,347	0,700	0,834
RH6	0,710	0,660	0,174	0,351		0,057	0,094	0,223	0,467
RH7	0,015	0,006	0,654	0,216	0,057		0,809	0,395	0,187
RH8	0,034	0,013	0,853	0,347	0,094	0,809		0,566	0,286
R9	0,088	0,047	0,751	0,700	0,223	0,395	0,566		0,581
R10H9	0,251	0,159	0,412	0,834	0,467	0,187	0,286	0,581	

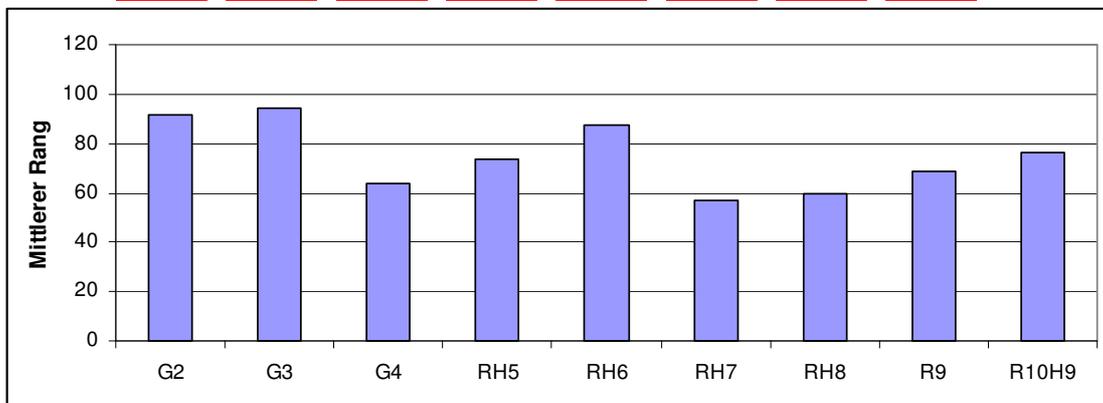


Abbildung 81: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“

Die Ergebnisse zur Frage „Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“ sollen im Wesentlichen klären, ob einzelne Gruppen sich von den meisten anderen Gruppen mit ähnlichem Alter beim Interesse an den relevanten Schulfächern stark unterscheiden. Wenn ein solcher Unterschied bestehen würde, dann könnten die Unterschiede bei den Verhaltensweisen beim Experimentieren unter Umständen eher von Interessenunterschieden von Gruppe zu Gruppe abhängen, als vom unterschiedlichen Alter.

Beschreibung:

Bei den Altersgruppen G4, RH7, RH8 und R9 ist die Zustimmung auf die Frage nach dem Interesse am Schulfach HSU oder Physik geringer ausgeprägt. Die Unterschiede sind jedoch nur in wenigen Fällen signifikant zu anderen Altersgruppen. So unterscheiden sich die Ergebnisse nur bei der RH7 und der RH8 signifikant zu mehr als einer Altersgruppe, in diesem Fall zu den recht hohen Zustimmungswerten der G2 und G3.

Interpretation:

Die etwas geringeren Zustimmungswerte der Klassen 7, 8 und teilweise bei 9 lassen sich durch die bereits erwähnte Interessenverschiebung während der Pubertät erklären, siehe Kapitel „2.4.3 Jugendalter oder Adoleszenz (12 bis 18 Jahre)“. Keiner der aufgetretenen signifikanten Unterschiede bei den Klassen 7, 8 und 9 erschien beim Vergleich zu einer altersnahen Gruppe. D.h. im Verhältnis zu den „benachbarten“ Altersgruppen waren die Ergebnisse bei der Zustimmung zum Interesse am Schulfach HSU oder Physik unauffällig (nicht signifikant). Sie unterschieden sich „nur“ zu den sehr viel jüngeren Klassen 2 und 3 signifikant, so dass es wahrscheinlich ist, dass die aufgetretenen Unterschiede bei den Klassen 7, 8 und 9 keine Besonderheiten der speziellen Lerngruppen sind, sondern durch die Einflüsse der Pubertät zu erklären sind.

Einzig der signifikante Unterschied zwischen den recht hohen Zustimmungswerten der G3 und den etwas geringeren Zustimmungswerten der G4 lässt auf Besonderheiten der beiden Gruppen schließen, die altersunabhängig sind, da der signifikante Unterschied bei „benachbarten“ Gruppen aufgetreten ist. Allerdings soll hier relativierend darauf hingewiesen werden, dass sich die Gruppen G3 und G4 nur zu einer einzigen andern Gruppe signifikant unterscheiden! Es kann daher nicht von einem herausragenden Unterschied bei der Zustimmung gesprochen werden. Trotzdem sollen eventuelle Unterschiede beim Verhalten während des

Experimentierens berücksichtigen, dass das Interesse an HSU in der G3 signifikant höher ist, als in der G4.

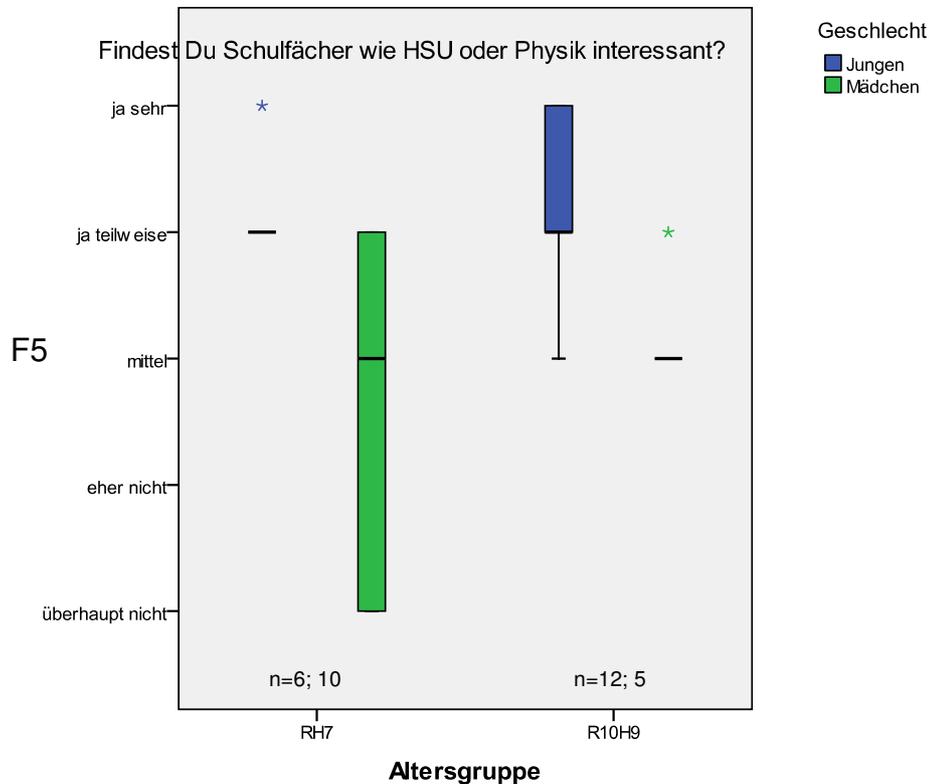
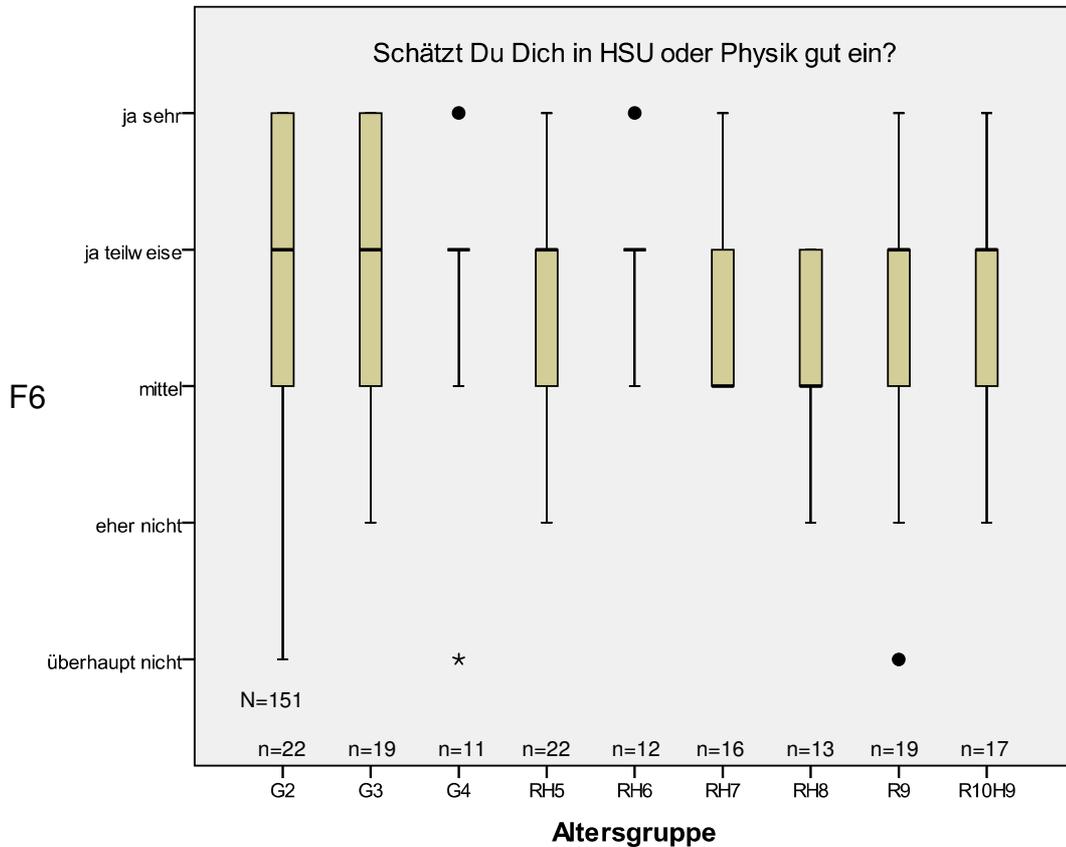


Abbildung 82: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der ersten Begegnung bei der Frage: „Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“

Werden die Ergebnisse der Frage „Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“ auf Geschlechterunterschiede innerhalb jeder Altersgruppe untersucht, dann zeigen sich nur in den älteren Gruppen RH7 und R10H9 signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen. In beiden Fällen finden die Jungen ein Schulfach wie Physik signifikant interessanter als die Mädchen. Dieses Ergebnis weist daraufhin, dass die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen nicht sehr stark ausgeprägt sind. Die Ergebnisse zu Gunsten der Jungen ließen sich mit dem generell festgestellten höheren Interesse der Jungen am Fach Physik erklären, siehe Kapitel „2.7 Der Einfluss des Geschlechts“, vergleiche hierzu speziell Abbildung 28.

4.2.7 Schätzt Du Dich in Schulfächern wie HSU oder Physik gut ein?



F6	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,967	0,920	0,882	0,864	0,478	0,272	0,661	0,847
G3	0,967		0,946	0,879	0,829	0,474	0,269	0,645	0,841
G4	0,920	0,946		0,885	0,855	0,376	0,208	0,715	0,858
RH5	0,882	0,879	0,885		0,665	0,453	0,245	0,730	0,952
RH6	0,864	0,829	0,855	0,665		0,209	0,096	0,501	0,644
RH7	0,478	0,474	0,376	0,453	0,209		0,696	0,763	0,520
RH8	0,272	0,269	0,208	0,245	0,096	0,696		0,487	0,298
R9	0,661	0,645	0,715	0,730	0,501	0,763	0,487		0,789
R10H9	0,847	0,841	0,858	0,952	0,644	0,520	0,298	0,789	

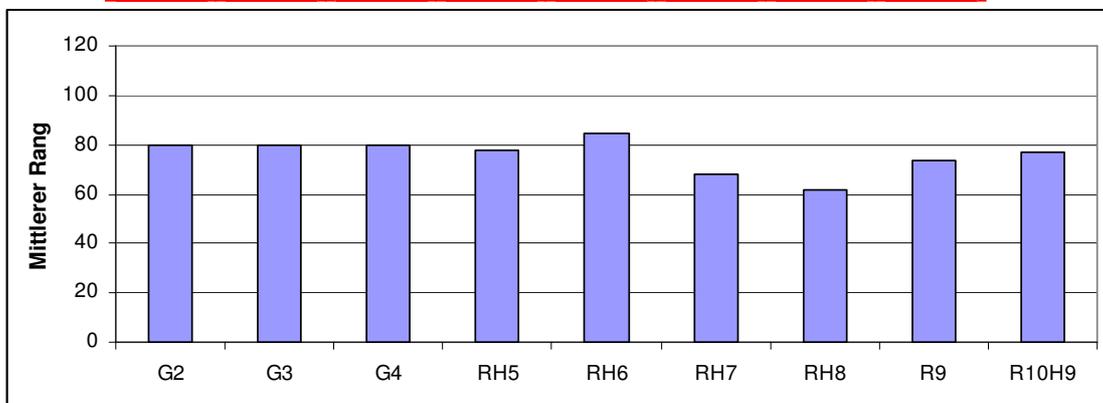


Abbildung 83: Ergebnisse der ersten Begegnung von der Frage: „Schätzt Du Dich in HSU oder Physik gut ein?“

Ähnlich wie die vorherige Frage nach dem Interesse an HSU oder Physik zielt die Frage „Schätzt Du Dich in HSU oder Physik gut ein?“ auf das Aufdecken von altersunabhängigen Besonderheiten herausragender einzelner Altersgruppen, um auf diese Weise herauszufinden, ob noch weitere Einflüsse außerhalb des Alters für unterschiedliche Verhaltensweisen während des Experimentierens bestehen.

Beschreibung:

Keine der untersuchten Altersgruppen unterscheidet sich signifikant von irgendeiner anderen hier untersuchten Altersgruppe!

Interpretation:

Es gibt keine Altersgruppe, die bei ihrer Selbsteinschätzung in einem Schulfach wie HSU oder Physik besonders auffällig ist. Im Gegenteil, es ist kein einziger signifikanter Unterschied bei nur einem einzigen Altersgruppenpärchen festzustellen.

Auch der im vorherigen Kapitel gezeigte signifikante Unterschied beim Interesse am Schulfach HSU zwischen den Klassen 3 und 4 führt zu keinem signifikanten Unterschied bei der Selbsteinschätzung in diesem Fach bei den betreffenden Altersgruppen. Dieser Umstand relativiert den einzigen gefundenen Unterschied beim Interesse zwischen relativ benachbarten Altersgruppen (siehe Kapitel „4.2.6 Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“) und somit den möglichen Einfluss auf das Experimentierverhalten nach Meinung des Autors noch.

Bei der Selbsteinschätzung scheint die Interessenverschiebung während der Pubertät keinen bzw. geringeren Einfluss zu haben, denn die betreffenden Altersgruppen ab der 7. Klasse unterscheiden sich hierbei nicht signifikant von den jüngeren Altersgruppen. Es scheint also trotz gleich bleibender Einschätzung der eigenen Leistung lediglich das Interesse am Fach HSU oder Physik nachzulassen.

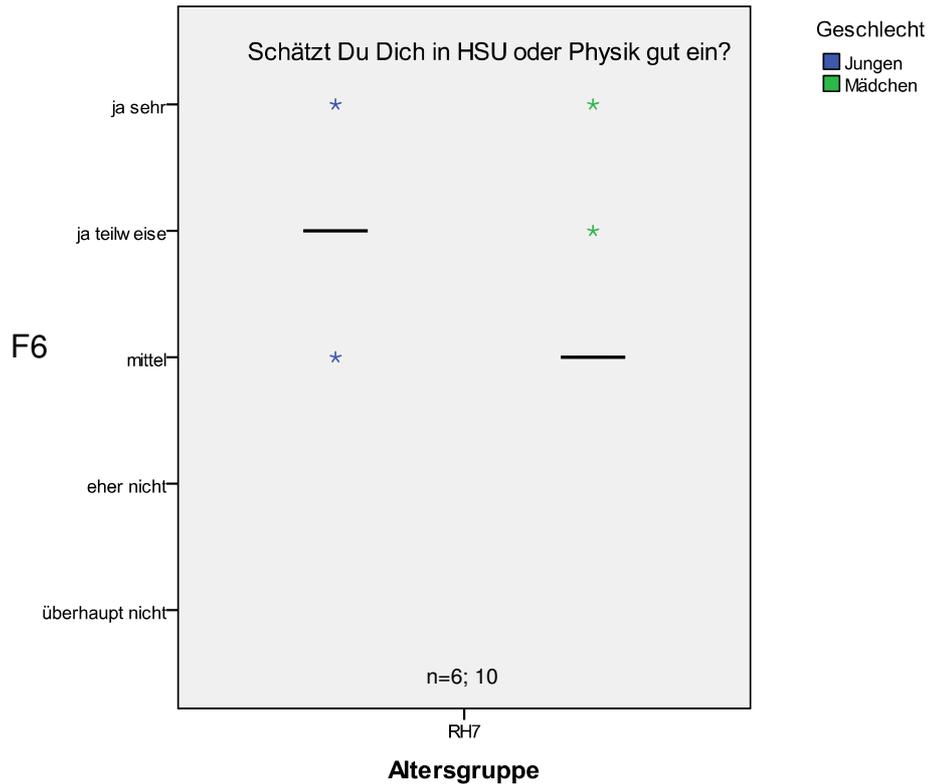
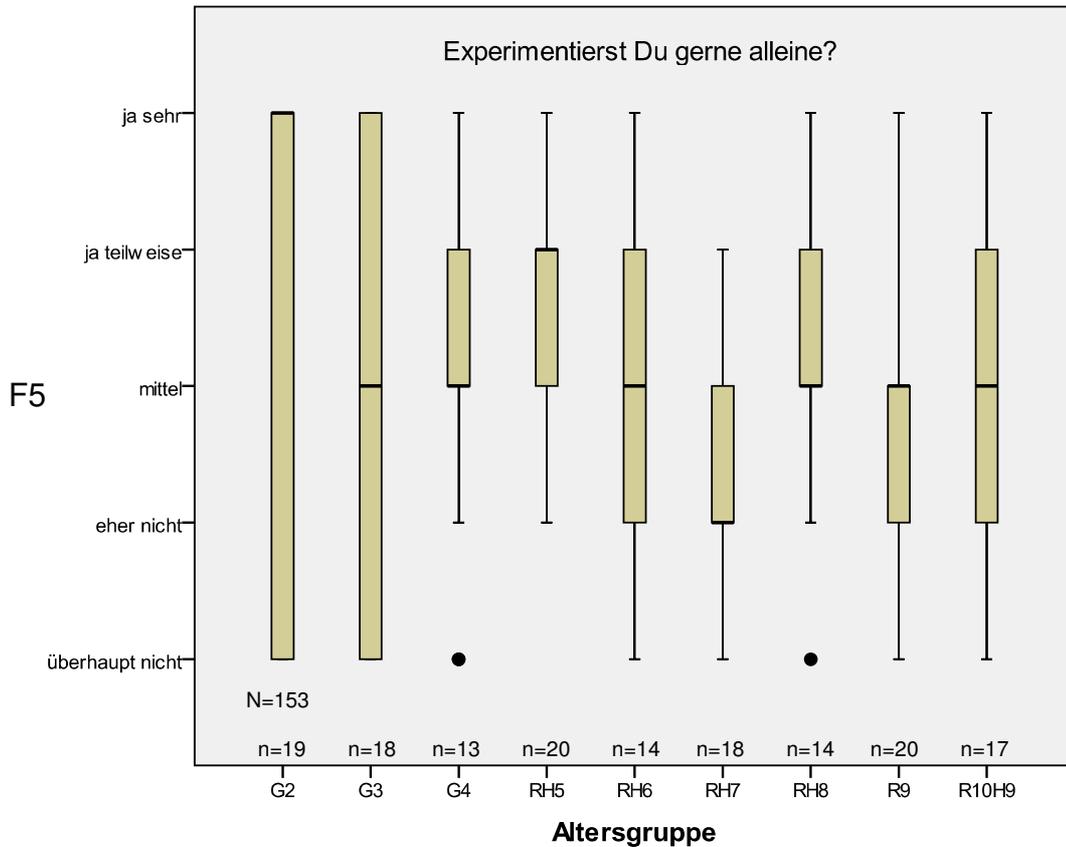


Abbildung 84: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der ersten Begegnung bei der Frage: „Schätzt Du Dich in HSU oder Physik gut ein?“

Signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern innerhalb einer Altersgruppe bei der Frage nach der Selbsteinschätzung gibt es nur in der Altersgruppe RH7. Es kann aufgrund dieses vereinzelteten Ergebnisses kein geschlechtsabhängiger Trend festgestellt werden.

Zusammenfassend kann daher davon ausgegangen werden, dass ein unterschiedliches Interesse und eine unterschiedliche Leistung im Fach HSU oder Physik bei den verschiedenen Altersgruppen nicht von stärkerem Einfluss auf das Experimentierverhalten sein dürfte. Denn keine Altersgruppe hat weder beim Interesse noch bei der Selbsteinschätzung bemerkenswerte Auffälligkeiten gezeigt, siehe Abbildung 81 und 83.

4.2.8 Experimentierst Du gerne alleine?



F5	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,275	0,392	0,693	0,333	0,045	0,453	0,041	0,220
G3	0,275		0,608	0,108	0,697	0,474	0,449	0,481	0,987
G4	0,392	0,608		0,211	0,841	0,099	0,841	0,148	0,564
RH5	0,693	0,108	0,211		0,126	0,000	0,264	0,001	0,061
RH6	0,333	0,697	0,841	0,126		0,141	0,669	0,206	0,670
RH7	0,045	0,474	0,099	0,000	0,141		0,039	0,891	0,380
RH8	0,453	0,449	0,841	0,264	0,669	0,039		0,071	0,394
R9	0,041	0,481	0,148	0,001	0,206	0,891	0,071		0,417
R10H9	0,220	0,987	0,564	0,061	0,670	0,380	0,394	0,417	

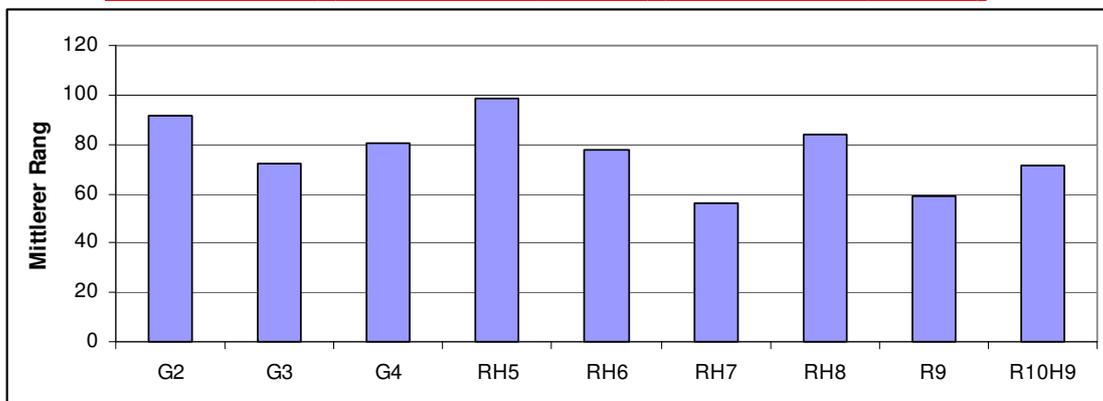


Abbildung 85: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Experimentierst Du gerne alleine?“

Die Frage „Experimentierst Du gerne alleine?“ soll Information über Vorlieben beim Experimentieren der verschiedenen Altersgruppen liefern, da diese Einfluss auf das Sozialverhalten an den Stationen haben können.

Beschreibung:

Es zeigt sich im Allgemeinen nur eine mäßige Zustimmung bei der Frage zum „einsamen“ Experimentieren. Es treten vereinzelt signifikante Unterschiede zwischen wenigen Altersgruppen bei der Zustimmung auf.

Interpretation:

Die signifikanten Unterschiede sind über viele Altersgruppen verteilt und treten dort aber nur vereinzelt und ohne erkennbare Regelmäßigkeit auf, so dass die Neigung allein zu experimentieren, ohne altersabhängige Tendenz besteht. Die insgesamt zurückhaltende Zustimmung lässt sich dadurch erklären, dass im Allgemeinen die Kinder nicht so gerne alleine experimentieren, siehe hierzu auch die Ergebnisse bei der nächsten Frage „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“

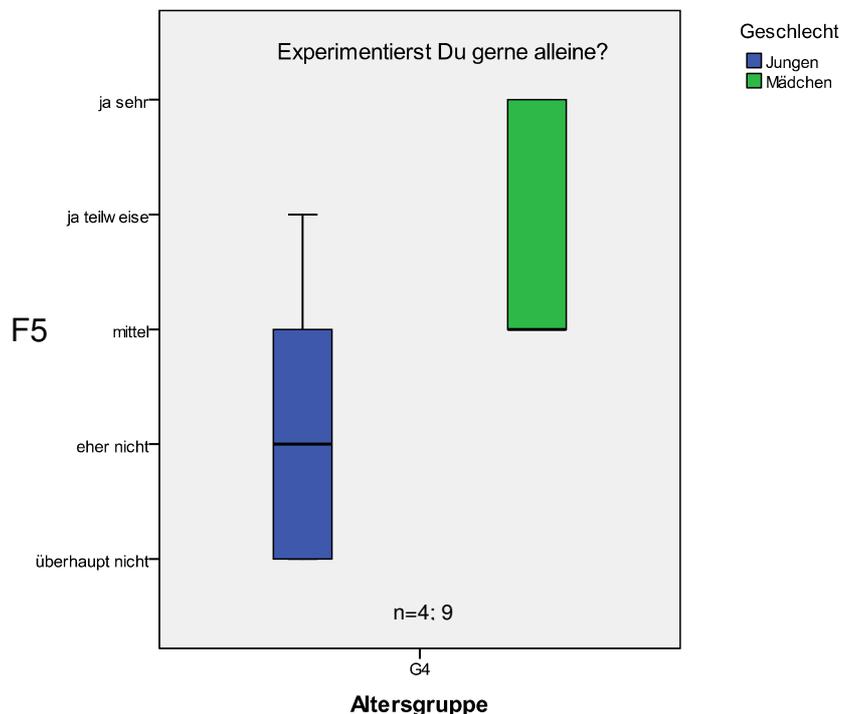
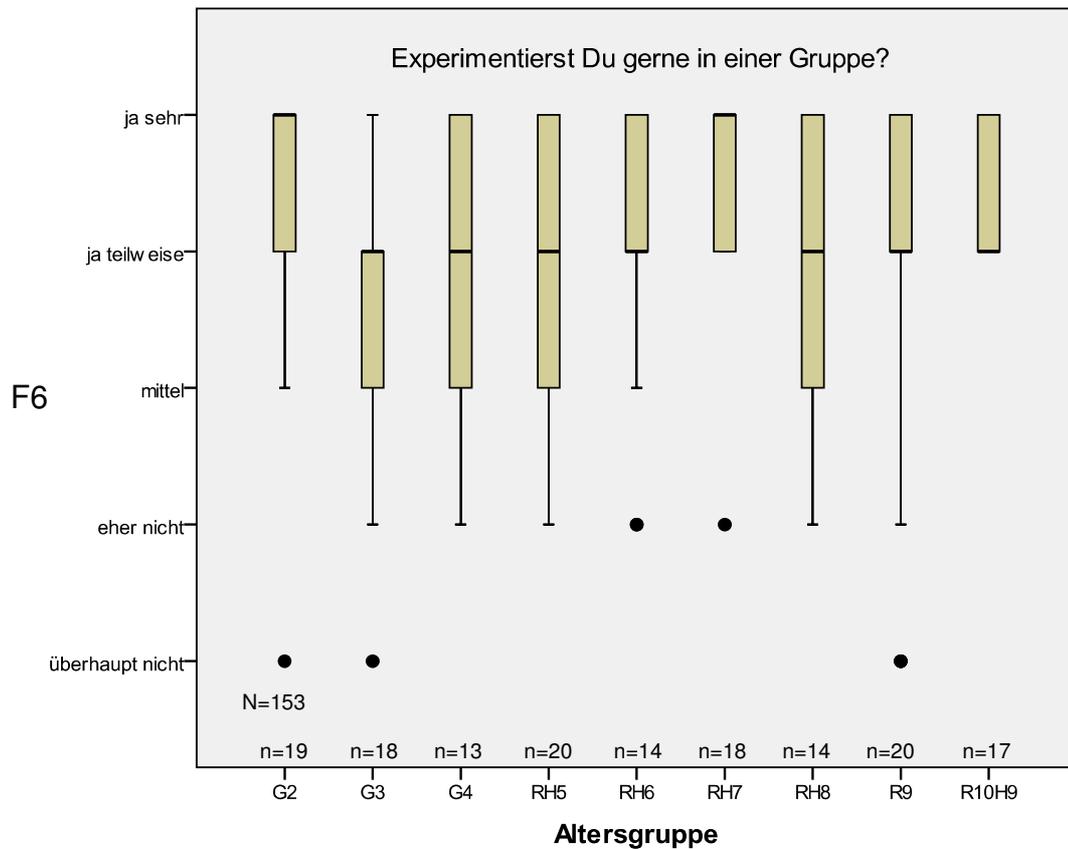


Abbildung 86: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Experimentierst Du gerne alleine?“

Bei nur einer Altersgruppe mit signifikantem Unterschied zwischen Mädchen und Jungen bei der Zustimmung zum „einsamen“ Experimentieren fehlt die Grundlage für die Behauptung eines begründeten Geschlechterunterschiedes bei den Ergebnissen.

4.2.9 Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?



F6	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,056	0,585	0,502	0,566	0,906	0,299	0,122	0,755
G3	0,056		0,221	0,186	0,173	0,015	0,442	0,613	0,025
G4	0,585	0,221		0,953	1,000	0,445	0,663	0,393	0,647
RH5	0,502	0,186	0,953		0,955	0,367	0,671	0,355	0,586
RH6	0,566	0,173	1,000	0,955		0,453	0,628	0,323	0,740
RH7	0,906	0,015	0,445	0,367	0,453		0,164	0,052	0,520
RH8	0,299	0,442	0,663	0,671	0,628	0,164		0,740	0,242
R9	0,122	0,613	0,393	0,355	0,323	0,052	0,740		0,123
R10H9	0,755	0,025	0,647	0,586	0,740	0,520	0,242	0,123	

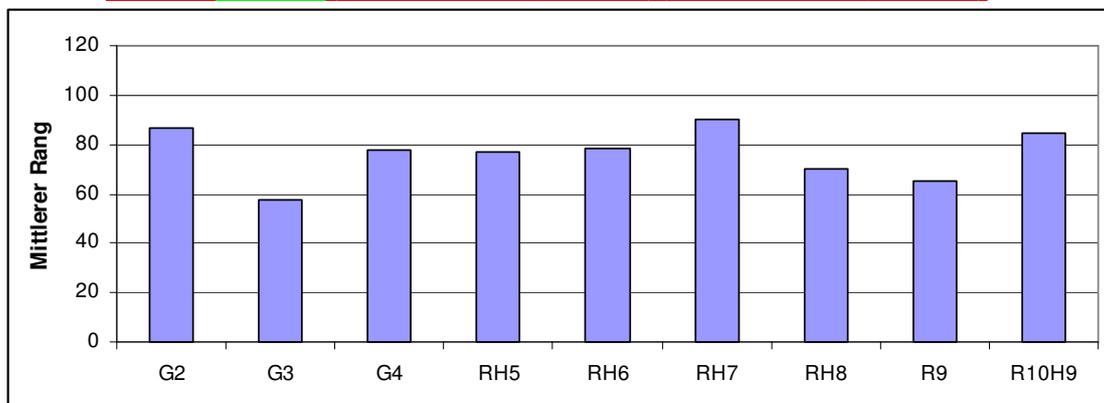


Abbildung 87: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“

Auch die Frage „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“ soll Information über Vorlieben beim Experimentieren der verschiedenen Altersgruppen liefern.

Beschreibung:

Generell ist die Zustimmung zum gemeinsamen Experimentieren recht hoch. Nur die etwas geringeren Werte der G3 unterscheiden sich signifikant von den etwas höheren Werten der beiden Altersgruppen RH7 und R10H9.

Interpretation:

Die selten auftretenden signifikanten Unterschiede bei der Zustimmung zum gemeinsamen Experimentieren lassen keine altersabhängige Tendenz erkennen. Es kann daher bei der Vorliebe gemeinsam zu experimentieren kein altersabhängiger Einfluss festgestellt werden.

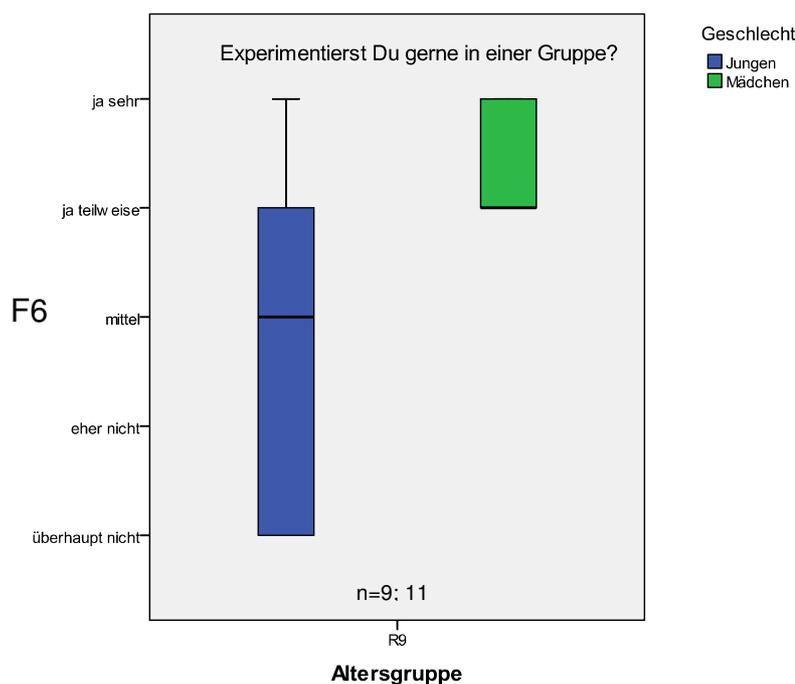


Abbildung 88: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“

Bei nur einem festgestellten signifikanten Unterschied zwischen Mädchen und Jungen bei der Zustimmung zum gemeinsamen Experimentieren, fehlt die Grundlage für die Behauptung eines begründeten Geschlechterunterschiedes bei den Ergebnissen.

Beim Vergleich der Zustimmungen zum „einsamen“ bzw. zum gemeinsamen Experimentieren entsteht der Eindruck, dass die Kinder lieber gemeinsam experimentieren. Dies könnte durch den bei der Videoanalyse festgestellten Spaß erklärt werden, der beim gemeinsamen Experimentieren beobachtet wurde. Demgegenüber waren auch die allein experimentierenden Kinder zwar in das Arbeiten an der Station vertieft und konzentriert, konnten aber nach den Beobachtungen des Autors ihre „Erlebnisse und Freude“ mit niemandem teilen und konnten so nicht den gleichen Spaß empfinden, wie gemeinsam experimentierende Kinder.

Ob dieser Anschein stimmt, soll mit einem statistischen Vergleich der Ergebnisse zu den Fragen „Experimentierst Du gerne alleine?“ und „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“ geprüft werden. Es wird hierzu der Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben verwendet, da die Ergebnisse vom gleichen Fragebogen und somit von den jeweils identischen Versuchsteilnehmern stammen.

Altersgruppe	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Sig.	,259	,183	,149	,435	,055	,001	,301	,006	,005

Abbildung 89: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests beim Vergleich der Zustimmungen zum „einsamen“ bzw. gemeinsamen Experimentieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass „nur“ bei drei Altersgruppen ein signifikanter Unterschied zwischen den Zustimmungen zum „einsamen“ bzw. gemeinsamen Experimentieren vorliegt. Bei den anderen Gruppen sind vermutlich durch die recht breiten Streuungen der Ergebnisse keine signifikanten Unterschiede auszuweisen.

Eine Darstellung derjenigen Altersgruppen mit signifikantem Unterschied soll Gewissheit über die Richtung des Unterschiedes bringen.

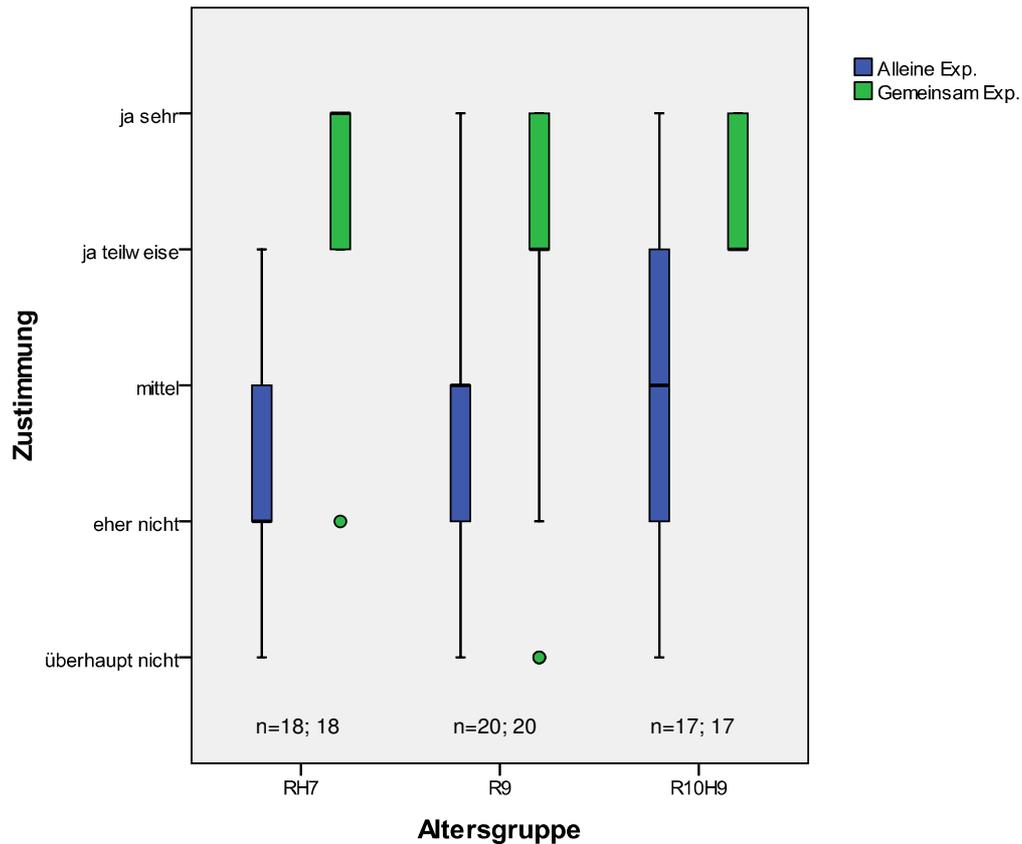
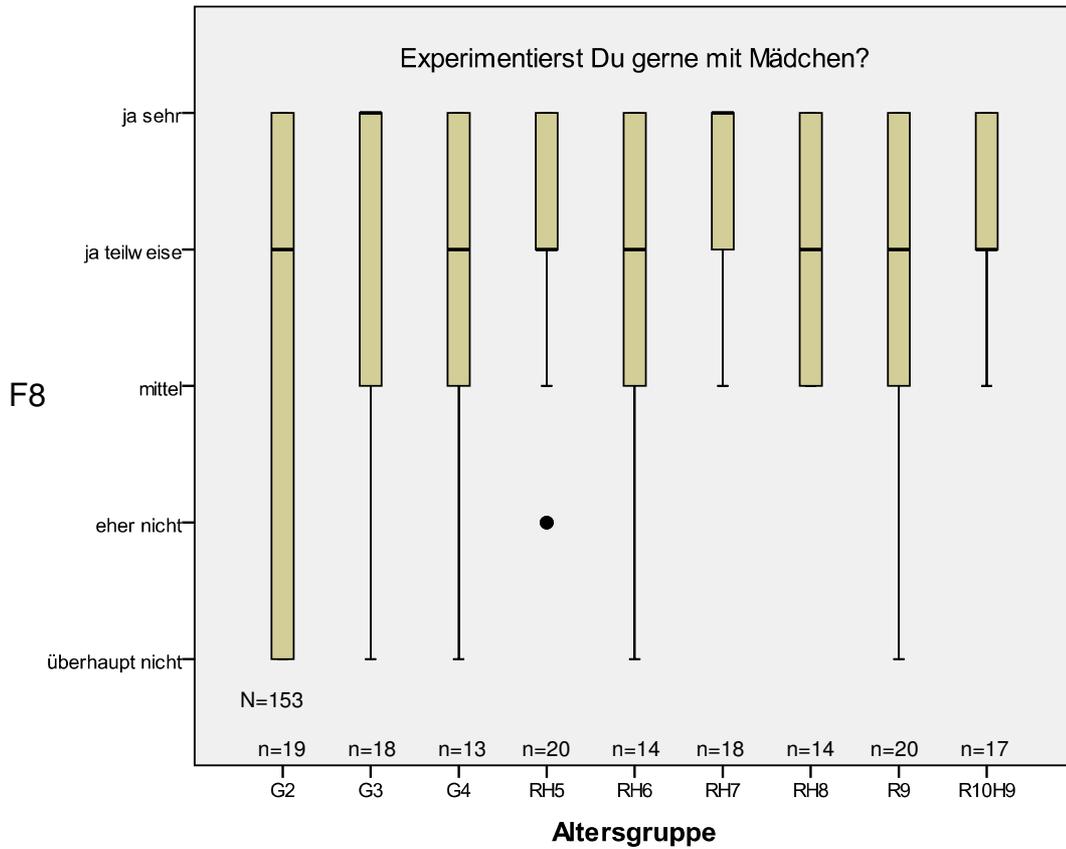


Abbildung 90: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten bei den Fragen: „Experimentierst Du gerne alleine?“ und „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“

„Nur“ die drei Altersgruppen RH7, R9 und R10H9 zeigen einen signifikanten Unterschied bei den Ergebnissen zu den Fragen nach dem „einsamen“ bzw. gemeinsamen Experimentieren. Bei allen drei Gruppen fällt der Unterschied deutlich zu Gunsten des gemeinsamen Experimentierens aus.

Daher kann zusammenfassend bemerkt werden, dass es nur bei den älteren Schülern gelang, eine Vorliebe für das gemeinsame Experimentieren nachzuweisen.

4.2.10 Experimentierst Du gerne mit Mädchen?



F8	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,499	0,410	0,141	0,427	0,029	0,321	0,640	0,101
G3	0,499		0,881	0,513	0,936	0,152	0,744	0,794	0,398
G4	0,410	0,881		0,680	0,878	0,223	0,959	0,630	0,572
RH5	0,141	0,513	0,680		0,503	0,273	0,602	0,285	0,764
RH6	0,427	0,936	0,878	0,503		0,107	0,923	0,728	0,322
RH7	0,029	0,152	0,223	0,273	0,107		0,132	0,050	0,376
RH8	0,321	0,744	0,959	0,602	0,923	0,132		0,660	0,307
R9	0,640	0,794	0,630	0,285	0,728	0,050	0,660		0,182
R10H9	0,101	0,398	0,572	0,764	0,322	0,376	0,307	0,182	

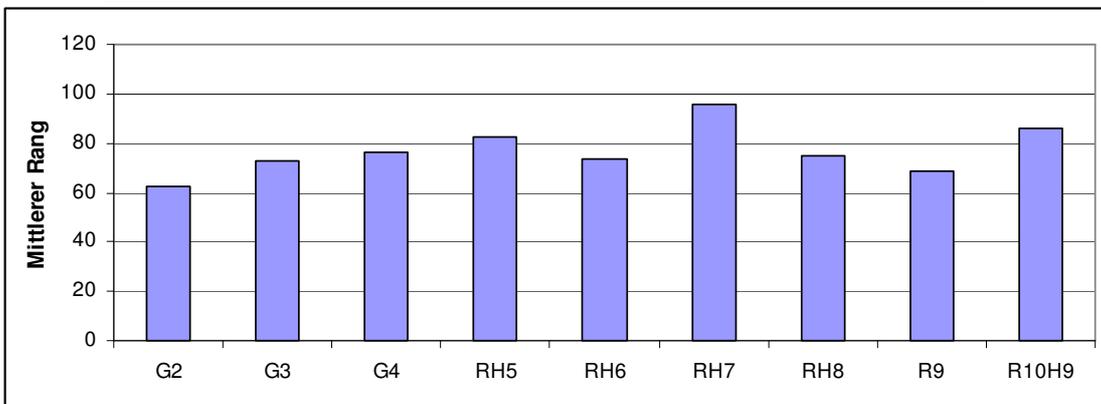


Abbildung 91: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“

Auch diese Frage soll Einblick in die Vorlieben der Kinder bei der Gruppenzusammensetzung geben, um mögliche altersabhängige Einflüsse auf das Experimentierverhalten zu entdecken.

Beschreibung:

Im Allgemeinen wird dem Experimentieren mit Mädchen zugestimmt, wobei die Streuung der Zustimmungen teilweise verhältnismäßig groß ausfällt. Es gibt keine einzige Altersgruppe, die sich von irgendeiner anderen signifikant unterscheidet.

Interpretation:

Da sich keine Altersgruppe signifikant von einer anderen unterscheidet, kann auch keine altersabhängige Tendenz bei der Vorliebe mit Mädchen zu experimentieren festgestellt werden.

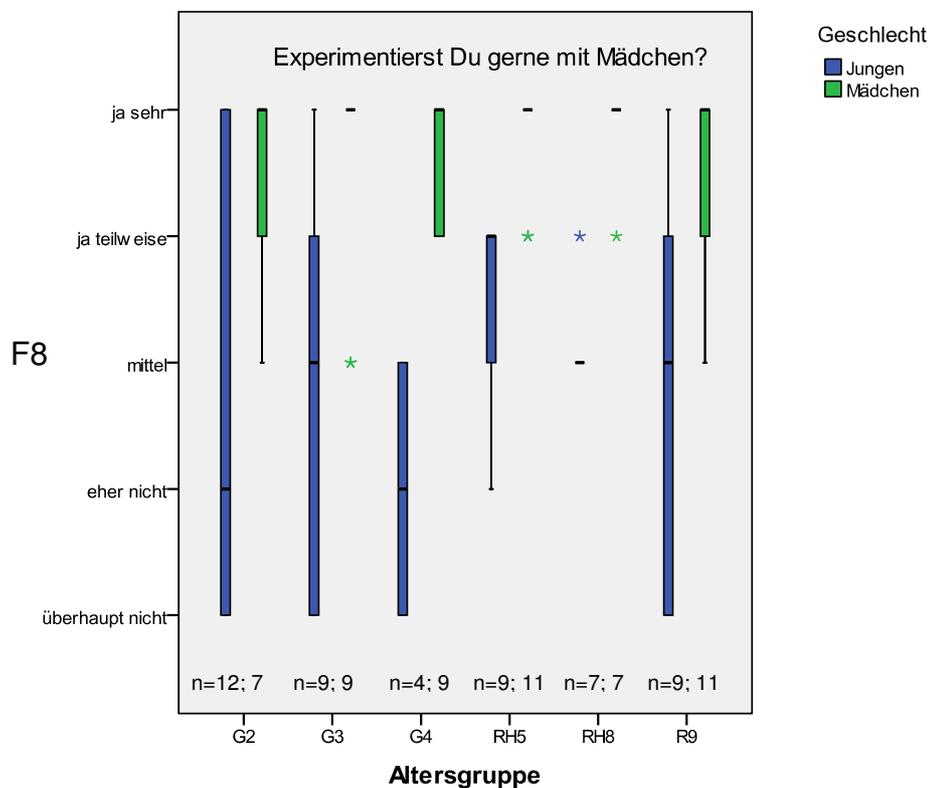
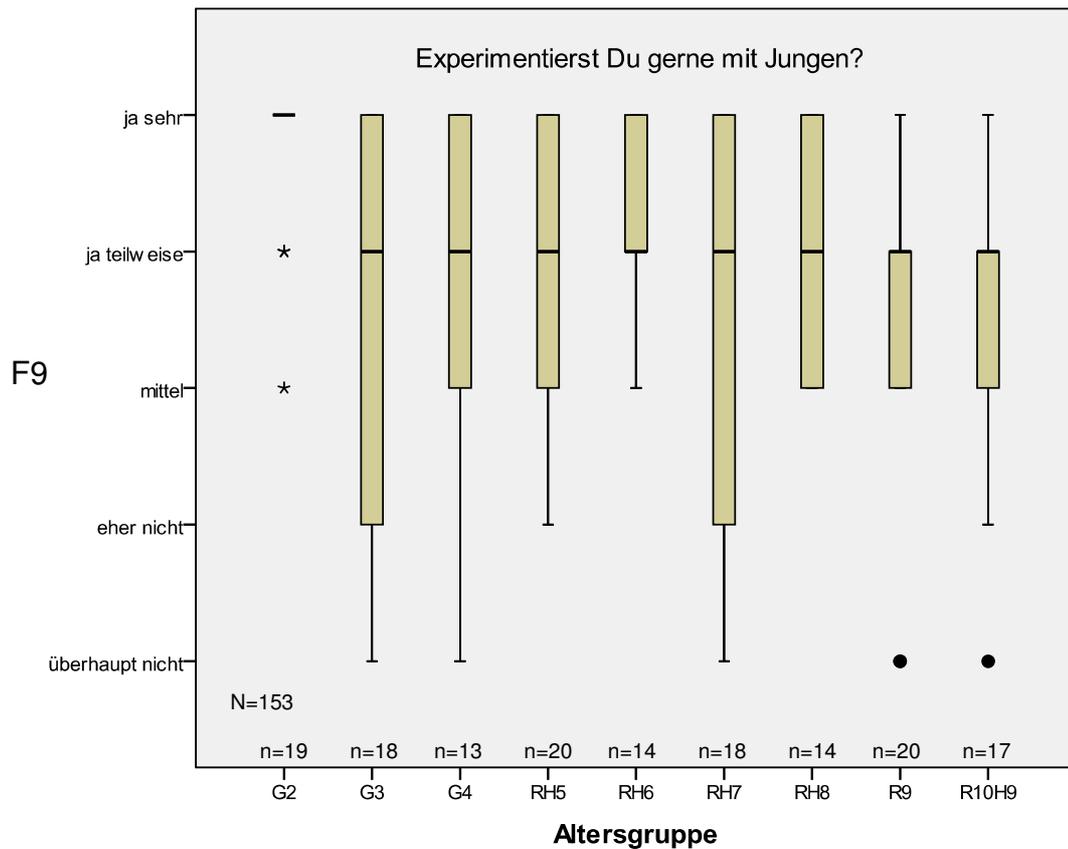


Abbildung 92: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“

Werden die Ergebnisse hingegen auf Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen hin untersucht, dann ist bei den sechs Altersgruppen G2, G3, G4, RH5, RH8 und R9 eine signifikante Verschiedenheit festzustellen. In allen Fällen experimentieren die Mädchen deutlich lieber mit Mädchen als es die Jungen tun. Aufgrund der vielen betroffenen Gruppen unterschiedlichen Alters mit einem signifikanten Geschlechterunterschied kann hier keine altersabhängige Tendenz bei der Vorliebe mit Mädchen zu experimentieren diagnostiziert werden, sondern eher eine generelle Vorliebe.

4.2.11 Experimentierst Du gerne mit Jungen?



F9	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,001	0,005	0,001	0,021	0,000	0,007	0,000	0,000
G3	0,001		0,664	0,535	0,106	0,909	0,438	0,771	0,810
G4	0,005	0,664		0,924	0,266	0,709	0,739	0,423	0,793
RH5	0,001	0,535	0,924		0,136	0,564	0,883	0,318	0,747
RH6	0,021	0,106	0,266	0,136		0,083	0,239	0,005	0,056
RH7	0,000	0,909	0,709	0,564	0,083		0,453	0,674	0,862
RH8	0,007	0,438	0,739	0,883	0,239	0,453		0,426	0,739
R9	0,000	0,771	0,423	0,318	0,005	0,674	0,426		0,455
R10H9	0,000	0,810	0,793	0,747	0,056	0,862	0,739	0,455	

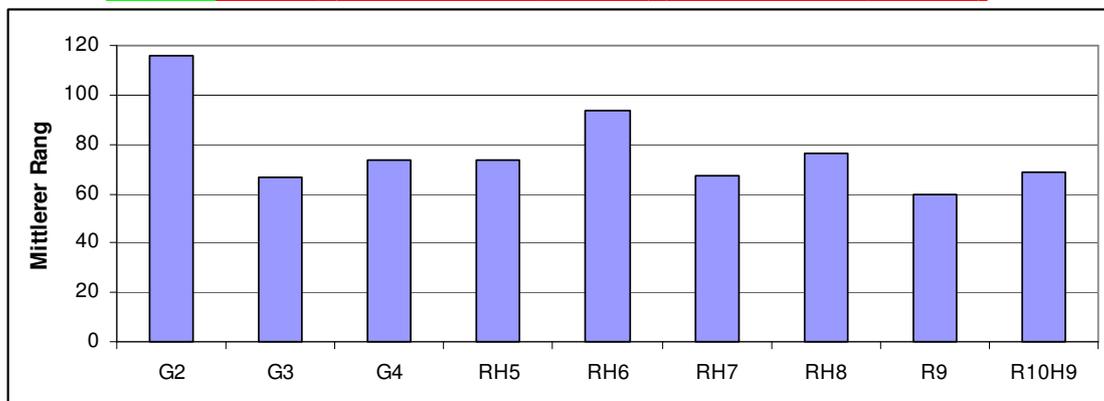


Abbildung 93: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der Frage: „Experimentierst Du gerne mit Jungen?“

Beschreibung:

Nur die G2 unterscheidet sich signifikant von mehr als einer anderen Altersgruppe, ja sogar von jeder anderen Altersgruppe bei der „Vorliebe“ mit Jungen zu experimentieren. Ansonsten unterscheidet sich nur noch ein Altersgruppenpärchen bei der Fragestellung signifikant.

Interpretation:

Wenn die Altersgruppe G2 zunächst nicht berücksichtigt wird, kann auch bei der Vorliebe mit Jungen zu experimentieren keine altersabhängige Tendenz festgestellt werden, weil sich alle Altersgruppen ab der G3 mit einer einzigen Ausnahme dabei nicht signifikant unterscheiden.

Die durchgehend hohen Zustimmungen der Schüler der G2 können nur erreicht werden, wenn auch die Mädchen gerne mit Jungen experimentieren. Ein solch herausragendes Ergebnis tritt nur bei einer Gruppe auf, so dass eher eine Besonderheit der G2 an Stelle einer altersabhängigen Tendenz vorliegen sollte. Interessanterweise zeigte sich in der G2 bei der Zustimmung zum Experimentieren mit Mädchen, dass die Jungen in dieser Klasse bei der Zustimmung signifikant geringere Werte aufwiesen, oder anders formuliert: Während sich die Jungen der G2 bezogen auf ihre Experimentierpartner beim Geschlecht eher wählerisch zeigen, sind die Mädchen der G2 ausgesprochen „bedürfnislos“.

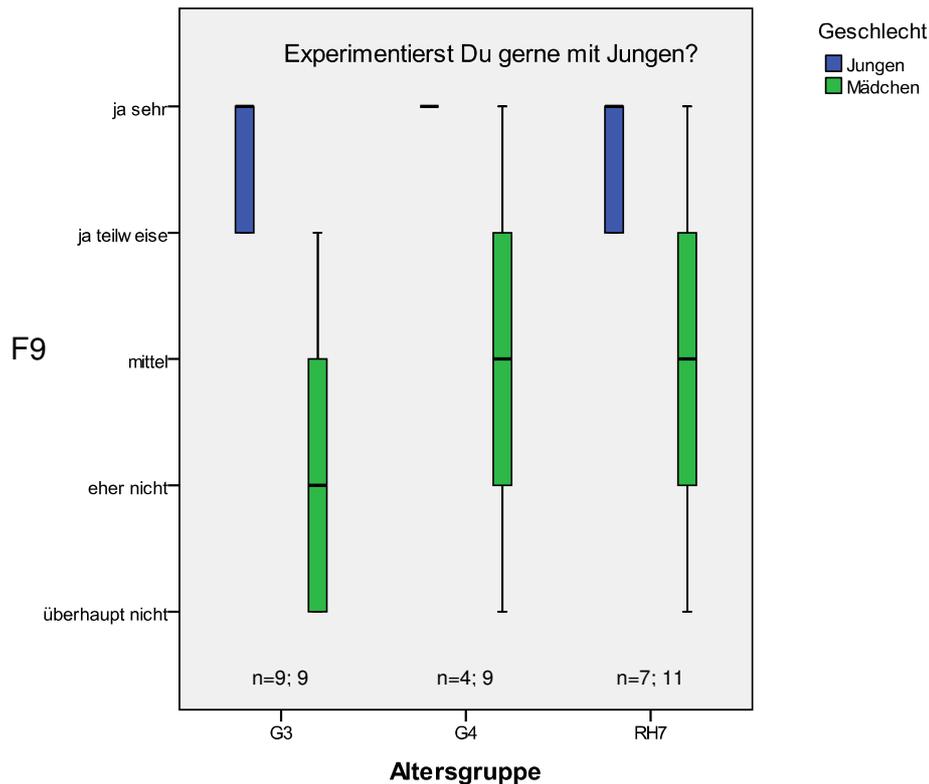


Abbildung 94: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der Frage: „Experimentierst Du gerne mit Jungen?“

Werden die Ergebnisse zur Frage nach dem Experimentieren mit Jungen auf Geschlechtsunterschiede hin untersucht, dann treten bei den drei Altersgruppen G3, G4 und RH7 signifikante Unterschiede zu Gunsten der Jungen auf. Durch die deutlichen Unterschiede in den Jahrgängen 3, 4 und 7 ist eine altersabhängige Deutung schwer durchzusetzen.

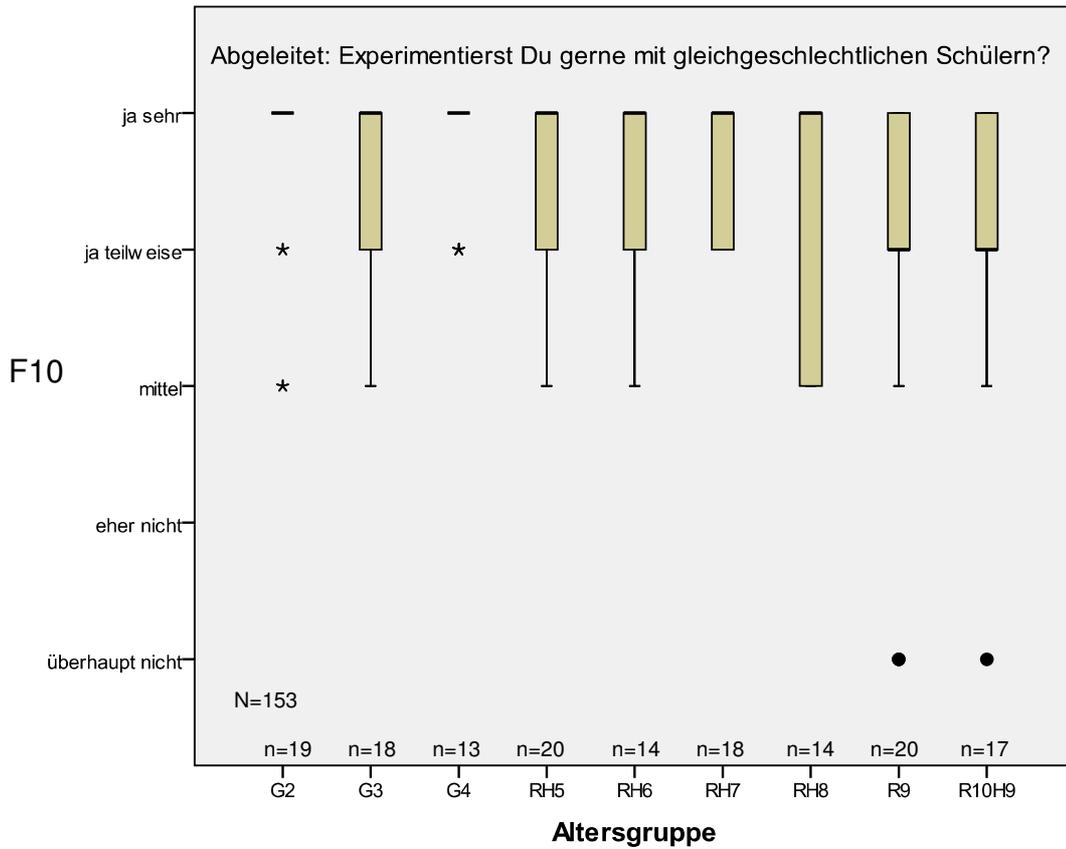
Wie bei der vorherigen Frage zum Experimentieren mit Mädchen siehe Kapitel „4.2.10 Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“ fallen alle als signifikant bestimmten Unterschiede zu Gunsten des eigenen Geschlechtes aus und zwar bei Mädchen und Jungen. Es ist aber bemerkenswert, dass bei der Zustimmung zum Experimentieren mit Mädchen sechs Altersgruppen signifikante Unterschiede aufwiesen, während es bei der Zustimmung zum Experimentieren mit Jungen nur drei Altersgruppen waren. Hieraus könnte der Schluss gezogen werden, dass die Mädchen etwas „unempfindlicher“ gegenüber andersgeschlechtlichen Experimentierpartnern sind als die Jungen. Diese Fragestellung soll Anlass für die nächsten zwei Kapitel „4.2.12 Abgeleitet: Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“ und „4.2.13 Abgeleitet: Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“ sein.

4.2.12 Abgeleitet: Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?

Die Fragen „Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“ und „Experimentierst Du gerne mit Jungen?“ sollen Informationen über die Vorlieben der Schüler liefern. Gerade bei diesen Fragen sind aber nicht nur altersabhängige Einflüsse, sondern vielmehr geschlechtsabhängige Einflüsse zu erwarten. Wie in den vorherigen Kapiteln „4.2.10 Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“ und „4.2.11 Experimentierst Du gerne mit Jungen?“ bereits dargestellt, werden diese Fragen teilweise von Jungen signifikant anders beantwortet als von Mädchen.

Um daher die möglichen altersabhängigen Einflüsse unabhängig von geschlechtsabhängigen Einflüssen zu untersuchen, wurden die Ergebnisse der Fragebögen so aufbereitet, dass die nicht direkt gestellten Fragen „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“ und „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“ quasi beantwortet werden. Dies ist durch die Fragebögen möglich, da jeder Fragebogen auch Auskunft über das Geschlecht des jeweiligen Teilnehmers Auskunft gibt. Daher kann beispielsweise die Zustimmung eines Mädchens auf die Frage „Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“ auch der Frage „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“ zugeordnet werden, während die Ergebnisse auf die gleiche Frage bei einem Jungen der Frage „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“ zugeordnet wird. Um zu kennzeichnen, dass diese Frage aber auf dem Fragebogen so nicht direkt gestellt wurde, werden diese Fragen „abgeleitet“ genannt.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren



F10	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,671	0,979	0,443	0,142	0,557	0,069	0,010	0,020
G3	0,671		0,656	0,761	0,297	0,906	0,140	0,028	0,057
G4	0,979	0,656		0,434	0,135	0,541	0,071	0,012	0,021
RH5	0,443	0,761	0,434		0,397	0,832	0,165	0,033	0,073
RH6	0,142	0,297	0,135	0,397		0,289	0,484	0,213	0,391
RH7	0,557	0,906	0,541	0,832	0,289		0,120	0,020	0,044
RH8	0,069	0,140	0,071	0,165	0,484	0,120		0,684	0,983
R9	0,010	0,028	0,012	0,033	0,213	0,020	0,684		0,633
R10H9	0,020	0,057	0,021	0,073	0,391	0,044	0,983	0,633	

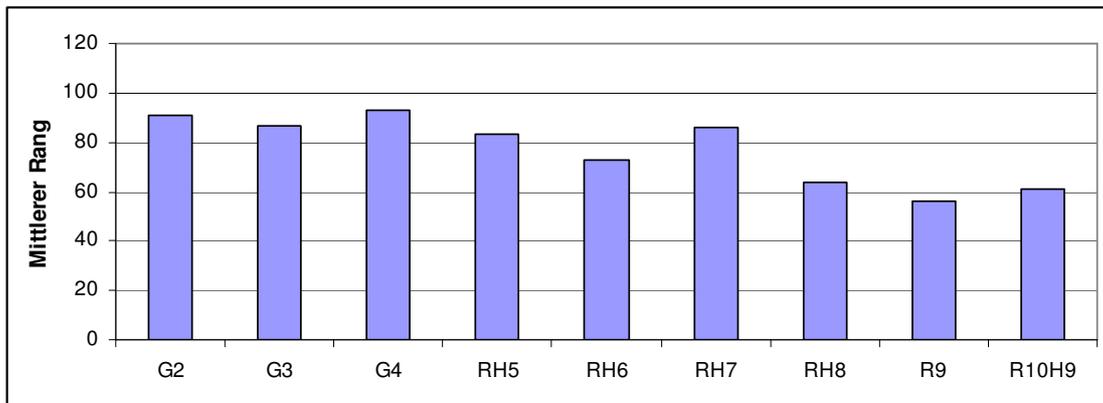


Abbildung 95: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der abgeleiteten Frage: „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“

Beschreibung:

Bis auf die Altersgruppen R9 und R10H9 unterscheiden sich die Zustimmungen der Altersgruppen bei der abgeleiteten Frage nach dem gleichgeschlechtlichen Experimentierpartner nicht signifikant voneinander. Die geringeren Zustimmungen bei den Klassen R9 und R10H9 führen zu signifikanten Abweichungen im Vergleich zu den Zustimmungen mehrerer anderer Altersgruppen.

Interpretation:

Bis zur einschließlich achten Klasse ändert sich bei den untersuchten Gruppen die Neigung mit gleichgeschlechtlichen Schülern zu experimentieren nicht signifikant.

In der neunten und zehnten Klasse scheint die „Sympathie“ fürs eigene Geschlecht nachzulassen. Dies könnte mit dem wachsenden Interesse am anderen Geschlecht in der Pubertät erklärt werden. Dies wird durch die recht hohen Zustimmungen der R9 und R10H9 bei der abgeleiteten Frage nach den andersgeschlechtlichen Experimentierpartnern im nächsten Kapitel „4.2.13 Abgeleitet: Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“ bestätigt.

Aber auch ein generell nachlassendes Interesse am Experimentieren, wie es im Kapitel „4.2.2 Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“ diskutiert wurde, könnte ein Grund für die bei den ältesten Gruppen nachlassende Zustimmung auf die abgeleitete Frage „Experimentierst Du **gerne** mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“ sein.

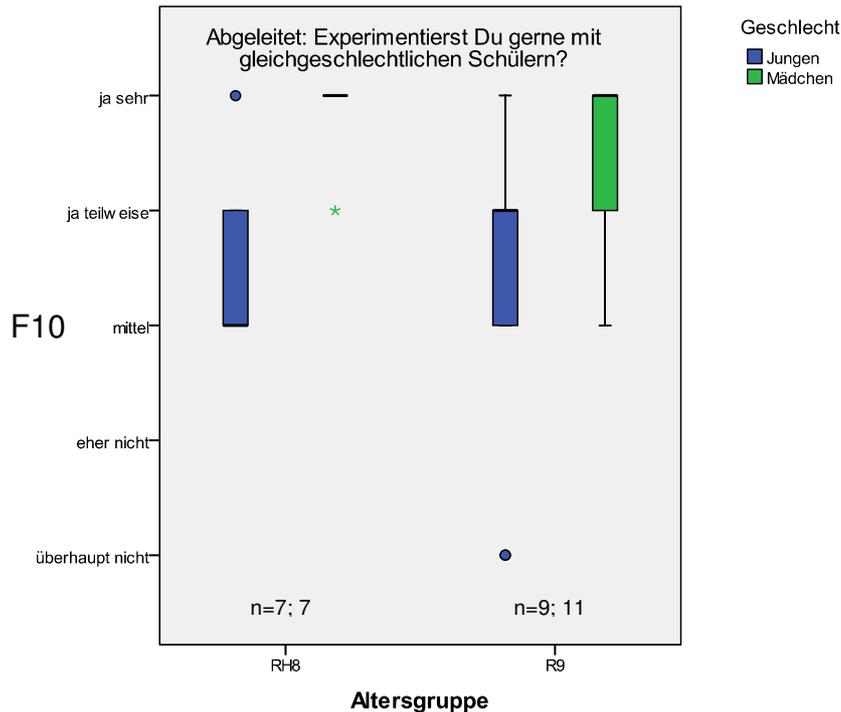


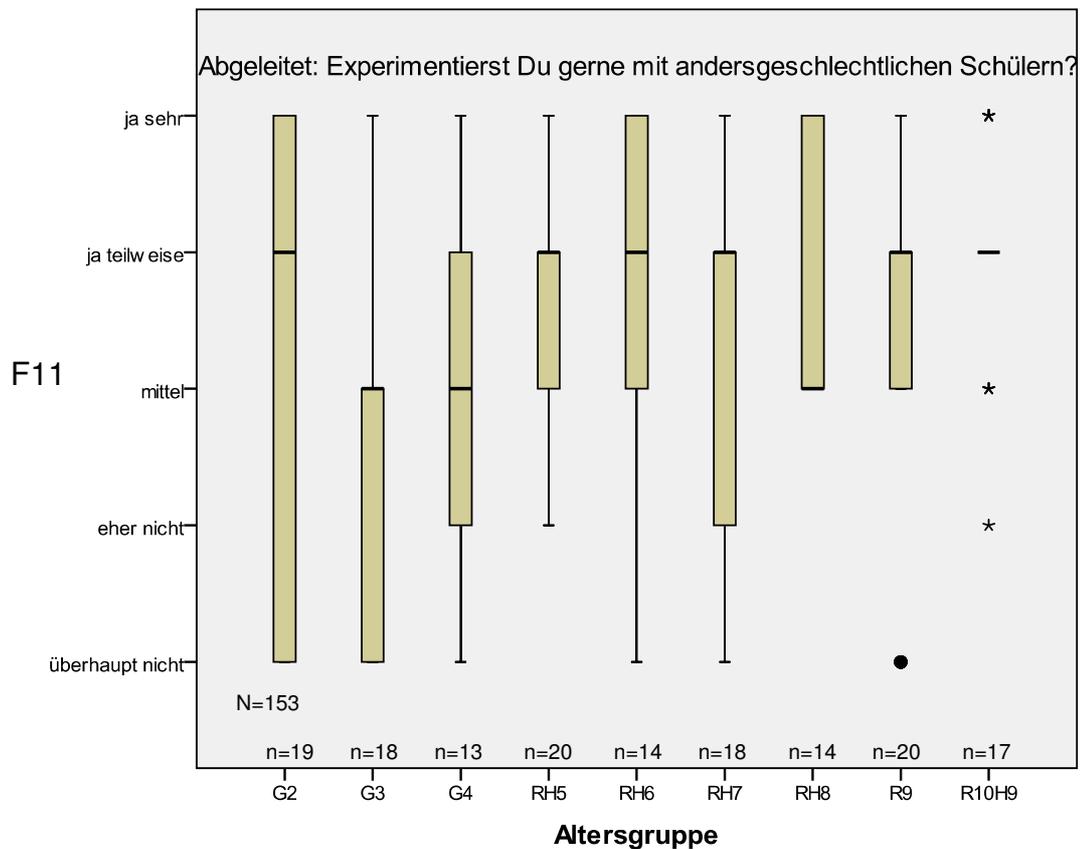
Abbildung 96: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der abgeleiteten Frage: „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“

Bei einer Untersuchung der Geschlechterunterschiede bei der abgeleiteten Frage zu gleichgeschlechtlichen Experimentierpartnern kommen nur bei den beiden Gruppen RH8 und R9 signifikante Unterschiede zu Gunsten der Mädchen heraus.

Dies könnte an ein bei Jungen in der Pubertät stärkerem Interesse an andersgeschlechtlichen Experimentierpartnern liegen, so dass die Jungen einem gleichgeschlechtlichen Experimentierpartner eher ablehnend gegenüberstehen. Gegen diese Interpretation sprechen die im folgenden Kapitel vorgestellten Ergebnisse, die eine generelle Bevorzugung eines gleichgeschlechtlichen gegenüber eines andersgeschlechtlichen Experimentierpartners auch in den höheren Klassen zeigen.

Es kann auch an einer bei den Jungen stärker ausgeprägten generellen Unlust am Experimentieren liegen. Auch dann wären die signifikant geringeren Zustimmungen der Jungen auf die abgeleitete Frage „Experimentierst Du **gerne** mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“ zu erklären.

4.2.13 Abgeleitet: Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?



F11	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G2		0,089	0,207	0,603	0,790	0,790	0,774	0,336	0,716
G3	0,089		0,563	0,024	0,010	0,043	0,009	0,076	0,002
G4	0,207	0,563		0,109	0,032	0,152	0,033	0,232	0,008
RH5	0,603	0,024	0,109		0,186	0,952	0,357	0,863	0,074
RH6	0,790	0,010	0,032	0,186		0,336	0,736	0,126	0,915
RH7	0,790	0,043	0,152	0,952	0,336		0,394	0,715	0,184
RH8	0,774	0,009	0,033	0,357	0,736	0,394		0,387	0,516
R9	0,336	0,076	0,232	0,863	0,126	0,715	0,387		0,058
R10H9	0,716	0,002	0,008	0,074	0,915	0,184	0,516	0,058	

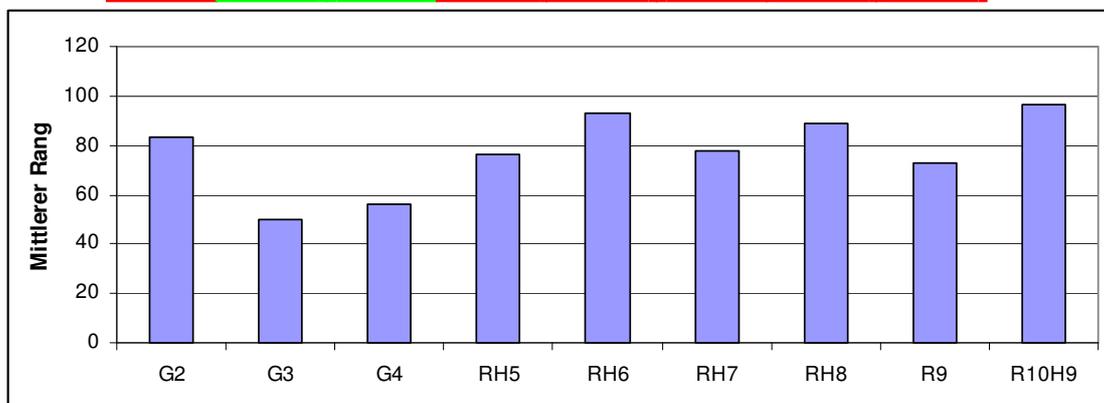


Abbildung 97: Ergebnisse der zweiten Begegnung von der abgeleiteten Frage: „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“

Beschreibung:

Die Klassen G3 und G4 besitzen eine signifikant geringere Zustimmung zur abgeleiteten Frage nach dem andersgeschlechtlichen Experimentierpartner.

Alle anderen Altersgruppen unterscheiden sich bei den Ergebnissen zu dieser Frage nicht signifikant voneinander.

Interpretation:

Bei den jüngeren Schülern wäre ein schwächer ausgeprägter Wunsch nach andersgeschlechtlichen Experimentierpartnern durch den sich in dieser Zeit entwickelnden im Kapitel „2.4.2 Mittlere Kindheit (Einschulung oder 6 bis 12 Jahre)“ vorgestellten sozialen Vergleich zu erklären. „Nach Ruble (1983) dient der soziale Vergleich in der Entwicklung hauptsächlich zwei Zielen, nämlich zu bestimmen, wie man sich verhalten soll (Normorientierung) und wie gut man bei einer bestimmten Aufgabenklasse ist (Selbstbewertung).“²⁷⁴ Dieser soziale Vergleich wird auch für die ab dem Grundschulalter einsetzende Geschlechterhomogenisierung verantwortlich gemacht, bei der die Unterschiede zum anderen Geschlecht genauso wie die Gemeinsamkeiten beim eigenen Geschlecht betont werden.²⁷⁵ Demgemäß kann die „Vorliebe“ bei den Grundschulern für gleichgeschlechtliche Experimentierpartner gedeutet werden.

Bei dieser Argumentation würde jedoch auch für die G2 ein signifikant geringerer Wunsch nach andersgeschlechtlichen Partnern zu erwarten sein. Daher soll hier auf die bemerkenswerten Ergebnisse der G2 im Kapitel „4.2.11 Experimentierst Du gerne mit Jungen?“ hingewiesen werden. Denn dort zeigte sich eine signifikant überdurchschnittlich hohe Zustimmung zum gemeinsamen Experimentieren mit Jungen, welche nur durch die in dieser Hinsicht „bedürfnislosen“ Mädchen erklärt werden konnte. Da ein solches Ergebnis nur bei einer einzigen Altersgruppe auftrat, wurde eher eine Besonderheit der G2 an Stelle einer altersabhängigen Tendenz vermutet. Diese bemerkenswerten Mädchen der G2 sorgen nun bei der abgeleiteten Frage nach dem andersgeschlechtlichen Experimentierpartner für eine nicht zu erwartende hohe Zustimmung im Vergleich zur G3 und G4. Demzufolge kann abschließend die genannte These für die Bevorzugung des eigenen Geschlechts für die Grundschüler aufrecht gehalten werden, wenn man die Mädchen der G2 als

²⁷⁴ OERTER, 2008. S. 269.

²⁷⁵ Vergleiche ebenda.

„Ausreißer“ betrachtet.

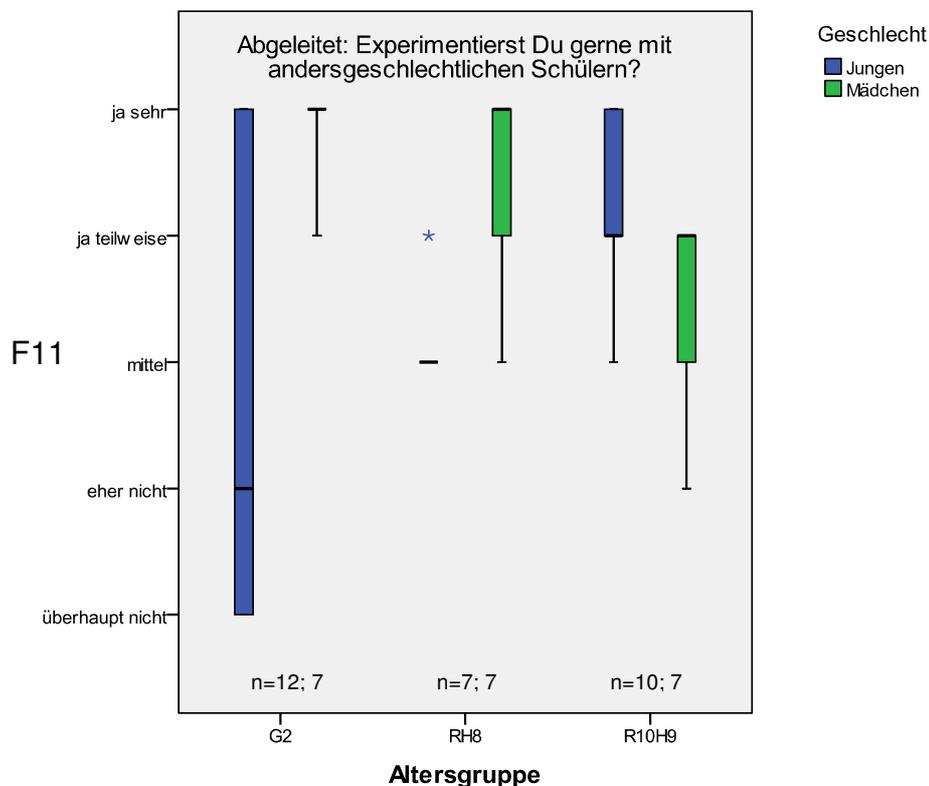


Abbildung 98: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten zwischen den Geschlechtern nach der zweiten Begegnung bei der abgeleiteten Frage: „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“

Wenn die Ergebnisse auf die abgeleitete Frage nach dem andersgeschlechtlichen Experimentierpartner auf signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen untersucht werden, so treten bei der G2, RH8 und R10H9 solche auf.

Bei der G2 sind erwartungsgemäß die Zustimmungen wegen der in dieser Hinsicht „bemerkenswert bedürfnislosen“ Mädchen deutlich höher als bei den Jungen. Dieses als eher untypisch angenommene Ergebnis soll bei der geschlechtsabhängigen Analyse dieser Frage nicht weiter berücksichtigt werden.

Bei der RH8 und R10H9 zeigt sich der Unterschied mal zu Gunsten der Mädchen und mal zu Gunsten der Jungen. Daher kann hier keine geschlechtsabhängige Tendenz festgestellt werden.

Interessanterweise äußert sich ein mutmaßlich stärkeres Interesse der älteren Jungen am anderen Geschlecht klarer in einer geringeren Zustimmung beim Experimentieren mit dem eigenen Geschlecht als bei einer höheren Zustimmung beim Experimentieren

mit dem anderen Geschlecht. Es kann daher bei den älteren Jungen der Klassen RH8 und R9 eher eine „Abneigung“ zum Experimentieren mit gleichgeschlechtlichen Partnern festgestellt werden, als eine Neigung zu andersgeschlechtlichen Experimentierpartnern.

Die vorausgegangenen Untersuchungen der Fragen nach dem Geschlecht beim Experimentierpartner haben nach altersabhängigen und geschlechtsabhängigen Tendenzen bei den Vorlieben der Kinder gesucht. Teilweise konnte durch die vorgestellten Ergebnisse schon diskutiert werden, ob ein gleichgeschlechtlicher oder ein andersgeschlechtlicher Experimentierpartner bevorzugt wird, beispielsweise durch den in der Grundschule einsetzenden sozialen Vergleich und die dadurch resultierende Geschlechterhomogenisierung. Nun soll aber explizit der Frage nachgegangen werden, in welcher Altersgruppe ein gleichgeschlechtlicher oder ein andersgeschlechtlicher Experimentierpartner bevorzugt wird.

Hierzu werden die Ergebnisse auf die abgeleiteten Fragen „Experimentierst Du gerne mit einem gleichgeschlechtlichen Schülern?“ und „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“ mit dem Wilcoxon-Test auf signifikante Unterschiede für jede Altersgruppe untersucht.

Altersgruppe	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Sig.	.016	.001	.003	.001	.084	.004	.102	.011	.713

Abbildung 99: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests beim Vergleich der Zustimmungen zum gleichgeschlechtlichen bzw. andersgeschlechtlichen Experimentierpartner.

Bis auf die Lerngruppen RH6, RH8 und R10H9 zeigt das statistische Verfahren signifikante Unterschiede. Um nicht nur eine Information darüber zu erhalten, dass ein Unterschied vorliegt, sondern auch in welche Richtung der Unterschied ausfällt, soll hier ein Boxplot Diagramm dienen.

Bei jeder der immerhin sechs Altersgruppen mit signifikantem Unterschied zwischen der Zustimmung zur Frage nach dem gleichgeschlechtlichen bzw. dem andersgeschlechtlichen Experimentierpartner fällt die Abweichung zu Gunsten des gleichgeschlechtlichen Partners aus, siehe Abbildung 100. Bei den Grundschulern war dies durch die bereits diskutierte Geschlechterhomogenisierung zu erwarten.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

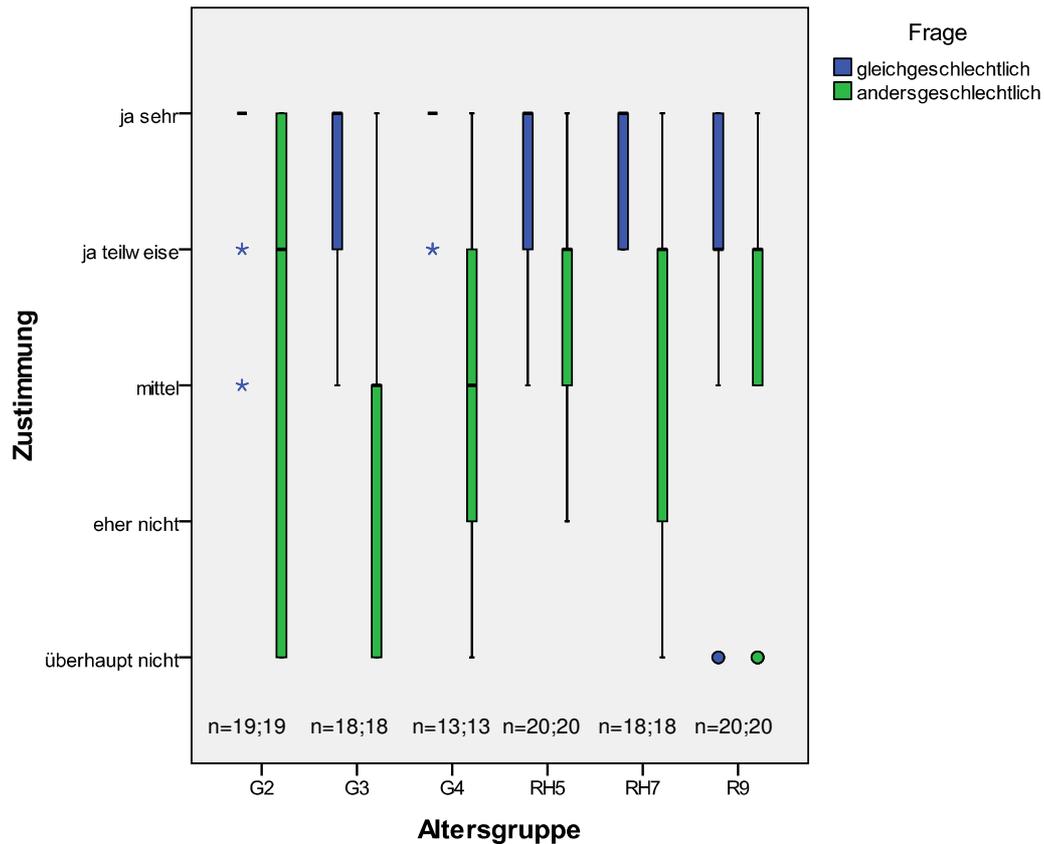


Abbildung 100: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Antworten bei den abgeleiteten Fragen: „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“ und „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“

Bei den älteren Schülern gibt es auch Klassen, bei denen der Unterschied nicht signifikant ist, d.h. diese Unterschiede treten in der Sekundarstufe I nicht mit der gleichen Regelmäßigkeit auf wie in der Grundschule. Trotzdem muss hier festgestellt werden, dass in allen Klassen der Sekundarstufe I, in denen ein signifikanter Unterschied diagnostiziert wurde, dieser auch zu Gunsten des gleichgeschlechtlichen Partners ausfällt.

Zusammenfassend kann also eine grundsätzliche „Vorliebe“ für gleichgeschlechtliche Experimentierpartner festgestellt werden, die besonders deutlich bei den Grundschulern verbreitet ist und in der Sekundarstufe nicht mehr regelmäßig auftreten muss.

4.3 Ergebnisse der Fotografie

Wie im Kapitel „3.4.2 Fotografie“ bereits dargestellt, sollen die Fotos Informationen über die am Experimentieren nicht teilnehmenden Kinder liefern. Die während der Begegnung alle zehn Sekunden aufgenommenen Bilder liefern Auskunft darüber, welches Kind wie lange auf einer bereitgestellten Bank sitzt und sich somit bewusst zumindest für die Dauer des „Banksitzens“ gegen eine Teilnahme am Experimentieren entschieden hat.

Diese Ergebnisse wurden auch mit der „Nichtteilnahme“ an einer in der Schule²⁷⁶ eingeführten „Lesestunde“ verglichen. Bei der Lesestunde handelt es sich um eine einmal pro Woche stattfindende freie Lesezeit für die Dauer einer Schulstunde, zu der die Schüler ihre eigenen Bücher mitbringen. Beim Vergleich der „Nichtteilnahme“ am Experimentieren und der Lesestunde wurde analysiert, ob diese ähnlich in den verschiedenen Altersgruppen ausgeprägt ist und ob es sich dabei um die gleichen Schüler handelt. Da dieser Vergleich keine direkten Auskünfte über das Verhalten an den Experimentierstationen als solches liefert, finden sich die Ergebnisse für den interessierten Leser im Anhang im Kapitel „7.9 Vergleich der Nichtteilnahme am Experimentieren und an der Lesestunde“.

4.3.1 Die „Banksitzer“

Während der Einleitung des Hausmeisters vor jeder Begegnung ist jede Altersgruppe darauf hingewiesen worden, dass ihr Verhalten nicht benotet wird und sie jederzeit die Möglichkeit dazu haben, auf in einer Ecke der Turnhalle stehenden Bänken Pause zu machen. Daher sollte angenommen werden, dass die Schüler keine Notwendigkeit darin sahen, ihre „Nichtteilnahme“ zu verheimlichen. Entscheidet sich beispielsweise ein Schüler im Unterricht für die Nichtteilnahme, dann wird er versuchen unerkant mit seinem Handy zu spielen oder sich flüsternd mit einem ähnlich geneigten Mitschüler zu unterhalten. Aber während den Begegnungen stehen extra aufgestellte Bänke für eine Pause bereit, so dass sich diese viel bequemer für einen Plausch eignen, als diesen stehend neben der Station durchzuführen. Wie hoch die „Dunkelziffer“ der Kinder ist, die nicht am Experimentieren teilgenommen haben und trotzdem nicht auf den Bänken saßen, kann leider nicht präzisiert werden. Die unter diesen Umständen gewonnenen Daten weisen jedoch alle den gleichen Makel auf, so

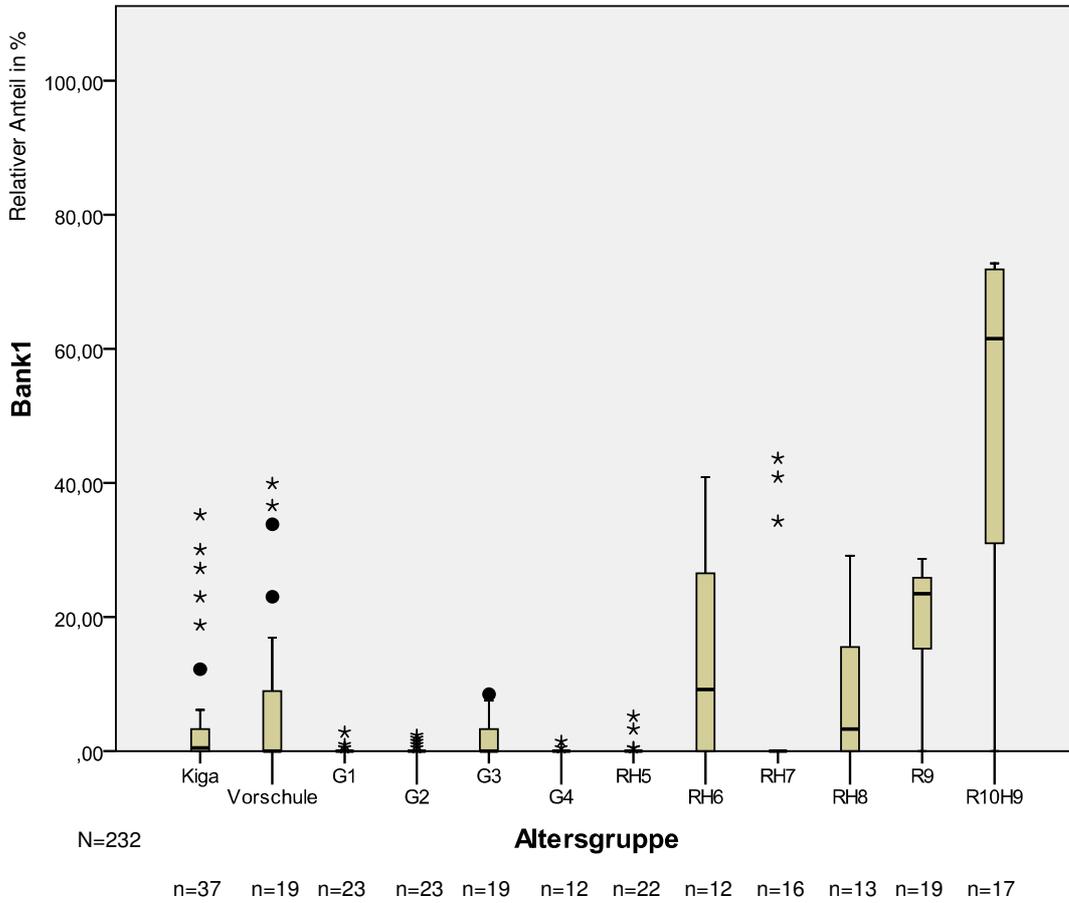
²⁷⁶ Auf diese Schule gehen alle schulpflichtigen an dieser Studie teilnehmenden Kinder.

dass ein Vergleich der Daten von Altersgruppe zu Altergruppe nach Ansicht des Autors zu rechtfertigen ist.

Die Zeit, die jedes Kind auf der Bank zubringt, wird mit der Gesamtzeit in der Turnhalle in Relation gesetzt und in Prozent ausgedrückt.

Die altersabhängigen Signifikanztestergebnisse werden typischerweise in Kreuztabellen dargestellt. Die statistischen Testergebnisse bei den Untersuchungen zu geschlechtsabhängigen Unterschieden oder Abweichungen zwischen den beiden Begegnungen finden sich im Anhang im Kapitel „7.10 Weitere statistische Testergebnisse der Fotografie“. Die Ergebnisse der gefundenen Abweichungen werden in Form von Boxplot Diagrammen dargestellt und im Text interpretiert.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren



Bank1	Kiga	Vorsch.	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,345	0,000	0,000	0,350	0,001	0,000	0,313	0,020	0,830	0,000	0,000
Vorsch.	0,345		0,021	0,060	0,862	0,064	0,029	0,389	0,211	0,758	0,014	0,000
G1	0,000	0,021		0,657	0,015	0,958	0,892	0,003	0,717	0,006	0,000	0,000
G2	0,000	0,060	0,657		0,029	0,654	0,795	0,005	0,936	0,010	0,000	0,000
G3	0,350	0,862	0,015	0,029		0,041	0,027	0,067	0,241	0,286	0,000	0,000
G4	0,001	0,064	0,958	0,654	0,041		0,871	0,014	0,728	0,023	0,000	0,000
RH5	0,000	0,029	0,892	0,795	0,027	0,871		0,004	0,760	0,010	0,000	0,000
RH6	0,313	0,389	0,003	0,005	0,067	0,014	0,004		0,104	0,394	0,219	0,001
RH7	0,020	0,211	0,717	0,936	0,241	0,728	0,760	0,104		0,179	0,009	0,000
RH8	0,830	0,758	0,006	0,010	0,286	0,023	0,010	0,394	0,179		0,007	0,000
R9	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,219	0,009	0,007		0,001
R10H9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	

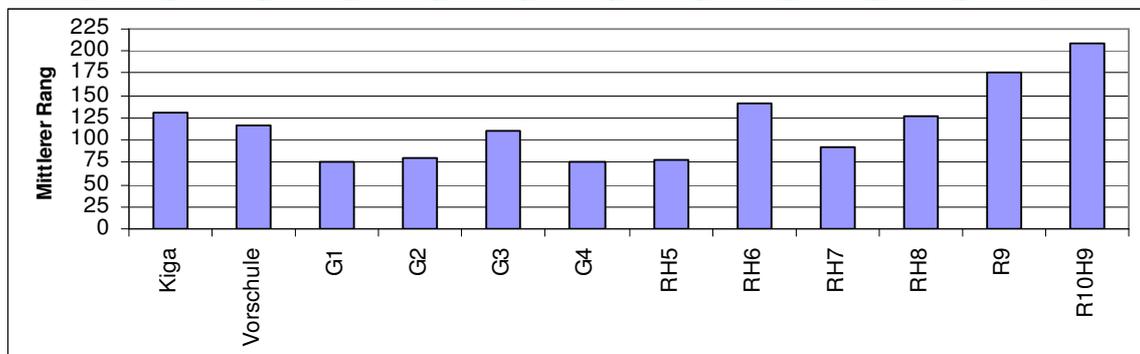


Abbildung 101: Ergebnisse der fotografischen Analyse der „Banksitzer“ bei der ersten Begegnung

Beschreibung:

Alle Altersgruppen unterscheiden sich zu mindestens je drei anderen Altersgruppen signifikant beim Anteil des „Banksitzens“.

Die Klassen R9 und R10H9 zeigen fast ausnahmslos eine signifikante Abweichung zu allen anderen Altersgruppen.

Interpretation:

Die Klassen neun und zehn sollen anschließend diskutiert werden und zunächst daher unberücksichtigt bleiben. Die Schwankungen zwischen den Altersgruppen sind erheblich. Prinzipiell ließe sich aus den Ergebnissen vom Kindergarten bis zur achten Klasse nur schwer eine altersabhängige Tendenz ablesen. Dennoch ist von der G1 bis zur RH5 bei der ersten Begegnung ein „Tal“ bei den „Banksitzzeiten“ zu erkennen. Auch persönliche Beobachtungen bei den Videoanalysen sowie Aussagen des beim Experimentieren anwesenden Hausmeisters lassen den Schluss zu, dass die Klassen eins bis fünf bei der ersten Begegnung sehr interessiert und ausdauernd experimentiert haben. Die Ergebnisse der Fragebögen nach der ersten Begegnung zur Frage nach dem Interesse bzw. der Freude am Experimentieren geben Hinweise auf die Ursachen, denn die Altersgruppen bis zur 5. Klasse liefern höhere Zustimmungen als die folgenden Jahrgänge (siehe Kapitel „4.2.2 Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“ und „4.2.3 Würdest Du Dich über eine weitere solche Stunde freuen?“ Es kann vermutet werden, dass diese Art zu experimentieren gerade die Schulklassen eins bis fünf anspricht, denn diese „gönnen“ sich nur geringe „Auszeiten“.

Die Schüler der neunten und zehnten Klasse genehmigen sich wesentlich höhere „Bankzeiten“ als die jüngeren Jahrgänge. Hierfür kann als Grund die Interessenverschiebung in der Pubertät vermutet werden. Dann ist eine „gemütliche Gesprächsrunde“ auf einer Bank attraktiver als ein freiwilliges Experimentieren.

Insgesamt sind die Anteile der „Nichtteilnahme“ mit Ausnahme der zehnten Klasse vergleichsweise gering, wenn die offene Lernsituation ohne anwesenden Lehrer berücksichtigt wird.

Für die Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei den „Banksitzern“ werden jeweils die gesamten Stichproben herangezogen und mit dem U Test für unabhängige

Stichproben ausgewertet, da es sich bei den Jungen und Mädchen um unterschiedliche Personen handelt.

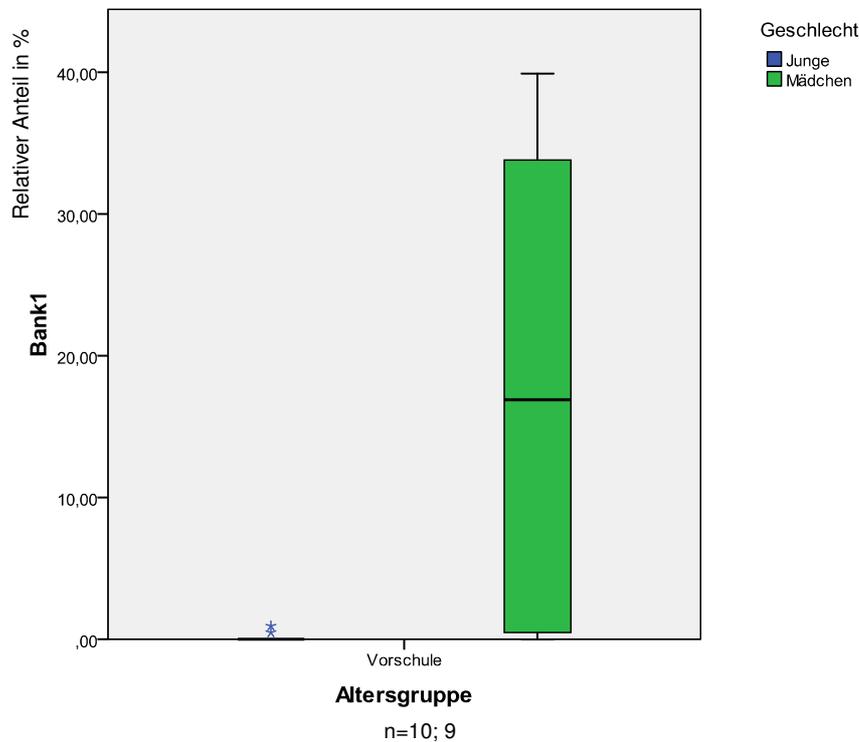


Abbildung 102: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen zwischen den Geschlechtern beim „Banksitzen“ bei der ersten Begegnung

Werden die Ergebnisse der „Banksitzer“ auf Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen analysiert, dann kommt nur bei den Vorschülern eine signifikante Differenz heraus. Hier ist die „Nichtteilnahme“ bei den Mädchen deutlich ausgeprägter. Eine einzige Altersgruppe mit einem statistisch bedeutsamen Ergebnis rechtfertigt allerdings keine Spekulation über mögliche altersabhängige Trends. Hier sei im Voraus auf die Geschlechtsunterschiede bei der Zusammenfassung der „Banksitzer“ beider Begegnungen weiter unten hingewiesen.

Für die statistische Prüfung der Unterschiede zwischen den Begegnungen wird der Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben verwendet, da nur Schüler betrachtet werden, die bei beiden Stichproben vorhanden waren.

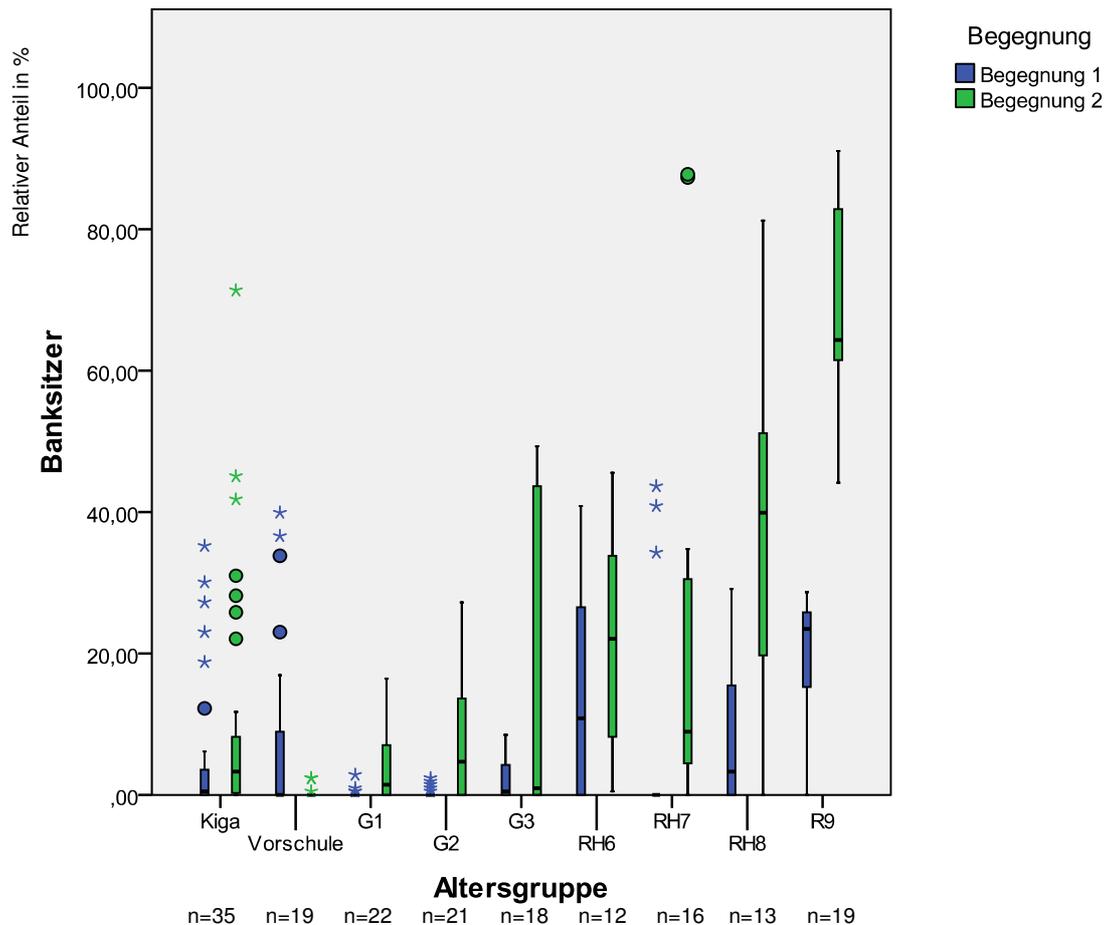
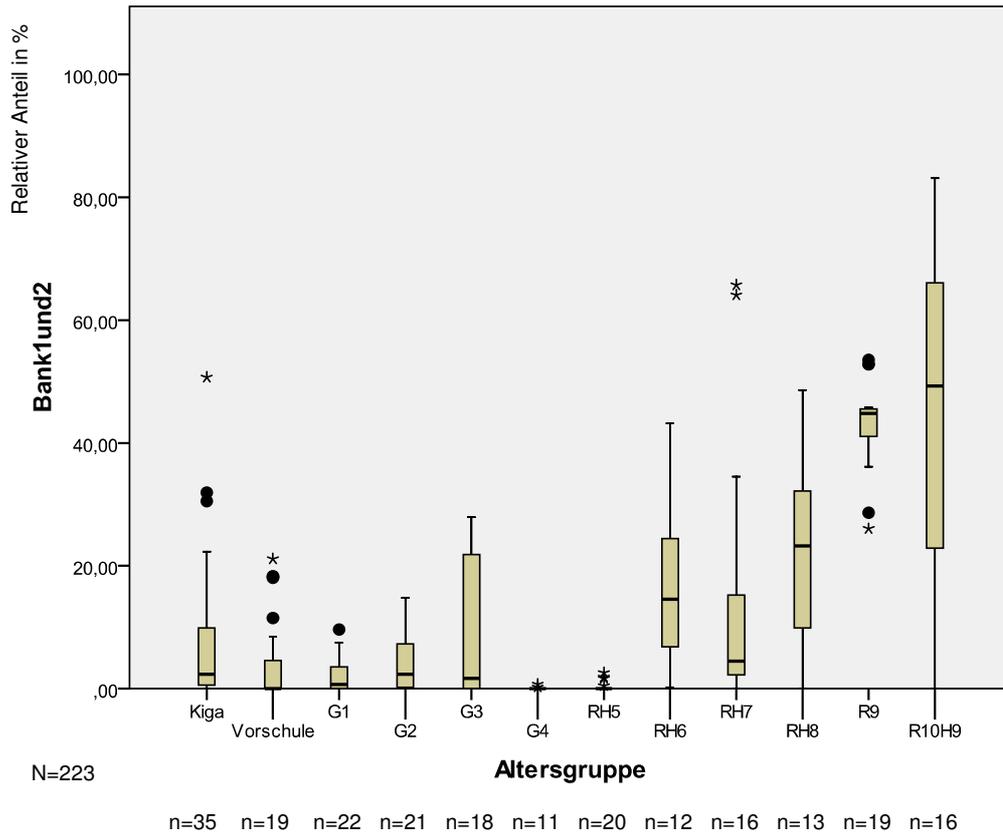


Abbildung 103: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen zwischen den beiden Begegnungen beim „Banksitzen“

Bei den neun Altersgruppen Kindergarten, Vorschule, G1, G2, G3, RH6, RH7, RH8 und R9 unterscheiden sich die „Banksitzzeiten“ signifikant zwischen der ersten und der zweiten Begegnung.

Nur bei der Vorschule verringert sich der Anteil der „Nichtteilnahme“ und daher kann dies als Ausnahme betrachtet werden. Denn bei allen anderen acht Altersgruppen mit statistisch bedeutsamem Unterschied erhöht sich die „Banksitzzeit“. Bei den Klassen acht und neun ist der Zuwachs sogar erheblich. Die in Kapitel „4.2.3 Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?“ diskutierte zur zweiten Begegnung nachlassende Freude (siehe Abbildung 71) kann dazu führen, dass in der zweiten Begegnung das Experimentieren gegenüber dem „Banksitzen“ an Anziehungskraft einbüßt. Auch hier soll als Ursache der aus Schülersicht nachlassende „Reiz des Neuen“ erwägt werden, der durch die erneute Begegnung mit schon bekannten Experimentierstationen herrührt.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren



Bank1und2	Kiga	Vorsch.	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,014	0,037	0,665	0,895	0,000	0,000	0,007	0,190	0,005	0,000	0,000
Vorsch.	0,014		0,359	0,164	0,039	0,081	0,063	0,001	0,014	0,001	0,000	0,000
G1	0,037	0,359		0,135	0,169	0,002	0,002	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000
G2	0,665	0,164	0,135		0,599	0,001	0,000	0,001	0,097	0,001	0,000	0,000
G3	0,895	0,039	0,169	0,599		0,002	0,001	0,057	0,283	0,051	0,000	0,000
G4	0,000	0,081	0,002	0,001	0,002		0,765	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RH5	0,000	0,063	0,002	0,000	0,001	0,765		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RH6	0,007	0,001	0,000	0,001	0,057	0,000	0,000		0,203	0,426	0,000	0,003
RH7	0,190	0,014	0,006	0,097	0,283	0,000	0,000	0,203		0,124	0,000	0,002
RH8	0,005	0,001	0,000	0,001	0,051	0,000	0,000	0,426	0,124		0,001	0,016
R9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001		0,596
R10H9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,016	0,596	

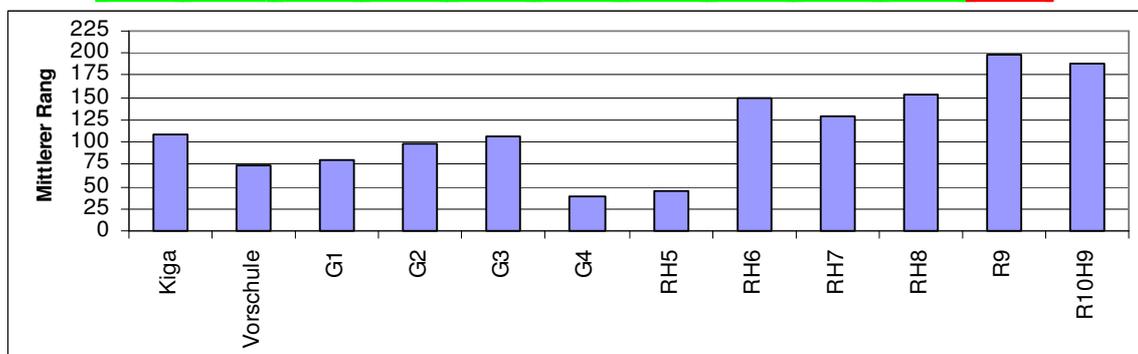


Abbildung 104: Gesamtergebnisse der fotografischen Analyse der „Banksitzer“ beider Begegnungen

Ausnahmsweise erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der beiden Begegnungen, damit die von Begegnung zu Begegnung enorm schwankende Nichtteilnahme aufgrund einer breiteren und somit ausgleichenden Datenbasis diskutiert werden kann.

Beschreibung:

Die Ergebnisse jeder Altersgruppe unterscheiden sich zu zahlreichen anderen Altersgruppen signifikant. Dabei fallen die Ergebnisse ab der sechsten Klasse höher und die der Klassen neun und zehn extrem hoch aus.

Interpretation:

Auch die zusammengefassten Ergebnisse legen den Gedanken des ab Klasse sechs nachlassenden Interesses und somit die besonders hohe Ansprache der jüngeren Altersgruppen nahe. Denn trotz der gegenüber der ersten Begegnung angestiegenen Werte sind die relativen Anteile der „Nichtteilnahme“ immer noch gering, wenn man die „lehrerlose“ Lernsituation beachtet.

Daneben bestätigen auch die aus beiden Begegnungen zusammengelegten Ergebnisse der neunten und zehnten Klasse deren besonders herausragende „Nichtteilnahme“ beim Experimentieren. Hier kann, wie schon erwähnt, das sich in der Pubertät verschobene Interesse als Ursache erwogen werden.

Nun sollen auch die zusammengefassten Ergebnisse der „Banksitzer“ auf geschlechtsabhängige Unterschiede hin durchleuchtet werden.

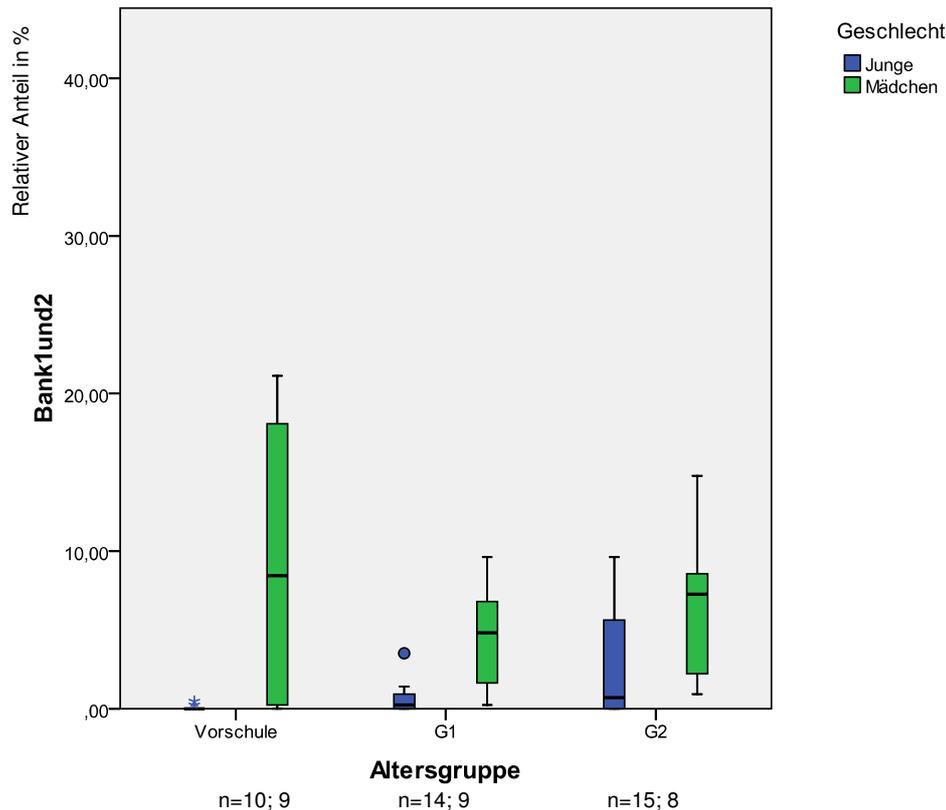


Abbildung 105: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Gesamtergebnissen zwischen den Geschlechtern beim „Banksitzen“ beider Begegnungen

Wie in Abbildung 105 ersichtlich, gibt es drei Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen für Mädchen und Jungen, nämlich die Vorschule, G1 und G2. Bei allen drei Altersgruppen mit statistisch bedeutsamen Geschlechtsunterschieden ist die „Nichtteilnahme“ bei den Mädchen höher als bei den Jungen. Die Verteilung der entsprechenden Altersgruppen ist auch erwähnenswert, denn alle drei Gruppen sind altersmäßig „eng benachbart“. Es trifft nur die sehr jungen Jahrgänge von der Vorschule bis zur zweiten Klasse.

Diese Ergebnisse für drei eng beieinander liegende Altersgruppen, welche stets einen gleichgerichteten Geschlechterunterschied zeigen, lassen einen altersabhängigen Effekt annehmen. Das in älteren Jahrgängen dieser Geschlechtsunterschied, der in den jungen Jahrgängen sehr eindeutig erscheint, nicht mehr auftritt, ist bemerkenswert.

Die Gründe für die höheren „Auszeiten“ bei den Mädchen könnten am gegenüber den Jungen geringeren Interesse an physikalischen Inhalten liegen. „Die

Interessenunterschiede zwischen Jungen und Mädchen sind deutlich ausgeprägt. Jungen zeigen ein signifikant höheres Interesse am Fach Physik als Mädchen.²⁷⁷

Diese generelle Neigung erklärt aber noch nicht, warum nur die Unterschiede bei den jungen Kindern der Vorschule und der ersten beiden Klassen bei den „Banksitzzeiten“ groß genug für signifikante Unterschiede sind. Der im Kapitel „2.4.2 Mittlerer Kindheit (Einschulung oder 6 bis 12 Jahre)“ vorgestellte im Alter von sechs Jahren einsetzende soziale Vergleich könnte eine Erklärung hierfür geben. Die sich entwickelnde Normorientierung, die darüber entscheidet, welches Verhalten erstrebenswert ist, könnte eine besondere Betonung der Geschlechterrolle zur Folge haben. Dann könnten sich die Jungen nach einem konventionellen Rollenverständnis mit dem engagierten Experimentieren stärker identifizieren als die Mädchen. Mit zunehmender Reife gelingt es den Kindern dann, eine weltoffeneren Anschauung zu gewinnen, so dass die geschlechtsabhängigen Unterschiede bei den „Banksitzzeiten“ nachlassen.

²⁷⁷ HOFFMANN, 1998, S. 21.

4.4 Ergebnisse der Videografie

Die Fragebögen lieferten Informationen über das Erleben des Experimentierens aus Schülersicht und mögliche Einflüsse, die nichts mit dem Alter der Kinder zu tun haben. Die Ergebnisse der Fotografie wurden dazu benutzt, die „Nichtteilnahme“ der verschiedenen Kinder zu eruieren. Die Daten der Videoanalyse sollen nun Unterschiede beim Verhalten während des Experimentierens erforschen. Das dabei benutzte Verfahren der kategoriengeleiteten Videoanalyse ist bereits im Kapitel „3.4.4 Videografie“ vorgestellt worden.

Gleichwohl soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass für jedes Kind bei jeder Kategorie ein relativer Anteil des jeweils beobachteten Verhaltens gebildet wurde. Beispielsweise kann ein Kind 15% der an der Station anwesenden Zeit ein Verhalten gezeigt haben, welches der Kategorie „Beobachten“ zugeordnet wurde. Das Ergebnis der Altersgruppe setzt sich dann aus den relativen Anteilen der einzelnen Kinder in der Kategorie „Beobachten“ zusammen und kann durch die Rangsummentests mit den Ergebnissen der anderen Altersgruppen verglichen werden.

Die altersabhängigen Signifikanztestergebnisse werden wie bisher in Kreuztabellen dargestellt. Für eine bessere Lesbarkeit werden die statistischen Testergebnisse bei den Untersuchungen zu geschlechtsabhängigen Unterschieden oder Abweichungen zwischen den beiden Begegnungen im Anhang im Kapitel „7.12 Weitere statistische Testergebnisse der Videografie“ genannt. Die Ergebnisse der gefundenen Abweichungen werden jedoch in Form von Boxplotdiagrammen dargestellt und im folgenden Text interpretiert.

4.4.1 Interrater-Reliabilität

Im Kapitel „3.6.6 Cohens Kappa-Koeffizient“ wurde schon dargestellt, dass die Interrater-Reliabilität die Qualität der Kategorienzuordnung bei der Videoanalyse prüft. Hierzu werden bei exemplarischen Videosequenzen die Zuordnungen des Raters mit denen zweier unabhängiger Interrater statistisch mit Hilfe des Cohens Kappa-Koeffizienten verglichen. Die folgenden Ergebnisse beruhen auf dem Vergleich von insgesamt 182 Bewertungen für das Einzelverhalten und 245 Bewertungen beim Gruppenverhalten.

Kappa nach Cohen	Interrater 1	Interrater 2
Gruppenverhalten	0,6195	0,6338
Einzelverhalten	0,7523	0,6801

Abbildung 106: Ergebnisse des Vergleichs der Bewertungen bei der Videoanalyse mit zwei Interratern

Die Werte für das Einzelverhalten sind ähnlich den Werten, wie sie beispielsweise in der Studie von Nadine Öhding²⁷⁸ erreicht wurden, die auch das Experimentierverhalten von Kindern mit einer kategoriengeleiteten Videoanalyse untersucht hat. Die erreichten Werte entsprechen den in der Literatur geforderten Werten von mindestens 0,6²⁷⁹ für eine gute Übereinstimmung.

Wert von Kappa	Stärke der Übereinstimmung
< 0,20	schwach
0,21 - 0,40	leicht
0,41 - 0,60	mittelmäßig
0,61 - 0,80	gut
0,81 - 1,00	sehr gut

Abbildung 107: Richtwerte zur Interpretation von Kappa aus GROUVEN 2007

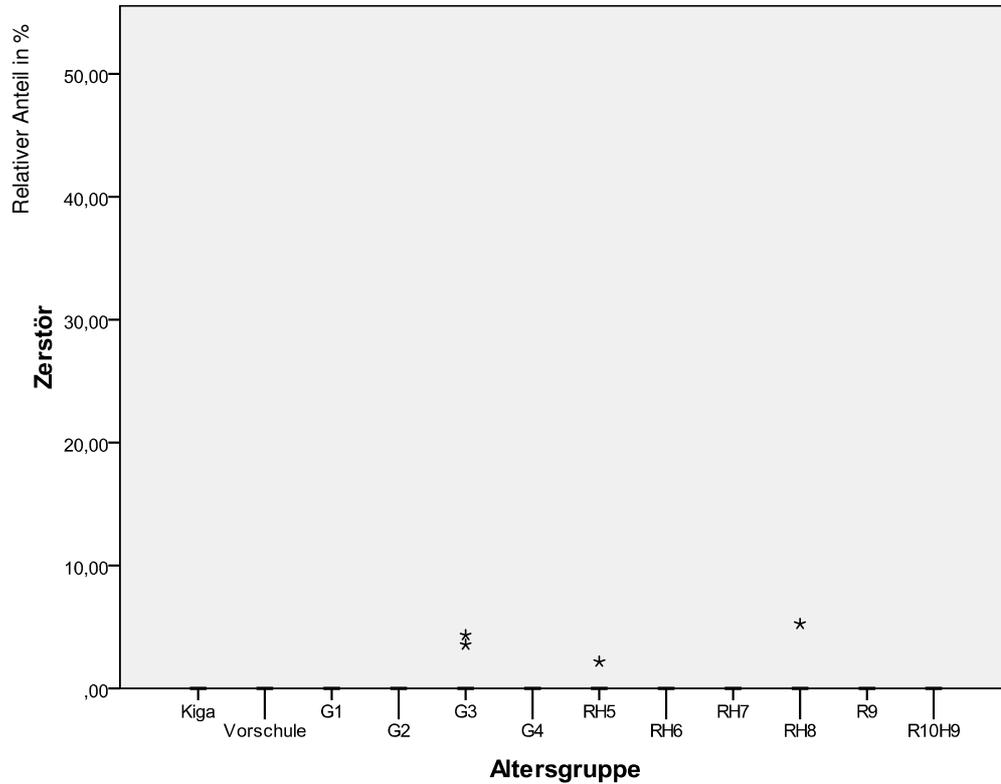
Trotz immerhin guter Übereinstimmung zwischen Rater und Interrater fallen die Cohens Kappa-Koeffizienten beim Gruppenverhalten etwas geringer aus als beim Einzelverhalten. Dies mag daran liegen, dass es schwieriger ist, das Verhalten einer Gruppe in eine einzige Kategorie zuzuordnen. Das Verhalten einer Gruppe setzt sich aus dem Verhalten mehrerer Kinder zusammen, welches jedes für sich unter Umständen unterschiedliches Verhalten zeigen kann. Dennoch ist die Übereinstimmung beim Gruppenverhalten gut, erreicht aber nicht so gute Werte wie die Übereinstimmung beim Einzelverhalten.

Im Anhang in Kapitel „7.11 Weitere Betrachtungen zur Interrater-Reliabilität“ findet sich noch ergänzend eine Betrachtung zur Reproduzierbarkeit der Kategorienzuordnung vom Rater.

²⁷⁸ Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 128 ff.

²⁷⁹ Vergleiche BORTZ, 2010, S. 277 mit Verweis auf FLEISS, 1973.

4.4.2 Die Kategorie „Zerstören“



N=226

n=36 n=19 n=23 n=23 n=19 n=12 n=22 n=11 n=16 n=13 n=19 n=13

Zerstör	Kiga	Vorsch.	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga	1,000	1,000	1,000	1,000	0,049	1,000	0,201	1,000	1,000	0,096	1,000	1,000
Vorsch.	1,000	1,000	1,000	1,000	0,152	1,000	0,353	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
G1	1,000	1,000	1,000	1,000	0,115	1,000	0,307	1,000	1,000	0,183	1,000	1,000
G2	1,000	1,000	1,000	1,000	0,115	1,000	0,307	1,000	1,000	0,183	1,000	1,000
G3	0,049	0,152	0,115	0,115	1,000	0,253	0,434	0,274	0,188	0,850	0,152	0,235
G4	1,000	1,000	1,000	1,000	0,253	1,000	0,460	1,000	1,000	0,337	1,000	1,000
RH5	0,201	0,353	0,307	0,307	0,434	0,460	1,000	0,480	0,394	0,671	0,353	0,442
RH6	1,000	1,000	1,000	1,000	0,274	1,000	0,480	1,000	1,000	0,358	1,000	1,000
RH7	1,000	1,000	1,000	1,000	0,188	1,000	0,394	1,000	1,000	0,267	1,000	1,000
RH8	0,096	1,000	0,183	0,183	0,850	0,337	0,671	0,358	0,267	1,000	0,227	0,317
R9	1,000	1,000	1,000	1,000	0,152	1,000	0,353	1,000	1,000	0,227	1,000	1,000
R10H9	1,000	1,000	1,000	1,000	0,235	1,000	0,442	1,000	1,000	0,317	1,000	1,000

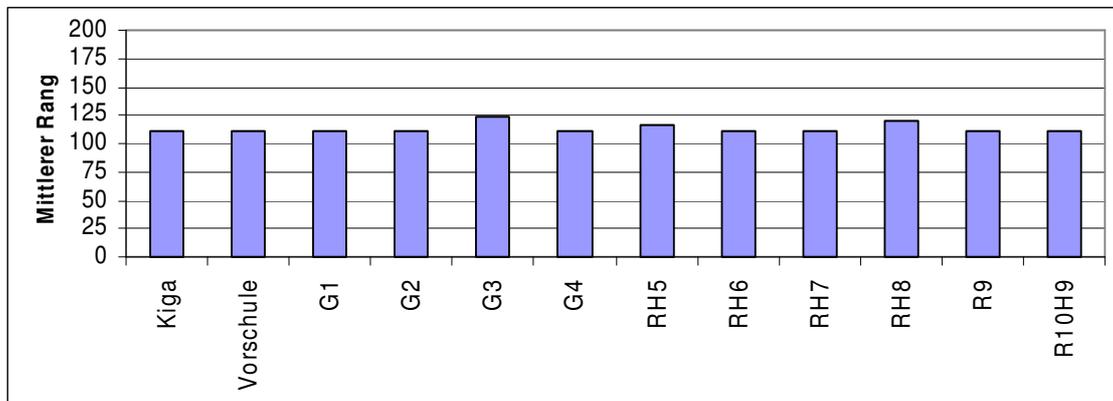


Abbildung 108: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Zerstören“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Zerstören“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Bewusst strapazierender bis zerstörerischer Umgang mit Material (Schüler sollte wissen, dass sein Umgang die Station strapaziert oder beschädigen könnte.)

Beschreibung:

Von einzelnen Kindern abgesehen, zeigen die meisten das Verhalten der Kategorie „Zerstören“ nicht. Nur die Ergebnisse der G3 unterscheiden sich von den Ergebnissen des Kindergartens signifikant.

Interpretation:

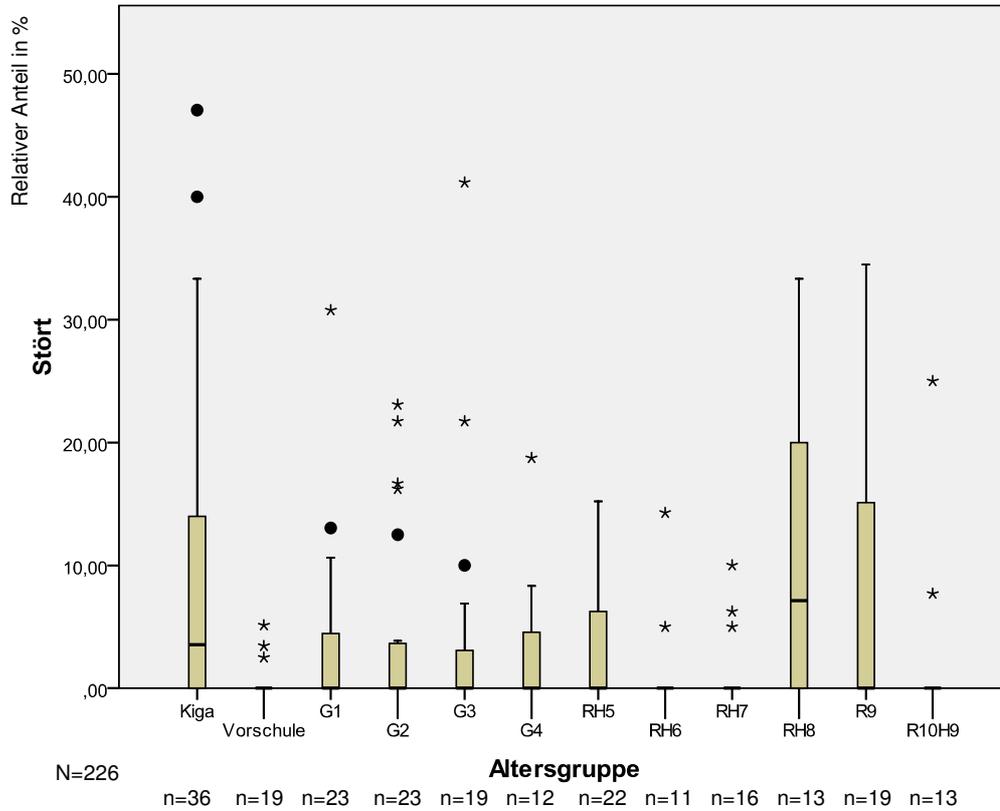
Nur sehr vereinzelte Kinder gehen strapazierend mit dem Experimentiermaterial um. Der einzige Fall eines signifikanten Unterschiedes zwischen zwei Altersgruppen lässt hierbei keine altersabhängige Tendenz erkennen.

Vermutlich ist der pflegliche Umgang mit dem Material auch mit der Anwesenheit des Hausmeisters und/oder der Videokameras zu begründen. Allerdings ist bemerkenswert, dass auch die älteren, pubertierenden und oft „draufgängerisch anmutenden“ Schüler sich beim strapazierenden Umgang mit den Stationen absolut zurückgehalten haben. Es soll hier auch bemerkt werden, dass bei der Betrachtung der Videos niemals ein Eingreifen des Hausmeisters zu beobachten gewesen ist. Auch ein Kommentar von Schülerseite wie: „Pass auf was du machst, du wirst gefilmt“ oder sinngemäß, wurde nicht bemerkt.

Beim Vergleich zwischen Mädchen und Jungen kam es bei keiner Altersgruppe zu signifikanten Unterschieden, genauso wie beim Vergleich zwischen den beiden Begegnungen.

Daher sollen diese Ergebnisse zumindest für die Amrumer Kinder in der beschriebenen Situation so interpretiert werden, dass die Kinder unabhängig von ihrem Alter mit Achtung vor dem Material experimentieren.

4.4.3 Die Kategorie „Stören“



Stört	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,002	0,185	0,075	0,099	0,140	0,265	0,033	0,014	0,241	0,474	0,026
Vorsch	0,002		0,037	0,176	0,190	0,166	0,019	0,765	0,687	0,687	0,039	0,879
G1	0,185	0,037		0,585	0,524	0,638	0,774	0,227	0,130	0,026	0,654	0,146
G2	0,075	0,176	0,585		1,000	0,983	0,532	0,407	0,333	0,020	0,409	0,375
G3	0,099	0,190	0,524	1,000		1,000	0,457	0,439	0,365	0,029	0,438	0,364
G4	0,140	0,166	0,638	0,983	1,000		0,531	0,426	0,393	0,028	0,488	0,384
RH5	0,265	0,019	0,774	0,532	0,457	0,531		0,150	0,097	0,026	0,751	0,136
RH6	0,033	0,765	0,227	0,407	0,439	0,426	0,150		1,000	0,008	0,137	0,929
RH7	0,014	0,687	0,130	0,333	0,365	0,393	0,097	1,000		0,003	0,095	0,920
RH8	0,241	0,687	0,026	0,020	0,029	0,028	0,026	0,008	0,003		0,156	0,012
R9	0,474	0,039	0,654	0,409	0,438	0,488	0,751	0,137	0,095	0,156		0,123
R10H9	0,026	0,879	0,146	0,375	0,364	0,384	0,136	0,929	0,920	0,012	0,123	

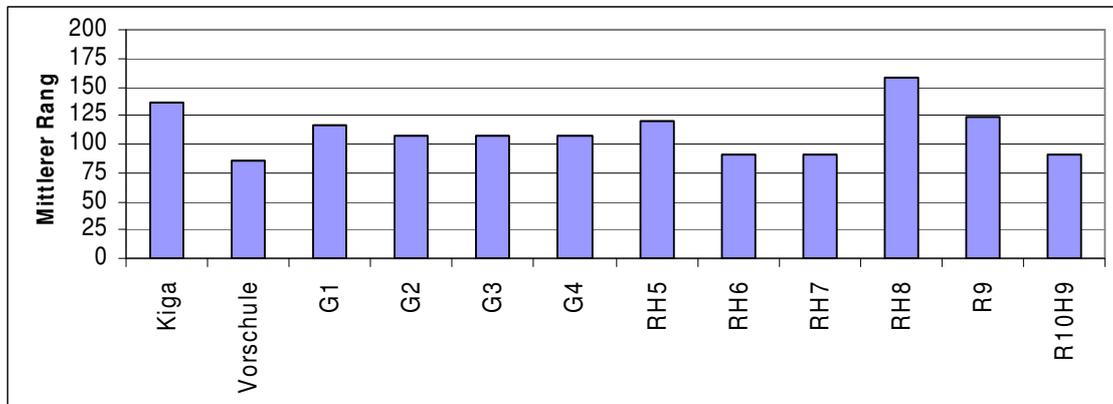


Abbildung 109: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Stören“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Stören“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Zeigt Verhaltensweise ohne naturwissenschaftliches Ziel und versucht andere Schüler vom Experimentieren abzulenken. (Z.B. singt ins Mikrofon, versucht die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, ist albern und lenkt ab.)

Beschreibung:

Die meisten Altersgruppen unterscheiden sich nicht signifikant bei der Verhaltenskategorie „Stören“ voneinander und weisen eher geringe Anteile auf.

Die Altersgruppen Kiga und RH8 weisen einen signifikant höheren Anteil beim Stören auf als bei manchen bzw. bei der RH8 bei vielen anderen Altersgruppen.

Die Vorschulkinder zeigen hingegen einen signifikant geringeren „Störanteil“ als einige andere Altersgruppen.

Interpretation:

Nur die Kindergartenkinder und die Schüler der achten Klasse zeigen ein öfters auftretendes „störendes“ Verhalten. Obwohl dies nur zwei vereinzelt Altersgruppen sind, sollen hier mögliche Gründe diskutiert werden.

Bei der Auswertung der Videos ist bei den Kindergartenkindern aufgefallen, dass diese wenig Verständnis für „vertiefte Forscher“ haben und diese häufig auch im Vorbeigehen auf sachfremde Dinge aufmerksam machen, wie „Guck mal, da hängen Seile von der Wand!“ oder experimentierende Kinder spontan kitzeln oder ähnliches. Dies mag vermutlich an der noch nicht ausgebildeten Fähigkeit zur Perspektivenübernahme liegen, welche sich erst im Schulalter ausbildet, siehe Kapitel „2.4.2 Mittlere Kindheit (Einschulung oder 6 bis 12 Jahre)“. Daher erkennen die jungen Kinder das Bedürfnis nach ruhigem, konzentriertem Forschen beim anderen nicht und denken eher an ihre eigenen auch unvermittelt auftretenden Bedürfnisse. Dass ausgerechnet die auch recht jungen Kinder der Vorschule besonders wenig stören, mag die soeben genannten Aussagen schmälern. Nach dem Eindruck des Autors handelt es sich bei der Vorschule um eine sehr interessierte Gruppe, die recht zielstrebig experimentiert hat. Allerdings kann diese Aussage leider nicht durch die Fragebogenergebnisse bei der Frage „Fandest Du diese Stunde interessant?“ bewertet werden, da die Fragebögen erst ab der zweiten Klasse benutzt wurden.

Das vermehrt auftretende Stören in der achten Klasse kann mit den Besonderheiten beim Verhalten während der Pubertät erklärt werden. Die im Kapitel „2.4.3 Jugendalter oder Adoleszenz (12 bis 18 Jahre)“ vorgestellten Phänomene „imaginäres Publikum“ und „persönliche Legende“ führen zu einer scheinbaren Überbewertung der eigenen Wichtigkeit. Dann wird das Zusammenkommen mit mehreren Gleichaltrigen in der Turnhalle als persönliche Bühne gesehen und es kommt zu „denkwürdigen Auftritten“, während andere experimentieren und dies wird sodann als Störung bei der Videoanalyse protokolliert. Es steht zu vermuten, dass ein großer Teil der „Auftritte“ bei den pubertierenden Klassen nicht an der Station stattfindet, sondern auf den für Pausen bereitgestellten Bänken. Denn dort war bei den entsprechenden Jahrgängen das Publikum größer als an den einzelnen Stationen, siehe Kapitel „4.3.1 Die Banksitzer“. So könnte erklärt werden, dass es nur bei einer der pubertierenden Altersgruppen zu einem signifikant höheren Ergebnis beim Stören kam.

In keiner Altersgruppe zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen bei den Ergebnissen in der Kategorie Stören.

Beim Vergleich der Ergebnisse zwischen den beiden Begegnungen konnten bei den Altersgruppen G1 und R9 signifikante Unterschiede festgestellt werden. Diese sind in folgender Abbildung dargestellt.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

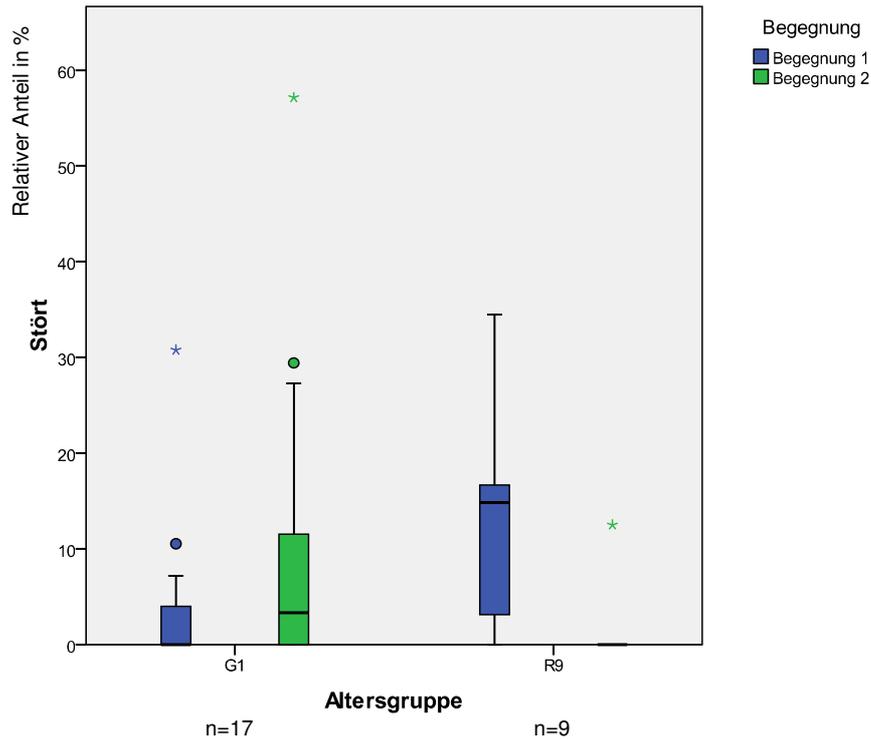
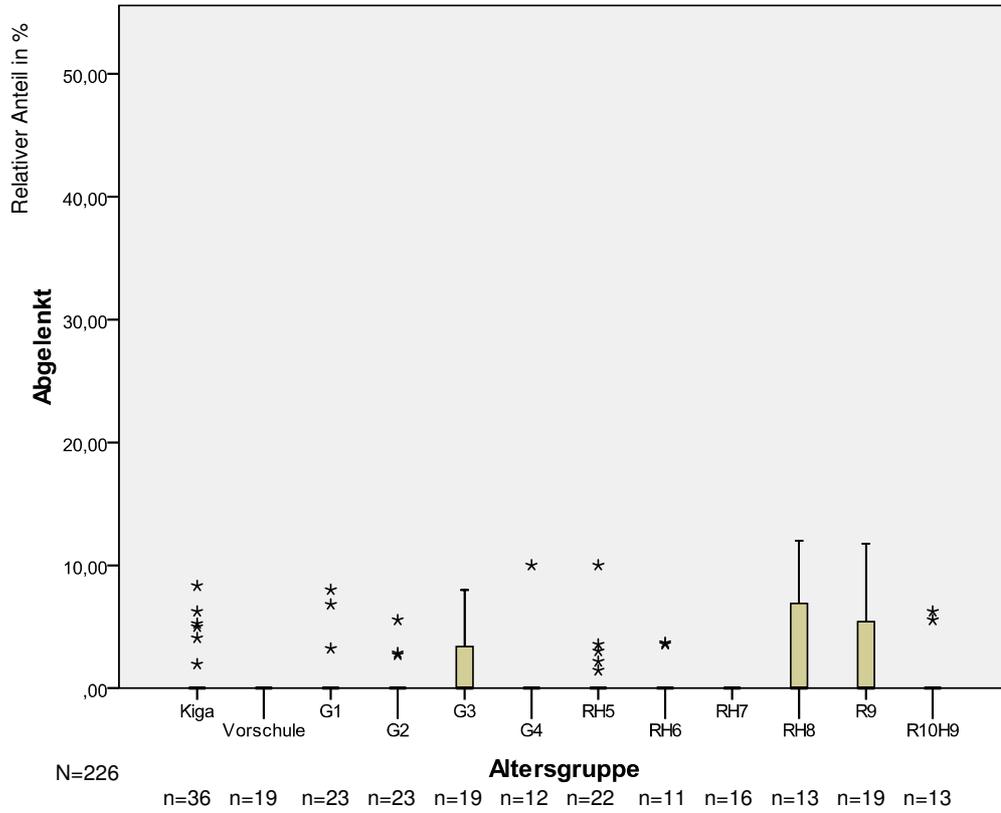


Abbildung 110: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Stören“ zwischen den beiden Begegnungen

Bei der G1 und R9 handelt es sich um sehr verschieden alte Gruppen. Daher kann bei der „Entwicklung“ des Störens von Begegnung zu Begegnung keine altersabhängige Tendenz festgestellt werden, zumal das Stören bei der G1 zunimmt und in der R9 abnimmt.

4.4.4 Die Kategorie „Abgelenkt sein“



Abgelenkt	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,062	0,747	0,655	0,225	0,561	0,673	0,969	0,086	0,157	0,029	0,986
Vorsch	0,062		0,107	0,107	0,009	0,208	0,029	0,059	1,000	1,000	0,002	0,082
G1	0,747	0,107		0,895	0,170	0,753	0,474	0,742	0,138	0,133	0,032	0,891
G2	0,655	0,107	0,895		0,109	0,753	0,414	0,654	0,138	0,121	0,019	0,742
G3	0,225	0,009	0,170	0,109		0,193	0,393	0,376	0,016	0,641	0,328	0,364
G4	0,561	0,208	0,753	0,753	0,193		0,357	0,563	0,248	0,173	0,065	0,665
RH5	0,673	0,029	0,474	0,414	0,393	0,357		0,873	0,044	0,386	0,087	0,714
RH6	0,969	0,059	0,742	0,654	0,376	0,563	0,873		0,082	0,322	0,106	1,000
RH7	0,086	1,000	0,138	0,138	0,016	0,248	0,044	0,082		0,019	0,004	0,110
RH8	0,157	1,000	0,133	0,121	0,641	0,173	0,386	0,322	0,019		0,825	0,238
R9	0,029	0,002	0,032	0,019	0,328	0,065	0,087	0,106	0,004	0,825		0,123
R10H9	0,986	0,082	0,891	0,742	0,364	0,665	0,714	1,000	0,110	0,238	0,123	

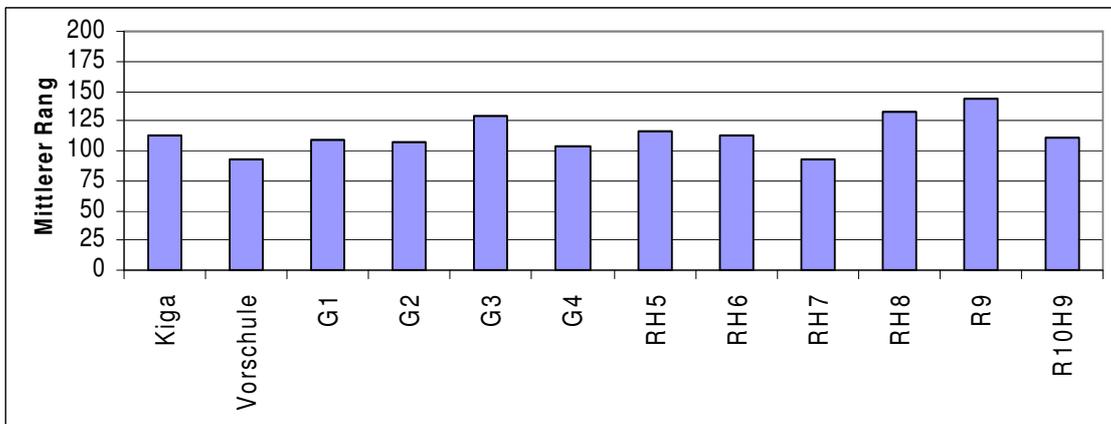


Abbildung 111: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Abgelenkt sein“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Abgelenkt sein“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Wird durch Störung abgelenkt (Schüler wird vom Experimentieren abgelenkt oder beim Experimentieren behindert. Das betreffende Kind ist nicht mehr auf die Station fokussiert.)

Beschreibung:

Die meisten Kinder zeigen kein oder kaum ein Verhalten, welches sich der Kategorie „Abgelenkt sein“ zuordnen lässt.

Nur die Altersgruppen Vorschule, RH7 und R9 unterscheiden sich zu mehr als zwei anderen Altersgruppen signifikant. Bei der Vorschule und der RH7 zeigt kein einziges Kind eine Ablenkung, wohingegen bei der R9 eine Ablenkung deutlich öfter auftritt als in fünf anderen Altersgruppen.

Interpretation:

Die kleineren Werte bei der Kategorie „Abgelenkt sein“ als bei der Kategorie „Stören“ lassen sich dank deren Zusammenhang begrifflich machen. Im Prinzip ist ein störendes Verhalten die Voraussetzung dafür, dass es zu einer Ablenkung kommt. Aber nicht jede Störung muss zu einer Ablenkung eines Kindes führen.

Sinngemäß sind damit auch die geringen Werte bei der Vorschule und RH7 durch die geringen Werte der beiden Altersgruppen in der Kategorie „Stören“ begründet. Genauso lassen sich die höheren Werte beim „Abgelenkt sein“ der RH8 und R9 durch die höheren Werte der beiden Klassen beim „Stören“ deuten.

Die nicht weiter auffälligen und geringen Werte beim „Abgelenkt sein“ bei den Kindergartenkindern sind erwähnenswert, denn in der Kategorie „Stören“ zeigten sie signifikant höhere Werte als viele andere Altersgruppen. Daraus kann geschlossen werden, dass die jungen Kindergartenkinder sich robust gegen Störungen zeigen und sich nur „schwer“ ablenken lassen. Dies kann durch ein eher „einzelgängerisches“ Verhalten der Kindergartenkinder erklärt werden, welches sie auch beim Spielen zeigen, siehe Kapitel „2.4.1 Frühe Kindheit (2 bis 6 Jahre)“. Die Kinder spielen zunächst für sich und entwickeln erst nach und nach ein Interesse an den Spielkameraden und somit am gemeinsamen Spielen. Beim Experimentieren ließ sich ein ähnliches Verhalten beobachten, die jüngeren Kinder haben auch dann oft alleine experimentiert, wenn andere Kinder an der Station waren, siehe auch Kapitel „4.4.16 Ergebnisse des Gruppenverhaltens“. Dieses geringere Interesse an den anderen führt

möglicherweise auch zur Unempfindlichkeit gegen Störungen, weil sich die Kinder einfach nicht für die Störung durch andere Kinder „interessieren“.

Werden die Ergebnisse der Kategorie „Abgelenkt sein“ auf signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern untersucht, so weisen nur die Altersgruppen RH6 und R9 (siehe Abbildung 112) einen entsprechenden Unterschied auf.

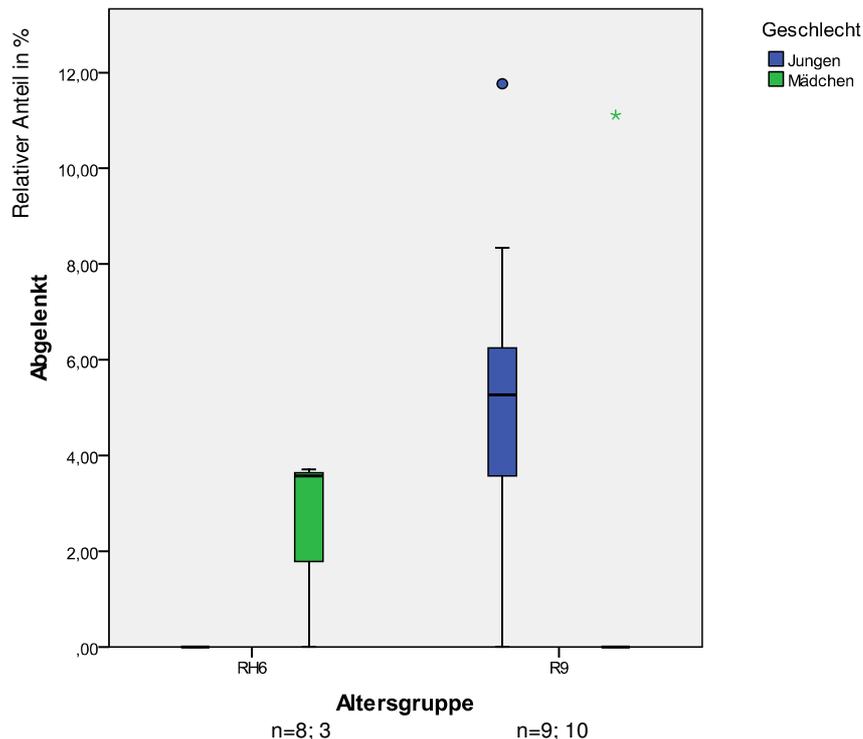


Abbildung 112: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Abgelenkt sein“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Bei den beiden relevanten Altergruppen mit Geschlechterunterschied werden bei der RH6 die Mädchen deutlich mehr abgelenkt und bei der R9 die Jungen. Demnach kann es sich hierbei nicht um eine geschlechtsabhängige Tendenz handeln.

Bei der Fragebogenauswertung entstand bei der Gruppe R9 auf die Frage „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“ bei den Jungen eine geringere Zustimmung als bei den Mädchen, siehe Kapitel „4.2.4 Konntest Du ohne Störung experimentieren?“. Hier stimmt die persönliche Wahrnehmung der Kinder (Fragebogenergebnisse) mit dem beobachteten Verhalten (Ergebnisse der kategoriengeleiteten Videoanalyse) überein.

Zwischen der ersten und der zweiten Begegnung unterscheiden sich die Ergebnisse der Altersgruppen Kiga, RH5 und R9 signifikant voneinander.

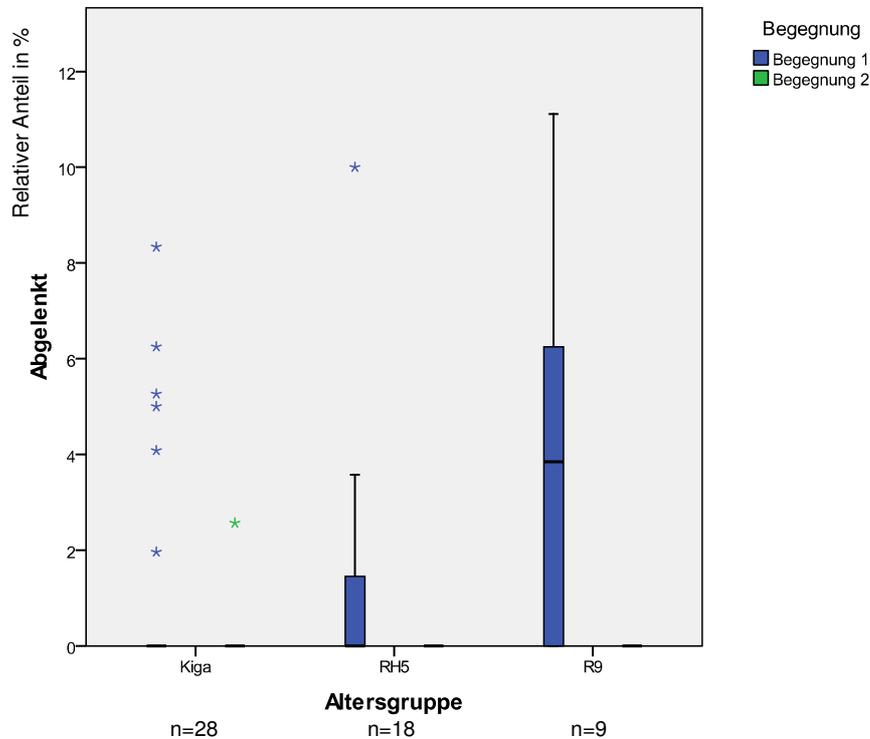
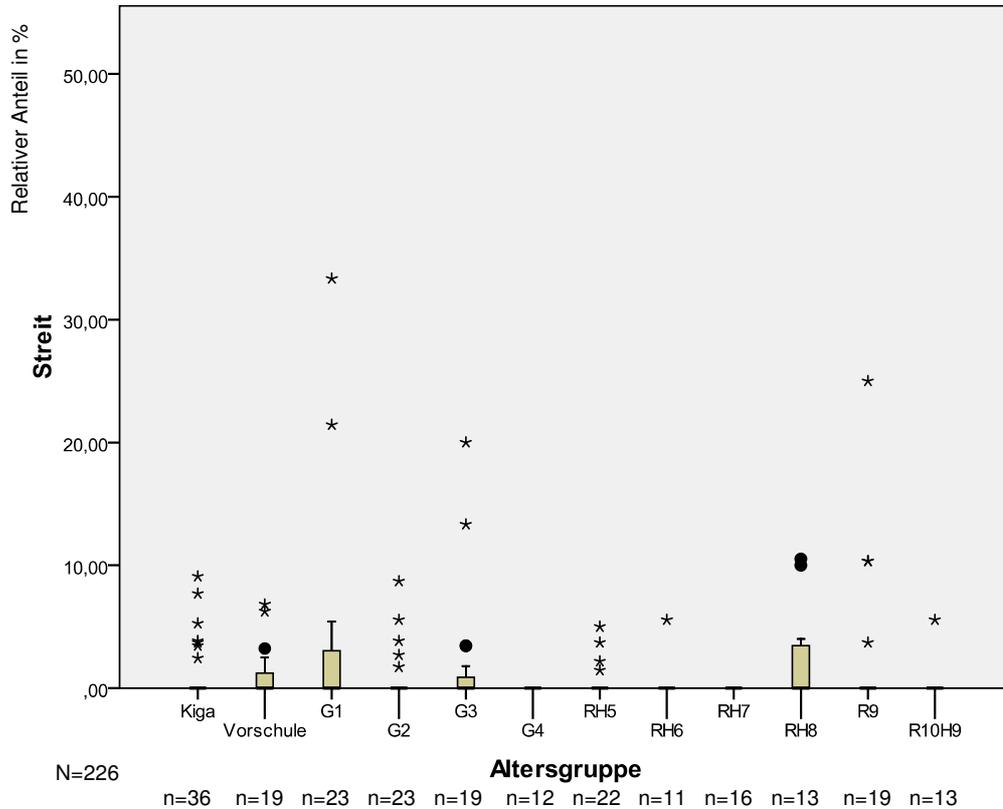


Abbildung 113: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Abgelenkt sein“ zwischen den beiden Begegnungen

Bei allen drei Altersgruppen mit festgestelltem Unterschied hat das „Abgelenkt sein“ abgenommen. Der Rückgang bei der R9 ist durch eine ähnliche Abnahme in der Kategorie „Stören“ zu erklären. Vielleicht ist aber auch die Abnahme des „Abgelenkt seins“ bei immerhin drei Altersgruppen auf eine höhere Fokussierung auf das Experimentieren zurückzuführen, die durch eine wiederholte und damit fortgeschrittenen Vertiefung in die physikalischen Phänomene zu erklären ist.

4.4.5 Die Kategorie „Streiten“



Streit	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,650	0,279	0,868	0,573	0,103	0,770	0,466	0,061	0,321	0,704	0,360
Vorsch	0,650		0,669	0,748	0,895	0,058	0,448	0,281	0,030	0,030	0,953	0,205
G1	0,279	0,669		0,434	0,669	0,037	0,240	0,207	0,017	0,952	0,567	0,141
G2	0,868	0,748	0,434		0,672	0,087	0,673	0,406	0,049	0,423	0,846	0,310
G3	0,573	0,895	0,669	0,672		0,057	0,470	0,281	0,030	0,753	0,829	0,205
G4	0,103	0,058	0,037	0,087	0,057		0,122	0,296	1,000	0,041	0,095	0,337
RH5	0,770	0,448	0,240	0,673	0,470	0,122		0,582	0,076	0,286	0,637	0,466
RH6	0,466	0,281	0,207	0,406	0,281	0,296	0,582		0,228	0,206	0,371	0,904
RH7	0,061	0,030	0,017	0,049	0,030	1,000	0,076	0,228		0,019	0,055	0,267
RH8	0,321	0,030	0,952	0,423	0,753	0,041	0,286	0,206	0,019		0,650	0,146
R9	0,704	0,953	0,567	0,846	0,829	0,095	0,637	0,371	0,055	0,650		0,288
R10H9	0,360	0,205	0,141	0,310	0,205	0,337	0,466	0,904	0,267	0,146	0,288	

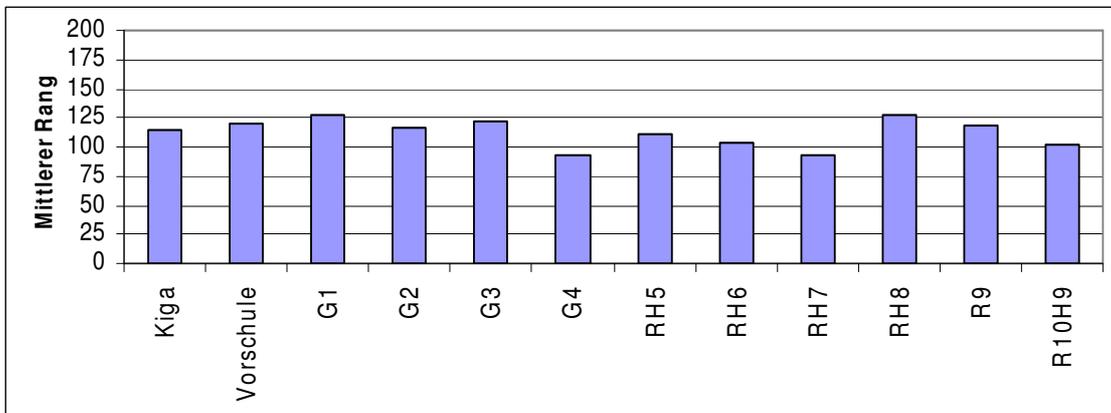


Abbildung 114: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Streiten“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Streiten“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Das Kind streitet sich. (Es gibt Meinungsverschiedenheiten, z.B. über die Vorgehensweise, die Aufgabenverteilung oder darüber, wer das Experiment durchführen darf.)

Beschreibung:

Im Allgemeinen fallen die Anteile der Kategorie „Streiten“ gering aus und unterscheiden sich von Altersgruppe zu Altersgruppe nicht signifikant voneinander.

Nur die Altersgruppen RH7 und RH8 unterscheiden sich von einigen anderen Gruppen beim „Streitanteil“. Die RH7 hat keinen einzigen streitenden Schüler und die RH8 im Verhältnis zu den anderen Gruppen mehr streitende Schüler.

Interpretation:

Es wird sich an den Stationen generell wenig untereinander gestritten, und zwar unabhängig vom Alter.

Die auffälligen Ergebnisse der RH7 und RH8 lassen keinen Trend erkennen, da sie zwar benachbarte Altersgruppen betreffen, aber von ihrer Tendenz entgegengesetzt sind. Es ist zu erwarten, dass das „Streitpotenzial“ eher von der Situation und den Persönlichkeiten einer Altersgruppe als vom Alter der aufeinander treffenden Kinder abhängen.

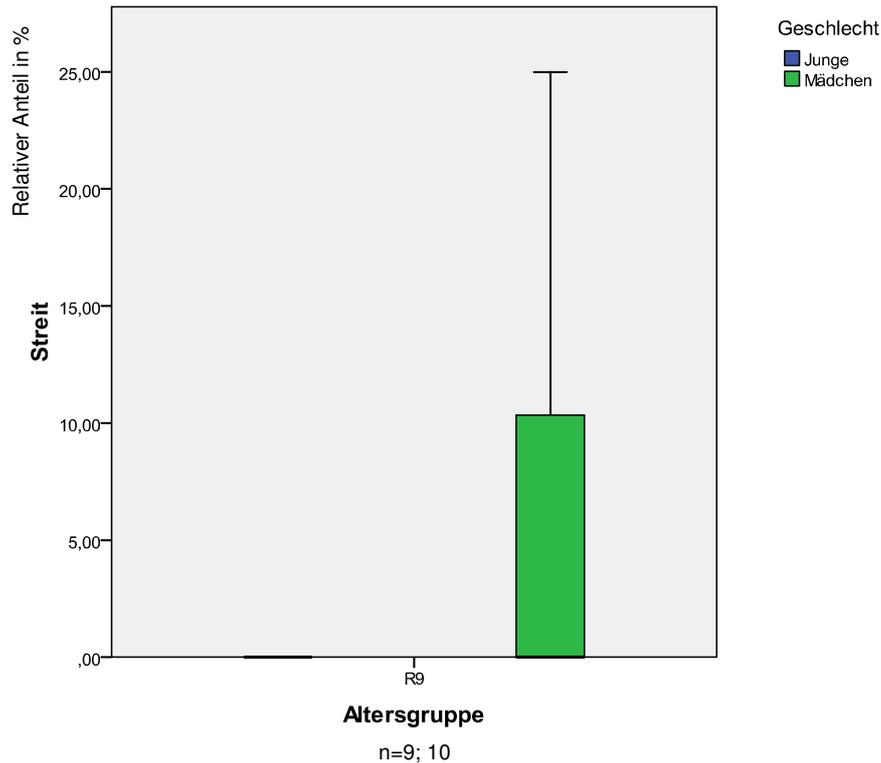


Abbildung 115: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Streiten“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Bei der geschlechtsabhängigen Untersuchung der Ergebnisse kam nur bei der Altersgruppe R9 ein statistisch bedeutsamer Unterschied heraus.

In dieser einen Gruppe streiten sich die Mädchen öfter als die Jungen. Dieses vereinzelte Ergebnis rechtfertigt aber nicht, von einem allgemeinen Trend zu sprechen.

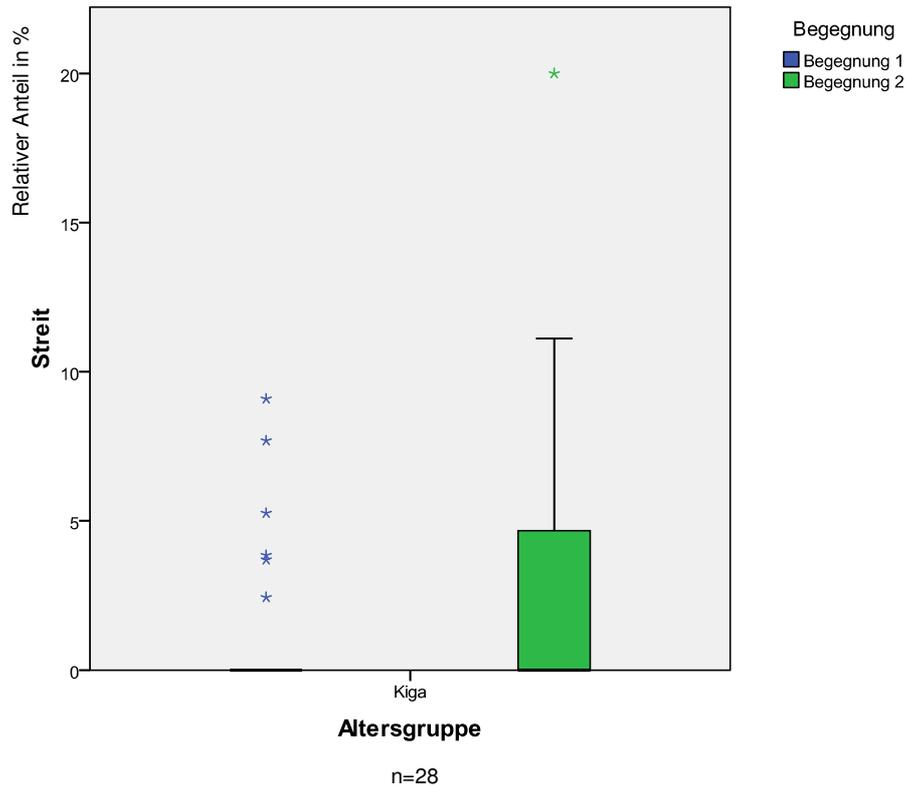
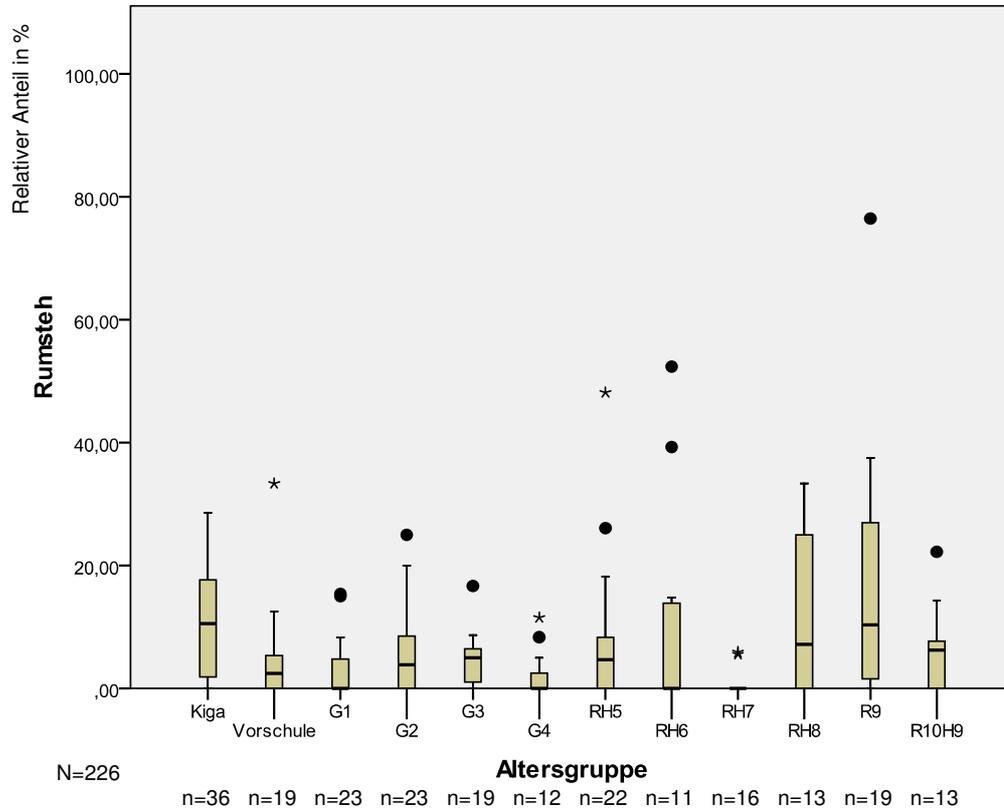


Abbildung 116: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Streiten“ zwischen den beiden Begegnungen

Einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Begegnungen zeigt nur der Kindergarten. Die Kindergartenkinder streiten bei der zweiten Begegnung öfter als bei der ersten Begegnung.

Wie bei den Geschlechterunterschieden kann auch hier aufgrund des nur bei einer einzelnen Gruppe auftretenden Unterschiedes keine Tendenz festgestellt werden.

4.4.6 Die Kategorie „Rumstehen“



Rumsteh	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,009	0,001	0,019	0,010	0,001	0,061	0,261	0,000	0,954	0,401	0,078
Vorsch	0,009		0,525	0,539	0,264	0,143	0,393	0,803	0,011	0,011	0,019	0,301
G1	0,001	0,525		0,152	0,092	0,423	0,125	0,557	0,055	0,047	0,002	0,121
G2	0,019	0,539	0,152		0,928	0,079	0,888	0,985	0,003	0,270	0,030	0,946
G3	0,010	0,264	0,092	0,928		0,045	0,841	0,724	0,001	0,267	0,023	0,533
G4	0,001	0,143	0,423	0,079	0,045		0,076	0,193	0,366	0,036	0,004	0,088
RH5	0,061	0,393	0,125	0,888	0,841	0,076		0,841	0,003	0,378	0,050	0,930
RH6	0,261	0,803	0,557	0,985	0,724	0,193	0,841		0,040	0,563	0,242	0,879
RH7	0,000	0,011	0,055	0,003	0,001	0,366	0,003	0,040		0,003	0,000	0,003
RH8	0,954	0,011	0,047	0,270	0,267	0,036	0,378	0,563	0,003		0,447	0,398
R9	0,401	0,019	0,002	0,030	0,023	0,004	0,050	0,242	0,000	0,447		0,051
R10H9	0,078	0,301	0,121	0,946	0,533	0,088	0,930	0,879	0,003	0,398	0,051	

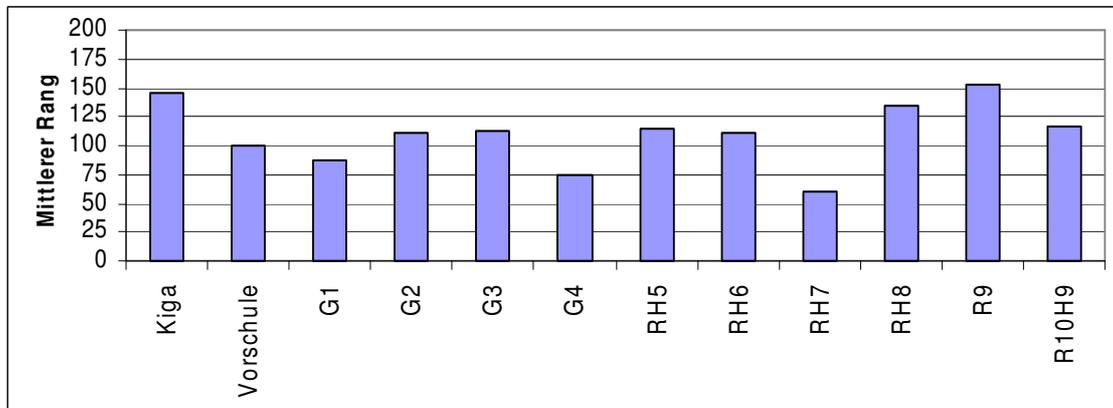


Abbildung 117: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Rumstehen“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Rumstehen“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Desinteressiertes Dabeistehen. (Ein Kind unterhält sich mit anderen Kindern über „fachfremde“ Dinge bzw. steht desinteressiert dabei.)

Beschreibung:

Viele Altersgruppen unterscheiden sich beim „Rumstehen“ nicht signifikant voneinander.

Die Gruppen Kindergarten, RH8 und R9 zeigen dieses Verhalten öfter als viele andere Altersgruppen und die RH7 zeigt es besonders selten.

Interpretation:

Das vermehrte „Rumstehen“ bei den pubertierenden Jugendlichen der RH8 und R9 kann auf die Möglichkeit zurückgeführt werden, dass das Zusammentreffen von verschiedenen Gleichaltrigen als persönliche Bühne genutzt wird. Dieser Eindruck entspricht auch den Beobachtungen des Autors beim Auswerten der Videos. Vergleiche hierzu auch Kapitel „2.4.3 Jugendalter oder Adoleszenz (12 bis 18 Jahre)“ mit den Phänomenen „imaginäres Publikum“ und „persönliche Legende“.

Vermutlich wäre für diese Altersgruppen ein noch höherer Anteil beim „Rumstehen“ zu erwarten, wenn es nicht die Möglichkeit gäbe, sich auf den Bänken für eine „Pause“ zu treffen. Denn der Anteil der Banksitzer ist bei diesen Altersgruppen besonders stark ausgeprägt, siehe Kapitel „4.3.1 Die Banksitzer“. Die Prägnanz der Ergebnisse wird durch die besonders niedrigen Werte der RH7 beim „Rumstehen“ etwas geschmälert. Die RH7 zeigte aber auch schon in den Kategorien „Stören“, „Abgelenkt sein“ und „Streiten“ auffällig geringe Werte. Daher soll dies hier eher als ein Anzeichen für eine besonders „harmonische“ und „disziplinierte“ Klasse RH7 gedeutet werden.

Bei den Kindergartenkindern bekam der Autor beim Auswerten der Videos den Eindruck, dass die jungen Kinder oftmals neben der Station vor sich hinstarren bzw. an der Station vorbeistarren und somit nicht das Geschehen an der Station beobachten. Es mutete des Öfteren wie ein „In sich Zurückziehen“ an. Diese „Auszeiten“ könnten bei den jüngeren Kindern notwendig sein, um die neuen

Erfahrungen beim Experimentieren kognitiv zu verarbeiten²⁸⁰ und so die höheren Anteile beim „Rumstehen“ begründen. Die auch recht hohen Werte für das „Rumstehen“ bei den Vorschulkindern können als weiteres Indiz hierfür gewertet werden.

Werden die Ergebnisse der Kategorie „Rumstehen“ nach signifikanten Unterschieden zwischen Mädchen und Jungen untersucht, zeigen sich in den beiden Altersgruppen RH6 und R9 solche Unterschiede.

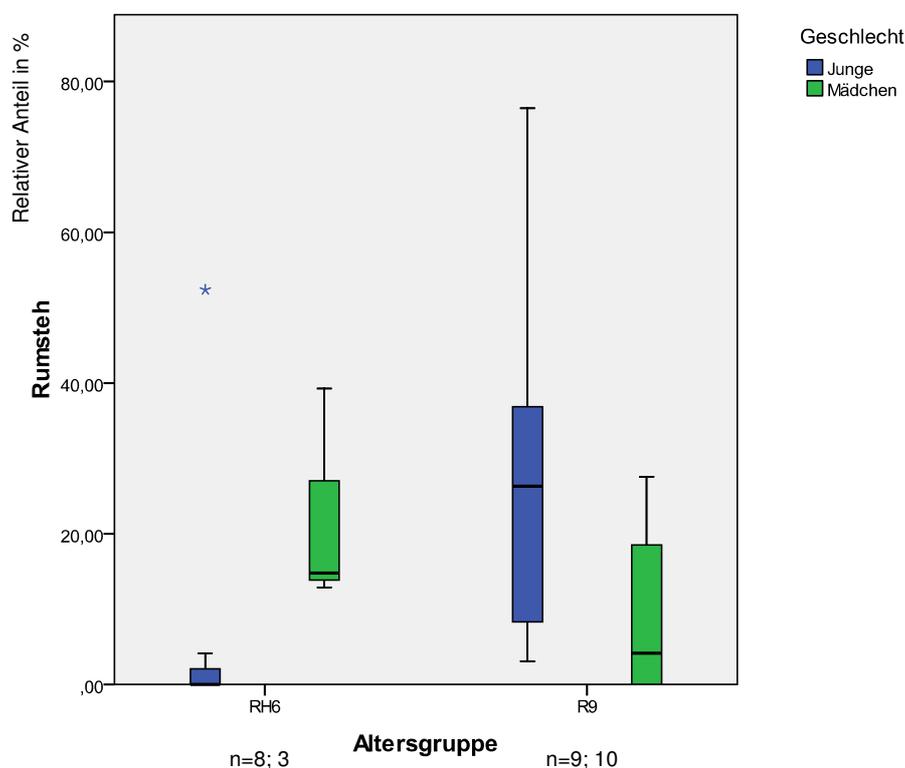


Abbildung 118: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Rumstehen“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

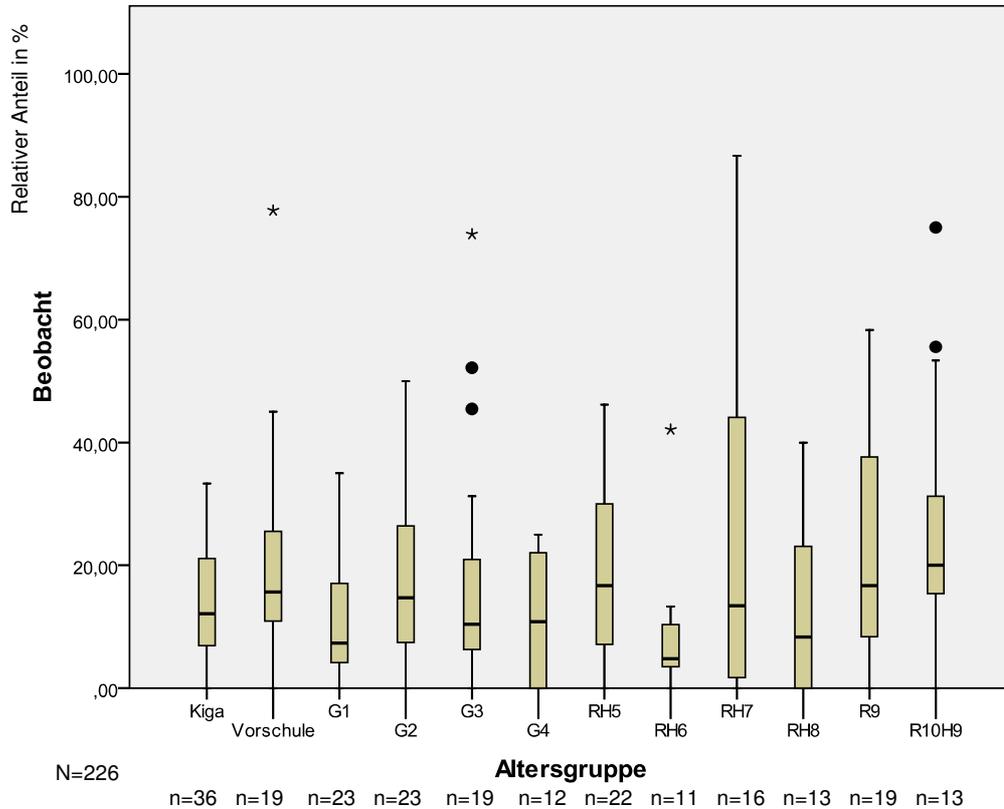
In der RH6 zeigen die Mädchen statistisch bedeutsam mehr „Rumstehen“ als die Jungen und in der R9 ist es umgekehrt.

Aus diesen beiden vereinzelt und gegenläufigen Ergebnissen mehr als ein Zufälligkeit abzulesen, ist nicht zu rechtfertigen. Es kann daher keine geschlechtabhängige Tendenz beim „Rumstehen“ festgestellt werden.

²⁸⁰ Diese mögliche Begründung bezieht sich auf Äußerungen von Dr. Fritz Schließmann während einer Kolloquiumsveranstaltung an der Universität Flensburg in der Abteilung für Physik und Ihre Didaktik und Geschichte.

Eine weitere statistische Untersuchung der „Rumsteh-Ergebnisse“ ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen. D.h. der Anteil des „Rumstehens“ veränderte sich nicht bemerkenswert von Begegnung zu Begegnung.

4.4.7 Die Kategorie „Beobachten“



Beobacht	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,123	0,246	0,216	0,887	0,417	0,194	0,047	0,677	0,434	0,139	0,100
Vorsch	0,123		0,035	0,781	0,237	0,117	0,927	0,009	0,654	0,654	0,849	0,489
G1	0,246	0,035		0,049	0,206	0,833	0,042	0,366	0,351	0,987	0,044	0,059
G2	0,216	0,781	0,049		0,433	0,130	0,838	0,019	0,819	0,171	0,613	0,429
G3	0,887	0,237	0,206	0,433		0,319	0,464	0,085	1,000	0,408	0,422	0,337
G4	0,417	0,117	0,833	0,130	0,319		0,099	0,755	0,333	0,717	0,126	0,143
RH5	0,194	0,927	0,042	0,838	0,464	0,099		0,027	0,767	0,155	0,695	0,561
RH6	0,047	0,009	0,366	0,019	0,085	0,755	0,027		0,189	0,726	0,028	0,045
RH7	0,677	0,654	0,351	0,819	1,000	0,333	0,767	0,189		0,341	0,642	0,508
RH8	0,434	0,654	0,987	0,171	0,408	0,717	0,155	0,726	0,341		0,124	0,154
R9	0,139	0,849	0,044	0,613	0,422	0,126	0,695	0,028	0,642	0,124		0,700
R10H9	0,100	0,489	0,059	0,429	0,337	0,143	0,561	0,045	0,508	0,154	0,700	

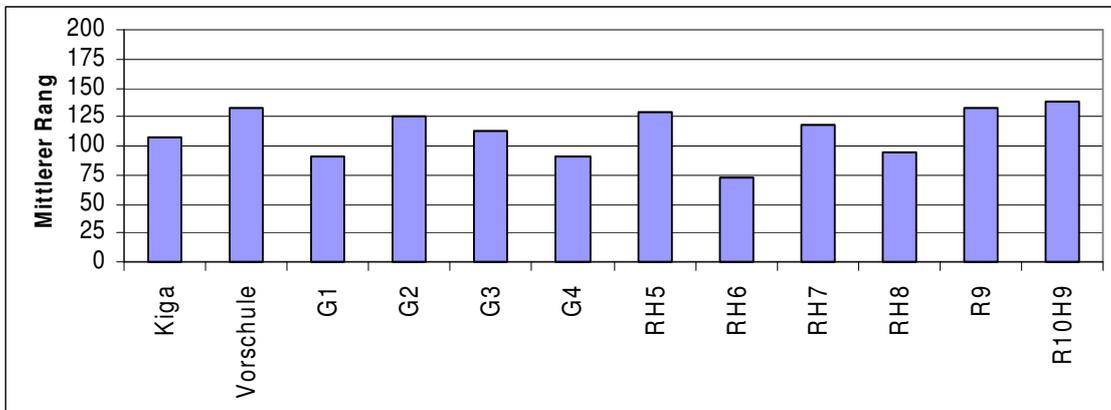


Abbildung 119: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Beobachten“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Beobachten“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Die Aufmerksamkeit ist auf die Station fokussiert, es gibt aber keine Handlung. (Ein Kind steht daneben und beobachtet oder erhält Informationen durch Gespräche. Auch wenn beobachtet und dabei „nebenbei“ z.B. eine Kugel gehalten wird.)

Beschreibung:

Beim „Beobachten“ handelt es sich um eine Verhaltenskategorie, die die meisten Kinder des Öfteren zeigen.

Bis auf gelegentliche Unterschiede zwischen einzelnen Altersgruppen unterscheiden sich diese nicht signifikant voneinander. Einzig die RH6 zeigt einen im Verhältnis zu einigen anderen Gruppen geringeren Anteil beim „Beobachten“.

Interpretation:

Die meisten Kinder beobachten andere Kinder beim Experimentieren und erhalten auf diese Weise Informationen über das der Station innewohnende physikalische Phänomen.

Bemerkenswerterweise zeigen die Kinder der meisten Gruppen ähnliche Anteile beim „Beobachten“, und zwar unabhängig von ihrem Alter. Hier hat der Autor erwartet, dass der Beobachtungsanteil bei den jüngeren Kindern kleiner als bei den älteren Kindern ist. Denn bei den jüngeren Kindern wäre eine eher haptische statt einer „unhaptischen“ visuellen Informationsaufnahme zu erwarten gewesen, während die älteren Kinder nicht mehr so stark auf eine handelnde Informationsaufnahme angewiesen sind. Aber die Ergebnisse zeigen, dass auch die jüngeren Kinder in ähnlichem Maße wie die älteren Kinder eine nicht handelnde Informationsbeschaffung selbstständig wählen. Dies könnte so interpretiert werden, dass die jüngeren Kinder das „nicht handelnde“ Beobachten für genauso geeignet halten wie die größeren Schüler und dazu in der Lage sind, auch auf diese Weise Informationen zu gewinnen.

Die auffallend kleinen Ergebnisse in der Kategorie „Beobachten“ in der RH6 treten nur in dieser und keiner der altersmäßig benachbarten Klassen auf. Daher soll dies als eine Besonderheit der RH6 gewertet werden und nicht als ein Zeichen für eine wie auch immer geartete altersabhängige Tendenz.

Die Beobachtungsergebnisse zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen. Die Neigung, andere Kinder beim Experimentieren zu beobachten, kann als vom Geschlecht unabhängig betrachtet werden.

Werden die Ergebnisse der Kategorie „Beobachten“ auf Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen untersucht, treten bei den immerhin fünf Altersgruppen Kindergarten, G1, G2, G3 und RH5 signifikante Veränderungen auf.

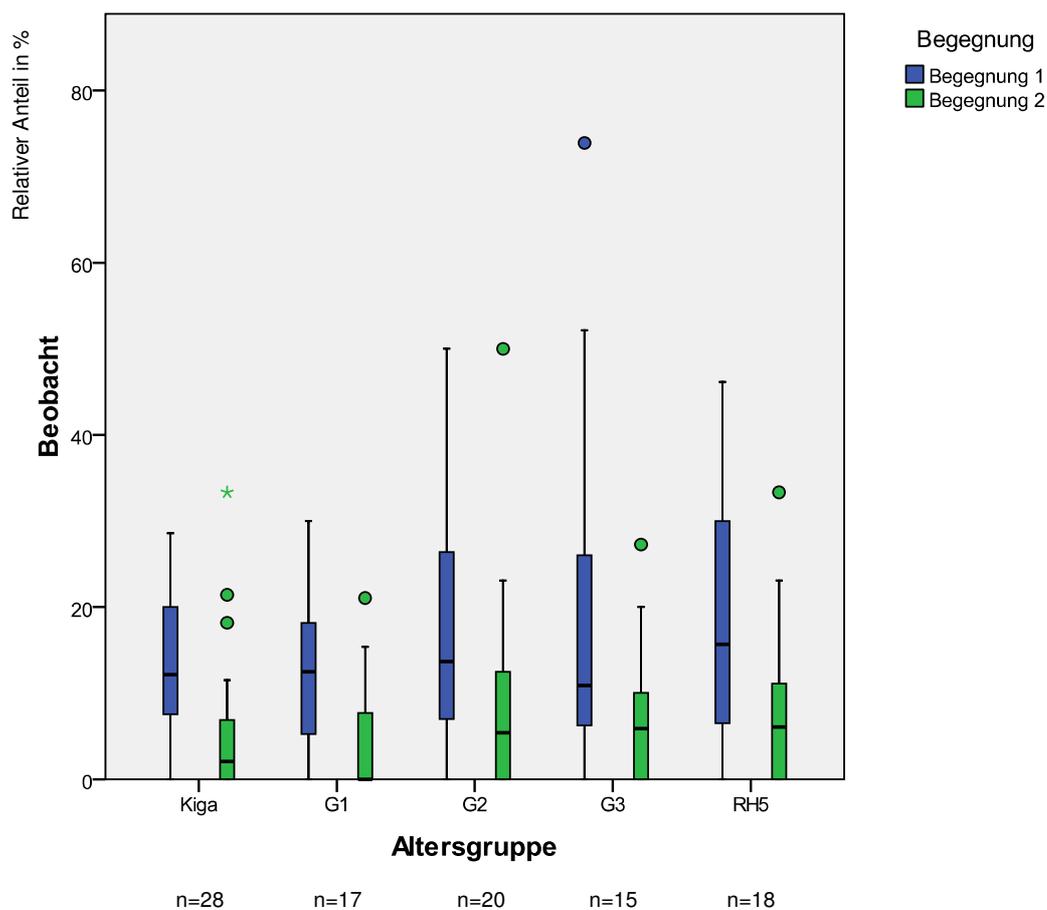


Abbildung 120: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Beobachten“ zwischen den beiden Begegnungen

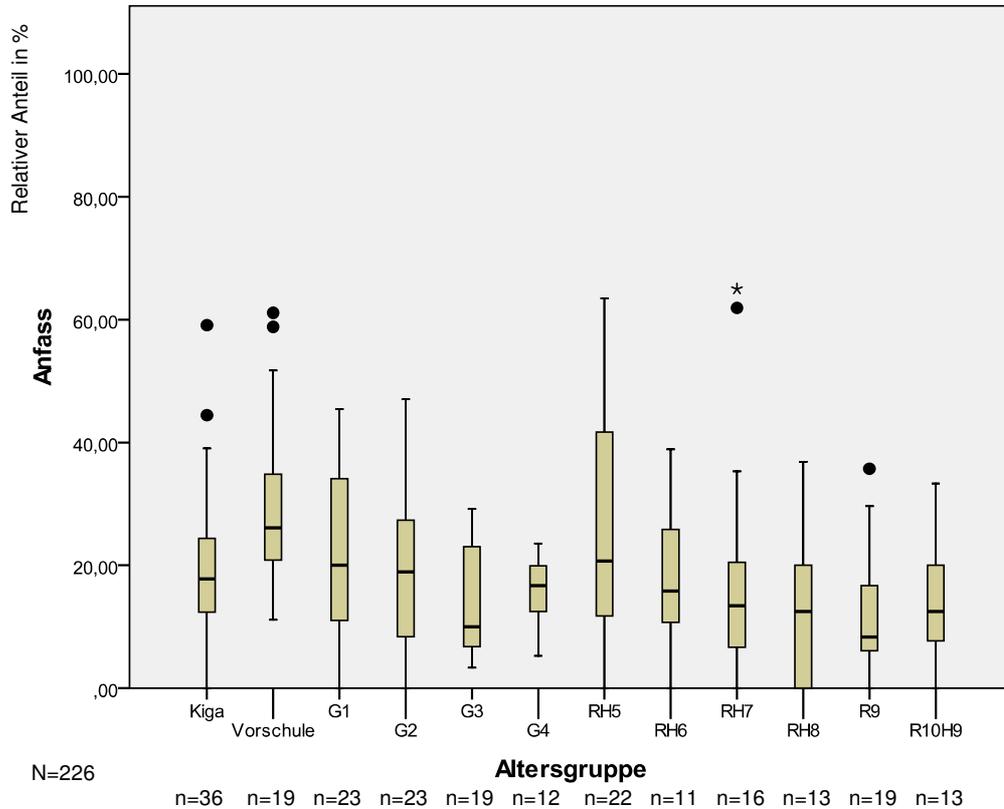
Bei allen fünf Altersgruppen mit bedeutsamem Unterschied zwischen den beiden Begegnungen lässt der Anteil des „Beobachtens“ zur zweiten Begegnung nach.

Das kann als Indiz für ein nachlassendes Bedürfnis zum Beobachten gewertet werden. Bei der zweiten Begegnung mit den gleichen Stationen sind diese den Kindern schon vertrauter. Für die Phase der Orientierung und ersten Informationsbeschaffung, zu der die Beobachtung von anderen Kindern beim

Experimentieren nach Meinung des Autors zu einem großen Teil genutzt wird, wird bei der zweiten Begegnung nicht mehr so viel Zeit benötigt. Es kann daher schneller beispielsweise mit dem eigentlichen Experimentieren begonnen werden.

Dass die Verminderung des „Beobachtungsanteils“ in erster Linie die jüngeren Altersgruppen betrifft, ist erwähnenswert. Immerhin sind vier von den fünf relevanten Gruppen aus dem Kindergarten und der Grundschule (Kindergarten, Vorschule, G1, G2 und G3) und die „andere“ Gruppe (RH5) gehört fast noch zur Grundschule. Die jüngeren Kinder verzichten scheinbar eher auf das „Beobachten“ als Informationsbeschaffung, wenn sie mit der Station vertraut sind.

4.4.8 Die Kategorie „Anfassen“



Anfass	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,011	0,738	0,828	0,049	0,391	0,220	0,753	0,271	0,110	0,018	0,225
Vorsch	0,011		0,088	0,033	0,001	0,003	0,440	0,064	0,015	0,015	0,000	0,006
G1	0,738	0,088		0,502	0,081	0,339	0,474	0,593	0,360	0,112	0,029	0,228
G2	0,828	0,033	0,502		0,294	0,520	0,176	0,956	0,607	0,296	0,116	0,498
G3	0,049	0,001	0,081	0,294		0,351	0,021	0,355	0,584	0,644	0,502	0,687
G4	0,391	0,003	0,339	0,520	0,351		0,121	0,735	0,576	0,444	0,155	0,623
RH5	0,220	0,440	0,474	0,176	0,021	0,121		0,222	0,169	0,051	0,008	0,091
RH6	0,753	0,064	0,593	0,956	0,355	0,735	0,222		0,587	0,382	0,188	0,468
RH7	0,271	0,015	0,360	0,607	0,584	0,576	0,169	0,587		0,537	0,319	0,878
RH8	0,110	0,015	0,112	0,296	0,644	0,444	0,051	0,382	0,537		0,908	0,603
R9	0,018	0,000	0,029	0,116	0,502	0,155	0,008	0,188	0,319	0,908		0,397
R10H9	0,225	0,006	0,228	0,498	0,687	0,623	0,091	0,468	0,878	0,603	0,397	

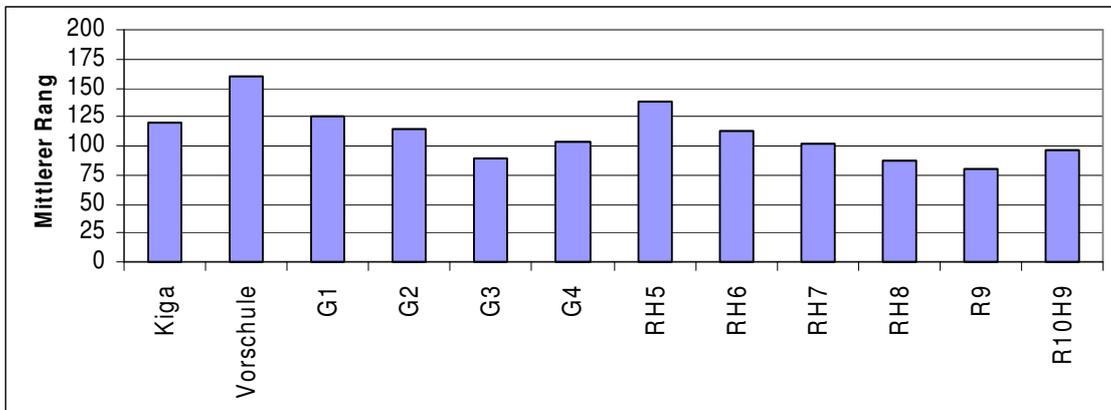


Abbildung 121: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Anfassen“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Anfassen“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Anfassen und Spielen mit dem Material. (Durch Berühren oder Spielen mit dem Material wird sich vertraut gemacht, die Beschaffenheit wird geprüft oder es wird gespielt.)

Beschreibung:

Die meisten Kinder zeigen des Öfteren ein Verhalten, welches sich der Kategorie „Anfassen“ zuordnen lässt.

Bis auf gelegentliche Unterschiede zwischen einzelnen Altersgruppen unterscheiden sich diese nicht signifikant voneinander. Allein die Vorschule zeigt einen im Verhältnis zu einigen anderen Gruppen höheren und die R9 einen geringeren Anteil beim „Anfassen“.

Interpretation:

Das „Anfassen“ des Experimentiermaterials tritt bei fast allen Kindern recht häufig auf und scheint für das „Begreifen“ der Station für die Kinder aller untersuchten Altersgruppen von Bedeutung zu sein.

Der höhere Anteil beim „Anfassen“ bei den Vorschülern und der geringere Anteil bei den Neuntklässlern könnten darauf hindeuten, dass die jüngeren Kinder einen höheren Bedarf nach der handelnden Informationsgewinnung haben als die älteren Schüler. Es ist aber bemerkenswert, dass dieser mutmaßliche Effekt nur bei zwei Altersgruppen zu einer Abweichung von nur einigen anderen Gruppen führt, so dass von einer wirklichen altersabhängigen Tendenz nicht gesprochen werden kann. Dies kann so interpretiert werden, dass auch wesentlich ältere Kinder bis mindestens zum Ende der Sekundarstufe I ein ähnliches Bedürfnis nach einer handelnden Auseinandersetzung mit dem Experimentiermaterial haben wie beispielsweise Kindergartenkinder und Grundschüler.

Werden die Ergebnisse der Kategorie „Anfassen“ auf Unterschiede zwischen den Geschlechtern untersucht, so zeigt nur die Altersgruppe RH5 relevante Abweichungen zwischen Mädchen und Jungen.

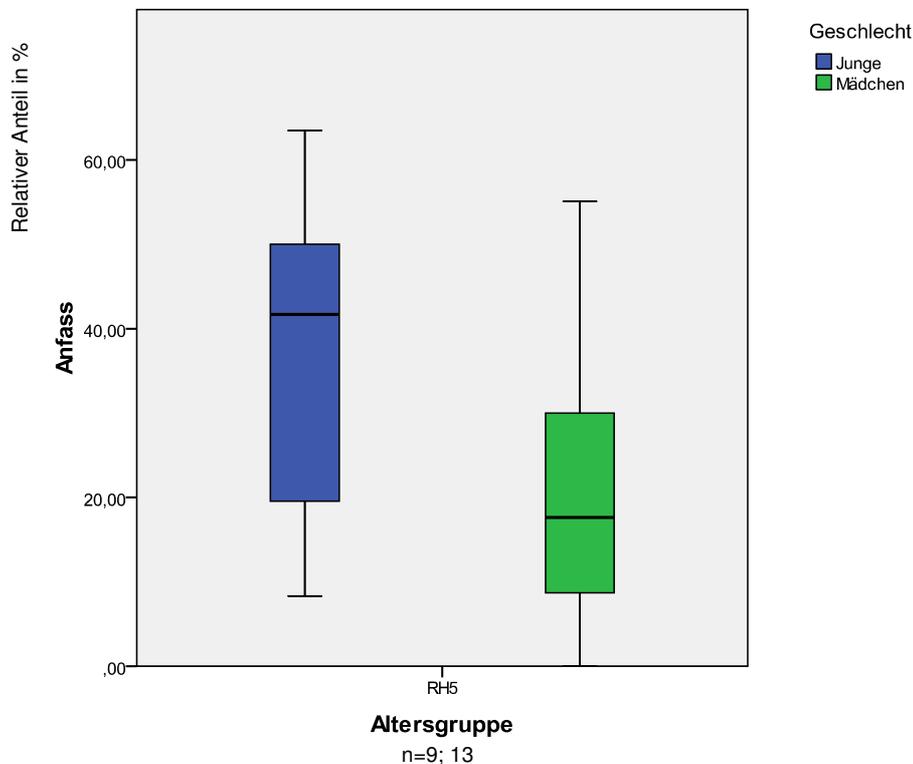


Abbildung 122: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Anfassen“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Mit diesem vereinzelt Ergebnis mit einem Unterschied zwischen Mädchen und Jungen kann keine geschlechtsabhängige Tendenz gerechtfertigt werden, da es eher eine Ausnahme denn eine Regel vermuten lässt.

Bei einem Vergleich der Ergebnisse für die Kategorie „Anfassen“ zwischen den beiden Begegnungen zeigen immerhin die sechs Altersgruppen Kindergarten, G1, G2, G3, G4 und RH5 einen signifikanten Unterschied zwischen der Erst- und Zweitbegegnung, siehe Abbildung 123. Bei allen relevanten sechs Altersgruppen nimmt der Anteil des „Anfassens“ bei der Zweitbegegnung zu.

Während der Auswertung der Videos konnte der Autor beobachten, dass bei der zweiten Begegnung die Kinder vermehrt mit dem Material spielten. Da dies auch eine Form der handelnden Auseinandersetzung ist, wie sie die Kategorie „Anfassen“ beinhaltet, kommt es zu einem Anstieg bei den entsprechenden Ergebnissen.

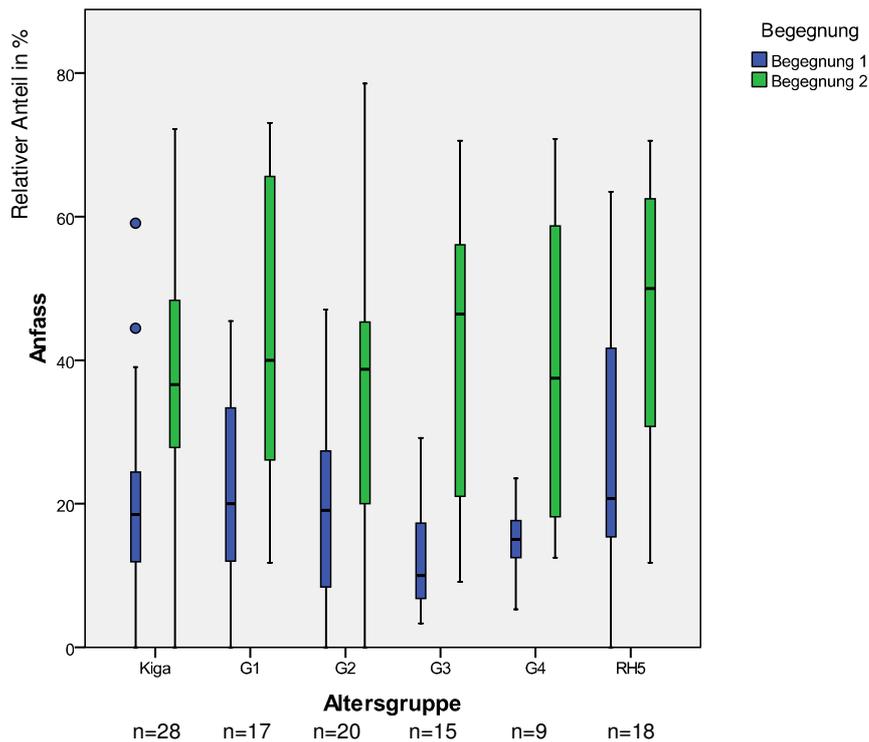


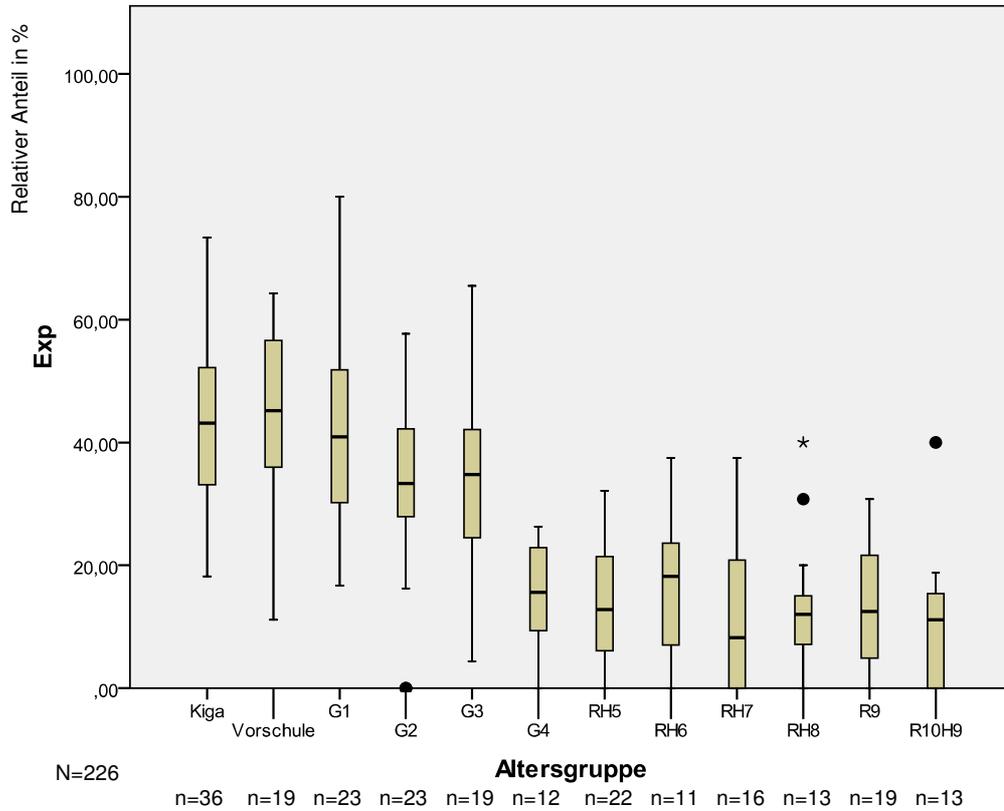
Abbildung 123: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Anfassen“ zwischen den beiden Begegnungen

Viele Kinder haben bei der zweiten Begegnung den Eindruck gemacht, dass sie das Interesse an den Stationen verloren haben, da sie die Stationen inzwischen alle „geschafft“ hatten. Mit „geschafft“ meinen sie z.B. bei der Station Kugelralley herausgefunden zu haben, **welche** Bahn die schnellste ist und nicht unbedingt **warum** diese Bahn die schnellste ist. Dieser Eindruck wurde durch im Nachhinein geführte Gespräche mit den Schülern bestätigt. Daher wurden, nachdem die Stationen „geschafft“ waren, diese dazu genutzt, mit ihnen zu spielen.

Nachvollziehbarer Weise trifft es bei der Zunahme beim „Anfassen“ oder Spielen ähnliche Altersgruppen, die eine Abnahme beim „Beobachten“ und voraus blickender Weise auch beim „Experimentieren“ zeigen. Denn diese Verhaltenskategorien „Beobachten“ und „Experimentieren“ sind für das „Schaffen“ der Station zunächst notwendig und werden dann nach dem „Schaffen“ der Station durch das „Anfassen“ bzw. Spielen abgelöst.

Interessant daran ist, dass dieser Effekt bevorzugt bei den jüngeren Kindern stattfindet. Hier könnte eine Erklärung sein, dass die älteren Kinder sich für das „Banksitzen“ statt für das Spielen entscheiden, wenn sie die Stationen „geschafft“ haben. Denn die „Banksitzer“ nehmen vor allem bei den älteren Schülern bei der zweiten Begegnung zu, siehe Kapitel „4.3.1 Die Banksitzer“.

4.4.9 Die Kategorie „Experimentieren“



Exp	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,972	0,586	0,016	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vorsch	0,972		0,667	0,036	0,140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
G1	0,586	0,667		0,093	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
G2	0,016	0,036	0,093		0,830	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000
G3	0,029	0,140	0,150	0,830		0,001	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000
G4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001		0,601	0,735	0,326	0,340	0,654	0,125
RH5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,601		0,619	0,272	0,645	0,885	0,199
RH6	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,735	0,619		0,264	0,582	0,463	0,180
RH7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,326	0,272	0,264		0,414	0,526	1,000
RH8	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,340	0,645	0,582	0,414		0,862	0,570
R9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,654	0,885	0,463	0,526	0,862		0,324
R10H9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,199	0,180	1,000	0,570	0,324	

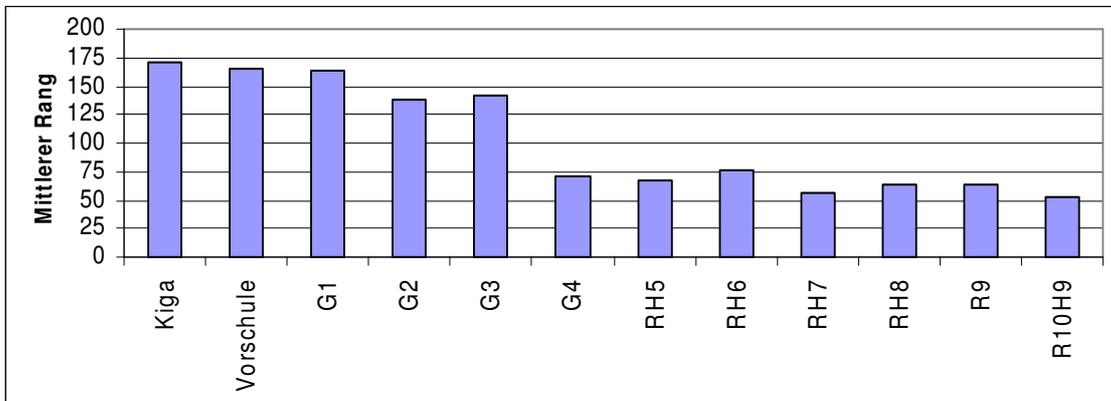


Abbildung 124: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Experimentieren“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Experimentieren“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Einfaches Experimentieren. („Nur“ eine Kugel wird auf einer Bahn rollen gelassen. Das Phänomen „Beschleunigung auf geneigter Bahn“ wird handelnd erforscht.)

Beschreibung:

Die meisten Kinder zeigen des Öfteren ein Verhalten, welches sich der Kategorie „Experimentieren“ zuordnen lässt.

Die jüngeren Altersgruppen bis zur einschließlich G3 zeigen dieses Verhalten signifikant häufiger als die älteren Altersgruppen ab einschließlich der G4.

Die Altersgruppen von der G4 bis zur ältesten Gruppe R10H9 unterscheiden sich untereinander nicht signifikant von einander.

Bei den jüngeren Altersgruppen vom Kindergarten bis zur G3 zeigen die davon älteren Altersgruppen G2 und G3 in Relation zu einzelnen der anderen jüngeren Altersgruppen signifikant geringere Anteile am „Experimentieren“.

Interpretation:

Das selbstständige Experimentieren ist der Zweck der verwendeten Stationen. Daher entsprechen die hohen Anteile dieses Verhaltens, wie sie die jüngeren Altersgruppen gezeigt haben, auch den optimistischen Erwartungen. Das Wort optimistisch wurde hier verwendet, weil es sich bei den Begegnungen um eine „lehrerlose“ Veranstaltung ohne Leistungsmessung handelt, in der die Kinder selbstständig entscheiden, was sie tun, und somit, ob sie überhaupt an den Stationen experimentieren. In einer solchen Situation davon auszugehen, dass die Kinder wie selbstverständlich an den Stationen experimentieren, scheint dem Autor eben „optimistisch“.

Für die folgende Interpretation der Ergebnisse der älteren Altersgruppen soll hier auf den Umstand hingewiesen werden, dass das Experimentieren der Kinder zwei Verhaltenskategorien zugeordnet wurde, nämlich dem „einfachen“ und „zielgerichteten“ Experimentieren. Das „einfache“ Experimentieren, welches in diesem Kapitel diskutiert wird, beinhaltet bei der untersuchten Station Kugelrallye das Rollen lassen einer Kugel auf einer Bahn, während beim „zielgerichteten“ Experimentieren mindestens zwei unterschiedliche Bahnen direkt miteinander verglichen werden, z.B.

durch gleichzeitiges Rollen lassen von mindestens zwei Murmeln auf mindestens zwei verschiedenen Bahnen oder durch Zeitmessungen der einzelnen Bahnen.

Vorausblickend auf die Ergebnisse der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“, welche im nächsten Kapitel dargestellt und interpretiert werden, kann für die geringeren Ergebnisse in der Kategorie „Experimentieren“ folgende Annahme geäußert werden: Die älteren Schüler sind aufgrund ihrer mit dem Alter zunehmenden kognitiven Entwicklung beim Experimentieren eher dazu in der Lage, das anspruchsvolle Experimentieren mit dem dazugehörigen Isolieren von Variablen zu leisten als die jüngeren Kinder (siehe hierzu Kapitel „2.3 die kognitive Entwicklung der untersuchten Altersgruppen“). Daher zeigen die älteren Schüler höhere Anteile beim „zielgerichteten Experimentieren“ als die jüngeren Kinder.

Da die älteren Kinder die Voraussetzungen für das „zielgerichtete Experimentieren“ mitbringen, sollte eigentlich keine Notwendigkeit mehr für das „einfache“ Experimentieren existieren. Aber die Ergebnisse in der Kategorie „Experimentieren“ zeigen auch für die älteren Schüler erhebliche Anteile. Vermutlich ist aber das „einfache“ Experimentieren notwendig, also im vorliegenden Fall das Rollen lassen einer einzelnen Kugel, um eine komplexere Fragestellung (Welche Bahn ist die schnellste?) zu entwickeln. Diese Fragestellung wird dann mit entwickelten Strategien (mehrere Kugeln gleichzeitig rollen lassen oder Laufzeiten der verschiedenen Bahnen ermitteln) bearbeitet.

Mit dem Vorangegangenen sei beschrieben, warum die jüngeren Kinder höhere Anteile beim (einfachen) „Experimentieren“ haben als die älteren Schüler. Bemerkenswert ist indes die recht scharf ausgeprägte Grenze zwischen der G3 und der G4, so dass es sich hierbei nicht so sehr um eine stetige Zunahme handeln mag als vielmehr um eine sich rasch vollziehende Entwicklung am Ende der Grundschulzeit.

Werden die Anteile beim „Experimentieren“ zwischen der Erst- und Zweitbegegnung verglichen, entstehen bei den vier Altersgruppen Kindergarten, Vorschule, G1 und G3 signifikante Unterschiede. Bei allen vier Altersgruppen verringert sich der Anteil am Experimentieren.

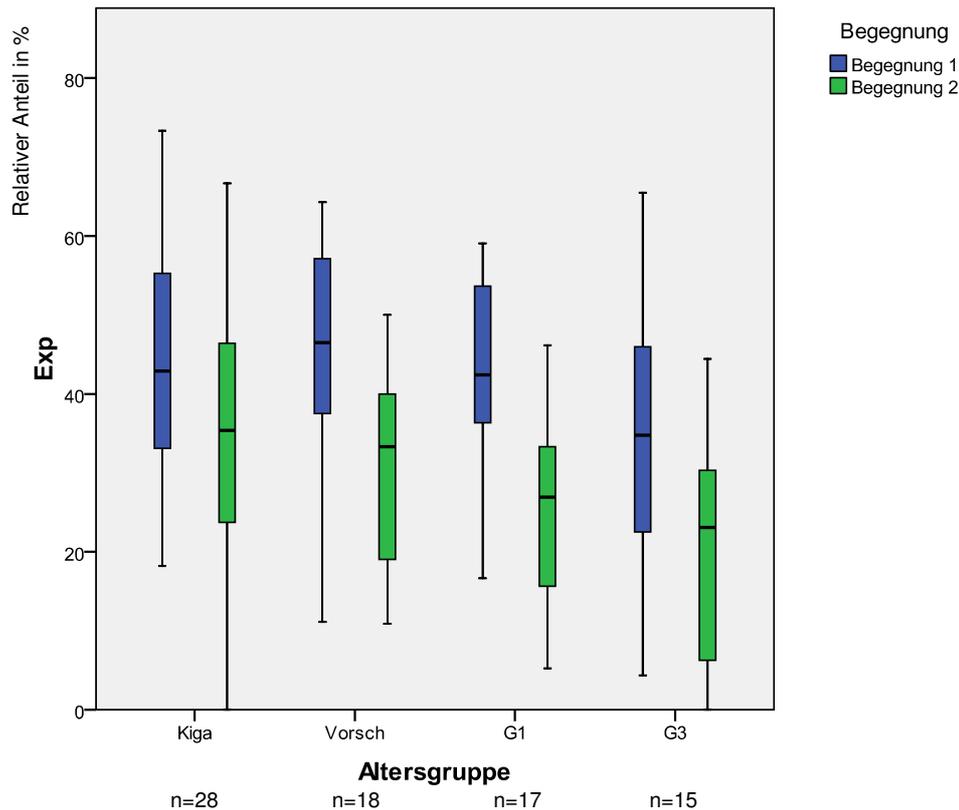
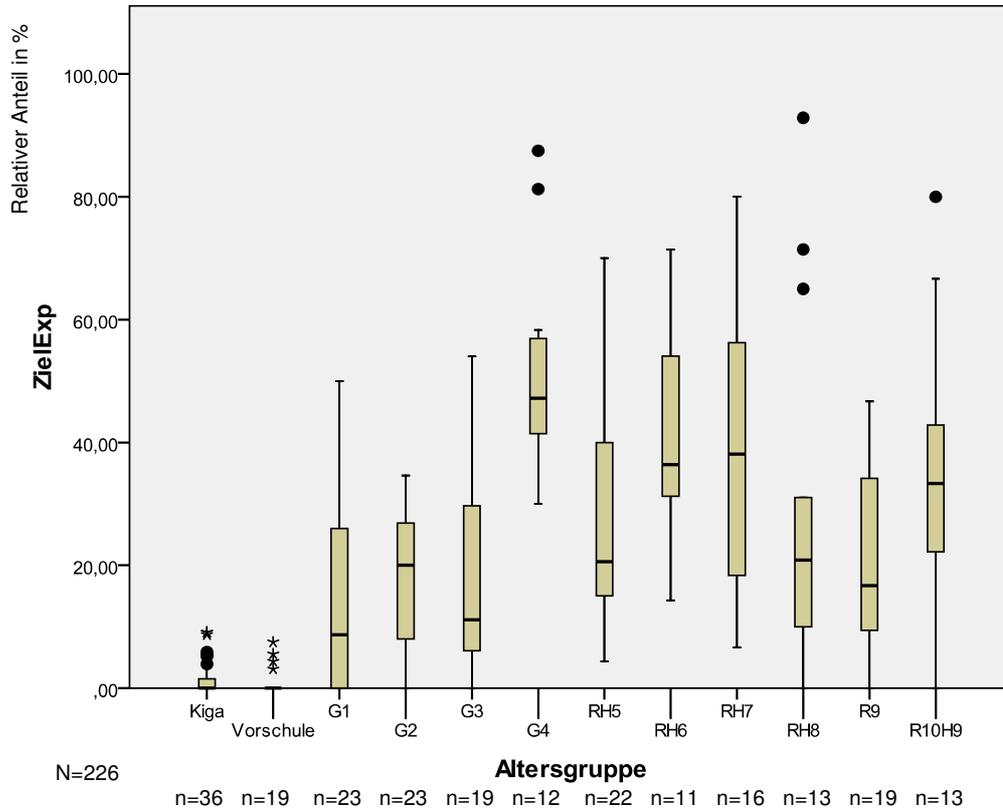


Abbildung 125: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Experimentieren“ zwischen den beiden Begegnungen

Es sind ähnliche Altersgruppen, die eine statistisch bedeutsame Abnahme zeigen und beim „Anfassen“ eine Zunahme. Es kann also angenommen werden, dass sich die Anteile vom „Experimentieren“ zum „Anfassen“ verschieben. Dies kann durch das bei der zweiten Begegnung nachlassende Interesse an den gleichen Stationen erklärt werden, da diese aus Sicht der Kinder dann „geschafft“ waren (sie haben herausgefunden, welche Bahn die schnellste war). Während der zweiten Begegnung wurden mit dem Material mehr gespielt. Dieses Verhalten ist dann der Kategorie „Anfassen“ zugeordnet worden, bei der der Anteil zur zweiten Begegnung bei den entsprechenden Altersgruppen auch gestiegen ist.

Eine ähnliche und somit signifikante Reduzierung wäre aus den gleichen Gründen auch bei den älteren Schülern zu erwarten. Es kann vermutet werden, dass aufgrund der insgesamt kleineren Werte die ähnliche absolute Streuung der Ergebnisse bei den älteren Schülern im Verhältnis mehr ins Gewicht fällt und so einen signifikanten Unterschied vereitelt.

4.4.10 Die Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“



Ziel Exp	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,695	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vorsch	0,695		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
G1	0,000	0,000		0,242	0,223	0,000	0,010	0,001	0,001	0,082	0,131	0,007
G2	0,000	0,000	0,242		0,781	0,000	0,184	0,000	0,004	0,542	0,695	0,009
G3	0,000	0,000	0,223	0,781		0,000	0,051	0,003	0,005	0,337	0,520	0,019
G4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,001	0,124	0,163	0,014	0,000	0,039
RH5	0,000	0,000	0,010	0,184	0,051	0,001		0,029	0,092	0,772	0,209	0,137
RH6	0,000	0,000	0,001	0,000	0,003	0,124	0,029		0,675	0,064	0,008	0,543
RH7	0,000	0,000	0,001	0,004	0,005	0,163	0,092	0,675		0,196	0,012	0,759
RH8	0,000	0,000	0,082	0,542	0,337	0,014	0,772	0,064	0,196		0,604	0,191
R9	0,000	0,000	0,131	0,695	0,520	0,000	0,209	0,008	0,012	0,604		0,055
R10H9	0,000	0,000	0,007	0,009	0,019	0,039	0,137	0,543	0,759	0,191	0,055	

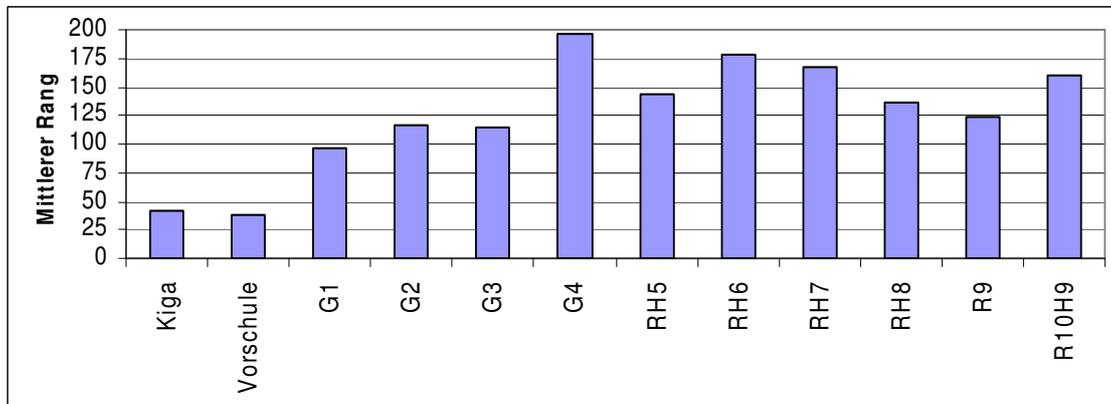


Abbildung 126: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Es wird zielgerichtet experimentiert. (Es werden mindestens zwei Bahnen bei der Kugelrallye miteinander verglichen, indem sie gleichzeitig gestartet werden, oder verschiedene Kugeln ausprobiert, bzw. durch „Mitzählen“ oder eine Stoppuhr die Laufzeiten verschiedener Bahnen ermittelt).

Beschreibung:

Das „zielgerichtete Experimentieren“ zeigen die Kinder aus dem Kindergarten und der Vorschule nur selten und damit in signifikant geringerem Ausmaß als die anderen Altersgruppen.

Die anderen Altersgruppen zeigen des Öfteren ein Verhalten, welches dem „zielgerichteten Experimentieren“ zugeordnet werden kann. Einzelne Paarvergleiche ausgenommen, können die Ergebnisse der verbliebenen Altersgruppen in zwei Niveaus unterteilt werden, welche sich signifikant voneinander unterscheiden.

Zum mittleren Niveau zählen die Gruppen G1, G2, G3, RH5, RH8 und R9, während dem höheren Niveau mit besonderer Ausprägung beim „zielgerichteten Experimentieren“ die Gruppen G4, RH6, RH7 und R10H9 zugerechnet werden dürfen.

Interpretation:

Die Kindergarten- und Vorschulkinder zeigen nur sehr vereinzelt ein „zielgerichtetes Experimentieren“, da sie vermutlich noch nicht über die kognitiven Fähigkeiten und methodischen Erfahrungen verfügen, um bei der Erstbegegnung zur Ausarbeitung und Verfolgung der notwendigen Strategien zu kommen (zu den kognitiven Fähigkeiten folgen noch weitere Ausführungen in diesem Kapitel).

Mit zunehmendem Alter entwickeln sich die für das „zielgerichtete Experimentieren“ notwendigen kognitiven Fähigkeiten. Die etwas älteren Kinder der G1, G2 und G3 zeigen daher schon signifikant häufiger als die Kindergartenkinder und Vorschüler ein solches Verhalten.

Ab der vierten Klasse zeigen die Schüler noch häufiger ein Verhalten, welches sich der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ zuordnen lässt. Interessanterweise erhöht sich der Anteil des „zielgerichteten Experimentierens“ ab der vierten Klasse

nicht mehr. Dies legt die Vermutung nahe, dass die mit zunehmendem Alter fortschreitende kognitive Entwicklung für den Anteil des „zielgerichteten Experimentierens“ bis zu vierten Klasse einen großen Einfluss hat. Aber die dann anschließende weitere kognitive Entwicklung der Kinder scheint keine Bedeutung mehr für den Anteil der hier untersuchten Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ zu haben.

Der geringere Anteil am „zielgerichteten Experimentieren“ bei den Kindern der RH5 soll hier als „Ausreißer“ und somit als Besonderheit der Lerngruppe betrachtet werden. Nicht zuletzt, weil die hohen Werte der G4 zeigen, dass Kinder ab der vierten Klasse dazu in der Lage zu sein scheinen, einen hohen Anteil beim „zielgerichteten Experimentieren“ zu bilden.

Die geringeren Werte bei den Altersgruppen RH8 und R9 sind auf die Besonderheiten während der Pubertät zurückzuführen. Durch die Möglichkeit, das Zusammentreffen von mehreren Gleichaltrigen an der Station dies als persönliche Bühne zu nutzen, tritt das Interesse am Experimentieren zurück. Vergleiche hierzu auch Kapitel „2.4.3 Jugendalter oder Adoleszenz (12 bis 18 Jahre)“ mit den Phänomenen „imaginäres Publikum“ und „persönliche Legende“.

Zusammengefasst lässt sich behaupten, dass während der Erstbegegnung bei der Station Kugelrallye die Kinder ab der ersten Klasse beim selbstständigen Experimentieren in der Lage sind, nennenswerte Anteile des „zielgerichteten Experimentierens“ zu zeigen. Ab der vierten Klasse erhöht sich dieser Anteil nochmals, ohne dass die noch älteren Schüler eine weitere Steigerung zeigen. Als weiteres Indiz für eine „scharfe“ Grenze zwischen der dritten und vierten Klasse zwischen „einfachem“ und „zielgerichtetem Experimentieren“ sollen die Ergebnisse bei der Kategorie „Experimentieren“ aus dem vorherigen Kapitel herangezogen werden. Denn dort zeigt sich eine deutliche Abnahme von der dritten zur vierten Klasse.

Dies ist umso hervorhebenswerter, weil die G3 eine signifikant höhere Zustimmung als die G4 auf die Frage „Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“ des verteilten Fragebogens aufwies (siehe Kapitel „4.2.6 Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“). Trotz dieses „Interessensvorteils“ der G3 gegenüber der G4 ist das „zielgerichtete Experimentieren“ bei der G4 statistisch bedeutsam

ausgeprägter als bei der G3, was hier als weitere Hinweis für die „scharfe Grenze“ bei der Entwicklung zwischen dritter und vierter Klasse gewertet werden soll.

Im Folgenden soll kurz auf die relevanten Elemente der kognitiven Entwicklung eingegangen werden. Für eine ausführlichere Darstellung sei auf das Kapitel „2.3 Die kognitive Entwicklung der untersuchten Altersgruppen“ mit all seinen Unterkapiteln verwiesen.

Da die Kinder an den Stationen direkt sinnlich erfahrene Informationen verwenden können, sollten sie in der Phase der konkreten Operationen (7 bis 11/12 Jahre) nach Piaget schon damit beginnen, ein Verhalten zu zeigen, welches der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ zugeordnet werden kann.²⁸¹ Ein kontrolliertes Durchführen von Experimenten mit einer systematischen Prüfung von Hypothesen sollte nach Piaget aber erst in der Phase der formalen Operationen (ab 11/12 Jahre) erfolgen.²⁸² (Siehe Kapitel „2.3.1 Die kognitiven Entwicklungsstufen nach Piaget“.) Beide Altersangaben (7 und 11/12 Jahre) stimmen fast mit den festgestellten Schwellen (G1 und G4) für eine Erhöhung der Anteile am zielgerichteten Experimentieren überein, wenn man berücksichtigt, dass die Begegnungen am Ende eines Schuljahres stattgefunden haben.

Das Modell vom Menschen als informationsverarbeitendes System postuliert Steigerungen bei der Aufmerksamkeit, dem Gedächtnis, der Verarbeitungsgeschwindigkeit und von Verarbeitungsstrategien mit zunehmendem Alter. Wobei wissenschaftliche Untersuchungen besondere Veränderungsmuster bei Kindern im Alter von 8, 10, 12 und 14 Jahren zeigten.²⁸³ (Siehe Kapitel „2.3.2 Der Mensch als informationsverarbeitendes System“.) Diese Altersangaben stimmen nicht genau mit den festgestellten Schwellen beim „zielgerichteten Experimentieren“ bei der G1 (ca. 7 Jahre) und der G4 (ca. 10 Jahre) überein. Aber trotzdem liegen diese Altersangaben in der Nähe der festgestellten Schwellen.

Bei Untersuchungen zum Problemlösen zeigte sich ein Scheitern von Vorschulkindern in Situationen, die zur Problemlösung etwas Planung erforderten.²⁸⁴ (Siehe Kapitel „2.3.3 Problemlösen“.) Diese Entwicklungsgrenze von der Vorschule zur Grundschule wird durch die Ergebnisse in der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ bestätigt, dass die Altersgruppen Kindergarten und Vorschule nur sehr vereinzelt ein solches

²⁸¹ Vergleiche FIESSER, 2005, S. 38.

²⁸² Vergleiche OERTER, 2008, S. 443.

²⁸³ Vergleiche ebenda, S. 285.

²⁸⁴ Vergleiche ebenda, S. 454.

Verhalten gezeigt haben, während die Kinder ab der ersten Klasse nennenswerte Anteile beim „zielgerichteten Experimentieren“ zeigten.

Beim wissenschaftlichen Denken werden für die Erklärung von Phänomenen Hypothesen gebildet, geprüft und revidiert. Die dafür notwendige Variablenkontrolle und Variablenisolation sind von großer Bedeutung.²⁸⁵ Neuere Studien zeigen, dass auch schon Grundschul Kinder dazu in der Lage sind.²⁸⁶ Allerdings zeigen sich mit zunehmendem Alter Verbesserungen beim wissenschaftlichen Denken, die auf die zunehmende Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, auf erworbene Strategien und ein verbessertes begriffliches Verständnis zurückgeführt werden.²⁸⁷ Echtes wissenschaftliches Arbeiten mit dem gezielten Isolieren von Variablen und der aktiven Suche nach Gegenbelegen wäre aber erst in der späten Jugend zu erwarten.²⁸⁸ Eine Untersuchung zur Entwicklung der für das Experimentieren notwendigen Kompetenzen zeigt, dass der systematische Umgang mit Hypothesen, Variablen und Daten erst ab der fünften bis siebten Klasse zu erwarten ist.²⁸⁹ (Siehe Kapitel „2.3.5 Wissenschaftliches Denken“.) Dass wissenschaftliches Denken und Experimentieren in der Grundschule beginnt, kann durch die erste „Schwelle“ bei den Ergebnissen des „zielgerichteten Experimentierens“ bestätigt werden. Eine weitere Schwelle bei der späteren Jugend, wie sie durch den systematischen Umgang mit Variablen zu erklären wäre, kann nicht festgestellt werden, bzw. ist schon ab der vierten Klasse erfasst worden. Vermutlich lässt sich dies durch „geringere“ Anforderungen erklären, die für das Zeigen des „zielorientierten Experimentierens“ an der untersuchten Station notwendig sind. Damit das Verhalten eines Kindes der Kategorie „zielorientiertes Experimentieren“ zugeordnet wird, muss es „nur“ die Kugeln gleichzeitig rollen lassen bzw. die Laufzeiten vergleichen. Hierzu muss das Kind schon eine Fragestellung entwickeln und diese prüfen, aber nicht unbedingt äußerst systematisch Hypothesen, Variablen und Daten kontrollieren.

Erkenntnisse von der Entwicklung des Gehirns weisen ebenfalls auf mit dem Alter zunehmende Fähigkeiten des Gehirns hin, immer komplexere Denkprozesse durchzuführen. Sei es beispielsweise durch die bessere Isolierung der Nervenfasern durch Myelin, welche zu einer Verbesserung der Erregungsleitung und somit zu einer

²⁸⁵ Vergleiche OERTER, 2008, S. 457.

²⁸⁶ Vergleiche ebenda, S. 458.

²⁸⁷ Vergleiche ebenda, S. 459.

²⁸⁸ Vergleiche BENK, 2011, S. 523 mit Verweis auf KUHN, 2000, S.113-129 und MOSHMANN, 1998, S. 1-9.

²⁸⁹ Vergleiche HAMMANN, 2004, S. 198ff.

effizienteren Arbeitsweise der Nervenzellen führt.²⁹⁰ Oder durch die bis in das frühe Erwachsenenalter andauernde Entwicklung der Frontallappen, die für das Denken zuständig sind.²⁹¹ Die Reifung des Frontallappens führt auch zu einer Handlungskontrolle, welche den Wunsch, zunächst alles zu berühren und in die Hand zu nehmen, unterdrückt, so wird das Kind nun nicht mehr von seinem eigentlichen Ziel abgelenkt. Daher wird die sich entwickelnde Handlungskontrolle für den Beginn der Problemlösefähigkeit verantwortlich gemacht.²⁹² (Siehe Kapitel „2.3.6 Entwicklung des Gehirns“.)

Aus dem Kapitel „2.3.7 Intelligenztests zur Beschreibung der kognitiven Entwicklung“ soll hier vor allem der Subtest des HAWIK-IV-Tests für das wahrnehmungsgebundene logische Denken erwähnt werden. Denn aus Sicht des Autors sollte das wahrnehmungsgebundene logische Denken für den Anteil des „zielgerichteten Experimentierens“ von großer Bedeutung sein. Es zeigt sich, dass sich die entsprechenden Fähigkeiten vom sechsten bis zum neunten Lebensjahr schneller verbessern, als in den nachfolgenden Jahren, wobei sie nach dem elften Lebensjahr kaum noch ansteigen²⁹³, siehe auch Abbildung 25. Dieser Umstand spiegelt sich teilweise in den Ergebnissen des „zielgerichteten Experimentierens“ wieder, welche eine „Schwelle“ bei ca. 7 Jahren und eine weitere bei ca. 10 Jahren aufweisen, ohne danach weiter anzusteigen.

²⁹⁰ Vergleiche BENK, 2011, S. 159.

²⁹¹ Vergleiche BENK, 2011, S. 161ff. und OERTER, 2008, S. 286.

²⁹² Vergleiche OERTER, 2008, S. 452ff. mit Verweis auf SIEGEL, 1994, S. 109-124.

²⁹³ Vergleiche PETERMANN, 2010.

Eine Untersuchung der Ergebnisse des „zielgerichteten Experimentierens“ nach geschlechtsabhängigen Unterschieden ergab „nur“ die beiden Altersgruppen G1 und R9 mit relevanten Differenzen.

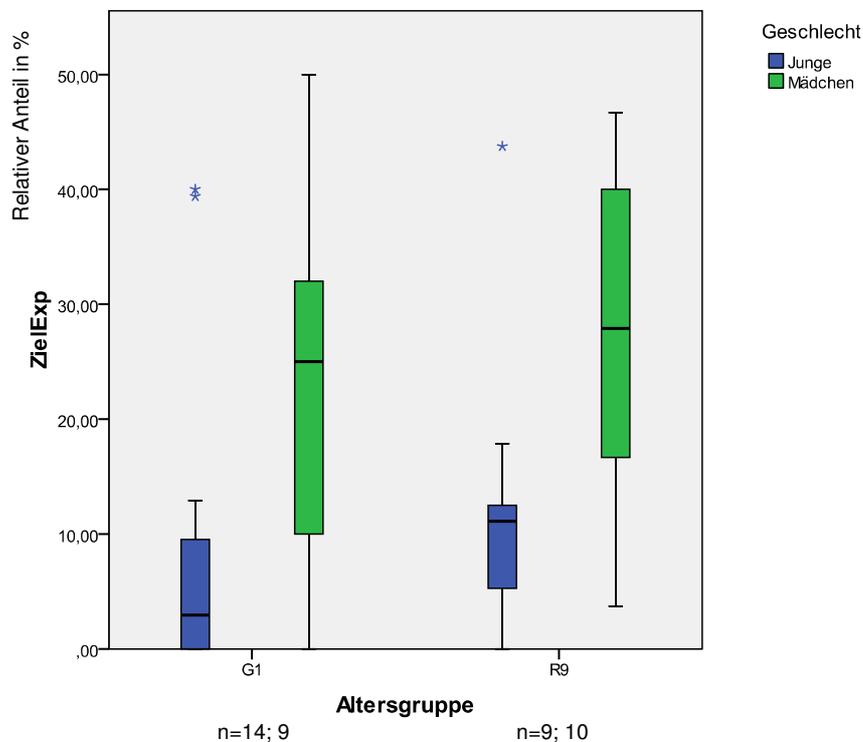


Abbildung 127: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Bei der G1 und der R9 handelt es sich um vereinzelte und sehr verschieden alte Gruppen, so dass hier kein altersabhängiger Trend festgestellt werden kann.

Allerdings fallen beide Male die Ergebnisse zu Gunsten der Mädchen aus. Dies ist bemerkenswert, wird doch eher den Jungen ein höheres Interesse am Fach Physik zuerkannt.²⁹⁴ Hingegen zeigen die Mädchen ein höheres Sachinteresse an Naturphänomenen²⁹⁵, welches beim Experimentieren an Stationen der Miniphänomenta durchaus relevant sein dürfte. (Siehe Kapitel „2.7 Einfluss des Geschlechts“.) Dennoch sei darauf hingewiesen, dass bei „nur“ zwei von zwölf verschiedenen Altersgruppen ein signifikanter Unterschied zwischen Mädchen und Jungen aufgetreten ist. Es kann also nur als schwaches Indiz für ein bei den Mädchen stärker ausgeprägtes „zielgerichtetes Experimentieren“ gewertet werden.

²⁹⁴ Vergleiche HOFFMANN, 1998, S. 20.

²⁹⁵ Vergleiche ebenda, S. 22.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

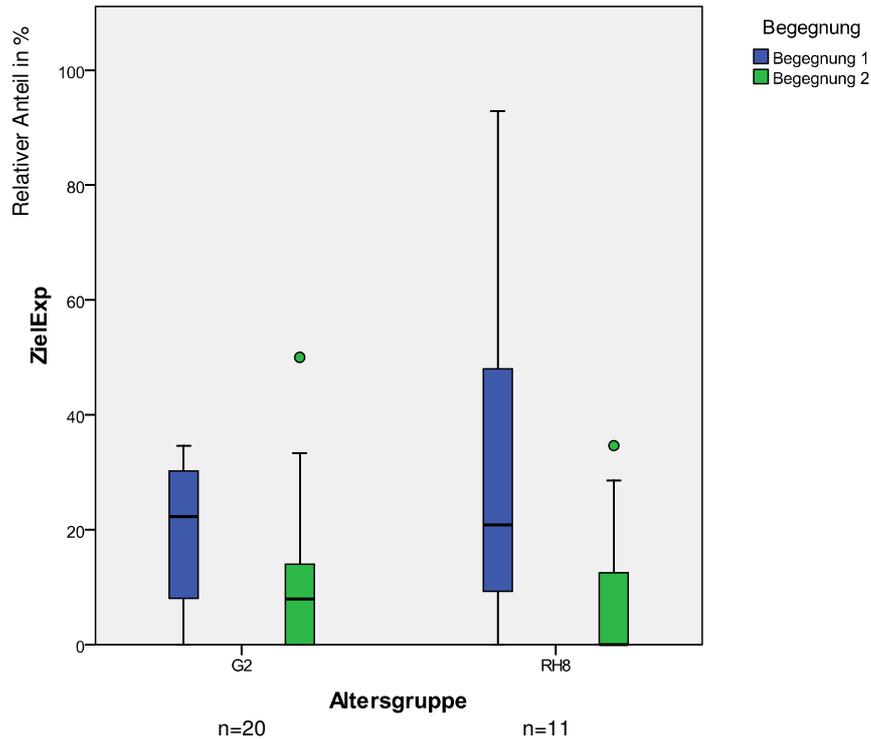


Abbildung 128: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ zwischen den beiden Begegnungen

Bei der Analyse des „zielgerichteten Experimentierens“ beider Begegnungen kamen bei den beiden Altersgruppen G2 und RH8 signifikant verschiedene Ergebnisse zwischen der Erst- und der Zweitbegegnung heraus.

Bei der G2 und der RH8 handelt es sich um vereinzelte und verschieden alte Gruppen, so dass hier keine altersabhängige Tendenz diagnostiziert werden kann.

Dass bei beiden relevanten Gruppen der Anteil des „zielgerichteten Experimentierens“ nachlässt, kann als Indiz für ein nachlassendes Interesse an den gleichen Stationen erklärt werden, da diese aus Sicht der Kinder dann „geschafft“ waren (sie haben herausgefunden, welche Bahn die schnellste war).

4.4.11 Ergänzende Diskussion zum Experimentieren

In den beiden vorhergehenden Kapiteln wurde festgestellt, dass die Ergebnisse der Kategorie „Experimentieren“ bei den jüngeren Kindern ausgeprägter ausfallen als bei den älteren Kindern. Im Gegensatz dazu zeigte sich bei den Ergebnissen der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“, dass die jüngeren Kinder vermutlich aufgrund ihrer kognitiven Entwicklung geringere Werte als die älteren Kinder aufwiesen.

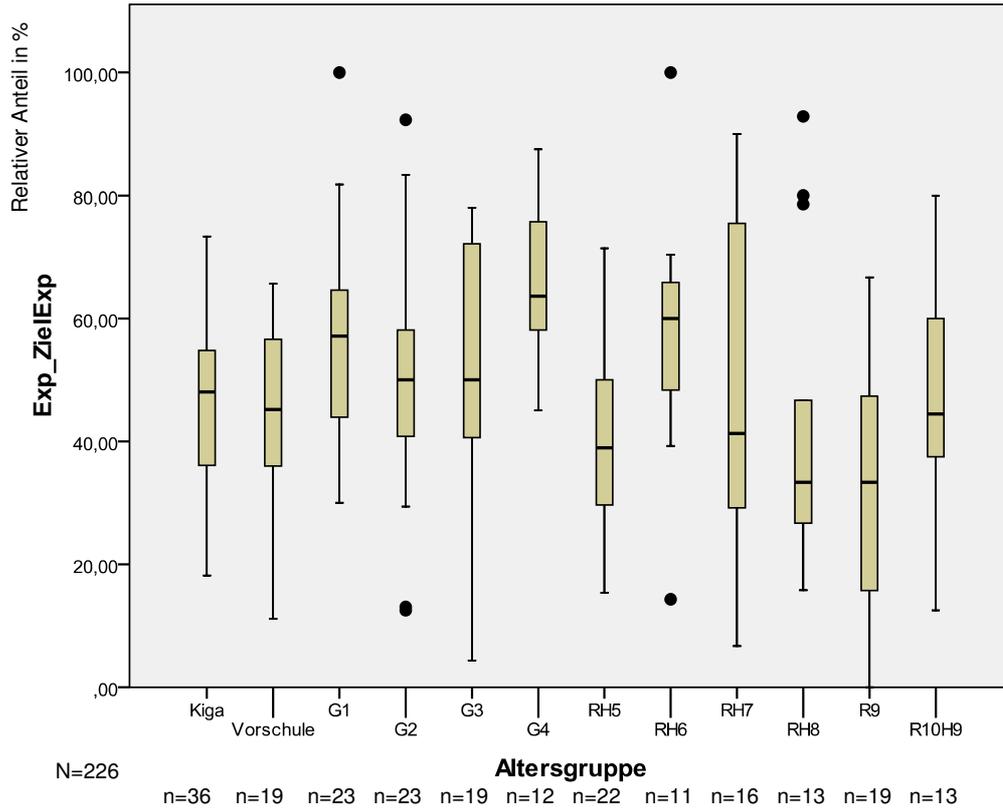
Es wurden Grenzen diskutiert, bei denen diese altersabhängige Tendenz aufhört und so zur Ausbildung von mehr oder weniger stabilen Niveaus bei den genannten Kategorien des Experimentierens führten.

Nun soll geprüft werden, ob es beim Anteil des Experimentierens insgesamt altersabhängige Tendenzen gibt.

Hierzu werden die Ergebnisse der Kategorien „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“ zusammengefasst und der gleichen statistischen Untersuchung wie die einzelnen Kategorien unterzogen.

In der folgenden Grafik finden sich die entsprechenden Ergebnisse.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren



B	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,894	0,022	0,290	0,139	0,000	0,197	0,046	0,766	0,234	0,028	0,725
Vorsch	0,894		0,049	0,324	0,157	0,001	0,464	0,045	0,573	0,502	0,140	0,701
G1	0,022	0,049		0,368	0,830	0,061	0,007	0,659	0,384	0,026	0,001	0,166
G2	0,290	0,324	0,368		0,820	0,011	0,080	0,217	0,764	0,114	0,016	0,510
G3	0,139	0,157	0,830	0,820		0,068	0,023	0,651	0,573	0,116	0,005	0,347
G4	0,000	0,001	0,061	0,011	0,068		0,001	0,268	0,178	0,014	0,000	0,009
RH5	0,197	0,464	0,007	0,080	0,023	0,001		0,043	0,261	0,891	0,219	0,339
RH6	0,046	0,045	0,659	0,217	0,651	0,268	0,043		0,604	0,111	0,010	0,155
RH7	0,766	0,573	0,384	0,764	0,573	0,178	0,261	0,604		0,539	0,066	0,843
RH8	0,234	0,502	0,026	0,114	0,116	0,014	0,891	0,111	0,539		0,300	0,317
R9	0,028	0,140	0,001	0,016	0,005	0,000	0,219	0,010	0,066	0,300		0,077
R10H9	0,725	0,701	0,166	0,510	0,347	0,009	0,339	0,155	0,843	0,317	0,077	

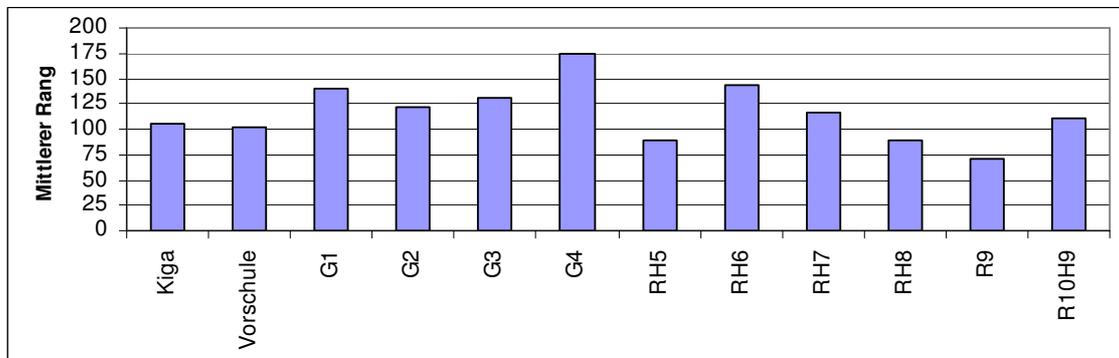


Abbildung 129: Zusammengefasste Ergebnisse der Videoanalyse von den beiden Kategorien „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“ bei der ersten Begegnung

Beschreibung:

Die Gruppen G1, G4 und RH6 zeigen signifikant höhere Werte beim „zusammengefassten Experimentieren“ als einige der anderen Gruppen. Die Gruppe R9 zeigt bedeutsam geringere Werte als einige der anderen Gruppen.

Interpretation:

Bis auf die Gruppen G1, G4, GH6 und R9 unterscheiden sich die Altersgruppen bei den Ergebnissen des „zusammengefassten Experimentierens“ nur sehr vereinzelt signifikant voneinander. Die genannten Gruppen treten vereinzelt auf und können so die Behauptung eines altersabhängigen Trends nicht rechtfertigen.

Die geringen Werte der pubertierenden Schüler der Klassen acht und neun können als Indiz dafür genommen werden, dass diese Schüler während der anwesenden Zeit weniger experimentieren, da sie die Station auch als persönliche Bühne begreifen.

Werden die Mediane des „zusammengefassten Experimentierens“ betrachtet, so kann überdies hinaus festgestellt werden, dass von den pubertierenden Schülern abgesehen der Anteil des Experimentierens bei allen Kindern im Mittel etwa die Hälfte (50%) der anwesenden Zeit beträgt. Wird die offene Lernsituation ohne anwesenden Lehrer berücksichtigt, handelt es sich hierbei nach Meinung des Autors um bemerkenswert hohe Werte.

Eine Betrachtung der geschlechtsabhängigen Ergebnisse des „zusammengefassten Experimentierens“ ergibt nur bei der Gruppe RH5 signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen und somit keinen relevanten Einfluss des Geschlechts.

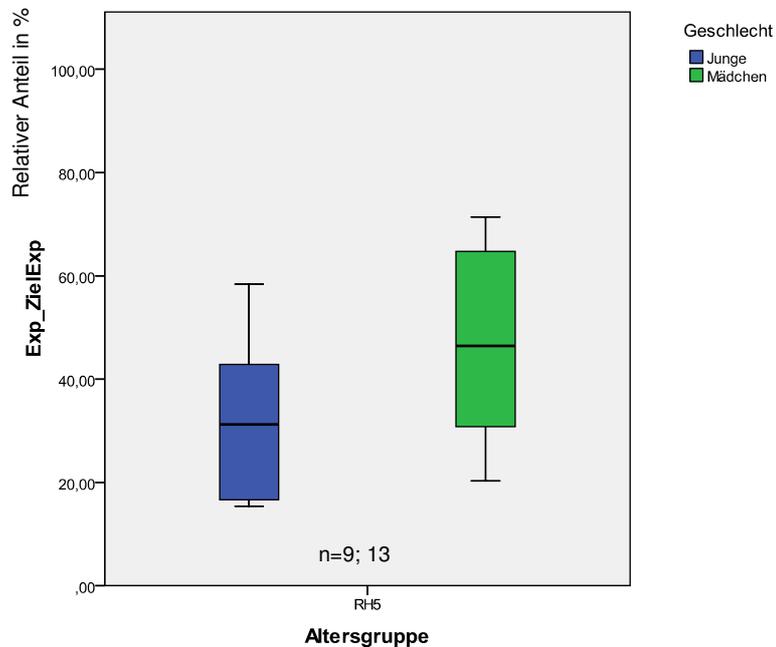
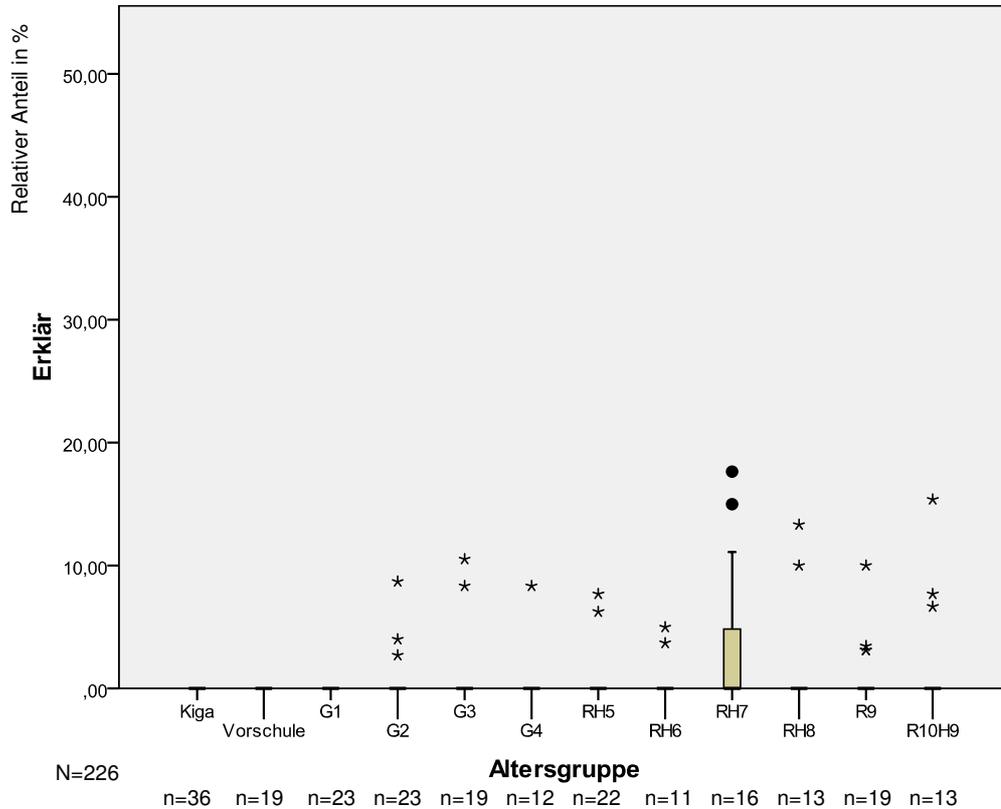


Abbildung 130: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei den zusammengefassten Kategorien „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Es kann festgestellt werden, dass beim Anteil des zusammengefassten Experimentierens kein altersabhängiger Trend konstatiert werden kann.

4.4.12 Die Kategorie „Erklären“



Erklär	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga	1,000	1,000	0,027	0,049	0,083	0,068	0,010	0,000	0,017	0,005	0,003	
Vorsch	1,000	1,000	0,107	0,152	0,208	0,183	0,059	0,010	0,010	0,037	0,031	
G1	1,000	1,000	0,077	0,115	0,166	0,144	0,038	0,005	0,056	0,022	0,018	
G2	0,027	0,107	0,077	0,875	0,706	0,708	0,698	0,124	0,722	0,496	0,375	
G3	0,049	0,152	0,115	0,875	0,813	0,800	0,662	0,124	0,640	0,462	0,379	
G4	0,083	0,208	0,166	0,706	0,813	1,000	0,563	0,146	0,531	0,393	0,349	
RH5	0,068	0,183	0,144	0,708	0,800	1,000	0,544	0,077	0,497	0,328	0,228	
RH6	0,010	0,059	0,038	0,698	0,662	0,563	0,544	0,353	1,000	0,951	0,596	
RH7	0,000	0,010	0,005	0,124	0,124	0,146	0,077	0,353	0,335	0,321	0,656	
RH8	0,017	0,010	0,056	0,722	0,640	0,531	0,497	1,000	0,335	0,844	0,682	
R9	0,005	0,037	0,022	0,496	0,462	0,393	0,328	0,951	0,321	0,844	0,730	
R10H9	0,003	0,031	0,018	0,375	0,379	0,349	0,228	0,596	0,656	0,682	0,730	

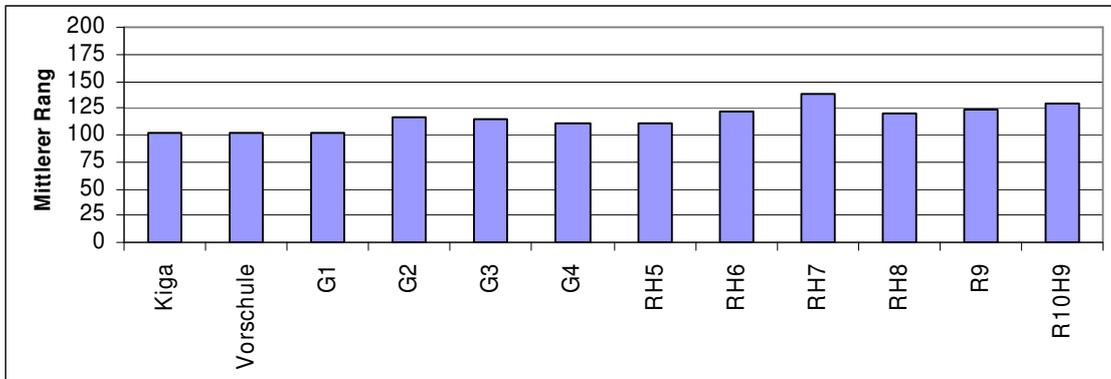


Abbildung 131: Ergebnisse der Videoanalyse von der Kategorie „Erklären“ bei der ersten Begegnung

Der Kategorie „Erklären“ werden Verhaltensweisen zugeordnet, die in der dem Rater vorliegenden Variablenliste wie folgt beschrieben werden: Das Kind diskutiert die Ursachen des Phänomens, das Warum und Wieso. (Wieso ist die eine Bahn schneller als die andere?)

Beschreibung:

Die untersuchten Kinder aller Altersgruppen zeigen das entsprechende Verhalten höchstens selten.

Die drei jüngsten Altersgruppen Kindergarten, Vorschule und G1 zeigen ein Verhalten, welches sich der Kategorie „Erklären“ zuordnen lässt, überhaupt nicht und unterscheiden sich so signifikant von einigen älteren Gruppen.

Ab der zweiten Klasse gibt es keine statistisch bedeutsamen Unterscheide zwischen den Altersgruppen untereinander.

Interpretation:

Erst Kinder ab der zweiten Klasse diskutieren die Ursachen des beobachteten Phänomens während der ersten Begegnung. Dies kann mit der fortschreitenden kognitiven Entwicklung erklärt werden (siehe Kapitel „2.3 Die kognitive Entwicklung der untersuchten Altersgruppen“). Denn auch beim zielgerichteten Experimentieren (siehe Kapitel „4.4.10 Die Kategorie zielgerichtetes Experimentieren“) zeigte sich, dass die jüngeren Kinder aus Kindergarten und Vorschule hierzu bei der Erstbegegnung kaum in der Lage waren. Wenn aber die jüngeren Kinder nicht die kognitiven Fähigkeiten besitzen, bei der Erstbegegnung das Experimentieren zielgerichtet zu organisieren um herauszufinden, welche Bahn die schnellste ist, dann können sie dies auch nicht wissen. Und daher können sie dann auch nicht die Ursachen diskutieren, warum eine Bahn schneller ist als eine andere Bahn. Dies erklärt, warum die jüngeren Kinder ein Verhalten, welches der Kategorie „Erklären“ zuzuordnen ist, nicht zeigen können.

Bemerkenswert sind aber die generell niedrigen Werte auch bei den älteren Schülern! Zeigen doch deutlich mehr Kinder ein Verhalten, welches sich der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ zuordnen lässt, als ein Verhalten, welches sich der Kategorie „Erklären“ zuordnen lässt. Die Kinder, welche „zielgerichtetes Experimentieren“ zeigen, haben vermutlich herausgefunden, welche Bahn die schnellste ist. Daher könnten sie auch die Frage nach der Ursache entwickeln.

Das „Missverhältnis“ zwischen „zielgerichteten Experimentieren“ und „Erklären“ könnte aber auch dadurch erklärt werden, dass für das Experimentieren mit Planung und Variablenkontrolle mehr Zeit benötigt wird als für das Diskutieren der Ursachen und so deutlich höhere relative Anteile für das „zielgerichtete Experimentieren“ entstehen.

Daher ist in den folgenden Grafiken dargestellt, wie viel Prozent der Kinder einer jeden Altersgruppe das Verhalten der entsprechenden Kategorien mindestens einmal gezeigt haben.



Abbildung 132: Kinder, die mindestens einmal die Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ bei der ersten Begegnung gezeigt haben

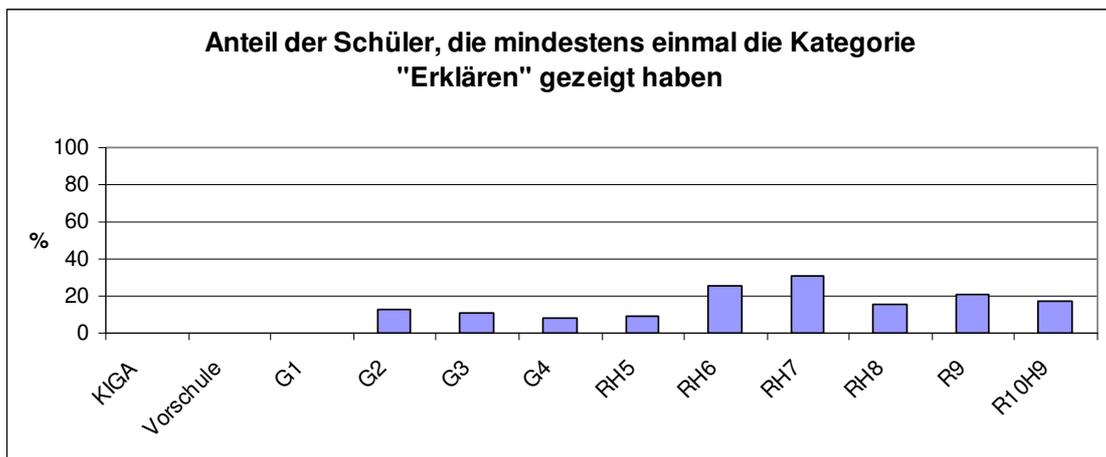


Abbildung 133: Kinder, die mindestens einmal die Kategorie „Erklären“ bei der ersten Begegnung gezeigt haben

Auch bei dieser Auswertung bleibt das Missverhältnis bestehen. Nur ein Bruchteil der Kinder, welche durch zielgerichtetes Experimentieren mutmaßlich herausgefunden haben, welche Bahn die schnellste ist, diskutieren auch die Ursachen dafür.

Die Kinder forschen also gern und zielgerichtet, sofern sie aufgrund ihrer kognitiven Entwicklung dazu in der Lage sind. Haben sie ein eindeutiges Ergebnis gefunden, bei der untersuchten Station „Kugelrallye“ welche Bahn die schnellste ist, ist für die Kinder der Forschungsprozess bei der Erstbegegnung beendet. Die Frage nach den Ursachen für das Ergebnis stellen nur wenige Kinder. „Lernende versuchen zudem, beim Experimentieren bestimmte Effekte zu erzielen, nicht aber diese zu erklären. Sie weisen damit ähnliche Strategien wie Ingenieure auf, die Variablen verändern, um ein technisches Ziel zu erreichen, wobei es nicht notwendig ist, Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu ergründen (...).²⁹⁶

Es scheint nicht in der Natur von den meisten Kindern zu liegen, selbstständig nach den Ursachen eines Phänomens zu fragen. Um diese Aussage zu unterstreichen, möchte der Autor einige Beispiele aus seinen persönlichen Beobachtungen vorstellen.

Beim Segeltraining von hoch motivierten Jugendlichen, die viel Zeit auf dem Wasser verbracht haben und bei jedem Wetter immer wieder die gleichen Manöver trainiert haben, um in der nächsten Regatta eine halbe Bootlänge schneller zu sein, war bei den meisten nur ein Bedürfnis nach „Kochrezepten“ beim Trimm der Segel zu erkennen. Beispiel: Bei viel Wind soll der Bauch des Segels flach sein. Auf der Kreuz fahre das Segel flacher als auf den anderen Kursen, usw. Für die Ursachen interessierten sie sich kaum.

Bei Fotokursen von Jugendlichen und Erwachsenen konnte der Autor beobachten, dass Leute, die eine schwere und teure Kameraausrüstung mit sich schleppten, auch ein deutlich höheres Interesse an „Kochrezepten“ zeigten, wie z.B. Blende zu = viel Schärfentiefe, als an den Ursachen hierfür.

Als abschließendes Beispiel soll hier der Autor dienen, welcher als Sekundarstufenlehrer sich oft mit den besonderen bis originellen Verhaltensweisen von pubertierenden Jugendlichen in seinem Unterricht auseinandersetzen muss. Trotz der erheblichen Relevanz für einen großen Teil seiner Arbeit hat er sich vor der vorliegenden Untersuchung nicht mit den Gründen für das Verhalten der pubertierenden Schüler auseinandergesetzt.

Diese Beispiele mögen illustrieren, dass die beobachteten Leute auch bei ihren Leidenschaften wenig Interesse für die Ursachen von relevanten Phänomenen

²⁹⁶ HAMMANN, 2004, S. 199 mit Bezug auf SCHAUBLE, 1991, S. 102-119.

zeigen, obwohl sie viel Zeit und Geld in ihre Hobbys investieren. Leider muss der Autor an dieser Stelle zugeben, dass der Erfolg diesen Leuten Recht gibt, denn ihm sind viele sehr erfolgreiche Segler bzw. Fotografen bekannt, die die „Kochrezepte“, aber nicht die Ursachen kennen. Im Alltag ist es typischerweise auch hilfreicher zu wissen, wie man ein Auto oder Telefon bedient, anstatt zu wissen, wie und warum es funktioniert. Womit der Autor nicht andeuten möchte, dass die Diskussion der Ursachen wertlos sei. Ganz im Gegenteil, für die Schaffung eines Weltbildes im naturwissenschaftlichen Unterricht scheint dem Autor die Diskussion der Ursachen essentiell. Nur scheint sie eben nicht in der Natur der meisten Menschen zu liegen.

Im Kapitel „6 Ausblick“ sind mögliche Wege skizziert, die die Kinder dazu motivieren, bei erlebten physikalischen Phänomenen selbstständig über die Ursachen des Phänomens nachzudenken.

Eine Untersuchung der Ergebnisse der Kategorie „Erklären“ nach geschlechtsabhängigen Unterschieden ergab nur bei der Altersgruppe RH7 einen relevanten Unterschied zwischen Jungen und Mädchen.

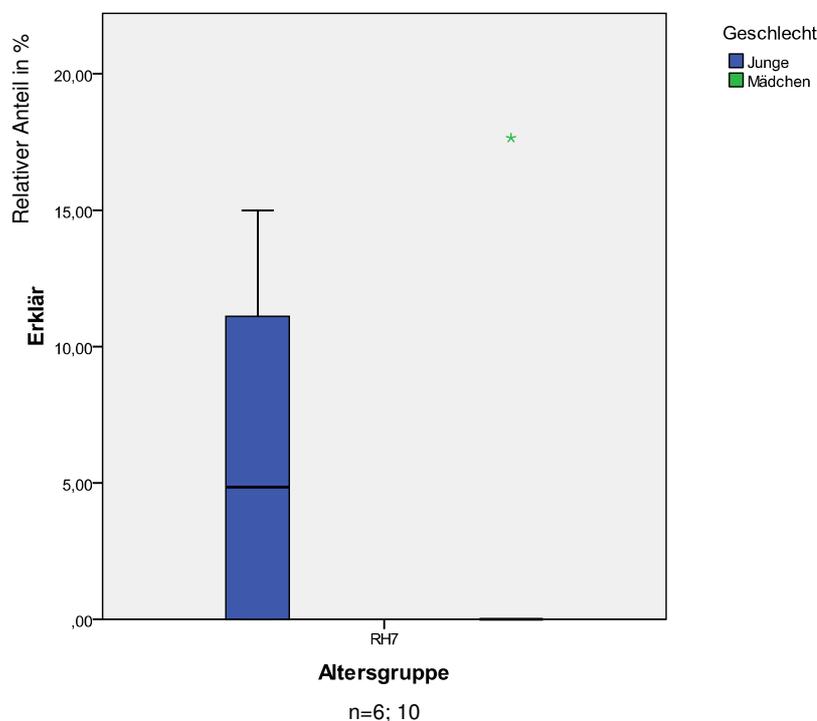
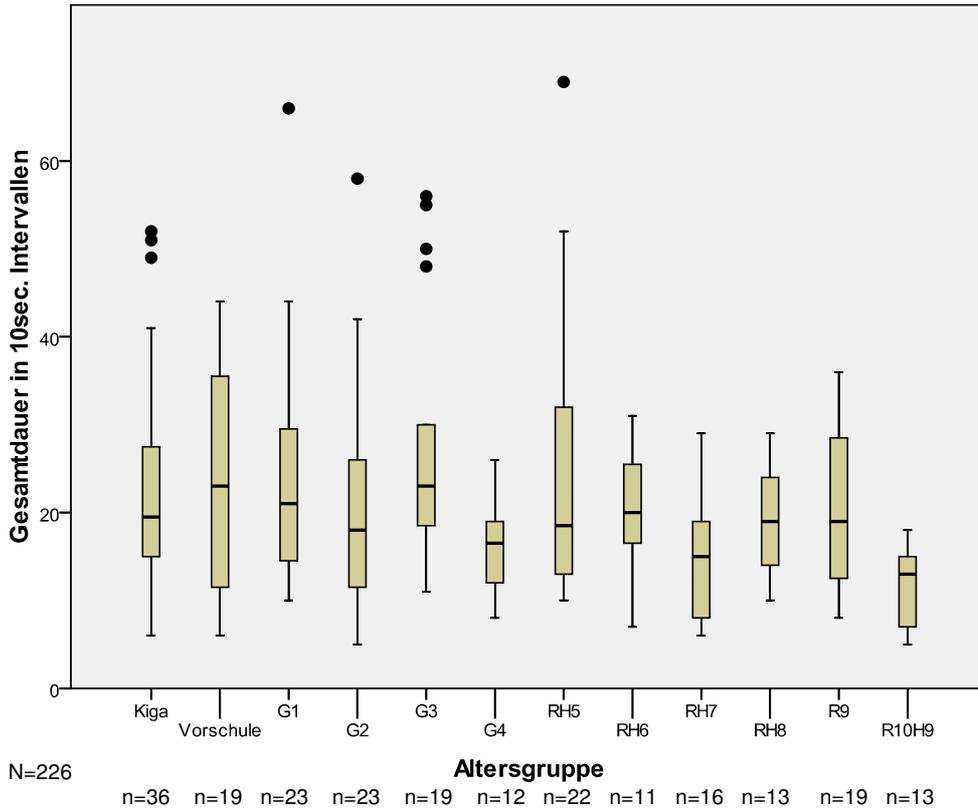


Abbildung 134: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Kategorie „Erklären“ zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Diese eine Gruppe mit einem bedeutsamen Unterschied zwischen den Geschlechtern zu Gunsten der Jungen kann nicht hinreichend einen Trend begründen.

Eine Untersuchung der Unterschiede bei der Kategorie „Erklären“ zwischen den beiden Begegnungen ergab keine signifikanten Abweichungen.

4.4.13 Die Gesamtaufenthaltsdauer



Gesamtdauer	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,915	0,738	0,441	0,094	0,065	0,917	0,890	0,008	0,383	0,873	0,000
Vorsch	0,915		0,840	0,495	0,306	0,215	0,958	0,636	0,052	0,466	0,693	0,006
G1	0,738	0,840		0,345	0,260	0,047	0,716	0,606	0,006	0,306	0,544	0,000
G2	0,441	0,495	0,345		0,067	0,454	0,510	0,685	0,130	1,000	0,622	0,015
G3	0,094	0,306	0,260	0,067		0,004	0,158	0,175	0,000	0,034	0,152	0,000
G4	0,065	0,215	0,047	0,454	0,004		0,139	0,116	0,376	0,300	0,149	0,022
RH5	0,917	0,958	0,716	0,510	0,158	0,139		0,878	0,023	0,632	0,695	0,002
RH6	0,890	0,636	0,606	0,685	0,175	0,116	0,878		0,045	0,523	0,813	0,003
RH7	0,008	0,052	0,006	0,130	0,000	0,376	0,023	0,045		0,094	0,029	0,140
RH8	0,383	0,466	0,306	1,000	0,034	0,300	0,632	0,523	0,094		0,577	0,003
R9	0,873	0,693	0,544	0,622	0,152	0,149	0,695	0,813	0,029	0,577		0,003
R10H9	0,000	0,006	0,000	0,015	0,000	0,022	0,002	0,003	0,140	0,003	0,003	

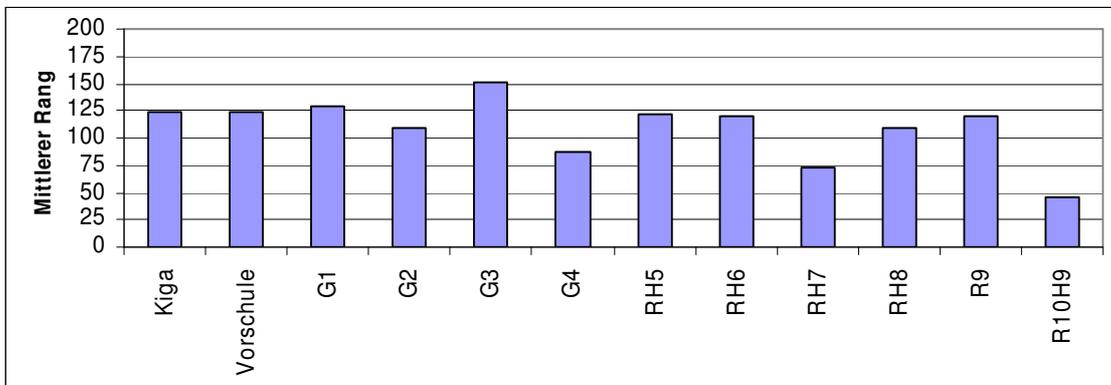


Abbildung 135: Ergebnisse der Videoanalyse von der Gesamtaufenthaltsdauer bei der ersten Begegnung

Die „Gesamtaufenthaltsdauer“ ist keine unmittelbare Verhaltenskategorie, der ein bestimmtes Verhalten zugeordnet wird. Bei der „Gesamtaufenthaltsdauer“ wurde gezählt, wie viele Zehn-Sekunden-Intervalle jedes Kind an der Station Kugelrallye bei der ersten Begegnung insgesamt anwesend war.

Beschreibung:

Die Altersgruppen G4, RH7 und R10H9 zeigen eine signifikant geringere „Gesamtaufenthaltsdauer“ als manche der anderen Gruppen.

Die anderen Gruppen zeigen kaum bedeutsame Unterschiede.

Interpretation:

Aufgrund der Streuung der auffallenden Gruppen mit geringerer „Gesamtaufenthaltsdauer“ kann kein altersabhängiger Trend festgestellt werden. Es ist eher anzunehmen, dass die auffallenden Ergebnisse der Gruppen G4, RH7 und R10H9 durch Eigenheiten der Gruppe oder durch Besonderheiten während der Begegnung entstanden sind.

Die besonders niedrigen Werte der R10H9 sollen beim Vergleich mit den Werten der zweiten Begegnung noch mal diskutiert werden.

Die „Gesamtaufenthaltsdauer“ an der Station Kugelrallye scheint nicht vom Alter abzuhängen.

Eine geschlechtsabhängige Untersuchung der Ergebnisse der „Gesamtaufenthaltsdauer“ ergibt nur bei den Gruppen RH6 und R9 signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen.

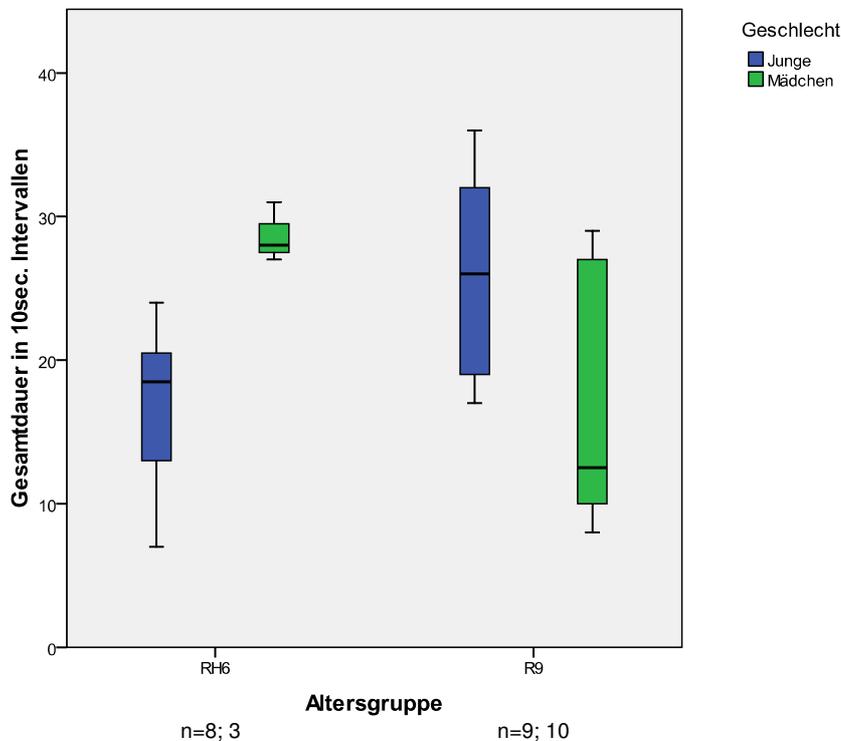


Abbildung 136: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Gesamtaufenthaltsdauer zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Da in der RH6 die Mädchen und in der R9 die Jungen sich länger an der Station aufhalten, kann keine geschlechtsabhängige Tendenz festgestellt werden.

Eine Untersuchung der Ergebnisse der „Gesamtaufenthaltsdauer“ auf Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen ergibt immerhin bei den sechs Altersgruppen Kindergarten, Vorschule, G1, RH5, R9 und R10H9 signifikante Unterschiede.

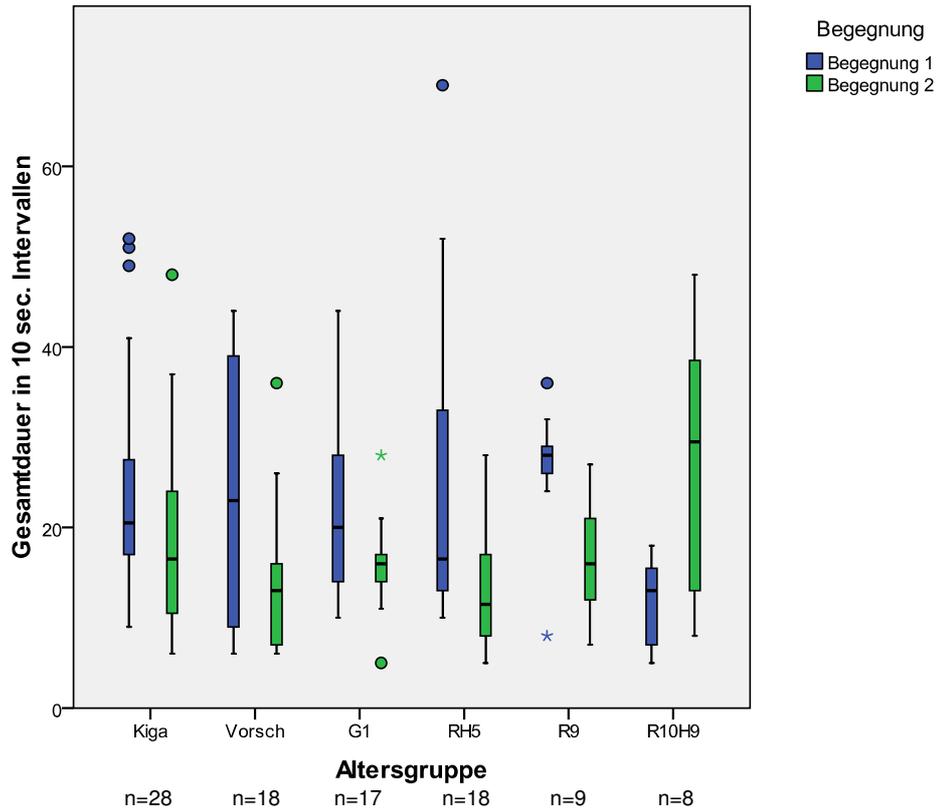


Abbildung 137: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Gesamtaufenthaltsdauer zwischen den beiden Begegnungen

Bis auf die Ergebnisse der R10H9 nimmt die „Gesamtaufenthaltsdauer“ bei allen betreffenden Gruppen bedeutsam ab. Dies ist durch das nachlassende Interesse bei der zweiten Begegnung zu erklären. Viele der Kinder sind dann eher zwischen den Stationen zu finden oder auf den bereitgestellten Bänken.

Dass die „Gesamtaufenthaltsdauer“ der R10H9 zunimmt, verwundert in diesem Zusammenhang, denn die Banksitzer der R10H9 nehmen zur zweiten Begegnung hin nicht signifikant ab, siehe Kapitel „4.3.1 Die Banksitzer“. Daher kommt die zusätzliche „Aufenthaltsdauer“ vermutlich dadurch zu Stande, dass sich die Schüler der R10H9 bei der zweiten Begegnung „zufällig“ eher an der Station Kugelrallye als an den anderen Stationen aufhalten, bzw. sich bei der ersten Begegnung besonders wenig an der Station Kugelrallye aufgehalten haben.

4.4.14 Die Einzeldauer pro „Besuch“

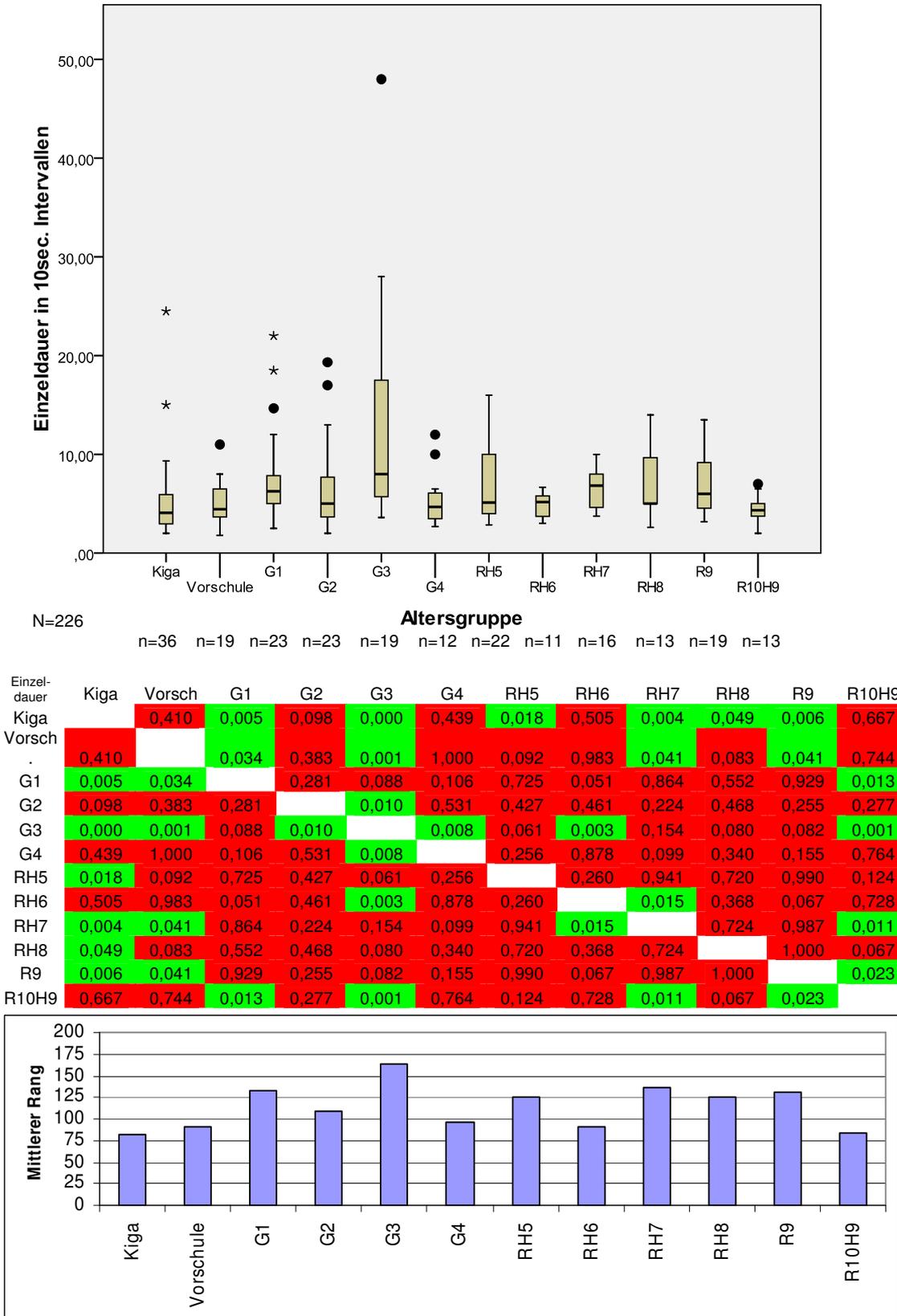


Abbildung 138: Ergebnisse der Videoanalyse von der Einzeldauer pro Besuch bei der ersten Begegnung

Die „Einzeldauer pro Besuch“ ist keine unmittelbare Verhaltenskategorie, der ein bestimmtes Verhalten zugeordnet wird. Bei der „Einzeldauer pro Besuch“ wurde gezählt, wie viele Zehn-Sekunden-Intervalle jedes Kind an der Station Kugelrallye bei der ersten Begegnung pro Besuch anwesend war. Geht das Kind während der Begegnung von der Station weg und kommt wieder, nachdem es andere Stationen besucht hat, zählt dies als neuer Besuch.

Beschreibung:

Die Ergebnisse für die „Einzeldauer pro Besuch“ der verschiedenen Altersgruppen zeigen von unregelmäßigen Schwankungen abgesehen, keine eindeutigen altersabhängigen Trends.

Interpretation:

Auch die „Einzeldauer pro Besuch“ scheint nicht vom Alter abzuhängen.

Die geringeren Werte bei der „Einzeldauer pro Besuch“ gegenüber der „Gesamtaufenthaltsdauer“ lassen sich durch die Natur der Sache erklären. Die Einzelbesuche sind kürzer als alle Besuche zusammen, welche in der Gesamtaufenthaltsdauer ihre Berücksichtigung finden.

Die Mediane der meisten Gruppen liegen bei ca. fünf Zehn-Sekunden-Intervallen, d.h. es kann von einer mittleren Besuchsdauer von 50 Sekunden bei den meisten Altersgruppen ausgegangen werden.

Werden die Ergebnisse der „Einzeldauer pro Besuch“ auf geschlechtsabhängige Unterschiede untersucht, werden nur in den beiden Altersgruppen RH7 und R9 signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen ermittelt.

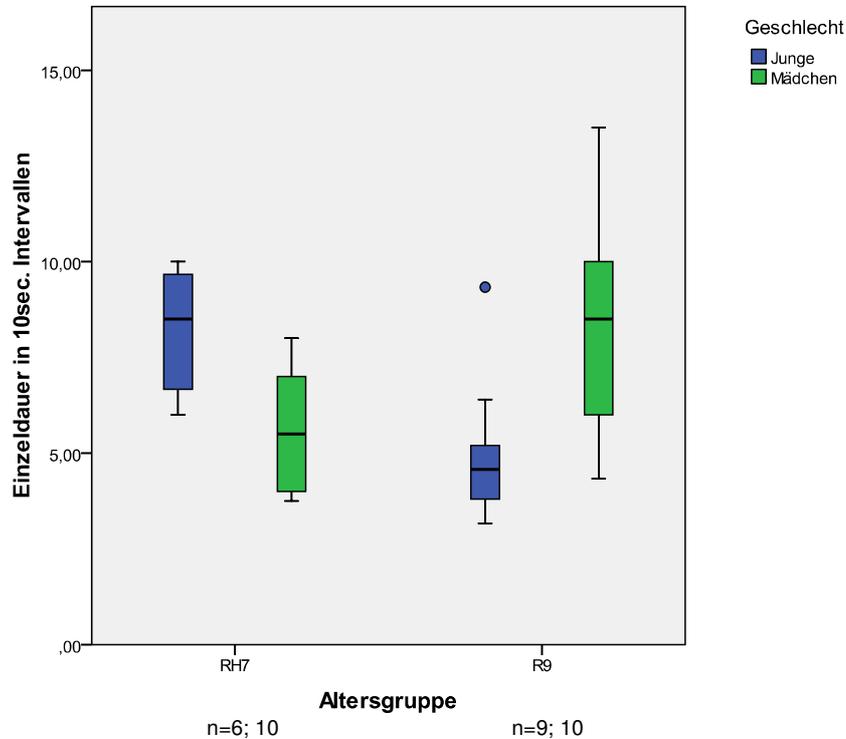


Abbildung 139: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Einzeldauer pro Besuch zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Auch hier lässt das sporadische Auftreten von geschlechtsabhängigen Unterschieden mal in stärkerer Ausprägung bei den Jungen und mal bei den Mädchen keinen Trend erkennen.

Werden die Ergebnisse der „Einzeldauer pro Besuch“ auf Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen hin untersucht, so treten bei den drei Altersgruppen Vorschule, G1 und G4 signifikante Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Begegnung auf.

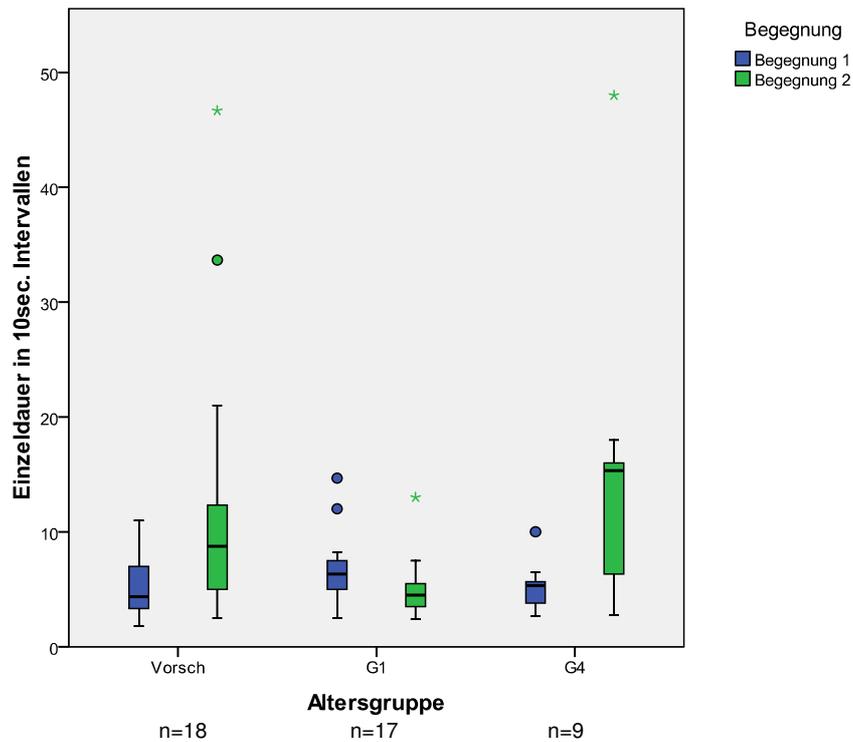


Abbildung 140: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Einzeldauer pro Besuch zwischen den beiden Begegnungen

Bei der Vorschule und der G4 nimmt die „Einzeldauer pro Besuch“ bei der zweiten Begegnung zu, wohingegen bei der G1 eine Abnahme zu verzeichnen ist. Es kann daher auch hier aufgrund der sporadisch verteilten auffälligen Altersgruppen mit zum Teil gegenläufigen Tendenzen kein altersabhängiger Trend bei der „Einzeldauer pro Besuch“ festgestellt werden.

4.4.15 Die Anzahl der Wiederholungen

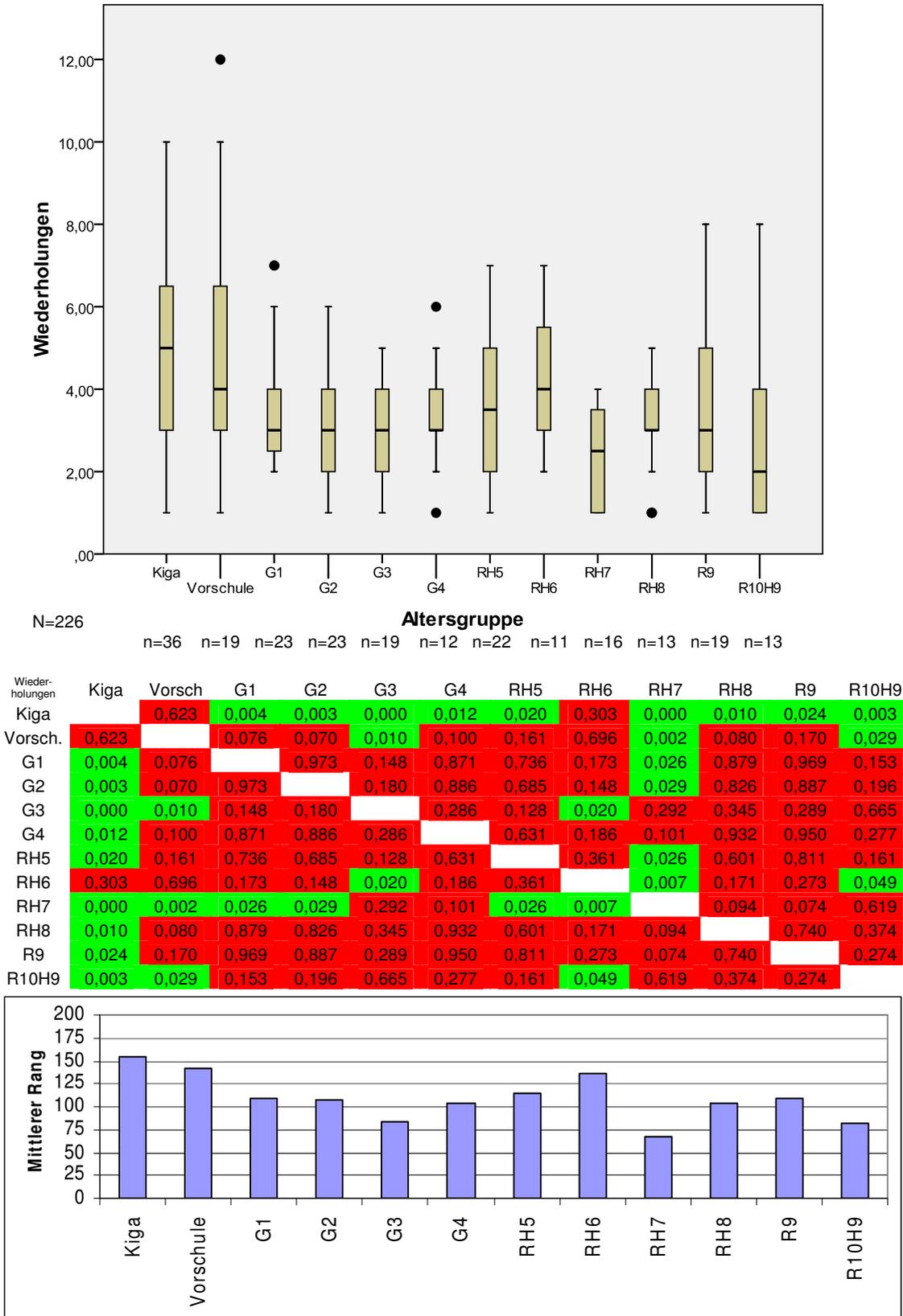


Abbildung 141: Ergebnisse der Anzahl der Wiederholungen bei der ersten Begegnung

Die „Anzahl der Wiederholungen“ ist keine unmittelbare Verhaltenskategorie, der ein bestimmtes Verhalten zugeordnet wird. Bei der „Anzahl der Wiederholungen“ wurde gezählt, wie oft jedes Kind die Station Kugelrallye bei der ersten Begegnung besucht hat. Geht das Kind während der Begegnung von der Station weg und kommt wieder, nachdem es andere Stationen besucht hat, zählt dies als neuer Besuch.

Beschreibung:

Von den Altersgruppen Kindergarten und RH7 abgesehen, unterscheiden sich die Ergebnisse bei der „Anzahl der Wiederholungen“ bei den restlichen Gruppen nicht wesentlich untereinander.

Die Kinder aus dem Kindergarten zeigen signifikant höhere Werte bei der „Anzahl der Wiederholungen“ und die Schüler der RH7 bedeutsam geringere Werte als viele der anderen Gruppen.

Interpretation:

Die „Anzahl der Wiederholungen“ scheint von der Vorschule bis zur zehnten Klasse vom Alter unabhängig zu sein. Die geringeren Werte der RH7 treten in der Mitte von anderen Gruppen auf, die nicht solche geringen Werte aufweisen. Daher kann angenommen werden, dass die im Vergleich geringeren Werte der RH7 eher an Besonderheiten der Gruppe liegen als an einer typischen altersabhängigen Entwicklung.

Die höheren Werte der Kindergartenkinder werden durch auch etwas höhere Werte der Vorschulkinder „begleitet“, so dass hier Indizien für eine altersabhängige Ausbildung der höheren Werte vorliegen.

Diese altersabhängige Entwicklung kann durch die für die Lernprozesse Akkomodation und Assimilation nach Piaget (siehe Kapitel „2.2.1 Lernen“) erklärt werden. In dem Wechselspiel aus Anpassung und Bestätigung des Weltbildes durch sinnlich direkt erfahrene Informationen werden bestimmte Handlungen wiederholt um die Glaubwürdigkeit der Informationen zu prüfen und somit das eventuell kürzlich erweiterte Weltbild zu bestätigen. Es wäre vorstellbar, dass die jüngeren Kinder mit einem im Vergleich noch überschaubareren Weltbild dieses durch die erfahrenen Phänomene öfters anpassen müssen und hierzu dann auch ihre Besuche öfter wiederholen, um das neu gestaltete Weltbild zu bestätigen.

Aber nicht nur das im Vergleich überschaubarere Weltbild (Wissen und Erfahrungen zu den relevanten physikalischen Phänomenen) kann eine Rolle spielen, sondern auch die mit zunehmendem Alter fortschreitende kognitive Entwicklung der Kinder. Denn wenn das Gehirn eines jungen Kindes noch nicht so effektiv arbeitet wie bei einem älteren Kind, dann sind für eine vergleichbare Auseinandersetzung mit dem Phänomen bei den jüngeren Kindern mehr Wiederholungen zu erwarten.

Wie schon erwähnt, scheinen aber nur bei den Kindergartenkindern und ein wenig bei den Vorschülern mehr Wiederholungen im Vergleich zu den älteren Kindern notwendig, während sich bei den älteren Gruppen ab der ersten Klasse die Werte nicht mehr wesentlich unterscheiden.

Bei der geschlechtsabhängigen Untersuchung der „Anzahl der Wiederholungen“ ergaben sich nur bei der Gruppe R9 signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen.

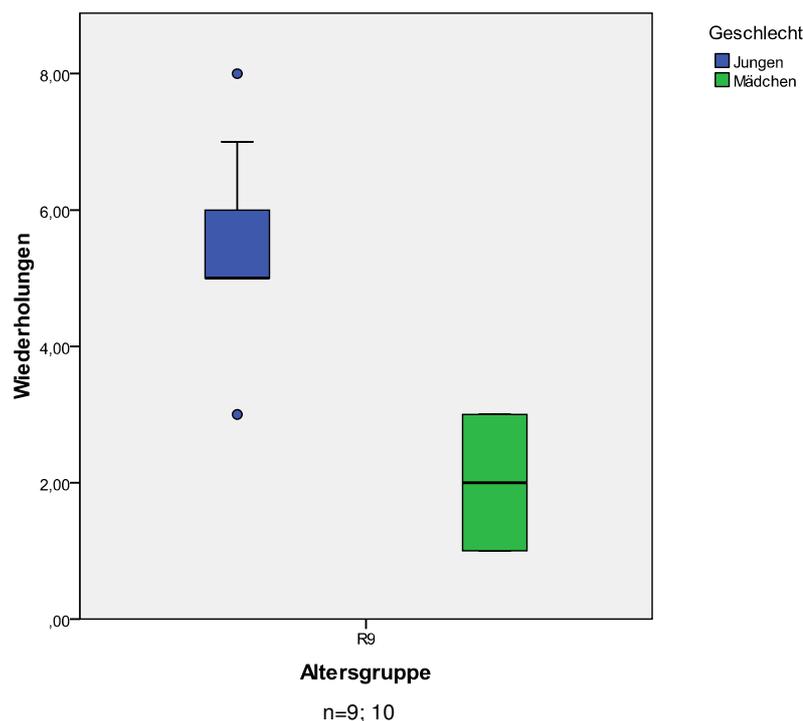


Abbildung 142: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Anzahl der Wiederholungen zwischen den Geschlechtern bei der ersten Begegnung

Diese einzige Gruppe mit festgestelltem statistisch bedeutsamen Unterschied zwischen Mädchen und Jungen lässt keinen geschlechtsabhängigen Trend erkennen.

Bei einer Untersuchung der Ergebnisse der „Anzahl der Wiederholungen“ nach Unterschieden zwischen den beiden Begegnungen zeigten die drei Gruppen Vorschule, G3 und R9 signifikante Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Begegnung.

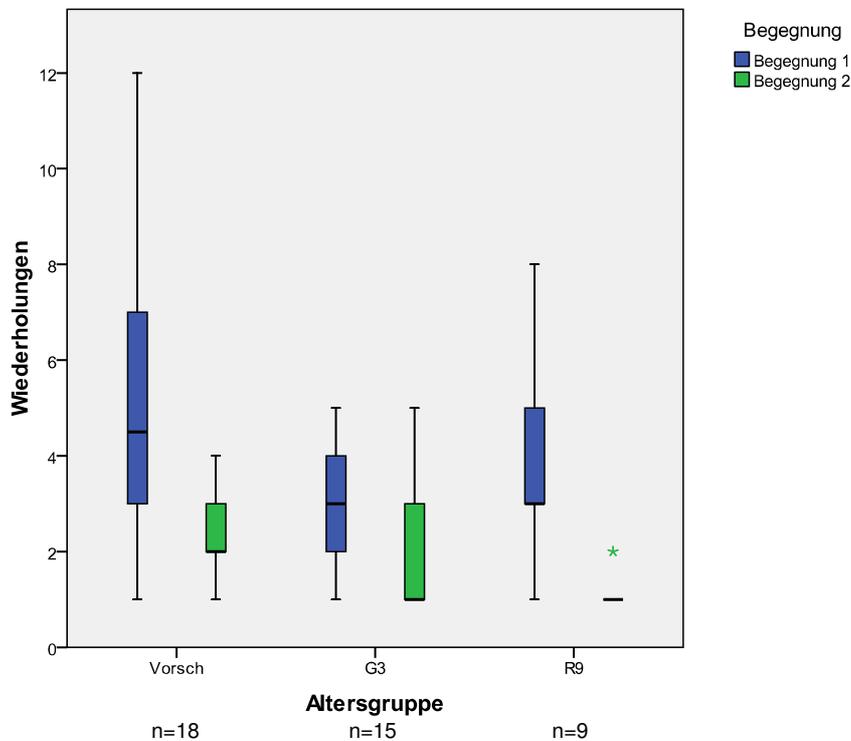


Abbildung 143: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlichen Ergebnissen bei der Anzahl der Wiederholungen zwischen den beiden Begegnungen

Bei allen drei Gruppen mit festgestelltem Unterschied zwischen den beiden Begegnungen nehmen die „Anzahl der Wiederholungen“ zur zweiten Begegnung ab. Hierfür können folgende Ursachen diskutiert werden:

Die Stationen sind bekannt und das Interesse für die entsprechenden Phänomene nimmt ab, so dass die Stationen nicht mehr so oft besucht werden.

Wenn die Phänomene schon bekannt sind, müssen bestimmte Handlungen nicht so oft wiederholt werden, da viele relevante Informationen schon durch die eigenen Sinne bestätigt worden sind (Assimilation nach Piaget).

4.4.16 Ergebnisse des Gruppenverhaltens

Die bisher vorgestellten Ergebnisse der kategoriengeleiteten Videoanalyse beschreiben das Verhalten von einzelnen Kindern. Dabei wurden zu jedem teilnehmenden Kind die relativen Anteile der entsprechenden Verhaltenskategorie ermittelt und anschließend gruppenweise miteinander verglichen.

Beim Gruppenverhalten wird nun nicht mehr das Verhalten einzelner Kinder bestimmten Verhaltenskategorien zugeordnet, sondern das Verhalten der an der Station Kugelrallye vorhandenen Gruppe. Dabei werden alle an der Station anwesenden Kinder quasi als eine Person zusammengefasst und das prägende Verhalten dieser Person = Gruppe einer von sechs Verhaltenskategorien zugeordnet. Es wird für dieses Gruppenverhalten die Verhaltenskategorie gewählt, die das Gesamtverhalten aller an der Station anwesenden Kinder am besten repräsentiert. Auf diese Weise sollen Unterschiede bei der Zusammenarbeit zwischen den Kindern der untersuchten Altersgruppen identifiziert werden.

Da pro Altersgruppe quasi nur eine Person = Gruppe bewertet wird, entsteht in jeder Verhaltenskategorie nur ein Messwert für den relativen Anteil der betreffenden Kategorie. Demzufolge ist ein statistischer Vergleich wie beim Einzelverhalten nicht möglich, d.h. es können keine Aussagen darüber gemacht werden, ob sich die Ergebnisse beim Gruppenverhalten von Altersgruppe zu Altersgruppe signifikant unterscheiden oder nicht.

Eine statistische Auswertung wäre beispielsweise durch eine kategoriengeleiteten Analyse des Gruppenverhaltens jedes einzelnen Kindes zu realisieren. Der Aufwand hierfür hätte aber die zur Verfügung gestellten Ressourcen überstiegen und somit eine Diskussion des Gruppenverhaltens verhindert. Um dennoch eine Idee zu den altersabhängigen Unterschieden beim Gruppenverhalten zu bekommen, werden nun die statistisch nicht verwertbaren vorliegenden Ergebnisse **kurz** vorgestellt.

Wenn nur ein einzelnes Kind an der Station während des betreffenden Zehn-Sekunden-Intervalls anwesend ist, wird das Verhalten der „Gruppe“ der Kategorie **„Einzel“** zugeordnet.

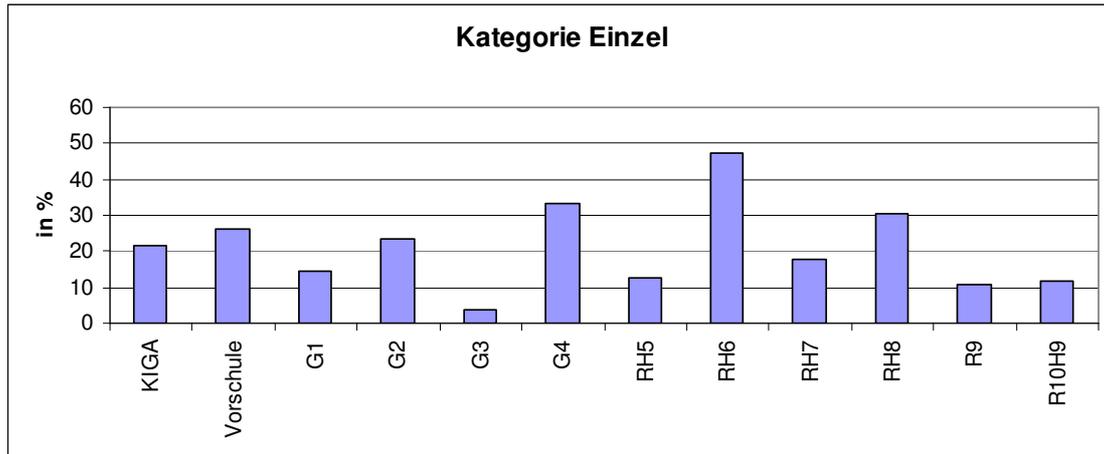


Abbildung 144: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Einzel"

Die relativen Anteile der verschiedenen Altersgruppen schwanken stark von Gruppe zu Gruppe. Eine tragfähige Aussage zu einem alterabhängigen Trend ist so nicht möglich.

Arbeiten die beobachteten Kinder einzeln für sich, obwohl mehrere Kinder an der Station anwesend sind, so wird das Verhalten der Gruppe der Kategorie „**Einzel in Gruppe**“ zugeordnet. Dieses Verhalten ist durch ein von den anderen anwesenden Kindern unabhängiges Agieren geprägt. Beispielsweise experimentiert ein Kind an einer Bahn der Kugelrallye, ohne sich von einem anderen Kind, welches an einer anderen Bahn experimentiert, beeinflussen zu lassen, bzw. dieses Kind und sein Verhalten überhaupt zu beachten.

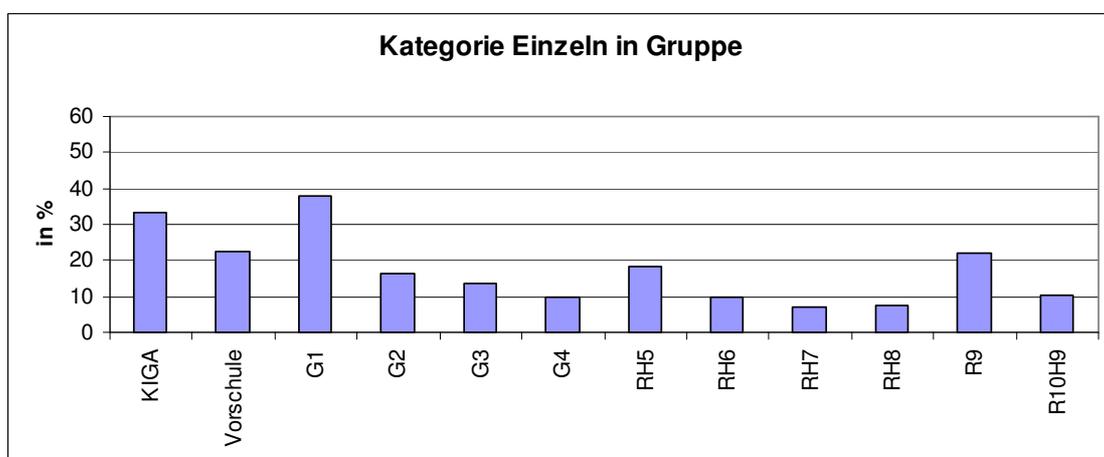


Abbildung 145: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Einzel in Gruppe"

Hier zeigt sich bei den Altersgruppen Kindergarten, Vorschule und G1 bei drei zusammenhängenden Gruppen eine stärkere Ausprägung bei der Kategorie „Einzel in Gruppe“.

in Gruppe“. Die höheren Werte der Gruppen RH5 und R9 sollen hier als „Ausreißer“ betrachtet werden, da sie nur vereinzelt auftreten.

Als Ursache für das vermehrte Auftreten von „Einzelkämpfern“ bei den jüngeren Altersgruppen Kindergarten, Vorschule und G1 kann der sich erst in der mittleren Kindheit entwickelnde soziale Vergleich angeführt werden, siehe Kapitel „2.4.2 Mittlere Kindheit (Einschulung oder 6 Jahre bis 12 Jahre)“. Denn hierdurch wird der Gleichaltrige zu einer wichtigen Bezugsperson und durch eine Interaktion mit dem Gleichaltrigen das Sozialverhalten gefördert.²⁹⁷ Dieses Sozialverhalten ist nach Meinung des Autors für ein gemeinsames Experimentieren förderlich, so dass das bei den jüngeren Kindern vermehrt auftretende „Alleinagieren“ zu begründen ist.

Handeln die an der Station anwesenden Kinder gemeinsam, so wird ihr Verhalten der Kategorie „**Gruppe Handeln**“ oder „**Gruppe Handeln Gespräch**“ zugeordnet, je nachdem, ob sich die Kinder dabei verbal austauschen oder nicht. Zum gemeinsamen Handeln gehört auch, dass einer handelt und die anderen ihre Aufmerksamkeit auf ihn richten. Der verbale Austausch muss „naturwissenschaftlichen Inhalt“ besitzen, wozu die Organisation des Experiments mit den dazu erforderlichen Absprachen gehört, genauso wie eine Diskussion der Ursachen. Aber allgemeine Ausrufe wie „Jetzt pass mal auf...“ oder „Sieh mal...“ und „Warte mal...“ reichen nicht aus, um die entsprechende Verhaltenssequenz in die Kategorie „Gruppe Handeln Gespräch“ zuzuordnen.

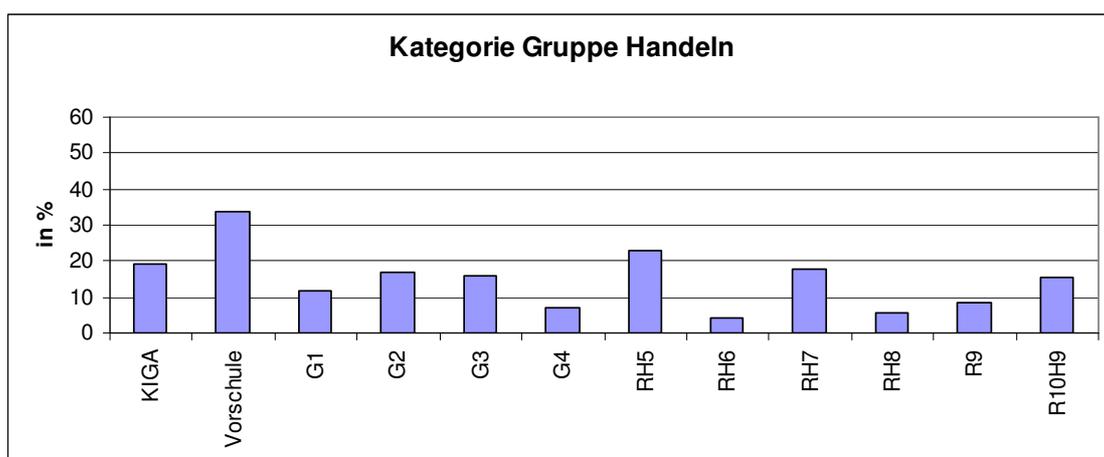


Abbildung 146: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Gruppe Handeln"

Die Ergebnisse der Kategorie „Gruppe Handeln“ schwanken von Altersgruppe zu Altersgruppe erheblich und lassen keine Aussage zu altersabhängigen Trends zu.

²⁹⁷ Vergleiche OERTER, 2008, S. 257.

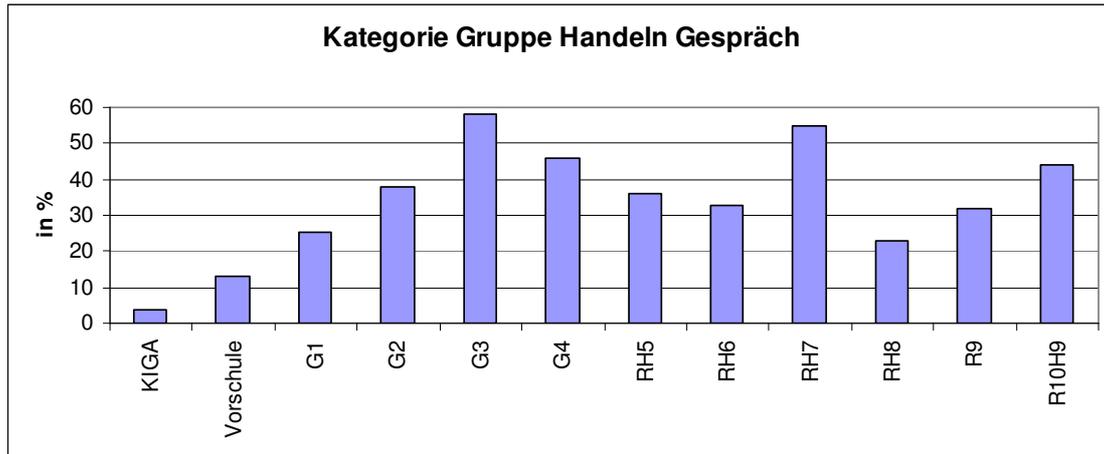


Abbildung 147: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Gruppe Handeln Gespräch"

Bis zur dritten Klasse nehmen die Anteile der Kategorie „Gruppe Handeln Gespräch“ stetig zu. Anschließend schwanken die Ergebnisse um ein höheres Niveau.

Die Ergebnisse zeigen keineswegs, dass die jüngeren Kinder beim Experimentieren stumm sind. Die Gespräche sind nur häufig ohne naturwissenschaftlichen Inhalt.

Die Ursachen für die geringen Werte bei Kindergarten und Vorschule können aus zwei „Richtungen“ kommen. Zum einen kann die sprachliche Entwicklung, die auch noch während der Grundschulzeit erhebliche Fortschritte macht (siehe Kapitel „2.5 Die sprachliche Entwicklung der untersuchten Altersklassen“), ein Grund für den geringeren naturwissenschaftlichen Austausch bei den jüngeren Kindern sein. Zum anderen zeigen die Ergebnisse der Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“ (siehe Kapitel „4.4.10 Die Kategorie „zielgerichtetes Experimentieren“), dass die Kinder erst ab der Grundschulzeit in der Lage sind, komplexere Experimente durchzuführen, für die dann Gespräche mit naturwissenschaftlichem Inhalt notwendig sind. Auch ein Zusammenhang von beiden Erklärungen wäre denkbar: Die fortschreitende sprachliche Entwicklung ermöglicht umfangreichere Absprachen, die in ein komplexeres Experimentierverhalten münden, welches seinerseits noch umfangreichere Gespräche erfordert und so fort.

Führen die beobachteten Kinder ausschließlich Gespräche mit naturwissenschaftlichem Inhalt, ohne sich dabei handelnd mit der Station auseinander zu setzen, wird ihr Verhalten der Kategorie „**Nur Gespräch**“ zugeordnet.

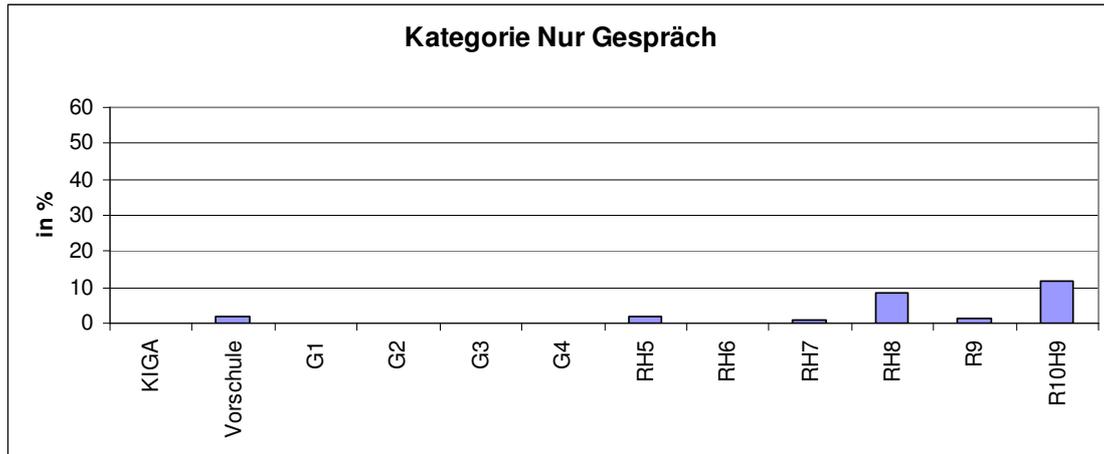


Abbildung 148: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Nur Gespräch"

Generell zeigen alle Altersgruppen ein Verhalten, welches sich der Kategorie „Nur Gespräch“ zuordnen lässt, nur selten bis überhaupt nicht.

Eine altersabhängige Tendenz lässt sich mit Hilfe dieser Daten kaum erkennen. Bemerkenswert sind aber die im Vergleich höheren Werte in der achten und zehnten Klasse, welche eine deutlichere Ausprägung bei den höheren Klassen vermuten lässt. Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass erst die älteren Schüler sinnvoll dazu in der Lage sind, ohne konkrete und zeitgleiche Beobachtung, also abstrahierend, über physikalische Phänomene zu diskutieren. Hierfür könnte die kognitive Entwicklung der Kinder verantwortlich sein, siehe Kapitel „2.3 Die kognitive Entwicklung der untersuchten Altersgruppen“.

Zeigen die an der Station anwesenden Kinder ein Gruppenverhalten, welches sich keiner der bisher vorgestellten Kategorien des Gruppenverhaltens zuordnen lässt, so muss es sich um ein Verhalten handeln, welches nicht die Beschäftigung mit dem physikalischen Phänomen der Station zum Ziel hat. Beispielsweise unterhalten sich Kinder an der Station über ihre Wochenenderlebnisse, setzen sich an die Station und ruhen sich aus oder sie spielen Fangen oder Verstecken an der Station. Dann wird das Gruppenverhalten der Kategorie „**Kein Nawi**“ zugeordnet.

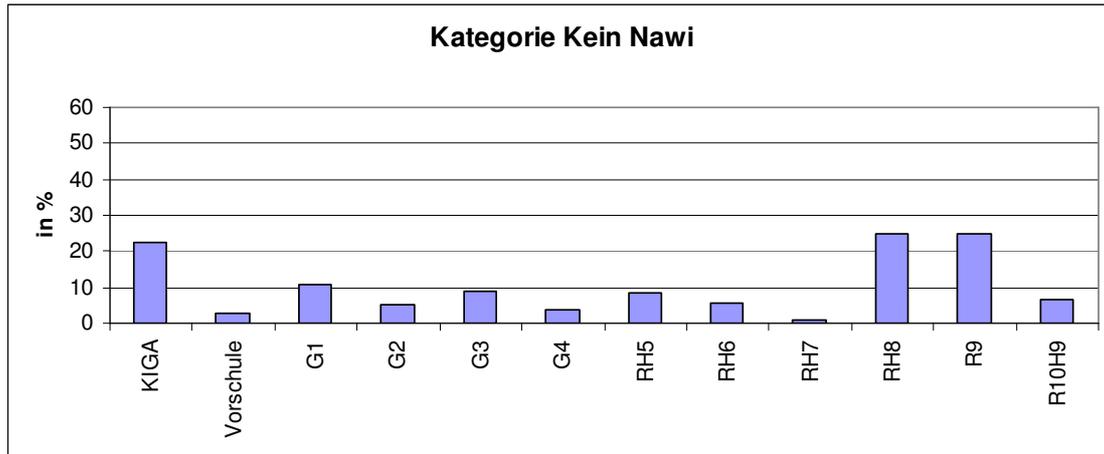


Abbildung 149: Ergebnisse des Gruppenverhaltens bei der Kategorie "Kein Nawi"

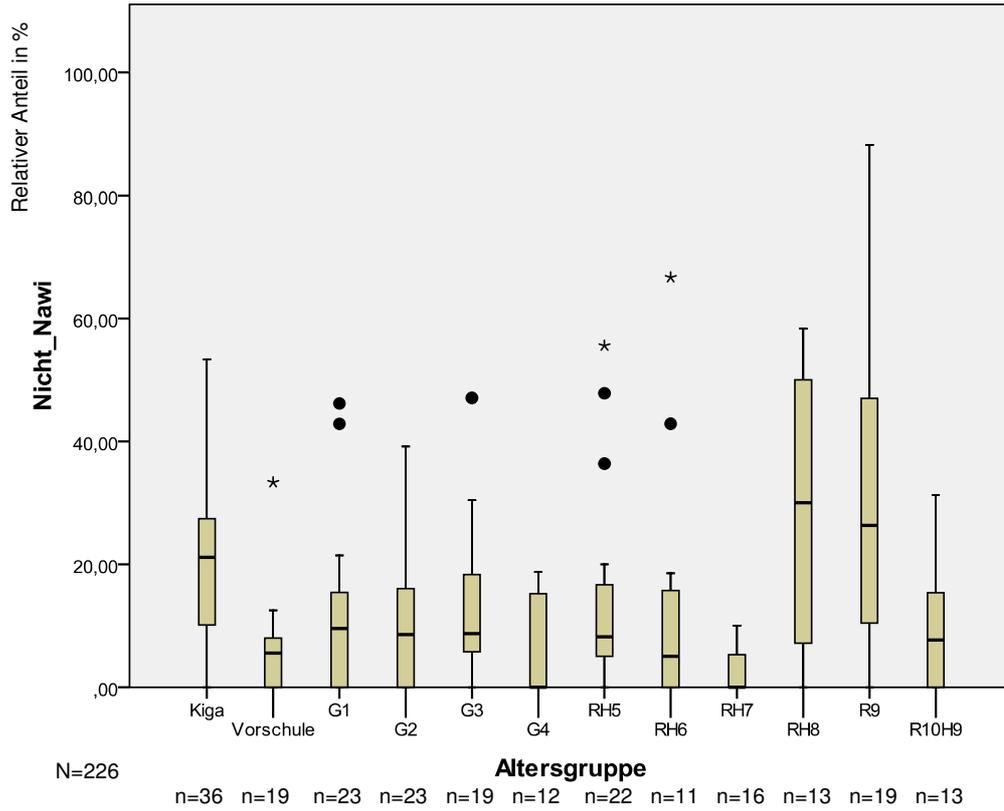
Bis auf die Altersgruppen Kindergarten, RH8 und R9 zeigen die Kinder nur eine geringe Ausprägung beim Anteil der Kategorie „Kein Nawi“ ohne erkennbare altersabhängige Tendenz.

Die beiden zusammenhängenden Altersgruppen RH8 und R9 zeigen erheblich höhere Anteile beim nicht naturwissenschaftlichen Gruppenverhalten als die anderen Gruppen (mit Ausnahme des Kindergartens). Hier spielen vermutlich die Besonderheiten beim Sozialverhalten in der Pubertät eine Rolle. Vor allem die im Kapitel „2.4.3 Jugendalter und Adoleszenz (12 bis 18 Jahre)“ beschriebenen Phänomene „imaginäres Publikum“ und „persönliche Legende“ verleiten die Jugendlichen dazu, die Station als persönliche Bühne zu nutzen, anstelle damit zu experimentieren.

Die höheren Werte bei den Kindergartenkindern könnten damit zusammenhängen, dass die noch sehr jungen Kinder aufgrund ihrer im Vergleich zu den älteren Kindern weniger fortgeschrittenen kognitiven Entwicklung noch nicht in der Lage sind, sich über längere Zeiträume auf die Station zu konzentrieren. Denn dies erfordert eine Verhaltenskontrolle, welche an die Entwicklung des Frontlappens des Gehirns (präfrontaler Kortex) gebunden ist.

Zum Vergleich zum „nichtnaturwissenschaftlichen Gruppenverhalten“ sollen hier die Anteile der Einzelverhaltens-Kategorien „Zerstören“, „Stören“, „Abgelenkt sein“, „Streiten“ und „Rumstehen“ zum „nichtnaturwissenschaftlichen Einzelverhalten“ zusammengefasst werden.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren



E	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga	0,000	0,002	0,004	0,027	0,000	0,008	0,033	0,000	0,389	0,232	0,010	
Vorsch	0,000	0,172	0,248	0,029	0,613	0,088	0,809	0,022	0,002	0,002	0,299	
G1	0,002	0,172	0,938	0,439	0,269	0,836	0,807	0,005	0,027	0,007	0,987	
G2	0,004	0,248	0,938	0,439	0,184	0,819	0,808	0,004	0,029	0,010	0,840	
G3	0,027	0,029	0,439	0,439	0,030	0,647	0,227	0,000	0,074	0,041	0,441	
G4	0,000	0,613	0,269	0,184	0,030	0,122	0,397	0,316	0,006	0,003	0,371	
RH5	0,008	0,088	0,836	0,819	0,647	0,122	0,452	0,001	0,069	0,020	0,795	
RH6	0,033	0,809	0,807	0,808	0,227	0,397	0,452	0,074	0,055	0,071	0,929	
RH7	0,000	0,022	0,005	0,004	0,000	0,316	0,001	0,074	0,000	0,000	0,017	
RH8	0,389	0,002	0,027	0,029	0,074	0,006	0,069	0,055	0,000	0,985	0,053	
R9	0,232	0,002	0,007	0,010	0,041	0,003	0,020	0,071	0,000	0,985	0,015	
R10H9	0,010	0,299	0,987	0,840	0,441	0,371	0,795	0,929	0,017	0,053	0,015	

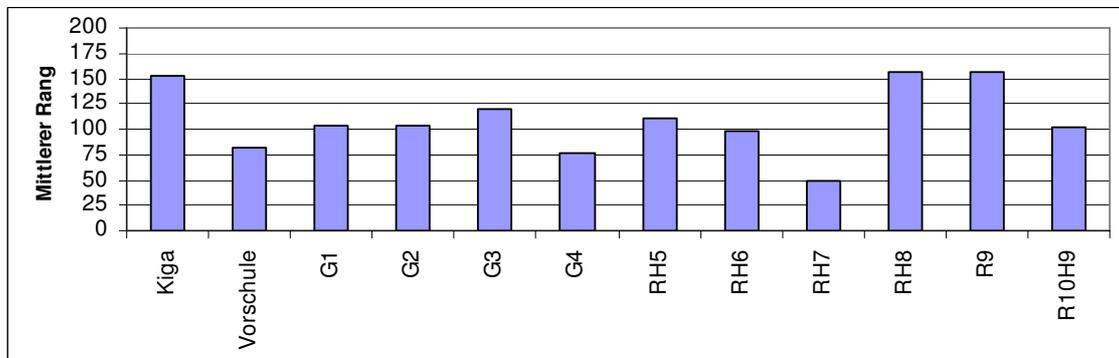


Abbildung 150: Ergebnisse der Videoanalyse bei der ersten Begegnung der zusammengefassten Kategorien „Zerstören“, „Stören“, „Abgelenkt sein“, „Streiten“ und „Rumstehen“

Die Ergebnisse des zusammengefassten „nichtnaturwissenschaftlichen Einzelverhaltens“ entsprechen in weiten Teilen den Ergebnissen des „nichtnaturwissenschaftlichen Gruppenverhaltens“. Das Einzelverhalten kann nun statistisch bewertet werden. Das schon beim Gruppenverhalten festgestellte Herausragen der Kindergartenkinder und der Schüler der 8. und 9. Klasse kann beim Einzelverhalten als statistisch bedeutsam erfasst werden.

Die höheren Werte beim „nichtnaturwissenschaftlichen Verhalten“ bei den Klassen acht und neun erklären auch die im Verhältnis geringeren Werte dieser Altersgruppen beim „zusammengefassten Experimentieren“, siehe Kapitel „4.4.11 Ergänzende Diskussion zum Experimentieren“. Denn wenn die pubertierenden Schüler die Station öfters auch als persönliche Bühne nutzen und so „nichtnaturwissenschaftliches Verhalten“ zeigen, bleibt weniger Zeit zum Experimentieren.

Bei keiner der untersuchten Altersgruppen ist ein signifikanter Unterschied bei den Anteilen des „nichtnaturwissenschaftlichen Einzelverhalten“ zwischen Jungen und Mädchen festzustellen.

Abschließend soll noch diskutiert werden, ob die Kinder lieber einzeln für sich oder in der Gruppe mit anderen arbeiten. Hierzu wurden die Werte der Kategorien „Einzel“ und „Einzel in Gruppe“ zum „**einsamen Agieren**“ aufsummiert, genauso wie die Werte der Kategorien „Gruppe Handeln“, „Gruppe Handeln Gespräch“ und „nur Gespräch“ zum „**gemeinsamen Agieren**“ aufsummiert wurden.

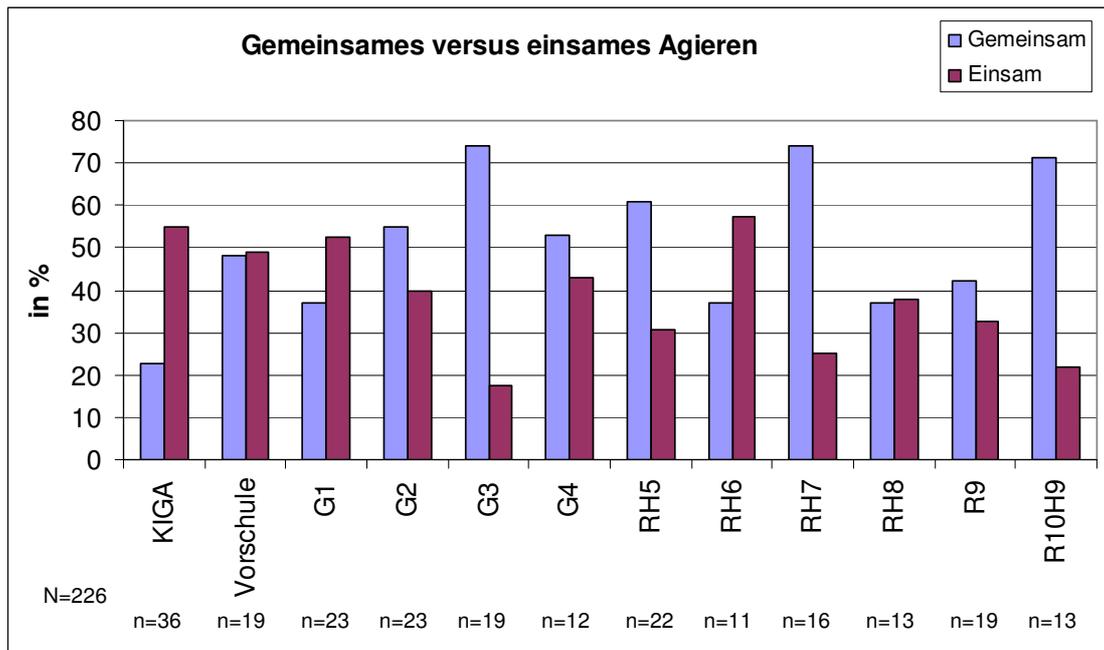


Abbildung 151: Ergebnisse der zum „gemeinsamen und einsamen Agieren“ zusammengefassten Gruppenverhaltenskategorien

Vom Kindergarten bis zur ersten Klasse überwiegt das „einsame Agieren“, während ab der zweiten Klasse bis auf die beiden Ausnahmen RH6 und RH8 das „gemeinsame Agieren“ zum Teil deutlich überwiegt. Die Ergebnisse der ab der zweiten Klasse verteilten Fragebögen bestätigen diese Ergebnisse. Denn auf die Frage „Experimentierst Du gern alleine?“ fällt die Zustimmung allgemein geringer aus als auf die Frage „Experimentierst Du gern in einer Gruppe?“, siehe Kapitel „4.2.8 Experimentierst Du gern alleine?“ und „4.2.9 Experimentierst Du gern in einer Gruppe?“. Für die jüngeren Altersgruppen Kindergarten, Vorschule und G1 existieren keine Fragebogenergebnisse, da die geringere Lesekompetenz der jüngeren Schüler einen Vergleich mit den älteren Schülern beeinflussen könnte.

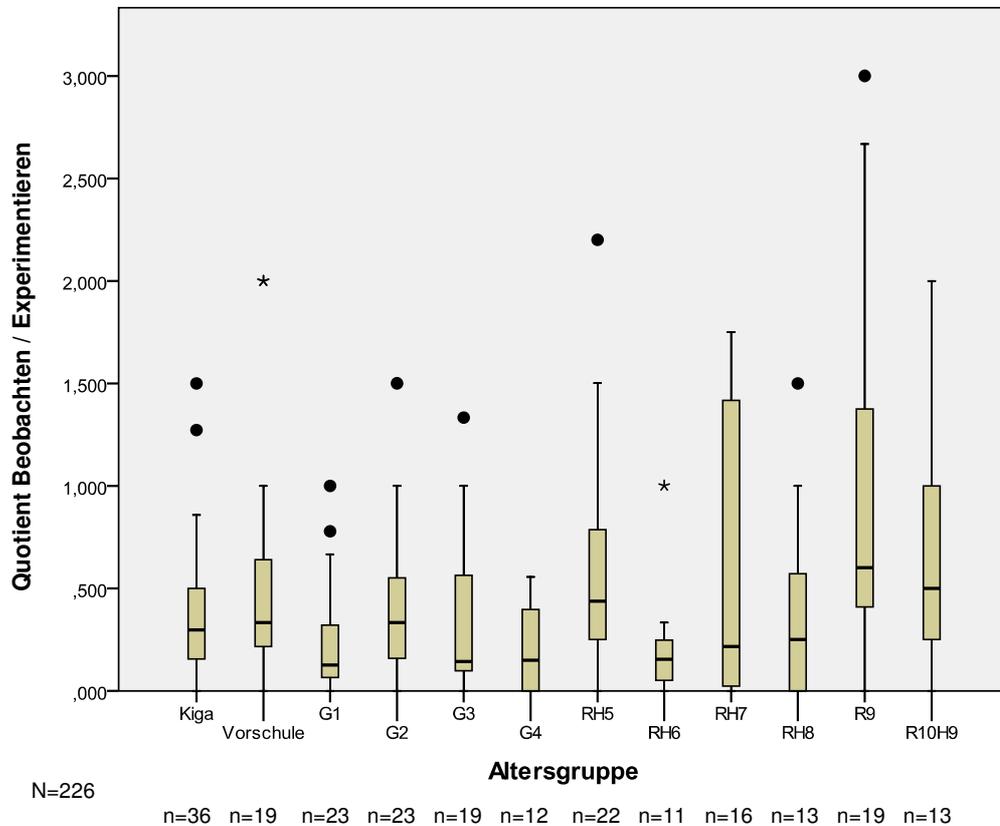
Es soll daher die Behauptung aufgestellt werden, dass die Kinder bis zur ersten Klasse öfters einsam agieren als gemeinsam. Ab der zweiten Klasse agieren sie lieber gemeinsam und zeige ein solches Verhalten auch öfters als ein einsames Agieren.

4.4.17 Die für die „Informationsaufnahme“ relevanten Kategorien

In diesem Kapitel soll beleuchtet werden, ob es altersabhängige Trends bei der Art der Informationsgewinnung an den Stationen gibt. Hierzu sollen die Kategorien „Beobachten“, „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“ in zwei

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

Gruppen sortiert werden. Dazu werden das „Experimentieren“ und das „zielgerichtete Experimentieren“ zur handlungsgebundenen Informationsaufnahme und das „Beobachten“ zur nicht handlungsgebundenen Informationsbeschaffung geordnet.



D	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,309	0,056	0,446	0,589	0,109	0,111	0,048	0,897	0,594	0,008	0,247
Vorsch	0,309		0,011	0,733	0,140	0,044	0,695	0,019	0,466	0,226	0,184	0,715
G1	0,056	0,011		0,026	0,225	0,599	0,006	0,726	0,251	0,585	0,002	0,069
G2	0,446	0,733	0,026		0,411	0,035	0,474	0,041	0,786	0,347	0,086	0,633
G3	0,589	0,140	0,225	0,411		0,137	0,120	0,272	0,654	0,758	0,056	0,387
G4	0,109	0,044	0,599	0,035	0,137		0,014	1,000	0,202	0,403	0,002	0,056
RH5	0,111	0,695	0,006	0,474	0,120	0,014		0,010	0,534	0,132	0,200	0,959
RH6	0,048	0,019	0,726	0,041	0,272	1,000	0,010		0,309	0,502	0,004	0,067
RH7	0,897	0,466	0,251	0,786	0,654	0,202	0,534	0,309		0,595	0,273	0,691
RH8	0,594	0,226	0,585	0,347	0,758	0,403	0,132	0,502	0,595		0,043	0,277
R9	0,008	0,184	0,002	0,086	0,056	0,002	0,200	0,004	0,273	0,043		0,366
R10H9	0,247	0,715	0,069	0,633	0,387	0,056	0,959	0,067	0,691	0,277	0,366	

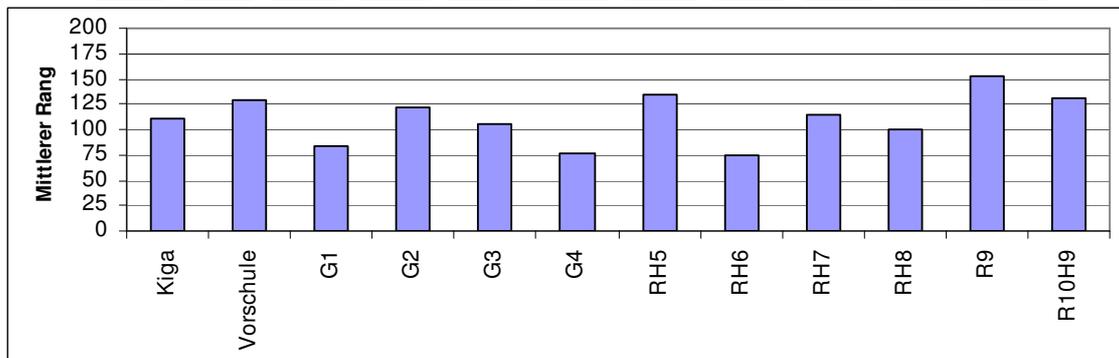


Abbildung 152: Ergebnisse der Videoanalyse bei der ersten Begegnung der Quotienten aus nicht handelnder Informationsaufnahme („Beobachten“) zu handelnder Informationsaufnahme („Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“)

Wird nun der Anteil der nicht handlungsgebundenen Informationsaufnahme (hier die Ergebnisse der Kategorie „Beobachten“) durch den Anteil der handlungsgebundenen Informationsaufnahme (hier die zusammengefassten Ergebnisse der Kategorien „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“) dividiert, so erhält man für jedes Kind einen Quotienten. Ist dieser Quotient größer als eins, so beobachtet das betreffende Kind öfters, als es dort experimentiert. Ist der Quotient kleiner als eins, experimentiert das betreffende Kind häufiger, als es das Handeln anderer Kinder beobachtet. Ferner gibt der Wert des Quotienten an, wie stark sich die jeweiligen Anteile aus Beobachten und Experimentieren unterscheiden. Bei einer statistischen Auswertung der in Altersgruppen zusammengefassten Daten ergeben sich die in Abbildung 152 gezeigten Ergebnisse.

Beschreibung:

Die Quotienten schwanken deutlich von Altersgruppe zu Altersgruppe.

Die R9 zeigt im Vergleich zu mehr als vier Gruppen höhere Quotienten, wohingegen die RH6 niedrigere Quotienten aufweist.

Bei den älteren Schülern ab der siebten Klasse sind die Schwankungen innerhalb der Altersgruppen vergleichsweise groß.

Interpretation:

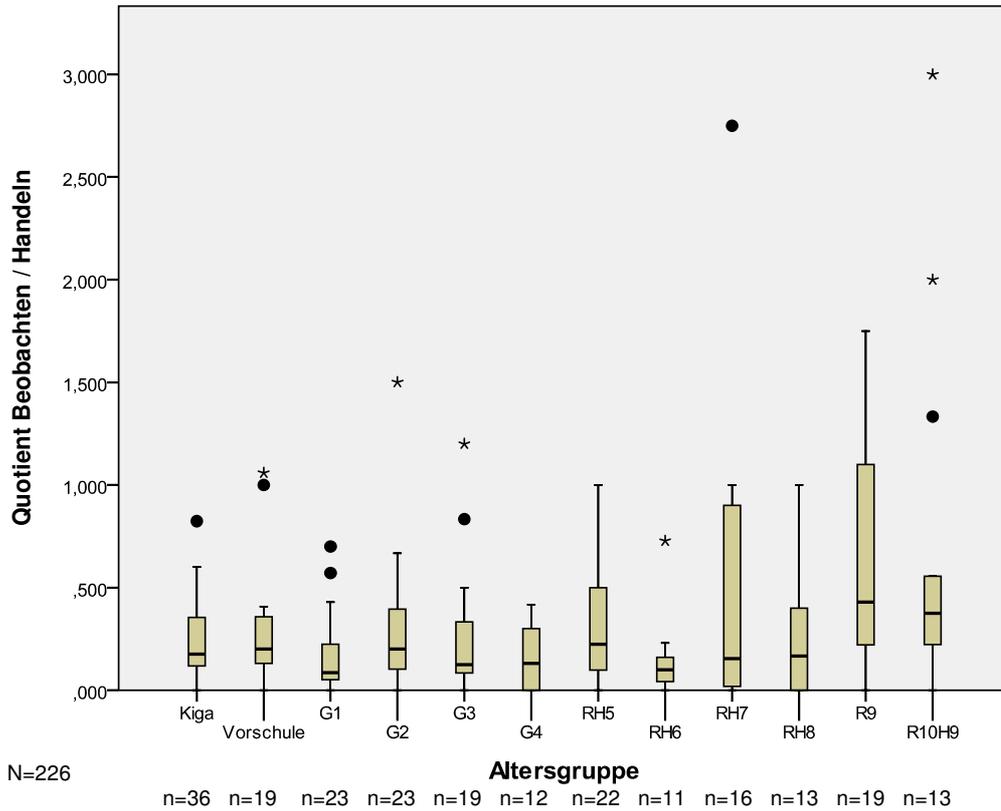
Betrachtet man die Boxplot-Grafik und lässt sich nicht von den Streuungen der Werte (der Höhe der Boxen) von den Medianen ablenken, so kann kein altersabhängiger Trend festgestellt werden. Die signifikanten Abweichungen zwischen einzelnen Gruppen sind auf fast alle Altersgruppen verteilt und zeigen auch in benachbarten Altersgruppen mal in die eine und mal in die andere Richtung. Dies ist auch bei der tabellarischen Darstellung der U-Test Ergebnisse zu erkennen, in der sich fast ein schachbrettartiges Muster aus grünen und roten Feldern ergibt.

In der Boxplot-Grafik weisen mit dem Alter der Gruppen zunehmende Boxhöhen und höhere Enden der Whisker darauf hin, dass **einzelne** Schüler aus den Altersgruppen mit zunehmendem Alter im Vergleich zu den jüngeren Schülern häufiger beobachten als experimentieren. Dieser Sachverhalt ist aber nur so gering ausgeprägt, dass er sich in den signifikanten Unterschieden zwischen den jüngeren und den älteren Altersgruppen nicht niederschlägt.

Im Gegenteil, die Ergebnisse des Kindergartens und der Vorschule zeigen einen mittleren Rang, der höher liegt als der mancher Klasse aus der Sekundarstufe I.

Wenn auch die Kategorie „Anfassen“ zum Vertraut werden mit dem Material und somit zur handelnden Informationsaufnahme gezählt wird, müssen die Berechnungen für den Quotienten durch die Ergebnisse der Kategorie „Anfassen“ sinngemäß ergänzt werden, siehe Abbildung 153.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren



C	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Kiga		0,608	0,075	0,499	0,697	0,262	0,229	0,046	0,968	0,820	0,007	0,110
Vorsch	0,608		0,035	0,960	0,373	0,137	0,794	0,024	0,619	0,501	0,088	0,265
G1	0,075	0,035		0,036	0,139	0,752	0,027	0,631	0,330	0,508	0,001	0,045
G2	0,499	0,960	0,036		0,544	0,117	0,733	0,045	0,742	0,499	0,103	0,419
G3	0,697	0,373	0,139	0,544		0,214	0,395	0,162	0,947	0,744	0,062	0,282
G4	0,262	0,137	0,752	0,117	0,214		0,055	0,901	0,299	0,403	0,010	0,056
RH5	0,229	0,794	0,027	0,733	0,395	0,055		0,029	0,778	0,383	0,114	0,452
RH6	0,046	0,024	0,631	0,045	0,162	0,901	0,029		0,346	0,414	0,004	0,051
RH7	0,968	0,619	0,330	0,742	0,947	0,299	0,778	0,346		0,610	0,179	0,508
RH8	0,820	0,501	0,508	0,499	0,744	0,403	0,383	0,414	0,610		0,045	0,244
R9	0,007	0,088	0,001	0,103	0,062	0,010	0,114	0,004	0,179	0,045		0,631
R10H9	0,110	0,265	0,045	0,419	0,282	0,056	0,452	0,051	0,508	0,244	0,631	

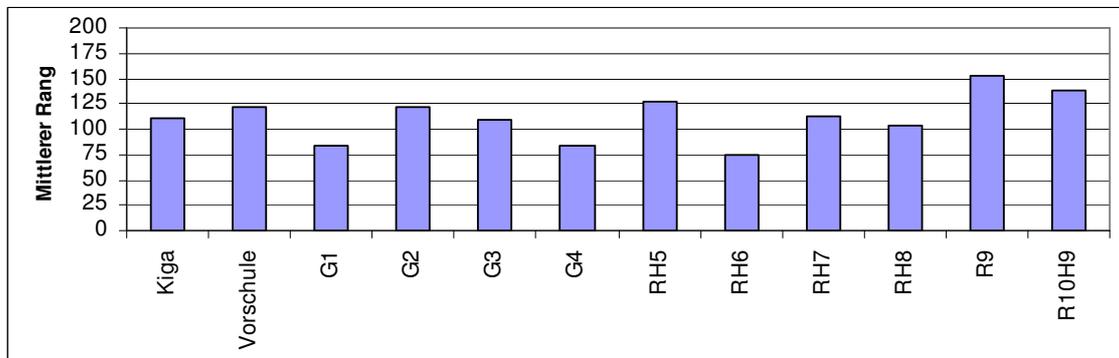


Abbildung 153: Ergebnisse der Videoanalyse bei der ersten Begegnung der Quotienten aus nicht handelnder Informationsaufnahme („Beobachten“) zu handelnder Informationsaufnahme („Anfassen“, „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“)

Beschreibung:

Diese Quotienten verhalten sich ähnlich wie die vorher beschriebenen Quotienten. Auch sind die Ergebnisse der Altersgruppen RH6 und R9 auffällig, ohne einen Trend erkennen zu lassen. Und auch hier zeigen die älteren Gruppen höherer Streuungen bei den Quotienten, ohne dass dies Einfluss auf signifikante Unterschiede zwischen den jüngeren und den älteren Gruppen hätte.

Interpretation:

Die Erweiterung der handlungsgebundenen Informationsaufnahme um die Kategorie „Anfassen“ führt zu einer Erhöhung dieses Anteils gegenüber der nicht handlungsgebundenen Informationsaufnahme. Daraus resultiert, dass nun der Quotient aus nicht handelnder und handelnder Informationsaufnahme etwas geringer ausfällt als zuvor.

Aber auch hier ist kein altersabhängiger Trend bei der Art der Informationsbeschaffung zu erkennen, wenn zwischen handlungsgebundener und nicht handlungsgebundener unterschieden wird.

Werden die Ergebnisse beider beschriebenen Quotienten auf geschlechtsabhängige Unterschiede hin untersucht, findet sich in keiner einzigen Altersgruppe ein signifikanter Unterschied zwischen Mädchen und Jungen.

Um abzuschätzen, wie viel höher der Anteil der handlungsgebundenen gegenüber der nicht handlungsgebundenen Informationsbeschaffung im Mittel ist, werden von den Medianen jeder Altersgruppe die Kehrwerte gebildet. Dies führt zu besser interpretierbaren Zahlen als die Mediane der Quotienten, die zwischen null und eins groß sind.

Leider konnten die Quotienten für eine bessere Interpretierbarkeit nicht „andersherum“ bei der statistischen Auswertung gebildet werden, also handlungsgebundene durch nicht handlungsgebundene Informationsaufnahme, damit Quotienten größer eins herauskommen, da einige Kinder nie beobachtet haben. Dann hätte eine Division durch null zu nicht verwertbaren Ergebnissen der betreffenden Kinder geführt. Da aber jedes Kind mindestens einmal experimentiert hat, konnte so zu jedem Kind ein auswertbarer Quotient gebildet werden. Beim Median einer Altersgruppe ist aber die Division der handelnden durch die nicht handelnde

Informationsaufnahme problemlos möglich und soll hier, wie bereits erwähnt, wegen der besseren Lesbarkeit vorgenommen werden.

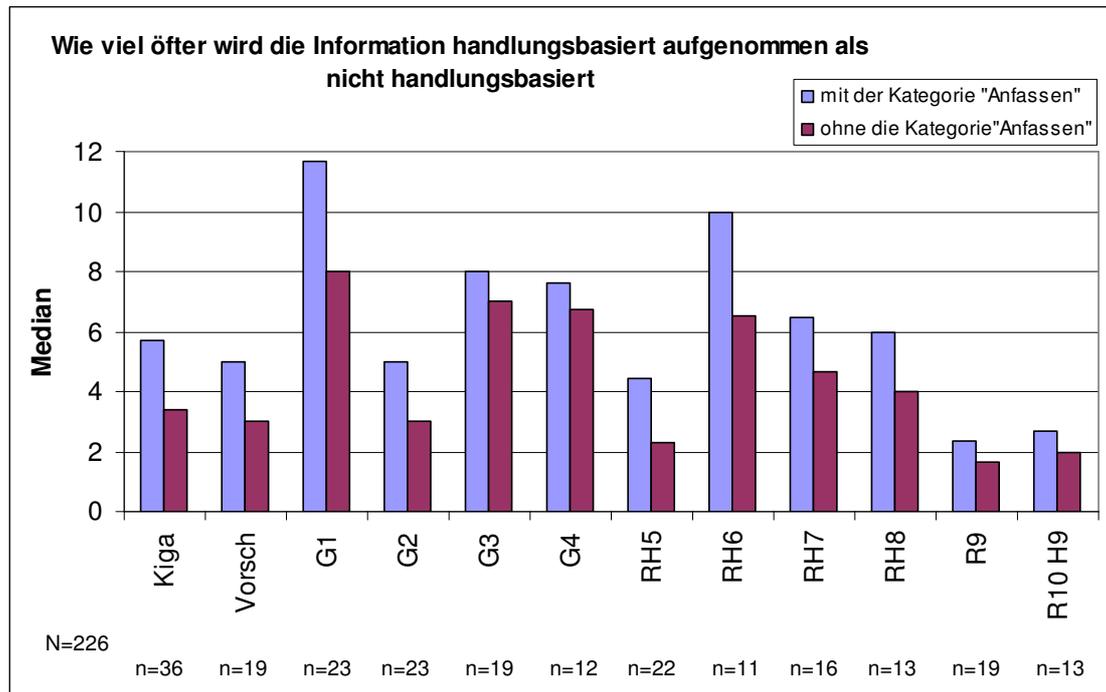


Abbildung 154: Mediane der Ergebnisse der Videoanalyse bei der ersten Begegnung der Quotienten aus handelnder Informationsaufnahme („Anfassen“, „Experimentieren“ und „zielgerichtetes Experimentieren“) zu nicht handelnder Informationsaufnahme („Beobachten“)

Auch bei der Betrachtung der Mediane zeigt sich, dass sich die unterschiedlichen Anteile von handlungsbasierter und nicht handlungsbasierter Informationsaufnahme auch im Mittel von Altersgruppe zu Altersgruppe deutlich unterscheiden können, ohne einen eindeutigen altersabhängigen Trend erkennen zu lassen.

Einzig die im Vergleich zu den anderen Altersgruppen geringeren Anteile der handelnden Informationsbeschaffung bei den älteren Schülern der neunten und zehnten Klasse könnten ein Indiz für eine Altersabhängigkeit sein. Hierzu könnten die signifikant geringeren Werte bei der handelnden Informationsaufnahme aus den beiden beschriebenen Quotienten der R9 als weitere Bestätigung gewertet werden.

Dass die älteren Schüler der neunten und zehnten Klasse im Vergleich zu den jüngeren Schülern mehr beobachten als experimentieren, könnte mit ihrer fortgeschrittenen kognitiven Entwicklung erklärt werden. Diese führt dazu, dass sie vergleichsweise gut auch ohne direkte „Handlungserfahrung“ über das beobachtete physikalische Phänomen nachdenken können. Dieser Punkt kann durch Aussagen von Piaget konkretisiert werden, siehe auch Kapitel „2.3.1 Die kognitiven Entwicklungsstufen nach Piaget“.

Für Piaget ist der Zusammenhang zwischen Handeln und Denken grundlegend. Durch das Handeln mit Gegenständen wird Erkenntnis produziert, welche zu neuen Denkstrukturen führt, die dann neue Möglichkeiten des Handelns eröffnen. Zunächst sind solche Operationen auf Gegenstände bezogen und können dann später auch abstrahierend ohne konkrete Gegenstände geschehen.²⁹⁸

Hervorhebenswert bei den beobachteten Ergebnissen ist nach Meinung des Autors aber die, wenn überhaupt, sehr spät eintretende „Verschiebung“ der handlungsbasierten zur nicht handlungsbasierten Informationsaufnahme ab der neunten Klasse, wie es die visuelle Betrachtung der Mediane zulassen würde. An dieser Stelle sei nochmals betont, dass die statistische Auswertung ergeben hat, dass bei den untersuchten Altersgruppen vom Kindergarten bis zur sogar zehnten Klasse kein eindeutiger altersabhängiger Trend festzustellen ist.

Es kann abschließend ausgesagt werden, dass wenn die Kinder selbstständig entscheiden, wie sie die Informationen an der beobachteten Station Kugelrallye bei der ersten Begegnung gewinnen, sie sich im wesentlichen für den handlungsbasierten „Weg“ entscheiden und zwar unabhängig vom Alter. Sogar das Verhältnis aus handelnder und nicht handelnder Informationsaufnahme zeigt vom Kindergartenalter bis zur wenigstens achten Klasse keine altersabhängigen Veränderungen.

²⁹⁸ Vergleiche GUDJONS, 2003, S. 119ff.

5 Schlussbetrachtung

Die Schlussbetrachtung dieser Studie gliedert sich im Wesentlichen in zwei Teile. Zum einen soll im folgenden Kapitel der wissenschaftliche Wert der Ergebnisse diskutiert werden und zum anderen sollen im darauf folgenden Kapitel die aus den Ergebnissen dieser Studie entwickelten Hypothesen dargestellt werden.

5.1 *Der Wert der Ergebnisse*

Anders als bei Studien, die Hypothesen testen, um beispielsweise ein Treatment zu evaluieren, hat die vorliegende Studie die gefundenen Ergebnisse beschrieben und daraus Hypothesen entwickelt. Dies ist den wenigen wissenschaftlich tragfähigen Erkenntnissen auf diesem Gebiet geschuldet, die eine Erforschung hilfreich erscheinen lässt, welche die Formulierung neuer Hypothesen erleichtert.²⁹⁹

Bei einer solchen Untersuchung, die der Beschreibung der gefundenen Verhaltensunterschiede beim Experimentieren und als Basis für weitere Forschung dient, scheint dem Autor eine sorgfältige Beschreibung der benutzten Verfahren zur Datengewinnung und deren Auswertung besonders bedeutend. Auf diese Weise kann sich der interessierte Leser selbst ein Bild vom Wert der Ergebnisse, deren Interpretationen und der entwickelten Hypothesen machen.

Fernerhin macht nach Ansicht des Autors die sehr breite Untersuchung von sehr vielen Facetten des Verhaltens während des Experimentierens den Wert dieser Studie aus. So ist das naturwissenschaftliche Verhalten genauso wie das Verhalten analysiert worden, welches nicht mit der eigentlichen Auseinandersetzung mit dem der Station innewohnenden Phänomen zu tun hat, wie beispielsweise dem Streiten, Stören und Rumstehen. Die ausführlich dargestellten Ergebnisse könnten daher auch als Grundlage für die Entwicklung von weiteren Hypothesen dienen, die sich nicht nur mit dem Lernverhalten auseinandersetzen, sondern mit dem Sozialverhalten von Kindern. Dies ist vom Autor teilweise schon unternommen worden, aber er ist sich seiner Grenzen auf diesem Gebiet schon allein aufgrund seiner Ausbildung zum Ingenieur und Lehrer sehr wohl bewusst.

²⁹⁹ Vergleiche BORTZ, 2009, S. 31.

Während der Auswertung der Daten gab es Anzeichen für die Tragfähigkeit der gewonnenen Ergebnisse, die hier kurz dargestellt werden sollen.

Die Ergebnisse beim „nichtnaturwissenschaftlichen Verhalten“ beim Einzel- und Gruppenverhalten stimmen weitgehend überein, obwohl sie mit abweichenden Verfahren und Daten gewonnen wurden.

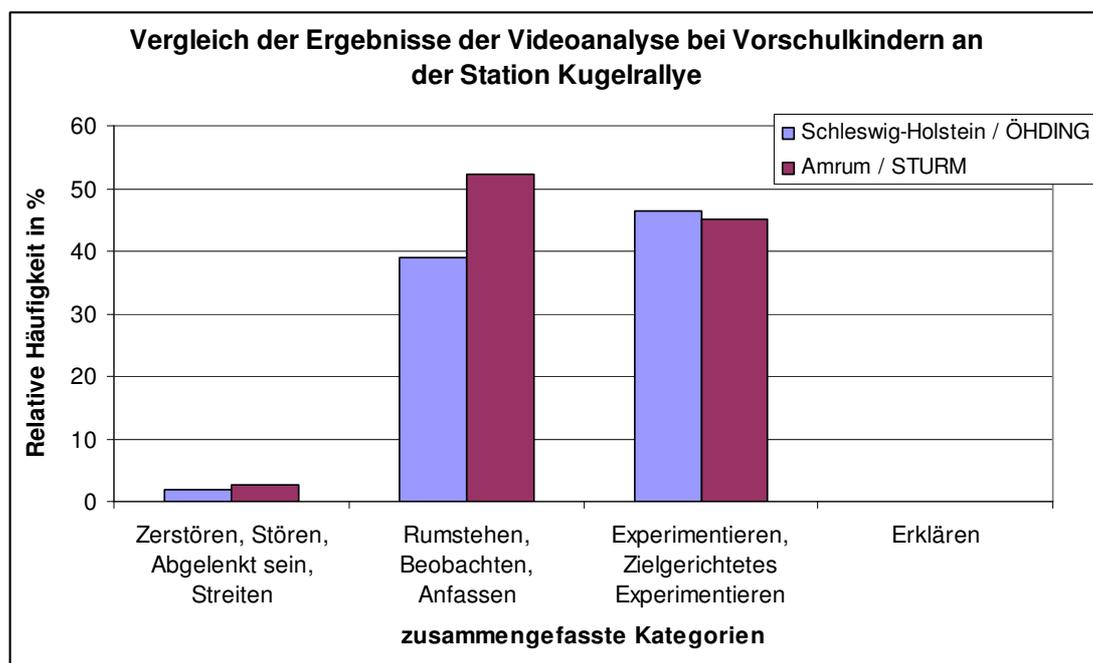
Die Ergebnisse der verteilten Fragebögen zu den Vorlieben zum „einsamen“ bzw. „gemeinsamen Agieren“ stimmten vom Wesen mit den Ergebnissen der Videoanalyse des Gruppenverhaltens überein.

Bei der Verwendung von Videokameras für die Aufzeichnung des Verhaltens von Kindern kann eingewendet werden, dass dies das Verhalten beeinflussen könnte, genauso wie die Anwesenheit des Hausmeisters während der Begegnungen. Deswegen soll an dieser Stelle bemerkt werden, dass bei der Betrachtung der Videos niemals ein Eingreifen des Hausmeisters zu beobachten gewesen ist. Auch ein Kommentar von Schülerseite wie: „Pass auf, was du machst, du wirst gefilmt“ oder sinngemäß wurde nicht bemerkt. Dies schließt eine Beeinflussung der Kinder nicht aus, kann aber als Hinweis für einen wenn überhaupt schwächeren Einfluss auf das Verhalten der Kinder gedeutet werden.

Das Genannte soll als Anhaltspunkt für den Wert der benutzten Verfahren und der verwendeten Methodik gesehen werden.

Es muss aber auch bemerkt werden, dass die Daten nur auf der Insel Amrum an den dort wohnenden Kindern gewonnen wurden. Für eine bessere Vergleichbarkeit der verschiedenen Altersgruppen ist dies aufgrund der ähnlichen Sozialisierung und des ähnlichen Milieus, aus denen die Kinder kommen, von Vorteil. Es sei hier auch erlaubt, dass der seit einigen Jahren auf Amrum wohnende Autor darauf hinweist, dass ihm große Unterschiede zwischen den Amrumer Schülern und anderen Schülern deutscher Festlandschulen während seiner Tätigkeit als Lehramtsanwärter und Lehrer nicht aufgefallen sind. Aber streng genommen können die Ergebnisse zunächst nur Aussagen zu den Amrumer Kindern liefern. In wieweit die Ergebnisse auch auf andere Kinder außerhalb von Amrum übertragbar sind, müssten ergänzende Studien zeigen.

Als Indiz für die Übertragbarkeit der Amrumer Ergebnisse soll ein Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit den Ergebnissen von ÖHDING 2009 erfolgen. In dieser Arbeit wurde auch das Verhalten an der Station Kugelrallye von Vorschulkindern aus neun Kindertagesstätten in Schleswig-Holstein mit Hilfe einer kategoriengeleiteten Videoanalyse ausgewertet.³⁰⁰ Da die Fragestellung in der Arbeit von ÖHDING 2009 deutlich von der in dieser Studie abweicht, wurden in den beiden verglichenen Arbeiten unterschiedliche Kategorien verwendet. Werden einzelne Kategorien mit überschneidenden Inhalten zusammengefasst, so ergeben sich doch vergleichbare „Kategoriengruppen“. Werden nun die Ergebnisse von ÖHDING 2009 von der Kugelrallye mit denen der Vorschulkinder aus dieser Studie verglichen, ergeben sich bei den zusammengefassten „Kategoriengruppen“ folgende Werte.



	Schleswig-Holstein / ÖHDING	Amrum / STURM
Zerstören, Stören, Abgelenkt sein, Streiten	1,9	2,7
Rumstehen, Beobachten, Anfassen	38,9	52,4
Experimentieren, Zielgerichtetes Experimentieren	46,5	44,9
Erklären	0,1	0,0

Abbildung 155: Vergleich der relativen Anteile der „Kategoriengruppen“ beim Verhalten der Vorschüler an der Station Kugelrallye, vergleiche ÖHDING, 2009, S. 146, 307ff.

Die verglichenen Werte zeigen im Wesen eine gute Übereinstimmung oder lassen anders formuliert den Schluss zu, dass sich die Kinder der Insel Amrum in ihrem Verhalten nicht wesentlich von denen auf dem Festland unterscheiden. Eine statistische Bestätigung dieser Aussage ist durch die nicht vorliegenden einzelnen Messwerte von der zum Vergleich herangezogenen Arbeit von ÖHDING nicht möglich.

³⁰⁰ Vergleiche ÖHDING, 2009, S. 76.

5.2 Die entwickelten Hypothesen

In diesem Kapitel werden die in dieser Studie entwickelten Hypothesen vorgestellt. Um einen Bezug zu den für die Hypothesengenerierung relevanten Ergebnissen herzustellen, deutet ein Querverweis auf das entsprechende Kapitel hin. Für eine bessere Lesbarkeit der Hypothesen ist dieser als Fußnote ausgeführt.

Die jüngeren Kinder der zweiten und dritten Klasse fühlen sich eher gestört oder behindert durch besetzte Stationen, an die sie nicht können, als ältere Kinder.³⁰¹

Bei den jüngeren Kindern der Vorschule und der ersten beiden Klassen sind geschlechtsspezifische Interessen zu Gunsten der Jungen bei den physikalischen Phänomenen stärker ausgeprägt bzw. spielen entsprechende Rollenerwartungen eine größere Rolle.³⁰²

Die älteren Kinder ab der achten Klasse verlieren gegenüber jüngeren Kindern Interesse und Freude am Experimentieren an Stationen.³⁰³

Die Kinder aller Altersgruppen zeigen nur vereinzelt zerstörerisches Verhalten und gehen im Allgemeinen pfleglich mit dem Material um.³⁰⁴

Sehr junge Kinder (im Kindergartenalter) und pubertierende Schüler zeigen eher störendes Verhalten.³⁰⁵

Kindergartenkinder sind durch Störungen von anderen Kindern nur schwer vom Handeln an der Station abzulenken.³⁰⁶

³⁰¹ Siehe Kapitel „4.2.5 Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“

³⁰² Siehe Kapitel „4.3.1 Die Banksitzer“.

³⁰³ Siehe Kapitel „4.2.2 Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“, „4.2.3 Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?“ und „4.3.1 Die Banksitzer“.

³⁰⁴ Siehe Kapitel „4.4.2 Die Kategorie Zerstören“.

³⁰⁵ Siehe Kapitel „4.4.3 Die Kategorie Stören“.

³⁰⁶ Siehe Kapitel „4.4.4 Die Kategorie Abgelenkt sein“.

Bei der ersten Begegnung lassen sich die Kinder eher durch andere Kinder ablenken als bei späteren Begegnungen (Die Kinder fokussieren immer stärker auf die Station).³⁰⁷

Der Anteil des Streitens hängt nicht vom Alter ab.³⁰⁸

Die jungen Kindergartenkinder benötigen kleine „Auszeiten“, um ihre neuen Erfahrungen kognitiv zu verarbeiten.³⁰⁹

Die pubertierenden Schüler nutzten das Zusammenkommen mit Gleichaltrigen an der Station als persönliche Bühne.³¹⁰

Haben die Kinder die Station ihrer Meinung nach „geschafft“, spielen die jüngeren Kinder bis zur fünften Klasse mit dem Material und die älteren Schüler gehen auf die Bank.³¹¹

Die jüngeren Kinder bis einschließlich der dritten Klasse zeigen bei der Erstbegegnung einen signifikant höheren Anteil als die älteren Kinder ab einschließlich der vierten Klasse beim einfachen, nicht Hypothesen testenden Experimentieren.³¹²

Mit zunehmendem Alter sind die Kinder dazu in der Lage, bei der Erstbegegnung einen höheren Anteil beim zielgerichteten Experimentieren (Hypothesen testend und Variablen isolierend) zu zeigen. Kindergartenkinder und Vorschüler zeigen nur ganz vereinzelt ein solches Verhalten. Bei den Grundschulern bis zur dritten Klasse nimmt dieses Verhalten zu, um ab der Vierten Klasse nochmals zu steigen. Allerdings zeigt sich ab der vierten Klasse kein Zuwachs beim selbstständigen zielgerichteten Experimentieren mehr. In der Pubertät sinkt der Anteil auf Werte, die sich mit den jüngeren Grundschulern vergleichen lassen.³¹³

³⁰⁷ Siehe Kapitel „4.4.4 Die Kategorie Abgelenkt sein“.

³⁰⁸ Siehe Kapitel „4.4.5 Die Kategorie Streiten“.

³⁰⁹ Siehe Kapitel „4.4.6 Die Kategorie Rumstehen“.

³¹⁰ Siehe Kapitel „4.4.6 Die Kategorie Rumstehen“.

³¹¹ Siehe Kapitel „4.3.1 Die Banksitzer“ und „4.4.8 Die Kategorie Anfassen“.

³¹² Siehe Kapitel „4.4.9 Die Kategorie Experimentieren“.

³¹³ Siehe Kapitel „4.4.10 Die Kategorie zielgerichtetes Experimentieren“.

Der Anteil des gesamten Experimentierens zeigt bei den Altersgruppen vom Kindergarten bis zur zehnten Klasse bis auf die geringeren Werte der pubertierenden Schüler der achten und neunten Klasse keinen altersabhängigen Trend.³¹⁴

Der Anteil des gesamten Experimentierens beträgt bei den Kindern bis zur siebten Klasse im Mittel in etwa die Hälfte der anwesenden Zeit. Bei den älteren pubertierenden Schülern verringert sich dieser Anteil.³¹⁵

Erst Kinder ab der zweiten Klasse sind bei der Erstbegegnung dazu in der Lage, die Ursachen eines Phänomens zu diskutieren.³¹⁶

Nur weniger als 30% der Kinder aller Altersgruppen diskutieren selbstständig die Ursachen eines Phänomens bei der Erstbegegnung.³¹⁷

Die Gesamtaufenthaltsdauer an den Stationen ist genauso wie die Einzeldauer pro Besuch vom Alter unabhängig.³¹⁸

Nur die jungen Kinder, die noch nicht zur Schule gehen (Kindergarten und Vorschule), besuchen die Stationen mit mehr Wiederholungen als die Schulkinder. Unter den Schulkindern bis zur zehnten Klasse gibt es keine signifikanten Unterschiede bei der Anzahl der Wiederholungen bei den Besuchen der Stationen.³¹⁹

Die jüngeren Kinder aus dem Kindergarten, der Vorschule und der G1 arbeiten öfters allein und von anderen Kindern unabhängig als die älteren Kinder, obwohl noch anderer Kinder an der Station anwesend sind.³²⁰

³¹⁴ Siehe Kapitel „4.4.11 Ergänzende Diskussion zum Experimentieren“.

³¹⁵ Siehe Kapitel „4.4.11 Ergänzende Diskussion zum Experimentieren“.

³¹⁶ Siehe Kapitel „4.4.12 Die Kategorie Erklären“.

³¹⁷ Siehe Kapitel „4.4.12 Die Kategorie Erklären“.

³¹⁸ Siehe Kapitel „4.4.13 Die Gesamtaufenthaltsdauer“ und „4.4.14 Die Einzeldauer pro Besuch“.

³¹⁹ Siehe Kapitel „4.4.15 Die Anzahl der Wiederholungen“.

³²⁰ Siehe Kapitel „4.4.16 Ergebnisse des Gruppenverhaltens“.

Vom Kindergarten bis zur Mitte der Grundschule nimmt der Anteil vom gemeinsamen Handeln mit begleitenden naturwissenschaftlichen Gesprächen stetig zu. Nach der dritten Klasse entwickelt sich dieser Trend nicht mehr weiter fort.³²¹

Die Kinder bis zur sechsten Klasse zeigen in weniger als 3% der anwesenden Zeit eine abstrahierende Auseinandersetzung mit der Station mit Hilfe von Gesprächen ohne handelnde Beschäftigung. In den Klassen 7 bis 10 kann der Anteil auf höchstens 15% ansteigen.³²²

Die Kinder aus dem Kindergarten und die Schüler der Klassen acht und neun zeigen im Vergleich zu den anderen Altersgruppen öfters ein Verhalten, welches keinen Bezug zur Station hat und somit kein naturwissenschaftliches Ziel. Bei dem genannten „nichtnaturwissenschaftlichen Verhalten“ unterscheiden sich Jungen und Mädchen nicht signifikant voneinander.³²³

Die jüngeren Kinder vom Kindergarten bis zur ersten Klasse zeigen häufiger ein einsames Agieren als ein gemeinsames Agieren, auch wenn mehrere Kinder an der Station anwesend sind.³²⁴

Ab der zweiten Klasse experimentieren die Schüler lieber gemeinsam als alleine und zeigen auch ein gemeinsames Agieren öfters als ein einsames Agieren.³²⁵

Bei der selbst gewählten ersten Informationsbeschaffung (visuell versus haptisch handelnd) ist vom Kindergartenkind bis zum Achtklässler keine Altersabhängigkeit festzustellen.³²⁶

³²¹ Siehe Kapitel „4.4.16 Ergebnisse des Gruppenverhaltens“.

³²² Siehe Kapitel „4.4.16 Ergebnisse des Gruppenverhaltens“.

³²³ Siehe Kapitel „4.4.16 Ergebnisse des Gruppenverhaltens“.

³²⁴ Siehe Kapitel „4.4.16 Ergebnisse des Gruppenverhaltens“.

³²⁵ Siehe Kapitel „4.2.8 Experimentierst Du gerne alleine?“, „4.2.9 Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“ und „4.4.16 Ergebnisse des Gruppenverhaltens“.

³²⁶ Siehe Kapitel „4.4.17 Die für die Informationsaufnahme relevanten Kategorien“.

Die Kinder bis zur achten Klasse zeigen im Mittel (wenn man den Median in einer Altersgruppe bildet) mindestens dreimal so häufig ein Verhalten, welches dem Experimentieren zuzuordnen ist, als ein beobachtendes Verhalten.³²⁷

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass nur bei 14,2% der untersuchten „Variablen-Altersgruppen-Kombinationen“ ein signifikanter Unterschied zwischen Jungen und Mädchen aufgetreten ist, siehe Kapitel „7.8 Weiterer statistische Testergebnisse der Fragebögen“, „7.10 Weitere statistische Testergebnisse der Fotografie“ und „7.12 Weitere statistische Testergebnisse der Videografie“.

³²⁷ Siehe Kapitel „4.4.17 Die für die Informationsaufnahme relevanten Kategorien“.

6 Ausblick

Diese Studie hat viele Aspekte beim Verhalten unterschiedlich alter Kinder untersucht und die gefundenen Ergebnisse dazu genutzt, zahlreiche Hypothesen zu entwickeln. Diese Hypothesen an den gleichen Kindern oder gar mit den gleichen Daten zu prüfen, ist wissenschaftlich nicht haltbar.³²⁸ Die aufgestellten Hypothesen an anderen Kindern zu prüfen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Daher ist es noch folgenden Studien vorbehalten, diese Hypothesen zu testen.

Die ausführliche Darstellung der Ergebnisse sollte es auch erlauben, noch andere Hypothesen zu entwickeln, die zu Forschungsfragen gehören, die der Autor nicht abschätzen kann.

Eine Motivation für diese Studie war die Überlegung, wie und ob das in der Grundschule sehr erfolgreich eingeführte Projekt Miniphänomena (siehe Kapitel „2.1 Projekt Miniphänomena“) auch mit der Sekundarstufe I vereinbar ist. Aus der Beobachtung und Auswertung des Experimentierverhaltens ergibt sich, dass sich die Kinder aus der Grundschule und die Schüler aus der Sekundarstufe I bei vielen Aspekten bemerkenswert ähnlich sind.

Besonders hervorhebenswert ist in diesem Zusammenhang die von den Kindern selbstständig gewählte „Art“ der Informationsbeschaffung an den Experimentierstationen. Denn bei den Kindern vom Kindergartenalter bis zu Schülern der achten Klasse ist bei den Anteilen der visuell (beobachtenden) bzw. haptisch (handelnden) Informationsaufnahme kein Unterschied festzustellen, siehe Kapitel „4.4.17 Die für die Informationsaufnahme relevanten Kategorien“. Bei den Kindern bis zur achten Klasse war der Anteil der haptischen Informationsaufnahme deutlich höher als bei der visuellen Informationsaufnahme. Dies könnte bedeuten, dass für die älteren Schüler der Sekundarstufe I die handelnde Auseinandersetzung mit der Station bzw. mit dem ihr innewohnenden physikalischen Phänomen genauso wichtig ist wie für die Grundschüler. Dann wäre zu erwarten, dass sich das Projekt Miniphänomena auch für die Sekundarstufe als wertvoll erweisen würde.

Überraschend ist bei allen untersuchten Altersgruppen der geringe Anteil eines Verhaltens, welches sich der Kategorie „Erklären“ zuordnen lässt. Die Kinder zeigen

³²⁸ Vergleiche BORTZ, 2010, S. 105.

zwar eine Motivation, beispielsweise bei der Station Kugelrallye herauszufinden, welche Bahn die schnellste ist und gehen dabei auch Variablen isolierend und Hypothesen testend vor. Aber wie schon im Kapitel „4.4.12 Die Kategorie Erklären“ dargestellt, scheinen die Kinder bei ihrer ersten Begegnung von sich aus nur wenig Interesse an den Ursachen des beobachteten physikalischen Phänomens zu haben.

Demzufolge ergibt sich nach Meinung des Autors die Frage, wie man die Kinder dazu provoziert, sich selbstständig Gedanken über die Ursachen eines physikalischen Zusammenhanges zu machen. Denn scheinbar liegt es nicht in deren Natur, eigenständig die Ursachen eines Phänomens zu erforschen, wenn die Gesetzmäßigkeit erkannt ist.³²⁹ Beispielsweise genügt es den meisten experimentierenden Kindern zu wissen, welche Bahn die schnellste ist, ohne zu wissen, warum diese Bahn die schnellste ist.

So sei es hier im Ausblick erlaubt, einige Ideen von möglichen Vorgehensweisen vorzustellen, die auf ihre Eignung geprüft werden könnten, die Kinder dazu zu motivieren, selbstständig nach den Ursachen eines Phänomens zu suchen:

- Die stringenteste und zum Projekt Miniphänomena am meisten passende Vorgehensweise ist wohl die längerfristige Bereitstellung der Stationen auf dem Schulflur. Durch die Gewöhnung an die selbstständige Arbeitsweise und die andauernde Auseinandersetzung mit physikalischen Stationen steigen beispielsweise die physikspezifischen Interessen³³⁰, so dass auch eine höhere Motivation bei der Erforschung der Ursachen eines Phänomens zu erwarten wäre.³³¹
- Das Heranführen der Kinder an die Frage nach dem Warum könnte in genetisch sokratischen Unterrichtsgesprächen, wie sie Martin Wagenschein³³² propagiert, gelingen.

³²⁹ Vergleiche HAMMANN, 2004, S. 199 mit Bezug auf SCHAUBLE, 1991, S. 102-119.

³³⁰ Vergleiche SOMMER, 2010, S. 297.

³³¹ Die längerfristige Bereitstellung der Stationen ist Bestandteil des Projektes Miniphänomena und in seiner Bedeutung von SOMMER 2010 wissenschaftlich belegt worden. Bei der vorliegenden Studie sind aber für eine bessere Vergleichbarkeit der verschiedenen Kinder nur die Erstbegegnungen ausgewertet worden, so dass der Effekt der längeren Beschäftigung mit den Stationen hier nicht wirken konnte.

³³² Vergleiche WAGENSCHN, 2003, S.103 ff.

- Würden die Kinder vor der Begegnung mit den Stationen den Auftrag bekommen, die bei den Stationen beobachteten Zusammenhänge hinterher jemandem zu erklären, könnte dies zu einer stärkeren Auseinandersetzung mit den Ursachen führen.
- Eventuell würde auch der Auftrag, eine Schautafel zu einer bestimmten Station zu erstellen, welche das Phänomen erklärt, zu einer tiefergehenden Beschäftigung mit den Ursachen bei den Kindern führen.
- Auch der geschichtliche Zugang, bei dem das Phänomen „während einer Zeitreise“ mit historischen Experimenten entdeckt wird, könnte in eine eigenständige Auseinandersetzung mit den Ursachen münden.

Zum Teil werden die vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei dem inzwischen eingerichteten Projekt Miniphänomenta Plus für die Sekundarstufe I verwendet. Wie sich dies in der Praxis bewährt, darf gespannt erwartet werden.

7 Anhang

7.1 Weitere Informationen zu den Intelligenztests

Beim K-ABC Test wurden die erforderlichen Rohwerte für das Erreichen der Durchschnittswerte von 100 bzw. 10 dem „Durchführungs- und Auswertungshandbuch“ des Tests³³³ entnommen. Es entstand dabei folgende Tabelle:

Mittelwert	Alter (Jahre)	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
10	Handbewegungen	3	4	6	8	10	12	13	14	14	15	15	einzelheitliches Denken
10	Zahlennachsprechen	3	5	7	8	9	10	11	12	12	12	13	einzelheitliches Denken
10	Wortreihe			5	7	9	12	13	14	14	15	15	einzelheitliches Denken
10	Gestaltschließen	3	5	7	11	13	14	16	17	19	19	19	ganzheitliches Denken
10	Dreiecke zusammenlegen			5	8	11	13	14	14	15	16	16	ganzheitliches Denken
10	Bildhaftes Ergänzen				8	9	11	13	15	16	17	17	ganzheitliches Denken
10	Räumliches Gedächtnis				8	9	12	13	14	15	16	17	ganzheitliches Denken
10	Fotoserie					6	9	12	13	14	14	15	ganzheitliches Denken
100	Wortschatz	8	12	16									Fertigkeiten
100	Gesichter und Orte	2	4	6	8	10	12	13	15	18	18	20	Fertigkeiten
100	Rechnen		3	8	12	15	21	25	28	31	32	34	Fertigkeiten
100	Rätsel		5	8	12	15	17	20	22	24	25	26	Fertigkeiten
100	Lesen/Verstehen						7	14	17	19	19	20	Fertigkeiten

Abbildung 156: Tabelle der für das Erreichen der Mittelwerte von 100 bzw. 10 erforderlichen Rohwerte im K-ABC Test

Die Zuordnung der Subtests zu den Bereichen „einzelheitliches“ und „ganzheitliches Denken“ als auch zu den „speziellen Fertigkeiten“ erfolgte nach dem „Interpretationsbuch“ des Tests³³⁴. Die Subtests wurden vom Autor für eine bessere Lesbarkeit der Diagramme teilweise selektiert. Dieses Vorgehen scheint dem Autor vertretbar, da die Grafiken lediglich den generellen Charakter des Verlaufs der kognitiven Fähigkeiten darstellen sollen, trotzdem soll hier auf diesen Umstand explizit hingewiesen werden.

³³³ Vergleiche MELCHERS, 2001a, S. 86ff.

³³⁴ Vergleiche MELCHERS, 2001b, S. 48ff.

Beim HAWIK-IV-Test wurden die erforderlichen Rohwerte für das Erreichen der Durchschnittswerte von 10 dem „Manual“ des Tests³³⁵ entnommen. Es entstand dabei folgende Tabelle:

Mittelwert	Alter (Jahre)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
10	Zahlen nachsprechen	10	11	13	14	14	15	15,5	16	16,5	17	18	Arbeitsgedächtnis
10	Buchstaben-Zahlen-Folgen	7	10,5	13,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19	19,5	20	21	Arbeitsgedächtnis
10	Rechnerisches Denken	10	15	18,5	21	23	24	25	26	26	27	28	Arbeitsgedächtnis
10	Gemeinsamkeiten finden	7	10	12,5	15,5	17,5	20	22	24	25,5	27	28,5	Sprachverständnis
10	Wortschatz-Test	18,5	22	26	30	34	38	41,5	44,5	47,5	49,5	51	Sprachverständnis
10	Allgemeines Verständnis	10	12,5	15	17,5	19,5	21,5	23,5	25,5	27,5	29	30,5	Sprachverständnis
10	Allgemeines Wissen	9	11	13	15	16,5	18	19	20,5	21,5	22,5	23,5	Sprachverständnis
10	Begriffe erkennen	8	9	10	11	12	13	14,5	15,5	16,5	17	18	Sprachverständnis
10	Zahlen-Symbol-Test	29,5	41	32	37	41	46	50,5	55,5	59,5	64	68	Verarbeitungsgeschwindigkeit
10	Symbol-Suche	13,5	22	17,5	20	22,5	24,5	26,5	28,5	30,5	32,5	34	Verarbeitungsgeschwindigkeit
10	Durchstreich-Test	48,5	56	64,5	72,5	79,5	86,5	92,5	98	102	106	108	Verarbeitungsgeschwindigkeit
10	Mosaik-Test	18,5	23,5	28	32	36	39	42,5	45,5	47,5	50	52	Wahrn. Logisches Denken
10	Bildkonzepte	10	13	15	16	17	18	19	19,5	20	20	20	Wahrn. Logisches Denken
10	Matrizen-Test	10,5	14	16,5	18,5	20	21	22	23	23,5	24,5	25,5	Wahrn. Logisches Denken
10	Bilder ergänzen	13,5	17,5	20,5	22,5	24,5	26	27	28	29	30	31	Wahrn. Logisches Denken

Abbildung 157: Tabelle der für das Erreichen des Mittelwertes von 10 erforderlichen Rohwerte im HAWIK-IV-Test

Die Zuordnung der Subtests zu den vier kognitiven Bereichen Sprachverständnis, wahrnehmungsgebundenes logisches Denken, Arbeitsgedächtnis und Arbeitsgeschwindigkeit geschah nach dem „Manual“ des Tests.³³⁶

³³⁵ Vergleiche PETERMANN, 2010, S. 358ff.

³³⁶ Vergleiche ebenda, S. 24

7.2 Fragebogen zur Auswahl der videografierten Station

Sehr geehrte Frau Muster³³⁷,

mein Name ist Sven Sturm und ich bin ein neuer Doktorand an der Universität Flensburg. Ich möchte unter der Betreuung von Herrn Prof. Dr. Fiesser das altersabhängige Verhalten von Kindern im Alter von 3 bis 17 Jahren an naturwissenschaftlich-technischen Experimentierstationen untersuchen.

Hierzu werden 7-8 Stationen aufgebaut, bei denen das Verhalten der Kinder mit Hilfe der Videoanalyse verglichen werden soll. Allerdings möchte ich eine detaillierte Videoanalyse nur an 2-3 Stationen vornehmen. Diese Stationen sollen geeignet sein, alle Schüler (Jungen und Mädchen im Alter von 3 bis 17 Jahren) anzusprechen und auch vielfältige Verhaltensweisen bzw. Lerntiefen zu provozieren.

Es würde mich sehr freuen, wenn Sie mir mit Ihrer Erfahrung helfen könnten, geeignete Stationen auszuwählen. Bitte markieren Sie die Ihrer Meinung nach 4 am meisten geeigneten Stationen in der Liste der voraussichtlich zur Verfügung stehenden Stationen. Tragen Sie eine 1 für die Ihrer Ansicht nach am meisten Erfolg versprechende Station ein, dann eine 2 für die nächst geeignete usw.

Der längste Weg	
Kugelrallye	
Farbige Schatten	
Drei Zeiten Pendel	
Koppelpendel	
Kugelrampe	
Bernoulliball (Mit Wasser und Tischtennisball)	
Begehbare Brücke	
Lissajousfiguren	

Bemerkungen:

Mit freundlichen Grüßen

Sven Sturm
(...)

³³⁷ Aus Gründen der Anonymität wurde der Name geändert.

7.3 Informationsbrief an die Erziehungsberechtigten der untersuchten Kinder

(Kopf der Schule, bzw. des Kindergartens)

Liebe Eltern,

im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie des Institutes der Physik und Chemie und ihrer Didaktik der Universität Flensburg werden Beobachtungen und Datenerhebungen an Amrumer Kindern und Jugendlichen vorgenommen.

Diese Studie soll überprüfen, ob die bereits in bestimmten Altersklassen erfolgreich eingeführten Methoden der Physikdidaktik auf andere Altersklassen übertragbar sind. Es wird sich erhofft, dass dies ein Weg wäre, das in vielen Erhebungen (z.B. PISA) festgestellte und von vielen Arbeitgebern beklagte geringe Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Inhalten bzw. Berufen zu verbessern.

Für diese Studie werden Ihre Kinder in der Zeit vom 16.05. bis zum 27.05. beim selbstständigen Experimentieren an physikalischen Stationen insgesamt 2 Schulstunden beobachtet (mit Videokameras gefilmt und fotografiert) und mit Hilfe von Fragebögen (ab Klasse 2) befragt. Das Material wird ausschließlich von Herrn Sturm und einzelnen Personen³³⁸ ausschließlich für Validierungszwecke ausgewertet. Veröffentlichungen der Ergebnisse geschehen nur anonymisiert, d.h. es werden niemals die richtigen Namen ihres Kindes verwendet. Voraussichtlich werden einzelne Bilder mit einzelnen Kindern zur Veranschaulichung auch hier ohne den richtigen Namen veröffentlicht. Nach Abschluss der Studie werden die Daten gelöscht. Eine weitere Selbstverständlichkeit ist, dass die Beobachtungen keinesfalls für die Notenfindung oder andere Bewertungen von Herrn Sturm herangezogen werden. Damit die Ergebnisse dieser Studie wissenschaftlich wertvoll werden, sollen die Kinder im genannten Zeitraum so zwanglos und selbstständig wie möglich agieren. Bitte halten Sie sich als Eltern in diesem Zeitraum zurück mit Ermunterungen zur Teilnahme an den Versuchen oder auch mit physikalischen Erklärungen.

Bitte füllen Sie die unten angefügte Einverständniserklärung aus und teilen uns so mit, ob Sie mit den Beobachtungen und Datenerhebungen an Ihrem Kind einverstanden sind. Ihr Einverständnis ist selbstverständlich freiwillig. Bitte haben Sie dafür Verständnis, dass Ihr Kind ohne Einverständniserklärung nicht an den physikalischen Versuchen teilnehmen kann, da es dann voraussichtlich gefilmt und fotografiert werden würde.

Auf einem Informationsabend am³³⁹ wird Herr Sturm das Projekt kurz vorstellen und Ihre offen gebliebenen Fragen beantworten.

Mit freundlichen Grüßen

Einverständniserklärung

Als Erziehungsberechtigter meines Kindes _____

aus Klasse _____ bin ich damit

einverstanden,

nicht einverstanden,

dass mein Kind während dem Experimentieren an physikalischen Stationen im Rahmen der genannten Zwecke gefilmt und fotografiert wird.

Datum: _____ Unterschrift: _____

³³⁸ Aus Gründen der Anonymität wurden die Personenzuweisungen entfernt.

³³⁹ Unterschiedliche Termine für die teilnehmende Schule bzw. teilnehmenden Kindergärten.

7.4 Vertraulichkeitserklärung für die Leiter der Schule und der Kindergärten

Sven Sturm
(...)

An den Schulleiter der Öömrang Skuul
(...)

Vertraulichkeitserklärung

Sehr geehrter Herr Mustermann³⁴⁰,

hiermit erkläre ich die von Ihnen bereitgestellten Daten Ihrer Schüler ausschließlich für ein wissenschaftliches Forschungsvorhaben zu benutzen. Das Forschungsvorhaben ist eine Dissertation an der Universität Flensburg am Institut der Physik und Chemie und deren Didaktik bei Prof. Dr. Lutz Fiesser. Alle Veröffentlichungen, bzw. jede Weitergabe der Forschungsergebnisse geschehen in anonymisierter Form.

Beschreibung der benötigten Daten:

Es handelt sich um eine Liste (Excel-Datei) von allen Schülern der Öömrang Skuul. Sie enthält die Daten: Vor- und Nachname, Geburtsdatum und besuchte Klasse.

Nebel, den:

³⁴⁰ Aus Gründen der Anonymität wurde der Name geändert.

7.5 Ergänzendes Material zur Organisation und Durchführung der Begegnungen

Fragebogen für den Zeitraum vom 16.05. – 27.05.11

Klasse: Klassenlehrer(in):

Bitte gib alle nicht verschiebbare Termine wie Klassenreise, Ausflüge, Theaterveranstaltungen, Sportturniere, ... für Deine Klasse an:

Mo	Di	Mi	Do	Fr
16.05.	17.05	18.05.	19.05.	20.05.
23.05.	24.05.	25.05.	26.05.	27.05.

Vielen Dank!

Zeitplan

	Mo 16.05.	Di 17.05.	Mi 18.05.	Do 19.05.	Fr 20.05.
7:30-8:15					
8:15-9:00	RH6	R8	G4.1	H9 R10	RH7
9:15-10:00	R9	G1	G4.2		RH6
10:15-11:00	G3	G2	Kiga GB	Vorschule	RH5
11:15-12:00			Kiga LZ	Kiga RB	
12:05-12:50					

	Mo 23.05.	Di 24.05.	Mi 25.05.	Do 26.05.	Fr 27.05.
7:30-8:15					
8:15-9:00	G3	R8	G4.2	RH7	RH5
9:15-10:00	R9	G2	G4.1		
10:15-11:00		G1	Vorschule	Kiga LZ	H9 R10
11:15-12:00			Kiga GB	Kiga RB	
12:05-12:50					

Abbildung 158: Zeitplan für die beiden Begegnungen der verschiedenen Lerngruppen

Bemerkung: Die Altersklasse Kindergarten besteht aus drei verschiedenen Kindergartengruppen, die hier mit Kiga GB, Kiga LZ und Kiga RB abgekürzt werden. Die Klasse G4 ist aufgrund ihrer Größe in zwei Gruppen (G4.1 und G4.2) geteilt worden, von denen aber nur die Gruppe G4.2 für die Messung herangezogen worden ist, da es bei der Gruppe G4.1 erhebliche technische Probleme bei der Aufzeichnung gab.

Einweisung der Kinder durch den Hausmeister kurz vor der Begegnung, die in dieser Form dem Hausmeister schriftlich vorgelegen hat:

Wir haben jetzt gleich eine Experimentierstunde. Ihr werdet verschiedene Stationen vorfinden, an denen ihr alles probieren könnt, was ihr mögt.

Regeln für das Experimentieren:

- Es wird nichts benotet oder bewertet.
- Die Stationen bleiben bitte komplett an ihrem Platz.
- Die Kameras bitte nicht anfassen.
- Wer Pause machen will, kann sich auf diese Bänke dort setzen.
- In der nächsten Pause werdet ihr noch fotografiert und sollt einen Fragebogen ausfüllen. Bitte nicht wegrennen, ihr holt die Pause in der nächsten Stunde nach.

Gibt es noch Fragen?

Checkliste für die Messungen, die der Hausmeister vor jeder neuen Begegnung geprüft hat:

Kameras alle an?

Mikrofone alle angeschlossen?

Stromversorgung der Kameras ok?

Spiegelreflexkamera gestartet und gestoppt?

Bodenmikrofon angestellt?

Hat die Spiegelreflexkamera noch genügend Batterie?

Stationen alle in Ordnung?

Bemerkung: An der Station „begehbare Brücke“ war ein Bodenmikrofon installiert, welches eingeschaltet sein musste, damit es den Ton aufzeichnet. Die Spiegelreflexkamera war mit einem Intervallauslöser versehen, der alle zehn Sekunden ein Bild auslöste, welcher zu den Begegnungen jeweils gestartet und gestoppt werden musste. Damit ein vergleichbares Experimentieren ermöglicht wurde, musste dafür Sorge getragen werden, dass alle Stationen voll funktionsfähig und vollständig waren.

7.6 Einverständniserklärung zur Veröffentlichung von Bildern

Sven Sturm
(...)

Einverständniserklärung zur Veröffentlichung

Hiermit erkläre ich als Elternteil meines Kindes Max Mustermann³⁴¹ mein Einverständnis damit, dass im Rahmen der Miniphänomena in der Turnhalle der Öömrang Skuul entstandenen Fotos auf denen mein Sohn zu sehen ist, veröffentlicht werden dürfen.

Außerdem erhebe ich für Veröffentlichungen kein Honoraranspruch.

Für die Einverständniserklärung gilt keine zeitliche Beschränkung.

Den oben genannten Bedingungen stimme ich zu.

Datum:

Unterschrift Schüler:

Unterschrift Erziehungsberechtigter(in):

³⁴¹ Aus Gründen der Anonymität wurde der Name geändert.

7.7 Fragebögen für die Schülerbefragung nach den beiden Begegnungen

Fragebogen zum Experimentieren in der Turnhalle

Mädchen Junge

	 ja sehr	 ja teilweise	 mittel	 eher nicht	 überhaupt nicht
1 Hast Du diese Stunde interessant gefunden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Freust Du Dich auf die nächste solche Stunde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Konntest Du ohne Störung experimentieren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Schätzt Du Dich in HSU oder Physik gut ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Beschreibe oder male (auf der Rückseite) die beiden Stationen, die Dir am meisten gefallen haben:	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				

Abbildung 159: Fragebogen nach der ersten Begegnung

Fragebogen zum Experimentieren in der Turnhalle

Mädchen Junge

	ja sehr 	ja teilweise 	mittel 	eher nicht 	überhaupt nicht 
1 Hast Du diese Stunde interessant gefunden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Würdest Du Dich über noch so eine Stunde freuen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Konntest Du ohne Störung experimentieren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Experimentierst Du gerne alleine?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Würdest Du gerne solche Stationen in der Schule bauen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Experimentierst Du gerne mit Mädchen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Experimentierst Du gerne mit Jungen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 160: Fragebogen nach der zweiten Begegnung

7.8 Weitere statistische Testergebnisse der Fragebögen

Im Kapitel „4.2 Ergebnisse der Fragebögen“ wurden die Ergebnisse beschrieben und interpretiert. Um die Lesbarkeit des Textes zu erleichtern, sind die Ergebnisse einiger statischen Tests hier im Anhang dargestellt. Die daraus entstandenen Schlussfolgerungen sind aber bereits im genannten Kapitel vorgestellt.

Die ersten vier Fragen wurden bei beiden Fragebögen gestellt. Daher erfolgte ein Vergleich der Ergebnisse zwischen der ersten und der zweiten Begegnung. Aufgrund der anonymen Fragebögen konnten die Fragebögen nicht einzelnen Schülern zugeordnet werden und auf diese Weise auch nicht die nicht bei beiden Begegnungen anwesenden Schüler aussortiert werden. Daher handelt es sich um unabhängige Stichproben und es wurde der U-Test nach Mann und Whitney benutzt.

		F1	F2	F3	F4
G2	Sig.	,034	,014	,811	1,000
G3	Sig.	,007	,002	,056	,282
G4	Sig.	,279	,034	,709	,909
RH5	Sig.	,061	,019	,090	,775
RH7	Sig.	,090	,031	,323	,772
RH8	Sig.	,025	,046	,297	,613
RH9	Sig.	,100	,004	,799	,737
R10 H9	Sig.	,844	,144	,288	,041

Abbildung 161: Ergebnisse des Vergleichs der Ergebnisse der ersten vier Fragen zwischen den beiden Begegnungen

Die ersten vier Fragen F1 bis F4 lauteten dabei wie folgt:

F1 „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“

F2 „Würdest Du Dich über noch so eine Stunde freuen?“

F3 „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“

F4 „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“

Der statistische Vergleich zwischen Jungen und Mädchen nach der ersten wie nach der zweiten Begegnung geschah auch mit dem U-Test nach Mann und Whitney, da es sich bei den Jungen und Mädchen jeweils um andere Testteilnehmer handelte. Folgend die ermittelten Ergebnisse für die geschlechtsabhängigen Unterschiede für den Fragebogen nach der ersten Begegnung.

		F1	F2	F3	F4	F5	F6
G2	Sig.	,864	,909	,022	,121	,598	,100
G3	Sig.	,642	,241	,715	,091	,236	,220
G4	Sig.	,892	,484	,075	,367	,063	,273
RH5	Sig.	,021	,891	,768	,880	,598	,972
RH6	Sig.	,049	,461	,687	,471	,279	,075
RH7	Sig.	,157	,796	1,000	,703	,016	,033
RH8	Sig.	,005	,254	,073	,435	,086	,937
R9	Sig.	,246	,102	,016	,054	,897	,578
R10H9	Sig.	,821	,139	,496	1,000	,016	,073

Abbildung 162: Ergebnisse der statistischen geschlechtsabhängigen Unterschiede bei der Beantwortung des ersten Fragebogens

Die sechsgestellten Fragen F1 bis F6 lauteten dabei wie folgt:

F1 „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“

F2 „Würdest Du Dich über noch so eine Stunde freuen?“

F3 „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“

F4 „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“

F5 „Findest Du Schulfächer wie HSU oder Physik interessant?“

F6 „Schätzt Du Dich in HSU oder Physik gut ein?“

Beim Fragebogen nach der zweiten Begegnung fielen die geschlechtsabhängigen Unterschiede wie folgt aus:

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
G2	Sig.	,219	,149	,030	,008	,695	1,000	,571	,034	,318	,109	,014
G3	Sig.	,035	,165	,156	,250	,319	,168	,117	,015	,000	,866	,645
G4	Sig.	,005	,004	,091	,095	,045	,119	,111	,003	,010	,206	,083
RH5	Sig.	,803	,491	,901	,299	,516	,657	,222	,000	,052	,077	,873
RH6	Sig.	,017	,182	,052	,098	,942	,450	,234	,236	,580	,874	,456
RH7	Sig.	,208	,851	,163	,257	,262	,476	,078	,130	,007	,506	,041
RH8	Sig.	,003	,089	,007	,025	,552	,124	,417	,001	,063	,005	,016
R9	Sig.	,044	,069	,001	,663	,387	,014	,185	,006	,516	,022	,077
R10 H9	Sig.	,049	,047	,833	,741	,368	,596	,450	,741	,167	,357	,033

Abbildung 163: Ergebnisse der statistischen geschlechtsabhängigen Unterschiede bei der Beantwortung des zweiten Fragebogens

Da weil sich die Fragen bei den beiden Fragebögen zum Teil unterscheiden, sollen auch hier die gestellten Fragen noch einmal aufgelistet werden:

F1 „Hast Du diese Stunde interessant gefunden?“

F2 „Würdest Du Dich über noch so eine Stunde freuen?“

F3 „Konntest Du ohne Störung experimentieren?“

F4 „Konntest Du an die Stationen, die Dich interessiert haben?“

F5 „Experimentierst Du gerne alleine?“

F6 „Experimentierst Du gerne in einer Gruppe?“

F7 „Würdest Du gerne solche Stationen in der Schule bauen?“

F8 „Experimentierst Du gerne mit Mädchen?“

F9 „Experimentierst Du gerne mit Jungen?“

F10 Abgeleitet: „Experimentierst Du gerne mit gleichgeschlechtlichen Schülern?“

F11 Abgeleitet: „Experimentierst Du gerne mit andersgeschlechtlichen Schülern?“

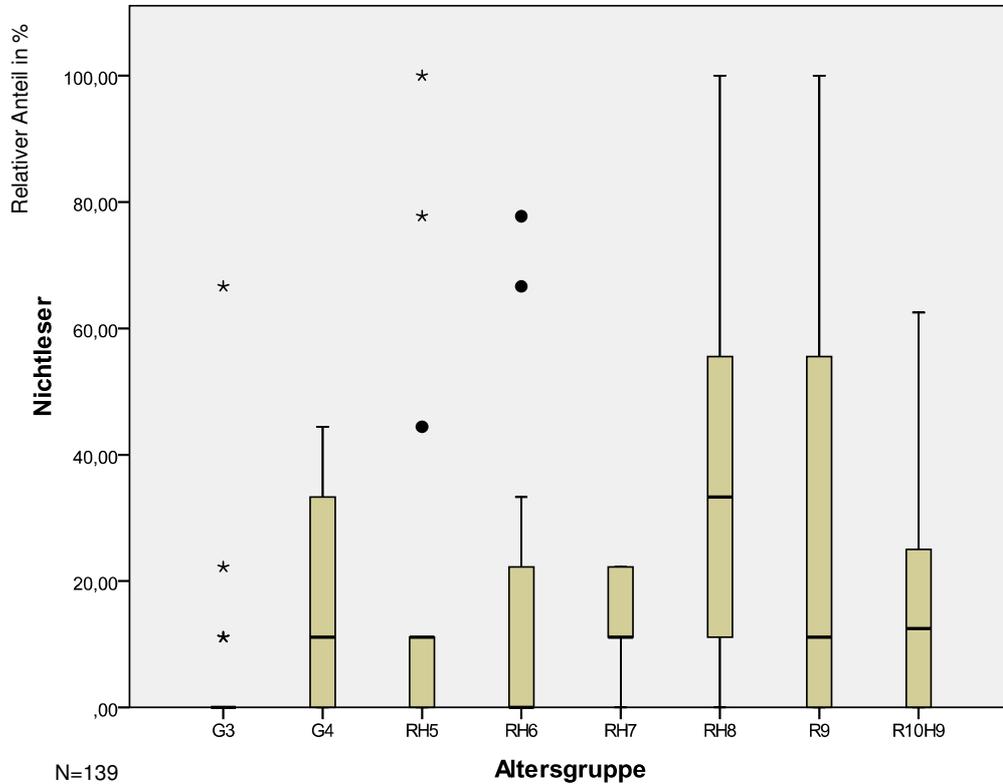
7.9 Vergleich der Nichtteilnahme am Experimentieren und an der Lesestunde

Bevor die Nichtteilnahme am Experimentieren mit der von der Lesestunde verglichen wird, soll erklärt werden, was sich hinter dem Begriff Lesestunde verbirgt.

Die Lesestunde ist eine in der Amrumer Schule für alle Klassen einmal pro Woche stattfindende freie Lesezeit zur Stärkung der Lesekompetenz. Die Schüler entscheiden selbst, was sie in dieser Zeit lesen, und bringen die entsprechenden Bücher oder Zeitschriften mit. Damit nicht immer der gleiche Unterricht betroffen ist, wechselt die betreffende Stunde von Woche zu Woche. Der dann ursprünglich im Stundenplan stehende Fachunterricht findet nicht statt. Der in dieser Stunde eigentlich unterrichtende Lehrer führt lediglich die Aufsicht und liest auch als gutes Beispiel eine selbst gewählte Lektüre. Normalerweise ermuntert der anwesende Lehrer nicht lesende Schüler dazu, ihr Buch weiter zu lesen.

Um den Aufwand für die Messung der Nichtteilnahme an der Lesestunde in einem angemessenen Rahmen zu halten, wurde diese mit Beobachtungsbögen durchgeführt. Hierzu erhielten die Aufsicht führenden Lehrer eine Klassenliste, in der sie in Fünf-Minuten-Intervallen eingetragen haben, wer nicht liest. Auf diese Weise entstehen zu jedem beobachteten Kind Daten zum relativen Anteil der Nichtteilnahme, die dann auch der Altersgruppe und dem entsprechenden Geschlecht zugeordnet werden können. Diese Daten wurden wieder anonymisiert verarbeitet. Diese Daten sind längst nicht so genau wie bei den „Banksitzern“, die in Zehn-Sekunden-Intervallen mit dem fotografischen Verfahren gemessen wurden. Hier muss abgewogen werden, was vertretbar ist und was eventuell zu ungenauen Ergebnissen führt, da die Lehrer hier viele Kinder gleichzeitig beobachten müssen. Einzelne Lehrer haben rückgemeldet, dass kürzere Beobachtungsintervalle zu Ungenauigkeiten führen könnten. Ferner ist auch der Einfluss der verschiedenen Beobachter nur schwer abzuschätzen. Dennoch sollen diese Daten einen ersten Vergleich mit den „Banksitzern“ in dieser explorativ angelegten Studie ermöglichen. Zumal hier nur eine Facette beleuchtet wird, die mit dem eigentlichem Ziel der Studie, dem Suchen nach altersabhängigen Verhaltensunterschieden beim Experimentieren, nicht direkt zu tun hat.

Damit die Nichtteilnahme vergleichbarer wird, wurden die beobachtenden Lehrer dazu aufgefordert, beim „Nichtlesen“ möglichst nicht einzugreifen. Nach Aussage der betreffenden Lehrer ist dies auch gelungen.



N=139

	n=23	n=19	n=14	n=21	n=13	n=18	n=13	n=18
Nichtleser	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
G3		0,002	0,031	0,101	0,001	0,000	0,004	0,001
G4	0,002		0,449	0,149	0,538	0,084	0,651	0,804
RH5	0,031	0,449		0,535	0,340	0,081	0,363	0,184
RH6	0,101	0,149	0,535		0,204	0,010	0,148	0,098
RH7	0,001	0,538	0,340	0,204		0,041	0,593	0,237
RH8	0,000	0,084	0,081	0,010	0,041		0,372	0,124
R9	0,004	0,651	0,363	0,148	0,593	0,372		0,935
R10H9	0,001	0,804	0,184	0,098	0,237	0,124	0,935	

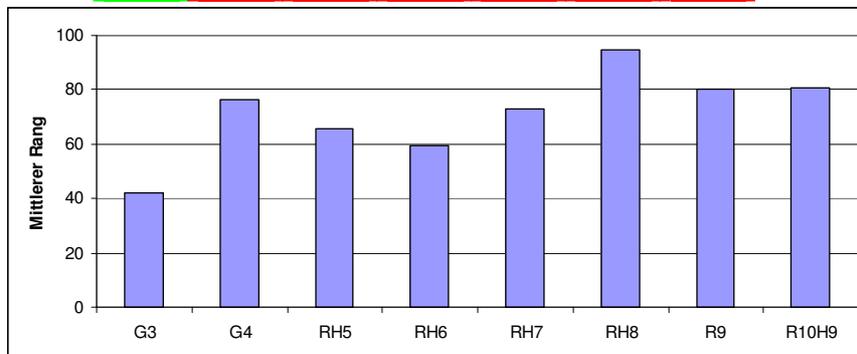


Abbildung 164: Ergebnisse der Lehrerbeobachtungen zur „Nichtteilnahme“ an der Lesestunde

Da die Lesestunde in der ersten und zweiten Klasse meist nicht über die ganzen 45 Minuten durchgeführt werden, wurden für eine bessere Vergleichbarkeit nur die Altersgruppen ab der dritten Klasse berücksichtigt.

Beschreibung:

Der Anteil der „Nichtleser“ ist in der G3 signifikant geringer als in den meisten der anderen Jahrgänge. Demgegenüber ist der Anteil der Nichtleser in der RH8 signifikant höher als in drei anderen Altersgruppen.

Bei den sonstigen Gruppen ist kein signifikanter Unterschied untereinander festzustellen.

Interpretation:

Es könnte bei der Betrachtung der Ergebnisse der Eindruck entstehen, dass der Anteil der Nichtleser mit zunehmendem Alter steigt. Die besonders hohen Werte der achten Klasse weisen eventuell auch beim Lesen wie beim Experimentieren auf eine Interessenverschiebung während der Pubertät hin. Die statistischen Ergebnisse könnten aber auch so gedeutet werden, dass es sich bei den Klassen G3 und RH8 um zufällige Ausreißer handelt und der Rest sich eben nicht signifikant voneinander unterscheidet und es somit keine altersabhängige Tendenz bei den Nichtlesern gibt.

Die statistische Untersuchung der Nichtleser auf Geschlechterunterschiede in den Altergruppen erfolgte mit dem U-Test nach Mann und Whitney für unabhängige Stichproben, da es sich bei den Jungen und Mädchen um andere Versuchsteilnehmer handelt.

	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Nichtleser	,105	,378	,227	,236	,232	,927	,609	,026

Abbildung 165: Ergebnisse des U-Tests für die Geschlechterunterschiede bei den Nichtlesern

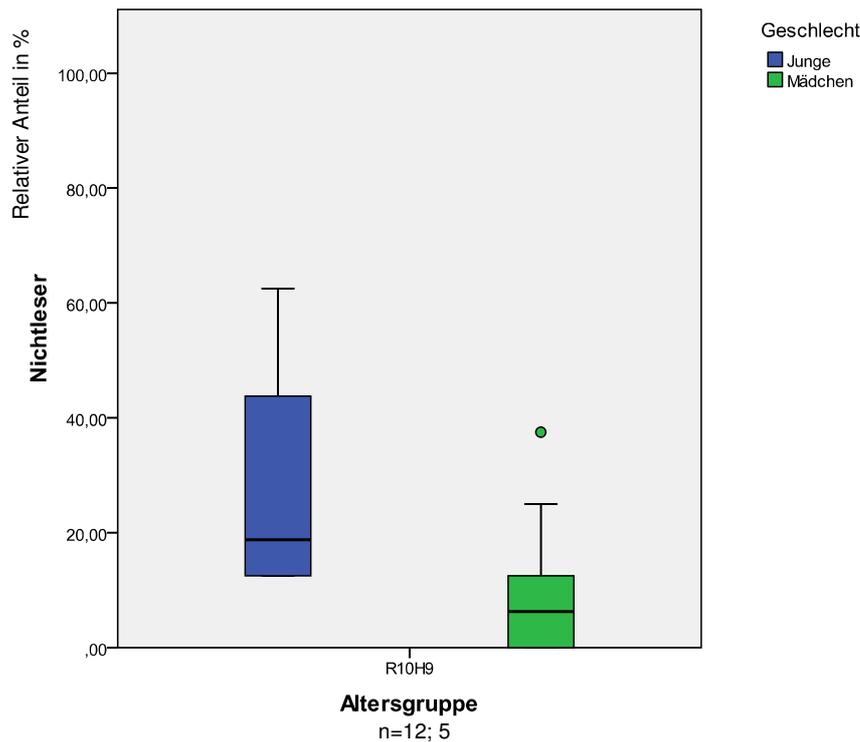


Abbildung 166: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlicher „Nichtteilnahme“ an der Lesestunde zwischen den Geschlechtern

Einzig bei der R10H9 zeigt sich bei den Nichtlesern ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den Geschlechtern mit einer höheren Ausprägung bei den Jungen. Dieses Ergebnis reicht nicht für eine geschlechtsabhängige Aussage für die Nichtteilnahme bei der Lesestunde aus.

Der eigentliche Sinn der Beobachtung der „Nichtleser“ besteht darin, die Nichtteilnahme am Lesen mit der beim Experimentieren zu vergleichen. Die Ergebnisse der dafür erforderlichen Vergleiche werden nun folgend vorgestellt.

Da die Messung der Nichtleser ein halbes Jahr später als die Messung der Banksitzer erfolgte, handelt es sich bei den zu vergleichenden Stichproben wegen der Versetzung in eine höhere Klasse um andere Personen. Daher wird der U-Test nach Mann und Whitney für unabhängige Stichproben verwendet. Trotzdem sind Schüler, die nicht bei allen vergleichenden Messungen dabei waren, für den Vergleich der Nichtteilnahme ausgeschlossen worden. Als Vergleichsmessung bei den Banksitzern wird die Zusammenfassung der beiden Begegnungen genommen, da sich zwischen den Begegnungen erhebliche Veränderungen ergeben haben und sich so aufgrund der breiteren Datenbasis eine repräsentativere Datenbasis erhofft wird.

	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H9
Nichtteilnahme	,006	,003	,005	,037	,376	,244	,068	,002

Abbildung 167: Ergebnisse des U-Tests für die Unterschiede bei der Nichtteilnahme zwischen dem Experimentieren und der Lesestunde

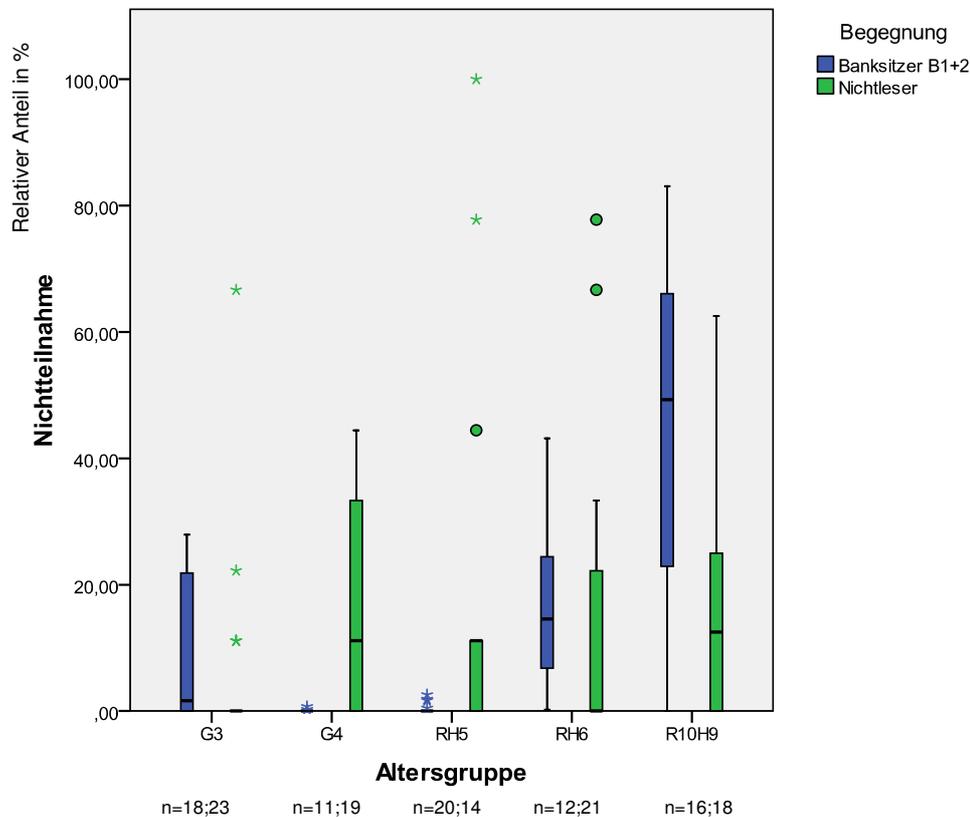


Abbildung 168: Altersgruppen mit signifikant unterschiedlicher „Nichtteilnahme“ zwischen dem Experimentieren bei beiden Begegnungen und der Lesestunde

Bis auf die Klassen sieben bis neun unterscheidet sich die Nichtteilnahme beim Experimentieren und bei der Lesestunde bei allen anderen Altersgruppen signifikant voneinander.

Daher kann nicht angenommen werden, dass sich die Nichtteilnahme bei beiden Handlungsweisen Lesen und Experimentieren ähnlich verhalten. Höchstens bei den Altersgruppen RH7, RH8 und R9 kann eine Übereinstimmung nicht ausgeschlossen werden.

Weitere Informationen kann ein Personenvergleich bringen, der testet, wie hoch die Übereinstimmung der beiden Personengruppen bei der Nichtteilnahme ist. Also ob es sich bei den Nichtlesern und den Banksitzern um die mehr oder weniger selben Personen handelt.

Es wird nur darin unterschieden, ob die betreffende Person bei der Lesestunde bzw. beim Experimentieren bei der Nichtteilnahme in den 45min beobachtet worden ist, oder nicht. Der Vergleich passiert mit einer Kreuztabelle und den Cohens Kappa-Koeffizienten. Der Cohens Kappa-Koeffizient wurde ausgewählt, da er auch berücksichtigt, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass die Ergebnisse zufällig übereinstimmen. Dies könnte eine Angabe des relativen Anteils der übereinstimmenden Personen nur schwer leisten.

Ein Beispiel:

	Nichtleser ja	Nichtleser nein	Summe
Banksitzer ja	25	25	50
Banksitzer nein	25	25	50
Summe	50	50	100

Abbildung 169: Beispiel einer 2 x 2 Kreuztabelle

Im Fall des Beispiels würden 50% ($25+25/100$) in ihrem Verhalten übereinstimmen, also immerhin die Hälfte. Aber diese Übereinstimmung wäre hier zufällig und daher nicht im Verhalten begründet. Der Cohens Kappa-Koeffizient wäre im Beispiel = 0,0.

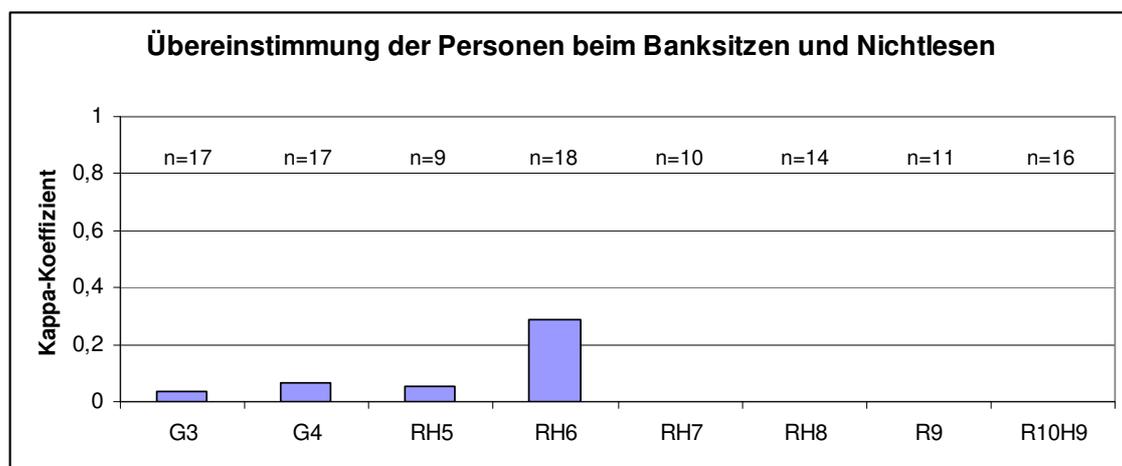


Abbildung 170: Die Übereinstimmung von Nichtlesern und Banksitzern mit dem Kappa-Koeffizienten dargestellt

Bemerkungen: Hier handelt es sich um die Altersklassen, die zum Zeitpunkt der „Nichtlesermessung“ aktuell waren. D.h. beispielsweise ein Kind der G3 Messung war zum Zeitpunkt der „Bankmessung“ in der G2. Für einen Vergleich müssen die Kinder bei beiden Messungen anwesend gewesen sein.

Wenn die zufällige Übereinstimmung größer als die vorgefundene Übereinstimmung ist, ergeben sich mathematisch negative Kappa-Koeffizienten. Diese sind mit dem Wert Null in die Grafik eingetragen.

Die Übereinstimmung ist in den meisten Fällen schwach bis nicht vorhanden, lediglich in der Klasse RH6 lässt sich eine leichte Übereinstimmung beobachten. Zur Einordnung der Werte des Cohens Kappa-Koeffizienten siehe Kapitel „3.6.6 Cohens Kappa-Koeffizient“.

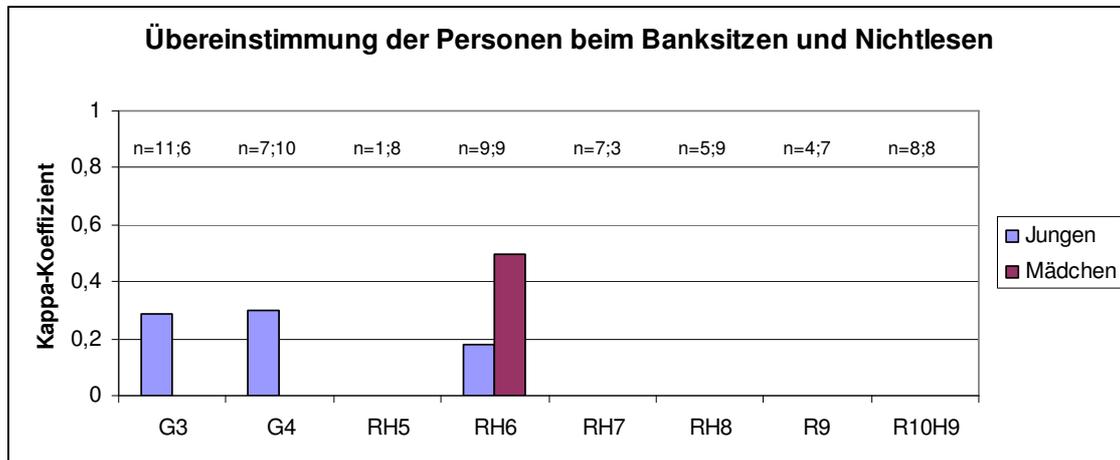


Abbildung 171: Die Übereinstimmung von Nichtlesern und Banksitzern mit dem Kappa-Koeffizienten nach Geschlechtern getrennt dargestellt

Werden die Übereinstimmungen nach dem Geschlecht getrennt analysiert, ist bei den Jungen der 3. und 4. Klasse eine nun immerhin leichte Übereinstimmung zu erkennen. Bei den Mädchen des 6. Jahrgangs lässt sich ein mittelmäßiger Zusammenhang feststellen.

Alle festgestellten Übereinstimmungen sind zu gering, um zu behaupten, dass es sich bei den Nichtlesern und den Nichtexperimentierenden um die selben oder ähnliche Personen handelt.

Dies lässt die Vermutung zu, dass die untersuchten Kinder jeweils unterschiedliche Neigungen zur Teilnahme am Experimentieren bzw. an der Lesestunde haben. D.h. während einige Kinder bei der Lesestunde geschlossen teilnehmen, suchen sie beim Experimentieren auch mal die Bank auf. Bei anderen verhält es sich umgekehrt und bei manchen stimmen deren Teilnahme bzw. deren Nichtteilnahme bei beiden Handlungsweisen überein.

7.10 Weitere statistische Testergebnisse der Fotografie

Im Kapitel „4.3.1 Die Banksitzer“ wurden die Ergebnisse der Nichtteilnahme beschrieben und interpretiert. Um die Lesbarkeit des Textes zu erleichtern, sind die Ergebnisse einiger statischen Tests hier im Anhang dargestellt. Die Schlussfolgerungen der Ergebnisse sind aber bereits im genannten Kapitel vorgestellt.

Die Geschlechtsunterschiede bei den Banksitzern wurden mit dem U-Test nach Mann und Whitney für unabhängige Stichproben mit folgenden Ergebnissen ermittelt.

	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H 9
Bank1	0,1	0,006	0,127	0,561	0,596	0,394	0,074	0,103	0,203	0,06	0,059	0,341
Bank1und2	0,561	0,005	0,002	0,024	0,192	0,484	0,302	0,128	0,664	0,115	0,967	0,079

Abbildung 172: Vergleich der Geschlechtsunterschiede bei den Banksitzern mit Hilfe des U-Tests

Die Unterschiede bei den Banksitzern zwischen den beiden Begegnungen wurden mit dem Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben ermittelt.

	Kiga	Vorsch	G1	G2	G3	G4	RH5	RH6	RH7	RH8	R9	R10H 9
Unterschied	0,023	0,007	0,001	0,001	0,021	0,18	0,465	0,003	0,001	0,006	0	0,28

Abbildung 173: Vergleich der Unterschiede beim Banksitzen zwischen den beiden Begegnungen mit Hilfe des Wilcoxon-Tests

7.11 Weitere Betrachtungen zur Interrater-Reliabilität

Im Kapitel „4.4.1 Interrater-Reliabilität“ wurde die Interrater-Reliabilität der kategoriengeleiteten Videoanalyse beruhend auf dem Vergleich des Raters (Autor dieser Studie) mit zwei Interratern vorgestellt.

In der Medizin ist es üblich, eine Diagnose beispielsweise eines Radiologen nicht nur mit der Diagnose seiner Kollegen zu vergleichen, sondern auch zu prüfen, ob der Radiologe zu unterschiedlichen Zeitpunkten zur gleichen Diagnose kommt. Es wird dann von einem **intrarater** agreement statt von einem **interrater** agreement gesprochen.³⁴²

Bei der vorliegenden Studie werden in erster Linie die vom gleichen Rater gewonnenen Daten der verschiedenen Altersklassen miteinander verglichen und auf Unterschiede hin untersucht. Hierzu scheint es dem Autor sinnvoll, zu prüfen, ob seine Kategorienzuordnungen reproduzierbar sind. Daher finden sich folgend die Ergebnisse der „Selbstüberprüfung“, welche sechs Monate nach der eigentlichen Kategorienzuordnung bei 220 Bewertungen beim Einzelverhalten und bei 122 Bewertungen beim Gruppenverhalten stattfand.

Kappa nach Cohen	Interrater "Selbst"
Gruppenverhalten	0,8738
Einzelverhalten	0,9157

Abbildung 174: Ergebnisse der eigenen Bewertungen bei der Videoanalyse

Die Werte bei der Selbstüberprüfung sind sehr gut und so kann eine hohe Reproduzierbarkeit der Kategorienzuordnung des Raters angenommen werden.

³⁴² Vergleiche GROUVEN, 2007, S. 65.

7.12 Weitere statistische Testergebnisse der Videografie

Im Kapitel „4.4 Ergebnisse der Videografie“ wurden die Ergebnisse beschrieben und interpretiert. Um die Lesbarkeit des Textes zu erleichtern, sind die Ergebnisse einiger statischen Tests hier im Anhang dargestellt. Die Schlussfolgerungen der Ergebnisse sind aber bereits im genannten Kapitel vorgestellt.

Für die Untersuchungen nach geschlechtsabhängigen Unterschieden bei den einzelnen Kategorien der Videoanalyse wurde der U-Test nach Mann und Whitney verwendet, da es sich bei den Mädchen und Jungen um unterschiedliche Kandidaten und somit um unabhängige Stichproben handelt.

	Zerstör	Stört	Abgelenkt	Streit	Rumsteh	Beobacht	Anfass	Exp	ZielExp	Erklär
Kiga	1,000	,135	,803	,110	,080	,770	,408	,770	,306	1,000
Vorsch	1,000	,083	1,000	,082	,611	,967	,327	,653	,252	1,000
G1	1,000	,071	,914	,643	,531	,185	,138	,219	,025	1,000
G2	1,000	,782	,869	,858	,302	,287	,560	,286	,560	,869
G3	,126	,198	,322	,461	,322	,111	,414	,066	,236	,126
G4	1,000	,124	,564	1,000	,275	,212	,266	,926	,229	,564
RH5	,229	,827	,256	,457	,447	,947	,042	,404	,217	,082
RH6	1,000	,364	,015	,540	,045	,682	,221	,153	,221	,545
RH7	1,000	,203	1,000	1,000	,777	,785	,327	,152	,129	,048
RH8	,280	,514	,861	,601	,508	,169	,607	,616	,198	1,000
R9	1,000	,467	,011	,039	,029	,288	,110	1,000	,018	,909
R10H9	1,000	,420	,420	,584	,220	,233	,269	,344	,735	,819

Abbildung 175: Ergebnisse des U-Tests nach Mann und Whitney für geschlechtsabhängige Unterschiede bei den Kategorien der Videoanalyse

Die gleiche Prozedur wurde für die Ergebnisse der Gesamtaufenthaltsdauer, der Einzeldauer pro Besuch und der Anzahl der Wiederholungen durchgeführt.

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

	Gesamtdauer	Einzeldauer	Wiederholungen
Kiga	,559	,820	,780
Vorsch	,540	,540	,592
G1	,875	,801	,896
G2	,698	,287	,791
G3	,287	,462	,767
G4	,852	,578	,199
RH5	,894	,593	,892
RH6	,014	,540	,172
RH7	,141	,025	,571
RH8	,151	,513	,090
R9	,022	,009	,000
R10H9	,865	,498	,666

Abbildung 176: Ergebnisse des U-Tests nach Mann und Whitney für geschlechtsabhängige Unterschiede bei der Gesamtaufenthaltsdauer, der Einzeldauer pro Besuch und der Anzahl der Wiederholungen

Einige Kategorien wurden im Rahmen der Diskussion der Ergebnisse zusammengefasst oder mit anderen Kategorien ins Verhältnis gesetzt. Auch diese neuen abgeleiteten Kategorien wurden mit dem U-Test nach Mann und Whitney auf geschlechtsabhängige Unterschiede mit folgenden Ergebnissen untersucht.

	Anfass_Exp_ZielExp	Exp_ZielExp	Beobacht_zu_Handeln	Beobacht_zu_Exp	Nicht_Nawi
Kiga	,745	,808	,935	,745	,661
Vorsch	,653	,713	,838	,935	,299
G1	,636	,378	,185	,195	,541
G2	,605	,923	,333	,478	,647
G3	1,000	,347	,221	,221	,165
G4	,456	,195	,213	,213	,353
RH5	,688	,049	,920	,504	,130
RH6	,221	,838	1,000	,682	,060
RH7	,515	,515	,702	,785	,147
RH8	,153	,391	,169	,169	,474
R9	,513	,131	,935	,653	,085
R10H9	,310	,612	,234	,269	,601

Abbildung 177: Ergebnisse der U-Tests nach Mann und Whitney für geschlechtsabhängige Unterschiede bei den im Rahmen der Diskussion der Ergebnisse zusammengefassten bzw. in Relation gesetzten Kategorien.

Bemerkenswert sind die wenigen grün markierten signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei allen Kategorien. Es ist kaum ein Unterschied feststellbar. Die Geschlechter unterscheiden sich im Wesentlichen nicht signifikant voneinander.

Für die statistische Auswertung der Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen wurden die Stichproben bereinigt, d.h. es wurden nur die Kinder „verwendet“, die bei beiden Begegnungen anwesend waren. Da es sich somit um abhängige Stichproben handelt, wurde der Wilcoxon-Test verwendet.

	Gesamtdauer	Einzeldauer	Wiederholungen	Zerstören	Stören
Kiga	0,012	0,759	0,082	1	0,099
Vorsch	0,05	0,004	0,001	1	0,893
G1	0,024	0,026	0,245	1	0,028
G2	0,601	0,232	0,053	1	0,063
G3	0,147	0,865	0,04	0,18	0,176
G4	0,767	0,038	0,121	1	1
RH5	0,009	0,887	0,054	0,317	0,08
RH6	1	0,655	0,317	1	1
RH7	0,183	0,214	0,521	1	0,786
RH8	0,722	0,533	0,253	0,317	0,069
R9	0,05	0,173	0,017	1	0,018
R10H9	0,036	0,575	0,733	1	0,655

Abbildung 178: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen bei den Kategorien der Videoanalyse Teil 1

	Abgelenkt sein	Streiten	Rumstehen	Beobachten	Anfassen
Kiga	0,028	0,041	0,62	0,001	0
Vorsch	0,317	0,327	0,861	0,407	0,17
G1	0,249	0,138	0,013	0,008	0,001
G2	0,893	0,866	0,65	0,04	0,002
G3	0,917	0,248	0,7	0,006	0,003
G4	0,317	0,317	0,225	0,26	0,015
RH5	0,043	0,715	0,315	0,039	0,013
RH6	1	1	0,317	0,655	0,655
RH7	0,317	1	0,068	0,889	0,051
RH8	0,144	0,6	0,069	0,646	0,328
R9	0,028	0,066	0,327	0,833	0,767
R10H9	0,18	0,317	0,345	0,063	0,123

Abbildung 179: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen bei den Kategorien der Videoanalyse Teil 2

Altersabhängige Verhaltensunterschiede beim Experimentieren

	Experimentieren	Zielgerichtetes Experimentieren	Erklären
Kiga	0,003	0,767	1
Vorsch	0,006	0,069	1
G1	0,007	0,084	1
G2	0,765	0,019	0,109
G3	0,004	0,609	0,655
G4	0,441	0,173	0,18
RH5	0,796	0,948	1
RH6	0,18	0,18	1
RH7	0,484	0,066	0,715
RH8	0,169	0,017	0,655
R9	0,515	0,859	1
R10H9	0,463	0,674	1

Abbildung 180: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für Unterschiede zwischen den beiden Begegnungen bei den Kategorien der Videoanalyse Teil 3

7.13 Literaturverzeichnis

- ARTELT, C.; Demmrich, A.; Baumert, J.: Selbstreguliertes Lernen. In: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.). PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich, 2001.
- ASMUSSEN, Sören: Interaktives Lernen an Stationen im Primarbereich, eine zweistufige quasiexperimentelle Evaluationsstudie der Langzeitwirksamkeit eines naturwissenschaftlichen Bildungsprojektes, Dissertation, Universität Flensburg, 2007.
- ASMUSSEN, Sören unter der Mitarbeit von Nadine Öhding: Versuch macht klug, eine Bildungsinitiative im Elementarbereich, Johannes Herrmann Verlag, Gießen, 2010.
- AUFSCHNAITER, Claudia von: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben: Fallstudien zu Bedeutungsentwicklungsprozessen von Studierenden und Schüler(inne)n in einer Feld- und einer Laboruntersuchung zum Themengebiet Elektrostatik und Elektrodynamik, Logos Verlag, Berlin, 1999.
- BARRIAULT, Chantal: The Science Center Learning Experience – A Visitor-Based Framework, The Informal Learning Review 1999-0304-c, <http://www.informallearning.com/archive/1999-0304-c.htm>.
- BENK, Laura E.: Entwicklungspsychologie, 5. Auflage, Pearson Verlag, München, 2011.
- BERGER, Veit in Mikelskis-Seifert, Silke; Rabe, Thorid (Hrsg.): Physik Methodik, Handbuch für die Sekundarstufe I und 2, Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, Berlin, 2007, S. 29-43.
- BOEKAERTS, M.: Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Instruction*, 7 (2), 1997.

- BORTZ, Jürgen; Döring, Nicola: Forschungsmethoden und Evaluation, für Human- und Sozialwissenschaftler, 4. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2009.
- BORTZ, Jürgen; Schuster, Christof: Statistik, für Human- und Sozialwissenschaftler, 7.Auflage, Springer Medizin Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2010.
- BOS, Wilfried: TIMSS 2007, Waxmann Verlag, Münster, 2008.
- BROSIUS, Felix: SPSS 8, Kapitel 34 Boxplot und Fehlerbalken, International Thomson Publishing, Zugriff am 12.02.2013 http://www.molar.unibe.ch/help/statistics/spss/34_Boxplots_und_Fehlerbalken.pdf
- BROWN, A. L.: Domain-specific principles affect learning and transfer in children, *Cognitive Science* 14, 1990.
- BÜHL, Achim: SPSS 20, Einführung in die moderne Datenanalyse, 13. Auflage, Pearson Verlag, München, 2012.
- CASE, R.: The development of conceptual structures. In D. Kuhn & R.S. Siegler (Vol. Eds.), *Cognition, perception and language* (pp. 745-800). In W. Damon (Gen. Ed.), *Handbook of child psychology*, Wiley, New York, 1998.
- COLICCHIA, Guisepppe: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie, Dissertation, Ludwig-Maximilian-Universität München, 2002.
- COMPUTERWOCHE, Online Ausgabe: Recruiting über soziale Medien bleibt die Ausnahme, 11.10.2012, Zugriff am 05.02.2013 <http://www.computerwoche.de/a/recruiting-ueber-soziale-medien-ist-die-ausnahme,2524703>
- DEMAREZ, Peter; Dietrich, Benjamin; Duser, Tobias: Training im Verein, Anfänger bis Regattatraining in Theorie und Praxis, 2.Auflage, Deutscher Segler Verband, Hamburg, 2005.

- DIAMOND, A.: Neuropsychological insights into the meaning of object concept development. In Carey % R. Gelman (Eds.), The epigenesis of mind, Essays on biology and cognition, Erlbaum, Hillsdale, New York, 1991.
- DIE WELT, Onlineausgabe: Deutschland beklagt 210.000 fehlende Fachkräfte, Springer Verlag, 23.05.2012, Zugriff am 05.02.2013 <http://www.welt.de/wirtschaft/article106368664/Deutschland-beklagt-210-000-fehlende-Fachkraefte.html>
- EDELMANN, Walter: Lernpsychologie, 5. Auflage, Psychologie Verlags Union, Weinheim, 1996.
- ELKIND, D.: A sympathetic understanding of the child: Birth to sixteen, 3. Auflage, Allyn and Bacon, Boston, 1994.
- FIESSER, Lutz: Raum für Zeit, Quellentexte zur Pädagogik der interaktiven Science-Zentren, Laborakademie c/o Phänomenta, Flensburg, 2000.
- FIESSER, Lutz: Einführung in die Didaktik der Physik, Vorlesungsskript, Universität Flensburg, Flensburg, 2005.
- FIESSER, Lutz: Miniphänomenta, 52 spannende Experimente für den Schulflur und das Klassenzimmer, 3. Auflage, Hamburg, 2010.
- FLEISS, J.L.; Cohen, J.: The equivalence of weighted kappa and the interclass correlation coefficient as measures of reliability, Educational and Psychological Measurement, 33, 1973.
- GROUVEN, U.; Bender, R.; Ziegler, A.; Lange, S.: Der Kappa Koeffizient, Artikel Nr.23 der Statistik Serie in der DMV, Dtsch Med Wochenschr 2007, Georg Thieme Verlag Stuttgart New York, 2007.
- GUDJONS, Herbert: Pädagogisches Grundwissen, 8. Auflage, Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 2003.

- HAMMANN, Marcus: Kompetenzentwicklungsmodelle, Merkmale und ihre Bedeutung - dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren, in Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht 57/4 S. 196-203, Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V., 2004.
- HAUPT, Ursula: Wie lernen beginnt, Grundfragen der Entwicklung und Förderung schwer behinderter Kinder, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 2006.
- HATTIE, J. A. C.: Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement, Oxon, Routledge, 2009.
- HOFFMANN, Lore; Häußler, Peter; Lehrke, Manfred: Die IPN-Interessenstudie Physik, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel, Kiel, 1998.
- HOLST, Sönke: Entwicklung und Evaluation interaktiver Experimentierstationen, eine Studie zur Überprüfung der Bildungswirksamkeit erfahrungsfördernder Experimentierstationen in der Primar- und Orientierungsstufe, Dissertation, Universität Flensburg, 2004.
- HÖTTECKE, Dietmar (Hrsg.): Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Dresden 2009, Lit Verlag, Münster, 2010.
- HÜTHER, Gerald: Männer, Das schwache Geschlecht und sein Gehirn, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 2009.
- KARPLUS, R.: Proportional Reasoning and Control of Variables in Seven Countries. In LOCHHEAD, J.; CLEMENT, J. (Hrsg.): Cognitive process instruction, Research on teaching thinking skills, Franklin Institute Press, Philadelphia, 1979.
- KEIENBURG, Wolf (Redaktionsleitung): Goldmann Lexikon, 24 Bände in Farbe, Wilhelm Goldmann Verlag, München, 1998.

- KILLUS, Dagmer: Selbstgesteuertes Lernen in Lern-, Interessen- und Erfahrungsangeboten an Schulen mit Ganztagsangebot, Institut für Erziehungswissenschaft, Universität Potsdam, Zugriff am 24.01.2014 http://bildungserver.berlin-brandenburg.de/9753.html?tx_solr%5Bq%5D=killus&id=9753&L=0
- KIRCHER, Ernst; Girwidz, Raimund; Häußler, Peter: Physikdidaktik, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2001.
- KONRAD, K./Traub, S.: Selbstgesteuertes Lernen in Theorie und Praxis. Oldenbourg Verlag, München, 1999.
- KUHN, D; Garcia-Mila, M; Zohar, A.; Andersen, C.: Strategies of knowledge acquisition, Monographs of Society for Research in Child Development, 60 (4), Serial No. 245, 1995.
- KUHN, D: Metacognitive development, Current Directions in Psychological Science, 9, 1999.
- KUHN, D; Pearsall, S.: Developmental origins of scientific thinking, Journal of Cognition and Development, 1, 2000
- LEIBNIZ-INSTITUT für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik: Mythen guter Unterrichtspraxis, IPN Blätter Juni 2012-2/12-29. Jahrgang, Kiel, 2012.
- MELCHERS, Peter: Kaufman assessment battery for children, K-ABC, Durchführungs- und Auswertungshandbuch, 5. Auflage, Swets & Zeitlinger, Frankfurt am Main, 2001a.
- MELCHERS, Peter: Kaufman assessment battery for children, K-ABC, Interpretationshandbuch, 5. Auflage, Swets & Zeitlinger, Frankfurt am Main, 2001b.
- METZ, K. E.: Re-assessment of Developmental Assumptions in Children's Science Instruction, Rev. of Edu. Res. 65, 1995.

- MIKELSKIS-SEIFERT, Silke; Rabe, Thorid (Hrsg.): Physik Methodik, Handbuch für die Sekundarstufe I und II, Cornelsen Verlag Scriptor GmbH &Co. KG, Berlin, 2007.
- MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KULTUR DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN: Physik, Lehrplan für die Sekundarstufe I der weiterführenden allgemein bildenden Schulen, Hauptschule, Realschule, Gymnasium, Kiel.
- MOSHMANN, D.: Identity as a theory of oneself, Genetic Epistemologist 26 (3), 1998.
- MOSHMANN, D.: Adolescent psychological development, Rationality, morality and identity, Erlbaum, Mahwah, New York, 1999.
- NELSON, Leonard: Vom Selbstvertrauen der Vernunft, Verlag Felix Meiner, Hamburg, 1975.
- OERTER, Rolf; Montada, Leo (Hrsg.): Entwicklungspsychologie, 6. Auflage, Beltz Verlag, Weinheim, Basel, 2008.
- ÖHDING, Nadine: Interaktive Experimentierstationen im Elementarbereich, eine kategoriengeleitete Videostudie zur Analyse des Lern- und Arbeitsverhaltens von Kindergartenkindern im Vorschulalter an interaktiven Experimentierstationen, Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 2009.
- PETERMANN, Franz; Daseking, Monika (Hrsg.): Fallbuch HAWIK-IV, Hogrefe, Göttingen, 2009.
- PETERMANN, Franz; Petermann, Ulrike (Hrsg.): HAWIK-IV, Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder-IV, Manual, 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Hogrefe, Bern, 2010.
- PORST, R.: Question wording, Zur Formulierung von Fragebogen-Fragen, ZUMA, How-to-Reihe, Nr. 2, 2000.

- PRENZEL, Manfred: PISA 2006, die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichstudie, Waxmann Verlag, Münster, 2007.
- RUBLE, D. N.: The development of social-comparison processes and their role in achievement-related self-socialization. In E.T. Higgins, D.N. Ruble & W.W. Hartup (Eds.), Social cognition and social development. A sociocultural perspective. Cambridge University Press, Cambridge, 1983.
- SAUER, Friedhelm: Der Einfluss offener Experimentierstationen auf das naturwissenschaftlich-technische Lernen im Primarbereich, Dissertation, Universität Flensburg, 2005.
- SAUER, Friedhelm: Vom Lernen und der Neugier, Begleitmaterialien und Handreichungen zur naturwissenschaftlich-technischen Bildung an Grundschulen des Saarlandes als Orientierungshilfe, Universität Flensburg, 2010.
- SCHAUBLE, L.: Belief revision in children: The rule of prior knowledge and strategies for generating evidence, Journal of Experimental Child Psychology, 49, 1990.
- SCHAUBLE, L.; Klopfer, L. E.; Raghaven, K.: Students transition from an engineering model to science model of experimentation, J Res Sci. Teach. 28 S. 859-882, 1991.
- SCHAUBLE, L.: The development of scientific reasoning in knowledge-rich-contexts, Dev. Psy. 32(1), 1996.
- SCHAUMBURG, Heike: Rezension zu: Stefan Aufschnaiter & Manuela Welzel (Hrsg.)(2001): Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lernprozessen. Aktuelle Methoden empirischer pädagogischer Forschung. Forum Qualitative Sozialforschung / Forum Qualitative Social Research, 3(4), Art. 23, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0204233>.
- SCHIRA, Josef: Statistische Methoden der VWL und BWL, Theorie und Praxis, 2. Auflage, Pearson Studium Verlag, München, 2005.

- SCHLIEßMANN, Fritz: Informelles Lernen an interaktiven Chemiestationen im Science Center, Shaker Verlag, Aachen, 2005.
- SCHLIEßMANN, Fritz: Wie arbeiten Vorschulkinder an interaktiven Experimentier-Stationen? Eine kategoriegeleitete Untersuchung der Verhaltensweisen an der Station „Begehbare Brücke“, Begleitstudie zur Evaluation des Projektes „Versuch macht klug - Vorschulische Begegnungen mit Naturwissenschaft und Technik“, Universität Flensburg, ohne Jahresangabe.
- SCHOENER, Johanna: Die verflixte achte Klasse. Wie gelingt das Lernen in der Pubertät? Eine Woche zu Besuch in einer Hamburger Stadtteilschule. In die Zeit, Schule & Familie, Hamburg, 2012/13.
- SELMAN, R.L. & BYRNE, D.F.: A structural-developmental analysis of levels of role taking in middle childhood. *Child Development*, 45, 1974.
- SELMAN, R.L.: Social-cognitive understanding: A guide to educational and clinical practice. In T. Lickona (Hrsg.): *Moral development and behavior: Theory, research, and social issues*, Holt, Rinehart and Winston, New York 1976.
- SIEGEL, L.S.: Working memory and reading: A life-span perspective. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 1994.
- SIEGLER, R. S.: Cognitive variability: A key to understanding cognitive development. *Current Directions in Psychological Science*, 3, S. 1-5, 1994.
- SIEGLER, R. S.: How does change occur: A microgenetic study of number conservation. *Cognitive Psychology*, 28, S. 225-273, 1995.
- SIEGLER, R. S.: Microgenetic analyses of learning. In W. Damon & R. M. Lerner (Series Eds.), D Kuhn & R. S. Siegler (Vol. Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception and language* (6th ed., S. 464-510). Hoboken, Wiley, New York 2006.

- SOMMER, Sven: Interessengenes durch Interaktion, das Interventionsprojekt Miniphänomene in quasiexperimenteller Langzeitevaluation, Dissertation, Universität Flensburg, 2010.
- SPITZER, Manfred: Lernen, Gehirnforschung und die Schule des Lebens, Spektrum akademischer Verlag, Heidelberg, 2009.
- SPRECKELSEN, Kay: Das U-Boot in der Limoflasche, Mit 100 einfachen Experimenten Naturgesetze verstehen, Fischer Taschenbuch Verlag in der S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 2007.
- TAGESSCHAU, Online Ausgabe: Alarmierende Abbruchzahlen, 05.06.2012, Zugriff am 05.02.2013 <http://www.tagesschau.de/wirtschaft/mint102.html>
- THOMPSON, R. A.; Nelson, C.A: Developmental science and the media. American Psychologist, 56, 2001.
- TSCHIRIGI, J. E.: Sensible reasoning: A hypothesis about hypothesis, Child Dev. 51, 1980.
- VARESVOU, Markus; Peltomäki, Jari; Máté, Bence: Handbuch der Vogelfotografie, dpunkt Verlag GmbH, Heidelberg, 2013.
- VARTANIAN, L. R. & POWLISHTA, K.K.: A longitudinal examination of the social-cognitive foundations of adolescent egocentrism, Journal of Early Adolescence, 16, 1996.
- WAGENSCHHEIN, Martin: Rettet die Phänomene, aus dem Archiv von Dr. Klaus Kohl, Zugriff am 20.03.2013 www.martin-wagenschein.de/Archiv/W-204.pdf
- WAGENSCHHEIN, Martin: Erinnerungen für morgen, Beltz Verlag, Weinheim und Basel, 1989.
- WAGENSCHHEIN, Martin: Verstehen lernen, 5. Auflage, Beltz Verlag, Weinheim und Basel, 1999.

- WAGENSCHHEIN, Martin: Kinder auf dem Wege zur Physik, Beltz Verlag, Weinheim, Basel und Berlin, 2003.
- WEINERT, F.E.; Schrader, F.-W.: Lernen lernen als psychologisches Problem. In: F.E. Weinert/H. Mandl (Hrsg.): Psychologie der Erwachsenenbildung, Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D, Serie I, Band 4, Hogrefe Verlag, Göttingen, 1997.
- WEIß, Manfred (Hrsg.): PISA 2000, Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich, Leske und Budrich, Opladen, 2002.
- WEIß, Rudolf H.: CFT 20-R, Grundintelligenztest Skala 2 Revision, Manual, Hogrefe, Göttingen, 2006.
- WENDLANDT, W: Sprachstörungen im Kindesalter, Stuttgart, 1995.
- WESSNIGK, S. Euler, M. 2011: Schülerlabore und die Förderung kreativer Potentiale, Plus Lucis, 1-2, 23-38. IPN Zeitschriftenaufsätze, 2011
- WILLATTS, P.: Development of means-end behavior in young infants: Pulling a support to retrieve a distant object, Developmental Psychology, 35, 1999.

Curriculum vitae

Sven Sturm, geboren am 07.02.1975 in Berlin

1981-1993	Besuch verschiedener allgemein bildender Schulen in Berlin bis zur Fachhochschulreife.
16.03.1993	Fachhochschulreife mit einem Notendurchschnitt von 1,6 bestanden.
1993-1997	Studium der Medizinisch Physikalischen Technik an der Technischen Fachhochschule in Berlin.
03.07.1997	Abschluss als Diplom Ingenieur (FH) mit Auszeichnung bestanden.
1997-1998	Wehersatzdienst in der Augenheilkunde des Rudolph-Virchow-Klinikums in Berlin.
1998-2001	Tätigkeit als Vertriebsingenieur und nachfolgend als Produktmanager für Optische Komponenten und Systeme bei Linos Photonics im Marktsegment Forschung und Labor in Göttingen. Einige Tätigkeitsfelder: <ul style="list-style-type: none">• Weltweite Produkt- und Katalogverantwortung• Markteinführung neuer Produkte und Produktbereinigung• Kundenberatung und Erstellung von technischen Problemlösungen• Durchführung von Schulungen für eine im Haus entwickelte Optik-Design-Software
2001-2002	Tätigkeit im Fotohandel Quedens auf Amrum.
2002-2005	Tätigkeit als technischer Produktmanager und nachfolgend als Qualitätsmanager und Projektleiter bei der Leica-Camera AG in Solms. Einige Tätigkeitsfelder: <ul style="list-style-type: none">• Konkurrenzanalyse und Benchmarking• Überwachung und Steuerung von Umsatz-, Absatz-, Kosten- und Ergebnisentwicklung• Erstellung des Lastenheftes A (Marketing) und Mitwirkung an bei der Erstellung des Lastenheftes B (Technik) sowie Teil C (Gesamt)• Erarbeitung der Bedienkonzeptionen von digitalen Systemkameras• Ergreifung sämtlicher Maßnahmen im Produktentwicklungsprozess und in der laufenden Fertigung zur Sicherstellung der geforderten Produktqualität• Durchführung von FMEA (Fehler-Möglichkeiten-Einflussanalyse) während der Produktentwicklung• Durchführung von MTF-Messungen (Modulationstransferfunktion) an fernoptischen Produkten• Führung eines Projektteams
2005-2007	Lehramtsstudium für Realschulen in Mathematik und Physik an der Universität Flensburg.
10.05.2007	Erstes Staatsexamen mit sehr gut bestanden.
2007-2009	Vorbereitungsdienst für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen in Mathematik und Physik an der HRS Großheide.
25.02.2009	Zweites Staatsexamen mit sehr gut bestanden.
Seit 2009	Tätigkeit als Realschullehrer in den Fächern Mathematik, Physik und Fotografie an der Öömrang Skuul auf Amrum.

Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen (einschließlich elektronischer Quellen, dem Internet und mündlicher Kommunikation) direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind ausnahmslos unter genauer Quellenangabe als solche kenntlich gemacht. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe sogenannter Promotionsberaterinnen / Promotionsberater in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar Geld oder geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Wittdün auf Amrum, den 04.02.2014