



Konzipierung und Durchführung eines Lehr - Lern - Labors für eine 4. Klasse der Grundschule mit dem Thema: „Physik im Urlaub“



Schriftliche Hausarbeit zur ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen

Ausgearbeitet von Lisa Klaas, Juli 2011

Betreut und geprüft von Prof. Dr. Thomas Trefzger

Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	3
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	8
<i>Diagrammverzeichnis</i>	11
<i>Tabellenverzeichnis</i>	13
1. Vorwort	14
2. Motivation für das Thema	19
2.1. Begründung für die 4. Jahrgangsstufe	19
2.2. Begründung für die Themenauswahl	21
2.3. „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“	22
3. Betrachtung des Lehrplans	24
3.1. Grundlagen und Leitlinien	24
3.2. Fachprofile	25
3.3. Fachlehrplan	26
4. Grundlegendes zur Physikdidaktik	30
4.1. Gerüst der Physikdidaktik	30
4.2. Elementarisierung	31
4.3. Methoden im Physikunterricht	33
4.3.1. Methodische Großformen	33
4.3.1.1. „Offener Unterricht“	33
4.3.1.2. Das Projekt	34
4.3.1.3. Lehr – Lern – Labor	35
4.3.2. Zusammenfassung	36
4.4. Unterrichtskonzepte	37
4.5. Sozialformen	38
4.6. Experimente im Physikunterricht	39
4.6.1. Grundlegende Informationen zu Experimenten	39
4.6.2. Schülerexperimente	40
4.7. Alltagsvorstellungen	41
5. Stationen	44
5.1. Station 1 - „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“	46
5.1.1. Geschichte	47
5.1.2. Versuche	49
5.1.3. Mögliche Lernziele	56
5.1.4. Bezug zum Lehrplan	59
5.2. Station 2 – „Lumpi in den Bergen“	61

5.2.1. Geschichte.....	61
5.2.2. Versuche	63
5.2.3. Mögliche Lernziele	71
5.2.4. Bezug zum Lehrplan	74
5.3. Station 3 – „Lumpi und das Meer“	75
5.3.1. Geschichte.....	76
5.3.2. Versuche	77
5.3.3. Mögliche Lernziele	82
5.3.4. Bezug zum Lehrplan	85
5.4. Station 4 – „Lumpi und ein italienisches Café“	86
5.4.1. Geschichte.....	86
5.4.2. Versuche	88
5.4.3. Mögliche Lernziele	93
5.4.4. Bezug zum Lehrplan	95
5.5. Station 5 – „Lumpi auf Städtetur“	96
5.5.1. Geschichte.....	96
5.5.2. Versuche	98
5.5.3. Mögliche Lernziele	102
5.5.4. Bezug zum Lehrplan	104
5.6. Tabelle	105
6. Testlauf mit einer 3. Klasse	107
6.1 Durchführung	107
6.1.1. Aufbau des Beobachtungsbogens.....	108
6.1.2. Auswertung Beobachtungsbögen	108
6.1.3. Aufbau des Schülerfragebogens	109
6.1.4. Auswertung der Fragebögen.....	109
6.2. Impressionen.....	112
6.3. Zusammenfassung Testlauf	113
7. Rahmenelemente des Lehr - Lern - Labors	114
7.1. Weitere Veranstaltungen im Rahmen des Lehr - Lern - Labors	114
7.1.1. Vorbereitungen	114
7.1.1.1. Der Besuch an der Grundschule Gerbrunn.....	115
7.1.1.2. Der Besuch an der Grundschule Burkardroth.....	115
7.1.2. Anleitung der Betreuer	116
7.1.3. Vorinformation der Eltern.....	116
7.2. Lehr - Lern - Labortage	117
7.2.1. Lehr - Lern - Labortag der Grundschule Gerbrunn an der Universität	117
7.2.2. Lehr - Lern - Labortage an der Grundschule Burkardroth	118
7.3. Nachbereitung	119
7.3.1. Schülerarbeitsheft.....	120
7.3.2. Fragebogen	121
7.4. Didaktische Elemente	121
7.4.1. Zusammenhang: Geschichte – Versuch / Professor Lumpi.....	122

7.4.2. Logos	122
7.4.3. Arbeitsanweisungen	123
7.4.4. Hilfekarten	124
7.4.5. Zusatzversuch	125
7.4.6. Dokumentation (Vortrag)	125
7.4.7. Gruppenvertrag	126
7.5. Beobachtungsbögen	127
7.5.1. Beobachtungsbögen für die Stationen	127
7.5.2. Beobachtungsbögen für die Dokumentation	128
7.6. Feedbackbögen für die Schüler	128
8. Auswertung.....	130
8.1. Lehr - Lern - Labortag der Grundschule Gerbrunn am 01.06.2011	131
8.1.1. Auswertung der Betreuerbeobachtungen an den einzelnen Stationen	131
8.1.1.1. „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“	131
8.1.1.2. „Lumpi in den Bergen“	133
8.1.1.3. „Lumpi und das Meer“	134
8.1.1.4. „Lumpi und ein italienisches Café“	135
8.1.1.5. „Lumpi auf Städtetour“	136
8.1.2. Auswertung der Betreuerbeobachtungen bei den Vorträgen der Gruppen	137
8.1.2.1. Vortrag – „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“	137
8.1.2.2. Vortrag – „Lumpi in den Bergen“	138
8.1.2.3. Vortrag – „Lumpi und das Meer“	138
8.1.2.4. Vortrag – „Lumpi und ein italienisches Café“	138
8.1.2.5. Vortrag – „Lumpi auf Städtetour“	139
8.1.3. Auswertung der Schülerfeedbackbögen.....	140
8.1.4. Zusammenfassung Lehr - Lern - Labortag am 01.06.2011.....	146
8.2. Lehr - Lern - Labortage der Grundschule Burkardroth am 06.06.2011 und 07.06.2011.....	146
8.2.1. Auswertung der Betreuerbeobachtungen an den einzelnen Stationen	148
8.2.1.1. „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“	148
8.2.1.2. „Lumpi in den Bergen“	149
8.2.1.3. „Lumpi und das Meer“	150
8.2.1.4. „Lumpi und ein italienisches Café“	151
8.2.1.5. „Lumpi auf Städtetour“	153
8.2.2. Auswertung der Betreuerbeobachtungen bei den Vorträgen der Gruppen	154
8.2.2.1. Vortrag – „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“	154
8.2.2.2. Vortrag – Lumpi in den Bergen.....	154
8.2.2.3. Vortrag – „Lumpi und das Meer“	155
8.2.2.4. Vortrag – „Lumpi und ein italienisches Café“	155
8.2.2.5. Vortrag – „Lumpi auf Städtetour“	155
8.2.3. Auswertung der Schülerfeedbackbögen.....	157
8.2.4. Zusammenfassung Lehr - Lern - Labortage am 06.06/07.06.2011	163
8.2.5. Erwartungen der Schüler	163
8.3. Denkanstöße der Betreuer.....	164
9. Vergleich der Labortage beider Grundschulen	167
9.1. Vergleich der Betreuerbeobachtungen bezüglich der Durchführung und der Vorträge.....	167
9.2. Vergleich der Schülerfeedbackbögen	169

10. Nachhaltigkeit des Lehr – Lern – Labors	176
10.1. Auswertung	177
10.2. Zusammenfassung	186
11. Alternativdurchführung mit einer 4. Klasse	187
11.1. Durchführung	187
11.2. Auswertung	189
11.3. Fazit	196
12. Fazit	198
13. Ausblick.....	200
13.1. Lernzirkel: „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“	200
13.2. Expertengruppen: „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“	201
13.3. Lehrplanbezogene Versuche.....	201
Anhang	202
A.1. Plakat zum Vorwort.....	203
A.2. Beispielhafter Elternbrief.....	204
A.3. Versuchsliste	206
A.4. Materialliste.....	207
A.5. Beobachtungsbogen am Beispiel „Lumpi auf Städtetour“	211
A.6. Beobachtungsbogen – Vortrag	215
A.7. Checkliste für die Betreuer.....	217
A.8. Bastelanleitungen.....	219
A.8.1. Bastelanleitung „Strohalmflugzeug	219
A.8.2. Bastelanleitung „Trichter“	219
A.8.3. Bastelanleitung „Eckengucker“	220
A.9. Hilfekarten	221
Die Hilfekarten werden hier in verkleinertem Format dargestellt.	221
A.10. Schülerarbeitsheft	225
A.11. Fragebögen	311
A.11.1. Fragebogen Vorstellungen und Interessen.....	311
A.11.2. Gruppenvertrag	313
A.11.3. Fragebogen Testlauf	314
A.11.4. Fragebogen – Lehr – Lern – Labor	316
A.11.5. Nachhaltigkeitsfragebogen	318
14. Referenzen	319
14.1. Abbildungsquellen	319
14.2. Literaturverzeichnis	320

14.3. Internetquellen	322
15. Danksagung	324
16. Eidesstaatliche Erklärung	326

Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1: Lieblingsfächer und unbeliebte Fächer: Differenz positiver und negativer Nennungen nach Geschlecht</i>	16
<i>Abb. 2: Versuchsaufbau "Das mutige Pendel"</i>	49
<i>Abb. 3: "Heiße Luft im Beutel"</i>	50
<i>Abb. 4: "Neue Flugobjekte"</i>	51
<i>Abb. 5: Luftströmung und Kräfte an einer Tragfläche</i>	52
<i>Abb. 6: "Große Schiffe"</i>	53
<i>Abb. 7: Das Archimedische Prinzip</i>	53
<i>Abb. 8: "Schnelle Maschinen"</i>	54
<i>Abb. 9: "U - Boot aus Orangen" - ohne Korken</i>	55
<i>Abb. 10: "U - Boot aus Orangen" - mit Korken</i>	55
<i>Abb. 11: "Der Wasserberg"</i>	63
<i>Abb. 12: "Wolkenbruch in der Küche"</i>	64
<i>Abb. 13: Der Wasserkreislauf</i>	65
<i>Abb. 14: "Der Blitz am Küchensieb"</i>	66
<i>Abb. 15: Wolken - Boden – Blitz</i>	67
<i>Abb. 16: "Tolle Donnertüte"</i>	68
<i>Abb. 17: "Der feuerfeste Luftballon"</i>	69
<i>Abb. 18: "Kochen ohne Kochtopf"</i>	70
<i>Abb. 19: "Bewegung im Wasser"</i>	78
<i>Abb. 20: "Gleiten und Schwimmen"</i>	78
<i>Abb. 21: "Ein trockener Taucher"</i>	79
<i>Abb. 22: "Windrad"</i>	80
<i>Abb. 23: "Wasser, Eis und Meer"</i>	81
<i>Abb. 24: Ei im Süßwasser</i>	82
<i>Abb. 25: Ei im Salzwasser</i>	82
<i>Abb. 26: "Da tut sich was"</i>	88
<i>Abb. 27: Thermometer aus Alltagsgegenständen</i>	89
<i>Abb. 28: "Zu viel Druck"</i>	90
<i>Abb. 29: "Der Knall kommt später" – Versuchsaufbau</i>	91
<i>Abb. 30: Versuchshergang "Der Knall kommt später"</i>	91
<i>Abb. 31: Versuchsaufbau "Regenbogen"</i>	92
<i>Abb. 32: Schematische Entstehung eines Regenbogens</i>	92
<i>Abb. 33: "Wasser biegen"</i>	98
<i>Abb. 34: Schematische Darstellung einer Lichtreflexion</i>	99
<i>Abb. 35: "Kompass"</i>	100
<i>Abb. 36: "Eine faule Münze"</i>	101
<i>Abb. 37: "Warum ist der Himmel blau?"</i>	102
<i>Abb. 38: Testlauf - "Große Schiffe 1"</i>	112
<i>Abb. 39: Testlauf - "Schnelle Maschinen"</i>	112
<i>Abb. 40: Testlauf - "Große Schiffe 2"</i>	112
<i>Abb. 41: Schülerarbeitsheft</i>	120
<i>Abb. 42: Schülerarbeitsheft aufgeschlagen</i>	120
<i>Abb. 43: Didaktische Elemente</i>	121
<i>Abb. 44: Geschichtskarten</i>	122
<i>Abb. 45: Logo - "Lumpi auf dem Weg in den Urlaub"</i>	123
<i>Abb. 46: Logo - "Lumpi in den Bergen"</i>	123
<i>Abb. 47: Logo - "Lumpi und das Meer"</i>	123
<i>Abb. 48: Logo - "Lumpi und ein italienisches Café"</i>	123

Abb. 49: Logo - "Lumpi auf Städtetour"	123
Abb. 50: Logo - Hilfefarte	123
Abb. 51: Arbeitsanweisungen	124
Abb. 52: Hilfekarten	124
Abb. 53: Gruppenvertrag - Klasse 3	127
Abb. 54: Gruppenvertrag - Klasse 4	127
Abb. 55: Klasse 3 - "Das mutige Pendel"	132
Abb. 56: Klasse 3 - "Heiße Luft im Beutel"	132
Abb. 57: Klasse 3 - "Neue Flugobjekte"	132
Abb. 58: Klasse 3 - Gruppenfoto "Lumpi auf dem Weg in den Urlaub"	132
Abb. 59: Klasse 3 - "Blitz am Küchensieb"	133
Abb. 60: Klasse 3 - Gruppenfoto "Lumpi in den Bergen"	133
Abb. 61: Klasse 3 - "Windrad"	134
Abb. 62: Klasse 3 - "Wasser, Eis und Meer"	134
Abb. 63: Klasse 3 - "Flaschen - Thermometer"	135
Abb. 64: Klasse 3 - "Zu viel Druck"	135
Abb. 65: Klasse 3 - Gruppenfoto "Lumpi auf Städtetour"	136
Abb. 66: Klasse 3 - "Wasser biegen"	136
Abb. 67: Klasse 3 - "Eckengucker"	137
Abb. 68: Klasse 3 - "Warum ist der Himmel blau?"	137
Abb. 69: Klasse 3 - Vortrag 1	139
Abb. 70: Klasse 3 - Vortrag 2	139
Abb. 71: Klasse 3 - Vortrag 3	139
Abb. 72: Klasse 3 - Vortrag 4	139
Abb. 73: Klasse 4 - Klassenfoto	147
Abb. 74: Klasse 4 - "Heiße Luft im Beutel"	148
Abb. 75: Klasse 4 - "Neue Flugobjekte"	148
Abb. 76: Klasse 4 - "Große Schiffe"	149
Abb. 77: Klasse 4 - "U - Boot aus Orangen"	149
Abb. 78: Klasse 4 - "Blitz am Küchensieb"	150
Abb. 79: Klasse 4 - "Tolle Donnertüte"	150
Abb. 80: Klasse 4 - "Feuerfester Luftballon"	150
Abb. 81: Klasse 4 - "Trockener Taucher"	151
Abb. 82: Klasse 4 - "Wasser, Eis und Meer"	151
Abb. 83: Klasse 4 - "Wasser, Eis und Meer" Ergebnis	151
Abb. 84: Klasse 4 - "Salz - oder Süßwasser"	151
Abb. 85: Klasse 4 - "Da tut sich was"	152
Abb. 86: Klasse 4 - Gruppenfoto "Lumpi und ein italienisches Café"	152
Abb. 87: Klasse 4 - "Zu viel Druck"	152
Abb. 88: Klasse 4 - "Wasser biegen"	153
Abb. 89: Klasse 4 - "Kompass"	153
Abb. 90: Klasse 4 - "Warum ist der Himmel blau?"	153
Abb. 91: Klasse 4 - "Warum ist der Himmel blau?" 2	153
Abb. 92: Klasse 4 - Vortrag 1	156
Abb. 93: Klasse 4 - Vortrag 2	156
Abb. 94: Klasse 4 - Vortrag 3	156
Abb. 95: Klasse 4 - Vortrag 4	156
Abb. 96: Alternativdurchführung 1	196
Abb. 97: Alternativdurchführung 2	196
Abb. 98: Alternativdurchführung 3	197
Abb. 99: Alternativdurchführung 4	197

Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 100: Alternativdurchführung 5</i>	197
<i>Abb. 101: Alternativdurchführung 6</i>	197
<i>Abb. 102: Alternativdurchführung 7</i>	197
<i>Abb. 103: Alternativdurchführung 8</i>	197
<i>Abb. 104: Materialkarten</i>	210
<i>Abb. 105: "Trichter"</i>	219

Diagrammverzeichnis

<i>Diagramm 1: Testlauf – Hast du die Versuche verstanden?</i>	109
<i>Diagramm 2: Testlauf - Wie hat dir der "Ausflug" in die Physik gefallen?</i>	109
<i>Diagramm 3: Testlauf - Hättest du mehr Zeit zur Bearbeitung der einzelnen Arbeitsblätter gebraucht?</i>	110
<i>Diagramm 4: Testlauf - Hättest du die Versuche auch ohne große Hilfe bearbeiten können?</i>	110
<i>Diagramm 5: Testlauf - Waren die Versuche und Arbeitsblätter sehr schwierig für dich?</i>	111
<i>Diagramm 6: Testlauf - Fandest du die Themen interessant?</i>	111
<i>Diagramm 7: Testlauf - Würdest du gerne noch einmal einen Ausflug dieser Art machen?</i>	111
<i>Diagramm 8: Klasse 3 - Wie fandest du deine Station?</i>	140
<i>Diagramm 9: Klasse 3 - Wie gut hat deine Gruppe zusammen gearbeitet?</i>	140
<i>Diagramm 10: Klasse 3 - Hattest du genügend Zeit?</i>	141
<i>Diagramm 11: Klasse 3 - Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan?</i>	142
<i>Diagramm 12: Klasse 3 - Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station?</i>	143
<i>Diagramm 13: Klasse 3 - Fandest du die Themen deiner Station interessant?</i>	144
<i>Diagramm 14: Klasse 3 - Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor dieser Art machen?</i>	144
<i>Diagramm 15: Klasse 3 - Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden?</i>	145
<i>Diagramm 16: Klasse 4 - Wie fandest du deine Station?</i>	157
<i>Diagramm 17: Klasse 4 - Wie gut hat deine Gruppe zusammen gearbeitet?</i>	157
<i>Diagramm 18: Klasse 4 - Hattest du genügend Zeit?</i>	158
<i>Diagramm 19: Klasse 4 - Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan?</i>	159
<i>Diagramm 20: Klasse 4 - Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station?</i>	160
<i>Diagramm 21: Klasse 4 - Fandest du die Themen deiner Station interessant?</i>	161
<i>Diagramm 22: Klasse 4 - Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor dieser Art machen?</i>	161
<i>Diagramm 23: Klasse 4 – Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden?</i>	162
<i>Diagramm 24: Vergleich - Wie fandest du deine Station?</i>	169
<i>Diagramm 25: Vergleich - Wie gut hat deine Gruppe zusammen gearbeitet?</i>	170
<i>Diagramm 26: Vergleich - Hattest du genügend Zeit?</i>	171
<i>Diagramm 27: Vergleich - Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan?</i>	172
<i>Diagramm 28: Vergleich - Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station?</i>	172
<i>Diagramm 29: Fandest du die Themen deiner Station interessant?</i>	173
<i>Diagramm 30: Vergleich - Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor dieser Art machen?</i>	174
<i>Diagramm 31: Vergleich - Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden?</i>	174
<i>Diagramm 32: Klasse 3 - Fallen dir noch Versuche von deiner Station ein?</i>	177
<i>Diagramm 33: Klasse 4 - Fallen dir noch Versuche von deiner Station ein?</i>	177
<i>Diagramm 34: Versuche - "Lumpi auf dem Weg in den Urlaub"</i>	178
<i>Diagramm 35: Versuche - "Lumpi in den Bergen"</i>	179
<i>Diagramm 36: Versuche - "Lumpi und das Meer"</i>	180
<i>Diagramm 37: Versuche - "Lumpi und ein italienisches Café"</i>	180
<i>Diagramm 38: Versuche - "Lumpi auf Städtetour"</i>	181
<i>Diagramm 39: Klasse 3 - Hast du dich nach dem Lehr - Lern - Labortag noch einmal mit dem Arbeitsheft beschäftigt?</i>	182
<i>Diagramm 40: Klasse 4 - Hast du dich nach dem Lehr - Lern - Labortag noch einmal mit dem Arbeitsheft beschäftigt?</i>	182
<i>Diagramm 41: Klasse 3 - Mit was hast du dich beschäftigt?</i>	183
<i>Diagramm 42: Klasse 4 - Mit was hast du dich beschäftigt?</i>	184
<i>Diagramm 43: Zwei Versuche, die nicht von der eigenen Station waren</i>	185
<i>Diagramm 44: Alternativdurchführung - Wie fandest du deine Station?</i>	189
<i>Diagramm 45: Alternativdurchführung - Wie gut hat deine Gruppe zusammengearbeitet?</i>	190
<i>Diagramm 46: Alternativdurchführung - Hattest du genügend Zeit?</i>	191

<i>Diagramm 47: Alternativdurchführung - Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan?</i>	192
<i>Diagramm 48: Alternativdurchführung - Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station?</i>	193
<i>Diagramm 49: Alternativdurchführung - Fandest du die Themen deiner Station interessant?</i>	194
<i>Diagramm 50: Alternativdurchführung - Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor in dieser Art machen?</i>	194
<i>Diagramm 51: Alternativdurchführung - Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden?</i>	195

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Versuchsübersicht</i>	106
<i>Tabelle 2: Zeitplan für die Durchführung am 01.06.2011</i>	117
<i>Tabelle 3: Zeitplan für die Durchführung am 06.06./07.06 2011</i>	118
<i>Tabelle 4: Zeitplan für die Durchführung am 01.07.2011</i>	187
<i>Tabelle 5: Lernzirkel - Beispielhafter Wochenplan</i>	200
<i>Tabelle 6: Lernzirkel - Beispielhafter Gruppenwochenplan</i>	201

1. Vorwort

Die Arbeit beginnt mit einem kurzen Dialog zwischen zwei Grundschülerinnen, die sich am ersten Schultag nach den Sommerferien auf ihrem Schulweg unterhalten.

Anna: Sophie, danke für deine schöne Postkarte. Dein Urlaub muss ja richtig toll gewesen sein! Erzähl doch mal, was du so erlebt hast.

Sophie: Der ganze Urlaub war einfach nur traumhaft. Ich hatte ja anfangs keine Lust in die Berge zum Wandern zu fahren, aber dann haben wir richtig schöne Sachen gemacht. Einmal, da hatte ich echt Angst. Ich bin mit Mama und Papa zu einer Hütte gewandert. Dort wollten wir auch schlafen. Wir standen mitten am Berg und plötzlich hat sich der Himmel zugezogen und wir hörten ein leises Donnern. Wir sind den Berg so schnell hoch gelaufen, dass wir richtig außer Atem waren, als wir oben an der Hütte ankamen. Wir waren keine zwei Minuten an der Hütte und schon gewitterte es heftig. Es hat sehr laut gedonnert, das kannst du dir gar nicht vorstellen und die ganzen Blitze überall. Ich frage mich, wieso sich das Gewitter in den Bergen so viel lauter anhört als bei uns daheim.

Anna: Oh mein Gott, Sophie, das hört sich ja richtig unheimlich an, aber zum Glück ist euch nichts passiert.

Sophie: Weißt du wieso? Das hat mir dann mein Papa gesagt, weil so etwas in der Schule ja nie erklärt wird. Aber jetzt erzähl du doch erst einmal, was du so in den Ferien gemacht hast.

Anna: Unser Urlaub war richtig langweilig im Gegensatz zu eurem. Wir sind Pfingsten ja schon ans Meer geflogen und deshalb sind wir in den Sommerferien jetzt nur in die Toskana gefahren und waren dann noch 2 Tage in Rom.

Sophie: Mhm stimmt, aber Rom ist doch auch total schön.

Anna: In Rom war es nicht schlecht, es war aber viel zu warm, so dass ich in die vielen Brunnen reingesprungen bin, um wenigstens eine kurze Abkühlung zu bekommen. Ich bin sogar freiwillig in den Petersdom und habe mich drei Stunden angestellt, weil es dort auch immer schön kühl drinnen ist. Es war auch recht interessant, denn auf verschiedenen Schautafeln in dutzenden Sprachen wurde erklärt, wieso diese Torbögen ein ganzes Kirchendach tragen

können. Sonst war es aber total langweilig. Ich wäre schon viel lieber nochmal ans Meer gefahren. Weil wir jedoch nicht an das Meer gefahren sind, durfte ich mir etwas wünschen. Und weißt du, was es war? Wir sind mit einem Heißluftballon gefahren.

Sophie: Das klingt doch echt super! Damit wollte ich auch schon immer einmal fahren. Schon faszinierend, wie so ein großer Ballon die Menschen durch die Luft tragen kann. Wenn ich fünf Luftballons in der Hand habe, hebe ich ja auch nicht vom Boden ab.

Anna und Sophie erreichen die Schule und schauen am schwarzen Brett, welche Arbeitsgemeinschaften im kommenden Schuljahr angeboten werden.

Sophie: Anna, schau mal dieses Plakat „Physik im Alltag“! Da steht, man geht den Naturphänomenen und physikalischen Hintergründen im Alltag und im Urlaub auf den Grund. Das ist ja ein Zufall!

Anna: Das klingt ja echt spannend. Aber schau dir mal das Bild von dem Lehrer an. Den kenne ich ja gar nicht.

Sophie: Mhm, Professor Lumpi – nie gehört. Er sieht fast ein bisschen so aus, wie die Forscher in den Fernsehsendungen oder wie dieser Einstein. Lies mal den Text:

„Liebe Schülerinnen und Schüler, ihr hattet bestimmt wahnsinnig viele tolle Erlebnisse im Urlaub. Vieles davon könnt ihr euch sicher jetzt noch gar nicht erklären. Wenn ihr aber Lust habt, dann kommt zu meiner Arbeitsgemeinschaft. Hier werden wir Naturphänomenen und physikalischen Hintergründen im Alltag auf den Grund gehen. Die Arbeitsgemeinschaft findet immer dienstags nach der sechsten Stunde statt. Danach seid ihr viel schlauer, was physikalische Phänomene angeht. Freut euch auf spannende Experimente und taucht mit mir ein in die Welt der Physik!“

Anna: Sophie, das hört sich doch toll an, lass uns dorthin gehen. Wenn ich heimkomme, frage ich gleich meine Mama, ob ich daran teilnehmen darf.

Sophie: Klar, Anna, das wird bestimmt lustig. Vor allem, wenn wir auch selber Sachen ausprobieren dürfen. Ich frage nach der Schule auch gleich meine Eltern.

So ähnlich könnte ein Gespräch zwischen zwei Grundschülerinnen der 4. Jahrgangsstufe am ersten Schultag nach den Sommerferien verlaufen. Die Themen der Arbeitsgemeinschaften in Grundschulen orientieren sich immer mehr an den Interessen der Schüler. Daher kann es durchaus möglich sein, dass solch eine Arbeitsgemeinschaft über Naturphänomene angeboten wird.

Wie zahlreiche Auswertungen belegen, sind seit Jahren die Ergebnisse von Interessenstudien bei Kindern und Jugendlichen immer wieder die gleichen. Die Jungen akzeptieren und mögen den naturwissenschaftlichen Unterricht, insbesondere auch das Fach Physik. Ihre Mitschülerinnen hingegen, lehnen naturwissenschaftliche Fächer ab und bringen das größte Engagement in Fächern, die soziale Themengebiete ansprechen. Es gibt zahlreiche Erklärungsversuche, wie diese Neigungen entstehen. Man ist aber noch zu keinem endgültigen Entschluss gekommen. Todt sieht als Ursprung dieser Haltung die geschlechts-spezifische Interessenentwicklung in früher Kindheit, welche auch sehr eng mit den gesellschaftlichen Erwartungen verbunden ist. So spielen die Mädchen eher mit Puppen und die Jungen interessieren sich für Eisenbahnen. Diese Haltungen werden in der Grundschule beibehalten und können nach Todt kaum durch die Schule beeinflusst werden. Die Mehrheit der Mädchen und Jungen können es nicht mit ihrem Selbstbild vereinbaren, dass sie sich aufgeschlossen gegenüber den Interessen des anderen Geschlechts zeigen [SNPDL].

Im Rahmen einer Studie wurden die Fachpräferenzen bei Jungen und Mädchen ermittelt. In nachfolgender Abbildung sind die Ergebnisse dargestellt:

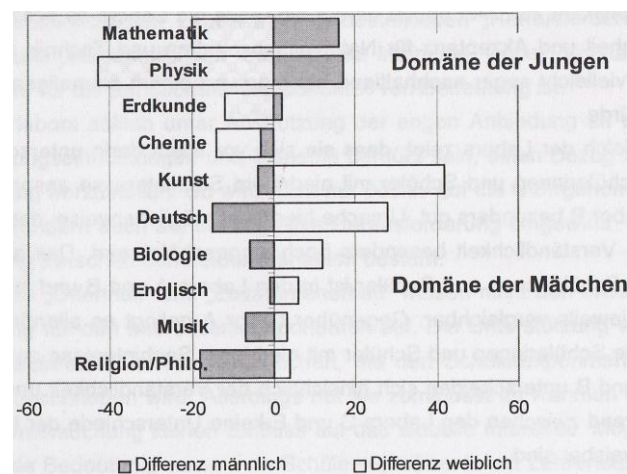


Abb. 1: Lieblingsfächer und unbeliebte Fächer: Differenz positiver und negativer Nennungen nach Geschlecht

Jungen tendieren eher zu naturwissenschaftlichen Fächern, wie Mathematik und Physik, während die Mädchen eine Vorliebe gegenüber gesellschaftswissenschaftlichen Fächern, wie Kunst, Deutsch und Englisch haben. Biologie stellt dabei eine Ausnahme dar. Diese Ergebnisse unterstreichen das oben Dargestellte.

Damit die Abneigung der Mädchen gegenüber naturwissenschaftlichen Fächern nicht stagniert oder größer wird, entstand die Idee, bereits den Grundschülerinnen und Grundschulern Freude und Spaß am Umgang mit naturwissenschaftlichen Phänomenen und Ereignissen zu vermitteln. Dies soll durch ein Lehr - Lern - Labor mit dem Thema „Lumpi's lustige Reise durch die Physik“ erreicht werden.

Im Anschluss an dieses Vorwort wird die Motivation des Verfassers für die Wahl des Themas, der Jahrgangsstufe und des Titels erläutert. Darauf folgt die gezielte Betrachtung des bayerischen Grundschullehrplans bezüglich der Grundlagen und Leitlinien, der Fachprofile und des Fachlehrplans. Danach werden die grundlegenden Elemente der Physikdidaktik näher erläutert. Dies beinhaltet unter anderem Aspekte, wie die Elementarisierung, Methoden im Physikunterricht, methodische Großformen, Unterrichtskonzepte und Experimente im Physikunterricht. Anschließend wird das dem Lehr – Lern – Labor zugrundeliegende Konzept mit Geschichten, Versuchen, möglichen Lernzielen und Lehrplanbezügen vorgestellt. Dann wird über den Testlauf einer Station des Lehr – Lern – Labors mit einer dritten Klasse berichtet. Für eine erfolgreiche Durchführung des Lehr – Lern – Labors sind einige grundlegende Rahmenelemente erforderlich. Diese werden in einem Kapitel gesondert erläutert. Das Lehr – Lern - Labor wurde mehrfach durchgeführt. In mehreren Kapiteln wird zunächst ausgewertet, wie die Betreuer der einzelnen Stationen und die Schüler den Labortag empfanden, dann werden die Eindrücke verglichen und Verbesserungsvorschläge erörtert und schließlich wird die Nachhaltigkeit diskutiert. Daran fügen sich Bericht und Auswertung über die „Alternativdurchführung“ des Lehr – Lern – Labors unter anderen Voraussetzungen an. In einem Fazit werden die grundlegenden Beobachtungen und Ergebnisse dieser Arbeit und der Durchführungen zusammengefasst. Zum Schluss folgt ein Ausblick, der zusätzliche Durchführungsmethoden darstellt. Im Anschluss daran befindet sich der Anhang, der sämtliche Unterlagen, Materialien und das eigens entworfene Schülerarbeitsheft beinhaltet.

Im weiteren Verlauf wird der Begriff Schüler als Synonym für Schülerinnen und Schüler verwendet, ebenso steht der Begriff Lehrer sowohl für Lehrerinnen als auch für Lehrer. Der Begriff Betreuer umfasst auch das weibliche Geschlecht.

2. Motivation für das Thema

In diesem Abschnitt werden Themenauswahl und Motto des Projektes genauer erläutert. Außerdem wird begründet, warum zur Durchführung des Lehr – Lern – Labors eine 4. Klasse herangezogen wurde.

2.1. Begründung für die 4. Jahrgangsstufe

Nach langem Abwägen zwischen Vor- und Nachteilen, wurde der Entschluss gefasst, das Projekt in einer 4. Klasse durchzuführen, da die Schüler bis dahin schon mehrfach mit offenen Unterrichtsformen konfrontiert wurden. Ein weiteres Argument, welches dafür spricht, greift auf die Theorie der kognitiven Entwicklung von Jean Piaget zurück. So besitzt nach Piaget jeder Mensch die Fähigkeit der Adaption und Organisation. Die Adaption unterteilt sich nochmals in die Assimilation und die Akkommodation. Assimilation bedeutet, dass der Mensch die Fähigkeit besitzt, seine Umwelt so zu verändern, dass sich diese den eigenen Bedürfnissen und Wünschen anpasst. Akkommodation hingegen meint die Veränderung des eigenen Verhaltens, um sich den Umweltbedingungen anzupassen. Die Organisation steht indes für die Integration der eigenen Prozesse in kohärente Systeme. Der Mensch strebe nach Piaget einen Gleichgewichtszustand zwischen der Adaption und der Assimilation an, so dass er in „Frieden und Harmonie“ mit sich und seiner Umgebung leben könne. Piaget behauptet, dass man die kognitive Entwicklung in vier Hauptstadien unterteilen kann. Die Kinder zwischen 0 und 24 Monaten befinden sich auf der Stufe der sensomotorischen Intelligenz und verfügen lediglich über einige angeborene Reflexe. Diese werden durch Beobachtungen und Handlungen erweitert, so dass die Säuglinge schließlich den Zusammenhang zwischen Zweck und Mittel erfassen. Mit ungefähr 12 Monaten erfahren die Kinder dann auch die Objektpermanenz. Dies bedeutet, dass das Kind weiß, dass die Dinge trotzdem existieren, auch, wenn es sie gerade nicht sieht. Im Alter von 2 bis 7 Jahren befinden sich die Kinder zunächst im präoperationalen Stadium. Hier wird die Sprache angeeignet und es kann mit Vorstellungen und Symbolen umgegangen werden. Auch erste „Als ob – Spiele“ finden statt. Darauf folgt die Stufe des anschaulichen Denkens. In diesem Stadium werden echte Begriffe entwickelt, wobei aber hauptsächlich wahrnehmungsgemäß herausragende Merkmale Berücksichtigung finden. Das Kind sucht nach Zusammenhängen und Kausalbeziehungen, um die vielen Eindrücke und Ergebnisse ordnen zu können. Das Denken findet aber eingleisig statt, so dass nur einzelne innere

Handlungen, keine Parallelhandlungen, durchgeführt werden können. Im Alter von 7 bis 11 Jahren befinden sich die Kinder im Stadium der konkreten Operationen. Hier werden erstmals verschiedene Kennzeichen eines Gegenstandes und Vorgangs gleichzeitig erfasst und in Relation gesetzt. So beziehen sich nun Regeln auf zwei und mehr Begriffe. Außerdem besitzen die Kinder die Fähigkeit vorausschauend zu denken und das eigene Handeln reflektierend zu steuern. Logische Schlussfolgerungen über Phänomene werden möglich. Ab dem Alter von 11 Jahren befinden sich die Kinder im Stadium der formalen Operationen. Die Kinder und Jugendlichen können nun gedanklich mit Hypothesen umgehen, Probleme theoretisch analysieren und Fragestellungen systematisch durchdenken. Somit ist nach Piaget auch die höchste Form des logischen Denkens erreicht. Im Laufe der Zeit haben Forschungsergebnisse jedoch gezeigt, dass die kognitive Entwicklung bei Kindern wesentlich schneller verläuft als Piaget in seinen Studien herausfand [IQU1]. Die Theorie von Piaget sowie auch die neueren Forschungsergebnisse zeigen somit, dass sich die Schüler der 4. Klassen bereits mitten oder auch schon am Ende des Stadiums der konkreten Operationen befinden. So sind die Schüler durchaus in der Lage, naturwissenschaftlichen Phänomenen auf den Grund zu gehen und darüber hinaus Regeln sowie Relationen zwischen zwei oder mehreren Gegenständen zu formulieren. Einige Schüler in der 4. Klasse haben schon alleine oder auch zu zweit kurze Vorträge gehalten, so dass sie es gewohnt sind, sich frei vor der eigenen Klasse zu artikulieren. Ein weiterer gewichtiger Aspekt war der, dass die Viertklässler am Ende der 4. Jahrgangsstufe bereits einige physikalische Themen im Heimat- und Sachunterricht oberflächlich kennen lernen konnten, aber leider nicht allzu sehr mit der Tiefe der Themengebiete vertraut gemacht wurden, da diese sehr komplex sind und dafür nicht genügend Zeit im Schulalltag zur Verfügung steht. Dieser Aspekt wurde bereits im ersten Gliederungspunkt diskutiert. Die Schüler der 4. Klasse kennen also einige physikalische Hintergründe, können diese aber nur sehr selten im Alltag anwenden und auf ihn übertragen.

Dies wurde in der Umfrage, welche in der 4. Klasse der Grundschule Burkardroth durchgeführt wurde, bestätigt. Die Antworten werden im Folgenden nur beispielhaft in Auszügen dargelegt. Die Schüler wurden dazu befragt, was sie sich unter Physik vorstellen. Es gab auf der einen Seite sehr gute Antworten, wie beispielsweise Gravitation, Magnetismus, Mechanik, Elektrizität und Lichtgeschwindigkeit, auf der anderen Seite aber auch Antworten, wie „verstehe ich nicht“ oder „das ist ein Schulfach“. Weiter sollte

herausgefunden werden, wo ihrer Meinung nach im Alltag Naturphänomene auftreten. Die häufigsten Antworten waren Gewitter, Gezeiten, sowie Natur und Garten. Es gab aber auch Antworten wie, „mitten auf der Wiese wächst genau eine Blume“ oder „ das Laub fällt vom Baum“. Bei der Frage, wo man der Physik im Urlaub begegnen könne, gab es erfreulicherweise durch die Bank fast nur gute Antworten. Ein geringer Teil wird hier vorgestellt. So wurden die Gezeiten, das Meer, das Gewitter und die Alpen, sowie auch der Strom sehr häufig genannt. Die Fortbewegungsmittel, der Strand und vieles mehr dagegen immer nur einmal. Richtig erschreckend war als Antwort die Aufzählung einzelner Ländernamen. Außerdem wurde danach gefragt, welche Sendungen die Schüler regelmäßig anschauen, die sich ihrer Meinung nach mit naturwissenschaftlichen oder physikalischen Phänomenen beschäftigen. Es kristallisierten sich drei Sendungen heraus: „Die Sendung mit der Maus“, „Wissen macht Ah!“ und „Galileo“. Andere Sendungen wie beispielsweise „Löwenzahn“, „Logo“, „Willi will's wissen“ oder auch „Pur plus“ wurden ebenfalls genannt. Im vierten Gliederungspunkt wird noch einmal der Zusammenhang zwischen gewissen Alltagsvorstellungen und dem Fernsehkonsum erläutert. Deshalb wird hier nicht weiter darauf eingegangen. Gestärkt durch die Studien aus dem Vorwort und der durchgeführten Umfrage in der vierten Klasse der Grundschule Burkardroth reifte der Entschluss, dass sich eine vierte Klasse hervorragend für solch ein Projekt eignen würde. Die Schüler gehen auf Grund ihres Überblickwissens mit noch nicht allzu vielen Alltagsvorstellungen an die Themengebiete heran, zudem wird bei dem Projekt keinerlei Physikwissen vorausgesetzt, so dass die Lehrkraft bereits im Grundschulalter den Schülern die Freude an der Physik und am Experimentieren vermitteln kann. Außerdem werden die Schüler erst sehr viel später erneut mit den Fächern Chemie und Physik in Berührung gebracht. Deshalb sollte bereits die Grundschullehrkraft darauf achten, dass die Schüler der gesamten Klasse zumindest ein Basisverständnis davon besitzen, wenn sie am Ende des Jahres weiterführende Schulen besuchen.

2.2. Begründung für die Themenauswahl

Bereits im vorhergehenden Abschnitt wurde erläutert, dass die Grundschüler lediglich ein Überblickwissen über die zahlreichen Gebiete der Physik in der Grundschule lernen. Dieses Wissen kann der Großteil der Schüler aber leider nicht auf andere Situationen übertragen und anwenden. Es wird sehr großer Wert darauf gelegt, dass die Schüler in der Grundschule, so weit möglich, nicht mit Zahlen und Formeln im Heimat- und Sachunterricht konfrontiert

werden. Sie lernen also lediglich die einfachsten Merkgelien und Gesetzmäßigkeiten der Physik kennen. Wie man anhand der Umfrageergebnisse und auch an dem Studienergebnis von Aikenhead, welches in 4.7. „Alltagsvorstellungen“ dargelegt wird, erkennen kann, existiert bereits bei Vorschülern sehr starkes Interesse an naturwissenschaftlichen Sendungen. Dieses Interesse bleibt, wie man eindeutig aus der Umfrage ersehen kann, auch bis einschließlich der 4. Jahrgangsstufe bestehen. Lediglich die Auswahl der Dokumentationen unterscheidet sich. Weiter soll den Schülern vermittelt werden, dass Physik kein hoch theoretisches und mathematisches Schulfach ist. Physik ist nämlich ein Fach, das sehr viele Alltagsphänomene beschreiben kann. Viele Menschen wissen auch gar nicht, dass Physik jeden Tag allgegenwärtig ist. Um diesen Blick und Sinn für Physik schärfen zu können, musste einerseits ein Thema ausgewählt werden, welches bei den Schülern gut ankommt um das Interesse an dem Fach zu steigern, andererseits sollten aber bei der Umsetzung keinerlei Schwierigkeiten durch zu hohes Niveau auftreten. Deshalb wurde die Idee des Themas „Physik im Urlaub“ entwickelt. Es war schnell klar, dass man dieses Thema ansprechend und auf niedrigem Niveau gestalten kann und, dass jeder Schüler schon in Urlaub gefahren sein dürfte, so dass ein Großteil der zu behandelnden Phänomene den Schülern bekannt vorkommen sollte. Die physikalischen Phänomene, die in diesem Lehr - Lern - Labor behandelt werden, beziehen sich allerdings bei Weitem nicht nur auf den Urlaub, sondern treten auch immer wieder im Alltag auf. Hier werden sie aber im Rahmen von fünf lustigen Geschichten in einen thematischen Zusammenhang zum Urlaub gebracht.

2.3. „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“

Das Motto oder Thema einer Veranstaltung ist zunächst ihr Aushängeschild, so dass man sich bereits lange im Vorfeld viele Gedanken darüber machen sollte. Der Titel bzw. das Motto sollte die Neugierde wecken, nicht allzu viel verraten und dem Alter der Zielgruppe angepasst sein, so dass bei dem ein oder anderen Interessenten vielleicht sogar Identifikationsmöglichkeiten entstehen. Nachdem zahlreiche Ideen gesammelt wurden, kristallisierte sich folgende als die beste heraus: „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik!“. Lumpi ist ein zerstreuter Professor, der an einer Grundschule immer wieder Arbeitsgemeinschaften anbietet, die einen physikalischen Hintergrund besitzen oder die versuchen, Naturphänomene zu erklären. Er lockert die theoretischen Hintergründe meist durch lustige Geschichten aus seinem Erlebnisrepertoire auf. So werden die Teilnehmer nicht mit komplexen Formeln und Gesetzmäßigkeiten überfordert, sondern können sich auf das

Wesentliche konzentrieren. Es stehen also nicht theoretische Formeln und trockener Stoff im Vordergrund, sondern der Spaß im Umgang mit der Physik. Lumpi möchte den Schülern die Freude und den Spaß bei physikalischen Experimenten und Gesetzmäßigkeiten vermitteln. Da die Arbeitsgemeinschaft bei Professor Lumpi nämlich eine freiwillige Angelegenheit ist, soll das Motto möglichst ansprechend gestaltet sein, so dass auch möglichst viele Schüler daran teilnehmen. Aus diesem Grund begeben sich die Schüler nicht einfach auf „Lumpi’s Physikreise“, sondern auf „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“. So soll bei den Schülern auch eine gewisse Neugierde geweckt werden, da sich die meisten gar nicht vorstellen können, wo Physik im Alltag und speziell im Urlaub vorkommt. Die Kinder werden schließlich mit einem breiten Band an physikalischen Phänomenen konfrontiert, die ihnen im Urlaub, aber auch zu Hause, begegnen. Leider gibt es auch viele negative Assoziationen mit dem Fach Physik. Um eine positive Haltung dem Schulfach gegenüber aufzubauen, wurde das Motto explizit so gewählt, dass die Schüler einige positive Aspekte damit in Verbindung bringen.

3. Betrachtung des Lehrplans

Der Lehrplan enthält nach Walter Müller vier konstitutive Definitionsmerkmale, nämlich die Inhaltsdimension, Zieldimension, Ordnungsdimension und Auswahldimension [HJASS]. Diese vier Dimensionen geben den Lehrkräften eine Orientierungs- und Planungshilfe für die Gestaltung des Unterrichts an die Hand. Ich werde hier sowohl auf die allgemeinen Grundlagen und Leitlinien des bayerischen Grundschullehrplans als auch auf das Fachprofil für den Heimat- und Sachunterricht eingehen. Es werden aber lediglich die Aspekte erwähnt, die für das weitere Vorgehen meines Projektes notwendig und nützlich sind. Bei der Betrachtung des Fachlehrplans für das Fach Heimat – und Sachunterricht an bayerischen Grundschulen werden hier ausschließlich die Themenkomplexe der Fächer Chemie, Physik und Biologie behandelt, da diese inhaltlich im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit stehen. Bei den Themen der Fächer Chemie und Biologie wird sich auf das Wesentliche beschränkt. Im Fach Physik wird die Vorgehensweise dagegen genauer dargelegt, da diese die Basis für die weitere Planung und Durchführung des Projektes bildet.

3.1. Grundlagen und Leitlinien

Die Grundschule sollte laut Lehrplan einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung der Schüler leisten. Dabei sollten sich die Lehrkräfte immer vor Augen halten, dass die Kinder kleine heranwachsende Persönlichkeiten sind, die unter anderem das Selbstwertgefühl, Eigenverantwortung und eine positive Lebenseinstellung erst kennenlernen und erfahren müssen. Weiterhin müssen die Schüler langsam dazu hingeführt werden, eigene Leistungen richtig einzuschätzen, sich selbst zu akzeptieren, Schwächen zu erkennen und dagegen anzukämpfen. Eine wichtige Rolle spielt auch das Kennenlernen und Akzeptieren von Regeln und Ritualen. Denn diese sind unter anderem die Grundlagen für ein problemloses Zusammenleben. Der Unterricht sollte so gestaltet sein, dass die Eigenaktivität der Schüler einen wichtigen Platz einnimmt. So sollte es ihnen ermöglicht werden, aufbauend auf bisherige Erfahrungen, eigene, subjektiv stimmige Vorstellungen zu entwickeln, so dass sie neue und bereits bekannte Informationen und Handlungsmuster miteinander verknüpfen können. Beim Lernprozess sollte grundsätzlich darauf geachtet werden, dass das schulische Lernen an die Erfahrungs- und Erlebniswelt der Schüler anknüpft. Lerninhalte werden besser verstanden und behalten, wenn sie für die Schüler ansprechend gestaltet und mit Alltagssituationen verknüpft sind. Außerdem sollten sie eine große Bedeutung für das

gegenwärtige und zukünftige Leben der Schüler einnehmen. Um die Eigenverantwortung der Schüler zu stärken, sollten diese stets die Möglichkeit haben, selbstständig zu arbeiten und neue Lernwege zu erforschen [BSUKLGSB].

3.2. Fachprofile

Der Heimat- und Sachunterricht in der Grundschule strebt ein Gleichgewicht von Kind - und Sachorientierung an. Auf der einen Seite sollte der Unterricht kindorientiert gestaltet werden, so dass der Entwicklungsstand der Schüler, die spezifischen Lebens- und Lernformen, Aspekte aus dem Alltag und die emotionalen und motivationalen Dimensionen berücksichtigt werden. Dabei sollte man stets die Elementarisierung der Inhalte im Auge behalten. Auf der anderen Seite gestaltet die Lehrkraft den Unterricht sachorientiert, so dass die Schüler bereits in frühen Jahren die Inhalte in ihren Strukturen, fachliche Bezüge und entsprechende Arbeitsweisen kennenlernen. Die Verknüpfung von Kind – und Sachorientierung kann erreicht werden, indem man altersgemäße Lehr- und Lernmethoden anwendet. Diese erleichtern den Schülern den Übergang vom anschaulichen zum formalen Denken, sowie das Verstehen abstrakter Zusammenhänge. Als zentrales Thema steht die aktive Aneignung und demokratische Mitgestaltung der Heimat im Mittelpunkt. Die Schüler sollen einen Bezug zur Heimat durch Kennen - und Schätzenlernen heimatlicher Natur und Kultur aufbauen. Sie sollen sich aber dennoch darüber hinaus über andere Regionen, Kulturen, Religionen und Herkunftsländer informieren. Dadurch werden Toleranz und Achtung gefördert und somit eine gewisse Offenheit gegenüber der Welt und dem Fremden entwickelt. Durch das ausgewählte grundlegende Wissen erlernen die Schüler fachliche und überfachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die erforderlichen Arbeitsweisen.

Die Lehrkraft achtet auf eine abwechslungsreiche Gestaltung des Unterrichts, damit das aktive Lernen der Kinder nicht zu kurz kommt. Außerdem sollten die Schüler originale Begegnungen und selbsttätige Auseinandersetzungen mit der Wirklichkeit erfahren. Es existieren bestimmte Lernformen, die der Erziehung zur Selbstständigkeit dienen:

Das forschend – entdeckende Lernen, wobei die Schüler selber Thesen aufstellen, diese überprüfen und bei Möglichkeit das angestrebte Wissen selbst herausfinden.

Das problemorientierte Lernen; hierbei geht der Lernweg von Fragestellungen aus und führt über bestimmte Lösungshilfen zum Ergebnis. Denken und Arbeiten werden beim handelnden Lernen miteinander verknüpft.

Beim projektorientierten Lernen planen und setzen Schüler und Lehrkräfte gemeinsam das Unterrichtsgeschehen um.

Die verschiedenen Lernformen ermöglichen es den Schülern, dass sie lernen, wie sie Wissen erwerben, speichern und anwenden können. Ihnen werden fachlich ausgerichtete Arbeitsweisen und -techniken, überfachliche Methoden und allgemeine Fähigkeiten beigebracht [BSUKLGSB].

3.3. Fachlehrplan

Bereits in der ersten Jahrgangsstufe kommen die Schüler mit naturwissenschaftlichen Themen aus den Bereichen der Chemie, Physik und Biologie in Berührung. So ist im bayerischen Lehrplan für das Fach Heimat – und Sachunterricht festgelegt, dass sich die Schüler im Verlauf der ersten Jahrgangsstufe unter anderem mit folgenden naturwissenschaftlichen Gebieten beschäftigen: „Sinnesleistungen“, „Wasser als Lösungsmittel“, „Die Wiese im jahreszeitlichen Wechsel“, „Tiere und Pflanzen der Wiese“, „Tag und Nacht“, „Luft und Leben“ sowie auch mit „Erfahrungen mit Luft und Wetter“. Neben der tabellarischen Stoffdarstellung wird ebenfalls genau erläutert, wie die einzelnen Themengebiete im Unterricht umgesetzt werden sollten.

Der Lehrplan sieht vor, dass die Schüler die verschiedenen Sinneswahrnehmungen durch Versuche erfahren und die unterschiedliche Sensibilität einzelner Körperteile wahrnehmen. Das Schärfen der einzelnen Sinneswahrnehmungen könne man zum Beispiel durch Naturerlebnisspiele oder einen Sinnesparcours erreichen. Ein chemisches Gebiet stellt das Thema „Wasser als Lösungsmittel“ dar. Hierbei sollen die Schüler ebenfalls durch Versuche erkennen, dass sich verschiedene Materialien in Wasser auflösen, andere hingegen nicht.

„Die Wiese im jahreszeitlichen Wechsel“ sowie „Tiere und Pflanzen der Wiese“ stehen unter dem biologischen Leitthema „Leben mit der Natur“. Hierbei kann den Schülern sehr schön vermittelt werden, dass sie durch genaues Hinschauen kleine Veränderungen feststellen und wahrnehmen können. Diese Fähigkeit wird ebenfalls bei den Themen „Tag und Nacht“, „Luft und Leben“ und „Erfahrungen mit Luft und Wetter“ benötigt, da diese zum Teil unter

physikalischen Aspekten im Unterricht behandelt werden. Genauso spielerisch wie die Schüler die Phänomene Licht und Schatten kennenlernen, entdecken sie auch einfache physikalische Gesetzmäßigkeiten im Spiel mit der Luft. Die Schüler sollten hierbei in der Lage sein, die beobachteten Gesetzmäßigkeiten beim Bau verschiedener einfacher Spielzeuge mit einzubeziehen. Darüber hinaus werden Versuche zur Luftausdehnung, Luftbewegung, Tragfähigkeit und Bremswirkung durchgeführt.

Die Naturwissenschaften werden in der zweiten Jahrgangsstufe nicht außer Acht gelassen, nehmen zeitlich jedoch einen geringeren Anteil im Schuljahr ein. Das Wissen über die Wiese wird durch das Kennenlernen der Hecke im Jahresverlauf und ihrer Bewohner erweitert. Beim Themenkomplex Wasser wird auf „Erfahrungen mit Wasser“ sowie auf „Erfahrungen mit Temperaturen“ eingegangen. Die Schüler sollen unter anderem spielerisch die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasser kennenlernen. Experimentell stellen die Schüler fest, welche Materialien im Wasser sinken und welche schwimmen können. Außerdem wird ihnen vor Augen geführt, dass unterschiedliche Zustandsformen existieren. Die Schüler erfahren experimentell, dass man alltäglich von den verschiedenen Wasserzustandsformen Gebrauch macht. Sei es beim Kochen von Wasser oder beim Herstellen von Eiswürfeln. Der chemische Teil befasst sich mit dem Lösen verschiedener Stoffe im Wasser. Sowohl chemischer als auch physikalischer Art sind die einfachen Trennverfahren, welche die Schüler kennenlernen. Ein weiteres alltägliches Phänomen wird unter physikalischem Aspekt eingeführt: Die Schüler erleben bei zahlreichen Versuchen, dass die Temperatur den Zustand verschiedener Materialien verändert. So können sich die Stoffe zum Beispiel ausdehnen oder verformen. Um ein objektives Empfinden von Temperaturen herstellen zu können, wird den Schülern zuerst vor Augen geführt, dass jeder Mensch ein anders Kalt – Warm – Empfinden besitzt, man jedoch durch ein Thermometer genau feststellen kann, wie warm oder kalt es ist oder welche Temperatur ein Stoff besitzt. Hier wird auf die physikalische Gesetzmäßigkeit, dass sich einige Materialien bei Erwärmung ausdehnen, eingegangen [BSUKLGSB].

In der dritten Jahrgangsstufe wird der Lehrkraft im Bereich der Naturwissenschaften eine gewisse Entscheidungsfreiheit gewährt. So kann bei den „Sinnesleistungen“ ausgewählt werden, ob entweder das „Auge“ oder das „Ohr“ im Unterricht durchgenommen wird. Davon hängt allerdings ab, ob die Klasse sich mit optischen oder akustischen Phänomenen

auseinander setzt. Das biologische Wissen wird durch das Kennenlernen des Waldes erweitert. Außerdem werden die Themen „Nutzung von Strom“ und „Magnetismus und Elektrizität“ im Unterricht behandelt. Weitere Stoffgebiete sind „Verbrennung“ und die „technische Entwicklung im Wandel der Zeit“.

Die Vorgehensweisen bei der Behandlung von Auge und Ohr sind weitestgehend identisch. Es werden sowohl Aufbau der Sinnesorgane als auch ihre Leistungen thematisiert. Beim Auge wird auf das Sehen verschiedener Farben, Lichtverhältnisse und Formen eingegangen, während beim Ohr die Wahrnehmung verschiedener Tonhöhen und Lautstärken behandelt wird. Die optischen Phänomene beschäftigen sich mit der Ausbreitung des Lichts und dem Bewusstwerden von Spiegelphänomenen. Es werden einfache Versuche zur geradlinigen Ausbreitung, Streuung und Bündelung von Licht gemacht. Ein weiterer Aspekt ist der Bezug zum Alltag: So wird das wesentliche Verständnis von Regenbogenfarben (Auflösen von Licht in Spektralfarben), Lichtbündelung und Spiegelphänomen gefördert, denn Spiegel besitzen zahlreiche Eigenschaften, die man spielerisch sehr leicht entdecken kann. Die akustischen Phänomene behandeln zum größten Teil die Ausbreitung von Schall in der Luft, in Wasser und in festen Körpern. Um das Konstrukt Schall verstehen zu können, ist es die Aufgabe der Lehrkraft, die Schallausbreitung sichtbar zu machen. Dies kann auch wieder mit Hilfe zahlreicher Versuche geschehen. Daneben wird das Verstärken oder Bündeln eines Schalls angesprochen.

In der dritten Jahrgangsstufe sollen die Schüler außerdem die Funktionsweise eines Magneten durch einfache Versuche und Spiele kennenlernen, so dass sie diese nachvollziehen können. Dieses Wissen wenden sie dann beim Bau eines Magnetkompasses an. Weiter sammeln die Schüler ihre ersten Erfahrungen mit einem Stromkreis, welchen sie, wenn möglich, auch selbst nachbauen sollten, so dass sie verschiedene Materialien auf ihre elektrische Leitfähigkeit selbstständig überprüfen können. Der Themenkomplex wird fortgeführt, indem die Schüler einfache Elektromagneten bauen und das Verhalten des Magneten beim An- und Ausschaltvorgang beobachten. Außerdem lernen sie kennen, welche verschiedenen Wirkungen der elektrische Strom hat. Darüber hinaus sieht der Lehrplan vor, dass auf die Gefahren des elektrischen Stroms eingegangen wird. Als Abschluss dieses Bereichs wird über die technische Entwicklung im Wandel der Zeit gesprochen, indem

den Schülern verdeutlicht wird, welche Veränderungen die Technik mit sich gezogen hat [BSUKLGSB].

Die naturwissenschaftlichen Fächer Chemie, Biologie und Physik nehmen nur einen sehr geringen Teil im Lehrplan des Heimat – und Sachunterrichts der vierten Jahrgangsstufe ein. So beschäftigen sich die Schüler lediglich mit der Wasserversorgung und Abwasser- aufbereitung, dem natürlichen Kreislauf des Wassers, dem Wasser als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie der Abfallentsorgung. Da diese Themen kaum einen physikalischen Hintergrund besitzen, wird auf die Durchführung dieser Bereiche hier nicht näher eingegangen [BSUKLGSB].

4. Grundlegendes zur Physikdidaktik

In diesem Kapitel wird ein kurzer theoretischer Überblick über das Gerüst der Physikdidaktik, die Elementarisierung, Methoden im Physikunterricht, die Experimente und Alltagsvorstellungen der Schüler gegeben. Bei allen Themenbereichen wird sich auf das Wesentliche beschränkt, was bedeutet, dass nur die Punkte angesprochen werden, die für die weitere Planung und Durchführung des Konzeptes erforderlich sind. Im Hauptteil der Arbeit wird immer wieder Bezug auf diese Aspekte genommen, zum Teil wird aber auch näher darauf eingegangen.

4.1. Gerüst der Physikdidaktik

Es wird versucht die zeitgemäße Physik- bzw. Naturwissenschaftsdidaktik mit Hilfe der drei Dimensionen eines „physikdidaktischen Dreiecks“ zu erläutern. Das Dreieck setzt sich aus den Dimensionen „Humanes Lernen der Physik“, „Disziplinarität der Physik“ und der „Gesellschaftlichkeit der Physik“ zusammen. Unter „humanen Lernen“ versteht man die Begriffe „Umgang“, „Begegnung“ und „Alltagsvorstellungen“. Der Moment der Begegnung soll nicht als sachliches Kennenlernen einer bisher unbekanntem Eigenschaft, sondern vielmehr dem Überdenken und Ändern der persönlichen Verhaltensweisen dienen. Der Begriff „Umgang“ stellt die gegenseitige Beziehung zwischen Lehrkraft und Schüler, sowie die Relation zwischen Schüler und den Gegenständen der Realität dar. Hinter dem pädagogischen „Umgang“ hingegen, versteht man ein wechselseitiges respektvolles Verhalten zwischen Lehrer und Schüler, sowie auch gegenüber naturwissenschaftlichen Fehlvorstellungen der Schüler im Alltag [KGHPD].

Die „Disziplinarität der Physik“ steht für die begriffliche und methodische Struktur der Physik. Zu der begrifflichen Struktur zählen sowohl umgangssprachliche als auch fachspezifische Begriffe. Die methodische Struktur ist der Überbegriff für allgemeine und spezifische Verfahren, sowie die „Metastruktur“ der Physik. Die „Metastruktur“ beinhaltet physikalische Methoden, Begriffe und deren Entwicklung.

Hinter der „Gesellschaftlichkeit der Physik“ verbirgt sich der Aspekt, dass heutzutage die Sozial- und Kulturwelt viel zu sehr mit der Technik verbunden ist, als dass man den Physikunterricht lediglich auf Beschreibungen, Interpretationen und Fortführungen beruhen lassen kann. So setzt sich die gesellschaftliche Dimension des Physikunterrichts mit den Anwendungen und Auswirkungen der Technik auf den Menschen auseinander [KGHPD].

4.2. Elementarisierung

Unter Elementarisierung versteht man das Zerlegen und Vereinfachen von schwierigen Begriffen und komplexen Geräten, so dass die Zielgruppe die Zusammenhänge verstehen und lernen kann. Der physikalische Hintergrund darf hierbei nicht vernachlässigt und verfälscht werden. Der Vorgang der Elementarisierung setzt sich somit aus kleineren Sinneinheiten zusammen, welche im Unterrichtsverlauf wieder das Gesamtpaket ergeben. Das Zusammenfügen der kleinen Sinneinheiten zum Gesamten wird Rekonstruktion genannt. Bei der idealisierten Rekonstruktion sollte darauf geachtet werden, dass sie fach-, schüler- und zielgerecht gestaltet wird. Die fachgerechte Rekonstruktion muss nicht hoch komplex erscheinen, sondern kann auch in Modellvorstellungen oder Analogien geschehen. Diese müssen nicht zwingend mit einer physikalischen Theorie übereinstimmen oder diese erklären können. Bei der schülergerechten Rekonstruktion dürfen Vorwissen und Vorverständnis, welches im Alltag oder bereits in der Schule erworben wurde, nicht außer Acht gelassen werden [KGHPD]. Die Schulphysik verfolgt andere Ziele als die Physik, daher kommen unterschiedliche Sachstrukturen und Sinneinheiten zustande. Die Ziele entscheiden jedoch, wie der Stoff behandelt wird, nämlich ob intensiv, oberflächlich oder gar nicht [IQU2]. Im Folgenden wird auf mögliche Arten der didaktischen Rekonstruktion, welche im Unterricht praktiziert werden, eingegangen. Diese sind weitestgehend heuristischer Art: Abstrahieren, Idealisieren, Symbolisieren, Entwickeln theoretischer Modelle, Strukturmodell, Funktionsmodell und Bilden von Analogien.

Das Entdecken allgemeiner Zusammenhänge in der Wirklichkeit versteht man unter Abstrahieren; unter Idealisieren, die Konstruktion von Begriffen mit unrealistischen Eigenschaften. Das Symbolisieren steht für Abkürzungen von Begriffen und Gesetzen. Beim Bilden von Analogien verwendet man bereits bekannte Kontexte, um Neues besser verständlich zu machen. Insbesondere in der Primarstufe sollte nach Wagenschein beachtet werden, dass man die Schüler nicht mit Erklärungen „bombardiert“.

Man sollte komplett auf quantitative mathematische Darstellungen verzichten. Daher wird jetzt noch auf weitere Möglichkeiten der Elementarisierung eingegangen. Drei der sechs Möglichkeiten sind das Beschränken auf verschiedene Dinge, wie das Phänomen, das Prinzip und das Qualitative. Weitere Möglichkeit sind die experimentelle Veranschaulichung des physikalischen Hintergrunds, das Zerlegen in mehrere methodische Schritte und das Einbeziehen historischer Entwicklungsstufen [KGHPD]. In der Physikdidaktik existiert außerdem ein Grundmuster, wie der Physikunterricht aufgebaut sein könnte. So kann man die Behandlung eines physikalischen Gesetzes in vier Schritte einteilen. Die qualitative, halbquantitative, quantitativ sprachliche und quantitativ mathematische Fassung. Die qualitative Fassung besitzt das Merkmal der „wenn ... dann“-Beschreibung, wohingegen die halbquantitative Fassung Messungen voraussetzt, so dass eine „je ... desto“ - Formulierung entsteht. Bei der quantitativ sprachlichen Fassung werden die Messergebnisse in eine Tabelle eingetragen, die Messgenauigkeit berücksichtigt und ein gesetzmäßiger Zusammenhang ausformuliert. Die quantitative mathematische Fassung setzt die Kenntnisse über spezielle Symbole für physikalische Begriffe voraus. In der Grundschule beschränken sich die Ziele des physikalischen Heimat – und Sachunterrichts in der Regel auf die erste und zweite Fassung. Nach Bruners Lerntheorie sollte der zu lernende Stoff durch ein Experiment eingeführt werden, was in seiner Theorie als „enaktiv“ bezeichnet wird. Der Stoff sollte darüber hinaus bildhaft (ikonisch) dargestellt und schließlich symbolisch aufgeschrieben werden [KGHPD]. Um den Schülern schwierigen Stoff verständlich vermitteln zu können, gibt es ebenfalls verschiedene Möglichkeiten. Eine Vereinfachung des Stoffes kann durch Experimente, sowie ikonische und symbolische Darstellungen geschehen.

Auf die Elementarisierung durch Analogien wird im Folgenden näher eingegangen, da sie im Verlauf des Projektes zur Durchführung des einen oder anderen Experiments benötigt wird. Wenn im Unterricht Analogien verwendet werden, bedeutet es, dass die Schüler zunächst einen einfacheren Zusammenhang erfassen, welcher dann auf den komplex physikalischen Kontext übertragen wird. Hierbei muss der Lehrkraft aber klar sein, dass sie bei der Benutzung von Analogien stets einen Umweg macht. Man kann sagen, dass sprachliche oder bildhafte Vergleiche keine Probleme für die Schüler darstellen, häufig sogar als sinnvolle Lernhilfe aufgefasst werden. Analogien werden oft als Einstieg in eine neue Materie genutzt, um ein vorläufiges Verständnis zu erreichen.

Außerdem kann die Lehrkraft den Unterricht interessant für die Schüler gestalten, wenn sie die Schülervorlieben und –interessen kennt, da sie so geeignete Analogien entwickeln und anwenden kann [KGHPD].

4.3. Methoden im Physikunterricht

In pädagogischen Kreisen spricht man von fünf Methodenebenen. Darunter versteht man methodische Großformen, wie zum Beispiel das Spiel und die Freiarbeit. Die zweite Ebene sind physikmethodische Unterrichtskonzepte, wie beispielsweise der genetische oder exemplarische Unterricht. Mit den Unterrichtskonzepten sind ebenfalls die Artikulations-schemata als dritte Ebene verbunden. Die vierte Ebene sind die möglichen Sozialformen des Unterrichts und die letzte Ebene beschreibt die Handlungsformen des Physiklehrens und -lernens [KGHPD]. Im weiteren Verlauf wird auf die für die vorliegende Arbeit wichtigen Ebenen und Methoden eingegangen.

4.3.1. Methodische Großformen

Die oberste Methodenebene, wie bereits erwähnt, bilden die methodischen Großformen. Darunter fallen zum Beispiel der Lehrgang, das Projekt, die Unterrichtseinheit, der Workshop, das Spiel, die Freiarbeit oder auch die Projektwoche. Im weiteren Verlauf dieses Unterkapitels wird der „offene Unterricht“ dem Projekt und dem Lehr – Lern - Labor gegenübergestellt und schließlich ein Fazit gezogen. Hierbei wird diskutiert welche Großformen Bestandteil dieser Arbeit sind.

4.3.1.1. „Offener Unterricht“

Offener Unterricht, wie er bei der Freiarbeit stattfindet, verlangt den Schülern mehr Selbstständigkeit und Verantwortung ab. Hierbei kann der Schüler zwischen verschiedenen Lernangeboten, Anspruchsniveaus und Partnern entscheiden. Die Lehrkraft kann bei der Freiarbeit einzelne Schüler individuell fördern und fordern. Im Vorfeld sollte ein sogenannter „Klassenvertrag“ zwischen der Lehrkraft und der Klasse entwickelt werden. Darin sollten die sozialen Umgangsformen, der Umgang mit den Lernmaterialien, die Art der Bearbeitung und die Ausarbeitung eines Themas festgelegt sein. Um die Schüler auf den „offenen Unterricht“ einstimmen zu können, ist es sinnvoll, das Klassenzimmer neu zu gestalten, so dass während der gesamten Bearbeitungszeit eine Bibliothek mit hilfreicher und ergänzender Literatur,

sowie ein Computer mit Internetanschluss für weitere Recherchen zu Verfügung steht [KGHPD].

4.3.1.2. Das Projekt

Der Projektunterricht hat sich im Gegensatz zu den USA erst Ende des 20. Jahrhunderts in Deutschland durchsetzen können. Jetzt ist er aber in allen Schularten und Jahrgangsstufen vorgesehen [KGHPD]. Es existieren einige Merkmale, die den Projektunterricht ausmachen. Diese müssen jedoch nicht alle gleichzeitig erfüllt sein, damit von Projektunterricht gesprochen werden kann. Es sollten beispielsweise Unterricht und Thema so gestaltet sein, dass die Schüler großes Interesse daran zeigen und ihnen die Bearbeitung des Projekts sehr am Herzen liegt. Die Auswahl des Themas wird so getroffen, dass ein Bezug zwischen der „theoretischen“ Schule und dem Alltagsleben der Schüler existiert, damit die Schüler sich auch außerschulische Situationen erklären können. Ein weiteres Merkmal ist, dass Planung, Organisation und Durchführung weitestgehend von den Schülern mitbestimmt werden. Durch Projekte kann ebenfalls der Sinn für Teamarbeit sowie auch die Motivation gestärkt werden. Die Schüler werden dadurch motiviert, dass sie am Projektende für das Ergebnis verantwortlich sind. Da ein Projekt nicht fach-, sondern sachgebunden ist, wird den Kindern außerdem vor Augen gehalten, dass es notwendig ist, sich neben dem eigentlichen Unterrichtsfach auch mit anderen Fächern zu beschäftigen. In der Regel wird eine gesellschaftlich relevante Problematik im Projekt behandelt, so dass der Unterricht einen Zusammenhang zwischen dem Schulstoff und den außerunterrichtlichen Interessen der Schüler herstellen kann.

Im Folgenden werden die verschiedenen Schwierigkeiten erörtert, die bei der Umsetzung eines Projekts eintreten könnten. So fordert ein Projekt weit mehr Zeit als im Rahmen des üblichen Stundenplans dafür verwendet werden kann. Als durchführende Lehrkraft ist man auf die Unterstützung seiner Kollegen angewiesen, da, wie bereits oben erwähnt, das Projekt durchaus fächerübergreifend stattfinden kann. Es eignen sich bei weitem auch nicht alle Unterthemen, so dass sich der Lehrer im Vorfeld Gedanken darüber machen muss, welche Themen man in geeignete Sinneinheiten unterteilen könnte. Es können auch juristische Probleme auftreten, wenn die Projektarbeit über den Schulalltag hinaus geschieht, so dass die Aufsichtspflicht verletzt werden könnte. Projektarbeit sollte die Schüler nicht unter Leistungsdruck setzen, daher ist es angebracht auf Beurteilungen komplett zu verzichten.

Wenn nach der Durchführung des Projekts noch Freiraum zur Verfügung steht, ist es hilfreich, wenn die Lehrkraft die genauen Zusammenhänge im Klassenverband erläutert und wiederholt [KGHPD].

4.3.1.3. Lehr – Lern – Labor

Die negative Haltung gegenüber dem Schulfach Physik konnten bereits 1978 Born und Euler nachweisen. Die Ursache hierfür liegt unter anderem darin, dass die Lehrkraft über die Köpfe der Schüler hinweg unterrichtet und der Unterricht zu uninteressant und abstrakt gestaltet ist. Jedoch ist diese Problematik erst durch die internationalen Vergleichsstudien der vergangenen Jahre, wie TIMSS und Pisa, in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt. Daraufhin entstanden einige neue Bildungseinrichtungen in Kooperation mit Universitäten, Forschungseinrichtungen und der Industrie, zur Behebung dieser Problematik. Die neu entstandenen Bildungseinrichtungen lassen sich in vier Projektgruppen einteilen.

- Besuchstage von Schülern in Form von Fach- und Fakultätstagen, Sommeruniversitäten, Vorträgen und Werksbesichtigungen
- Mobile Hochschulen / Industrien und Forschungseinrichtungen, die für einen längeren Zeitraum Bestandteil des Schullalltags sind
- Laborinitiativen, die den Schülern ermöglichen, in außerschulischen Laboren Experimente durchführen zu können, darunter zählt auch das Lehr – Lern - Labor
- Kooperation zwischen Schule und Hochschule / Industrie und Forschungseinrichtungen, die auf Netzwerken und Mentorensystemen basieren

Hier wird nur auf das Lehr – Lern – Labor näher eingegangen, da einige Bestandteile eines solchen Labors auch in dieser Arbeit zu finden sind.

Die Schüler bekommen durch solch ein Labor die Möglichkeit an einem außerschulischen und völlig neuen Lernort Experimente in speziell dafür vorhergesehenen Labors durchzuführen. Im Rahmen dieser Versuche setzen sich die Schüler mit wissenschaftlichen Problemstellungen auseinander und können selbstständig Erfahrungen sammeln. Die angebotenen Themen der Lehr – Lern – Labors sind sehr unterschiedlich, stammen aber meist aus der Biologie, der Chemie oder Physik. Ein Lehr – Lern – Labor bezieht sich meist immer nur auf ausgewählte Klassenstufen. Jedoch haben alle Lehr – Lern – Labors die

gleichen Ziele. Sie wollen das Interesse an Naturwissenschaften und Technik vergrößern, naturwissenschaftlichen Nachwuchs gewinnen, den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft fördern und die Bildung verbessern. Einige Labors machen es sich auch zur Aufgabe, der Lehreraus – und –weiterbildung positive Affekte zu verleihen. Bei der Gestaltung eines Lehr – Lern – Labors sollten einige Punkte beachtet werden. So sollten unter anderem Raum und Themen so gestaltet sein, dass die Schüler während ihres Aufenthaltes Spaß haben, einen Bezug dazu herstellen können und dazu angeregt werden, sich über den Labortag hinaus, damit zu beschäftigen. Weiterhin ist wichtig, dass die Experimente in Zusammenhang mit dem Alltag gebracht werden, die Instruktionen leicht und verständlich sind, die Betreuer ihre Begeisterung für Naturwissenschaften und Technik zeigen und eine entspannte Lernatmosphäre herrscht. Weiter sollten die Experimente für die Schüler gut durchführbar sein, so dass sie ein Erfolgserlebnis verspüren können und ihre Selbstständigkeit gefördert wird. Letztendlich kann gesagt werden, dass das Angebot der Lehr – Lern – Labors sowohl von Schülern als auch von Lehrkräften gut angenommen wird [HNFSPSL].

4.3.2. Zusammenfassung

In dieser Arbeit sind Elemente des offenen Unterrichts, des Projekts und des Lehr – Lern – Labors wiederzufinden. Alle diese Unterrichtsformen setzen das selbstständige Arbeiten der Schüler voraus. Ein Element des offenen Unterrichts wird im Rahmen dieser Arbeit aufgegriffen, denn die Lehrkraft entwickelt bei der Umsetzung von offenen Unterrichtsformen mit der Klasse zusammen einen Klassenvertrag, um eine problemlose Durchführung ermöglichen zu können.

Die Themenauswahl bei der Projektarbeit und bei einem Lehr – Lern – Labor sollte so gestaltet sein, dass die Schüler mit großem Interesse daran arbeiten. Weiter sollte das Thema so gewählt sein, dass ein Zusammenhang zwischen Theorie und Alltag deutlich wird. Dies ist sowohl bei dem Projekt als auch bei dem Lehr – Lern – Labor ein bedeutendes Merkmal. Die Zusammenarbeit innerhalb einer Klasse oder Gruppe kann sowohl bei der Projektarbeit als auch bei einem Besuch im Lehr – Lern – Labor gefördert und gestärkt werden.

Die weiteren Merkmale dieser Arbeit beziehen sich weitgehend auf die Kennzeichen des Lehr – Lern – Labors, so dass abschließend festgehalten werden kann, dass es sich hier letztendlich um ein Lehr – Lern – Labor handelt, obwohl sich aber auch, wie oben dargestellt, Elemente aus offenem Unterricht und Projektarbeit wiederfinden und die Schüler in Gruppen nur eine und nicht alle Stationen bearbeiten.

4.4. Unterrichtskonzepte

Neben dem exemplarischen Unterricht gibt es noch den genetischen, entdeckenden und darbietenden Unterricht. Auf den exemplarischen und darbietenden Unterricht wird hier nicht näher eingegangen, da sie für die vorliegende Arbeit nicht relevant sind.

Der genetische Unterricht setzt sich aus drei grundlegenden Merkmalen zusammen, dem individual – genetischen, dem logisch – genetischen und dem historisch – genetischen Aspekt.

Beim individual – genetischen Aspekt werden Vorwissen und Vorerfahrungen, sowie grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten der Schüler berücksichtigt. Der logisch – genetische Aspekt hingegen legt seinen Schwerpunkt auf das Nachentdecken naturwissenschaftlicher Strukturen und Sachverhalte. Wie der Name historisch – genetisch schon beschreibt, bezieht sich dieser Aspekt auf die Erkenntnisgewinnung in der Geschichte der Naturwissenschaften.

Bei der Durchführung des Konzeptes wird weitgehend auf den individual – genetischen Aspekt zurückgegriffen, deshalb wird dieser auch näher beschrieben. Wie bereits bei der Erklärung des individual – genetischen Aspekts zu erkennen ist, bezieht sich solch ein Unterricht grundlegend auf die Bedürfnisse, Erfahrungen und Kenntnisse der Schüler. Diese werden im Unterricht ergänzt, neu sortiert und weiterentwickelt. Es werden aber nur die nötigsten Fachbegriffe verwendet, so dass die Klasse nicht überfordert wird und stets den Überblick behalten kann. Die Lehrkraft stellt bei dieser Art des Unterrichts auch nicht die treibende Kraft dar, sondern dient in erster Linie als Moderator von Lernprozessen.

Neben dem genetischen Unterricht fordert der entdeckende Unterricht ebenfalls das Mitwirken und die Eigeninitiative der Schüler. Der entdeckende Unterricht ist sowohl auf die Lernpsychologie Bruners wie auch auf die pädagogischen Ideen der Reformpädagogik zurück zu führen. Man unterscheidet bei dieser Art des Unterrichts, ob Ratschläge, Lösungshinweise

oder Anweisungen, die für den Entdeckungsprozess hilfreich sind, von der Lehrkraft gegeben werden oder ob die Schüler diese selbst entwickeln dürfen. Wenn die Lehrkraft diese vorgibt, wird von „gelenkter Entdeckung“ gesprochen, wenn nicht, von „forschendem Unterricht“. Gerade Kinder und Jugendliche sind meist neugierig und wissbegierig, so dass das entdeckende Lernen stets als Befriedigung hierfür angesehen werden kann. Diese Art von Unterricht zielt auf das Kennenlernen von geeigneten Methoden, naturwissenschaftlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten ab. Meist bedient sich das Entdecken von Sachverhalten der Sozialform des Gruppenunterrichts oder individualisiertem Unterricht. Hier werden auch soziale Ziele, wie Teamarbeit oder Hilfsbereitschaft, gefördert. Neben den Vorteilen, dass die Schüler in physikalischen Denk- und Arbeitsweisen, sozialen Umgangsformen und Durchführungen von Schülerversuchen geschult werden, existieren auch Probleme bzw. Nachteile. So ist ein großer zeitlicher und organisatorischer Aufwand im Vorfeld für die Lehrkraft nötig, da sie bei der Planung berücksichtigen muss, dass sowohl der Lehrplan erfüllt wird als auch die Alltagsvorstellungen der Klasse berücksichtigt werden [KGHPD].

4.5. Sozialformen

In der Regel wird zwischen Gruppenunterricht, individualisiertem Unterricht und Frontalunterricht unterschieden. Da bei der Durchführung des Konzeptes lediglich der Gruppenunterricht als Sozialform gewählt wird, wird dieser auch näher erläutert, die beiden anderen werden außer Acht gelassen. Zunächst wird der Begriff der „Gruppe“ charakterisiert, so dass im weiteren Verlauf nur noch von der „Gruppe“ gesprochen wird.

So besteht eine Gruppe aus 3 – 6 Schülern, die sich zur selben Zeit, meist auch im gleichen Raum bei dem gleichen Lehrer aufhalten. Gemeinsam bearbeiten sie eine Aufgabenstellung, die in einem unterrichtlichen Zusammenhang steht und sich auf die Entwicklung von Teamarbeit konzentriert, sowie auf das forschend – entdeckende Verhalten und die gemeinsame Problemlösung abzielt [SMSPM]. Diese Eigenschaften erleichtern das Lösen und Bearbeiten von Aufgaben im Gegensatz zur Einzelarbeit. Bei jeder Gruppenarbeit entsteht eine spezifische Gruppendynamik, die während der Zusammenarbeit bestehen bleibt. Die Gruppendynamik steht vor allem dafür, dass ohne eine gezielte Führung durch die Lehrkraft ein Wissenserwerb mit Erfolg ermöglicht wird. Vorteile des Gruppenunterrichts werden auch darin gesehen, dass die Schüler mehr Bereitschaft zum solidarischen Handeln und zur

Kreativität entwickeln. Außerdem werden sie zu mehr selbstständigem Denken, Fühlen und Handeln ermutigt. Gerade bei naturwissenschaftlichem Unterricht unterscheidet man noch zwischen arbeitsgleichem und arbeitsteiligem Gruppenunterricht. Im Gegensatz zum arbeitsgleichen Unterricht verfolgen die Schüler beim arbeitsteiligen Gruppenunterricht unterschiedliche Ziele und werden dadurch auch mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen und Materialien konfrontiert. Der Gruppenunterricht birgt auch einige zum Teil fadenscheinige Nachteile, wie zum Beispiel die höhere Vor- und Nachbereitung für die Lehrkraft. Dennoch kann man abschließend sagen, dass Gruppenunterricht unbedingt durchgeführt werden sollte, da hier die Mitarbeit von jedem Schüler erforderlich ist, die Schüler ein Zusammengehörigkeitsgefühl entwickeln und sie schließlich größere Selbstständigkeit erlangen können [KGHPD].

4.6. Experimente im Physikunterricht

Experimente finden eine breite Verwendung in zahlreichen Physikstunden. In der vorliegenden Arbeit werden grundlegende Informationen zu den Experimenten, die immer wieder im Schulunterricht eingesetzt werden, geliefert. Im weiteren Verlauf folgt eine Auseinandersetzung mit den Schülerexperimenten, da diese der Hauptbestandteil des Konzeptes sind.

4.6.1. Grundlegende Informationen zu Experimenten

Da sich das vorliegende Konzept aus zahlreichen Schülerversuchen und -experimenten zusammensetzt, wird in diesem Unterkapitel näher darauf eingegangen. Um die Möglichkeiten und Zielsetzungen physikalischer Schulversuche nachvollziehen zu können, werden im Vorfeld einige Begriffe, Funktionen und Formen erläutert. Im weiteren Verlauf werden die Begriffe Experiment und Versuch synonym verwendet. Die physikalische Forschung versteht unter einem Experiment ein wiederholbares, objektives Verfahren zur Erkenntnisgewinnung. Dabei müssen bestimmte Rahmenbedingungen berücksichtigt werden, damit eine Beobachtung und Messung überhaupt stattfinden kann. Variablen werden systematisch verändert und die Ergebnisse gesammelt. Aus didaktischer Sicht dienen Versuche zum Aufbau und zur Veranschaulichung von physikalischen Vorstellungen und Phänomenen. Weiterhin werden Experimente verwendet, um den Schülern zu verdeutlichen, wie Erkenntnisse gewonnen werden und wie sie als Verbindung zwischen Theorie und Realität stehen. Der Einsatz von Experimenten kann verschiedene Funktionen

innehaben. So kann ein Phänomen klar und überzeugend dargestellt und ein physikalisches Konzept veranschaulicht werden. Weitere Eigenschaften sind das Erzeugen von Grunderfahrungen, direktes Auseinandersetzen mit physikalischen Gesetzmäßigkeiten, qualitatives und quantitatives Prüfen von theoretischen Aussagen, Schülervorstellungen und physikalischen Gesetzen, Bewusstwerden physikalischer Anwendungen im Alltag, Entwickeln physikalischer Vorstellungen, Praktizieren wissenschaftlicher Arbeitsweisen, Vermitteln nachhaltiger Eindrücke, Aufzeigen wichtiger Aspekte unserer Kulturgeschichte und letztendlich die Motivation der Schüler. In der Praxis wird zwischen einer quantitativen und einer qualitativen Datenerhebung unterschieden [KGHPD]. Im vorliegenden Konzept wird weitgehend auf qualitative Versuche zurückgegriffen, da diese auf die direkte Erfassung durch die Sinne ausgelegt sind. Außerdem werden die Schüler dazu angehalten, die Versuche selbst durchzuführen, damit sie die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen kennenlernen und anwenden können. Je nachdem, wie der Unterricht und das Gesamtkonzept aufgebaut sind, wird zwischen verschiedenen Intentionen der Versuche unterschieden. So kann ein Versuch zum Einstieg, zur Erarbeitung, Vertiefung oder Verständniskontrolle dienen [KGHPD].

4.6.2. Schülerexperimente

Bereits im frühen 20. Jahrhundert wurde in den Meraner Beschlüssen gefordert, dass planmäßige Schülerübungen den Physikunterricht erweitern sollten, da die Schüler bei Schülerversuchen bereits erworbene Handlungsformen auf andere Themengebiete anwenden und übertragen können. Dies ermöglicht den Schülern außerdem auch das Sammeln eigener Erfahrungen. Man muss dabei jedoch berücksichtigen, dass sowohl bei den Schülern in der Primarstufe als auch bei denen der Sekundarstufe I kaum wissenschaftliche Fertigkeiten und Fähigkeiten zum Experimentieren ausgebildet sind. So dient der Einsatz von Schülerversuchen schließlich auch dem Erwerb experimenteller Handlungskompetenz. Die Schüler erwerben dadurch im Laufe ihrer Schullaufbahn verschiedene experimentelle Fertigkeiten und fachspezifische Arbeitsweisen, damit sie physikalische Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge in der Anwendung erkennen und verstehen können. Durch gezielte Partner- und Gruppenarbeit werden die sozialen Umgangsformen gefördert und gestärkt. Schülerversuche vermitteln der Klasse die Freude an der Physik, genaues und zielorientiertes Arbeiten sowie Ausdauer. An dieser Stelle wird noch kurz auf die Vor- und Nachteile dieser Art der Versuche eingegangen.

Bei Schülerversuchen werden folgende Vorteile gesehen:

Die Lehrkraft kommt den Bedürfnissen nach selbstständigem Arbeiten entgegen und bringt Abwechslung in den Schulalltag. Im Vorfeld unterrichtete Fakten und naturwissenschaftliche Prinzipien werden bei Schülerexperimenten aufgegriffen und bestätigt. Durch die direkte Beteiligung bei der Durchführung der Versuche setzen sich die Schüler konkret mit Aufbau und Ablauf des Versuches auseinander und lernen, den Umgang mit technischen Geräten. Da die Schüler immer wieder vor Probleme gestellt werden, erfahren sie, wie sie Schwierigkeiten bewältigen können. Ein großer Vorteil sind auch Individualisierungs- und Differenzierungsmöglichkeiten sowie die Umsetzung kooperativen Arbeitens.

Als nachteilig erweisen sich folgende Aspekte:

Es werden deutlich mehr Geräte, sowie eine spezielle Ausstattung der Arbeitsplätze und der Räume benötigt. Die Lehrkraft ist sowohl bei der Planung als auch bei der Durchführung mehr gefordert, da sie sich um jede Schülergruppe individuell kümmern muss. Außerdem ist ein höherer Zeitaufwand notwendig, da meist eine Nachbereitung und Nachbesprechung im Klassenverband stattfindet. In dieser werden dann die Ergebnisse diskutiert und besprochen. Bedingt durch die Formation der Gruppen, treten leichter Disziplinschwierigkeiten auf, die dann auch wieder Zeit kosten [KGHPD] [HNFSPSL].

4.7. Alltagsvorstellungen

Schüler bringen bereits zahlreiche eigene Vorstellungen in den Heimat- und Sachunterricht und Physikunterricht mit, welche sich meist in zahlreichen Alltagssituationen bestätigt haben, so dass daraus tief verankerte Vorstellungen zu Begriffen, Phänomenen und Prinzipien entwickelt wurden. Leider sind kaum oder nur sehr selten Parallelen zwischen diesen Vorstellungen und den zu lernenden wissenschaftlichen Vorstellungen zu erkennen. So besteht häufig die Schwierigkeit, dass die Schüler den zu lernenden Stoff im Unterricht nicht verstehen und nur schwer nachvollziehen können. Deshalb muss der Unterricht auf den Vorstellungen der Schüler aufbauen. Damit wird dann erreicht, dass die Eigeninitiative der Schüler gefordert und gefördert werden kann. Die wissenschaftliche Sicht darf hierbei aber nicht außer Acht gelassen werden, vielmehr muss die Lehrkraft die Schüler davon überzeugen, dass diese Sichtweise unbekannt und interessante Einsichten bietet.

Zahlreiche Vorstellungen, die die Schüler besitzen, gehen aus Alltagserfahrungen und der Alltagssprache hervor. Man darf hier aber nicht nur physikalische Phänomene, sondern muss auch die eigentliche Vorstellung über die Physik und das Lernen der Schüler berücksichtigen, da die meisten Schüler das Lernen als die Übernahme und Speicherung von Wissen sehen. Sie vergessen dabei aber häufig, dass gerade in naturwissenschaftlichen Fächern das Wissen selbst konstruiert und angeeignet werden muss. Auch aus diesem Grund muss der Unterricht auf die bereits vorhandenen Vorstellungen der Schüler eingehen. Bereits im 19. Jahrhundert wurde gefordert: „Ohne die Kenntnis des Standpunktes des Schülers ist keine ordentlich Belehrung desselben möglich.“ Auch zahlreiche Lernstudien können diese Tatsache belegen. Die Lehrkraft darf aber auch nicht aus dem Auge verlieren, dass sich die Schüler gerade bei Versuchen und Experimenten sehr stark von ihren Vorstellungen leiten lassen. So wollen sie das sehen, was ihnen bereits aus eigenen Vorstellungen bekannt ist. Hier liegt es an der Unterrichtsgestaltung, dass die Schüler über einen längeren Zeitraum davon überzeugt werden, dass die neue Ansicht mindestens genauso einleuchtend und fruchtbar erscheint.

Damit so eine Unterrichtsgestaltung gelingt, sollte folgendes beachtet werden: Die Lehrkraft muss bei der Planung der Unterrichtseinheit stets die vorunterrichtlichen Vorstellungen berücksichtigen. So muss die Auswahl der Versuche gut überlegt sein, da bei den Schülern oft eine ganz andere Interpretationsweise vorhanden ist. Weiter sollte den Schülern kein Wissen aufgezwungen werden, sondern sie sollten zum „Bilden“ des Wissens angeregt werden[KGHPD].

Wie bereits oben erwähnt, begegnen die Schüler dem naturwissenschaftlichen Unterrichten mit vielfältigen Vorstellungen. Eine Hauptquelle ihrer Vorstellungen liefert mit Sicherheit auch der tägliche Fernsehkonsum. So hat der Freizeitforscher Opaschowski Mitte der achtziger Jahre festgestellt, dass ein 18 – jähriger bis dahin im Durchschnitt 13.000 Stunden ferngesehen und nur 12.000 Stunden die Schule besucht hat. In der Gegenwart ist die Differenz der Stundenanzahl mit Sicherheit zu Gunsten des Fernsehkonsums um einiges gestiegen. Eine Studie aus dem Jahr 1988 von Aikenhead kam zu dem Ergebnis, dass die Schüler lediglich 10 Prozent ihrer Vorstellungen über die Naturwissenschaften sowie gesellschaftliche und naturwissenschaftliche Zusammenhänge aus dem naturwissenschaftlichen Unterricht mitnehmen, aber 73 Prozent aus Massenmedien. Von diesen 73

Prozent sind 46 Prozent aus Film und Fernsehen und 27 Prozent aus Printmedien. Eine statistische Auswertung der Fernsehnutzung der Zuschauer nach Altersgruppen kommt zu dem Ergebnis, dass die durchschnittliche Sehdauer bei Kindern zwischen 3 und 13 Jahren bei 88 Minuten pro Tag liegt. Dazu muss man allerdings sagen, dass diese die Sehdauer pro Tag mit steigendem Alter zunimmt. Diese sagt jedoch nichts über die bevorzugten Inhalte der Kinder aus. Dennoch wurde bei verschiedenen Analysen der Einschaltquoten festgestellt, dass durchaus Interesse an naturwissenschaftlichen Sendungen bei Kindern besteht. So war die „Sendung mit der Maus“ in den letzten zehn Jahren eine der beliebtesten Sendung bei den Kindergartenkindern [GLLE]. Das Interesse an naturwissenschaftlichen Sendungen wird auch durch die ausgewerteten Fragebögen bestätigt. So schauen 14 der 19 Grundschüler naturwissenschaftliche Sendungen, wie beispielsweise „Galileo“, „Löwenzahn“, „Die Sendung mit der Maus“, „Wissen macht Ah!“ und „Willi will's wissen“. Auf zwei Fernsehsendungen wird kurz eingegangen, die sehr beliebt bei Kindern sind. Das ist zum einen die „Sendung mit der Maus“ und zum anderen „Löwenzahn“. Beide Sendungen wurden auch bei den vorliegenden Fragebögen immer wieder aufgeführt.

Wöchentlich sehen circa 300.000 Kinder im Alter zwischen 3 und 9 Jahren „ Die Sendung mit der Maus“. Diese besteht zu etwa 30 Prozent aus naturwissenschaftlichen Themen, wie Beobachtungen aus der belebten Natur. Es werden aber auch Phänomene aus den Bereichen der Chemie, Physik und Technik erklärt. Das Pendant zur „Sendung mit der Maus“ ist „Löwenzahn“. „Löwenzahn“ beschäftigt sich mit Themen aus Natur, Umwelt und Technik und möchte den Kindern bei der Bewältigung ihrer Umweltfragen behilflich sein und kindgerechte Sachinformationen liefern. Im Gegensatz zur „Sendung mit der Maus“ liegt hier der Adressatenkreis bei Vorschulkindern und Kindern zwischen 5 und 9 Jahren. Es sind aber vergleichsweise weniger physikalisch – chemische Themen, die behandelt werden, da die Zielsetzung der Sendung primär die Beantwortung von Umweltfragen ist [GLLE].

5. Stationen

Bei der Auswahl der einzelnen Themengebiete wurde einerseits darauf geachtet, dass diese die Schüler begeistern, andererseits sind sie aber dennoch so gestaltet, dass die Schüler den physikalischen Hintergrund mit einfachen Versuchen entdecken, erfahren und verstehen können. Letztendlich ergaben sich bei den Überlegungen fünf Gruppen, welche jeweils einer Station entsprechen. Die Überbegriffe für die Stationen lauten: „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“, „Lumpi in den Bergen“, „Lumpi und das Meer“, „Lumpi und ein italienisches Café“ und „Lumpi auf Städtetour“. Es wird pro Station nicht nur ein einziges physikalisches Themengebiet angeschnitten, sondern die Schüler erleben mit Professor Lumpi eine vielseitige Reise quer durch die Physik in den einzelnen Abschnitten seines Urlaubs. Lumpi stellt die Kinder nicht einfach vor physikalische Phänomene, sondern entwickelt im Rahmen lustiger Geschichten, welche er selbst im Urlaub erlebt hat, physikalische Zusammenhänge und zeigt den Kindern so, dass die Physik allgegenwärtig ist und nicht nur trockene Theorie beinhaltet. Die Kinder lernen jeweils die Grundzüge der zahlreichen Facetten der Physik kennen und können diese direkt im Anschluss auf einige Phänomene im Alltag übertragen. Damit die Schüler an einem Unterrichtstag nicht überfordert werden, wurden die Stationen so gestaltet, dass die Gruppen jeweils nur eine Station bearbeiten und die beiden für sie interessantesten Versuche im Rahmen des Vortrags ihren Mitschülern vorstellen. Darüber hinaus wurden auch ausreichend Entspannungs- und Erholungsphasen innerhalb der Station und am Lehr - Lern - Labortag eingeplant. Außerdem werden bei den einzelnen Stationen immer wieder Fragen gestellt, bei denen die Schüler das Wissen, welches sie zuvor bei dem Versuch erworben haben, anwenden sollen. Im Folgenden wird nun ein Überblick über die einzelnen Stationen mit den dazugehörigen Geschichten und Versuchen geliefert. Daran angehängt werden die physikalischen Hintergründe knapp erläutert. Eine Liste für die benötigten Versuchsmaterialien befindet sich im Anhang.

Lernziele skizzieren den Zuwachs an Wissen, sowie die Fertigkeiten und Fähigkeiten, die sich die Schüler am Ende des Lernprozesses angeeignet haben [IQU3]. Hier ist nicht der Unterricht der Prozess, bei dem sich die Schüler Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten aneignen können, sondern vielmehr die Arbeit an den einzelnen Stationen. Dort werden die Lernenden mit einer großen Anzahl von Lernzielen konfrontiert. Die Beschreibung der einzelnen Lernziele an den fünf Stationen gibt nicht den tatsächlichen Wissenserwerb bei den Schülern an, sondern ist vielmehr eine Auflistung der möglichen Lernziele, welche die

Schüler im Rahmen der Stationenarbeit erzielen können. Damit eine genaue Erläuterung der einzelnen Lernziele möglich ist, werden diese in die Dimensionen kognitiv, affektiv und psychomotorisch unterteilt.

Die kognitive Dimension beschäftigt sich mit der Reproduktion bereits erlernten Wissens, sowie auch der Erweiterung intellektueller Fähigkeiten und Fertigkeiten. Sie stellt den Wahrnehmungs-, Gedächtnis- und Denkbereich eines Menschen dar. Unter kognitiven Lernzielen versteht man unter anderem die einfache Reproduktion eines Stoffes bis hin zum Kombinieren und Verknüpfen neuer Ideen und Materialien mit sehr einfallsreichen und kreativen Wegen.

Die affektive Dimension beschreibt die Veränderung von Interessenlagen, die Bereitschaft etwas zu tun oder sich zu erarbeiten, die Einstellungen und Werte, sowie die Entwicklung von Werthaltung. Sie bezieht sich auf den Bereich der Interessen, Einstellungen, Triebe, Gefühle und Wertungen.

Im Rahmen dieses Lehr - Lern - Labors werden einige affektive Dimensionen bei den Schülern geschult. So erfahren die Schüler, dass eine aktive Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe notwendig ist, um die einzelnen Versuche korrekt durchführen und verstehen zu können. Weiter werden bei der Bearbeitung der einzelnen Stationen Werte und soziale Normen eingebracht. Der Gruppenvertrag, welcher bereits in einem späteren Kapitel vorgestellt wurde, erleichtert den Schülern die Werte und Normen zu akzeptieren und zu verfolgen. Unter den Werten und sozialen Normen versteht man in diesem Zusammenhang unter anderem, dass Versprechen eingehalten, keine Beleidigungen ausgesprochen, Meinungen anderer akzeptiert und angehört werden und die gegenseitige Hilfe innerhalb der Gruppe.

Die psychomotorischen Lernziele stehen für die psychischen Fähigkeiten sowie Fertigkeiten eines Schülers, wie beispielsweise handwerkliche und technische Fähigkeiten [IQU4].

Die einzelnen Stationen beziehen sich teilweise auf den Grundschul Lehrplan. Ein geringer Teil der Versuche findet sich unter den Vorschlägen für die Behandlung einzelner Themen im Heimat- und Sachunterricht wieder. In diesem Kapitel wird ebenfalls auf den Zusammenhang zwischen den einzelnen Stationen und dem Lehrplan eingegangen.

Spezielle Tricks und Tipps für eine problemlose Durchführung der Versuche werden in diesem Kapitel bei der jeweiligen Station erteilt. Allgemeine Tricks und Tipps, die sich auf mehrere Stationen beziehen, werden im Folgenden vorgestellt:

Für das Färben von Wasser muss nicht zwingend Lebensmittelfarbe verwendet werden. Stattdessen kann man Tinte oder einen herkömmlichen Wasserfarbkasten benutzen und das Wasser damit färben. Weiter gibt es auch noch die Möglichkeit, Wasser rötlich zu färben, indem man einen Hagebuttentee oder Früchtetee kocht.

Von großem Vorteil ist es, wenn bei den Versuchen mit Wasser eine große Schale oder Schüssel bereit gestellt wird, da so größere „Überschwemmungen“ vermieden werden können.

Es ist nicht unbedingt nötig einen Wollpullover zu benutzen, um einen Luftballon elektrisch aufzuladen. Alternativ kann eine Fleecedecke verwendet werden.

Außerdem ist es ratsam, alle für die Versuche benötigten Luftballons im Vorfeld aufzublasen und zu präparieren, da manche Kinder damit überfordert sein könnten und man so Zeit spart.

5.1. Station 1 - „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“

Diese Station besteht aus fünf Versuchen und einem Zusatzversuch. An der Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ lernen die Schüler im Rahmen der Geschichte hauptsächlich das Archimedische Prinzip, welches bei Transportmitteln, wie Flugobjekten und Schiffen auftritt, kennen. Es wird beispielsweise auch der Luftwiderstand thematisiert und das Prinzip eines Orangen – U – Bootes. Außerdem setzen sich die Schüler mit einem Strohhalm – Flugzeug und der Beladung von großen Schiffen auseinander. Der Zusatzversuch rundet das Themengebiet Transportmittel ab, da sich die Schüler hier nochmals mit dem Archimedischen Prinzip auseinander setzen müssen. Man sollte aus organisatorischer Sicht bei der Durchführung dieser Station beachten, dass ein großer Raum zur Verfügung steht. Denn sowohl für den Versuch „ Heiße Luft im Beutel“, als auch bei dem Versuch für das Verstehen der Stromlinienform wird sehr viel Platz benötigt. Es empfiehlt sich, die Strohhalm – Flugzeuge im Vorfeld anzufertigen, da dies Zeit spart. Die Bauanleitung hierfür befindet sich

im Anhang. Bei dem Versuch „U- Boot aus Orangen“ kann man neben einer Orangenschale alternativ auch ein anderes Stück Schale jeglicher frischen Zitrusfrucht benutzen.

5.1.1. Geschichte

Liebe Kinder,

ich möchte euch auch heute recht herzlich zu meiner Arbeitsgemeinschaft „Physik im Alltag“ begrüßen. Nachdem wir uns schon einige Stunden mit naturwissenschaftlichen und physikalischen Phänomenen im Alltag beschäftigt haben, möchte ich nun mit euch im Urlaub auf physikalische Entdeckungsreise gehen. Ich habe schon zahlreiche Reisen hinter mir und dabei auch das eine oder andere Abenteuer auf dem Weg in meinen Urlaubsort erlebt. Lasst euch überraschen und taucht mit mir in die Welt der Transportmittel ein

Die Koffer waren alle im Auto verstaut und die Fahrt von Nürnberg nach Genua konnte losgehen. Unser Reiseziel war mal wieder Korsika, wir mussten also durch die Alpen zur italienischen Hafenstadt Genua fahren. Wir freuten uns schon total auf den Urlaub, weil es bei uns in Deutschland ganz schön windig und regnerisch war. Nach drei langen Stunden konnten wir endlich die Berge sehen. Wisst ihr, wenn meine Kinder nämlich die ersten Berge sehen konnten, war ihnen klar, dass sie endlich schon fast die Hälfte der Strecke bis Genua geschafft hatten. Dort hat auch richtig arg die Sonne geschienen, so dass wir uns einen schönen Rastplatz, umgeben von den hohen Bergen, im Grünen suchten. Meine Kinder sind gar nicht mehr aus dem Staunen rausgekommen. Direkt hinter dem Rastplatz verlief nämlich ein Fahrradweg. Aber die Fahrradfahrer mussten treten und treten und sind trotzdem kaum vorwärts gekommen. Da fragte mich doch gleich meine Tochter, weshalb die Leute wie verrückt in die Pedale treten, aber kaum vorwärts kommen. Ich musste ganz schön in mich hinein schmunzeln, denn dieses Phänomen hatte sie auch schon mehrfach erlebt. Aber dafür gibt es ja ein ganz einfaches Experiment. Mein Sohn ist dagegen eher ein „ Hans guck in die Luft“ und stellte fest, dass in der Nähe wohl ein Ballonfest sein musste, denn der ganze Himmel war übersät mit Heißluftballons. Er wollte daraufhin auch gleich mit so einem Ballon fahren, seine ältere Schwester hingegen war ganz schön skeptisch. Sie konnte sich nicht vorstellen, dass so ein Ballon mit Personen beladen am Himmel fliegen kann. Aber dabei ist die Technik ganz einfach. Satt saßen wir alle im Auto und konnten unsere weitere Fahrt in Angriff nehmen. Aber dann musste es ja so kommen: Die Autos vor uns wurden immer langsamer und langsamer und bald ging gar nichts mehr. Wir standen im Stau! Es war

furchtbar heiß in diesem Auto, die Sonne knallte nur so auf das Autodach und es wurde immer wärmer und wärmer. Unsere Kinder fingen schon an rumzunörgeln und fragten uns, wieso wir nicht mit dem Flugzeug fliegen konnten, da würden wir nicht im Stau stehen und außerdem würde es viel schneller gehen. Da kam mir die Idee, dass ich meinen Kindern doch einfach erkläre, wie so ein Flugzeug funktioniert. Dann vergeht die Zeit etwas schneller und außerdem werden sie abgelenkt. Nach und nach löste sich aber der Stau wieder auf und wir konnten endlich weiterfahren. Wir mussten uns ja auch wahnsinnig beeilen, dass wir noch rechtzeitig im Hafen von Genau ankamen, weil dort unsere Fähre nach Korsika wartete. Diese Fähren warten ja auch nicht ewig, aber wir haben es gerade noch rechtzeitig geschafft. Meine Frau und meine Kinder konnten zu Fuß auf die Fähre und ich bin mit dem Auto in den Bauch des Schiffes gefahren. Als wir uns alle zusammen wieder auf dem Deck getroffen hatten, konnte mein Sohn sich gar nicht vorstellen, wie ein Schiff so viel Fracht transportieren kann, ohne dass es untergeht. Auf dem obersten Deck entdeckte ich bei unserer Erkundungstour über das Schiff einen Swimmingpool mit so kleinen Bötchen darauf. Anhand derer konnte ich meinem Sohn erklären, wie so ein Schiff funktionierte und beladen werden musste, damit es nicht kenterte. Als der Abend so langsam am Ausklingen war und wir zusammen auf dem Deck saßen und den Sonnenuntergang beobachten, konnten wir noch zahlreiche andere Schiffe sehen. Meine Tochter fragte dann ganz beiläufig: „Papa, wie funktioniert denn das, dass die Schiffe so schnell fahren können und wieso sind die Schiffe vorne alle so spitz?“ In der Handtasche meiner Frau entdeckte ich einen passenden Gegenstand, damit es meine Kinder gleich an Ort und Stelle ausprobieren konnten, so wie ihr jetzt auch! Nachdem wir dieses Phänomen geklärt hatten, dachte ich schon, so langsam sei es echt an der Zeit, ins Bett zu gehen und wir machten unser daher auf zu unserer Kabine. Auf dem Weg dorthin kamen wir an einem riesigen Aquarium vorbei, mit ganz vielen kleinen und bunt schillernden Fischen, die kreuz und quer herum schwammen. Meine Tochter und mein Sohn standen mit offenem Mund davor und kamen aus dem Staunen kaum heraus. Ich wartete schon auf die Frage, wie denn die Fische das machen, dass sie rauf und runter schwimmen können und weshalb sie ab und zu an die Wasseroberfläche kommen. Und tatsächlich es dauerte keine 2 Minuten und meine Tochter stellte diese Fragen. Ich hatte auf dem Schiff leider nicht die passenden Gegenstände, um es ihr zu erklären, aber euch möchte ich es gerne zeigen. Sobald wir in der Ferienwohnung auf

Korsika angekommen waren, habe ich es dann aber auch ihr erklärt und ihr den Versuch gezeigt.

5.1.2. Versuche

Das mutige Pendel [DKW]: Zum Einstieg in diese Station werden die Schüler zunächst mit einem einfachen physikalischen Phänomen konfrontiert. Dieses sollte ihnen auch aus dem Alltag bekannt sein. Damit ein Übertrag auf das alltägliche Leben geschehen kann, setzen sich die Schüler zunächst mit einem zum physikalischen Versuchsaufbau ähnlichen Aufbau auseinander. Dieser ist in der folgenden Abbildung zu sehen.

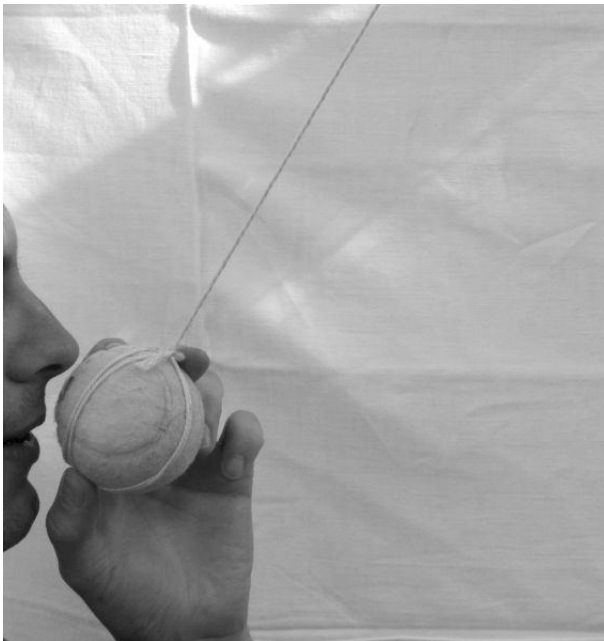


Abb. 2: Versuchsaufbau "Das mutige Pendel"

Die Schüler haben circa 5 Minuten Zeit mit dem Pendel zu spielen und das physikalische Phänomen, welches dahinter steckt, zu erkennen. Hierbei können die Kinder das Pendel mal mehr mal weniger stark auslenken und die Zeit stoppen, die es braucht, bis es wieder in die Ruhelage gelangt. Eine andere Möglichkeit, das Phänomen des Pendels kennenzulernen, ist die, dass sich ein Schüler an eine Wand stellt, das Pendel bis zu seiner Nase zieht und loslässt. Das Pendel kommt zwar zurück, aber es wird nie wieder bis zur Nase zurückkehren.

Im günstigsten Fall erkennen die Schüler bereits nach kurzer Zeit, woran es liegt, dass der Ausschlag des Pendels von Schwingung zu Schwingung geringer wird. Es handelt sich dabei um eine gedämpfte Schwingung. Bei einer ungedämpften Schwingung des Pendels würde das Pendel stets mit gleicher Amplitude weiterschwingen.

Das liegt daran, dass alles von Luft umgeben ist. Die Luft besteht aus zahlreichen Molekülen. Sie hat auf das Pendel die gleiche Wirkung wie auf den Fahrradfahrer. Wenn ein Fahrradfahrer vorwärts kommen möchte, so muss er die Wand der Moleküle durchbrechen und dies geschieht nur mit dem entsprechenden Kraftaufwand. Denn sowohl Flüssigkeiten als auch Gase besitzen eine Widerstandskraft, wenn sich ein Körper durch sie hindurch

bewegt. Diese Widerstandskraft wirkt der Bewegung des Körpers entgegen. Sie hängt von der Viskosität, der Form des Körpers, von den Eigenschaften der Flüssigkeit und Gase sowie der Geschwindigkeit des Körpers relativ zur Flüssigkeit oder zum Gas ab. Außerdem steigt die Widerstandskraft mit der Geschwindigkeit des Körpers. Man kann sagen, dass die Widerstandskraft bei einer sehr geringen Geschwindigkeit proportional dazu ist, bei höheren Geschwindigkeiten dagegen proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit [PTGMP]. Je schneller der Fahrradfahrer also unterwegs ist, umso mehr Kraft muss er aufwenden, um die Geschwindigkeit beizubehalten.

Heiße Luft im Beutel [HKE]: Hier lernen die Schüler ebenfalls eine Erscheinung kennen, die ihnen bereits aus dem Alltag bekannt ist. Bei schönem Wetter sind immer wieder Heißluftballons am Himmel zu sehen. An dieser Station befindet sich ein aus einfachen Alltagsgegenständen selbstgebauter Heißluftballon. Zunächst werden die Kinder mit dem Heißluftballon konfrontiert und führen den Versuch durch, indem sie den Luftballon mit Hilfe eines Föhns, wie auf der Abbildung zu sehen, zum Fliegen bringen.



Abb. 3: "Heiße Luft im Beutel"

Diesem Phänomen liegt sowohl bei den Heißluftballons wie auch bei den Gasluftballons das Auftriebsprinzip von Archimedes zu Grunde. Das Archimedische Prinzip besagt, dass ein eingetauchter Körper durch den Auftrieb scheinbar so viel an Gewicht verliert, wie die von ihm verdrängte Flüssigkeit wiegt. Dieses Prinzip bezieht sich aber nicht nur auf Flüssigkeiten, sondern auch auf Gase. Hier ist die Auftriebskraft aber aufgrund der geringeren Dichte von Gasen entsprechend kleiner. So lautet das Archimedische Prinzip hier: Ein Körper in einem Gas verliert so viel an Gewicht wie die von ihm verdrängte Gasmenge wiegt [DTEP1]. Eine weitere Definition des Archimed-

ischen Prinzips lautet: „Ein Körper erfährt eine Auftriebskraft, die entgegengesetzt gleich der Gewichtskraft der verdrängten Gasmenge ist.“ Dieses Gesetz ist die Basis für das Ballonfliegen. Das Gewicht eines Ballons muss also kleiner sein als der Auftrieb, den er erzeugt, um fliegen zu können. Um dies zu erreichen, muss der Ballon mit einem Gas gefüllt sein, dessen Dichte geringer ist als die der umgebenden Luft [DTEP1].

Um die Dichte der Luft im Ballon zu verändern, wird sie bei diesem Versuch erwärmt. Denn bei zunehmender Temperatur und konstantem Druck nimmt ihre Dichte ab. Nach dem Archimedischen Prinzip kann der Heißluftballon nur so lange steigen, bis seine Gewichtskraft größer ist als sein Auftrieb. Sobald die Luft im Ballon abkühlt, beginnt er wieder zu sinken.

Neue Flugobjekte [OSCHTKK]: Sicher mindestens einmal in seinem Leben hat jeder Schüler ein Flugzeug gefaltet und nachgebaut. Kaum ein Schüler macht sich jedoch Gedanken darüber, wie solch ein Flugzeug funktioniert und weshalb es fliegen kann. Aus diesem Grund wird bei diesem Versuch ein außergewöhnliches Flugzeug nachgebaut. Nämlich ein Strohhalm-Flugzeug. Die Materialien für den Bau eines solchen Flugzeuges liegen an der Station bereit. Die Materialien werden soweit vorbereitet, dass der Bau dieses Flugzeuges nur noch 2 bis 3 Minuten in Anspruch nimmt. Das Strohhalm-Flugzeug besteht aus 2 Papierringen und einem Strohhalm. Die Papierringe werden so zusammengeklebt, dass jeweils eine Lasche entsteht, durch die der Strohhalm gesteckt wird. Am Ende sollte der Flugkörper so wie auf der Abbildung aussehen.

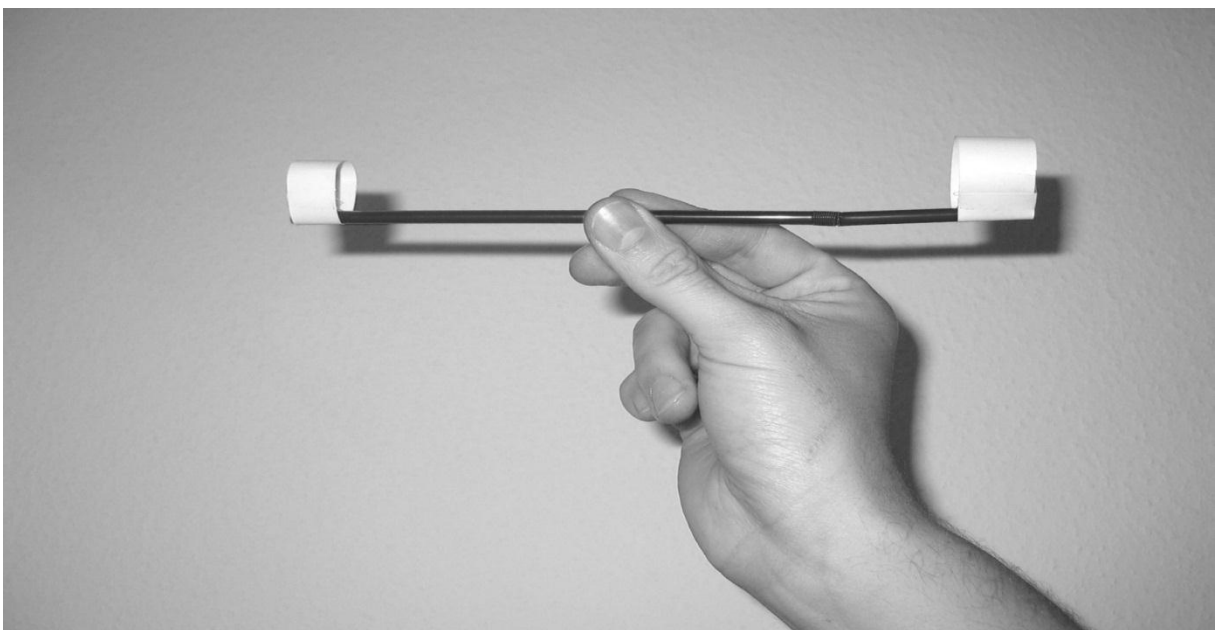


Abb. 4: "Neue Flugobjekte"

Der richtige Bau der Flugzeuge gewährleistet, dass die Position der einzelnen Ringe so verändert werden kann, dass die Schüler selbst testen können, wie das Flugzeug am besten fliegt. Deshalb sollten die Schüler am Ende der Ausprobierphase erklären können, von welchen Merkmalen es abhängt, dass ein Flugzeug schnell und sicher fliegen kann.

Papierflugzeuge fliegen nach den gleichen Gesetzen wie richtige Flugzeuge. Sobald ein Flugzeug in Bewegung ist, bewirkt seine Form und die Stellung der Tragflächen, dass sich die Luft über den Tragflächen schneller bewegt als die darunter. Die Tragflächen teilen die ankommenden Luftmassen nämlich in obere und untere Pakete. Deshalb nimmt der Luftdruck über der Tragfläche ab und der Druck unter der Tragfläche erhöht sich. Dabei entsteht ein Druckunterschied, wie auch sehr schön in folgender Darstellung zu erkennen, und das Flugzeug erfährt nach dem Bernoulli – Effekt einen Auftrieb.

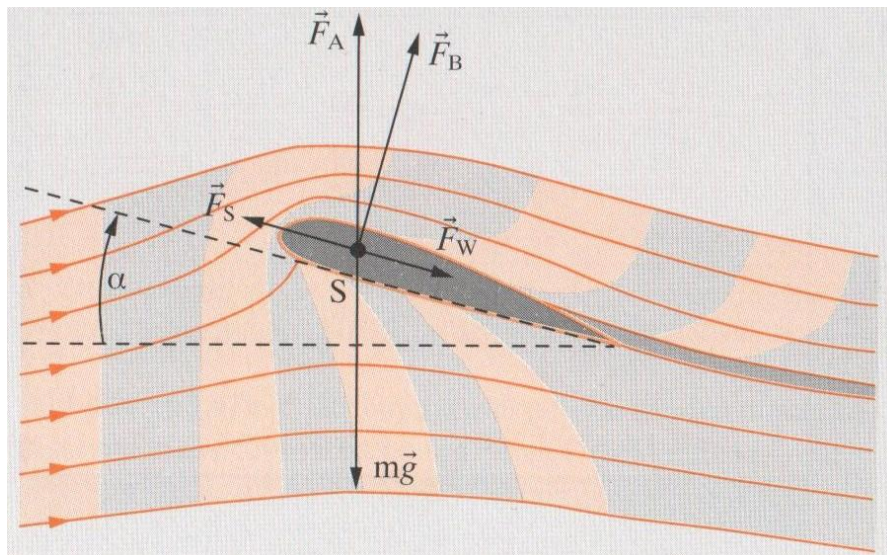


Abb. 5: Luftströmung und Kräfte an einer Tragfläche

Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der oberen und der unteren Luftströmung ist dafür verantwortlich, dass sich entsprechende Luftpakete am Ende der Tragfläche nicht wieder begegnen [DMGP]. Richtige Flugzeuge benötigen am Boden eine sehr hohe Geschwindigkeit, damit die Luft schnell genug an den Tragflächen entlangstreicht und ein genügend hoher Druckunterschied erreicht wird. Dieser Druckunterschied hebt das Flugzeug dann in die Höhe. Um ein großes Flugzeug in der Luft halten zu können, muss es daher eine Mindestgeschwindigkeit einhalten [OSCHTKK].

Große Schiffe [JCSUS]: Bei diesem Versuch testen die Schüler zunächst, mit wie vielen Glasmurmeln sie das Schiff - eine leere Frischkäsedose - beladen können, ohne dass es untergeht. Diese Station ist lediglich eine Fortführung des Versuches mit dem Heißluftballon und die Übertragung des Archimedischen Prinzips hierauf. Die Schüler lernen dort das Archimedische Prinzip im Zusammenhang mit Gasen kennen, in diesem Versuch mit Flüssigkeiten.



Abb. 6: "Große Schiffe"

Der Erklärung, weshalb große Schiffe mit einer immensen Fracht beladen werden können ohne unterzugehen, liegt auch wieder das Archimedische Prinzip zu Grunde. Das Archimedische Prinzip für Flüssigkeiten wurde schon bei dem Versuch „Heiße Luft im Beutel“ erwähnt, deshalb wird es hier nicht noch einmal explizit genannt, sondern nur anhand einer Grafik erklärt. Ein beispielsweise 1000 Tonnen schweres Schiff schwimmt nach



Abb. 7: Das Archimedische Prinzip

dem Archimedischen Prinzip genau dann, wenn es mehr als 1000 Tonnen Wasser verdrängen kann. Sobald ein Gegenstand eine geringere Dichte als die Flüssigkeit, in der er sich befindet, besitzt, erfährt der Gegenstand einen Auftrieb und beginnt zu schwimmen(1.). Wenn der Gegenstand dagegen eine größere Dichte besitzt, geht er unter (3.). Wenn der Gegenstand und die Flüssigkeit dieselbe Dichte haben, schwebt der Gegenstand in der Flüssigkeit (2.) [IQU5] [PTGMP].

Die Schüler sollten somit recht schnell erkennen, dass das Archimedische Prinzip sowohl für Flüssigkeiten als auch für Gase gilt. Aufgrund dieser Erkenntnis, beschäftigen sie sich bei diesem Versuch außerdem mit einer Frage. Um die Frage beantworten zu können, müssen die Schüler das bereits erworbene Wissen über das Archimedische Prinzip anwenden und sich mit Hilfe eines kurzen Textes noch zusätzliches Wissen aneignen. Am Ende dieses Experimentes sollten die Schüler eine Antwort auf folgende Fragen gefunden haben:

Weshalb kann eine Murmel alleine nicht schwimmen, jedoch wenn sie in einem Boot liegt schon?

Schnelle Maschinen [JCSUL]: Dieser Versuch animiert noch einmal alle Schüler dieser Gruppe selbst aktiv zu werden. Sie erfahren das physikalische Phänomen, welches sie bereits auf eine andere Art und Weise beim ersten Versuch kennengelernt haben. Die einzigen Hilfsmittel, welche benötigt werden, sind Schirme. Immer zwei Schüler nehmen je einen Schirm in die Hand. Der eine Schirm ist aufgespannt und der andere ist geschlossen. In einem kleinen Wettbewerb treten diese Schüler gegeneinander an und legen rennend die gleiche Strecke zurück. Der Schüler mit dem geschlossenen Schirm wird eher am Ziel sein, als der Schüler mit dem aufgespannten Schirm. Um die Ursache ausschließen zu können, dass es am unterschiedlichen Lauftempo liegt, werden die Schirme getauscht. Es tritt das gleiche Phänomen wie kurz zuvor ein. Der Schüler mit dem aufgespannten Schirm wird als zweiter das Ziel erreichen.



Abb. 8: "Schnelle Maschinen"

Die Ursache hierfür liegt, wie bereits bei dem Versuch „Das mutige Pendel“, in der Widerstandskraft der Luft. Der aufgespannte Regenschirm hat eine viel größere Angriffsfläche und daher einen größeren Luftwiderstand als der geschlossene. Deshalb wird bei der Gestaltung der Fahrzeuge sehr darauf geachtet, dass sie so wenig Widerstandskraft wie nur möglich überwinden müssen, wenn sie in Betrieb genommen werden. Je kleiner bzw. stromlinienförmiger das Fahrzeug konzipiert ist, umso geringer ist der Luftwiderstand und das Fahrzeug kann sich mit weniger Energieaufwand schneller fortbewegen [PTGMP].

Ein U-Boot aus Orangen [DWWS]: Da dieses Experiment als Zusatzexperiment an dieser Station dient, werden die Schüler dazu angehalten, das bisher erlernte Wissen anzuwenden und auf diesen Versuch zu übertragen. Die Schüler bekommen die Versuchsaufbau und – durchführungskarten und können so auch immer wieder selbst den Versuch durchführen. Es befindet sich ein Schalenstück einer Orange in einer bis oben mit Wasser gefüllten Flasche. Diese wird mit einem Korken verschlossen. Sobald man den Korken weiter hineindrückt, beginnt das Schalenstück zu sinken. Wenn der Korken wieder langsam nach oben gezogen wird, steigt die Orangenschale wieder auf. In der nachfolgenden Abbildung ist sehr gut zu erkennen, dass die Position des Korkens für die Lage der Orangenschale verantwortlich ist.



Abb. 9: "U - Boot aus Orangen" - ohne Korken



Abb. 10: "U - Boot aus Orangen" - mit Korken

Das Archimedische Prinzip wird hier erneut aufgegriffen. Der einzige Aspekt, welcher neu hinzukommt, ist der Druck, der auf das Wasser in der Flasche wirkt. Dadurch, dass der Korken verschieden weit hineingedrückt wird, übt er unterschiedliche Druckverhältnisse auf das Wasser aus. Da Wasser aber inkompressibel ist, leitet es den Druck weiter an die Luft, die sich in der Orangenschale befindet. Die Luft kann somit durch die verschiedenen Stellungen des Korkens komprimiert werden, dadurch wird ihre Dichte erhöht. Nach dem Archimedischen Prinzip kann somit das Orangenschalenstück sinken, schweben oder schwimmen, da der Auftrieb der Luft umso geringer ist, je stärker sie komprimiert ist [PTGMP].

5.1.3. Mögliche Lernziele

Die erste Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ beschäftigt sich mit physikalischen Phänomenen aus dem Teilgebiet der Mechanik. So lernen die Schüler auf spielerische Art und Weise das Archimedische Prinzip, die Eigenschaften von Druck und die Auswirkungen des Luftwiderstandes auf bewegte Körper kennen. An dieser Station werden die Schüler zum Staunen gebracht und können die Phänomene mit eigenen Augen wahrnehmen. Die inhaltliche Auseinandersetzung erfolgt nach dem Staunen und Probieren gemeinsam in der Gruppe mit Hilfestellung durch den Betreuer, so dass sichergestellt werden kann, dass jeder Schüler neues Wissen erfährt und kennenlernt.

Der Versuch mit dem „mutigen Pendel“ ermöglicht den Schülern folgende Erkenntnisse und Einsichten:

- Kognitive Dimension: Die Schüler erkennen, dass das Pendel langsamer wird und es nach geraumer Zeit auch zum Stillstand kommt. Durch verschieden starke Auslenkungen des Pendels können die Schüler feststellen: Je schneller sich das Pendel bewegt, desto schneller nimmt der Ausschlag ab und es scheint so, als ob es seine Geschwindigkeit verringert. Auf Grund dieser Erkenntnis erschließen die Schüler, dass dem sich bewegenden Pendel der Luftwiderstand entgegenwirkt und es so gebremst wird. Wegen der verschieden starken Auslenkungen können die Schüler einen Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit und dem Luftwiderstand herstellen.

- Affektive Dimension: Bei der Durchführung mit Hilfe eines Partners wird das gegenseitige Vertrauen zwischen den Schülern gestärkt.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler lernen, wie sie mit einer Stoppuhr umgehen müssen und schulen ihre Fertigkeiten des genauen Beobachtens.

Nach dem Versuch mit dem „mutigen Pendel“ setzen sich die Schüler im Rahmen des Heißluftballons mit dem Archimedischen Prinzip auseinander:

- Kognitive Dimension: Die Schüler lernen, dass man einen Ballon zum Fliegen bringen kann, wenn die Luft darin erwärmt wird. Weiter stellen sie fest, dass der Ballon sinkt, sobald die Luft abkühlt. Mit Hilfe des Betreuers lernen die Schüler eine vereinfachte Form des Archimedischen Prinzips kennen.
- Affektive Dimension: Die Schüler erfreuen sich, dass sie den nachgebauten Heißluftballon zum Hochsteigen bringen.
- Psychomotorische Dimension: Die genaue Dosierung der Föhnwärme, so wie das Halten des „Heißluftballons“ erfordern motorisches Geschick

Beim nächsten Experiment bastelt sich jedes der Gruppenmitglieder sein eigenes „Strohalm – Flugzeug“ und erforscht anschließend mit seiner Gruppe die Merkmale, von denen es abhängt, dass ein Flugzeug hervorragend fliegen kann:

- Kognitive Dimension: Die Schüler experimentieren mit ihrem selbstgebastelten Flugzeug. So stellen sie fest, welche Merkmale notwendig sind, damit ein Flugzeug fliegen kann und lernen diese kennen.
- Affektive Dimension: Die Schüler freuen sich, wenn ihr selbstgebasteltes Flugzeug fliegen kann. Außerdem wird durch diesen Versuch die Zusammenarbeit und Kommunikation innerhalb der Gruppe gefördert, da sich die Gruppenmitglieder absprechen müssen, wie jeder die Papierringe positioniert, um die beste Flugposition zu ermitteln.
- Psychomotorische Dimension: Das Basteln des Strohalmflugzeuges erfordert feinmotorisches Geschick bei den Schülern.

Nach der Einheit mit dem Flugzeug, setzen sich die Schüler erneut mit dem Archimedischen Prinzip, diesmal aber unter anderen Gegebenheiten, auseinander:

- Kognitive Dimension: Die Schüler haben bereits im vorletzten Versuch das Archimedische Prinzip am Heißluftballon kennengelernt. Bei diesem Versuch stellen die Schüler fest, dass das Schiff bei einer Überbeladung untergeht. Mit Hilfestellung des Betreuers stellen die Schüler einen Zusammenhang zwischen dem Archimedischen Prinzip und diesem Versuch her.
- Affektive Dimension: Hier wird erneut die Zusammenarbeit und die Kommunikation innerhalb der Gruppe gefördert, da der Versuch nur durch erfolgreiche Absprachen der Schüler gelingt.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler sollen mit Geschick und Vorsicht die Murmeln in das Boot legen.

Beim letzten regulären Versuch dieser Station werden die Schüler nochmals mit dem Luftwiderstand konfrontiert:

- Kognitive Dimension: Die Schüler nehmen wahr, dass sie, sobald sie einen geöffneten Schirm vor ihrem Körper halten, langsamer vorwärts kommen, als mit einem geschlossenen Schirm. An diesem Punkt sollen die Schüler die Erkenntnisse aus dem ersten Versuch auf die hier gegebene Situation übertragen.
- Affektive Dimension: Die Schüler freuen sich, dass sie gegeneinander antreten dürfen. Auf Grund des Rollentausches lernen die Schüler zusätzlich die Situation als „Verlierer“ kennen. Weiter machen die Schüler die Erfahrung, dass dieses Experiment nur im Rahmen einer Zusammenarbeit stattfinden kann.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler, die nicht gegeneinander antreten, müssen den kleinen „Wettbewerb“ zwischen ihren Gruppenmitgliedern genau beobachten. Die Durchführenden hingegen müssen ein gewisses motorisches Geschick aufbringen, um den Schirm vor dem Körper zu halten.

Im Rahmen des Zusatzversuches setzen sich die Schüler erneut mit dem Archimedischen Prinzip auseinander:

- Kognitive Dimension: Die Schüler erkennen, dass die Orangenschale sinkt, sobald der Korken tiefer in den Flaschenhals gedrückt wird und wieder aufsteigt, sobald der Korken nach und nach aus dem Flaschenhals nach oben gezogen wird. Stärkere Schüler können ohne Hilfe des Betreuers den Zusammenhang zwischen dem Archimedischen Prinzip und diesem Versuch herstellen, schwächere Schüler können den Zusammenhang mit Hilfestellung erkennen und verstehen.
- Affektive Dimension: Das genaue Beobachten des Experiments fasziniert die Schüler.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler müssen das Experiment genau verfolgen und beobachten, so werden die hierfür notwendigen Sinne geschult. Darüber hinaus üben die Schüler sich an der richtigen Dosierung des Drucks, den sie auf den Korken ausüben.

5.1.4. Bezug zum Lehrplan

„Das mutige Pendel“

Bereits in der ersten Jahrgangsstufe sollen die Schüler laut Lehrplan die ersten Erfahrungen mit der Luft sammeln. So sieht der Lehrplan vor, dass die Schüler spielerisch die Eigenschaften der Luft erfahren. Hierzu schlägt der Lehrplan vor, dass Versuche zur Ausdehnung, Bewegung, Tragfähigkeit und Bremswirkung durchgeführt werden. Der Versuch „Das mutige Pendel“ könnte als Erweiterung des Schülerwissens hinsichtlich der Lufteigenschaften dienen oder auch als Transferaufgabe eingebaut werden.

„Heiße Luft im Beutel“

Wie auch schon der Versuch „Das mutige Pendel“ kann das Themengebiet „Heiße Luft im Beutel“ in der ersten Jahrgangsstufe behandelt und durchgeführt werden. Der Lehrplan schlägt vor, dass die Schüler einfache Spielzeuge, die im Zusammenhang mit der Luft stehen, bauen. So kann man beispielsweise Windräder oder Flugobjekte in der Klasse anfertigen.

„Neue Flugobjekte“

Wahlweise kann neben dem Versuch „Heiße Luft im Beutel“ auch der Versuch neue Flugobjekte gewählt werden. Entweder als Transferleistung oder eben auch unter dem Aspekt, dass die Schüler verschiedene Spielzeuge anfertigen, die im Zusammenhang mit der Luft stehen. Dies ist laut Lehrplan ebenfalls ein Themengebiet aus der ersten Jahrgangsstufe.

„Große Schiffe“

In der zweiten Jahrgangsstufe sollen die Schüler laut Lehrplan die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasser spielerisch erkunden. Hierbei sieht der Lehrplan vor, dass die Schüler bei verschiedenen Gegenständen prüfen, ob diese schwimmen oder sinken können. Der Versuch „Große Schiffe“ kann somit wunderbar in das Themengebiet „Schwimmen und Sinken erproben“ eingebaut werden.

„Schnelle Maschinen“

Wie auch schon die beiden Versuche „Das mutige Pendel“ und „Heiße Luft im Beutel“ kann dieser Versuch im Rahmen des Themengebietes „Erfahrungen mit der Luft“ in der ersten Jahrgangsstufe eingebaut werden. Da die Schüler auch hier laut Lehrplan erfahren sollen, dass Luft eine bremsende Wirkung auf verschiedene Gegenstände besitzt.

„Ein U-Boot aus Orangen“

Dieser Versuch nimmt, wenn überhaupt, nur Bezug auf das Themengebiet „Erfahrungen mit Wasser“, welches in der zweiten Jahrgangsstufen an bayerischen Grundschulen behandelt wird. Bei diesem Versuch sollte aber nicht näher auf die physikalische Theorie eingegangen werden, da die Erklärungen für die Schüler viel zu umfassend wären.

Die Inhalte des Lehrplans wurden aus folgender Quelle entnommen: [BSUKLGSB]

5.2. Station 2 – „Lumpi in den Bergen“

Bei dieser Station setzen sich die Schüler mit sechs Versuchen und einem Zusatzversuch auseinander. An der Station „Lumpi in den Bergen“ nimmt Professor Lumpi die Schüler mit in die Berge und erklärt ihnen im Rahmen seiner Geschichte einige physikalische Phänomene, die die Schüler bereits aus dem Alltag kennen sollten. So befasst sich diese Station mit der Oberflächenspannung von Wasser, sowie Wetterphänomenen und dem Wasserkreislauf. Aus organisatorischen Gründen sollte man im Vorfeld eine Kochplatte bereitstellen, sowie einen großen Topfdeckel in einen Gefrierschrank legen. Zu Beginn der Station sollte der mit Wasser gefüllte Topf auf die Herdplatte gestellt werden, so dass bei dem Versuch „Wolkenbruch in der Küche“ unnötige Wartezeiten vermieden werden. Bei dem Versuch „Wasserberg“ ist es von Vorteil, wenn man Münzen ausländischer, möglicherweise veralteter Währungen verwendet, da diese keinen Wert für die Schüler darstellen. Der Luftballon für den Versuch „Feuerfester Luftballon“ sollte im Vorfeld präpariert werden, sofern sich kein Wasserhahn in der Nähe befindet.

5.2.1. Geschichte

Liebe Kinder,

ich möchte euch auch heute recht herzlich zu meiner Arbeitsgemeinschaft „Physik im Alltag“ begrüßen. Nachdem wir uns schon einige Stunden mit naturwissenschaftlichen und physikalischen Phänomenen im Alltag beschäftigt haben, möchte ich mit euch nun im Urlaub auf physikalische Entdeckungsreise gehen. Ich habe schon zahlreiche Reisen hinter mir und dabei auch das eine oder andere Abenteuer beim Wandern erlebt. Lasst euch überraschen und taucht mit mir in die physikalische Welt der Berge ein

Mit meiner Frau und meinen Kindern wollte ich die Alpen von Oberstdorf nach Bozen überqueren. Es waren circa 8 Tage eingeplant, weil meine beiden Kinder noch nicht so oft wandern waren und ich sie ja auch nicht sofort überfordern wollte. Sie sollten ja nicht gleich die Lust am Wandern verlieren. Also nutzte ich gleich die erste Gelegenheit, um meinen Kindern eine Freude zu bereiten. Da war ein wunderschöner Bergsee, in dem sich die zahlreichen Gipfel der Berge spiegelten. Meine Kinder fragten sofort, ob wir darin baden gehen könnten und nach einem kurzen Zögern konnte ich einfach nur zustimmen. Der See war zwar richtig eisig, aber nach einer kurzen Abkühlung mussten meine beiden Kinder die

tollsten Sprünge von einem Felsvorsprung machen. Mein Sohn, der Angeber, probierte es gleich mit einem Köpfer. Es tat einen richtig lauten Schlag, als mein Sohn auf der Wasseroberfläche aufkam. Das war nämlich nicht wirklich ein Köpfer sondern vielmehr ein Bauchplatscher. Und dann passierte das, wovor bei Bergwanderungen immer gewarnt wird: Innerhalb weniger Minuten zog sich der ganze Himmel zu, von strahlendem Sonnenschein war keine Rede mehr, der Himmel war einfach nur noch schwarz. Zum Glück konnten wir die Hütte, in der wir übernachten wollten, schon sehen, so dass wir nur noch ungefähr 20 Minuten laufen mussten. Rasch verließen wir den Bergsee und packten panisch unsere Sachen zusammen, damit wir möglichst schnell die Hütte erreichten. Wir mussten uns da echt beeilen, denn mein Sohn spürte schon vereinzelt Tropfen auf seiner Haut. Die Tropfen wurden immer mehr und wir schafften es gerade noch rechtzeitig in die Hütte, denn sofort nach unserer Ankunft begann es richtig heftig zu regnen. So sehr, wie ein Wolkenbruch! Bald darauf saßen wir in der warmen Stube bei gutem Essen und Trinken. Schnell kam auch noch ein richtig unheimliches Gewitter auf. Es blitzte ununterbrochen und ständig war ein Donnern zu hören. Meine Tochter hatte damals auch noch wahnsinnige Angst und Respekt vor Gewittern, weil es Naturgewalten sind, gegen die man als Mensch nichts unternehmen kann. Da wir aber genügend Zeit an diesem Abend hatten, holte ich mir in der Küche ein paar Gegenstände, um allen Kindern, die mit ihren Eltern auf der Hütte waren, die Entstehung von Blitz und Donner zu erklären. Wir verbrachten einige schöne Stunden auf der Berghütte und bemerkten kaum, wie schnell die Zeit verging. So langsam wurde es dann spät und wir wollten ins Bett gehen. Da stellte ich fest, dass sich meine Tochter einen großen Sonnenbrand an den Armen geholt hat. Sie hatte bis dahin noch nichts gemerkt, ihre Arme waren aber krebssrot. Also machte ich zwei Handtücher nass und legte sie ihr auf den Sonnenbrand. Am Morgen waren wir wieder topfit und bereit für die nächste Etappe. Nach einem wunderbaren Frühstück machten wir uns auf den Weg. Zunächst mussten wir von der Hütte aus noch ein kleines Stück bergab in ein Tal hinein wandern bevor es dann nochmal richtig steil bergauf ging. Ich begann ein bisschen vor mich hin zu jodeln und da bemerkten meine Kinder, dass sie mein Jodeln ja immer zweimal hörten. Einmal direkt und dann noch einmal mit ein bisschen Verzögerung. Meine Kinder mussten es mir dann natürlich mehrfach nachmachen und bekamen richtig Spaß daran. Nach zahlreichen Jodelversuchen und dem steilen Anstieg kamen wir endlich oben am Gipfel an. Jetzt hatten sich meine Kinder aber eine ordentliche Pause verdient. Sie wollten einen Tee trinken, aber weit und breit war keine

einzigste Berghütte zu sehen und wir saßen mitten in der Einöde. Da kam mir eine Idee. Ich konnte meinen Kindern so zwar keinen Tee kochen, sie aber zum Staunen bringen und vielleicht auch ablenken, so dass sie den gewünschten Tee einfach vergaßen.

5.2.2. Versuche

Der Wasserberg [DWWS]: Jeder der Schüler hat bereits zahlreiche Schwimmbadbesuche hinter sich, sei es mit der Schule oder privat. Dabei probierten viele Kinder mit Sicherheit schon einen Köpfer, der oft in einem „Bauchplatscher“ endete. Gerade die Jungen werden dabei immer wagemutiger. Weshalb es beim Eintauchen in die Wasseroberfläche knallt, kann sich kaum einer der Schüler erklären. Dieser Versuch eignet sich hervorragend, um bei den Schülern eine Vorstellung von der Wasserkonsistenz zu wecken. Man könnte ihn als kleinen Wettbewerb zwischen den Gruppenmitgliedern gestalten. So bekommt jedes Mitglied ein Glas, das randvoll mit Wasser gefüllt ist, und Münzen. Ziel ist es, so viele Münzen wie möglich in das Wasserglas gleiten zu lassen, ohne dass Wasser überschwappt. Die Schüler werden zunächst denken, dass dies unmöglich sei. Physikalisch betrachtet treten, wie auch in der Darstellung zu erkennen, keinerlei Probleme auf.



Abb. 11: "Der Wasserberg"

Jede Flüssigkeit besitzt eine Oberflächenspannung. Die Oberfläche einer Flüssigkeit verhält sich also so, als ob sie von einer „Haut“ bedeckt wäre. Die Anziehungskräfte zwischen den einzelnen Wassermolekülen an der Oberfläche sind für die Spannung verantwortlich. An einer Wasseroberfläche existieren nur seitlich und nach innen hin Nachbar-Wassermoleküle. Nach oben stößt direkt die Luftschicht an. Da sich die Wasser-

moleküle gegenseitig stärker anziehen als ein Wassermolekül und ein Luftmolekül, resultiert bei dieser Konstellation eine nach innen wirkende Kraft auf die Wassermoleküle an der Oberfläche. Demzufolge formiert das Wasser eine möglichst geringe Oberfläche, die sich wie eine stark gespannte, aber formbare Membran verhält. Je stärker die Kräfte zwischen den Molekülen sind, desto mehr kann die Oberfläche gespannt werden. Wegen der Ober-

flächenspannung nimmt ein einziger Flüssigkeitstropfen bereits die Form mit der kleinsten Oberfläche an. Wenn man in ein randvoll mit Wasser gefülltes Glas sanft Wasser hinzutropft, bildet sich ein Flüssigkeitsberg über dem Glasrand [IQU6]. Hier werden keine Wassertropfen hinzugefügt, sondern durch die Münzen, die in das Glas hinzugegeben werden, steigt der Wasserspiegel und formt sich zu einem Flüssigkeitsberg über dem Glasrand. Springt ein Mensch ins Wasser, so durchbricht er dessen Oberflächenspannung. Das Durchbrechen der Oberflächenspannung macht sich durch einen lauten Knall bemerkbar. Wenn Luftmoleküle durch eine Bewegung gezwungen werden ihren Platz zu verlassen, ihnen dabei aber kein Hindernis im Weg steht, entsteht eine geräuschlose Bewegung. Bei einem „Bauchplatscher“ ist die Wasseroberfläche für die Luftmoleküle jedoch ein Hindernis, welches sie wegen der Oberflächenspannung des Wassers nicht durchdringen können. Die Luftmoleküle müssen also alle zur Seite ausweichen und werden dadurch komprimiert. Durch diese Komprimierung entsteht ein kurzzeitiger Druckunterschied, der sich in Form einer Schallwelle fortpflanzt. Man hört einen Knall.



Abb. 12: "Wolkenbruch in der Küche"

Sobald das Wasser im Topf kocht, hält der Betreuer im Abstand von 30 cm den gekühlten Topfdeckel schräg über den Topf. Daran bilden sich langsam kleine Tropfen, wie auf der Abbildung zu sehen ist.

Wolkenbruch in der Küche [DKWS]: Kaum ein Schüler zieht Parallelen zwischen einem Wolkenbruch oder einem einfachen Regenschauer und dem Kochen von Wasser in der Küche. Der physikalische Hintergrund ist jedoch der Gleiche. Hier ist zu beachten, dass der große Topfdeckel mindestens 30 Minuten in der Gefriertruhe gekühlt werden muss und, dass man rechtzeitig den Wassertopf auf die Kochplatte stellt. Dies ist die Aufgabe des Betreuers. Dieser führt zunächst den Versuch vor, da hier große Vorsicht geboten ist.

Die Schüler erklären, was sie sehen und können ihr Vorwissen zu diesem Thema einbringen. Anhand der Grafik, die im Folgenden abgebildet ist, wird der Wasserkreislauf erklärt und anschließend unter physikalischem Aspekt beleuchtet.

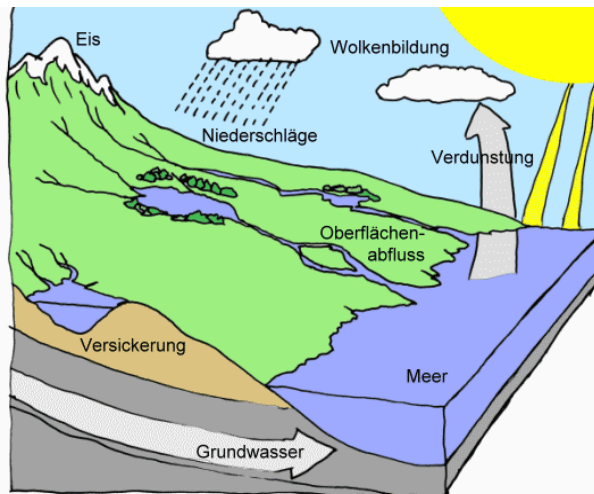


Abb. 13: Der Wasserkreislauf

Das Wasser, welches sich auf der Erde unter anderem in den Meeren und Seen befindet, wird durch die Sonne erwärmt und verdunstet schließlich. Bei der Verdunstung von Wasser entsteht der Wasserdampf, welcher aufsteigt und in Form von Wolken am Himmel zu erkennen ist. Mit zunehmender Höhe sinkt die Temperatur. Der Wasserdampf kondensiert und es bilden sich kleine Wassertropfchen. Der größte Teil des Niederschlags verdunstet beim Auftreffen auf die Erde sofort wieder. Der andere Teil gelangt in das Grundwasser und fließt langsam zurück ins Meer. An diesem Punkt schließt sich der Wasserkreislauf wieder und beginnt von neuem [IQU7]. Bei diesem Experiment existiert ebenfalls ein kleiner Wasserkreislauf, denn sobald das Wasser im Kochtopf kocht, verdampft es und ändert seinen Aggregatzustand von flüssigem Wasser zu gasförmigem Wasserdampf. Wenn der gekühlte Topfdeckel nun über das kochende Wasser gehalten wird, bilden sich an diesem Wassertropfchen. Diesen Vorgang bezeichnet man als Kondensation. Sie ist das Gegenteil von der Verdampfung, denn hier geht das Wasser vom gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand über. Verdampfung oder Kondensation kann nur bei bestimmten Temperaturen geschehen. Im Fall von Wasser ist bei normalen Druckverhältnissen eine Temperatur von 100°C notwendig, damit eine Verdampfung stattfinden kann. In höheren Lagen, also bei niedrigerem Druck kocht Wasser schon bei geringeren Temperaturen. Sobald die Temperatur sinkt, findet eine Kondensation statt. Die Ursache für die Verdampfung und die Kondensation liegt darin, dass die Luft nicht immer die gleiche Menge von Wasser speichern kann. Denn je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasserdampf kann sie speichern und umso höher ist die Luftfeuchtigkeit. Sobald die Lufttemperatur sinkt, kann nicht mehr so viel Feuchtigkeit gespeichert werden [IQU8] [PTGMP].

Der Blitz am Küchensieb [DKWS]: Im Sommer treten häufig Gewitter in Verbindung mit schlagartigen Regenschauern auf. Bei diesem Versuch setzen sich die Schüler mit dem Naturphänomen Gewitter auseinander. Der Luftballon wird zunächst an einem Wollpullover gerieben und so elektrisch aufgeladen. Anschließend wird er in ein Aluminiumsieb, das auf einem trockenen Glas steht, gelegt. Sobald ein Schüler mit seinem Finger, wie auf der



Abb. 14: "Der Blitz am Küchensieb"

Abbildung, in die Nähe des Siebes kommt, findet ein Ladungsaustausch statt. Das Spannungspotential zwischen dem Küchensieb mit dem elektrisch aufgeladenen Luftballon und dem Finger ist bei weitem nicht so groß wie bei einem Gewitter. Dieser Versuch dient auch lediglich der Veranschaulichung der Blitzentstehung. Gewitter können sich nur dann bilden, wenn warme und feuchte Luftmassen zusammenströmen und gemeinsam aufsteigen. Dies ist im Sommer häufig der Fall. Durch das Reiben an einem Wollpullover wird der Luftballon elektrisch geladen. Sobald er in das Küchensieb

gelegt wird, findet eine Verschiebung der Ladungsträger innerhalb des Luftballons und des Siebes statt, so dass sich nun auch überschüssige Ladung auf dem Sieb befindet. Sobald der Mensch in die Nähe dieses Versuchsaufbaues kommt, findet eine Entladung zwischen Sieb und Finger statt, da die Ladung über den Menschen in die Erde abfließen kann. Bei diesem Versuch ist das Prinzip der Blitzbildung stark vereinfacht dargestellt. Es folgt nun eine Erklärung zu der Entstehung von Blitzen bei Gewittern. Sobald eine Kondensation in der Luft stattfindet, bildet sich eine Haufenwolke. Sofern die äußeren Bedingungen stimmen, strömt die schwüle Luft noch weiter in die Höhe und es bildet sich ein Gewitter. Über der Wolke bildet sich zunächst ein Dach, welches aus kleinen Eiskristallen besteht. Es findet eine Ladungstrennung durch Reibung und Zerstäubung der Wasserteilchen im Inneren der Wolke statt, wenn sie sich aufwärts bewegt. Dabei laden sich die Eiskristalle positiv und die Tropfen negativ auf. Somit entsteht im kalten oberen Teil der Wolke eine positive Ladung und nahe dem

Boden eine negative Ladung. Aufgrund dieser unterschiedlichen Ladungen entsteht ein elektrisches Feld. Dieses wächst bis die Spannung mehrere hundert Millionen Volt beträgt. Dann überschreitet die Feldstärke eine kritische Schwelle und ein Kurzschluss kündigt sich im Rahmen eines Blitzes an. Die Entladung geschieht entweder zwischen der Wolke und dem Boden oder in der Wolke selbst. Bei einem Wolken – Boden – Blitz wandern Elektronen im Leitblitz Richtung Boden und bereiten einen ionisierten Kanal vor. Der Boden unter dem Gewitter lädt sich zur gleichen Zeit aber durch die Influenz positiv auf. An exponierten Orten ist die elektrische Feldstärke sehr groß. Von dort geht dem Leitblitz eine positive Ladung entgegen und verbindet die Wolke und den Boden, so dass der Blitzkanal geschlossen ist. Dann erfolgt die Hauptentladung, die häufig aus vielen Einzelentladungen besteht [IQU9]. Zum besseren Verständnis wird die Blitzentstehung noch einmal schematisch in der folgenden Abbildung dargestellt.

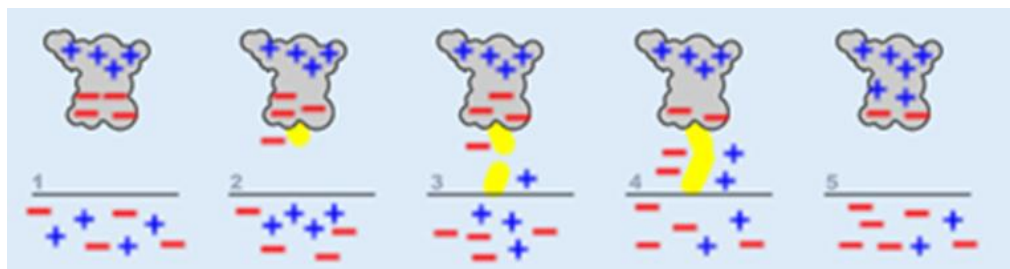


Abb. 15: Wolken - Boden – Blitz

Tolle Donnertüte [DKWS]: Bei diesem Versuch der Station beschäftigen sich die Schüler weiterhin mit dem Naturphänomen Gewitter, insbesondere mit dem Donner. Das Phänomen Donner wird bewusst nach dem Blitz behandelt, da der Blitz letztendlich die Ursache für das Auftreten des Donners ist. Die Schüler basteln sich zunächst aus einem DIN A3 – Papier eine „Donnertüte“. Nach der Fertigstellung heben sie den Arm, wie in der Darstellung, und bewegen ihn ganz schnell Richtung Boden.



Abb. 16: "Tolle Donnertüte"

Das Prinzip dieser „Donnertüte“ ist im Vergleich zu einem Donner stark vereinfacht. Hier wird durch die schnelle Handbewegung nach unten lediglich die Luft in der Tüte nach außen gedrückt. Die „Donnertüte“ faltet sich auf und ein lauter Knall entsteht. Damit ein Donner überhaupt entstehen kann, ist ein Blitz, also die Entladung, notwendig. Dadurch, dass die Blitze eine sehr hohe Temperatur aufgrund ihrer hohen Spannung besitzen, erhitzen sie die Luft der Umgebung. Durch diesen Vorgang des Erhitzens dehnt sich die Luft aus und verdrängt die übrige kühle Luft. Wegen dieser schnellen Bewe-

gung zwischen der erhitzten und der kühlen Luft, entsteht ein sehr lautes Geräusch. Das nennt man Donner. [IQU10]

Der feuerfeste Luftballon [DSW]: Bei diesem Versuch beschäftigen sich die Schüler mit Eigenschaften des Wassers und der Verdampfung. Zunächst werden sie zum Staunen gebracht, indem der Betreuer der Station den Versuch vorführt. Er hält ein langes Streichholz oder Feuerzeug, wie auf der Abbildung zu sehen, unter den mit Wasser gefüllten Luftballon. Es passiert nichts, außer, dass der Luftballon schwarz wird. Er platzt jedoch nicht.



Abb. 17: "Der feuerfeste Luftballon"

Das Phänomen, das hier auftritt, kann physikalisch folgendermaßen erklärt werden. Sobald die Wärme den Luftballon erreicht, nimmt das Wasser einen großen Teil davon auf. Denn im Gegensatz zu den Stoffen, bei denen es durch die Energiezufuhr bei Erwärmung zu einer Ungeordneten Molekülbewegung kommt, sind die Wassermoleküle über Brückenbindungen miteinander verbunden. Sie müssen erst eine bestimmte Menge Wärme aufnehmen, damit sich die Wasserstoffbrückenbindungen öffnen können. Die Energie, die hierfür notwen-

dig ist, ist nicht verbraucht, sondern im „freien“ Wassermolekül gespeichert. Wasser kann also relativ gut Wärme aufnehmen und diese dann auch speichern. Sobald die Wassertemperatur absinkt, nimmt die Bewegung der Wassermoleküle ab, es bilden sich wieder Wasserstoffbrücken und die zuvor aufgenommene Energie zur Trennung der Wasserstoffbrücken wird in Form von Wärme freigesetzt [IQU11]. Aufgrund dieser Wassereigenschaft erreicht der wassergefüllte Luftballon keine Temperaturen über 100°C und kann somit weder verbrennen noch platzen.

Echo [JCLUL]: Hier werden die Schüler wieder selbst aktiv und lernen das physikalische Phänomen des Echos kennen. Das Echo sollte dem Großteil der Schüler bekannt sein. Die Physik, die dahinter steckt, jedoch kaum. Die Gruppe stellt sich auf die eine Seite eines langen Flurs und einer der Gruppenmitglieder beginnt zu klatschen. Dann sind alle Schüler still und können das Echo hören.

Ein Echo kommt dann zustande, wenn Schallwellen in Richtung der Schallquelle zurück reflektiert werden. Wie stark diese Reflektion ist, hängt von der Länge der Schallwellen ab. Sobald die existierenden Wellenlängen länger sind als das Hindernis, werden kürzere Wellenlängen besser reflektiert als lange. Kurze Wellenlängen bedeuten auch sehr hohe Frequenzen, also hohe und helle Töne in Form von Schallwellen [JWFZP].

Kochen ohne Kochtopf [DWW]: Dieser Versuch zeigt noch einmal, dass Wasser ein guter Wärmespeicher ist. Die Schüler haben bei der letzten Phase ihrer Station, sofern noch genügend Zeit zur Verfügung steht, die Möglichkeit selbst herauszufinden, wie sie mit den vorhandenen Mitteln Wasser zum Kochen bringen können. Dies sollte ohne Einsatz von Herdplatte und Kochtopf geschehen. Diese Phase dient zur Reproduktion und Übertragung des bereits erlernten Stoffes auf eine neue Anwendung. Die Schüler haben hier zwei Streichholzschachteln, Tesafilm und ein Teelicht zu Verfügung. Im Idealfall bekleben die Schüler das Innere einer Streichholzschachtel mit Tesafilm, füllen Wasser hinein und stellen es auf die beiden Streichholzschachteln. Darunter wird das Teelicht positioniert und angezündet. Ein genauer Versuchsaufbau ist in der folgenden Abbildung zu sehen. Nach kurzer Zeit beginnt das Wasser in der Streichholzschachtel zu kochen.



Abb. 18: "Kochen ohne Kochtopf"

Die physikalische Theorie, die dahinter steckt, wurde bereits bei dem Versuch „Der feuerfeste Luftballon“ erklärt. Die einzige Ergänzung, die angebracht werden muss, ist, dass Wasser bereits bei 100°C zu verdampfen und Papier erst bei circa 300°C zu brennen beginnt. Vorsicht ist hier geboten, sobald das Wasser komplett verdampft ist, denn dann fängt die Streichholzschachtel natürlich auch an zu brennen [DWW].

5.2.3. Mögliche Lernziele

Bei dieser Station „Lumpi in den Bergen“ lernen die Schüler nicht nur ein Teilgebiet der Physik kennen, sondern beschäftigen sich unter anderem mit Phänomenen aus der Mechanik, Akustik und Wärmelehre. Auch hier haben die Schüler die Möglichkeit, sofern die Zeit ausreicht, einen Zusatzversuch zur Vertiefung des behandelten Stoffes durchzuführen.

Zunächst lernen die Schüler das Phänomen des „Wasserberges“ kennen:

- Kognitive Dimension: Die Schüler beobachten, dass keinerlei Wasser aus dem randvollen Glas herausläuft, wenn sie vorsichtig weitere Münzen in das Glas gleiten lassen. Sobald mehrere Münzen in das Glas gegeben wurden, können sie einen „Wasserberg“ auf dem Glas erkennen. Sie stellen fest, dass eine Schicht über dem Wasser existieren muss, da das Wasser nicht überläuft.
- Affektive Dimension: Die Schüler stellen durch das Aufstellen von Vermutungen einen stärkeren und individuellen Bezug zu dem Versuch her und sind gespannt, welche Vermutungen schließlich zutreffen. Weiter entwickeln die Schüler Freude gegenüber diesem Versuch, weil sie zur Eigenaktivität angehalten werden. Hierbei sollte jedoch die Fairness nicht außer Acht gelassen werden.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler müssen die Glasmünzen mit sehr viel Geschick in das Glas gleiten lassen.

In der nächsten Phase werden verschiedene Wetterphänomene, die mit Hilfe der Physik erklärt werden können, thematisiert, zunächst der „Wolkenbruch in der Küche“:

- Kognitive Dimension: Die Schüler stellen fest, dass Wasser, sobald es kocht, sogenannte „Blubberblasen“ im Topf entstehen lässt. Bei genauem Hinsehen können sie erkennen, dass aus dem Kochtopf Dampf aufsteigt und dadurch der Topfdeckel anläuft. Weiter können die Kinder erkennen, dass sich der am Topfdeckel gesammelte Dampf wieder in Wassertropfen verwandelt.
- Affektive Dimension: Die Schüler lernen, dass man mit kochendem Wasser vorsichtig umgehen muss, da man sich sonst Verbrennungen zuziehen kann.

5. Stationen

- Psychomotorische Lernziele: Bei diesem Experiment sind die Schüler zu genauem Hinsehen und Beobachten angehalten, so dass ihr Auge geschult wird.

Nach dem „Wolkenbruch in der Küche“ wird das Wetterphänomen Gewitter behandelt. Dabei wird zunächst der Blitz thematisiert und anschließend das Phänomen Donner:

- Kognitive Dimension: Die Schüler hören, sobald ihr Finger in die Nähe des Siebes kommt, dass es leise knistert. Weiter können sie, sofern der Raum dunkel und der Luftballon elektrisch aufgeladen ist, einen Blitz sehen. Mit Hilfe des Betreuers werden sie das Zustandekommen eines Blitzes kennenlernen und verstehen.
- Affektive Dimension: Bei diesem Versuch werden sowohl der Gehör- und Tast- als auch der Sehsinn angesprochen. So erkennen die Kinder, dass man ein Phänomen mit mehreren Sinnen wahrnehmen kann und alle Sinne notwendig sind.
- Psychomotorische Dimension: Das Reiben des Ballons an einer Wolldecke erfordert sehr viel Geschick.

Im Rahmen der „Donnertüte“ können die Schüler folgendes lernen:

- Kognitive Dimension: Nach dem Falten einer „Donnertüte“ stellen die Schüler fest, dass gefaltetes Papier bei entsprechender Bewegung Lärm erzeugen kann. Mit Hilfe des Betreuers können Parallelen zwischen dem Donner und der „Donnertüte“ hergestellt werden, so dass die Schüler am Ende den Zusammenhang zwischen Blitz und Donner verstehen und nachvollziehen können.
- Affektive Dimension: Die Schüler freuen sich, wenn sie die selbstgebastelte „Donnertüte“ ausprobieren.
- Psychomotorische Dimension: Das richtige Falten des Papiers erfordert sehr viel feinmotorisches Geschick.

Nach diesem Versuch beschäftigen sich die Schüler mit dem „Feuerfesten Luftballon“:

- Kognitive Dimension: Die Schüler stellen fest, dass man ein Streichholz unter einen mit Wasser gefüllten Luftballon halten kann und dieser nicht platzt. Auf Grund des Versuches „Wolkenbruch in der Küche“ sollen die Schüler erkennen, dass das Wasser

im Luftballon nach einer gewissen Zeit zu verdampfen beginnt. Mit Hilfe des Betreuers wird dann die kühlende Wirkung von Wasser erfahren.

- Affektive Dimension: Durch die zunächst geforderten Prognosen, was geschehen wird, verfolgen die Schüler das Experiment ganz anders, da ein individueller Bezug dazu entstanden ist.
- Psychomotorische Dimension: Das richtige Halten der Feuerquelle erfordert viel Geschick.

Im letzten regulären Versuch setzen sich die Schüler mit dem „Echo“ auseinander:

- Kognitive Dimension: Die Schüler nehmen, nachdem sie selber in einem Flur Geräusche gemacht haben, das Echo wahr. Am Ende dieser Einheit soll jedes Gruppenmitglied wissen, wie ein Echo entsteht.
- Affektive Dimension: Die Schüler lernen diszipliniert zu arbeiten, weil sonst das Echo nicht deutlich zu hören ist.
- Psychomotorische Lernziele: Die Schüler erkennen, dass sie mit Hilfe ihrer Körperinstrumente ein Echo erzeugen können.

Sofern die Zeit reicht, haben die Schüler im Zusatzversuch die Möglichkeit ihr erlerntes Wissen zu vertiefen:

- Kognitive Dimension: Die Schüler stellen fest, dass die Streichholzsachtel nicht zu brennen beginnt, aber das Wasser in ihr nach und nach verdampft. Leistungsstarke Schüler können hier eine Verbindung zwischen diesem Versuch und dem Versuch „Feuerfester Luftballon“ herstellen.
- Affektive Dimension: Dadurch, dass die Schüler bei diesem Versuch selbst aktiv und ihnen Freiheiten bei der Umsetzung und Durchführung des Experimentes gelassen werden, lernen die Schüler ihre eigenen Fähigkeiten kennen und schätzen.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler müssen sehr viel Geschick beim Auskleben der Streichholzsachtel beweisen.

5.2.4. Bezug zum Lehrplan

„Der Wasserberg“

Wie bereits erwähnt, ist das Themengebiet „Erfahrungen mit Wasser“ für die zweite Klasse angedacht. Die Schüler sollen hier spielerisch die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasser erkunden. Die Oberflächenspannung von Wasser wird im Lehrplan nicht explizit erwähnt, so dass dieser Versuch lediglich als Erweiterung des Wissens dienen könnte.

„Wolkenbruch in der Küche“

In der zweiten Jahrgangsstufe werden die verschiedenen Aggregatzustände von Wasser kurz angeschnitten und thematisiert. In der vierten Jahrgangsstufe wird neben anderen Aspekten, die unter dem Themenfeld „Leben mit der Natur“ zu finden sind, auch das Gebiet „Der natürliche Kreislauf des Wassers“ angesprochen. Weiter sollen die Schüler hier verstehen, wie Wolken und Niederschlag entstehen. Dieser Versuch kann sehr schön in Bezug auf dieses Themengebiet durchgeführt werden, da er sowohl die Wolkenbildung als auch die Entstehung von Niederschlag aufgreift.

„Blitz am Küchensieb“ / „Tolle Donnertüte“

Das physikalische Teilgebiet der Elektrizität wird in der dritten Jahrgangsstufe behandelt. Hier sollen die Schüler einfache Stromkreise nachbauen, elektromagnetische Wirkungen erproben, einfache Stromkreise anwenden und die Gefahren des elektrischen Stroms kennenlernen. Im Rahmen der Gefahren des elektrischen Stroms kann dieser Versuch vorgeführt werden. Man sollte aber beachten, dass dieser lediglich als Exkurs dienen sollte, da weder die Entstehung von Blitz und Donner noch die Entstehung eines „Schlags“ in diesem Zusammenhang, der für eine Erklärung notwendig wäre, im Lehrplan aufgeführt sind. Die „Donnertüte“ kann als Ergänzung zu dem Versuch „Blitz am Küchensieb“ gebastelt werden. Hier sollte aber auch auf lange physikalische Erklärungen verzichtet werden, da dies ebenfalls nicht im Lehrplan erwähnt wird. Im Werkunterricht nimmt das Falten einen großen Bestandteil ein. Um die Schüler für dieses Fach zu motivieren, werden häufiger Gegenstände dieser Art hergestellt.

„Der feuerfeste Luftballon“ / „Kochen ohne Kochtopf“

Da diese beiden Versuche den gleichen physikalischen Hintergrund besitzen, werden sie in diesem Kapitel gemeinsam behandelt. In der zweiten Jahrgangsstufe, wie bereits erwähnt, sieht der Lehrplan vor, dass die Schüler auf spielerische Art und Weise die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasser erkunden. Die kühlende Eigenschaft wird aber nicht explizit erwähnt, so dass sie, wie auch die Eigenschaft der Oberflächenspannung als Ergänzung, aber nicht als Schwerpunkt dieses Themengebietes dienen kann.

„Echo“

Je nachdem wie sich die Lehrkraft einer dritten Klasse entscheidet, werden optische oder akustische Phänomene behandelt. Im Rahmen des Themengebietes akustische Phänomene untersuchen die Schüler die Ausbreitung des Schalls in der Luft. Da das Echo fast jedem Schüler bekannt vorkommen sollte, kann dieser Versuch durchaus in dieses Themengebiet mit eingebaut werden.

Die Inhalte des Lehrplans wurden aus folgender Quelle entnommen: [BSUKLGSB]

5.3. Station 3 – „Lumpi und das Meer“

Die Schüler gehen mit Professor Lumpi auf eine Reise quer durch die Physik in und rund um das Meer. Die physikalischen Hintergründe lernen die Kinder bei fünf Versuchen und einem Zusatzversuch kennen. Bei der Durchführung und Bearbeitung dieser Station erfahren die Schüler unter anderem, dass es von der Form eines Gegenstandes abhängt, wie schnell er sich im Wasser bewegen kann, weshalb Nichtschwimmer ausgerechnet Schwimmflügel oder Schwimmbretter benutzen, wie ein Taucher wieder trocken auftauchen, was der Druck von Wind alles bewirken und wie man Wasser ganz leicht in verschiedene Schichten trennen kann. Der Zusatzversuch greift zum Teil die Theorie erneut auf, dass Wasserschichten getrennt werden können. Die Schüler wenden das bereits erlernte Wissen an und übertragen es. Aus organisatorischer Sicht ist zu erwähnen, dass es sehr zeitsparend ist, wenn die verschieden gefärbten Flüssigkeiten im Vorfeld zubereitet werden. Ebenso empfiehlt es sich, den Einfülltrichter bereits vorher zu präparieren. Hinweise hierzu befinden sich im Anhang.

5.3.1. Geschichte

Liebe Kinder,

ich möchte euch auch heute recht herzlich zu meiner Arbeitsgemeinschaft „Physik im Alltag“ begrüßen. Nachdem wir uns schon einige Stunden mit naturwissenschaftlichen und physikalischen Phänomenen im Alltag beschäftigt haben, möchte ich mit euch nun im Urlaub auf physikalische Entdeckungsreise gehen. Ich habe schon zahlreiche Reisen hinter mir und dabei auch das eine oder andere Abenteuer am Strand und am Meer erlebt. Lasst euch überraschen und taucht mit mir in die physikalische Welt am Strand ein ...

In unserem zweiwöchigen Urlaub auf Korsika, wo wir die meiste Zeit am Strand verbrachten, gönnte ich mir auch einen Tauchkurs für Anfänger. Dort gibt es nämlich an einigen Sandstränden auch viele Felsen, so dass man dort wunderbar schnorcheln kann. Man sieht viele bunte Fische und die Seeigel, die an den Felsen kleben. Bevor es aber ins Wasser ging, mussten wir eine kurze Theorieeinheit mitmachen. Dort wurde uns unter anderem erklärt, wie man sich gegenüber der Natur verhält, außerdem einiges über das Meerwasser und verschiedene Fortbewegungsmöglichkeiten im Wasser. Dabei kam auch die Diskussion auf, wieso man sich außerhalb vom Wasser deutlich schneller bewegen kann als darin. Einige Wassertiere haben deshalb auch bestimmte Körperformen. Ein weiterer Punkt bei der Theorie war das Verhalten in der Nähe von Schiffen. Da existieren zwar schon sogenannte Bojen, die als Abgrenzung zum Schwimmbereich und Anlegen kleiner Schiffe dienen, aber trotzdem muss man als Taucher ja irgendwie dafür sorgen, dass man rechtzeitig gesehen wird. Nicht, dass da dann einfach noch ein Schiff über uns drüber fährt oder sogar anlegt. Ich wusste sofort was damit gemeint ist, denn mein Sohn brauchte noch so etwas Ähnliches zum Schwimmen. Es musste sich also um eine Leine handeln, an der oben irgendetwas mit Luft gefülltes hängt. Vielleicht sogar ein Schwimmflügel? Wisst ihr, dass zwei Schwimmflügel Nichtschwimmern das Leben retten können? Zum Abschluss der Theorieeinheit hat uns unser Lehrer noch die Frage gestellt, ob wir uns vorstellen können, dass ein Taucher, obwohl er taucht, wieder trocken aus dem Wasser auftauchen kann. Es sind zahlreiche Diskussionen entbrannt und keiner von uns hatte eine Idee, wie das funktionieren sollte. Jemand geht tauchen und dann ist er trocken, wenn er wieder auftaucht? Wir hatten bis nach der Praxiseinheit Zeit, uns eine Technik zu überlegen, mit deren Hilfe ein Taucher wieder trocken auftauchen kann. Falls wir keine Vorschläge haben sollten, wollte unser Tauchlehrer zeigen,

dass es problemlos funktioniert. Mit der anstrengenden Theorie – und Praxiseinheit waren wir bereits am frühen Nachmittag fertig und konnten uns noch am Strand sonnen oder schwimmen gehen. Meine beiden Kinder rannten sofort auf mich zu, als sie mich sahen, denn sie mussten mir gleich erzählen, was sie mit meiner Frau während meines Tauchkurses entdeckt hatten. Die Drei haben einen Strandspaziergang gemacht und dabei am Ende der Bucht ein Windrad entdeckt. Aufgrund der nahen Lage zum Meer dürfte es sich wegen des Windes auch gut gedreht haben. Natürlich kam mal wieder sofort die Frage, wie denn so was überhaupt funktioniert. Aber das war kein Problem! Ich habe den Kindern mit einfachen Mitteln ganz schnell erklärt, was dahinter steckt. Sie haben es auch sofort verstanden! Mein Sohn gesellte sich zu den anderen Kindern am Strand und spielte mit ihnen. Meine Tochter hingegen wollte sich ein bisschen bei mir und meiner Frau ausruhen. Doch diese Phase hielt leider nicht lange an und sie musste mir zahlreiche Kinderquizfragen stellen, weil sie unbedingt zeigen wollte, dass auch ich nicht alles weiß. Bei einer der Fragen wurde es auch echt kritisch für mich. Sie wollte wissen, ob es möglich sei, Wasser in zwei Schichten zu trennen. Da war ich zunächst echt überfragt, aber so nach und nach konnte ich mich wieder an einen Versuch aus meinem Studium erinnern. Bevor ich meiner Tochter die Antwort geben wollte, war aber eines klar: diesen Versuch musste ich erst selbst noch einmal ausprobieren, bevor ich mich dazu äußerte. Im Laufe unseres Urlaubs wurden mir am Strand noch zahlreiche Fragen gestellt. Ihr kennt das ja mit Sicherheit auch. Euch ist langweilig am Strand und ihr „löchert“ eure Eltern mit unzähligen „Warum“ – Fragen. Doch an einem Tag wurde es mir zu bunt. Meine Kinder sollten ausprobieren, wie man im Meer liegen kann ohne unterzugehen oder ob das überhaupt nicht möglich ist. Damit waren sie erst mal eine ganze Weile beschäftigt und ich hatte meine Ruhe.

5.3.2. Versuche

Bewegung im Wasser [JCSUL]: Die Tatsache, dass man abgebremst wird, wenn man in das Meer oder in ein Schwimmbecken rennt und deutlich mehr Kraft aufbringen muss, um sich mit gleicher Geschwindigkeit weiter zu bewegen, ist ein Alltagsphänomen. Mit diesem wurden die Schüler mit Sicherheit auch schon mehrfach konfrontiert. Die Gruppe formt hier aus Knet drei verschiedene Körper: einen Zylinder, eine Kugel und einen Würfel. Diese geben sie nacheinander in einen mit Wasser gefüllten Messbecher oder ein anderes, möglichst hohes, durchsichtiges Gefäß und stoppen die Zeit, wie lange der Körper jeweils braucht, bis

er den Boden erreicht. Diese wird zwei Mal gemessen und die Zeit wird in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt eingetragen. Anhand dieser Tabelle sollten die Schüler erkennen, dass die Kugel stets am schnellsten den Boden berührt. Dies liegt daran, dass die Kugel der Form



Abb. 19: "Bewegung im Wasser"

und umso schneller kann er sich darin bewegen [IQU12].

Gleiten und Schwimmen [JCSUS]: Dieses Phänomen, dass Schwimmflügel, Wasserbälle oder Wassertiere nicht untergehen, ist jedem Menschen bekannt. Was die Ursache hierfür ist, kann aber kaum jemand beschreiben und erklären. Die Schüler werden bei dieser Phase der Station, wie auch andere Gruppen der Klasse, das Archimedische Prinzip kennenlernen. Die Schüler haben einen Tennisball, einen Luftballon und einen „Volleyball“ aus Gummi und versuchen diese Gegenstände in einer Wanne mit Wasser ohne großen Kraftaufwand unterzutauchen.



Abb. 20: "Gleiten und Schwimmen"

Das Archimedische Prinzip wurde bereits im Unterpunkt 5.1.1. Versuche bei der Station 1 – „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ genauer erläutert.

Ein trockener Taucher [DWWS]: Immer wieder werden die zahlreichen Unterwasserfotografien bewundert und bestaunt. Mit einer gewöhnlichen Digitalkamera ist es unmöglich, abzutauchen und Fotos zu schießen. Es besteht aber offensichtlich die Möglichkeit, Unterwasserfotos zu schießen oder auch abzutauchen und wieder aufzutauchen, ohne dass man nass wird. Die Schüler haben ein Gefäß mit Wasser zur Verfügung und ein Glas, in dem sich eine Serviette befindet. Wenn ein Schüler das nach unten geöffnete Glas senkrecht in das Gefäß taucht und gerade wieder herauszieht, bleibt die Serviette trocken. Ein genauer Versuchsvorgang ist in nachfolgender Darstellung zu sehen.



Abb. 21: "Ein trockener Taucher"

Das physikalische Phänomen, das hier dahinter steckt, lässt sich ganz einfach erklären. Ein offenes Gefäß wird mit seiner nach unten gerichteten Öffnung in ein mit Wasser gefülltes Gefäß gedrückt. Die Luft, die sich in dem Gefäß befindet, kann aufgrund der Wassermengen nicht entweichen. Im oberen Bereich dieses Gefäßes wird die Luft durch den Wasserdruck zusammengepresst, so dass eine Luftblase entsteht. Mit zunehmender Tiefe dringen dennoch geringe Wassermengen in das Gefäß ein, da der Wasserdruck zunimmt und die Luft so komprimiert, dass noch Platz für Wasser im Gefäß entsteht [IQU13] [PTGMP].

Windrad [IQU14]: Die Windkraftanlagen schießen nur so aus der Erde. An der Nord- und Ostseeküste sind bereits einige Windparks entstanden. Vor kurzem wurde auch der erste Windpark in der Nordsee eröffnet. Den Schülern sind die Spielzeugwindräder schon seit früher Kindheit bekannt. Wie diese funktionieren und welche Physik dahinter steckt, erfahren die Schüler bei diesem Experiment. Sie bauen sich zunächst ein eigenes Windrad. Dieses sollte aussehen wie auf folgender Abbildung.



Abb. 22: "Windrad"

Wenn Wind aufkommt, drückt dieser auf die einzelnen Blätter des Windrades. Die aerodynamische Bauweise der Windradblätter sorgt, wie auch beim Flugzeug bereits erklärt, auf der einen Seite für einen Überdruck und auf der anderen Seite für einen Unterdruck. Die Windenergie wird bei diesem Vorgang auf die Blätter übertragen und das Windrad fängt an sich zu drehen [IQU15] [PTGMP].

Wasser, Eis und Meer [JLULKKF]: Der physikalische Hintergrund dieser Station ist das Archimedische Prinzip. Die Schüler lernen die Eigenschaften von Salzwasser und Süßwasser kennen. So kann man mit Hilfe dieses Versuches auch den Golfstrom erklären, wenn ein fächerübergreifender Unterricht angestrebt wird. Da in dieser Arbeit die physikalische Theorie im Vordergrund steht, wird das geographische Wissen nur kurz angeschnitten. Um die genaue Grenze zwischen Salzwasser und Süßwasser zu erkennen, werden die beiden Flüssigkeiten jeweils unterschiedlich eingefärbt und mit einer Waage abgewogen. Bevor der Versuch endgültig startet, stellen die Schüler Vermutungen auf, was mit den beiden Flüssigkeiten geschieht, wenn sie nacheinander in den Behälter gefüllt werden. Wegen des bereits kennengelernten Archimedischen Prinzips sollte die Gruppe richtige Vermutungen aufstellen können. Zuerst wird das Süßwasser in ein durchsichtiges Gefäß gegeben und anschließend langsam das Salzwasser mit einem Trichter und Strohhalm auf den Grund des Gefäßes gegossen. Das Salzwasser bleibt am Boden, da es eine höhere Dichte besitzt und

somit schwerer ist als das Süßwasser. Es sind, so wie auf dem folgenden Bild, zwei deutliche Schichten zu erkennen.



Abb. 23: "Wasser, Eis und Meer"

Die Theorie, die hier zu Grunde liegt, ist erneut das Archimedische Prinzip. Für die Erklärung des Golfstroms kann eine analoge Betrachtung erfolgen, denn sobald ein großer Eisberg schmilzt, ist das Wasser an der Oberfläche bei Weitem nicht so salzig, wie das umgebende Meer. Beim Golfstrom sorgen schließlich die unterschiedlichen Salzgehalte im Meer für die Bewegung [JLULKKF]. Allgemein kann gesagt werden, dass Meerwasser je schwerer wird, desto niedriger die Temperatur und desto höher der Salzgehalt. Richtung Norden kühlen die

Wassermengen ab und nehmen an Gewicht zu. Im Nordatlantik sinken sie ab und fließen zurück in den Süden [IQU16].

Salz – oder Süßwasser? [JCSUS]: Das Phänomen, dass es im Toten Meer, da es einen sehr hohen Salzanteil besitzt, keinerlei Kraftanstrengung erfordert, sich an der Wasseroberfläche zu halten, ist jedem bekannt. Was wirklich dahinter steckt, kann aber kaum jemand erklären. Die Schüler haben im Rahmen dieser Station mehrfach das Archimedische Prinzip in verschiedenen Formen kennengelernt. Bei diesem Experiment, welches zugleich auch der Zusatzversuch für diese Station ist, bekommt die Gruppe keinerlei Hilfestellung, sondern ihr werden lediglich die Versuchsaufbau- und Versuchsdurchführungskarten, sowie das nötige Material zu Verfügung gestellt. Das frische und rohe Ei befindet sich am Boden des Gefäßes. Anschließend wird Salz hinzugegeben und das Ei fängt an zu schweben. Dies ist erneut mit dem Archimedischen Prinzip zu erklären [IQU17]. Auf den folgenden Abbildungen ist das Ei zum einen im Süßwasser und zum anderen im Salzwasser zu sehen [PTGMP].



Abb. 24: Ei im Süßwasser

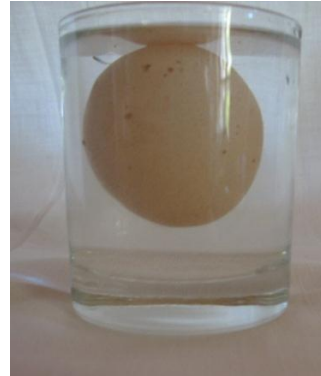


Abb. 25: Ei im Salzwasser

5.3.3. Mögliche Lernziele

Bei der Station „Lumpi und das Meer“ werden die Schüler mit Phänomenen aus der Mechanik konfrontiert. Teilweise spielerisch oder durch Herstellen eigener Versuchsaapparaturen, aber auch mit Hilfe physikalischer Versuchsaufbauten lernt die Gruppe sich mit der physikalischen Theorie auseinander zu setzen.

In der ersten Phase der Station beschäftigen sich die Kinder mit der „Bewegung im Wasser“:

- Kognitive Dimension: Die Schüler sollen nach mehrmaligem Stoppen der Zeit feststellen, dass die Kugel am schnellsten zu Boden sinkt. Bei genauem Betrachten der Körperformen und Körpereigenschaften stellen die Schüler fest, dass die Kugel anders geformt ist als der Zylinder und der Würfel. Sie schließen daraus, dass es an der Form liegen muss, dass sie schneller sinkt. Sie lernen den Begriff stromlinienförmig kennen.
- Affektive Dimension: Durch die zeitliche Dauer des Experimentes werden die Schüler dazu angehalten, sich länger einer Sache zu widmen und letztendlich auch auf diese zu konzentrieren.
- Psychomotorische Dimension: Die Feinmotorik der Schüler wird durch das Formen der einzelnen Körper mit Knet geschult. Weiter lernen sie den sicheren Umgang mit Stoppuhren.

Nachdem die Schüler den Begriff stromlinienförmig kennengelernt haben, beschäftigen sie sich mit der Eigenschaft der Körper, die im Wasser schwimmen:

- Kognitive Dimension: Die Schüler stellen fest, dass es ihnen nur sehr schwer gelingt, den Luftballon und den Volleyball unter Wasser zu drücken, da diese immer wieder den Weg zurück an die Wasseroberfläche anstreben. Weiter merken die Schüler, dass sie sehr viel Kraft aufwenden müssen, um den Luftballon oder Volleyball auch nur annäherungsweise unter Wasser drücken zu können. Mit Hilfestellung lernen sie das Archimedische Prinzip kennen.
- Affektive Dimension: Die Schüler erfahren in dieser Phase der Gruppenarbeit, dass nicht alle Aufgaben lösbar sind.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler sollen lernen, ihre Kräfte in richtigen Maßen einzusetzen, ohne dass eine Überschwemmung zustande kommt.

Bei den ersten beiden Versuchen lernten die Schüler den Widerstand von Wasser kennen, jetzt folgt das Phänomen der Luft:

- Kognitive Dimensionen: Die Schüler stellen fest, dass die sich im Glas befindliche Serviette trocken bleibt, wenn das Glas senkrecht in ein mit Wasser gefülltes Gefäß getaucht wird. Nach Überlegungen und Vermutungen stellen die Schüler fest, dass sich in dem Glas neben der Serviette noch etwas befinden muss, welches es dem Wasser nicht ermöglicht, in das Glas einzudringen.
- Affektive Dimension: Die Schüler stellen durch das Aufstellen von Vermutungen über den Ausgang des Experiments einen stärkeren und individuellen Bezug zu dem Versuch her und sind gespannt, welche Vermutungen schließlich zutreffen.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler müssen mit viel Geschick das Glas in das mit Wasser gefüllte Gefäß eintauchen.

In dieser Phase der Station erarbeiten sich die Schüler spielerisch die Funktionsweise eines „Windrades“:

- Kognitive Dimension: Die Schüler lernen und erfahren nach dem Bau eines eigenen Windrades, welche Eigenschaften dieses besitzen muss, um funktionieren zu können. Weiter lernen sie die Funktionsweise eines Windrades kennen.
- Affektive Dimension: Die Schüler freuen sich, wenn ihr selbstgebasteltes Windrad funktioniert.
- Psychomotorische Dimension: Die Feinmotorik der Schüler wird durch das Basteln des Windrades gefördert und geschult.

Der letzte reguläre Versuch beschäftigt sich auch mit dem Archimedischen Prinzip:

- Kognitive Dimension: Die Schüler stellen fest, dass sich bei korrekter Versuchsdurchführung Salzwasser und Süßwasser klar trennen, sobald man beide Flüssigkeiten in ein Gefäß gibt. Weiter erkennen sie, dass das Salzwasser am Boden bleibt. Durch Denkanstöße des Betreuers werden sie letztendlich mit dem Archimedischen Prinzip konfrontiert.
- Affektive Dimension: Durch ihre Vermutungen identifizieren sich die Schüler mit dem Experiment und verfolgen die Durchführung aufmerksam.
- Psychomotorische Dimension: Auge und Beobachtungsgabe der Schüler werden geschult.

Auch im Zusatzversuch beschäftigen sich die Schüler erneut mit dem Archimedischen Prinzip:

- Kognitive Dimension: Die Schüler erkennen nach Zugabe von Salz, dass das Ei einen Schwebezustand einnimmt. Unter Berücksichtigung des zuvor kennengelernten Archimedischen Prinzips finden die Schüler eine Erklärung für diesen Schwebezustand.
- Affektive Dimension: Die Schüler experimentieren bei diesem Versuch alleine, daher müssen sie Verantwortung gegenüber Versuchsapparaturen übernehmen.

- Psychomotorische Dimension: Zugabe von Salz und Umrühren erfordern feinmotorisches Geschick.

5.3.4. Bezug zum Lehrplan

„Bewegung im Wasser“

Die Schüler sollen in der zweiten Jahrgangsstufe die physikalischen und chemischen Eigenschaften auf spielerische Art erkunden. Hier wird aber lediglich auf das Schwimmen und Sinken, die unterschiedlichen Zustandsformen, einfache Trennverfahren und das Lösen verschiedener Stoffe in Wasser eingegangen. Die Eigenschaft, dass Wasser bremst, wird nicht explizit aufgeführt, so dass dieser Versuch dafür geeignet ist, den Wissenshorizont der Schüler zu erweitern.

„Gleiten und Schwimmen“

Dieser Versuch eignet sich hervorragend für die zweite Jahrgangsstufe. Da der Lehrplan hier vorsieht, dass die Schüler bei verschiedenen Gegenständen erproben sollen, ob diese schwimmen oder sinken.

„Windrad“

In der ersten Jahrgangsstufe sieht der Lehrplan vor, dass die Schüler sich mit dem Thema Luft auseinandersetzen. Ein Vorschlag ist, dass die Schüler verschiedene einfache Spielzeuge, wie Windräder und Flugobjekte, nachbauen können.

„Wasser, Eis und Meer“ / „Salz – oder Süßwasser?“

Da diese beiden Versuche den gleichen physikalischen Hintergrund besitzen, werden sie im Folgenden nicht getrennt behandelt. Im Lehrplan der zweiten Klasse ist zwar vorgesehen, dass die Schüler das Schwimmen und Sinken bei verschiedenen Gegenständen erproben. Der Auftrieb wird aber nicht thematisiert, so dass diese beiden Versuche nicht direkt im Zusammenhang mit dem Lehrplan stehen, sondern lediglich als Erweiterung des Wissenshorizonts angesehen werden können.

Die Inhalte des Lehrplans wurden aus folgender Quelle entnommen: [BSUKLGSB]

5.4. Station 4 – „Lumpi und ein italienisches Café“

Im Rahmen von vier Versuchen und einem Zusatzversuch lernen die Schüler verschiedene physikalische Hintergründe kennen, welchen man in und um ein italienisches Café begegnen und erkennen kann. An dieser Station erfahren die Kinder durch verschiedene Versuche das Archimedische Prinzip, die Funktionsweise eines Thermometers, Schallwellen, sowie den Luftdruck, der auf die Erde wirkt. Im Zusatzversuch setzen sie sich mit einem Phänomen aus der Optik auseinander. Aus organisatorischer Sicht ist lediglich zu beachten, dass ausreichend Rundkolben mit dazugehörigen Stopfen oder Knete zur Verfügung stehen, so dass jedes der Gruppenmitglieder ein Thermometer nachbauen kann. Weiterhin sollte für den Versuch „Der Knall kommt später“ die Möglichkeit bestehen auf den Schulhof zu gehen, da genügend Abstand zwischen dem Versuchsdurchführenden und den Beobachtern notwendig ist.

5.4.1. Geschichte

Liebe Kinder,

ich möchte euch auch heute recht herzlich zu meiner Arbeitsgemeinschaft „Physik im Alltag“ begrüßen. Nachdem wir uns schon einige Stunden mit naturwissenschaftlichen und physikalischen Phänomenen im Alltag beschäftigt haben, möchte ich mit euch nun im Urlaub auf physikalische Entdeckungsreise gehen. Ich habe schon zahlreiche Reisen hinter mir und dabei bei verschiedenen Städtetrips auch das eine oder andere Abenteuer in einem Café erlebt. Lasst euch überraschen und taucht mit mir in die physikalische Welt eines Straßencafés ein ...

Es ist ganz schön warm und ich saß mit meiner Familie in einem schönen Café auf dem Marktplatz von Bozen, einer Stadt in Südtirol. Bozen liegt im Tal und ist von zahlreichen hohen Bergen umgeben. Meine Kinder bestellten sich jeweils eine leckere Pizza, ich Spaghetti mit Tomatensoße und meine Frau einen schönen, frischen, italienischen Salat mit ganz vielen Tomaten, Gurken, Oliven und Peperoni. Wir waren alle fertig mit dem Essen, als meine Tochter, wie so oft, mal wieder spielen musste und mit ihrer Gabel das Öl – Essig - Dressing in der Salatschüssel meiner Frau verrührte. Ich habe sofort eingegriffen, weil man so etwas einfach nicht macht! Aber davor stellte sie noch etwas echt Faszinierendes fest. Endlich wurden die Teller abgeräumt und wir gönnten uns jeder noch ein Eis. Es war nämlich

wirklich ganz schön warm! In der Nähe unseres Tisches war auch ein Thermometer angebracht. So ein schönes, altmodisches, wie man es noch von früher kennt. Beim Anblick des Thermometers ist mir ein Geistesblitz gekommen! Ich könnte meinen Kindern doch sofort zeigen, wie man ganz einfach ein Thermometer bauen kann. Denn dann könnte ich ihnen sogar gleich noch die Funktionsweise erklären. Also bestellte ich für meinen Sohn und meine Tochter jeweils noch eine Limo, da diese in Italien für gewöhnlich in kleinen Flaschen mit einem Strohhalm serviert werden. Ganz einfach und schnell bauten wir zwei Thermometer, so dass meine Kinder etwas zum Spielen hatten und keine Langeweile aufkommen konnte. Ich blickte immer wieder auf das fest installierte Thermometer, weil es im Laufe des Tages richtig schwül und eklig warm wurde. Mir war klar, dass demnächst ein Gewitter kommen musste. Am Himmel war aber weit und breit noch nichts davon zu sehen. Meine Kinder hatten mittlerweile die beiden Flaschenthermometer links liegen gelassen und spielten an einem Brunnen in der Nähe. Sie hatten dabei das Wasserglas meiner Frau und sogar den Bierdeckel mitgenommen, weil meine Tochter ihrem Bruder etwas Spannendes zeigen wollte. Sie füllte das Glas mit Wasser und legte den Bierdeckel darauf, dann drehte sie das Glas einfach um. Und es passierte nichts! Mein Sohn war total verblüfft, stand mit offenem Mund da und kam aus dem Staunen kaum mehr heraus. Ich erklärte ihm, dass er das auch könne und seine Schwester nicht etwa zauberte. Doch dann warf ich einen Blick über meine Schulter und der Himmel in den Bergen war bereits kohlrabenschwarz. Das ging echt verdammt schnell. In der Ferne war auch schon ein leichtes Grollen zu hören. Meine Augen fixierten den Himmel, um vielleicht einen Blitz zu entdecken, damit ich bestimmen konnte, wie weit das Gewitter noch entfernt war. Ich stellte fest, dass es im Moment noch keinen Grund zur Sorge gab, denn zwischen Blitz und Donner verging noch einige Zeit. Dennoch bezahlten wir und machten uns so langsam auf den Weg Richtung Ferienwohnung. Auf dem Weg dorthin wurden die Zeitabstände zwischen Blitz und Donner immer kürzer und wir kamen gerade noch rechtzeitig dort an. In der Ferienwohnung konnte ich meine Kinder mal wieder ganz einfach verblüffen, indem ich ihnen erklärte, wie es zustande kommt, dass man einen Blitz sieht und nach kurzem zeitlichem Abstand erst den Donner hört. Das Gewitter dauerte zum Glück nicht lange und während meines Versuches ließen sowohl Gewitter als auch Regen nach. Bald schien sogar wieder die Sonne. Wir konnten also nach dieser kurzen Unterbrechung zurück an die frische Luft. Es gab zwei Möglichkeiten: entweder mit der Seilbahn auf den Berg fahren oder nochmal in die Stadt gehen. Meine

Kinder entschieden sich für die Stadt. Wir zogen uns also wieder die Schuhe an und setzten unsere Erkundungstour durch die Stadt fort. Meine Tochter und mein Sohn spielten dabei mal wieder „Hans guck in die Luft“. Meine Tochter schaute ständig in den Himmel und mein Sohn führte sie. Dabei sah meine Tochter einen wunderschönen Regenbogen am Himmel über den Bergen. Mir war also klar, dass es in den Bergen immer noch regnen musste. Zum Glück waren wir nicht auf den Berg gefahren. Meine Tochter hatte ansatzweise eine Idee, wieso ich dessen so sicher war. Aber mir wurde trotzdem recht schnell bewusst, dass ich einen Spiegel brauchte, um ihnen am Abend in unserer Ferienwohnung das Phänomen des Regenbogens erklären zu können.

5.4.2. Versuche

Da tut sich was [JCSUS], [HKMRSE]: Flüssigkeiten besitzen verschiedene Dichten, so auch Süßwasser und Speiseöl. Bei diesem Versuch, setzen sich die Schüler mit dem Archimedischen Prinzip auseinander, indem sie Süßwasser und Speiseöl nacheinander in ein Glas geben und anschließend mit einem Löffel gut verrühren. Nach kurzer Wartezeit sieht man, wie auch auf dem Bild zu erkennen, dass das Öl auf dem Süßwasser schwimmt. Dieses Phänomen begegnet den Schülern nicht nur beim Salatdressing, sondern auch immer wieder auf der Straße in Form von Ölflecken, wenn ein Fahrzeug Öl verliert.



Abb. 26: "Da tut sich was"

Grundlage dafür, dass das Öl auf dem Süßwasser schwimmt, ist das Archimedische Prinzip. Speiseöl besitzt nämlich eine geringere Dichte als Süßwasser und daher findet diese klare Trennung zwischen den beiden Flüssigkeiten statt [IQU17] [PTGMP].

Flaschen – Thermometer [DKWS]: Dieser Teil der Station sollte den Schülern bereits aus der 2. Jahrgangsstufe bekannt vorkommen, denn hier wird im Heimat- und Sachunterricht ebenfalls das Thermometer behandelt und je nach Lehrer auch nachgebaut. Zunächst findet die Gruppe an ihrem Arbeitsplatz ein fertiges Thermometer vor. Die Gruppe führt nun auf der Basis ihres Vorwissens eine Diskussion, wie denn das Thermometer funktioniert und aus welchen Teilen es besteht. Hierzu können sie verschiedene Experimente mit dem Thermometer durchführen. Sie können es in die Sonne stellen, ihre Hände um den Glaskolben legen oder in gekühltes Wasser stellen. Sobald die Schüler ihre Hände um den Kolben positionieren, beginnt die Flüssigkeit im Glasröhrchen zu steigen.



Abb. 27: Thermometer aus Alltagsgegenständen

fast alle Stoffe außer z.B. Elastomere, wie Gummi, mit steigender Temperatur an Volumen zunehmen [DTEP1]. Nach der Auffrischung des Wissens über die Funktionsweise, haben die Schüler die Möglichkeit, selbst ein Thermometer aus Alltagsgegenständen nachzubauen, welches so wie in der nebenstehenden Abbildung aussehen könnte.

Zu viel Druck [OSCHTKK]: Man kann die Luft weder sehen, noch riechen oder anfassen, aber die Menschen leben im Endeffekt am Grund eines Ozeans bestehend aus einer gewaltigen Luftmasse. Der Grund dafür, dass man von der Luft nicht erdrückt wird, liegt darin, dass sich sowohl in als auch unter den Gegenständen und Lebewesen Luft befindet, die Druck nach

Mit einem Thermometer kann man die Temperatur messen. Dies geschieht, indem man die Ausdehnung von Flüssigkeiten misst. In der Regel sind es Quecksilber- oder Alkohol- Thermometer [DMGP]. Zur richtigen Angabe von bestimmten Temperaturen wurden zwei Fixpunkte nach Anders Celsius festgelegt, nämlich der Tripelpunkt von Wasser bei $0,01^{\circ}\text{C}$ und der Siedepunkt von Wasser bei Normaldruck bei 100°C . Der Bereich zwischen dem Schmelz- und Siedepunkt wurde in 100 gleich große Teile eingeteilt. Allgemein kann auch gesagt werden, dass

außen und oben ausübt. Deshalb findet ein Druckausgleich statt. In dieser Phase der Station weisen die Schüler nach, dass es einen Luftdruck gibt. Hierzu wird ein Wasserglas randvoll mit Wasser gefüllt, darauf wird ein Pappdeckel gelegt, so dass sich keinerlei Luftblasen mehr im Gefäß befinden. Die Pappe wird fest auf den Rand gedrückt und das Glas wird über einer Wanne umgedreht. Die Flüssigkeit bleibt im Glas und der Pappdeckel bleibt am Glasrand hängen, wie es sehr schön auf nachstehender Abbildung zu erkennen ist.

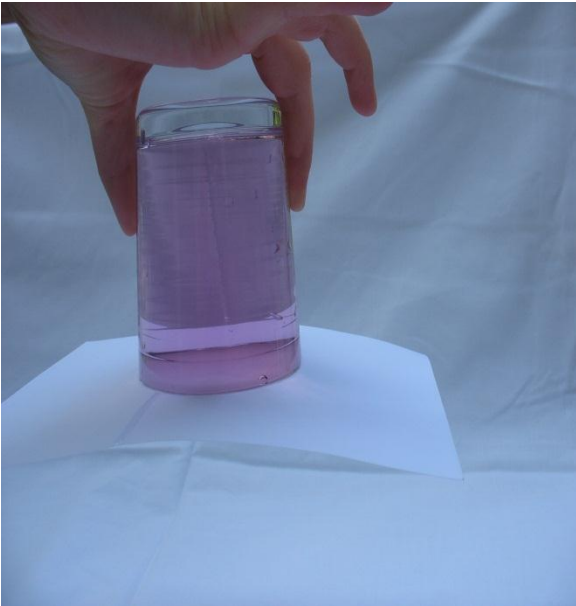


Abb. 28: "Zu viel Druck"

Der von außen auf die Pappe einwirkende Luftdruck drückt die Pappe weiterhin an den Glasrand. Der Luftdruck von außen ist größer als das Gewicht des Wassers, das den Pappdeckel von innen nach unten drückt [OSCHTKK]. Im Gegensatz zu Wasser kann das Volumen von Luft nämlich verringert werden, wenn sie zusammengedrückt wird. Der höchste Wert des Luftdruckes befindet sich am Erdboden, währenddessen die Wasseroberfläche beim Wasserdruck als Nullpunkt angenommen wird. Der Luftdruck am Erdboden entspricht etwa 100.000 Pa. Außerdem nimmt der Luftdruck nicht linear, sondern exponentiell ab [KHPM].

Der Knall kommt später [DKWS]: Dieses physikalische Phänomen tritt nicht nur bei Gewittern auf, wo zuerst der Blitz gesehen und anschließend erst der Donner gehört wird, sondern auch beispielsweise an Silvester beim Feuerwerk. Bei diesem Versuch finden die Schüler einen mit Mehl gefüllten Luftballon vor. Der Betreuer geht mit der Gruppe auf den Schulhof und ein Schüler stellt sich im Abstand von 50 – 80 Metern entfernt auf. Die Gruppe stellt fest, nachdem der Schüler mit einer Stecknadel in den Luftballon gestochen hat, dass sie zuerst die Mehlwolke sieht und erst anschließend den Knall hört. Der Knall und die Mehlwolke entstehen zur gleichen Zeit, genauso wie Blitz und Donner bei einem Gewitter.

Das Licht bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von $300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ in der Luft, der Schall breitet sich dagegen nur mit einer Geschwindigkeit von $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in der Luft aus. Deshalb ist erst die

Mehlwolke beziehungsweise der Blitz zu sehen und anschließend erst der Knall oder der Donner zu hören. Aufgrund der hohen Lichtgeschwindigkeit sehen wir den Blitz nahezu in dem Moment, in dem er auch wirklich entsteht. Mit Hilfe dieses physikalischen Wissens, kann auch ganz leicht die Entfernung des Gewitters berechnet werden. So gilt als Faustregel, dass der Schall für eine Strecke von einem Kilometer ungefähr 3 Sekunden benötigt. Hört man den Donner beispielsweise 9 Sekunden nach dem Aufleuchten des Blitzes, so befindet sich das Gewitter in einer Entfernung von circa 3 Kilometern [IQU18]. Die folgende Abbildung zeigt den Versuchshergang [PTGMP].



Abb. 29: "Der Knall kommt später" – Versuchsaufbau



Abb. 30: Versuchshergang "Der Knall kommt später"

Regenbogen [IQU19]:



Abb. 31: Versuchsaufbau "Regenbogen"

Der Regenbogen ist ein Naturschauspiel. Er tritt immer im Zusammenspiel von Regenschauer und Sonnenschein auf. Bei dieser Station gehen die Schüler der Ursache für die Entstehung eines Regenbogens auf den Grund. Er wird mit Hilfe einer Taschenlampe, einer Wasserschale und eines Spiegels erzeugt. Der Spiegel wird an eine Seite der Wasserschale angelehnt. Mit der Taschenlampe leuchtet man den Teil des Spiegels an, der sich im Wasser befindet. Dann ist ein Regenbogen zu sehen.

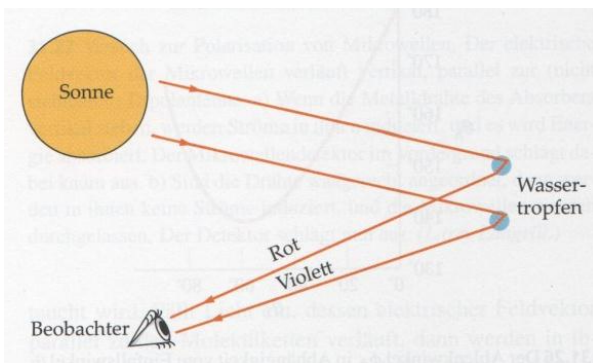


Abb. 32: Schematische Entstehung eines Regenbogens

Die Lichtstrahlen treffen im Wasser auf den Spiegel, welcher sie zu uns zurück reflektiert. Sowohl beim Übergang in das Wasser als auch beim Austritt aus dem Wasser wird der Lichtstrahl gebrochen. Anhand der Brechung kann man sehen, dass sich weißes Licht aus mehreren Lichtstrahlen zusammensetzt. Diese besitzen unterschiedliche Wellenlängen,

wobei jede für eine ganz bestimmte Farbe steht. Die verschiedenen Wellenlängen des weißen Lichtstrahls werden unterschiedlich stark gebrochen und dadurch aufgetrennt. Wegen der mehrfachen Brechung ist dann ein farbiges Band zu sehen [IQU19]. Beim Regenbogen trifft das parallele Sonnenlicht auf die kugelförmigen Wassertropfen. Die Strahlen des Sonnenlichtes werden gebrochen, sobald sie in den Wassertropfen eintreten und an der rückwärtigen Wasser – Luft – Grenze reflektiert. Dies ist auch sehr gut in der obigen Abbildung zu erkennen.

Beim Austritt aus dem Wassertropfen werden sie erneut an der vorderen Grenzfläche gebrochen. Ein Regenbogen setzt sich aus Lichtstrahlen zusammen, die in zahlreichen Wassertropfen gebrochen und reflektiert wurden. Die Farben, die unter einem bestimmten Winkel zu sehen sind, entsprechen jeweils einer bestimmten Wellenlänge. Der Regenbogen ist außen rot und innen violett, weil die Brechzahl für rotes Licht kleiner ist als die für blaues und daher das blaue Licht stärker gebrochen wird [PTGMP].

5.4.3. Mögliche Lernziele

Bei der Station „Lumpi und ein italienisches Café“ lernen die Schüler verschiedene physikalische Phänomene kennen, die beim Essen oder einem gemütlichen Cafébesuch mit Kindern auftreten können. Dies geschieht durch selbstständiges Experimentieren und Herstellen eigener Versuchsapparaturen.

Wie auch schon andere Gruppen, beschäftigen sich die Schüler hier beim ersten Versuch mit dem Archimedischen Prinzip:

- Kognitive Dimension: Die Schüler erkennen, dass sich Speiseöl und Süßwasser nicht vermischen, sondern Speiseöl auf Wasser schwimmt. Mit Hilfestellung lernen die Kinder das Archimedische Prinzip kennen.
- Affektive Dimension: Die Schüler nehmen wahr, dass Physik nicht nur komplex und schwierig, sondern allgegenwärtig ist.
- Psychomotorische Dimension: Zugabe und Umrühren von Speiseöl erfordern feinmotorisches Geschick.

Der nächste Versuch beschäftigt sich mit dem Bau und der Funktionsweise von Thermometern:

- Kognitive Dimension: Die Schüler beobachten, dass die Flüssigkeit im Glasröhrchen ansteigt, sobald der Körper der Flasche erwärmt wird. Am Ende besitzen sie das Wissen, dass fast alle Stoffe mit steigender Temperatur an Volumen zunehmen.
- Affektive Dimension: Die Schüler freuen sich, wenn ihr selbstgebautes Thermometer funktioniert.

5. Stationen

- Psychomotorische Dimension: Die Schüler erwerben einen sicheren Umgang mit physikalischen Geräten.

In dieser Phase der Gruppenarbeit beschäftigen sich die Schüler mit dem Luftdruck:

- Kognitive Dimension: Die Schüler stellen fest, dass das Wasser mit Pappdeckel im Glas bleibt, selbst wenn das Glas umgedreht wird. Schließlich bekommen sie die Erkenntnis, dass dem Pappdeckel eine Kraft entgegenwirken muss, so dass er nicht runterfallen kann.
- Affektive Dimension: Das Experiment fasziniert die Schüler so, dass sie dazu angeregt werden, es anderen vorzuführen.
- Psychomotorische Dimension: Es ist viel motorisches Geschick beim Umdrehen des Glases notwendig, damit sich der Pappdeckel nicht im Schrägzustand vom Glas löst.

Beim letzten regulären Versuch dieser Station setzen sich die Schüler mit Schall- und Lichtgeschwindigkeiten auseinander:

- Kognitive Dimension: Die Schüler beobachten, dass zuerst eine Mehlwolke zu sehen und anschließend erst der Knall zu hören ist. Wenn dieses Phänomen in Zusammenhang mit einem Gewitter gebracht wird, finden die Schüler heraus, dass sich Licht in der Atmosphäre schneller als Schall ausbreitet. Die Schüler lernen die Regel kennen, um die Entfernung eines Gewitters feststellen zu können.
- Affektive Dimension: Den Schülern wird durch diesen Versuch die Angst vor Gewittern genommen, da sie die Entfernung besser einschätzen können. Außerdem wird die Zusammenarbeit Die gleichzeitige Benutzung des Seh- und Hörsinns der Schüler wird bei diesem Experiment angesprochen.

Der Zusatzversuch erklärt den Schülern die Entstehung eines Regenbogens:

- Kognitive Dimension: Die Schüler erkennen, dass ein Regenbogen entsteht, sobald sie mit einer Taschenlampe auf den Spiegel im Wassergefäß leuchten. Mit Hilfe von Vorwissen und geringfügiger Hilfestellung lernen die Schüler das Phänomen der Brechung kennen.

- Affektive Dimension: Die Schüler erfreuen sich daran, dass sie im Klassenzimmer einen Regenbogen erzeugt haben.
- Psychomotorische Dimension: Das Verfolgen des Experiments fördert die Beobachtungsgabe.

5.4.4. Bezug zum Lehrplan

„Da tut sich was“

In der zweiten Jahrgangsstufe werden laut Lehrplan die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasser spielerisch erforscht, so dass sich dieser Versuch durchaus auch dafür eignet, die Eigenschaften, ob ein Gegenstand schwimmt oder sinkt oder sich im Wasser auflöst, zu erkennen.

„Flaschen – Thermometer“

Neben dem physikalischen Themengebiet „Erfahrungen mit Wasser“, beinhaltet der Lehrplan der zweiten Jahrgangsstufe auch den Themenblock „Erfahrungen mit Temperaturen“. Hier wird vorgesehen, dass sich die Schüler ein Thermometer selbst nachbauen und verschiedene Temperaturen messen.

„Zu viel Druck“

In der ersten Jahrgangsstufe nimmt der Themenkomplex Luft zwar einen Bestandteil im Lehrplan ein, aber das Phänomen des Luftdruckes wird nicht explizit erwähnt, so dass bei diesem Versuch kein direkter Zusammenhang zum Lehrplan existiert. Somit kann dieser Versuch lediglich als Erweiterung des Wissens dienen.

„Der Knall kommt später“

Je nach Wahl des Drittklasslehrers können entweder optische oder akustische Phänomene behandelt werden. Unter die akustischen Phänomene fällt die Ausbreitung von Schall in der Luft.

„Regenbogen“

Wenn die Wahl des Drittklasslehrers hingegen auf die optischen Phänomene fällt, dient dieser Versuch sehr schön für die Zerlegung in Spektralfarben. Denn der Lehrplan sieht hier vor, dass sich die Schüler über die Ausbreitung des Lichts und über Spiegelphänomene bewusst werden.

Die Inhalte des Lehrplans sind aus folgender Quelle entnommen: [BSUKLGSB]

5.5. Station 5 – „Lumpi auf Städtetour“

Die Gruppe befasst sich bei 4 Versuchen und einem Zusatzversuch mit physikalischen Phänomenen, denen man bei einer Städtetour begegnen kann. Am Ende dieser Station wissen die Schüler, weshalb der Himmel blau ist, was es mit einem „Eckengucker“ auf sich hat, wie man ohne Straßenkarte aber mit Hilfe eines Kompasses problemlos den Weg findet und weshalb es sehr wichtig ist, sich in einem Bus festzuhalten, wenn man nur einen Stehplatz bekommt. Außerdem stellen die Schüler fest, dass man Wasser biegen kann. Aus organisatorischer Sicht ist zu erwähnen, dass sich ein Waschbecken mit Wasserhahn in der Nähe befinden sollte. Die Milchtüte für den Bau des „Eckenguckers“ sollte im Vorfeld präpariert werden. Eine Anleitung hierfür befindet sich im Anhang. Wahlweise kann der „Eckengucker“ auch bereits vorher vollständig gebaut werden, da dies sehr schwierig ist und so Zeit gespart werden kann.

5.5.1. Geschichte

Liebe Kinder,

ich möchte euch auch heute recht herzlich zu meiner Arbeitsgemeinschaft „Physik im Alltag“ begrüßen. Nachdem wir uns schon einige Stunden mit naturwissenschaftlichen und physikalischen Phänomenen im Alltag beschäftigt haben, möchte ich mit euch nun im Urlaub auf physikalische Entdeckungsreise gehen. Ich habe schon zahlreiche Reisen hinter mir und dabei auch das eine oder andere Abenteuer bei einer Städtereise erlebt. Lasst euch überraschen und taucht mit mir in die Physik der Städte ein ...

„Guten Morgen, Kinder! Zeit zum Aufstehen, wir haben heute viel vor. Wir wollen uns doch die Hauptstadt von Korsika, Ajaccio, anschauen. Auf geht's, zieht euch an und macht euch fertig. Wir werden heute in einer typisch französischen Bar frühstücken, so mit Croissant und

allem was dazu gehört.“ Genau so habe ich meine Kinder damals wirklich geweckt! Nachdem wir gefrühstückt hatten, machten wir uns gleich auf den Weg zu einem der bedeutendsten Wasserspiele von Ajaccio. Bei diesen Wasserspielen gibt es zahlreiche Informationstafeln in vielen verschiedenen Sprachen und dazwischen auch immer wieder spezielle Tafeln für Kinder. Dort angekommen, schauten wir uns neugierig um und bewunderten die zahlreichen Fontänen. Auf einer dieser Schautafeln wurde erklärt, dass man Wasser verbiegen könne. Meine Beiden konnten sich das natürlich kaum vorstellen und ich musste zu Hause mal wieder meine ganze Phantasie spielen lassen und mir einfach so etwas aus dem Ärmel schütteln, um ihnen auch dieses Phänomen zu erklären. Wir genossen noch eine Weile das Spektakel der Wasserspiele, denn mittlerweile waren es nämlich sogar schon am Vormittag über 25°C im Schatten. Dann liefen wir auf dem „Pfad für Kinder“ in die Innenstadt. Auf diesem Weg, der echt gut gestaltet war, wurden wir in die Rolle von Sherlock Holmes versetzt. Dazu konnten wir uns einen sogenannten „Eckengucker“ und einen Kompass ausleihen. Das wollten meine beiden Kinder natürlich sofort haben - wie alle Kinder in diesem Alter eben! Zum Glück wurde gleich am Anfang erklärt, wie so etwas funktioniert. Am Ende des Pfades mussten sich meine Kinder leider wieder von dem „Eckengucker“ und dem Kompass trennen. Mein Sohn vergoss sogar reichlich Tränen und meine Frau hatte große Mühe, ihn zu trösten. Aber zum Glück bekamen wir eine Anleitung, damit wir selber so einen „Eckengucker“ und einen Kompass nachbauen konnten. Am Ende konnte man in einem Laden auch mehrere Souvenirs kaufen. So kaufte ich meinen beiden Kindern einen Kompass, denn ich hatte mir gedacht, dass er bei unserer weiteren Städtetour vielleicht noch hilfreich sein könnte. Meinen Sohn konnte ich außerdem noch ein bisschen ablenken, indem ich ihm erklärte, wie solch ein Kompass funktioniert. Puh, das ist ganz schön warm, wenn man wie wir den halben Tag in der Sonne herumläuft. „Papa, mir ist so warm, können wir vielleicht mit dem Bus zum Hotel fahren? Ich halte es kaum mehr in der Sonne aus!“, fragte mich meine Tochter. Nicht nur mir war es so warm, sondern auch dem Rest der Familie. Also machte ich mich auf die Suche nach der nächsten Bushaltestelle. Kaum hatten wir sie gefunden, kam auch schon der Bus angefahren. Dieser war aber leider gerammelt voll. Das könnt ihr euch gar nicht vorstellen, wie voll der war! So mussten wir mit einem Stehplatz Vorlieb nehmen. Ich habe meinen beiden Kindern extra gesagt, dass sie sich gut festhalten müssen, wenn der Bus losfährt. Aber sie konnten mal wieder nicht auf mich hören und mussten rumalbern. Der Bus fuhr los ... und da passierte es auch schon.... Zum Glück ist den

Beiden nichts Schlimmeres passiert. Nachdem wir an der Endstation ausgestiegen waren, mussten wir immer noch ein ganzes Stückchen bis zu unserem Hotel laufen. Das war gar nicht so schlimm, denn der Weg war hauptsächlich im Schatten und meine Tochter hatte sich auch wieder etwas erholt. Mein Sohn ist ja ein kleiner „Hans guck in die Luft“ und fragte dann wie aus dem nichts: „Papa, Papa warum ist denn der Himmel blau?“

5.5.2. Versuche

Wasser biegen [IQU20]: Kaum jemand kann sich vorstellen, dass man Wasser biegen kann. Das kann man ganz leicht nachahmen und physikalisch erklären. Die Schüler haben zwei Luftballons und reiben diese an einem Wollpullover. Anschließend drehen sie den Wasserhahn auf und halten zunächst einen Luftballon in die Nähe des Strahls. Was passiert? Der Wasserstrahl verbiegt sich. Sobald beide Luftballons in die Nähe des Wasserstrahls gehalten werden, verbiegt er sich noch mehr. Diese Verbiegungen sind auch sehr gut auf nachfolgender Darstellung zu erkennen.



Abb. 33: "Wasser biegen"

Sobald die beiden Luftballons am Wollpullover gerieben werden, laden sie sich elektrisch negativ auf. Ein ähnliches Phänomen tritt auch bei dem Versuch „Blitz am Küchensieb“ auf. Wenn die Luftballons elektrisch geladen sind, besitzen sie die Eigenschaft andere geladene Teilchen anzuziehen. Wasser ist nach außen hin nicht geladen. Aber die Moleküle von Wasser haben einen speziellen Aufbau, denn ihre Elektronen sind innerhalb des Wassermoleküls ungleich verteilt, weshalb Wassermoleküle zwei verschieden geladene

Seiten besitzen. Die eine ist positiv, die andere negativ geladen. Sobald der negativ geladene Luftballon in die Nähe des Wasserstrahls gebracht wird, ordnen sich die Wassermoleküle alle so an, dass die positiven Pole dem Luftballon zugewandt sind. Somit kann der Luftballon die Seite des Wasserstrahls, die entgegengesetzt zu ihm geladen ist, zu sich heranziehen. Dadurch biegt sich der Wasserstrahl in Richtung des Luftballons[IQU20].

Periskop [OSCHTKK]: Der ein oder andere Schüler kennt mit Sicherheit einen sogenannten „Eckengucker“ und findet es faszinierend, dass er mit diesem Teil um die Ecken schauen kann. Gedanken, wie es innen drin aussieht und welche Physik dahinter steckt, hat er sich bisher aber wohl kaum gemacht. Daher finden die Schüler an dieser Station die notwendigen Utensilien, um einen „Eckengucker“ nachbauen zu können. Sie haben dafür zwei Taschenspiegel, eine präparierte Milchtüte sowie Klebeband zur Verfügung. Der Betreuer hilft der Gruppe bei der Vollendung. Im Anhang befindet sich die Bauanleitung für den „Eckengucker“. Die beiden Spiegel werden so in der Milchtüte angebracht, dass sie parallel zueinander sind und im Winkel von 45 Grad zum einfallenden Licht stehen. Zur Überprüfung, ob die beiden Spiegel richtig zueinander angeordnet sind, kann man mit einer Taschenlampe durch das Loch, in welches man normalerweise hineinschaut, leuchten. Wenn alles richtig gemacht wurde, kommt der Taschenlampenstrahl durch das andere Loch wieder heraus.

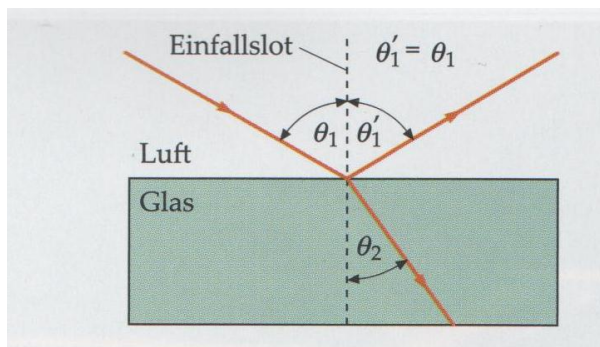


Abb. 34: Schematische Darstellung einer Lichtreflexion

Physikalisch betrachtet, ist das Prinzip eines Periskops einfach zu erklären. In der Optik spricht man in diesem Fall von einer Reflexion. In der nachfolgenden Abbildung ist ein Lichtstrahl zu erkennen, der auf eine ebene Grenzfläche zwischen Luft und Glas trifft. Der Winkel θ_1 zwischen dem Lot der Einfallsstelle und dem einfallenden

Strahl bezeichnet man als Einfallswinkel. Die Ebene, die durch diese beiden Linien aufgespannt wird, ist die Einfallsebene. Der reflektierte Strahl befindet sich ebenfalls in dieser Einfallsebene und schließt mit der Normalen den Winkel θ_2 . Die beiden Winkel θ_1 und θ_2 sind gleich groß. Diese Eigenschaft ist das Reflexionsgesetz und gilt für alle Wellenarten [PTGMP].

Kompass [HKMRSE], [IQU21]: Der Begriff Kompass und seine Funktionsweise gerät seit dem Aufkommen von Navigationsgeräten immer mehr in Vergessenheit und kaum jemand besitzt noch einen Kompass. Jedoch ist es gar nicht schwer und kompliziert, solch ein Gerät nachzubauen. In dieser Phase der Station erhalten die Schüler die notwendigen Materialien für die Herstellung eines Kompasses, damit sie dann schließlich die Funktionsweise kennenlernen. Die notwendigen Materialien hierfür sind ein langer, schmaler Nagel, ein Korken, ein Magnet, sowie eine Wasserschüssel und Spülmittel. Zuallererst streicht man mehrmals mit dem Magneten in gleicher Richtung über den Nagel und steckt diesen anschließend durch den kleinen Korken. Dieser Korken wird nun in die Wasserschüssel gesetzt. Sodann richtet er sich in Nord – Süd – Richtung aus [IQU21].



Abb. 35: "Kompass"

Das Phänomen, dass der Kompass sich in eine Nord – Süd – Richtung ausrichtet, kann physikalisch folgendermaßen erklärt werden: Gleichnamige Pole eines Magneten stoßen sich ab, während sich ungleichnamige Pole, wie auch in der Elektrizitätslehre, anziehen. Die beiden Stellen, an welchen der Magnet seine größte Wirkung besitzt, sind der Nord – und Südpol. Der Nagel wurde magnetisiert, bevor er bei dem obigen Versuch in den Korken gesteckt wurde. Bereits 1600 wurde von William Gilbert entdeckt, dass die Erde ebenfalls ein natürlicher Magnet ist, dessen Pole in der Nähe der geographischen Pole liegen. Der magnetische Nordpol der Erde liegt in der Nähe des geographischen Südpols. Das Zusammenspiel zwischen der Erde als Magnet und dem Nagelmagnet ergibt einen Kompass. Da sich die beiden Magnete, wie oben erwähnt, gegenseitig beeinflussen, dreht sich der

Kompass so, dass sich sein Nordpol entgegengesetzt dem magnetischen Nordpol der Erde befindet [PTGMP].

Eine faule Münze [DKW]: In dieser Phase der Station lernen die Schüler die Trägheit kennen. Jedes Kind hat sicher schon einmal die Erfahrung gemacht, dass man nach hinten kippt, wenn man sich beim Anfahren eines Busses nicht festhält. Ebenso wird man vom Gurt aufgefangen, wenn ein Auto schlagartig bremst. An dieser Stelle führen die Schüler den Versuch durch und stellen Vermutungen an, weshalb die Münze in das Glas fällt. Ein Schüler legt eine Spielkarte mit einer Münze darauf auf einen Glasrand. Die Karte zieht er mit einem kurzen, schnellen Ruck weg und die Münze fällt dabei in das Glas.



Abb. 36: "Eine faule Münze"

Die Münze ist im Gegensatz zu der Karte keiner wirkenden Kraft ausgesetzt und verhält sich nach dem Prinzip der Trägheit. Das Trägheitsprinzip von Newton lautet, dass ein Körper in der Ruheposition oder in gleichförmiger geradliniger Bewegung bleibt, solange die Summe der auf ihn wirkenden Kräfte null ist. Bezogen auf das oben dargestellte Phänomen, bedeutet dies, dass ein Körper dann seinen Bewegungszustand ändert, wenn die Summe der auf ihn wirkenden Kräfte ungleich null ist. Somit erfährt der Körper entweder eine Beschleunigung, Verzögerung oder Richtungsänderung. Die Münze versucht ihre Ruhelage einzuhalten, währenddessen die Karte ruckartig weggezogen wird. Nach dem Trägheitsgesetz fällt die Münze dann in das Glas [IQU22] [PTGMP].

Warum ist der Himmel blau? [IQU21]: Man schaut aus dem Fenster und stellt an einem Tag mit schönem Wetter fest, dass der Himmel blau ist. Wenn man morgens oder abends aus dem Fenster blickt, erkennt man oft einen rötlichen Schimmer. Aber weshalb eigentlich? Diesem Phänomen, weshalb der Himmel blau ist, gehen die Schüler im Zusatzversuch auf den Grund. Die Schüler geben in ein Aquarium oder wahlweise in eine Blumenvase Wasser und anschließend ein paar Tropfen Milch. Danach wird mit der Taschenlampe auf das

Wasser–Milch–Gemisch geleuchtet und die Schüler schauen einmal von der Seite auf den Lichtstrahl und dann durch den Behälter in Richtung Taschenlampe. Sobald die Schüler seitlich auf das Wasser–Milch–Gemisch schauen, erscheint die Flüssigkeit bläulich und wenn sie durch das Aquarium hindurch auf die Taschenlampe blicken, rötlich.



Abb. 37: "Warum ist der Himmel blau?"

Die Milch besteht neben Wasser zu einem Teil aus Fett in Form kleiner Tröpfchen. Das Licht der Taschenlampe besteht aus allen Farben. Sobald das Taschenlampenlicht auf die Fetttröpfchen trifft, wird es an diesen gestreut. Da jede Farbe eine eigene Wellenlänge besitzt, fällt die Streuung unterschiedlich aus. Denn je kürzer die Wellenlänge, umso stärker

die Streuung. Wenn das Sonnenlicht in die Atmosphäre eindringt, wird der blaue Lichtanteil an den Luftpartikeln abgelenkt, während die restlichen Farben so gut wie unbehelligt bleiben. Der blaue Himmel, den wir sehen, ist demzufolge blaues Licht, welches in alle Richtungen gestreut wird und über die anderen Farben dominiert. Sobald die Sonne niedriger am Horizont steht, muss das Licht eine größere Entfernung durch die Atmosphäre zurücklegen. Das blaue Licht wird hierbei so sehr gestreut, dass am Ende kaum noch etwas auf der Erde ankommt. Dafür werden aber die langwelligen Anteile hier vor allem rot gestreut und dominieren am Abend- oder Morgenhimmel [IQU23] [PTGMP].

5.5.3. Mögliche Lernziele

Bei der Station „Lumpi auf Städtetour“ reisen die Schüler mit Professor Lumpi quer durch einige Gebiete der Physik. So lernen sie Phänomene aus der Mechanik, Optik und Elektrizitätslehre kennen. Die Schüler bauen beispielsweise bei dieser Station selbstständig einen Kompass und werden bei einigen weiteren Versuchen zur Eigeninitiative angehalten.

Beim ersten Versuch bringen die Schüler Wasser zum Biegen:

- Kognitive Dimension: Die Schüler stellen fest, dass sie einen Wasserstrahl entsprechend verbiegen können, wenn sie zuvor einen Luftballon an einem Wollpullover reiben und ihn anschließend in die Nähe des Wasserstrahls bringen.

Wenn der Luftballon nicht an einem Wollpullover gerieben wurde, passiert gar nichts. Am Ende dieser Einheit wissen die Schüler, dass sich gleich geladene Teilchen abstoßen und entgegengesetzt geladene Teilchen anziehen.

- Affektive Dimension: Die Schüler staunen und freuen sich darüber, dass sie den Wasserstrahl verbiegen können.
- Psychomotorische Dimension: Das Reiben des Luftballons erfordert Geschick und Durchhaltevermögen. Zudem wird die genaue Beobachtungsgabe geschult.

Der darauffolgende Versuch beschäftigt sich mit dem Gebiet Optik. Hier lernen die Schüler das Phänomen der Reflexion kennen:

- Kognitive Dimension: Die Schüler nehmen wahr, dass sie mit einem Periskop um die Ecke schauen können. Durch das Nachbauen eines Periskops lernen die Schüler den physikalischen Hintergrund kennen, verstehen ihn und können ihn mit Hilfe des Betreuers in Worte fassen.
- Affektive Dimension: Die Schüler freuen sich, wenn ihr nachgebautes Periskop funktioniert.
- Psychomotorische Dimension: Es ist sehr viel Geschick bei der Anbringung der Spiegel erforderlich.

Der nächste Versuch erläutert die Funktionsweise eines Kompasses:

- Kognitive Dimension: Die Schüler erkennen, dass sich der selbstgebaute Kompass immer wieder in die gleiche Richtung ausrichtet. Mit Vorwissen und Hilfestellung des Betreuers lernt die Gruppe die Eigenschaften eines Magneten kennen.
- Affektive Dimension: Die Schüler verbinden die Physik mit dem Alltag und können so einige Phänomene besser verstehen. Sie erkennen dadurch, dass die Physik nichts Abstraktes ist und nehmen eine positivere Haltung gegenüber der Physik ein.
- Psychomotorische Dimension: Das Magnetisieren des Nagels erfordert sehr viel Feingefühl.

Der letzte reguläre Versuch bei dieser Station greift noch einmal ein Phänomen aus der Mechanik auf, nämlich die Trägheit:

- Kognitive Dimension: Die Schüler stellen fest, dass die Münze, die sich zunächst auf der Karte befindet, in das Glas fällt, sobald die Karte mit einem kurzen Ruck weggezogen wird. Im Rahmen dieses Versuches lernen die Schüler das Phänomen der Trägheit kennen.
- Affektive Dimension: Die Schüler lernen hierbei, dass es sinnvoll ist, sich im Bus festzuhalten und im Auto anzuschallen.
- Psychomotorische Dimension: Mit sehr viel Geschick muss die Karte weggezogen werden. Außerdem wird das genaue Beobachten geschult.

Im Rahmen des Zusatzversuches setzen sich die Schüler mit der Frage auseinander, weshalb der Himmel blau ist:

- Kognitive Dimension: Die Schüler erkennen, dass das Wasser – Milch – Gemisch je nach Haltung der Taschenlampe einmal rötlich und einmal bläulich erscheint. Mit Hilfe ihres Vorwissens, sowie der Hilfestellung des Betreuers lernen die Schüler das Prinzip der Streuung kennen.
- Affektive Dimension: Die Schüler staunen und sind vom scheinbar urplötzlichen Farbwechsel des Wasser-Milch-Gemischs fasziniert.
- Psychomotorische Dimension: Die Schüler müssen genau auf die Haltung der Taschenlampe achten und gut die kleinen Unterschiede beobachten.

5.5.4. Bezug zum Lehrplan

„Wasser biegen“

Die Physik, die hinter diesem Versuch steht, wird in keinem Themenkomplex des bayerischen Grundschullehrplanes aufgegriffen, so dass dieser Versuch lediglich als Exkurs in der zweiten Jahrgangsstufe bei dem Thema „Erfahrungen mit Wasser“ oder in der dritten Jahrgangsstufe bei dem Themenkomplex „Elektrizität“ durchgeführt werden kann.

„Periskop“

Je nach Entscheidung des Lehrers einer dritten Klasse kann dieser Versuch unter dem Themengebiet „Optische Phänomene“ behandelt werden, da sich die Schüler hier mit der Ausbreitung des Lichtes und Spiegelphänomenen befassen sollen.

„Kompass“

In der dritten Jahrgangsstufe nimmt das Themengebiet Magnetismus einen Teil des Heimat – und Sachunterrichtes ein. Hierbei sollen die Schüler die magnetische Wirkung erkennen und erfahren, die Funktionsweise eines Kompasses kennenlernen und sich selbst einen Kompass bauen.

„Eine faule Münze“

Die physikalische Theorie, die hinter diesem Versuch steckt, wird in keinem Themenkomplex des Lehrplanes aufgegriffen.

„Warum ist der Himmel blau?“

Wie bereits bei dem Versuch „Eine faule Münze“ wird auch bei diesem Versuch „Warum ist der Himmel blau?“ die physikalische Theorie nicht im Lehrplan erwähnt.

Somit können beide letztgenannten Versuche lediglich zur Wissenserweiterung der Schüler verwendet werden.

Die Inhalte des Lehrplans wurden aus folgender Quelle entnommen: [BSUKLGSB]

5.6. Tabelle

In folgender Tabelle werden die einzelnen Versuche der Stationen in einer Übersicht in die Themengebiete des Lehrplans und der Physik, sowie physikalische Erklärungen und Ziele, welche die Schüler bei der Durchführung der Versuche verfolgen sollen, eingeordnet. Senkrecht sind die Versuche aufgetragen. Dies ist so gestaltet, dass die Versuche einer Station den gleichen Farbhintergrund besitzen. Horizontal sind Themengebiete des Lehrplans und der Physik in grün, physikalische Erklärungen in rot und Ziele in blau gehalten. In dem Kapitel „Ausblick“ wird eine Alternativdurchführung des Lehr – Lern – Labors vorgestellt, dazu ist diese Tabelle äußerst hilfreich.

5. Stationen

Tabelle 1: Versuchsübersicht

<u>Versuch</u>	<u>Themengebiete des Lehrplans und der Physik</u>							<u>Physikalische Erklärungen</u>			<u>Ziele</u>		
	Luft	Wasser	Elektrizität/ Elektrodynamik	Feuer	Akustik / Optik	Mechanik	Thermo- dynamik	Archimedisches Prinzip	Elektrische Ladungen	Stromlinien- form / Wider-stand	Teambuilding	Genaueres Beobachten	Geschick / Feinmotorik
Das mutige Pendel	X					X				X	X	X	
Heiße Luft im Beutel	X					X	X	X					X
Neue Flugobjekte	X					X				X	X		X
Große Schiffe		X				X		X			X		X
Schnelle Maschinen	X					X				X	X	X	X
U-Boot aus Orangen		X				X		X				X	
Wasserberg		X										X	X
Wolkenbruch in der Küche		X					X					X	
Blitz am Küchensieb			X						X				X
Tolle Donnertüte	X				X								X
Feuerfester Luftballon		X		X							X		X
Echo					X						X		
Kochen ohne Kochtopf		X		X							X		X
Bewegung im Wasser		X				X				X			X
Gleiten und Schwimmen		X				X		X					X
Trockener Taucher		X											X
Windrad	X					X							X
Wasser, Eis und Meer		X				X		X				X	
Salz- oder Süßwasser		X				X		X					X
Da tut sich was		X				X		X					X
Flaschen-Thermometer		X					X						
Zu viel Druck	X					X							X
Der Knall kommt später	X				X							X	
Regenbogen	X	X			X							X	
Wasser biegen		X	X						X			X	X
Periskop					X								X
Kompass						X							X
Faule Münze						X						X	X
Warum ist der Himmel blau					X							X	

6. Testlauf mit einer 3. Klasse

Das endgültige Resultat des in einem späteren Abschnitt dieser Arbeit beschriebenen Lehr - Lern - Labors basiert nicht nur auf den theoretischen und didaktischen Grundlagen, sondern auch auf praktischen Überlegungen und Durchführungen. Im Vorfeld des Lehr - Lern - Labors wurde dazu ein Testlauf in einer 3. Klasse der Grundschule Burkardroth durchgeführt. Dieser diente zur Optimierung des Lehr - Lern - Labors. So konnte bei der Vollendung des Lehr - Lern - Labors sowohl die wissenschaftliche als auch die praktische Komponente berücksichtigt werden.

6.1 Durchführung

Der Testlauf in der 3. Klasse wurde in abgewandelter Form gegenüber dem endgültigen Lehr - Lern - Labor durchgeführt. Es wurde hier lediglich eine Station bearbeitet. Der zeitliche Rahmen der Station entsprach, wie auch bei dem konzipierten Lehr - Lern - Labor, 90 Minuten. Die Station wurde auch nicht von einzelnen Gruppen bearbeitet, sondern im Klassenverband. Es wurde die Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ für den Testlauf ausgewählt. Diese besitzt nämlich im Vergleich zu den übrigen Stationen einen höheren Anspruch und Schwierigkeitsgrad. Die Durchführung wurde so konzipiert, dass immer mehrere Schüler vor der Klasse den Versuch vorführten und der Leiter des Labors lediglich eine helfende und beobachtende Rolle einnahm. So lasen die versuchsdurchführenden Schüler der restlichen Klasse die Versuchsaufbaukarten und die Durchführungskarten vor und führten in Eigenregie die Versuche durch. Sobald Fragen und Probleme auftraten, konnte der Leiter des Labors immer noch eingreifen und helfend zur Seite stehen. Neben diesem hatten die Schüler noch die Möglichkeit, einen sogenannten „Klassenjoker“ einzusetzen. Wenn die versuchsdurchführenden Schüler Hilfe benötigten, konnten sie zwischen Lehrkraft und „Klassenjoker“ entscheiden. Unter „Klassenjoker“ versteht man diejenigen Schüler, die nicht an der Versuchsdurchführung beteiligt sind, aber die mit ihrem bereits vorhandenen Wissen die anderen unterstützen können. Beim Testlauf wurde so der Aspekt der selbstständigen Durchführung und Bearbeitung der Versuche nicht außer Acht gelassen, denn sie hatten die Möglichkeit, aufgetretene Probleme im Klassenverband zu lösen. Auf diese Art und Weise konnte festgestellt werden, welches Vorwissen die Schüler besitzen und ob die einzelnen Versuchsaufbaukarten und Durchführungskarten dem

richtigen Schwierigkeitsgrad entsprechen. Die Arbeitsblätter zu den einzelnen Versuchen wurden im Anschluss an den jeweiligen Versuch im Schüler – Lehrergespräch bearbeitet. Hierzu wurden die Arbeitsblätter auf Folie kopiert, damit sichergestellt werden konnte, dass am Ende der Bearbeitungszeit auch wirklich jeder Schüler das Richtige auf seinem Arbeitsblatt stehen hat. Im Lehr - Lern - Labor kann dagegen auf diese Methode verzichtet werden, da dort ein besseres Betreuungsverhältnis besteht. Weiter wurde bei dem Testlauf auf die Hilfekarten sowie auch den anschließenden Vortrag der einzelnen Gruppen verzichtet. Auf diesen Vortrag konnte verzichtet werden, da die Klasse im Klassenverband die Station bearbeitete. Außerdem wurde darauf geachtet, dass immer unterschiedliche Schüler die Versuche durchführen durften, so dass die Lehrkraft und die Beobachter sich einen Gesamteindruck über die Klasse in Bezug auf das Lehr - Lern - Labor machen konnten.

Es wurde die Entscheidung getroffen, den Testlauf in dieser Form durchzuführen, da das eigentliche Lehr - Lern - Labor für eine 4. Klasse konzipiert wurde. Denn die Schüler einer 4. Klasse konnten im Gegensatz zu Schülern einer 3. Klasse bereits im Schulalltag deutlich mehr Erfahrungen hinsichtlich Gruppenarbeit und selbstständigem Arbeiten sammeln.

6.1.1. Aufbau des Beobachtungsbogens

Der Beobachtungsbogen, der im Rahmen des Testlaufs von den Beobachtern ausgefüllt wurde, unterscheidet sich nur in kleinen Details vom Beobachtungsbogen des Lehr - Lern - Labors. Deshalb wird hier nicht näher auf Struktur und Aufbau des Beobachtungsbogens eingegangen, sondern lediglich auf dessen Auswertung.

6.1.2. Auswertung Beobachtungsbögen

Bei der Auswertung der beiden Beobachtungsbögen ergaben sich folgende Ergebnisse:

Die Klasse war anfangs in zwei Hälften geteilt. Mit steigender Anzahl der Versuche nahm die Mitarbeit innerhalb der Klasse zu. Anfangs war jedoch zu beobachten, dass der Teil der Schüler, die bereits Vorwissen besaßen, sich nicht durch Handzeichen bemerkbar machten, sondern ihr Wissen herein riefen. Bei allen Schülern war über den gesamten Zeitraum eine hohe Motivationshaltung zu erkennen. Weiter arbeitete die Klasse während der gesamten Durchführung meist konzentriert mit. Der Leiter musste teilweise, je nach Versuch und Arbeitsblatt, mal mehr und mal weniger Hilfestellung leisten. Sowohl die Aufgabenstellungen als auch die Versuchsaufbauten waren für die Schüler eindeutig und leicht zu verstehen.

Ein Teil der Klasse zeigte bei dem Versuch „Heiße Luft im Beutel“ Desinteresse. Bei den restlichen Versuchen hingegen arbeiteten sie wissbegierig und aktiv mit. Manche Schüler waren bei der Durchführung der Versuche und der Bearbeitung der Arbeitsblätter überfordert. Ein Großteil der Schüler verfügte darüber hinaus über ein fundiertes Vorwissen.

6.1.3. Aufbau des Schülerfragebogens

Der Schülerfragebogen, der nach der Durchführung des Testlaufes von den Schülern ausgefüllt wurde, ist weitgehend identisch mit dem Schülerfragebogen des Lehr - Lern - Labors. Es wurde jedoch auf die Frage bezüglich der Vorträge verzichtet, da während des Testlaufs keinerlei Schülervorträge stattfanden. Die Fragen des Bogens sind in den einzelnen Diagrammen, die im Anschluss an diesen Unterpunkt folgen, zu finden. Der Fragebogen war so konzipiert, dass die Schüler mit Hilfe von Smileys ihre Eindrücke und Meinungen zum Ausdruck bringen konnten. Bei der letzten Frage konnten sich die Schüler frei äußern.

6.1.4. Auswertung der Fragebögen

In den folgenden Diagrammen ist auf der senkrechten Achse die Zahl der Schüler aufgetragen und auf der horizontalen Achse sind die einzelnen Smileys aufgetragen. In der Regel stehen der lachende Smiley 😄 für sehr gute, der ernst schauende Smiley 😐 für mittelmäßige und der traurige Smiley 😞 für schlechte Eindrücke und Meinungen. Wenn die Bedeutung der Smileys abweichend ist, wird diese unmittelbar nach dem dazugehörigen Diagramm erläutert.



Diagramm 1: Testlauf – Hast du die Versuche verstanden?

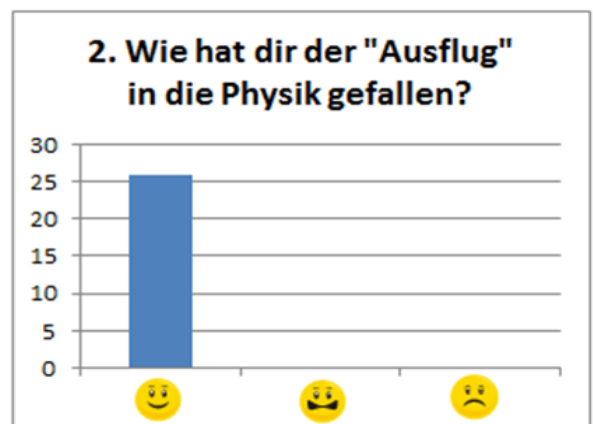


Diagramm 2: Testlauf - Wie hat dir der "Ausflug" in die Physik gefallen?



Diagramm 3: Testlauf - Hättest du mehr Zeit zur Bearbeitung der einzelnen Arbeitsblätter gebraucht?

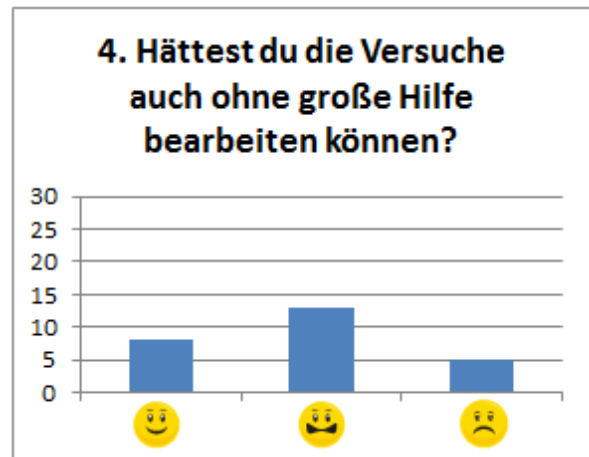


Diagramm 4: Testlauf - Hättest du die Versuche auch ohne große Hilfe bearbeiten können?

In Diagramm 3 und 5 hat das lachende Smiley 😊 die Bedeutung, dass Zeit und Schwierigkeitsgrad der Versuche und Arbeitsblätter sehr gut getroffen waren. In Diagramm 4 steht das lachende Smiley 😊 dafür, dass die Schüler die Versuche auch ohne große Hilfe durchführen konnten. Das ernst schauende Smiley 😐 in Diagramm 3 und 5 bedeutet, dass die Schüler bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter teilweise etwas mehr Zeit benötigt hätten und die Arbeitsblätter und Versuche teilweise zu schwer gestaltet waren. In Diagramm 4 steht der ernst schauende Smiley 😐 dafür, dass die Schüler die Versuche teilweise nur mit Hilfe eines Betreuers korrekt bearbeiten konnten. Der traurige Smiley 😞 drückt in den Diagrammen 3, 4 und 5 aus, dass sich die Schüler mehr Zeit zum Bearbeiten, mehr Hilfestellung bei der Durchführung der Versuche in Eigenregie und einen geringeren Schwierigkeitsgrad bei der Wahl der Versuche und Gestaltung der Arbeitsblätter gewünscht hätten.

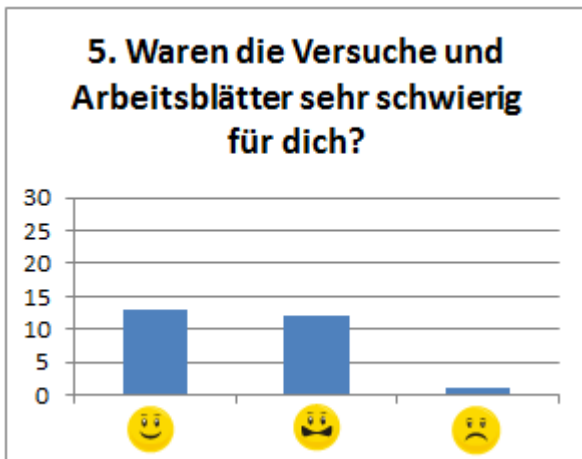


Diagramm 5: Testlauf - Waren die Versuche und Arbeitsblätter sehr schwierig für dich?

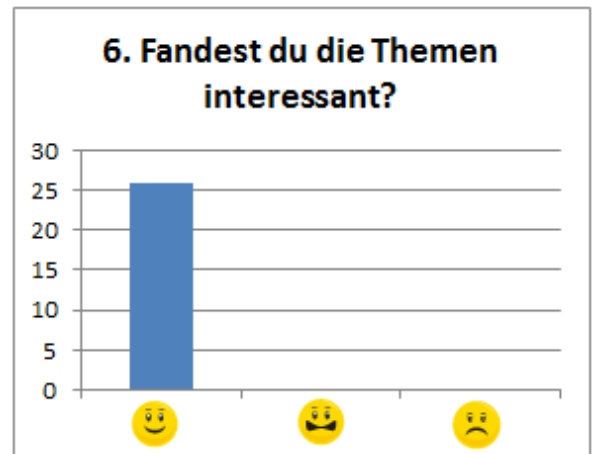


Diagramm 6: Testlauf - Fandest du die Themen interessant?

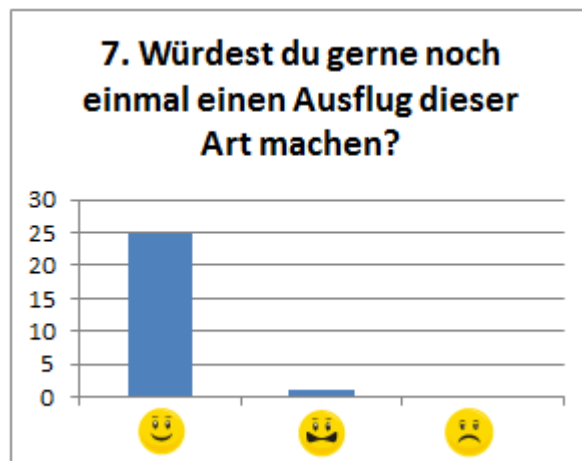


Diagramm 7: Testlauf - Würdest du gerne noch einmal einen Ausflug dieser Art machen?

Ein Großteil der Schüler konnte die Versuche nachvollziehen und verstehen, ein geringer Anteil der Klasse dagegen war auf eine gewisse Hilfestellung der durchführenden Person angewiesen (siehe Diagramm 1). Diagramm 2 und 6 zeigen sehr deutlich, dass den Schülern sowohl der Ausflug in die Physik als auch die Wahl der Themen sehr gut gefallen hat. Da die Arbeitsblätter im Testlauf im Klassenverband besprochen und bearbeitet wurden, ist die Angabe, dass die Schüler mit der entsprechenden Zeit zu Recht kamen, leicht verfälscht. Dennoch wurde die Frage bei den Schülern so ausgelegt, ob sie sich mehr Zeit bei der Besprechung und bei dem Ausfüllen der Arbeitsblätter gewünscht hätten. Mehr als die Hälfte der Klasse entschied sich dafür, dass die Zeit ausreichend war (siehe Diagramm 3). Wie bereits oben erwähnt, existieren in der Klasse unterschiedliche Voraussetzungen

6. Testlauf mit einer 3. Klasse

hinsichtlich des physikalischen Vorwissens. Dieser Unterschied ist ansatzweise in Diagramm 4 zu erkennen. Ein Großteil der Klasse hätte die Durchführung der Versuche nur mit Hilfestellung bewerkstelligen können. Diagramm 5 macht die einzelnen Wissensstände innerhalb einer Klasse sehr deutlich. So fand die Mehrheit der Klasse die Arbeitsblätter „genau richtig“ bis hin zu „etwas zu leicht“. Für einen sehr geringen Teil der Klasse hingegen erwiesen sich sowohl Arbeitsblätter als auch Versuche zu schwer. Bis auf einen Schüler der 3. Klasse möchten alle Schüler gerne noch einmal einen Ausflug in die Physik machen (siehe hierzu Diagramm 7).

6.2. Impressionen



Abb. 38: Testlauf - "Große Schiffe 1"



Abb. 39: Testlauf - "Schnelle Maschinen"



Abb. 40: Testlauf - "Große Schiffe 2"

6.3. Zusammenfassung Testlauf

Wie bereits bei der Auswertung der Beobachtungsbögen und der Fragebögen zu erkennen war, wurde der Schwierigkeitsgrad für das Lehr - Lern - Labor nicht zu hoch angesetzt. Es wurde für eine vierte Klasse konzipiert. Jedoch stellte sich bei der Durchführung des Testlaufes heraus, dass eine dritte Klasse die Arbeitsblätter und Versuche problemlos im Klassenverband bearbeiten und lösen kann. Der Schwierigkeitsgrad muss für eine vierte Klasse aber dennoch nicht erhöht werden, da die Schüler die Stationen nicht im Klassenverband, sondern in kleinen Gruppen lösen. Weiter kristallisierte sich heraus, dass die Schüler durchaus positiv und aufgeschlossen an die Aufgabe herangingen. Selbst die Schüler, die zunächst zaghaft und kritisch gestimmt waren, konnten im Verlauf der 90 Minuten mitgerissen und begeistert werden.

Abschließend kann festgehalten werden, dass der Testlauf durchaus gelungen ist und die Konzipierung des Lehr - Lern - Labors weitgehend auf die Bedürfnisse und Wissensstände der Schüler ausgelegt ist.

7. Rahmenelemente des Lehr - Lern - Labors

In diesem Kapitel wird auf die grundlegenden Rahmenbedingungen für die Umsetzung und Konzipierung des Lehr - Lern - Labors eingegangen. Dabei stehen sowohl die Einbettung des Lehr - Lern - Labors in weitere Veranstaltungen, wie auch didaktische Elemente, Beobachtungs- und Fragebögen im Vordergrund. Die didaktischen Elemente werden im Folgenden jeweils für sich alleine dargestellt. Bei der genauen Betrachtung des Lehr - Lern - Labors ist aber festzustellen, dass sie sich gegenseitig ergänzen und immer wieder Bestandteile des Lehr - Lern - Labors sind.

7.1. Weitere Veranstaltungen im Rahmen des Lehr - Lern - Labors

Lehr - Lern - Labors sind Einrichtungen, die zum Beispiel an Universitäten, Fachhochschulen, Museen, Science Centern und Forschungseinrichtungen eigens für Schüler entworfen und durchgeführt werden. Meist besuchen die Schüler an einem Tag das Lehr - Lern - Labor und kehren am nächsten Tag in den gewöhnlichen Schulalltag zurück. Deshalb sehen die Schüler den Besuch im Lehr - Lern - Labor oft nur als isoliertes Ereignis und können kaum einen Zusammenhang zwischen Lehr - Lern - Labor und Schule herstellen [HNFSPSL]. Damit eine nachhaltige Wirkung erzielt werden kann, fanden daher im Rahmen dieses Lehr - Lern - Labors weitere Veranstaltungen statt. Außerdem können sich die Schüler dank des Schülerarbeitsheftes den Labortag immer wieder in das Gedächtnis rufen und sich mit den Themen beschäftigen.

7.1.1. Vorbereitungen

Im Vorfeld der Durchführung besucht der Leiter des Lehr - Lern - Labors die beiden Klassen in der Schule. Bei diesem Vortreffen gibt der Leiter den Schülern alle notwendigen Informationen zu dem Labortag, um sie auf das Lehr - Lern - Labor einzustimmen. Am Ende dieser Vorveranstaltung wissen die Schüler, was sie erwartet und welche Rolle sie am Labortag einnehmen. Darüber hinaus knüpft der Organisator des Lehr - Lern - Labors den ersten Kontakt zu den Schülern und lernt sie kennen. Außerdem stellt der Leiter des Lehr - Lern - Labors bei diesem Treffen den Gruppenvertrag vor und lässt diesen von allen Schülern unterzeichnen, so dass bei der Durchführung nur wenige organisatorische Dinge zu klären

sind. Eine weitere Vorbereitung ist die Anleitung der Betreuer, sowie eine Vorinformation an die Eltern über das geplante Vorhaben.

7.1.1.1. Der Besuch an der Grundschule Gerbrunn

Um eine angenehme und kommunikative Atmosphäre zu schaffen, setzen sich sowohl Schüler, Lehrkraft und Leiter des Lehr - Lern - Labors in einem Stuhlkreis zusammen. Darauf folgt eine kurze Vorstellungsrunde. Diese wird damit verknüpft, dass der Leiter bei seiner Vorstellung das Konzept Lehr - Lern - Labor in kurzen Zügen präsentiert. Jeder Schüler stellt sich vor und erzählt in einem Satz, was er sich vom Lehr - Lern - Labor erwartet. Die Vorstellungsrunde dient hauptsächlich dem Leiter des Labors, um einen ersten Eindruck von der Klasse gewinnen zu können. Im weiteren Verlauf des Besuchs wird die Durchführung des Lehr - Lern - Labors näher erläutert und aufkommende Fragen werden beantwortet. Im Rahmen dieses Besuches werden auch die Regeln des Gruppenvertrages vorgestellt, um einen reibungslosen Verlauf des Lehr - Lern - Labortages möglich zu machen. Auf den Gruppenvertrag wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels näher eingegangen. Nachdem die einzelnen Regeln vorgestellt wurden, werden die Schüler dazu angehalten, den Gruppenvertrag zu unterzeichnen. Bevor am Ende des Besuches die Schüler nochmals darauf aufmerksam gemacht werden, welche Materialien sie am Labortag mitbringen sollten, werden noch die Gruppen eingeteilt. Hierfür ordnen sich die Schüler mit Hilfe der Lehrkraft gleichmäßig den fünf ausgelegten Logos zu. Jedes Logo steht für ein Themengebiet bei „Lumpi’s lustiger Reise durch die Physik“. Die Schüler schreiben auf das Logo ihren Namen und werden in dieser Gruppenkonstellation die einzelnen Stationen am Labortag bearbeiten.

7.1.1.2. Der Besuch an der Grundschule Burkardroth

Die Schüler der vierten Klasse kannten bereits den Leiter des Lehr - Lern - Labors, so dass hier auf eine Vorstellungsrunde verzichtet werden konnte. Da im Rahmen dieses Besuches nur noch die wesentlichen Dinge des Lehr - Lern - Labors besprochen werden mussten, wurde hier auf einen Stuhlkreis verzichtet. Der Leiter erklärte in kurzen Zügen die Durchführung und den Verlauf des Lehr - Lern - Labors. Die aufkommenden Fragen wurden auch im Rahmen dieser Erläuterungen geklärt. Bei diesem Besuch wurden ebenfalls die Regeln des Gruppenvertrages sowie das Prinzip des Vertrages vorgestellt und erklärt, so dass auch an der Schule ein reibungsloser Verlauf der Lehr - Lern - Labortage ermöglicht wird. Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit

näher auf den Gruppenvertrag eingegangen. Nachdem die einzelnen Regeln vorgestellt wurden, unterzeichnete jeder Schüler der Klasse den Vertrag. Am Ende des Besuches hatten die Schüler noch die Möglichkeit, ihre Erwartungen auf einem Blatt, welches sie vom Leiter des Labors bekamen, aufzuschreiben. Nach der kompletten Durchführung des Lehr - Lern - Labors bekommen die Schüler erneut die Möglichkeit auf diesem Blatt festzuhalten, ob ihre Erwartungen erfüllt wurden. Die Gruppeneinteilung muss nicht während dieses Besuches stattfinden, da die Klassenlehrerin die Schüler im Vorfeld der Lehr - Lern - Labortage auf einzelne Gruppen aufteilt.

7.1.2. Anleitung der Betreuer

Die Betreuer spielen bei beiden Durchführungen eine große Rolle, so dass die Einweisung als wichtige Aufgabe gesehen wird, da sich die Betreuer nicht nur bei der Gestaltung der Lernatmosphäre einbringen, sondern auch für das Gelingen des Lehr - Lern - Labors mitverantwortlich sind. Anfangs werden ihnen deshalb die Grundzüge des Lehr - Lern - Labors genauer erläutert, so dass sich die Betreuer im Anschluss intensiv mit ihrer Station auseinandersetzen können. Dafür werden die jeweiligen Materialien, Inhalte und Arbeitsblätter der Stationen bereitgestellt, denn der Betreuer sollte den Schülern bei der Bearbeitung der einzelnen Versuche beratend und wenn nötig helfend zur Seite stehen. Weiter ist die Kenntnis über den organisatorischen und zeitlichen Rahmen für eine reibungslose Durchführung erforderlich. Hierfür wurde eigens eine „Checkliste“ für die Betreuer angefertigt, so dass sie sich im Vorfeld nochmals genau über ihre Aufgaben informieren können. Diese befindet sich im Anhang der Arbeit. Außerdem erhalten die Betreuer im Vorfeld die Beobachtungsbögen für ihre Station, um bei der Durchführung einige gefragte Aspekte gezielter beobachten zu können.

7.1.3. Vorinformation der Eltern

Es wird in den Klassen ein Elternbrief mit allen notwendigen Informationen verteilt, um bei den Schülereltern im Vorfeld alle Fragen aus dem Weg zu räumen. In diesem stellt sich der Leiter des Lehr - Lern - Labors in kurzen Zügen vor und erläutert knapp das Thema des Lehr - Lern - Labors. Weiter werden wichtige Informationen über benötigte Materialien, den zeitlichen Rahmen und die Veröffentlichung der Bilder gegeben und geklärt. Einer dieser Elternbriefe befindet sich ebenfalls im Anhang.

7.2. Lehr - Lern - Labortage

Der Lehr - Lern - Labortag der dritten Klasse und die Lehr - Lern - Labortage der vierten Klasse unterscheiden sich in einigen Dingen, so dass im Weiteren die beiden Durchführungen getrennt behandelt werden. Die Ergebnisse der Beobachtungen und Fragebögen werden in einem gesonderten Kapitel ausführlich dargelegt und diskutiert.

7.2.1. Lehr - Lern - Labortag der Grundschule Gerbrunn an der Universität

Die folgende Abbildung zeigt den zeitlichen Rahmen in seinen einzelnen Phasen des Lehr - Lern - Labortages, welcher im darauffolgenden Abschnitt genauer erläutert wird.

Zeitplan: Lehr - Lern - Labor am 01.06.2011 an der Uni

8:30	Begrüßung im Hörsaal
8:45 - 10:15	Bearbeitung der einzelnen Stationen
10:15 - 10:30	Pause
10:30 - 10:45	Besprechung Vortrag
10:45 - 12:15	Vorträge der einzelnen Gruppen / gemeinsamer Ausklang

Tabelle 2: Zeitplan für die Durchführung am 01.06.2011

Zunächst wurde die 3. Klasse mit ihrer Lehrerin im Hörsaal der Physikdidaktik begrüßt und an den Gruppenvertrag erinnert. Den zeitlichen Rahmen kannten die Schüler bereits durch den Elternbrief und den Besuch des Laborleiters in der Grundschule, so dass dieser lediglich nur kurz als Orientierungshilfe wiederholt wurde. Nach einer kurzen Vorstellungsrunde, gingen die bereits eingeteilten Gruppen mit ihrem jeweiligen Betreuer zu den einzelnen Stationen. Auf weitere Informationen wurde verzichtet, da die Schüler es kaum erwarten konnten, selbst aktiv zu werden.

In den einzelnen Gruppen stellten sich die Schüler und der Betreuer nochmals kurz vor und begannen dann zusammen mit der Bearbeitung der Station. Für die Durchführung waren 90 Minuten angesetzt. Im Rahmen dieser Zeit wurden die Schüler am Ende der Bearbeitung auch mit der Frage, welche Versuche sie präsentieren möchten, konfrontiert. Die darauffolgende Viertelstunde wurde dazu genutzt, dass die Betreuer die notwendigen Materialien für die Präsentation zusammenpacken und die Schüler sich erholen und stärken konnten. Nach der Pause erhielten die Gruppen die Möglichkeit, in den nächsten 15 Minuten

den Vortrag zu besprechen und zu organisieren. Im Anschluss an die Besprechungsphase gingen die Betreuer zusammen mit ihrer Gruppe in einen Seminarraum. In diesem stellten die Schüler während der nächsten 60 Minuten je zwei Versuche ihrer Station vor und erklärten ihren Mitschülern den dazugehörigen physikalischen Hintergrund. Die letzte halbe Stunde wurde für einen gemeinsamen Ausklang genutzt. Hier wurde auch der Fragebogen ausgeteilt und ausgefüllt.

7.2.2. Lehr - Lern - Labortage an der Grundschule Burkardroth

Die kommende Abbildung zeigt den zeitlichen Rahmen der beiden Lehr - Lern - Labortage an der Grundschule Burkardroth. Auf diese wird im folgenden Abschnitt genauer eingegangen.

Zeitplan: Lehr - Lern - Labor am 06.06./07.06.2011 an der Grundschule Burkardroth

Montag, 06.06.2011	
10:05 - 10:15	Begrüßung/Gruppeneinteilung
10:15 - 11:45	Bearbeitung der Stationen
Dienstag, 07.06.2011	
10:05 - 10:15	Besprechung der Vorträge in den einzelnen Gruppen
10:15 - 11:15	Vorträge der einzelnen Gruppen
11:15 - 11:35	Gemeinsamer Ausklang

Tabelle 3: Zeitplan für die Durchführung am 06.06./07.06 2011

Der Lehr - Lern - Labortag in der vierten Klasse an der Grundschule Burkardroth wurde auf zwei Tage verteilt, so dass die Schüler an einem Tag die Versuche bearbeiteten und am darauffolgenden Tag den restlichen Gruppen zwei ihrer Versuche vorstellten.

So wurde die Klasse am Montag von dem Leiter des Lehr - Lern - Labors zu Beginn der dritten Schulstunde begrüßt. Im Rahmen der Begrüßung stellten sich die einzelnen Betreuer vor, die Schüler wurden zudem nochmals an den Gruppenvertrag erinnert. Anschließend gab der Leiter die Gruppeneinteilung, welche im Vorfeld von der Klassenlehrerin geplant worden war, bekannt. An dieser Stelle wurde, wie auch schon bei dem Lehr - Lern - Labortag an der Universität, auf mehr Input verzichtet, da die Schüler sehr gespannt auf ihre Station waren und es kaum erwarten konnten, aktiv zu werden. Die Betreuer gingen mit ihrer Gruppe zur jeweiligen Station.

Dort stellten sich sowohl Betreuer als auch Schüler nochmal kurz vor, so dass eine problemlose Durchführung der Station gewährleistet war. In den nächsten 90 Minuten wurden sowohl die Versuche als auch die Arbeitsblätter der Station von der Gruppe unter Mithilfe des Betreuers bearbeitet. Am Ende dieser Zeit legten die Gruppen noch fest, welche beiden Versuche sie am nächsten Tag vorstellen wollten.

Am Dienstag besuchten Laborleiter und Betreuer die vierte Klasse ebenfalls nach der ersten Pause. So wurde die Klasse auch hier wieder kurz begrüßt. Im Anschluss daran hatten die einzelnen Gruppen zehn Minuten Zeit, ihren Kurzvortrag zu organisieren und durchzusprechen, bevor sie ihn in der darauffolgenden Stunde der restlichen Klasse mit physikalischem Hintergrund vorstellte. In den letzten 20 Minuten wurden die „Erwartungszettel“, welche im Vorfeld von den Schülern ausgefüllt worden waren, ausgeteilt. Die Schüler hatten so die Möglichkeit, aufzuschreiben, ob ihre Erwartungen in Erfüllung erfüllt wurden. Hierauf wird in einem späteren Kapitel näher eingegangen. Weiter wurden in dieser Phase auch die Fragebögen für die Schüler ausgeteilt und ausgefüllt. Abgerundet wurden die Lehr - Lern - Labortage mit einem kurzen gemeinsamen Ausklang.

7.3. Nachbereitung

Während der Arbeit entstanden zwei Wege, um bei den Schülern den Lehr - Lern - Labortag immer wieder in Erinnerung zu rufen. Zum einen bekamen die Schüler ein Schülerarbeitsheft (siehe Anhang), zum anderen wurden sie einen Monat später erneut in Form eines Fragebogens (siehe Anhang) mit dem Lehr - Lern - Labortag konfrontiert. Sowohl das Schülerarbeitsheft als auch der Fragebogen sollen bei den Schülern den Labortag zurück in das Gedächtnis rufen.

7.3.1. Schülerarbeitsheft

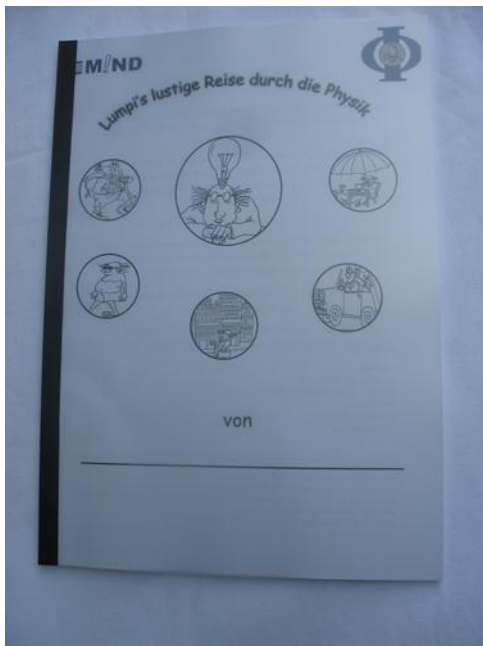


Abb. 41: Schülerarbeitsheft

Um bei den Schülern einen bleibenden Eindruck und die positive Haltung gegenüber der Physik erwecken und beibehalten zu können, werden ihnen im Rahmen der Lehr – Lern – Labors Schülerarbeitshefte ausgehändigt. Im Anhang dieser Arbeit ist ein solches zu finden. Die Schülerarbeitshefte beinhalten sowohl die Geschichten als auch die Versuche und Arbeitsblätter aller Stationen, sowie alle weiteren Materialien, die zur Bearbeitung der einzelnen Stationen notwendig sind. Die Arbeitsblätter sind so konzipiert,

dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen spielerischen und kognitiv fordernden Elementen besteht, mit der Absicht ein weitergehendes physikalisches Interesse bei den Schülern zu wecken. Dabei wurde ebenfalls beachtet, dass genügend Zeit zur Verfügung steht, um das Arbeitsblatt gründlich bearbeiten zu können. Außerdem lässt die Aufgabenstellung meist eine individuelle Beantwortung der Fragen zu. Da alle Schüler die Möglichkeit bekommen sollen, auch die Stationen der anderen Gruppen zu Hause zu bearbeiten, befindet sich am Ende jeder Station eine Kurzform der Lösungen für die Arbeitsblätter.



Abb. 42: Schülerarbeitsheft aufgeschlagen

7.3.2. Fragebogen

Die beiden Termine der Durchführungen wurden so gewählt, dass unmittelbar darauf die Pfingstferien folgen. In der ersten Woche nach den Pfingstferien teilte der Leiter des Lehr - Lern - Labors in beiden Klassen noch einen weiteren Fragebogen aus. Dieser Fragebogen ist ebenfalls im Anhang zu finden. Durch den Fragebogen erhält der Leiter des Lehr - Lern - Labors die Möglichkeit zu überprüfen, welche Wirkung die Lehr - Lern - Labortage auf die einzelnen Schüler hatten. Weiter dient der Fragebogen dazu, dass der Leiter des Lehr - Lern - Labors feststellen kann, wie intensiv sich die einzelnen Schüler im Anschluss an die Labortage mit dem Thema Physik und dem Schülerarbeitsheft beschäftigt haben. In diesem Fragebogen sollen hauptsächlich die epistemische Komponente, die Nachbereitungskomponente und die Variable bezüglich der Einstellung gegenüber der Physik ermittelt werden. Diese wurden aus den Methoden zur Untersuchung hergeleitet [HNFSPSL].

7.4. Didaktische Elemente

Neben den Stationen von „Lumpi’s lustiger Reise durch die Physik“ stehen auch die didaktischen Elemente, welche verwendet werden, im Mittelpunkt des Lehr - Lern - Labors. Diese haben zur Aufgabe, das Lehr - Lern - Labor zu einem ansprechenden und nachhaltigen Lernort für alle Schüler zu gestalten. Ein Teil dieser Elemente wird im Verlauf dieser Arbeit immer wieder angesprochen. Im Folgenden werden diese näher erläutert und erklärt. Zunächst ist in nachstehender Abbildung aber noch ein Überblick über alle didaktischen Elemente zu finden.

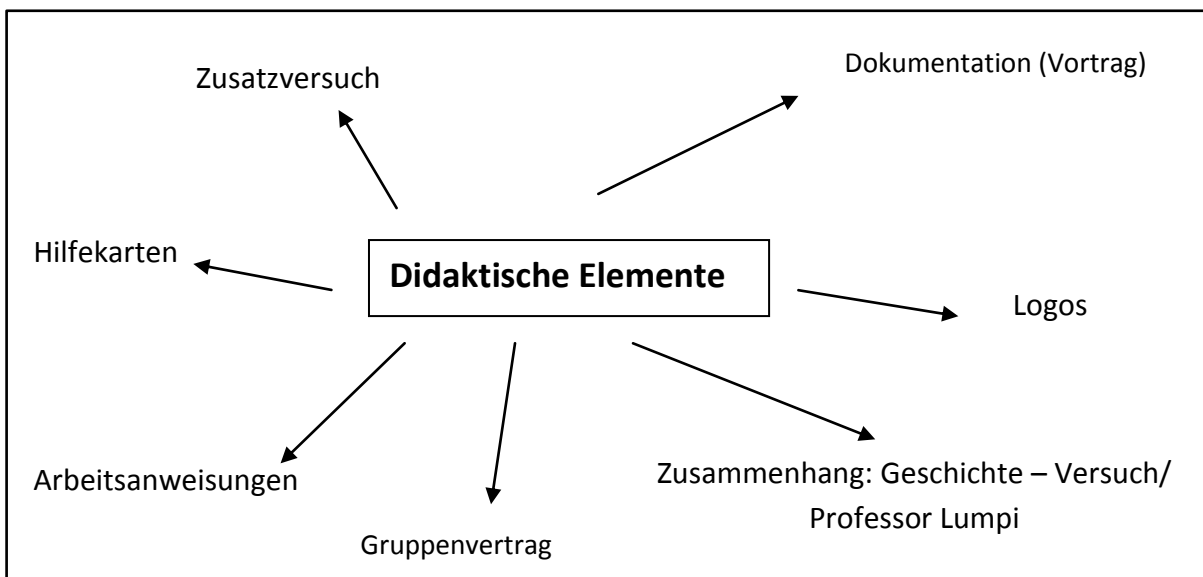


Abb. 43: Didaktische Elemente

7.4.1. Zusammenhang: Geschichte – Versuch / Professor Lumpi



Abb. 44: Geschichtskarten

Das Lehr - Lern - Labor ist so aufgebaut, dass sich die Schüler mit Professor Lumpi auf eine Reise durch die Physik hinsichtlich physikalischer Themen im Urlaub begeben. Deshalb begrüßt Professor Lumpi zu Beginn jeder Station die Schüler stets zu seiner Arbeitsgemeinschaft „Physik im Alltag“. Seine Arbeitsgemeinschaft heißt „Physik im Alltag“, da man sich vorstellen muss, dass diese über ein komplettes

Schuljahr stattfindet und das Themengebiet „Physik im Urlaub“ nur ein Bestandteil davon ist. Professor Lumpi ist an jeder Station Hauptbestandteil, da er den Schülern immer wieder Episoden aus seinem eigenen Leben erzählt. Diese sind so gestaltet, dass sich an jeder Station eine zusammenhängende Geschichte ergibt. Die Geschichten nehmen immer Bezug zu physikalischen Phänomenen, die den Menschen auf dem Weg in den Urlaub und im Urlaub begegnen können. Die Schüler können somit leichter einen Zusammenhang zwischen den physikalischen Versuchen, Erklärungen und dem Alltag erkennen und erfahren.

7.4.2. Logos

Bei der Konzipierung des Lehr - Lern - Labors wurde auf einheitliche Symbole geachtet. So hat jede Station ihr eigenes, unverwechselbares Logo. Bestimmte Karten, wie beispielsweise die Hilfekarten, welche an mehreren Stationen vorkommen, haben dagegen das gleiche Symbol. Somit ist gewährleistet, dass sich die Schüler leichter orientieren können. Die einzelnen Logos werden auch bei der Gruppeneinteilung verwendet und dienen auch beim Schülerarbeitsheft der Orientierung. Bei der Gestaltung der Logos wurde darauf geachtet, dass sie einen symbolischen Charakter für die Station besitzen. Nachstehende Abbildung gibt nochmals einen kurzen Überblick über die verwendeten Logos.



Abb. 45: Logo - "Lumpi auf dem Weg in den Urlaub"



Abb. 46: Logo - "Lumpi in den Bergen"



Abb. 47: Logo - "Lumpi und das Meer"



Abb. 48: Logo - "Lumpi und ein italienisches Café"



Abb. 49: Logo - "Lumpi auf Städtetour"



Abb. 50: Logo - Hilfekarte

7.4.3. Arbeitsanweisungen

Nach der Episode der Geschichte erhalten die Schüler an ihrer Station zunächst die Versuchsaufbaukarte vom Betreuer. Die Versuchsaufbaukarten sind so gestaltet, dass zu Beginn steht, welche Materialien für den Versuch benötigt werden. Darauf folgen die Anweisungen, welche im Vorfeld getätigt werden müssen, um eine reibungslose Durchführung gewährleisten zu können. Sobald diese erledigt wurden, erhalten die Schüler vom Betreuer die dazugehörige Versuchsdurchführungskarte. Auf dieser ist Schritt für Schritt erklärt, welche Aufgaben die Schüler bewältigen müssen. Sowohl bei den Versuchsaufbau- als auch bei den Versuchsdurchführungskarten sind wichtige Dinge fett markiert, so dass diese den Schülern sofort ins Auge stechen.



Abb. 51: Arbeitsanweisungen

7.4.4. Hilfekarten

Es existieren nicht zu jedem Arbeitsblatt Hilfekarten. Lediglich für diejenigen Arbeitsblätter wurden Hilfekarten entworfen, die einen höheren Anspruch bei der Bearbeitung an die Schüler stellen. Es wurde jedoch beachtet, dass nicht die Lösungen darauf stehen, sondern lediglich Hilfen, um das Arbeitsblatt leichter bearbeiten zu können. Die Hilfekarten sind ebenfalls im Anhang zu finden.



Abb. 52: Hilfekarten

7.4.5. Zusatzversuch

An jeder Station befindet sich ein Zusatzversuch. In diesem werden entweder bereits behandelte physikalische Phänomene aufgegriffen oder der physikalische Horizont der Kinder durch einen einfachen Versuch erweitert. Die Zusatzversuche sind für die Gruppen gedacht, die bereits vor Ablauf der Zeit mit allen regulären Versuchen ihrer Station fertig sind. Auf freiwilliger Basis können diese dann bearbeitet werden. Falls bei der Gruppe dazu kein Interesse besteht, hat sie außerdem noch die Möglichkeit das Logo, welches sich in Großformat im Schülerarbeitsheft befindet, auszumalen.

7.4.6. Dokumentation (Vortrag)

Die Dokumentation nimmt, neben der eigentlichen Durchführung des Lehr - Lern - Labors, ebenfalls eine sehr wichtige Rolle am Labortag ein. Bei der Dokumentation und Vorführung der einzelnen Versuche geht es nicht um falsche oder richtige Lösungen, sondern darum, dass die Schüler zwei Versuche ihrer Station so präsentieren können, dass ihre Mitschüler sowohl die Versuche als auch die physikalischen Erklärungen nachvollziehen und verstehen können. Die Schüler können während der gesamten Dokumentation auf die Unterstützung des Betreuers bauen. Weiter bietet der Vortrag den Schülern die Möglichkeit, sich nochmals genau mit ihren Versuchen und der dazugehörigen Physik auseinanderzusetzen und diese zu reflektieren. Diese Phase wird als sehr wichtig und notwendig gesehen, da die Schüler sonst lediglich verschiedene Arbeitsaufträge abarbeiten und kaum einen Zusammenhang zwischen Versuch und physikalischer Theorie erkennen.

Im Rahmen des Lehr - Lern - Labors wird es für sinnvoll erachtet, dass eine Gruppe jeweils zwei Versuche, welche sie besonders spannend und verblüffend fanden, den restlichen Gruppen vorführt und erklärt. Dabei wird darauf geachtet, dass die Versuche im Zusammenhang mit der Geschichte vorgestellt werden. Die dazugehörige Episode der Geschichte wird wahlweise von dem Betreuer oder der Gruppe selbst vorgetragen. Daraufhin erklärt die Gruppe ihren Mitschülern, welchen Versuch sie vorführt, was sie dafür benötigt. Im Anschluss daran wird dieser durchgeführt und die Gruppe erläutert dabei die physikalische Theorie, die dahinter steckt. Bei einigen Versuchen können die vortragenden Schüler den physikalischen Lernerfolg ihrer Mitschüler mit Hilfe einer Denkfrage überprüfen.

An dieser Stelle soll nochmals betont werden, dass die Schüler ihre Entscheidungen frei treffen können, so dass sie die Versuche wählen, welche sie am meisten zum Staunen gebracht und verblüfft haben. Schließlich begegnen die Schüler am Labortag der Physik zum ersten Mal in dieser Art, nämlich so, dass sie selbst Versuche durchführen und beschreiben müssen.

7.4.7. Gruppenvertrag

Im Vorfeld, wie bereits erwähnt, besucht der Laborleiter die beiden Klassen. Im Rahmen dieses Besuches wird der Klasse der Gruppenvertrag vorgestellt. Eine heterogene Gruppe braucht eine Struktur, um ein ordentliches Arbeiten gewährleisten zu können. Die Struktur kann erlangt werden, indem man sich stillschweigend auf Absprachen und Bündnisse einigt oder sich bewusst mit notwendigen Regeln auseinandersetzt und diese aushandelt. Solange solch eine Struktur noch nicht besteht, beschäftigen sich die einzelnen Gruppenmitglieder vielmehr mit dem Wehren gegen unbefriedigende und fehlende Regeln. Dies behindert eher die Zusammenarbeit innerhalb einer Gruppe als dass diese es fördert. Meist wird ein Gruppenvertrag nicht schriftlich ausformuliert [SEDG]. Der Gruppenvertrag aber, welcher eigens für das Lehr - Lern - Labor konzipiert wird, liegt den Schülern in schriftlicher Form vor, so dass sie immer wieder an die Regeln erinnert werden können. Eigentlich sollten die Inhalte eines Gruppenvertrages im Vorfeld mit der Klasse erarbeitet werden, da dies aber den zeitlichen Rahmen des Lehr - Lern - Labors sprengen würde, wird darauf verzichtet. Der Leiter fertigt daher einen Gruppenvertrag an. Bei der Entwicklung des Gruppenvertrages wird darauf geachtet, dass die Regeln in einer „Wir“ – Form aufgestellt werden. Die Schüler befinden sich nämlich in einer Doppelrolle. Zum einen in der Rolle des Individuums und zum anderen in der Rolle des Gruppenmitglieds [SEDG]. Weiter wird darauf Wert gelegt, dass die Regeln knapp und einfach formuliert werden, so dass sie für die Schüler leicht zu verstehen sind und daher auch ohne große Schwierigkeiten eingehalten werden können. Bei der Formulierung der einzelnen Regeln wird ebenfalls darauf geachtet, dass das konkrete Zielverhalten klar und deutlich zu verstehen ist. Der Gruppenvertrag ermöglicht aber nicht nur eine weitgehend problemlose Zusammenarbeit, sondern fördert auch das Verantwortungs- und Pflichtgefühl der einzelnen Gruppenmitglieder [KHAHF]. Der Entwurf des Gruppenvertrages befindet sich im Anhang.

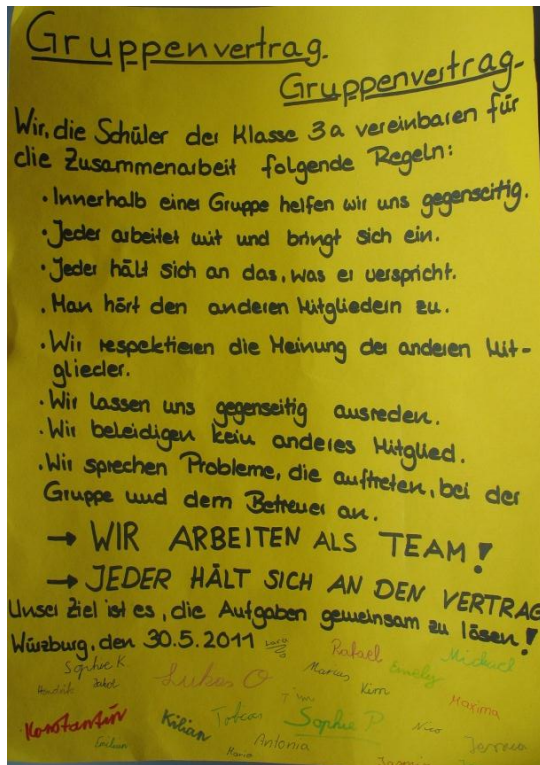


Abb. 53: Gruppenvertrag - Klasse 3

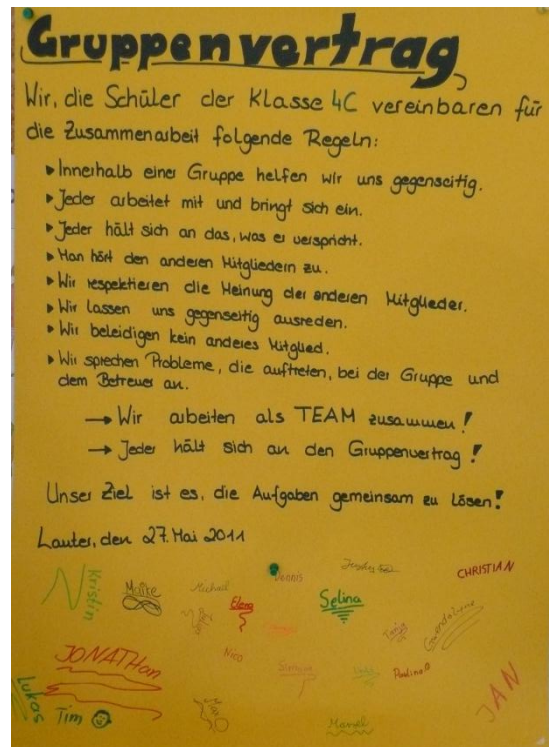


Abb. 54: Gruppenvertrag - Klasse 4

7.5. Beobachtungsbögen

Verschiedene Beobachtungsbögen werden angefertigt, um die Arbeit an den Stationen und die einzelnen Vorträge der Gruppen genau evaluieren zu können. Beispielhafte Exemplare der Beobachtungsbögen befinden sich im Anhang. Die Auswertungen der einzelnen Beobachtungsbögen erfolgen in einem anderen Kapitel dieser Arbeit. Im weiteren Verlauf werden nun die Beobachtungsbögen für die Stationen und für die Vorträge der einzelnen Gruppen erläutert.

7.5.1. Beobachtungsbögen für die Stationen

Die Beobachtungsbögen für die einzelnen Stationen sind identisch aufgebaut, unterscheiden sich aber hinsichtlich der Versuche. Der Betreuer beantwortet zunächst allgemeine Fragen, die sich auf die gesamte Bearbeitung der Station beziehen. Hier werden Beobachtungen festgehalten, die beispielsweise Motivation und Konzentration der Schüler beschreiben. Im Anschluss an den allgemeinen Teil werden Fragen gezielt zu den einzelnen Versuchen und den dazugehörigen Arbeitsblättern gestellt. Dabei geht es beispielsweise um das Interesse für das physikalische Thema dieses Versuches oder auch um den Schwierigkeitsgrad des Versuches und Arbeitsblattes. Am Ende werden noch Fragen beantwortet, welche sich auf die Zusammenarbeit im Verlauf der Bearbeitung und die Eindrücke der Betreuer beziehen.

7.5.2. Beobachtungsbögen für die Dokumentation

Um bei jeder Gruppe genau festhalten zu können, wie die Schüler ihre beiden Versuche präsentieren, wurde hierfür eigens ein Fragebogen entworfen. Bei diesem wird Wert darauf gelegt, dass am Ende festgestellt werden kann, ob alle Gruppenmitglieder an der Dokumentation beteiligt waren und wie groß die Unterstützung seitens des Betreuers war. Weiter wird festgehalten, wie sich die Gruppe vor der Klasse präsentiert. Außerdem wird noch festgestellt, ob die physikalischen Erklärungen korrekt waren und wie sich die restlichen Gruppen beim Vortrag verhielten.

7.6. Feedbackbögen für die Schüler

Um eine Rückmeldung von den Schülern zu bekommen, wird, wie auch bereits bei dem Testlauf der 3. Klasse, ein Feedbackbogen entworfen. Die Fragen werden so gewählt, dass die Schüler zu ihrer Station und zu ihrer eigenen Bearbeitung Auskunft geben. Im Folgenden wird detailliert auf die Intensionen der Fragen eingegangen.

Die Frage Nummer zwei ermittelt die emotionale Komponente: „Wie fandest du deine Station?“. Mittels der nächsten und der neunten Frage wird die Qualität der Zusammenarbeit geprüft. Außerdem dienen die neunte sowie insbesondere die vierte Frage der Überprüfung der Verständlichkeit des Lehr – Lern – Labors und der Vorträge. Die fünfte Frage bezieht sich auf die erlebte Größe der Herausforderungen, mit denen die Schüler im Rahmen des Lehr – Lern – Labors konfrontiert werden. Mit der sechsten Frage soll herausgefunden werden, wie den Schülern die Arbeitsmaterialien gefallen. Frage sieben ermittelt das Interesse bezüglich der behandelten Themengebiete. Schließlich wird in Frage acht die Akzeptanz des Lehr – Lern – Labors überprüft. Am Ende des Feedbackbogens haben die Schüler die Möglichkeit, Kritik, Vorschläge und Wünsche zu äußern [HNHFSPSL].

Bei der Gestaltung des Feedbackbogens wird darauf geachtet, dass die Schüler nicht über mehrere Seiten Kreuzchen machen müssen, sondern viel mehr ihre Eindrücke und Emotionen durch Smileys zum Ausdruck bringen können. Es gibt drei Arten von Smileys, einen lachenden 😊, einen ernst schauenden 😐 und einen traurigen ☹️ Smiley. Denn so kann die Tendenz der Schüleremotionen und -eindrücke am besten eingefangen werden. Um die Haltung der Schüler noch besser einschätzen zu können, erhalten sie die Möglichkeit auf dem Feedbackbogen eine kurze Begründung, weshalb sie genau dieses Smiley gewählt

haben, abzugeben. Auf die Auswertung der Feedbackbögen wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit näher eingegangen. Wie auch die Beobachtungsbögen ist ein Feedbackbogen im Anhang zu finden.

8. Auswertung

Die Auswertung des Lehr - Lern - Labors erfolgt in drei Teilen. Zunächst wird der Labortag der dritten Klasse der Grundschule Gerbrunn analysiert, darauf folgt die Auswertung der Labortage der Grundschule Burkardroth und im Anschluss findet ein Vergleich zwischen den Labortagen der beiden Klassen statt. Bei der Auswertung der Labortage der Grundschule Burkardroth werden zudem die Schülererwartungen thematisiert. Des Weiteren hatten die Betreuer die Möglichkeit am Ende der Labortage in einer großen Feedbackrunde mit dem Leiter des Lehr - Lern - Labors ihre Erfahrungen und Eindrücke darzulegen und Verbesserungsvorschläge anzubringen. Dort zentral diskutierte Aussagen werden in diesem Kapitel aufgegriffen. Die Schüler hingegen konnten ihre Eindrücke und Meinungen durch den Feedbackbogen kundtun, welcher im weiteren Verlauf dieses Kapitels ebenfalls ausgewertet wird.

Eine detaillierte Evaluation der einzelnen Stationen findet nicht statt, da es sich hierbei um subjektive Beobachtungen und Einschätzungen handelt und jeweils nur eine Gruppe die jeweilige Station bearbeitet hat. Gerade Faktoren, wie beispielsweise der Schwierigkeitsgrad und der zeitliche Rahmen, beziehen sich individuell auf die Gruppen. Weiter ergaben sich bei den Beobachtern Veränderungen, so dass nicht gewährleistet war, dass immer die gleiche Person eine Station betreute. Außerdem sind die Beobachtungsbögen der Betreuer möglichst einfach gestaltet, damit diese neben den Beobachtungen stets der Gruppe helfend zur Seite stehen konnten. An dieser Stelle wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Beobachtungen und Einschätzungen der einzelnen Stationen lediglich auf der Aussage einer Person basieren. Im weiteren Verlauf dieser Auswertung werden einige Aspekte, die den Feedbackbögen der Betreuer entnommen wurden, aufgegriffen und diskutiert. Ferner werden auch Vorschläge und Kritikpunkte einer Diskussionsrunde zwischen den Betreuern aufgenommen und erläutert.

Der Schülerfeedbackbogen des Lehr - Lern - Labors ist ähnlich konzipiert wie der Schülerfeedbackbogen des Testlaufes, so dass die Smileys hier identische Bedeutungen haben. In der Regel stehen der lachende Smiley 😄 für sehr gute, der ernst schauende Smiley 😐 für mittelmäßige und der traurige Smiley 😞 für schlechte Eindrücke und Meinungen. Sofern die Bedeutung der Smileys abweichend ist, wird dies extra aufgeführt und erläutert. Auf der senkrechten Achse ist die Zahl der Schüler aufgetragen und auf der

horizontalen Achse die einzelnen Smileys. Im Gegensatz zum Testlauf setzten sich die Balken aus verschiedenen Farben zusammen. Jede Farbe steht für eine Station und man kann innerhalb der Diagramme sofort erkennen, welche Unterschiede es innerhalb des Lehr - Lern - Labors an den einzelnen Stationen gab.

8.1. Lehr - Lern - Labortag der Grundschule Gerbrunn am 01.06.2011

Das Lehr - Lern - Labor konnte an diesem Tag ohne große Schwierigkeiten durchgeführt werden. Eine dritte Klasse der Grundschule Gerbrunn besuchen derzeit 26 Schüler. Die Klassenlehrerin, traf am 01.06.2011 pünktlich mit 25 Schülern ein. Im Vorfeld war bereits bekannt, dass ein Schüler der Klasse wegen eines Arzttermins nicht am Lehr - Lern - Labor teilnehmen kann. Das Projekt konnte im vorhergesehen Zeitrahmen begonnen werden. Die Durchführung sowie auch der Wechsel von den Stationsräumen in den Seminarraum verliefen problem- und reibungslos, so dass die Klasse pünktlich um 12:15 Uhr die Universität verlassen konnte. Die gesamten Materialien für die einzelnen Stationen waren vorhanden. So konnten alle Versuche problemlos durchgeführt werden. Das Zeitfenster der Pause war genau richtig gestaltet. Sowohl Betreuer als auch Schüler hatten ausreichend Zeit zur Regenerierung und Erholung.

Im weiteren Verlauf werden die einzelnen Beobachtungen der Betreuer an den Stationen erläutert. Es werden außerdem zu den einzelnen Stationen veranschaulichende Impressionen beigefügt. Darauf folgen die Beobachtungen während der Gruppenvorträge. Im Anschluss daran wird der Feedbackbogen der Schüler ausgewertet.

8.1.1. Auswertung der Betreuerbeobachtungen an den einzelnen Stationen

8.1.1.1. „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“

Sowohl Aufgabenstellung als auch Versuchsaufbau an dieser Station konnten alle Schüler eindeutig und schnell erfassen, sowie auch verstehen. Interesse und Motivation wurden bei allen Schülern geweckt. Die Gruppe war während der ganzen Zeit aufmerksam und konzentriert bei der Sache. Trotz der hervorragenden Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe musste der Betreuer jedoch oft helfend zur Seite stehen. Bei keinem Versuch und Arbeitsblatt waren die Schüler unterfordert. Das Arbeitsblatt zu dem Versuch „Heiße Luft im Beutel“ besaß für diese Gruppe den richtigen Schwierigkeitsgrad. Die anderen Arbeitsblätter

8. Auswertung

und Versuche hingegen überforderten einen Teil der Gruppe. Innerhalb der Gruppe existierten auch Unterschiede bezüglich des Vorwissens. Es gab jedoch bei jedem Versuch Schüler, die ihr Vorwissen zum Ausdruck brachten. Dennoch besaßen nicht alle Gruppenmitglieder ein fundiertes Vorwissen. Der zeitliche Rahmen konnte an dieser Station nicht eingehalten werden. Es wurde für die ersten drei Versuche sehr viel Zeit benötigt, so dass in der verbliebenen Zeit lediglich die übrigen Versuche durchgeführt wurden und der Bearbeitung der Arbeitsblätter keinerlei Augenmerk geschenkt wurde. Abschließend kann festgehalten werden, dass die Schüler dennoch beim Betreuer den Eindruck erweckten, dass sie während der Bearbeitung der Station etwas gelernt haben.



Abb. 55: Klasse 3 - "Das mutige Pendel"



Abb. 56: Klasse 3 - "Heiße Luft im Beutel"



Abb. 57: Klasse 3 - "Neue Flugobjekte"



Abb. 58: Klasse 3 - Gruppenfoto "Lumpi auf dem Weg in den Urlaub"

8.1.1.2. „Lumpi in den Bergen“

Wie auch bei der vorherigen Station konnten alle Schüler sowohl die Aufgabenstellung als auch den Versuchsaufbau eindeutig und schnell erfassen und nachvollziehen. Sie arbeiteten während der gesamten Zeit motiviert mit und zeigten stets ihr Interesse für die verschiedenen Versuche. Die Konzentration bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter schwankte jedoch hin und wieder. Die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe war bereits von Anfang an sehr gut und konnte daher im Verlauf der Bearbeitung nicht mehr gesteigert werden. Die Schüler waren bei der Durchführung der Versuche stets mit voller Aufmerksamkeit bei der Sache. Der einzige Aspekt, durch welchen sie abgelenkt wurden, war die selbstgebaute „Donnertüte“. Sowohl Arbeitsblätter als auch die Versuche waren so gestaltet, dass die Schüler weder unter- noch überfordert waren. Bei der einen Hälfte der Versuche war zu erkennen, dass die Schüler ein fundiertes Vorwissen besitzen, bei der anderen Hälfte der Versuche dagegen nur ein Teil der Gruppe. Der Zusatzversuch musste bei dieser Station aus zeitlichen Gründen weggelassen werden. Abschließend kann gesagt werden, dass die Schüler sich mit vielen eigenen Ideen und Vorschlägen einbrachten und bei dem Betreuer den Eindruck erweckten, dass sie bei der Bearbeitung der Station Wissen erwerben konnten.



Abb. 59: Klasse 3 - "Blitz am Küchensieb"



Abb. 60: Klasse 3 - Gruppenfoto "Lumpi in den Bergen"

8.1.1.3. „Lumpi und das Meer“

Auch bei dieser Station war zu erkennen, dass sowohl Aufgabenstellung als auch die Versuchsaufbauten weitgehend eindeutig und leicht für die Schüler zu verstehen waren. Bei den Versuchen „Ein trockener Taucher“ und „Das Windrad“ traten teilweise Schwierigkeiten bei der Versuchsdurchführung auf. Über den ganzen Zeitraum waren die Schüler motiviert und arbeiteten meist gut als Gruppe zusammen. Es wurde auch beobachtet, dass die Schüler im Verlauf der Durchführung ihre Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe verbesserten. Trotzdem war die Gruppe immer wieder auf die Hilfe des Betreuers angewiesen. Das Interesse wurde bei den Schülern hauptsächlich durch die Versuche geweckt. Die Konzentration ließ dagegen bei einem Teil der Schüler beim Lesen der kurzen Geschichten nach. An dieser Station traten auch keinerlei Zeitprobleme auf, so dass der Zusatzversuch durchgenommen werden konnte. Lediglich bei drei Versuchen „Bewegung im Wasser“, „Salz- oder Süßwasser“ und „Das Windrad“ verfügte die gesamte Gruppe über ein Vorwissen. Beim Versuch „Gleiten und Schwimmen“ hingegen war keinerlei Vorwissen vorhanden. Der Schwierigkeitsgrad bei den Arbeitsblättern und Versuchen war teilweise zu hoch angesetzt. So hatte die Gruppe bei der Bearbeitung folgender Arbeitsblätter und Versuche Probleme: „Gleiten und Schwimmen“, „Ein trockener Taucher“ und „Das Windrad“. Abschließend kann festgehalten werden, dass auch diese Gruppe bei ihrem Betreuer den Eindruck erweckt hat, dass sie neue Erkenntnisse und Eindrücke erwerben konnte.



Abb. 61: Klasse 3 - "Windrad"



Abb. 62: Klasse 3 - "Wasser, Eis und Meer"

8.1.1.4. „Lumpi und ein italienisches Café“

Wie auch bereits bei den vorhergegangenen Stationen, waren auch bei dieser Station die Aufgaben und Versuchsaufbauten so gestellt, dass sie eindeutig und leicht von der Gruppe verstanden werden konnten. Bei dieser Gruppe ließen, laut der Auswertung des Beobachtungsbogens, Konzentration und Motivation zu wünschen übrig, so dass der Betreuer sich bemühte, motivierende und anspornende Elemente einzubauen, um die Aufmerksamkeit der Schüler kontinuierlich zu wecken. Das Interesse für die einzelnen physikalischen Phänomene war aber über den gesamten Zeitraum vorhanden. Die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe funktionierte auch nicht immer hervorragend. Außerdem konnte man dabei keine Verbesserung mit zunehmender Anzahl der Versuche feststellen. Leider hatte der Betreuer keine Mittel zur Verfügung, um sie positiv zu beeinflussen. Bis auf den Zusatzversuch konnten aber alle Versuche und Arbeitsblätter bearbeitet werden. Der Schwierigkeitsgrad der Versuche und Arbeitsblätter war meist treffend gewählt, da nur ein Teil der Schüler lediglich bei dem Versuch „Zu viel Druck“ überfordert war. Abschließend ist noch anzumerken, dass die Schüler bei ihrem Betreuer leider den Eindruck erweckten, dass sie nur teilweise etwas lernen und mitnehmen konnten.



Abb. 63: Klasse 3 - "Flaschen - Thermometer"



Abb. 64: Klasse 3 - "Zu viel Druck"

8.1.1.5. „Lumpi auf Städtetour“

Auch bei dieser Station waren Aufgabenstellungen und Versuchsaufbauten so gestaltet, dass sie für die Schüler leicht und eindeutig nachzuvollziehen und zu verstehen waren. Die Gruppe arbeitete über den gesamten Zeitraum gesehen stets konzentriert und motiviert mit. Bei allen Versuchen zeigten die Schüler ihr Interesse an den physikalischen Phänomenen. Die Mitarbeit der einzelnen Gruppenmitglieder schwankte sehr, da das Leistungsniveau innerhalb der Gruppe sehr unterschiedlich war. Darunter litt auch die Zusammenarbeit. Dennoch wurde festgestellt, dass sie sich im Verlauf der Bearbeitung besserte. Das zeitliche Fenster war bei dieser Station hervorragend, so dass alle Versuche und Arbeitsblätter bearbeitet und vollständig besprochen werden konnten. Die Schüler konnten bei drei Versuchen – „Wasser biegen“, „Periskop“ und „Kompass“ – ihr Vorwissen anwenden und einbringen. Bei den letzten beiden Versuchen „Eine faule Münze“ und „Warum ist der Himmel blau“ verfügte die Gruppe über keinerlei Vorwissen. Sie brachte sich immer wieder mit eigenen Ideen und Vorschlägen ein, so dass kaum Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Versuche und Arbeitsblätter aufkamen. Bei einem Großteil der Gruppe konnte der Betreuer feststellen, dass die Schüler etwas gelernt haben. Ein Schüler hingegen erweckte bei dem Betreuer den Eindruck, dass er nicht über die gleiche Auffassungsgabe wie seine Mitschüler verfügt und deshalb sehr große Schwierigkeiten hatte, die physikalischen Phänomene nachzuvollziehen und verstehen zu können. Dies spiegelte sich dann auch entsprechend bei der Auswertung der Schülerfragebögen wieder.



Abb. 65: Klasse 3 - Gruppenfoto "Lumpi auf Städtetour"



Abb. 66: Klasse 3 - "Wasser biegen"



Abb. 67: Klasse 3 - "Eckengucker"



Abb. 68: Klasse 3 - "Warum ist der Himmel blau?"

8.1.2. Auswertung der Betreuerbeobachtungen bei den Vorträgen der Gruppen

Bei dieser Auswertung wird nicht jeder Beobachtungsbogen einzeln thematisiert. Es wird vielmehr die Gesamtheit der Eindrücke bei den einzelnen Vorträgen beschrieben und dargelegt. Hierbei muss aber auch beachtet werden, dass es sich um subjektive Wahrnehmungen und Einschätzungen handelt. Im Anschluss an diese Auswertung zeigen einige Bilder mit welcher Begeisterung die Schüler ihre Versuche vorstellten.

8.1.2.1. Vortrag – „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“

Die Gruppe entschied sich zur Vorstellung der Versuche „Heiße Luft im Ballon“ und „U - Boot aus Orangen“. An der Präsentation der beiden Versuche waren alle Gruppenmitglieder beteiligt. Die einzelnen Versuche wurden aber jeweils nur von einem Teil der Gruppe vorgeführt und erklärt. Die Gruppe benötigte bei dem ersten Versuch gar keine Hilfe des Betreuers. Bei dem zweiten Versuch hingegen waren die Schüler auf die Hilfe des Betreuers angewiesen, da der Versuch nicht wie geplant funktionierte. Das Auftreten der Schüler war stets souverän und sicher. Eine kleine Nervosität war beim Vorstellen des „U – Boots aus Orangen“ zu erkennen. Die physikalischen Erklärungen waren überwiegend korrekt. Beim zweiten Versuch schlichen sich kleine Fehler ein. Die Mitschüler hörten ruhig zu und verfolgten die Versuche interessiert.

8.1.2.2. Vortrag – „Lumpi in den Bergen“

Sowohl die „Donnertüte“ als auch „Der feuerfeste Luftballon“ hatten offenbar auf die Schüler eine besondere Wirkung, so dass sie diese beiden Versuche präsentieren wollten. Am gesamten Vortrag waren alle Gruppenmitglieder beteiligt. Die Gruppe trat sicher vor ihren Mitschülern auf und konnte die physikalischen Hintergründe korrekt wiedergeben, so dass sie keine Hilfe von ihrem Betreuer benötigte. Der Versuch „Der feuerfeste Luftballon“ missglückte allerdings leider. Die Gruppe reagierte souverän und erläuterte ihren Mitschülern, was schief gelaufen war und wie der eigentliche Ausgang des Versuches lautet. Auch hier verfolgte die Klasse den Vortrag interessiert.

8.1.2.3. Vortrag – „Lumpi und das Meer“

Diese Gruppe fand die Versuche „Salz – oder Süßwasser“ und „Wasser, Eis und Meer“ sehr spannend, so dass sie diese ihren Mitschülern vorstellte. Bei der Präsentation wirkten alle Schüler mit und es war kaum Unterstützung vom Betreuer notwendig. Der Vortrag zu dem Versuch „Salz – oder Süßwasser“ war sehr leise, aber trotzdem wirkten die Schüler sicher und konnten den physikalischen Hintergrund korrekt, wenn auch nur sehr knapp wiedergeben. Beim zweiten Versuch „Wasser, Eis und Meer“ vermittelte die Gruppe zunächst einen unsicheren Eindruck, weil sie dachte, der Versuch funktioniert nicht optimal. Nach einer kurzen Hilfestellung durch den Betreuer meisterten die Schüler aber auch diesen Vortrag. Allgemein ist festzuhalten, dass die Gruppe nur wenige Erläuterungen über ihr Vorgehen machte und die physikalischen Erklärungen sehr knapp ausfielen. Die Klasse hörte aber auch hier wieder sehr ruhig und interessiert zu.

8.1.2.4. Vortrag – „Lumpi und ein italienisches Café“

Die Entscheidung, welche zwei Versuche vorgestellt werden, fiel auf „Da tut sich was“ und „Zu viel Druck“. An der Präsentation waren alle Gruppenmitglieder beteiligt. Bei der Versuchsbeschreibung „Da tut sich was“ war keine Hilfe durch den Betreuer notwendig. Die Schüler traten auch stets sicher und souverän auf. Sie konnten ihren Mitschülern dank einer sehr guten Erklärung auch den physikalischen Hintergrund verständlich machen. Die Durchführung des zweiten Versuches meisterte die Gruppe ebenfalls sehr sicher, lediglich bei der Erklärung des physikalischen Hintergrundes machte sie Gebrauch von einem

„Publikumsjoker“, mit Hilfe dessen das physikalische Phänomen korrekt erläutert werden konnte. Die Klasse verfolgte den Vortrag erneut wieder sehr interessiert und ruhig.

8.1.2.5. Vortrag – „Lumpi auf Städtetour“

Diese Gruppe entschied sich für die Versuche „Wasser biegen“ und „Kompass“. An der Präsentation dieser Station waren alle Gruppenmitglieder beteiligt. Der erste Versuch „Wasser biegen“ wurde mehrfach wiederholt, da dieser nur an einem Waschbecken durchgeführt werden konnte und daher den anderen Gruppen einzeln vorgestellt werden musste. Die Schüler traten bei der Erklärung des Versuches zunehmend sicherer auf, dennoch war die Gruppe bei der Erklärung auf die Hilfe des Betreuers angewiesen. Den zweiten Versuch präsentierte die Gruppe sehr gut. Ein Teil der Gruppe sprach sehr leise und dadurch entstand der Eindruck, dass die Schüler unsicher und nervös seien. Sowohl Durchführung des Versuches als auch physikalische Erklärung wiesen kaum Lücken auf. Die Mitschüler hörten jederzeit ruhig und interessiert zu.



Abb. 69: Klasse 3 - Vortrag 1



Abb. 70: Klasse 3 - Vortrag 2



Abb. 71: Klasse 3 - Vortrag 3



Abb. 72: Klasse 3 - Vortrag 4

8.1.3. Auswertung der Schülerfeedbackbögen

Die Begründungen, weshalb die Schüler die entsprechenden Smileys angekreuzt haben, wurden ausschließlich aus den Fragebögen entnommen.

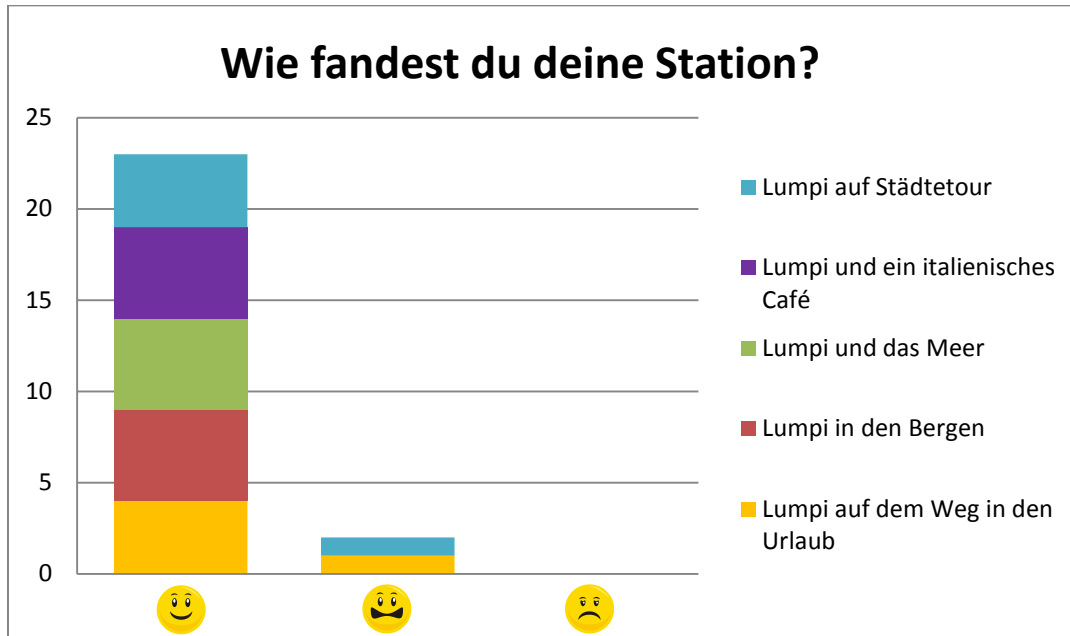


Diagramm 8: Klasse 3 - Wie fandest du deine Station?

In obigem Diagramm ist sehr schön zu erkennen, dass der deutlichen Mehrheit der Klasse ihre jeweilige Station sehr gut gefallen hat. Zwei Schüler hingegen fanden ihre Station nur mittelmäßig.

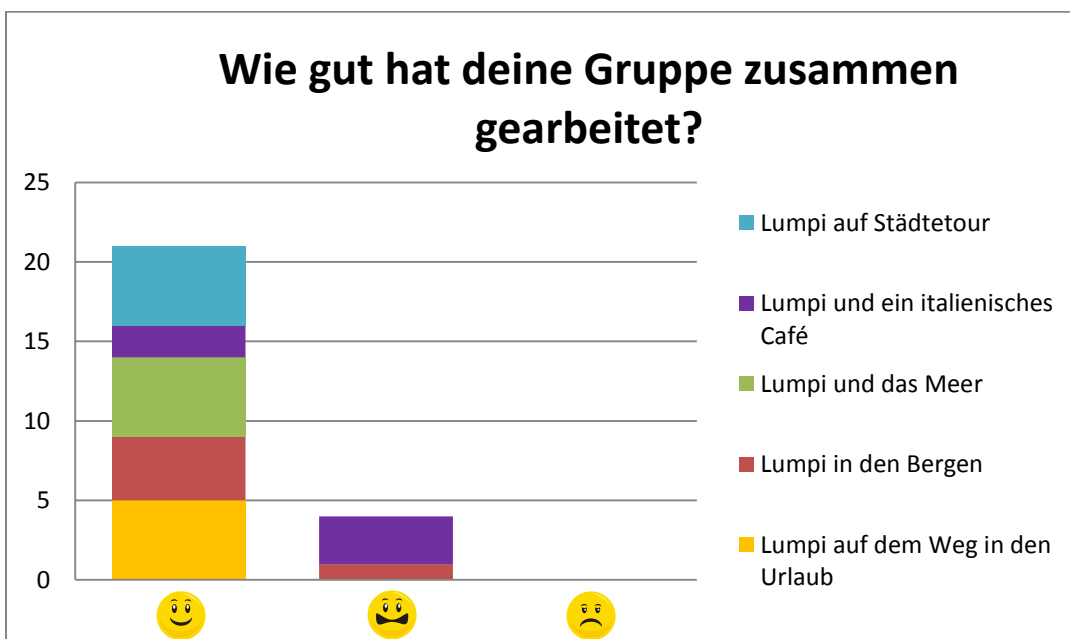


Diagramm 9: Klasse 3 - Wie gut hat deine Gruppe zusammen gearbeitet?

In Diagramm 9 sind die Eindrücke und Meinungen der Schüler über die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe zu erkennen. Bei der Mehrheit der Schüler war die Haltung gegenüber der Zusammenarbeit sehr positiv. Die Hauptursache für die positive Einschätzung über die Zusammenarbeit liegt, laut den Schülern, meist an der gerechten Aufgabenverteilung und der gegenseitigen Hilfe innerhalb der Gruppe. Ein Schüler der Station „Lumpi in den Bergen“ hatte mittlere Eindrücke über die Zusammenarbeit, da, seiner Meinung nach, die Gruppe sehr viel Quatsch gemacht habe. Die Mehrheit der Schüler an der Station „Lumpi und ein italienisches Café“ fand die Lautstärke innerhalb der Gruppe als störend und war deshalb der Meinung, dass die Zusammenarbeit nur mittelmäßig war.

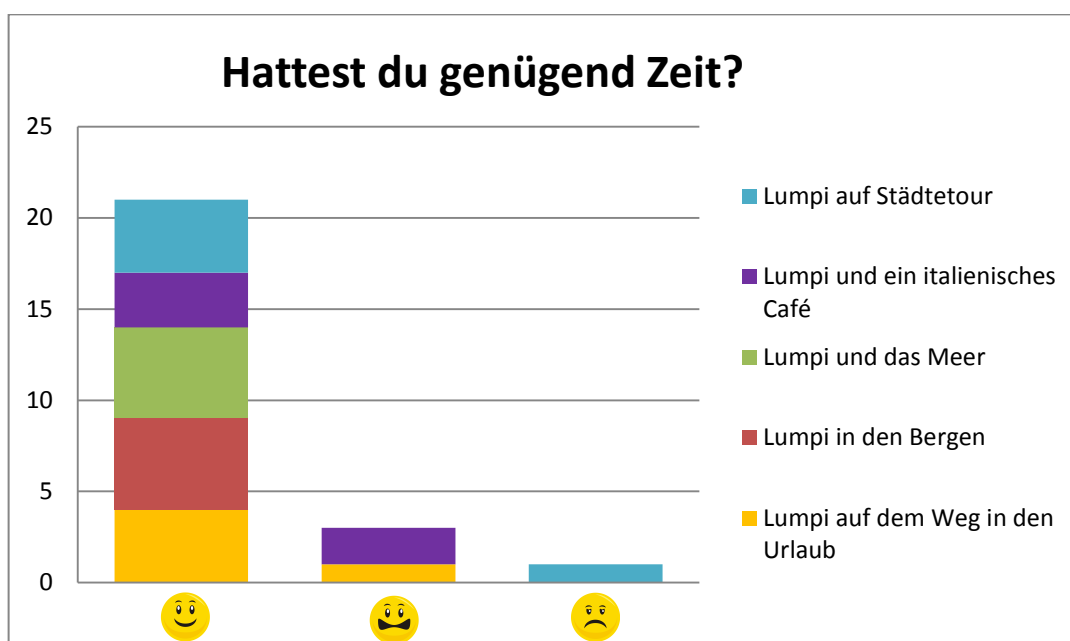


Diagramm 10: Klasse 3 - Hattest du genügend Zeit?

Der lachende Smiley 😊 steht dafür, dass die Schüler ausreichend Zeit für die Bearbeitung der einzelnen Versuche und Arbeitsblätter hatten. Der ernstschauende Smiley 😐 drückt aus, dass die Zeit eher ein bisschen zu knapp bemessen war und der traurige Smiley 😞 steht dafür, dass zu wenig Zeit zur Verfügung stand. Die Mehrheit der Schüler schätzte den zeitlichen Rahmen, der für die Bearbeitung der Station angedacht war, als genau passend ein. Die Schüler, welche den ernst schauenden Smiley 😐 ankreuzten, waren der Meinung, dass nicht ausreichend Zeit vorhanden war, weil sie den Zusatzversuch nicht bearbeiten konnten. Der Schüler der Station „Lumpi auf Städtetour“ begründete sein Kreuz mit der Aussage, dass er bei einigen Aufgabenstellungen nicht mitgekommen sei und diese einfach bei Gruppenmitgliedern abgeschrieben habe, ohne sehr viel davon verstanden zu haben.

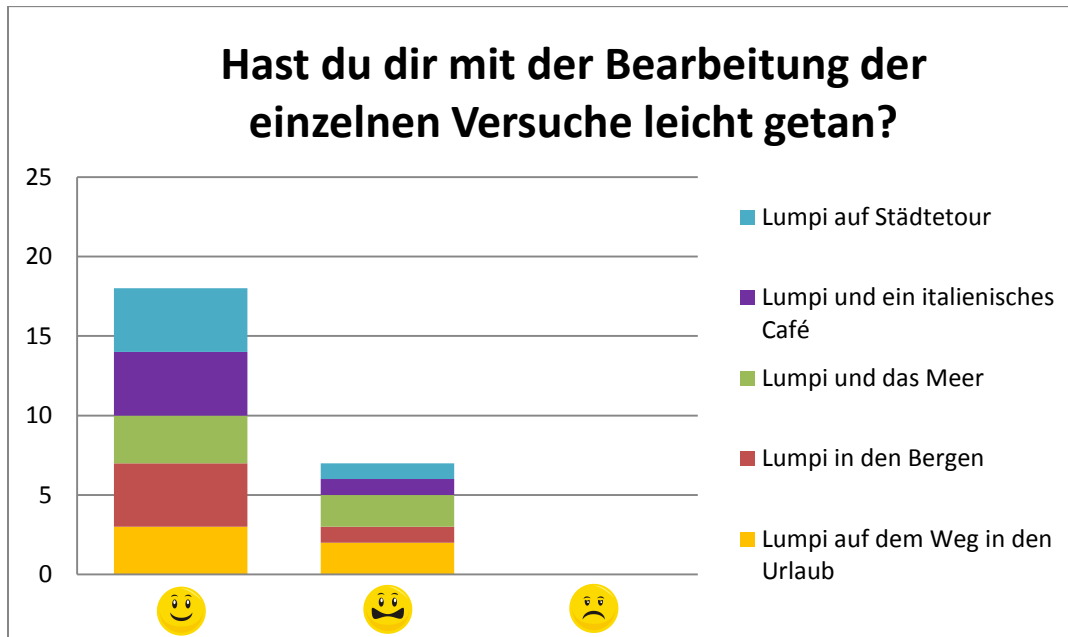


Diagramm 11: Klasse 3 - Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan?

In Diagramm 11 steht der lachende Smiley 😊 dafür, dass die Schüler sich mit der Bearbeitung der Versuche leicht getan haben und nur sehr wenig bis gar nicht auf die Hilfe des Betreuers angewiesen waren. Der ernstschauende Smiley 😐 hingegen steht dafür, dass die Schüler die Versuche nur mit einiger Hilfe der Betreuer durchführen und verstehen konnten. Wie im obigen Diagramm sehr schön zu sehen ist, gab es in jeder Station Schüler, die auf die Hilfe der Betreuer angewiesen waren. Die Schüler, welche das lachende Smiley 😊 ankreuzten, kannten teilweise schon die Versuche oder hatten keine großen Schwierigkeiten bei der Bearbeitung. Die restlichen Schüler begründeten ihr Kreuz damit, dass Versuche und Arbeitsblätter teilweise nicht einfach gestaltet waren oder sie zunächst nicht alles begriffen haben und erst bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes den physikalischen Hintergrund verstehen konnten.

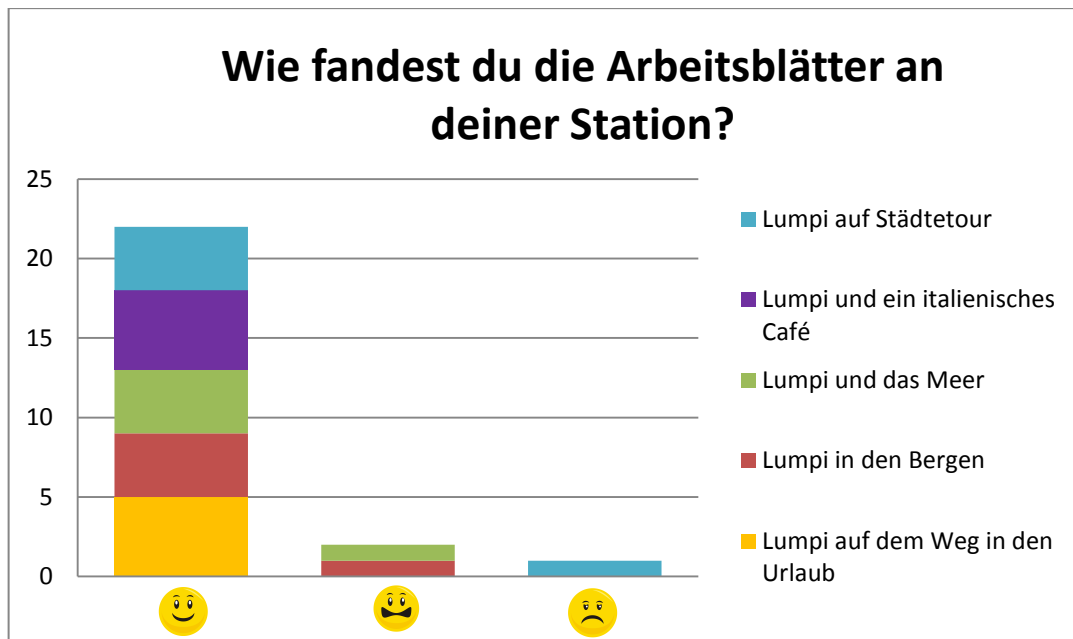


Diagramm 12: Klasse 3 - Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station?

Der lachende Smiley 😊 drückt in Diagramm 12 aus, dass sowohl der Schwierigkeitsgrad für die Arbeitsblätter genau richtig gewählt war, als auch die Arbeitsblätter ansprechend gestaltet waren. Der ernstschauende Smiley 😐 steht dafür, dass die Arbeitsblätter eher oder teilweise zu schwer und nicht ansprechend genug gestaltet waren. Der traurige Smiley 😞 vermittelt das Gefühl, dass die Arbeitsblätter zu schwer und nicht schülergerecht konzipiert waren. Alle Schüler der Stationen „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ und „Lumpi und ein italienisches Café“ fanden ihre Arbeitsblätter sehr gut. Die Schüler, die ihr Kreuz bei dem lachenden Smiley 😊 setzten, begründeten ihre Entscheidung so, dass die Arbeitsblätter spannend und gut zu verstehen waren, sie anhand der Arbeitsblätter sehr viel lernen konnten und die Arbeitsblätter lustig gestaltet waren. Der ernstschauende Smiley 😐 wurde gewählt, weil man bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter sehr viel schreiben musste. Der Schüler, der sich für das weinende Smiley 😞 entschied, fand die Arbeitsblätter viel zu schwer.

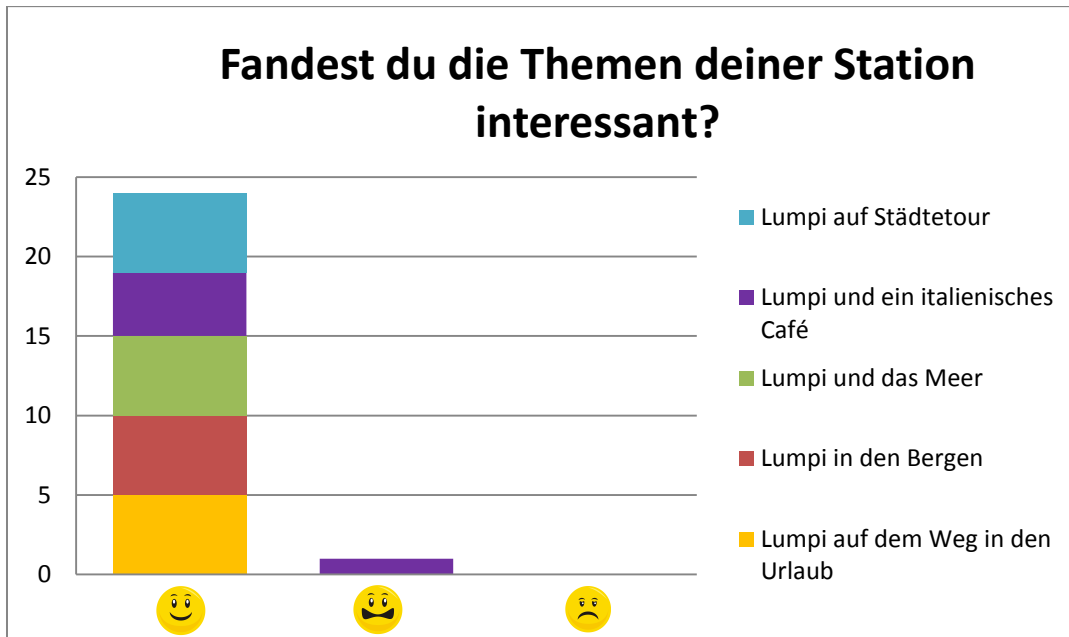


Diagramm 13: Klasse 3 - Fandest du die Themen deiner Station interessant?

In Diagramm 13 ist zu erkennen, dass fast alle Schüler die Themen an ihren Stationen interessant fanden. Der Schüler mit dem ernstschauenden Smiley 😐 begründete seine Wahl damit, dass er einige der Versuche an seiner Station bereits kannte.

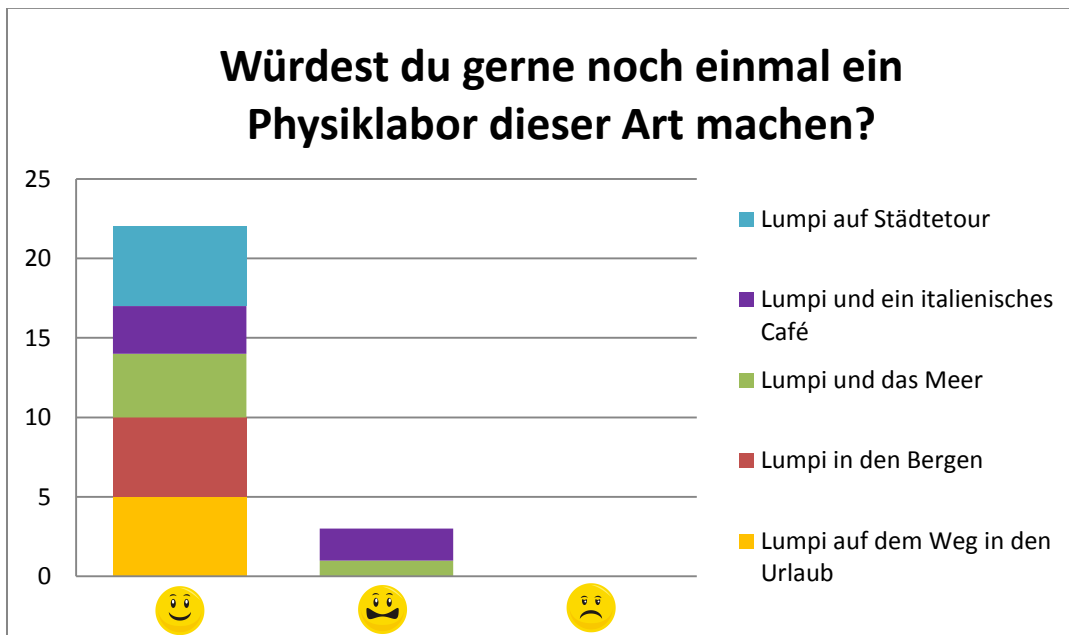


Diagramm 14: Klasse 3 - Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor dieser Art machen?

Der Großteil der Klasse würde gerne noch einmal solch ein Lehr - Lern - Labor machen. Sie begründeten ihre Entscheidung damit, dass sie sehr viel Spaß hatten, sehr viel passiert ist und es sehr spannend war. Drei Schüler der Klasse konnten sich an dem Tag des Lehr - Lern - Labors nicht entscheiden und kreuzten das ernstschauende Smiley 😬 an, mit der Begründung, dass sie es nicht wüssten.

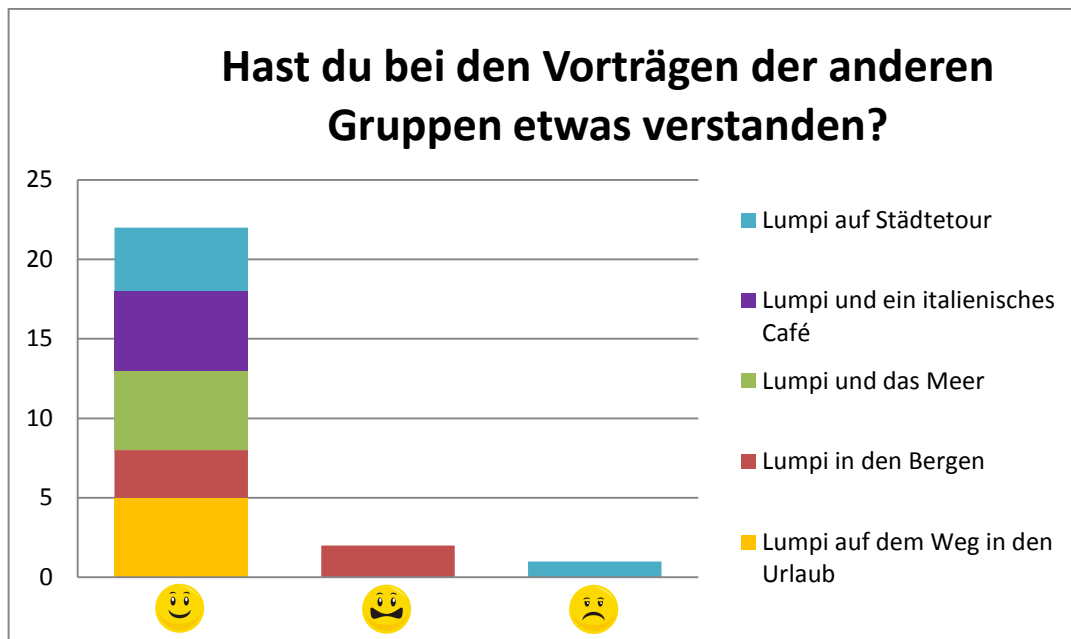


Diagramm 15: Klasse 3 - Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden?

Die Mehrheit der Schüler konnte den Vorträgen ihrer Mitschüler folgen und sehr viel verstehen. Zwei Schüler konnten nicht alles verstehen und kreuzten daher den ernstschauenden Smiley 😬 an. Ein Schüler konnte bei den Vorträgen seiner Mitschüler gar nichts verstehen und kreuzte daher auch den traurigen Smiley 😞 an.

Am Ende des Feedbackbogens hatten die Schüler die Möglichkeit noch frei aufzuschreiben, was sie dem Leiter des Lehr - Lern - Labors noch mitteilen wollten. Ein Großteil der Klasse machte davon Gebrauch und bedankte sich dafür, dass sie an die Universität kommen durften und an dem Lehr - Lern - Labor teilnehmen konnten. Der ein oder andere Schüler brachte auch noch einmal zum Ausdruck, dass ihm der Lehr - Lern - Labortag sehr gut gefallen hat.

8.1.4. Zusammenfassung Lehr - Lern - Labortag am 01.06.2011

Sowohl in den Beobachtungsbögen der Betreuer als auch in den Feedbackbögen der Schüler kristallisiert sich heraus, dass die Schüler sehr viel Spaß an Labortag hatten und gerne wieder einen solchen in dieser Form machen möchten. Bei der einen oder anderen Bearbeitung der Versuche und Arbeitsblätter traten Schwierigkeiten auf, hierbei muss man aber bedenken, dass das Lehr - Lern - Labor eigentlich für eine vierte Klasse konzipiert wurde. Mit der entsprechenden Hilfe durch den Betreuer konnten die Schwierigkeiten aber überwunden werden und die Bearbeitung ging so stets problemlos vonstatten. Abschließend kann also festgehalten werden, dass das Lehr - Lern - Labor durchaus auch in einer dritten Klasse durchgeführt werden kann. Hierbei sollte man aber beachten, dass deutlich mehr Hilfestellung durch die Betreuer notwendig ist, um einen reibungs- und problemlosen Verlauf ermöglichen zu können.

8.2. Lehr - Lern - Labortage der Grundschule Burkardroth am 06.06.2011 und 07.06.2011

Die beiden Lehr - Lern - Labortage an der Grundschule Burkardroth verliefen ohne große Schwierigkeiten und konnten problemlos durchgeführt werden. Eine vierte Klasse der Grundschule besuchen derzeit 22 Schüler. Ein Schüler konnte am ersten Lehr - Lern - Labortag wegen eines Arzttermins nicht teilnehmen. Der Lehr - Lern - Labortag an der Grundschule Burkardroth wurde auf zwei Tage aufgeteilt, so dass die Schüler am 06.06.2011 mit ihrem Betreuer zusammen die Station bearbeiteten und am 07.06.2011 die einzelnen Vorträge stattfanden. Die Klassenlehrerin hielt in der vierten Klasse die ersten beiden Stunden. Die Betreuer und der Leiter des Labors nutzten diese Zeit, um in anderen Räumen die Stationen aufzubauen. Die Arbeit am Lehr - Lern - Labor konnte pünktlich zum Pausenende beginnen, so dass keinerlei zeitliche Schwierigkeiten auftraten. Das Projekt verlief auch hier reibungs- und problemlos, so dass nach 90 Minuten Lehr - Lern - Labor der Unterricht in normaler Form fortgesetzt werden konnte. Die Materialien für die Versuche waren vorhanden, so dass es dabei ebenfalls keinerlei Probleme gab. Am 07.06.2011 traten auch keinerlei Schwierigkeiten auf, so dass die Vorträge wie geplant, abgehalten werden konnten. Die Klassenlehrerin hielt wieder in den ersten beiden Stunden Unterricht, so dass die Betreuer die Gelegenheit nutzen konnten, alle notwendigen Materialien in einem anderen Klassenzimmer aufzubauen und bereitzulegen. Nach der Pause konnte somit

pünktlich begonnen werden. Das zeitliche Fenster von 90 Minuten war auch hier wieder passend, da im Anschluss an die Vorträge noch ausreichend Zeit vorhanden war, um die Schülerfeedbackbögen zu beantworten. Danach konnte die Klasse pünktlich in die Pause gehen, so dass die letzten beiden Unterrichtsstunden stundenplanmäßig verlaufen konnten.

Im weiteren Verlauf werden die einzelnen Beobachtungen der Betreuer an den Stationen erläutert. Auch hier sind wieder Impressionen von den einzelnen Stationen beigefügt. Darauf folgen die Beobachtungen während der Gruppenvorträge. Im Anschluss daran wird der Feedbackbogen der Schüler ausgewertet. Nach der Auswertung des Schülerfeedbackbogens werden noch einzelne Erwartungen der Schüler vorgestellt. Letztendlich wird dargelegt, ob ihre Erwartungen weitgehend erfüllt wurden.

Eine teilweise abweichende Bedeutung der einzelnen Smileys wurde bereits im vorherigen Unterkapitel genauer erläutert.



Abb. 73: Klasse 4 - Klassenfoto

8.2.1. Auswertung der Betreuerbeobachtungen an den einzelnen Stationen

8.2.1.1. „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“

Alle Aufgabenstellungen und Versuchsaufbauten konnten die Schüler dieser Station eindeutig und schnell erfassen. Bei der gesamten Bearbeitung dieser Station arbeitete die Gruppe stets konzentriert und motiviert mit. Die Schüler zeigten über den gesamten Zeitraum der Bearbeitung ihr Interesse an der Station. Von Beginn waren Mitarbeit und Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe sehr gut. Die Zusammenarbeit konnte aber trotzdem noch während der Durchführung gesteigert werden. Die Gruppe musste im Allgemeinen recht wenig auf die Hilfe des Betreuers zurückgreifen. Die Arbeitsblätter dieser Station besaßen für die Schüler genau den richtigen Schwierigkeitsgrad. So wurden die Schüler weder unter- noch überfordert. Lediglich bei dem Versuch „Schnelle Maschinen“ konnten alle Gruppenmitglieder ihr Vorwissen einbringen. Bei den restlichen Versuchen verfügte jeweils nur ein Teil der Schüler über Vorkenntnisse. Der zeitliche Rahmen dieser Station war etwas zu knapp bemessen, da der Zusatzversuch lediglich durchgeführt werden konnte, aber für die Bearbeitung des dazugehörigen Arbeitsblattes nicht mehr ausreichend Zeit zur Verfügung stand. Die Schüler vermittelten bei dem Betreuer den Eindruck, dass sie an dieser Station etwas gelernt haben.



Abb. 74: Klasse 4 - "Heiße Luft im Beutel"



Abb. 75: Klasse 4 - "Neue Flugobjekte"



Abb. 76: Klasse 4 - "Große Schiffe"



Abb. 77: Klasse 4 - "U - Boot aus Orangen"

8.2.1.2. „Lumpi in den Bergen“

Auch an dieser Station waren die Schüler in der Lage, die Aufgabenstellungen und Versuchsaufbauten schnell und eindeutig zu verstehen. Die Gruppe arbeitete während der gesamten Durchführung konzentriert und motiviert mit. Die Konzentration ließ vereinzelt beim Vorlesen der kurzen Geschichten nach. Bis auf den Versuch „Echo“ zeigten die Schüler ihr großes Interesse bei der Bearbeitung der einzelnen Versuche und Arbeitsblätter. Da die Zusammenarbeit bereits zu Beginn sehr gut war, konnte diese im Verlauf der Station nicht mehr verbessert werden. Der Betreuer musste nur sehr wenig helfend zur Seite stehen, da die Schüler bei der Mehrheit der Versuche auch über ein fundiertes Vorwissen verfügten. Bei den Versuchen „Der Wasserberg“ und „Feuerfester Luftballon“ besaßen nicht alle Gruppenmitglieder Vorkenntnisse. Im Allgemeinen waren die Schüler weder bei der Durchführung des Versuches noch bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes über- oder unterfordert. Lediglich das Falten der „Donnertüte“ bereitete dem einen oder anderen Schüler Schwierigkeiten. Es konnten bis auf den Zusatzversuch alle Versuche ausgeführt werden. Abschließend kann gesagt werden, dass bei dieser Gruppe keinerlei Hilfestellung durch die Hilfekarten notwendig war und sich die Schüler immer wieder selbst mit hervorragenden Erklärungen und Ideen einbrachten. Weiter hatte der Betreuer dieser Station den Eindruck, dass der Wissenshorizont der Schüler erweitert wurde.



Abb. 78: Klasse 4 - "Blitz am Küchensieb"



Abb. 79: Klasse 4 - "Tolle Donnertüte"



Abb. 80: Klasse 4 - "Feuerfester Luftballon"

8.2.1.3. „Lumpi und das Meer“

Wie auch schon bei den vorherigen Stationen hatten die Schüler dieser Station keinerlei Schwierigkeiten die Aufgaben und die Versuchsaufbauten zu verstehen. Die Zusammenarbeit war von Beginn an sehr gut, konnte aber dennoch im Verlauf der Bearbeitung gesteigert werden. Die Schüler arbeiteten während der gesamten Durchführung konzentriert und motiviert mit. Sie zeigten auch stets ihre Begeisterung für die einzelnen Themengebiete. Der Betreuer dieser Station musste nur vereinzelt helfen. So traten bei dem Versuch „Windrad“ kleinere Schwierigkeiten auf. Insgesamt kann aber gesagt werden, dass die Schüler weder mit den Versuchen noch mit der Bearbeitung der einzelnen Arbeitsblätter unter- oder überfordert waren. Ein Teil der Gruppe besaß bei den Versuchen „Bewegung im Wasser“, „Gleiten und Schwimmen“ und „Windrad“ Vorkenntnisse. Bei den restlichen Versuchen hingegen konnte die gesamte Gruppe auf Vorwissen zurückgreifen. Die Bearbeitung der Versuche und der Arbeitsblätter fand im vorgesehenen Zeitrahmen statt.

Letztendlich kann festgehalten werden, dass die Schüler beim Betreuer dieser Station den Eindruck erweckten, dass sie neues Wissen erwerben konnten.



Abb. 81: Klasse 4 - "Trockener Taucher"



Abb. 82: Klasse 4 - "Wasser, Eis und Meer"



Abb. 83: Klasse 4 - "Wasser, Eis und Meer"
Ergebnis



Abb. 84: Klasse 4 - "Salz - oder Süßwasser"

8.2.1.4. „Lumpi und ein italienisches Café“

Auch an dieser Station waren Versuche und Aufgaben so gestellt, dass diese für die Schüler eindeutig und leicht zu verstehen waren. Die Gruppe arbeitete während des gesamten Zeitraumes konzentriert und motiviert mit. Die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe war meist gut, konnte aber auch im Verlauf der Durchführung nicht gesteigert werden. Das

8. Auswertung

Interesse aller Gruppenmitglieder war stets vorhanden. Die Schüler bearbeiteten die Station in weiten Teilen selbstständig, so dass sie nur sehr wenig auf die Hilfe des Betreuers angewiesen waren. Der Schwierigkeitsgrad der einzelnen Versuche und Arbeitsblätter war auch hier treffend gewählt. Lediglich beim Versuch „Da tut sich was“ fühlten sich die Schüler unterfordert und beim Versuch „Der Knall kommt später“ etwas überfordert. Beim Versuch „Da tut sich was“ verfügten alle Gruppenmitglieder über ein fundiertes Vorwissen, beim Versuch „Zu viel Druck“ hingegen konnte auf keinerlei Vorkenntnisse zurückgegriffen werden. Bei den weiteren Versuchen konnten sich einzelne Schüler der Gruppe mit ihrem Wissen einbringen. Auch an dieser Station konnte der zeitliche Rahmen eingehalten werden. Im Allgemeinen bekam der Betreuer den Eindruck, dass die Schüler teilweise ihren Wissenshorizont erweitern konnten.



Abb. 85: Klasse 4 - "Da tut sich was"



Abb. 86: Klasse 4 - Gruppenfoto "Lumpi und ein italienisches Café"



Abb. 87: Klasse 4 - "Zu viel Druck"

8.2.1.5. „Lumpi auf Städtetour“

Sowohl Aufgabenstellung als auch Versuchsaufbau waren an dieser Station eindeutig und leicht für die Schüler zu verstehen. Die Gruppe arbeitete während der Durchführung motiviert und konzentriert mit. Die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe war von Beginn an sehr gut, konnte aber dennoch im Verlauf der Durchführung gesteigert werden. Bei den Versuchen waren die Schüler mal mehr und mal weniger auf die Hilfe des Betreuers angewiesen. Allgemein hielt sich die Hilfestellung des Betreuers in Grenzen. Die gesamte Gruppe empfand die Themen dieser Station als interessant und spannend. Die Schüler waren beim Großteil der Versuche und Arbeitsblätter weder über- noch unterfordert, da sie meist auf ein fundiertes Vorwissen zurückgreifen konnten. Lediglich bei den Versuchen „Eine faule Münze“ und „Warum ist der Himmel blau?“ besaßen die Schüler nur sehr geringe Vorkenntnisse. Abschließend kann festgehalten werden, dass sich die Gruppe stets mit eigenen Ideen und Vorschlägen einbringen konnte und beim Betreuer der Station den Eindruck erweckte, ihr Wissen erweitert zu haben.



Abb. 88: Klasse 4 - "Wasser biegen"



Abb. 89: Klasse 4 - "Kompass"



Abb. 90: Klasse 4 - "Warum ist der Himmel blau?"



Abb. 91: Klasse 4 - "Warum ist der Himmel blau?" 2

8.2.2. Auswertung der Betreuerbeobachtungen bei den Vorträgen der Gruppen

Bei dieser Auswertung wird nicht jeder Beobachtungsbogen einzeln thematisiert. Es wird vielmehr die Gesamtheit der Eindrücke bei den einzelnen Vorträgen beschrieben und dargelegt. Hierbei muss aber auch beachtet werden, dass es sich um subjektive Wahrnehmungen und Einschätzungen handelt. Im Anschluss an diese Auswertung befinden sich ebenfalls einige Eindrücke der Schülervorträge.

8.2.2.1. Vortrag – „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“

Die Gruppe präsentierte ihren Mitschülern die Versuche „Heiße Luft im Beutel“ und „U - Boot aus Orangen“. Es brachten sich im Verlauf des Vortrags alle Schüler ein. Bei der Präsentation des ersten Versuches war sehr wenig Unterstützung vom Betreuer notwendig. Dennoch muss festgehalten werden, dass die Schüler sich scheinbar unwohl und unsicher fühlten. Dieses Gefühl wurde auch dadurch bestärkt, dass sie die physikalische Erklärung lediglich aus ihrem Schülerarbeitsheft vorlesen konnten. Mit zunehmender Zeit des Vortrages wurden die Schüler sicherer. Bei der Durchführung des Versuches „U – Boot aus Orangen“ war die Gruppe sehr auf die Hilfe des Betreuers angewiesen. Die physikalische Erklärung zu diesem Versuch wurde sehr knapp gehalten und enthielt auch den ein oder anderen Fehler. Die Klasse verfolgte die Versuche eher unruhig.

8.2.2.2. Vortrag – Lumpi in den Bergen

„Der Wasserberg“ und „Der Blitz am Küchensieb“ sprachen die Schüler dieser Station offenbar sehr an, da sie sich für das Vorstellen dieser Versuche entschieden. Während der gesamten Präsentation war kaum Unterstützung durch den Betreuer erforderlich. Besonders hervorzuheben ist hier, dass die Schüler anfangs etwas unsicher auftraten, aber trotzdem die Versuchsaufbauten und physikalischen Erklärungen frei und korrekt vortragen konnten. Die Gruppe ließ sich auch nicht aus der Ruhe bringen, als der zweite Versuch nicht zu 100% funktionierte. Die Klasse verfolgte den Vortrag zwar etwas unruhig, brachte sich im Anschluss an diesen aber mit eigenen Erfahrungsberichten ein.

8.2.2.3. Vortrag – „Lumpi und das Meer“

Diese Gruppe fand die Versuche „Salz- oder Süßwasser“ und „Wasser, Eis und Meer“ sehr spannend, so dass sie diese ihren Mitschülern präsentierten. Es brachten sich alle Schüler ein und konnten durch ein sicheres Auftreten überzeugen. Den gesamten Vortrag meisterte die Gruppe vorbildlich und souverän. So musste sie weder auf die Hilfe des Betreuers noch auf die Versuchsaufbau- und Versuchsdurchführungskarten zurückgreifen. Die physikalischen Hintergründe wurden bei beiden Versuchen fehlerfrei, aber etwas knapp wiedergegeben. An dieser Stelle ist besonders hervorzuheben, dass die Klasse den Vortrag ruhig und interessiert verfolgte. Sie brachte auch stets ihr Staunen zum Ausdruck.

8.2.2.4. Vortrag – „Lumpi und ein italienisches Café“

Die Schüler trafen die Entscheidung, dass sie die Versuche „Zu viel Druck“ und „Der Knall kommt später“ ihren Mitschülern vorstellen wollten. Die komplette Gruppe brachte sich ein, da die Aufgaben gleichmäßig verteilt waren. Es war hier keinerlei Hilfe durch den Betreuer notwendig. Das Auftreten der Schüler war während der gesamten Präsentation sicher und souverän. Dies wirkte sich auch positiv auf Versuchsdurchführungen und physikalische Erklärungen aus. Die Gruppe lieferte überzeugende Erklärungen. Die Aufmerksamkeit der Mitschüler war zweigeteilt. Ein Teil verfolgte den Vortrag interessiert, der andere mit Desinteresse und Schwätzen.

8.2.2.5. Vortrag – „Lumpi auf Städtetour“

Sowohl der Versuch „Wasser biegen“ und „Warum ist der Himmel blau?“ hatten auf die Schüler offenbar eine besondere Wirkung, so dass sie sich dazu entschieden, diese beiden Versuche ihren Mitschülern vorzustellen. Alle Schüler brachten sich bei der Präsentation ein. Es ist an dieser Stelle festzuhalten, dass die Gruppe bei dem ersten Versuch auf die Hilfe des Betreuers angewiesen war, da es sich als schwierig erwies, den Luftballon elektrisch aufzuladen. Weiter muss angemerkt werden, dass der Versuch dreimal vorgeführt werden musste, da sich das Waschbecken in einer Ecke des Raumes befand und so nicht alle Schüler gleichzeitig den Versuch verfolgen konnten. Die Erklärung zu diesem Versuch war zwar

8. Auswertung

physikalisch richtig, wurde aber vorgelesen. Die Präsentation des zweiten Versuchs „Warum ist der Himmel blau?“ gelang der Gruppe deutlich besser. Das Versuchsergebnis war sehr eindeutig zu erkennen und mit einer sehr guten physikalischen Erklärung gekrönt. Die Klasse verfolgte die Durchführung der Versuche zwar etwas unruhig, zeigte aber während des gesamten Zeitraumes ihr Interesse.



Abb. 92: Klasse 4 - Vortrag 1



Abb. 93: Klasse 4 - Vortrag 2



Abb. 94: Klasse 4 - Vortrag 3



Abb. 95: Klasse 4 - Vortrag 4

8.2.3. Auswertung der Schülerfeedbackbögen

Die Begründungen, weshalb die Schüler die entsprechenden Smileys angekreuzt haben, wurden ausschließlich aus den Fragebögen entnommen.

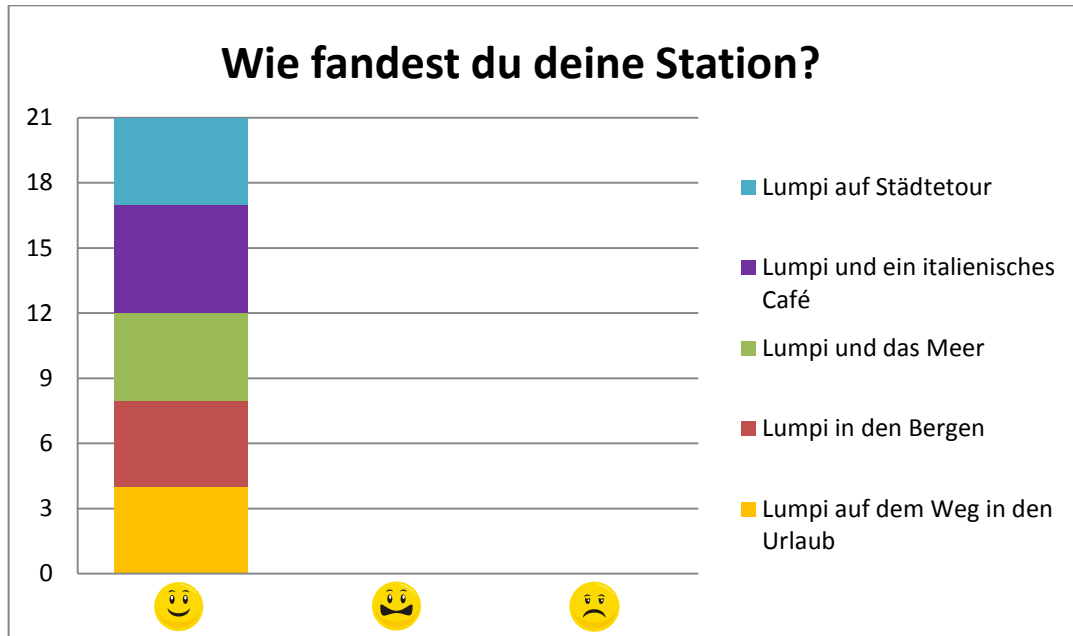


Diagramm 16: Klasse 4 - Wie fandest du deine Station?

Alle Schüler einer vierten Klasse der Grundschule Burkardroth fanden laut Fragebogen ihre Station ansprechend und interessant gestaltet.

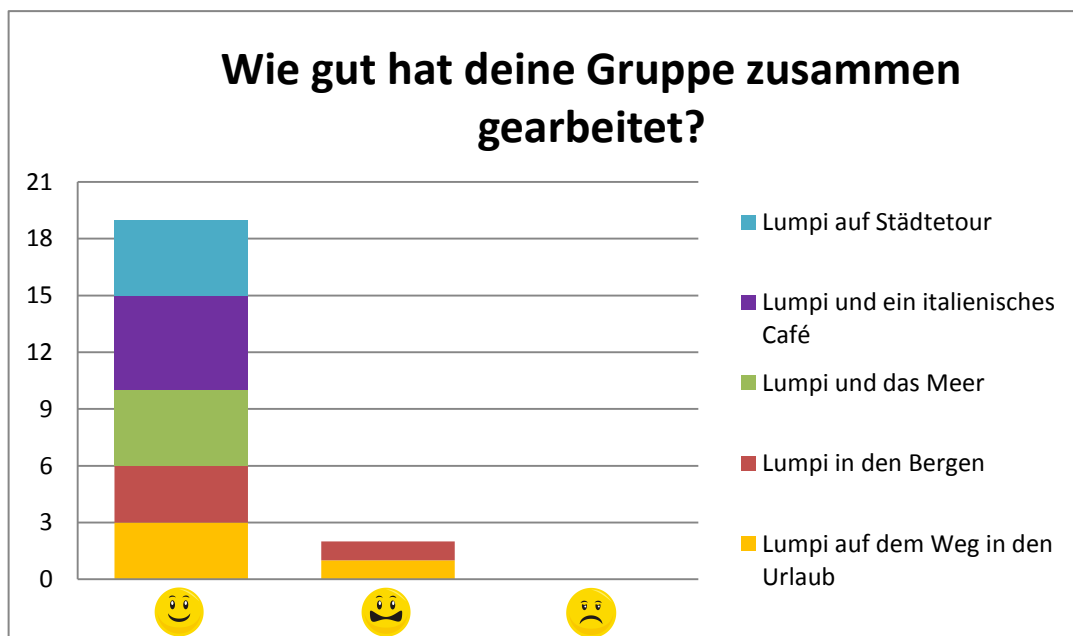


Diagramm 17: Klasse 4 - Wie gut hat deine Gruppe zusammen gearbeitet?

Eine deutliche Mehrheit der Schüler war mit der Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe sehr zufrieden. Zwei Schüler entschieden sich für den ernst schauenden Smiley 😬 und brachten somit zum Ausdruck, dass sie mit der Zusammenarbeit nicht sehr zufrieden waren. Sie begründeten ihre Wahl damit, dass innerhalb der Gruppe unterschiedliche Meinungen vorherrschten oder, dass manche Schüler der Station es bevorzugten, die Versuche alleine durchzuführen.

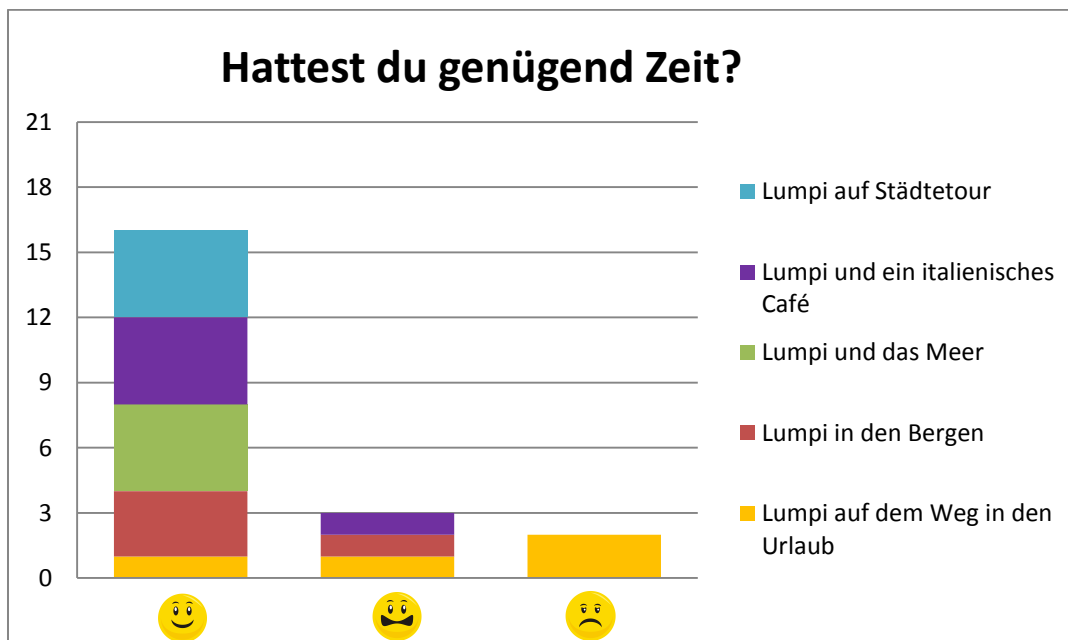


Diagramm 18: Klasse 4 - Hattest du genügend Zeit?

Mehr als zwei Drittel der Schüler hatten den Eindruck, dass sie sehr gut mit der vorgegebenen Zeit zu Recht kamen. Drei Schüler fanden den zeitlichen Rahmen etwas zu kurz bemessen. Hierbei ist festzuhalten, dass diese Schüler drei unterschiedliche Stationen bearbeiteten. Dagegen entschieden sich zwei Schüler der Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ für den traurigen Smiley 😞. Ursache hierfür lag ihrer Meinung nach darin, dass die Versuche zu lange dauerten, so dass nicht mehr ausreichend Zeit zur Bearbeitung des letzten Arbeitsblattes vorhanden war.

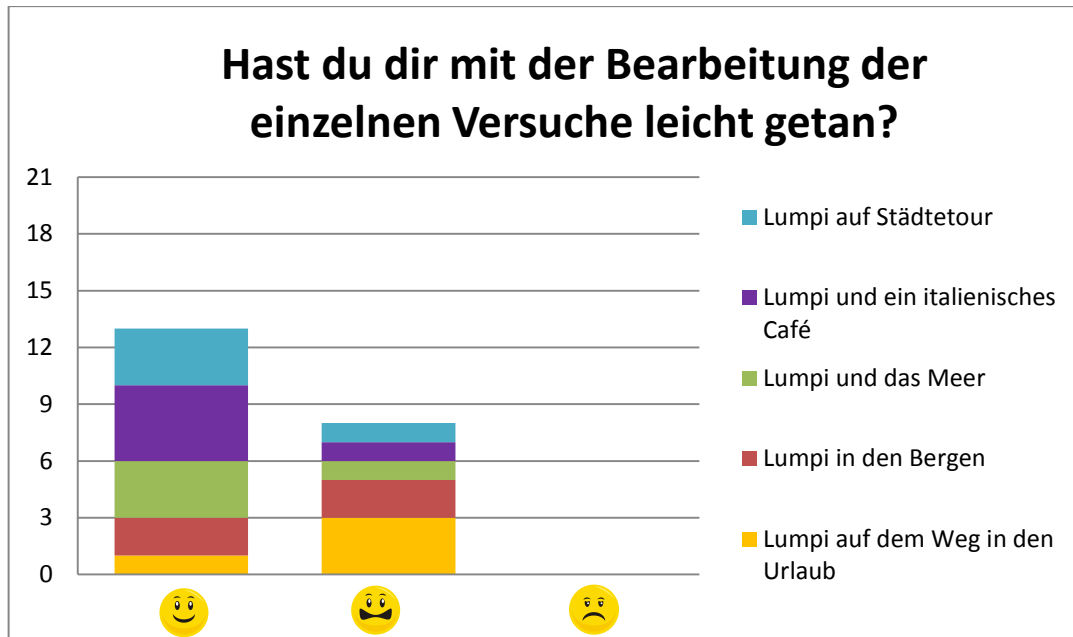


Diagramm 19: Klasse 4 - Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan?

Für etwas mehr als die Hälfte der Schüler war der Schwierigkeitsgrad der einzelnen Versuche genau richtig gewählt. Sie begründeten unter anderem ihre Entscheidung für den lachenden Smiley 😊 damit, dass es sehr leicht war, verblüffende Sachen festzustellen. Acht der Schüler entschieden sich dagegen für den ernstschauenden Smiley 😬. Begründet wurde dies beispielsweise mit folgenden Argumenten:

- Manche Versuche waren leicht, andere wiederum schwieriger.
- Versuche konnten die Schüler selbst nicht so gut erklären und nachvollziehen.
- Es waren knifflige Experimente dabei.

Außerdem ist festzuhalten, dass sich die Mehrheit der Schüler, welche sich mit der Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ beschäftigten, nicht immer ganz leicht mit der Bearbeitung der Versuche getan hat.

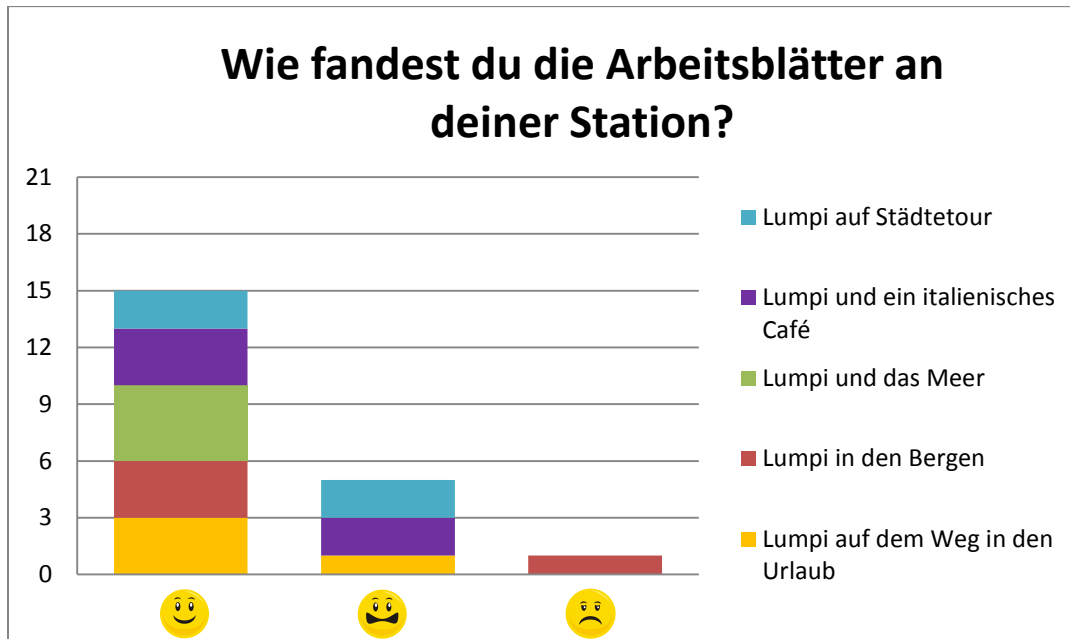


Diagramm 20: Klasse 4 - Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station?

Eine deutliche Mehrheit der Viertklässler entschied sich für den lachenden Smiley 😊 und begründete ihre Entscheidung unter anderem damit:

- Die Arbeitsblätter waren gut zu verstehen, genau wie für die Schüler gemacht.
- Die Arbeitsblätter waren nicht zu schwer und nicht zu leicht.
- Die Arbeitsblätter wurden sehr spannend gestaltet.
- Die Bearbeitung der einzelnen Arbeitsblätter hat sehr viel Spaß gemacht.

Es ist sehr auffällig, dass je zwei Schüler der Stationen „Lumpi und ein italienisches Café“ und „Lumpi auf Städtetour“ den ernstschauenden Smiley 😐 ankreuzten. Gründe dafür lagen darin, dass sie sich bei manchen Arbeitsblättern mit der Bearbeitung schwer taten oder sie als zu lang empfanden. Ein Schüler der Station „Lumpi in den Bergen“ entschied sich ebenfalls mit der Begründung, dass die Arbeitsblätter zu lang wären, für den traurigen Smiley 😞.

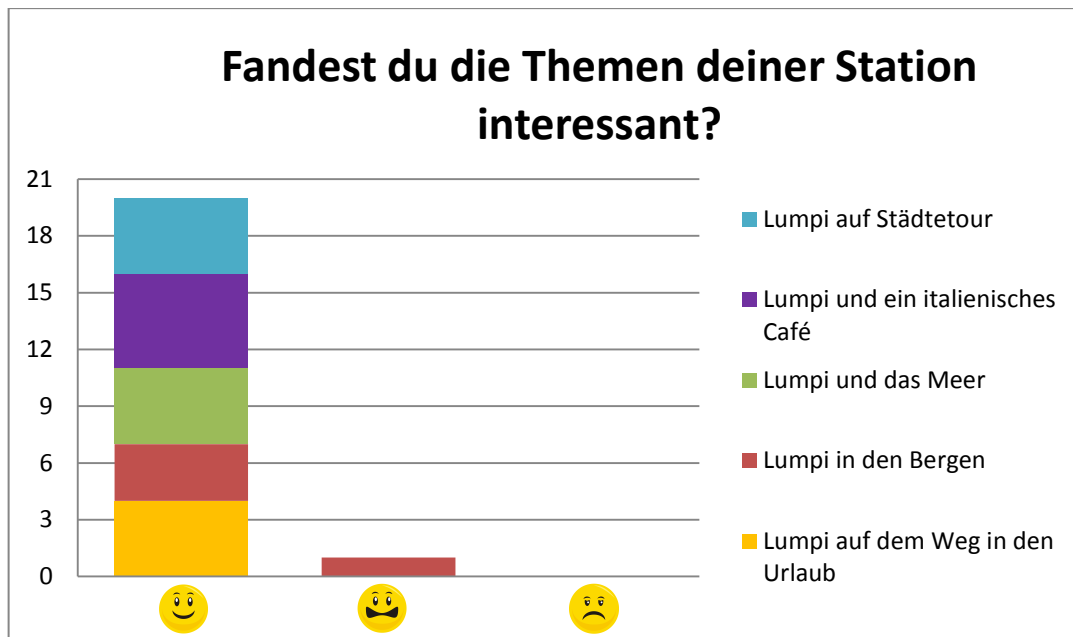


Diagramm 21: Klasse 4 - Fandest du die Themen deiner Station interessant?

Der Großteil der Klasse empfand die Themenauswahl als interessant und spannend. Einige Schüler waren, laut ihrer Begründungen, hell auf von ihrer Station und den Themen begeistert. Auffällig ist hier, dass lediglich ein Schüler den ernst schauenden Smiley 😏 ankreuzte. Er war der Meinung, dass die restlichen Gruppen spannendere Versuche gehabt hätten.

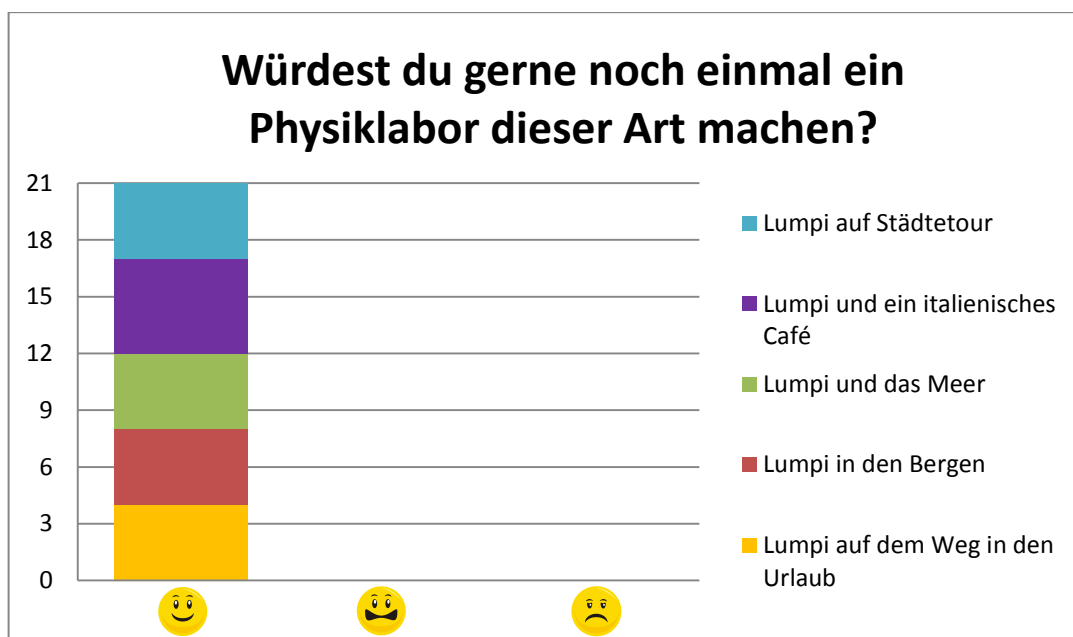


Diagramm 22: Klasse 4 - Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor dieser Art machen?

Die gesamte Klasse entschied sich bei dieser Frage für den lachenden Smiley 😄. Die Gründe für eine Wiederholung solch eines Lehr – Lern – Labors liegen darin, dass die Schüler sehr viel Spaß hatten, es sehr schön, spannend und abwechslungsreich für sie war und es immer wieder etwas Neues zu entdecken gab.

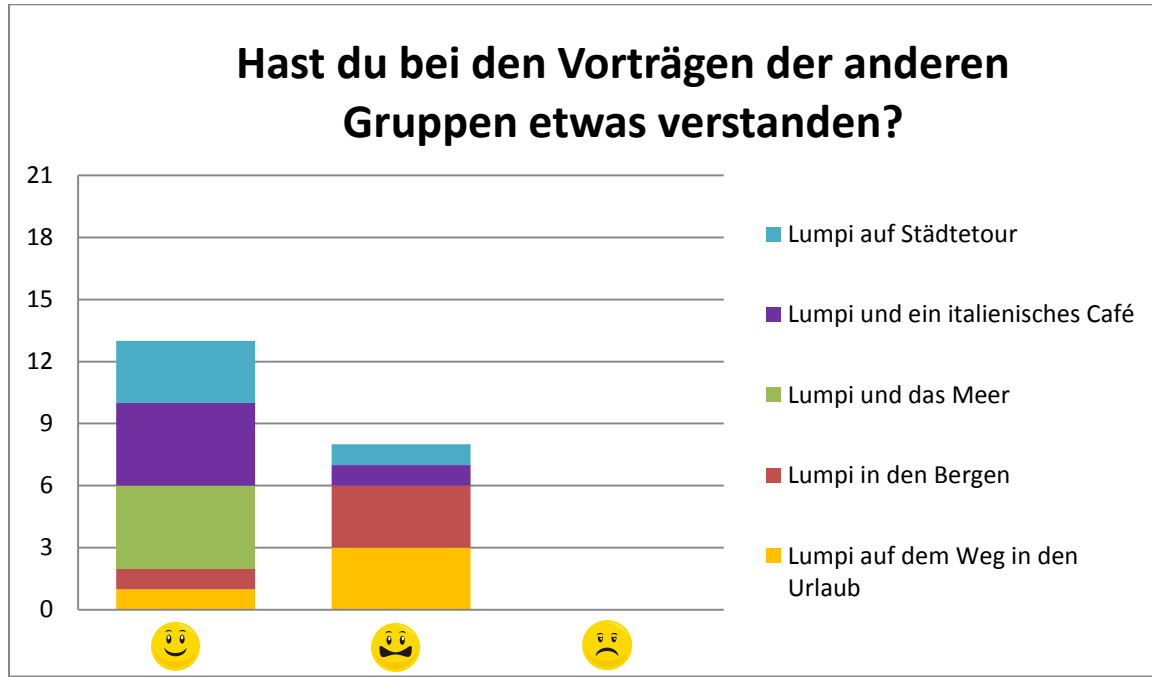


Diagramm 23: Klasse 4 – Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden?

Mehr als die Hälfte der Schüler konnte bei den Vorträgen der anderen Gruppen neues dazu lernen und nachvollziehen. Bemerkenswert ist, dass sich je drei Schüler der Stationen „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ und „Lumpi in den Bergen“ für den ernst schauenden Smiley 😬 entschieden. Sie empfanden die Erklärungen ihrer Mitschüler als zu schnell und zu knapp gehalten.

Am Ende des Schülerfeedbackbogens hatte auch diese Klasse die Möglichkeit, Wünsche, Kritik und Lob zu äußern. Einige Schüler nutzten diese Möglichkeit und schrieben, dass ihnen die Labortage sehr viel Spaß gemacht haben, sie es sehr interessant, toll und spannend fanden und sie viele neue Dinge lernen konnten. Weiter bedankten sich einige Schüler für die zwei tollen Labortage und wünschten den Betreuern für die Zukunft viel Glück. Zwei Schüler brachten den Vorschlag ein, dass künftig mehr Versuche durchgeführt werden sollten.

8.2.4. Zusammenfassung Lehr - Lern - Labortage am 06.06/07.06.2011

Sowohl anhand der Beobachtungsbögen als auch anhand der Schülerfeedbackbögen wird deutlich, dass die Klasse sehr viel Spaß an den beiden Tagen hatte, einiges lernen konnte und gerne noch einmal Labortage wie diese erleben würde.

Die überwältigende Mehrheit der Schüler ist vollauf zufrieden mit dem Lehr – Lern – Labor. Kleine Schwierigkeiten konnten meistens sehr gut bewältigt werden. Die Gruppen arbeiteten in der Regel sehr zielstrebig und selbstständig, so dass nicht viel Hilfestellung von den Betreuern geleistet werden musste.

Eine Auffälligkeit ist, dass die Vorträge von den Betreuern als sehr gut, umfangreich und deutlich empfunden wurden, die Schüler diese Eindrücke aber keineswegs teilten. Die Meinungen über die Präsentationen ihrer Mitschüler waren eher schlecht. Offenbar war ihre Erwartungshaltung bezüglich Qualität und Umfang der Erklärungen sehr viel höher als die der Betreuer, die noch von den Eindrücken der Präsentationen der dritten Klasse geprägt war.

8.2.5. Erwartungen der Schüler

In einem vorherigen Kapitel wurde bereits erwähnt, dass die Schüler einer vierten Klasse der Grundschule Burkardroth beim Vorbereitungsbesuch für die Labortage die Möglichkeit hatten, ihre Erwartungen an das Lehr – Lern – Labor aufzuschreiben. Nach den beiden Labortagen bekamen die Schüler ihre Blätter zurück und konnten noch ergänzen, ob ihre Erwartungen in Erfüllung gegangen sind. Es wird jetzt ein Überblick über ihre Erwartungen gegeben. Im Anschluss daran wird darauf eingegangen, ob sich diese mit den tatsächlichen Eindrücken der Labortage decken.

Die Mehrheit der Schüler stellte sich vor, dass einige Experimente gemacht werden und sie dabei viel Spaß haben. Außerdem, dass einige Arbeitsblätter bearbeitet und viele Fragen beantwortet werden. Weiter erwarteten die Schüler viele Versuche, die im Zusammenhang mit Urlaub stehen, wissenschaftliche Experimente und dass sie einiges ausprobieren und lernen könnten.

Die Schüler, welche diese Anforderungen im Vorfeld an das Lehr – Lern – Labor stellten, bestätigten im Anschluss an die beiden Labortage bestätigt, dass ihre Erwartungen erfüllt wurden.

Ein geringer Teil der Klasse erwartete von den beiden Labortagen unter anderem, dass ein Teebeutel zum Fliegen gebracht wird, Rauchwolken entstehen und sie lediglich ihre Zeit vergeuden.

Diesen Anforderungen entsprach das Lehr – Lern – Labor nicht, so dass die Schüler im Anschluss an die beiden Labortage ihre Vorstellungen revidieren mussten.

8.3. Denkanstöße der Betreuer

Im Anschluss der Labortage fand eine sehr produktive Diskussionsrunde zur Optimierung des Lehr – Lern – Labors zwischen den Betreuern und dem Leiter statt. Dabei ergaben sich im Gespräch folgende Denkanstöße und Verbesserungsvorschläge:

- Manche Schüler entdeckten während der Bearbeitung der Arbeitsblätter die Lösungen im Schülerarbeitsheft und nutzten diese für das Lösen der Aufgaben.
- Dieser Vorschlag wurde nicht berücksichtigt, da den Schülern für das nachträgliche Arbeiten mit dem Schülerarbeitsheft außerhalb der Labortage Lösungen zur Verfügung gestellt werden sollten. Eine Möglichkeit wäre, für jede Station unterschiedliche Versionen herauszugeben. Dies würde bedeuten, dass die Lösungen der jeweils eigenen Station nicht enthalten wären, sondern lediglich die Lösungen der übrigen Stationen. Diese Idee wurde jedoch verworfen, da der Aufwand den Nutzen nicht rechtfertigt. Vielmehr muss der Betreuer durch Erklärung dafür sorgen, dass die Schüler auf den Einsatz der vorhandenen Lösungen verzichten.
- Teilweise wurden keine Hilfekarten benötigt.
- Durch die ständige Präsenz eines Betreuers kann, um Zeit zu sparen, durchaus auf den Einsatz von Hilfekarten verzichtet werden. Je selbstständiger die Schüler die Stationen bearbeiten, umso mehr finden diese Verwendung. Auch bei Anwesenheit eines Betreuers empfiehlt sich jedoch deren Einsatz, da die Schüler so zu mehr Eigenleistung angehalten werden.

- Die Hilfekarte bezüglich des Versuches „Regenbogen“ wurde von einer Gruppe nicht richtig gelesen, so dass sie den Regenbogen in der Reihenfolge der Farben, so wie sie auf der Karte standen, ausmalten.
 - Es handelt sich hierbei lediglich um einen Lösungshinweis und nicht um eine komplette Lösung. Zudem steht auf der Karte ausdrücklich, dass die Farben zuerst in die richtige Reihenfolge gebracht werden müssen. Also wurden hier keinerlei Änderungen vorgenommen.
- An der Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ sei der Einstieg mit dem Versuch „Das mutige Pendel“ nicht ideal, da dieser von den Schülern eher als langweilig empfunden wurde.
 - Da der Betreuer dieser Station diese Beobachtung nur einmal machen konnte, wurde eine Veränderung nicht als nötig angesehen. Auf jeden Fall muss der Betreuer diesen Versuch jedoch so präsentieren, dass er von den Schülern als spannend empfunden wird.
- Es wurde der Vorschlag, die „Tolle Donnertüte“ erst am Ende der Station basteln zu lassen, unterbreitet, da dieser Versuch sehr viel Unruhe innerhalb der Gruppe stiften kann.
 - Auch dieser Vorschlag wurde nicht umgesetzt, da sich der Versuch „Blitz am Küchensieb“ und „Tolle Donnertüte“ gegenseitig ergänzen. Weiter sollte der Zusatzversuch „Kochen ohne Kochtopf“ am Ende beibehalten werden, da dieser ein bereits behandeltes Phänomen erneut aufgreift. Außerdem wurde diese Beobachtung nur einmal gemacht. Es hängt sehr vom Geschick und Durchsetzungsvermögen des Betreuers ab, die Gruppe wieder zu einer konzentrierten Arbeitshaltung zu bringen.
- In der Geschichte zur Station „Lumpi und das Meer“ sollte der Begriff „Golfstrom“ weggelassen werden, da dieser den Schülern noch nicht bekannt ist.
 - Dieser Vorschlag wurde ohne Diskussion angenommen.
- Der Begriff „stromlinienförmig“ sollte bei dem Versuch „Bewegung im Wasser“ ausführlicher behandelt werden, weil sich eine Gruppe damit sehr schwer getan hat.
 - Da dies lediglich einmal festgestellt wurde und das Arbeitsblatt, nach Ansicht der übrigen Betreuer so konzipiert ist, dass es leicht zu verstehen ist, wurden keinerlei Änderungen vorgenommen.

- Ein Teil der Gruppe der Station „Lumpi und das Meer“ fixierte sich zu sehr auf die Geschichte, so dass Schwierigkeiten bei der Bearbeitung des Versuches „Gleiten und Schwimmen“ auftraten.
- Dieser Kritikpunkt wurde aufgenommen und die Geschichte dahin gehend überarbeitet, dass die Schüler schnell und eindeutig Zusammenhänge zwischen dieser und dem Versuch erkennen können.
- Beim Versuch „Windrad“ wurde empfohlen, Knet zum Einhüllen der Nagelspitze wegen sonst erhöhter Verletzungsgefahr bereitzulegen oder Reißnägel zu verwenden.
- Dieser Vorschlag wurde bei weiteren Durchführungen berücksichtigt.

Wie oben ersichtlich, wurden manche der Denkanstöße unmittelbar nach der Diskussionsrunde berücksichtigt. Einige der kritisierten Punkte sind daher in der vorliegenden Version gar nicht mehr zu finden. Andere Vorschläge wurden nicht berücksichtigt, da es keine Einstimmigkeit darüber gab oder die Kritikpunkte sich nicht als schlüssig erwiesen.

9. Vergleich der Labortage beider Grundschulen

Ursprünglich war angedacht, dass zwei vierte Klassen an dem Lehr – Lern – Labor teilnehmen. Aus organisatorischer Sicht war dies leider nicht umsetzbar, so dass eine dritte Klasse der Grundschule Gerbrunn und eine vierte Klasse der Grundschule Burkardroth das Angebot annahmen, an solch einem Labortag teilzunehmen. Aus dieser Gegebenheit heraus, entstanden einige Unterschiede, sowohl, was die Durchführung betrifft, als auch, wie die Betreuer instruiert wurden und sich verhalten mussten. Im Folgenden werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten dargelegt und diskutiert. Die Eindrücke und Beobachtungen basieren auch hier erneut auf den subjektiven Wahrnehmungen der Betreuer.

9.1. Vergleich der Betreuerbeobachtungen bezüglich der Durchführung und der Vorträge

Im Rahmen einzelner Gespräche zwischen den Betreuern und dem Leiter des Lehr – Lern – Labors und der Auswertung der verschiedenen Beobachtungsbögen waren einige Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu erkennen.

Grundsätzlich existierte ein großer Unterschied bei der Hilfestellung durch den Betreuer. So wurden die Betreuer zu Beginn des Labortages der Grundschule Gerbrunn dazu angehalten, die Schüler tatkräftig zu unterstützen. Denn da das Lehr – Lern – Labor für die vierte Jahrgangsstufe konzipiert ist, könnte es andernfalls zu größeren Schwierigkeiten bei Drittklässlern kommen. Im Verlauf der beiden Durchführungen zeigte sich auch, dass die Schüler der dritten Klasse tatsächlich auf mehr Hilfe angewiesen sind als die Viertklässler. Beispielsweise war beim Ausformulieren der Lösungen und Beobachtungen oder beim Aufbau der verschiedenen Versuche weniger Hilfe notwendig.

Die Betreuer bekamen den Eindruck, dass die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe bei der vierten Klasse besser funktionierte. So war es für die Viertklässler selbstverständlich, dass sie in der Gruppe zusammenarbeiten und jedes Gruppenmitglied einbeziehen. Weiter konnten die Schüler der vierten Klasse das Vorgehen bei der Bearbeitung der Versuche und Arbeitsblätter besser organisieren und brachten sich mehr mit eigenen Ideen und Vorschlägen ein. Der Betreuer stand mehr im Hintergrund. Bei der dritten Klasse musste der Betreuer hingegen stets darauf achten, dass sich alle Schüler beteiligen. Das unterschiedliche

Maß an Hilfestellung und Beteiligung des Betreuers wirkte sich bei beiden Klassen kaum auf die insgesamt sehr gute Motivation und Konzentration der Schüler aus.

Hinsichtlich der Vorkenntnisse bei den einzelnen Versuchen waren kaum Unterschiede zu erkennen. So konnten die Drittklässler bei einigen Versuchen mit ihrem Vorwissen punkten, bei anderen Versuchen hingegen die Viertklässler. Deshalb kann kein Zusammenhang zwischen Lehrplan und Vorwissen erkannt werden.

An dieser Stelle darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Grundschüler aus Gerbrunn das Lehr – Lern – Labor an einem für sie unbekanntem Ort erlebten. So fand der Labortag für die Drittklässler an der Universität statt. Für die Viertklässler hingegen wurden die einzelnen Stationen in einer für sie gewohnten Umgebung aufgebaut – nämlich in Differenzierungsräumen der Grundschule. Die ungewohnte Raumsituation machte sich jedoch nicht signifikant bemerkbar. Lediglich bei der Begrüßung im Hörsaal bestaunten und bewunderten die Drittklässler die Umgebung.

Sowohl Drittklässler als auch Viertklässler vermittelten bei den einzelnen Betreuern den Eindruck, dass sie im Rahmen des Lehr – Lern – Labors ihren Wissenshorizont erweitern konnten.

Bei der Qualität der einzelnen Vorträge waren sehr große Unterschiede zwischen den beiden Klassenstufen zu erkennen. So präsentierten sich die Viertklässler weitaus souveräner, sicherer und besser vorbereitet. Sie konnten weitgehend frei, selbstständig und fehlerfrei die einzelnen Versuche vorführen und die physikalischen Erklärungen vortragen. Mögliche Ursachen hierfür könnten darin liegen, dass sich die Schüler der vierten Klasse keine vier Stunden am Stück konzentrieren mussten. Denn der Labortag wurde auf zwei Tage aufgeteilt. So bekamen die Schüler die Chance, das Gelernte zu wiederholen und ihren Vortrag zu Hause am Nachmittag vorzubereiten. Ein weiterer Aspekt könnte hierbei sein, dass die Vorträge der Viertklässler in einer für sie gewohnten Umgebung stattfanden. Außerdem konnten diese Schüler im Verlauf der vierten Klasse schon mehrfach Erfahrungen mit Vorträgen sammeln. Die Vortragenden Gruppen überprüften ihren Präsentationserfolg mit kurzen Fragen oder Aufgaben zu ihren Versuchen. Bei den Drittklässlern war hierfür mehr Unterstützung durch ihre Betreuer notwendig. Außerdem wirkten sie bei der Präsentation deutlich unsicherer. Bei physikalischen Erklärungen schlichen sich immer wieder kleine Fehler ein.

Ein bemerkenswerter Unterschied liegt in der Aufmerksamkeit der Mitschüler. So verfolgten die Drittklässler diese Vorträge weitaus ruhiger und interessierter. Mögliche Ursachen sind, dass die Klassenlehrerin stets anwesend war und die Schüler nach der Bearbeitung ihrer Station etwas müde und erschöpft waren. Die Viertklässler verfolgten die Präsentationen ihrer Mitschüler zwar auch, beschäftigten sich teilweise aber anderweitig. Allerdings stellte die Klasse hier immer wieder Zwischenfragen an die vortragenden Gruppen.

Im Folgenden werden nun die Eindrücke der beiden Klassen miteinander verglichen.

9.2. Vergleich der Schülerfeedbackbögen

Es wird bei den Diagrammen, die dies visualisieren sollen, nicht nach Stationen, sondern lediglich nach den zwei Klassen unterschieden. Auch hier entspricht die Bedeutung der Smileys den Definitionen, die in den vorherigen Kapiteln erläutert wurden. Beispielhafte Begründungen für die Wahl der entsprechenden Smileys sind dem vorherigen Kapitel zu entnehmen.

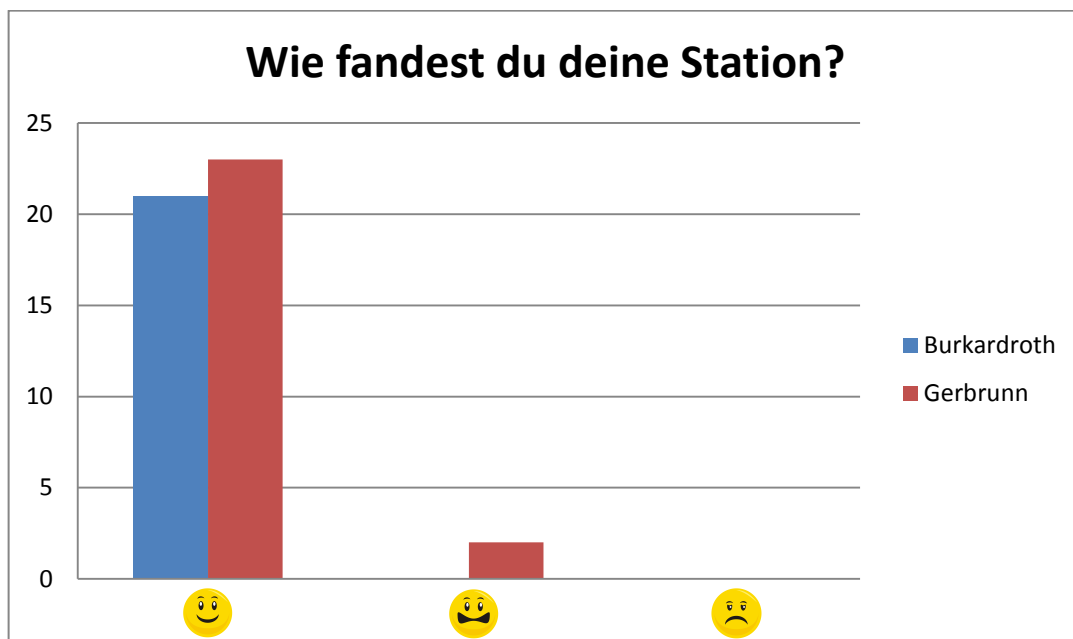


Diagramm 24: Vergleich - Wie fandest du deine Station?

In obigem Diagramm ist zu erkennen, dass alle Schüler der Grundschule Burkardroth sowie die deutliche Mehrheit der Grundschüler aus Gerbrunn von ihrer Station begeistert waren. Lediglich zwei Schüler aus Gerbrunn fanden ihre Station eher mittelmäßig. Hier sind keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Klassen zu erkennen.

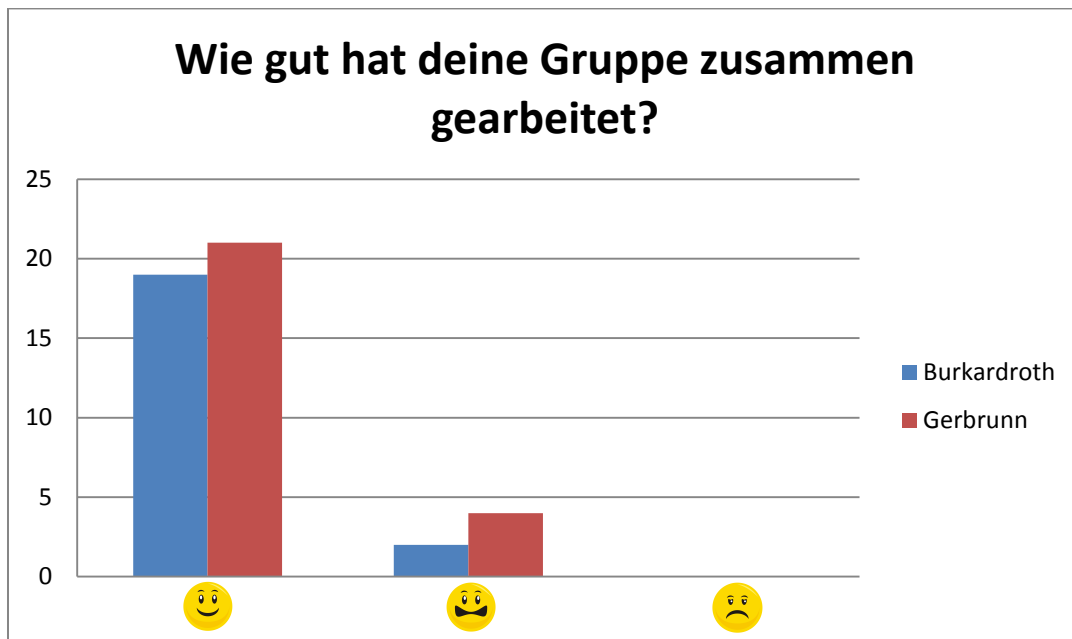


Diagramm 25: Vergleich - Wie gut hat deine Gruppe zusammen gearbeitet?

Bei dieser Frage entschieden sich erneut eine deutliche Mehrheit für den lachenden Smiley 😄 und brachte so zum Ausdruck, dass die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe ihrer Meinung nach hervorragend war. Aus den getrennten Auswertungen der beiden Grundschulen ist zu entnehmen, dass je ein Schüler der Station „Lumpi in den Bergen“ die Zusammenarbeit eher mäßig fand. Sonst sind keine weiteren Auffälligkeiten zu erkennen.

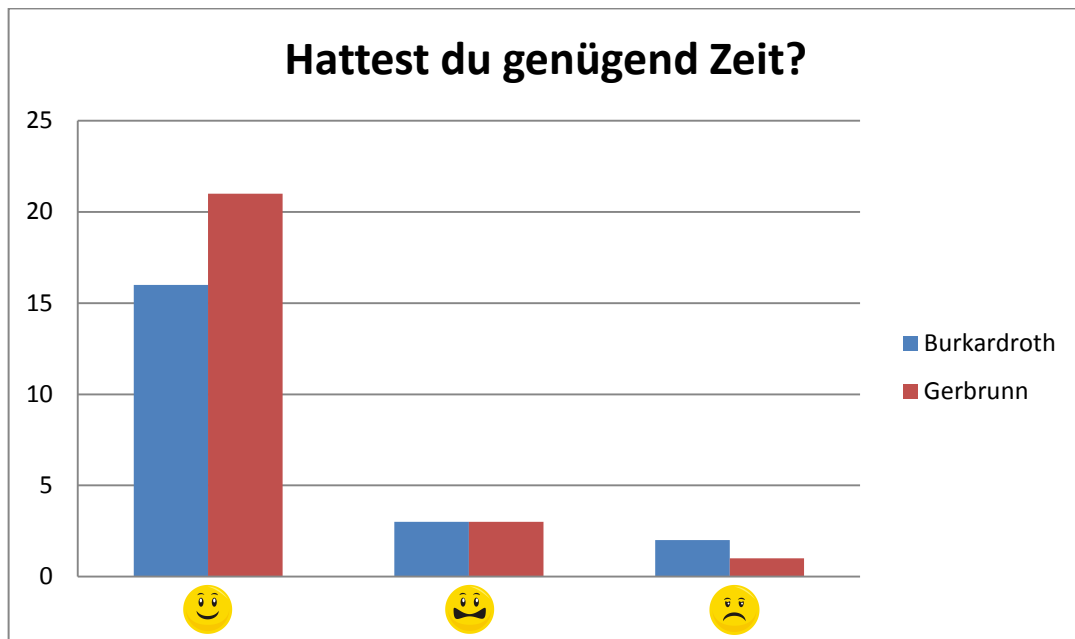


Diagramm 26: Vergleich - Hattest du genügend Zeit?

In diesem Diagramm erkennt man, dass die Drittklässler aus Gerbrunn das zeitliche Fenster gegenüber den Viertklässlern aus Burkardroth eher als ausreichend einschätzten. Allerdings bei der Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ empfanden beide Gruppen die Zeit als zu knapp bemessen. An dieser Stelle muss aber auch berücksichtigt werden, dass die Betreuer im Vorfeld vom Leiter des Lehr – Lern – Labors dazu angehalten wurden, die Drittklässler bei der gesamten Durchführung stärker zu unterstützen. Denn der Leiter erwartete, dass für die Schüler der dritten Klasse größere Schwierigkeiten entstehen könnten. Bei den Viertklässlern wurde dagegen weniger Hilfestellung geleistet, so dass sich die Schüler selbst intensiver mit den Themen und der Bearbeitung auseinandersetzen mussten.

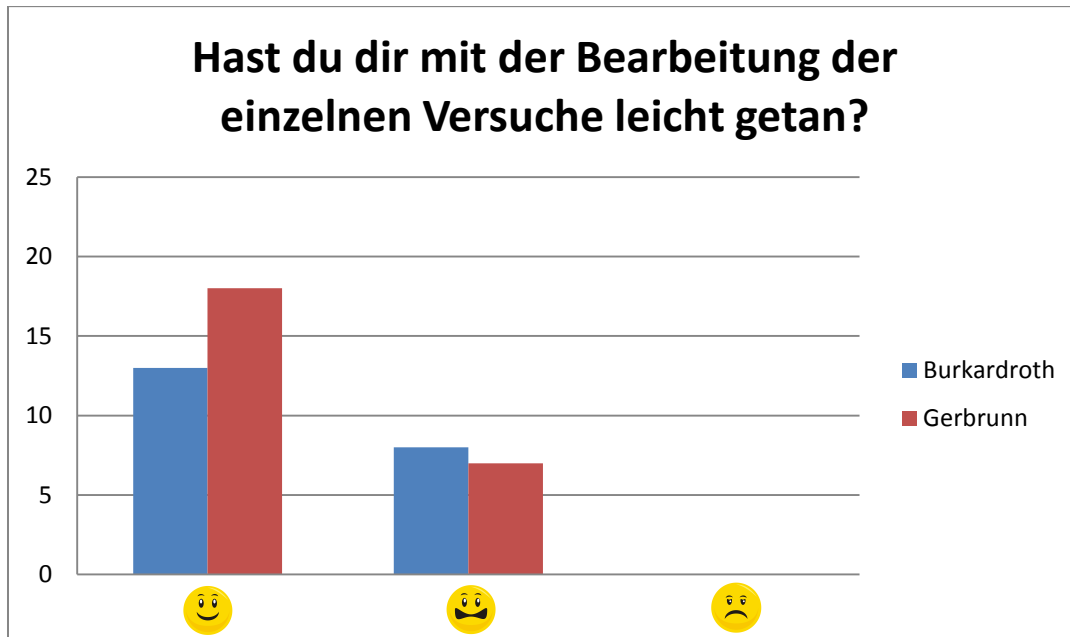


Diagramm 27: Vergleich - Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan?

In diesem Diagramm ist auffällig, dass prozentual mehr Schüler aus Burkardroth bei der Durchführung der einzelnen Versuche Schwierigkeiten hatten. Die Ursache kann, wie auch schon bei der Erläuterung des vorherigen Diagrammes erwähnt, darin liegen, dass die Viertklässler weniger Hilfestellung durch die Betreuer bekamen.

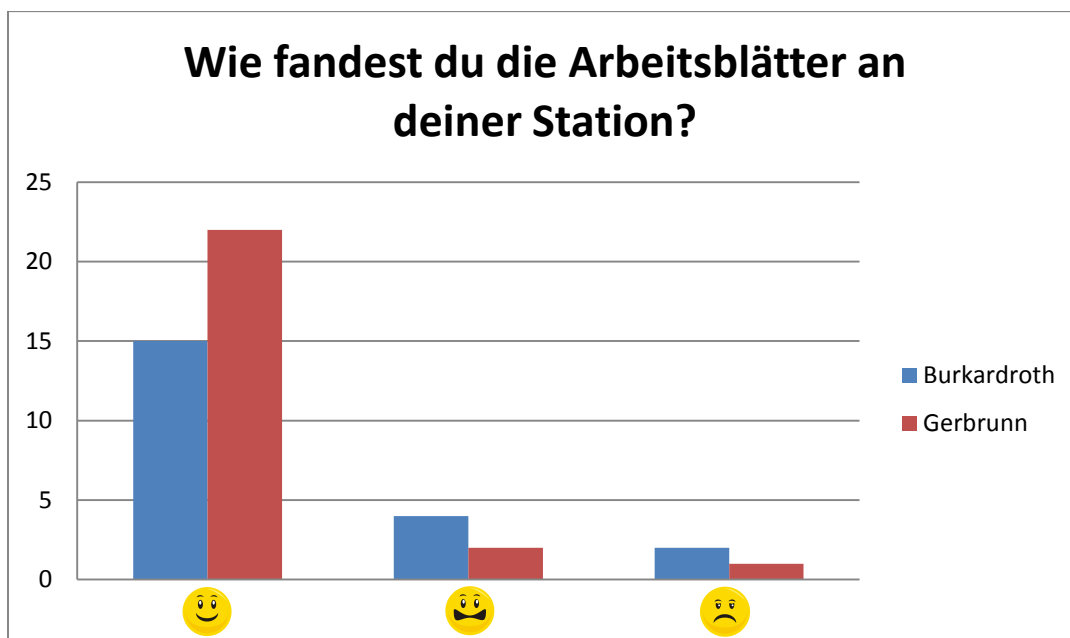


Diagramm 28: Vergleich - Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station?

Die Mehrheit beider Klassen tat sich letztendlich bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter an ihrer Station leicht. Dennoch ist auffällig, dass auch hier prozentual mehr Schüler der vierten Klasse aus Burkardroth im Vergleich zu der anderen Klasse die schlechteren Kategorien wählten. Eine Ursache hierfür könnte erneut darin liegen, dass die Betreuer bei der Durchführung der vierten Klasse weniger Hilfestellung leisteten.

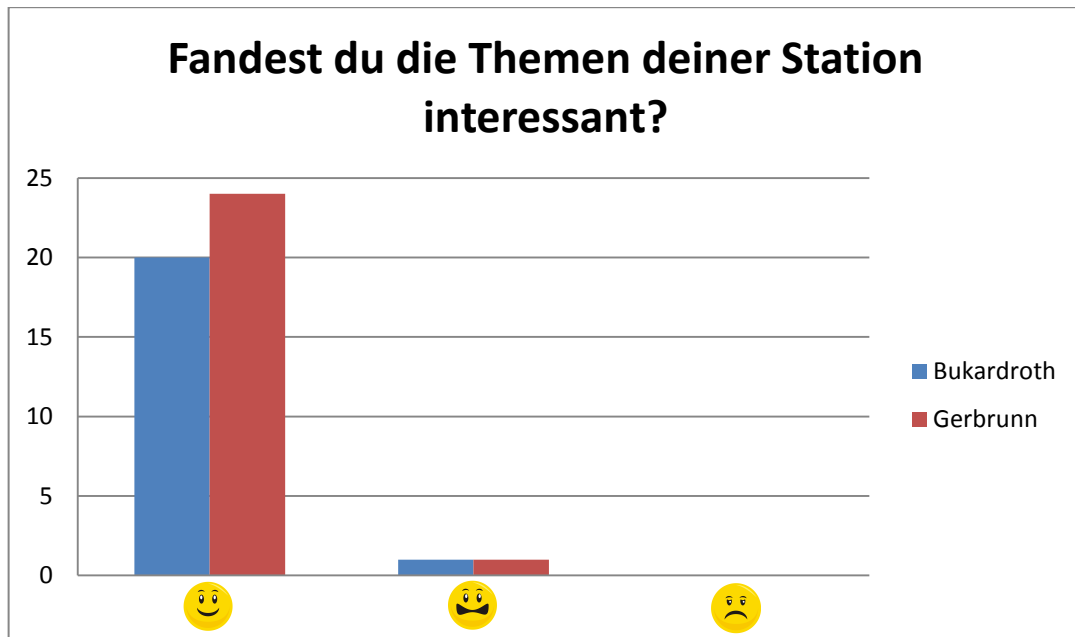


Diagramm 29: Fandest du die Themen deiner Station interessant?

Alle, bis auf zwei Schüler, beider Klassen, fanden die Themen ihrer Station sehr interessant und entschieden sich daher für den lachenden Smiley 😄. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die beiden Schüler, die den ernst schauenden Smiley 😐 ankreuzten, unterschiedliche Stationen bearbeiteten. Weitere Unterschiede sind nicht zu erkennen.

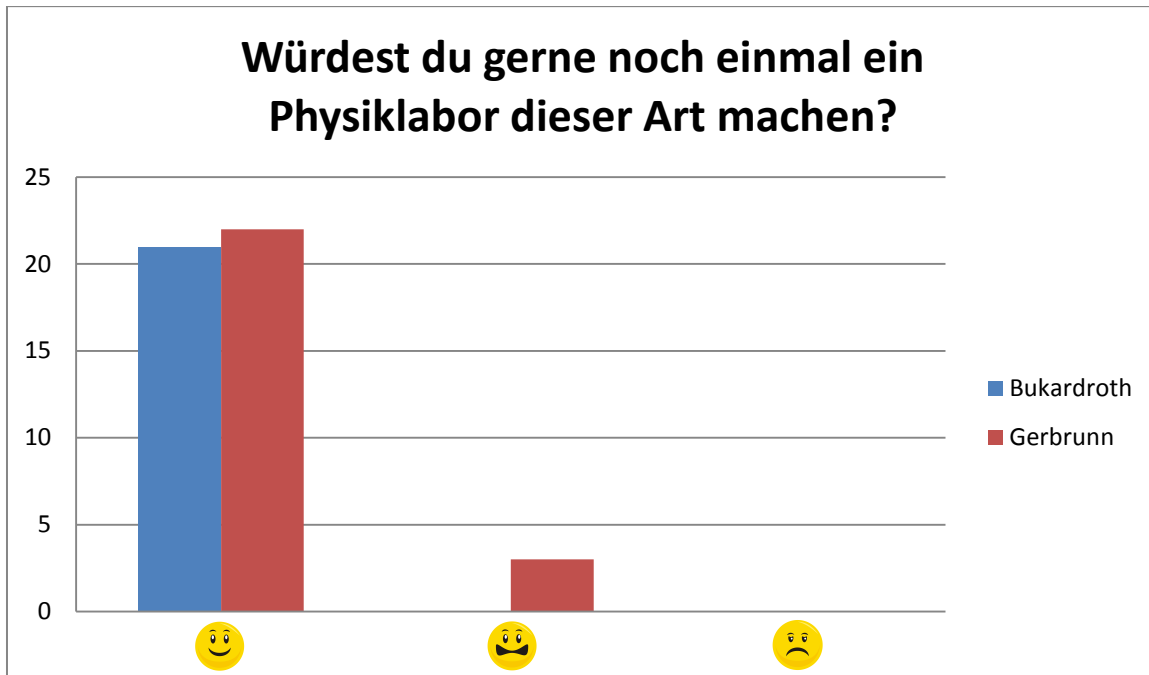


Diagramm 30: Vergleich - Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor dieser Art machen?

Lediglich drei Schüler der Grundschule Gerbrunn konnten sich nicht auf Antrieb festlegen, ob sie in weiterer Zukunft nochmals ein Lehr – Lern – Labor dieser Art machen möchten. Vermutlich mussten die betroffenen Drittklässler das Erlebte erst auf sich wirken lassen und waren teilweise etwas überfordert. Die Grundschüler der vierten Klasse aus Burkardroth hingegen waren einstimmig dafür, dass sie gerne wieder Labortage erleben möchten.

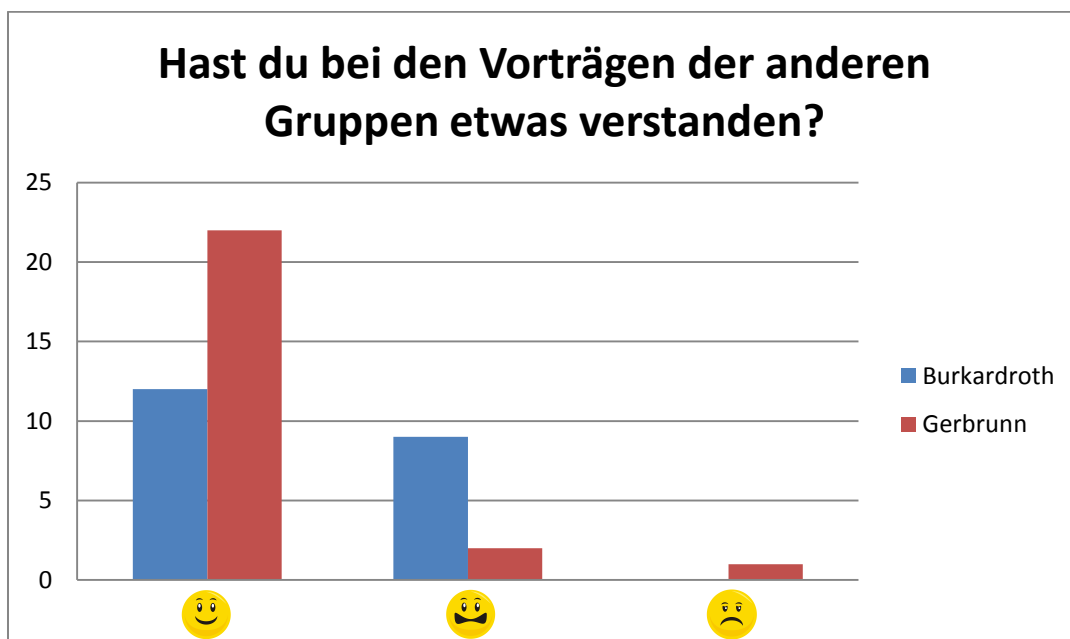


Diagramm 31: Vergleich - Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden?

In diesem Diagramm ist ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Klassen zu erkennen. So empfand die deutliche Mehrheit der Drittklässler die Vorträge ihrer Mitschüler als verständlich und gut gestaltet, während sich nur eine knappe Mehrheit der Viertklässler für diese Aussage entschied. Festzuhalten ist an dieser Stelle, dass kein Schüler der vierten Klasse die Vorträge seiner Mitschüler als so schlecht empfand, dass er nichts verstanden hat. Ein Schüler der dritten Klasse konnte dagegen den Vorträgen nicht soweit folgen, dass er etwas mitnehmen konnte.

Die Ursache für dieses Verhältnis liegt, nach Meinung der Betreuer, darin, dass die Viertklässler höhere Ansprüche an die Vorträge ihrer Mitschüler stellten, da sie bereits bei der Bearbeitung der einzelnen Stationen mehr gefordert waren. Außerdem wurden sie im Laufe des Schuljahres bereits mehrfach mit „Referaten“ ihrer Mitschüler konfrontiert.

10. Nachhaltigkeit des Lehr – Lern – Labors

„Lernen ist ein Prozess, der ein Individuum – aufgrund eigener, meist wiederholter Aktivität – zu relativ überdauernden Verhaltensveränderungen führt.“ [KWPP] Dies ist eine Definition für den Begriff „Lernen“. Im Rahmen des Lehr – Lern – Labors erhalten die Schüler die Möglichkeit, selbst aktiv zu werden und sich einzubringen. Darüber hinaus bekommen die Kinder das Schülerarbeitsheft, damit sie auch nach dem Labortag, den physikalischen Phänomenen auf den Grund gehen können. Somit sind beide Kriterien der Definition erfüllt. Das Lehr – Lern – Labor wurde unter anderem mit dem Ziel konzipiert, eine positive Haltung gegenüber der Physik nachhaltig bei den Schülern zu schaffen. Es wurde eigens ein Fragebogen entworfen, um herauszufinden, ob sich die Schüler in der Zeit nach dem Lehr – Lern – Labor erneut mit dem Schülerarbeitsheft auseinandersetzen und was den Schülern von ihrer Station im Gedächtnis geblieben ist. Der Fragebogen wurde bereits im Kapitel „Rahmenelemente“ näher erläutert.

Die Fragebögen wurden unmittelbar nach den Pfingstferien, circa 4 Wochen nach der Durchführung des Lehr – Lern – Labors, in der teilnehmenden 3. und 4. Klasse verteilt und beantwortet. Im weiteren Verlauf wird die Auswertung der Fragebögen der Grundschulen Gerbrunn und Burkardroth thematisiert. Im Rahmen dieser Auswertung wird abschließend noch ein Fazit gezogen. Die Auswertung der Fragebögen der Grundschule Gerbrunn wurden mit einem „G“ versehen und die der Grundschule Burkardroth mit einem „B“.

10.1. Auswertung

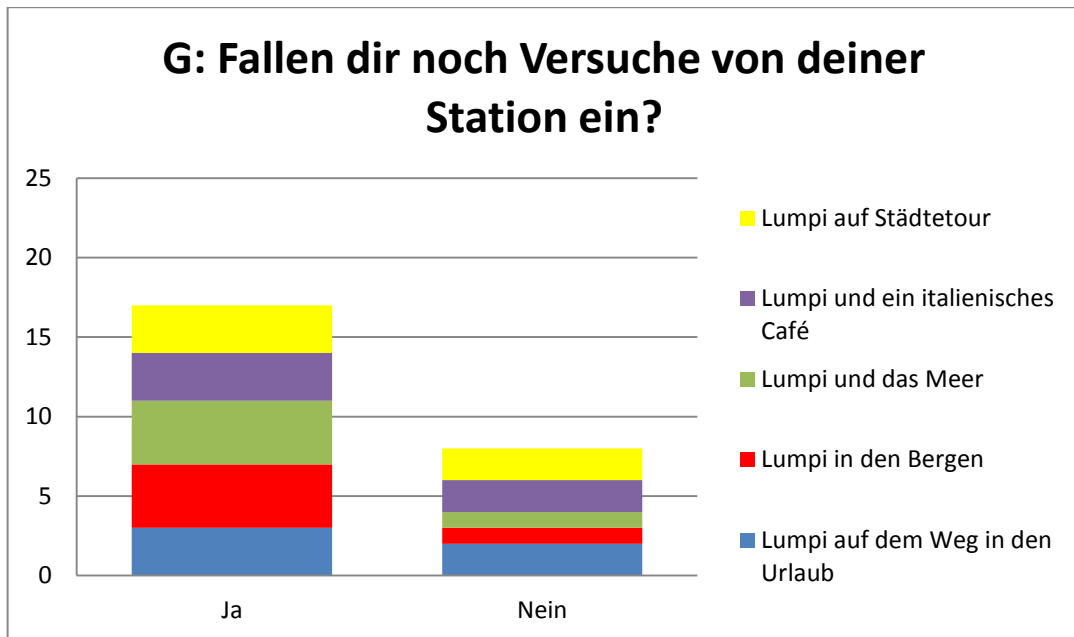


Diagramm 32: Klasse 3 - Fallen dir noch Versuche von deiner Station ein?

Die Mehrheit der Schüler der dritten Klasse der Grundschule Gerbrunn konnte sich noch an Versuche ihrer Station erinnern. Man muss dabei aber auch festhalten, dass offenbar ein Drittel der Schüler keine eigenen Versuche mehr ins Gedächtnis rufen konnte. Es ist bei obigem Diagramm keine Tendenz bezüglich der Station zu erkennen.

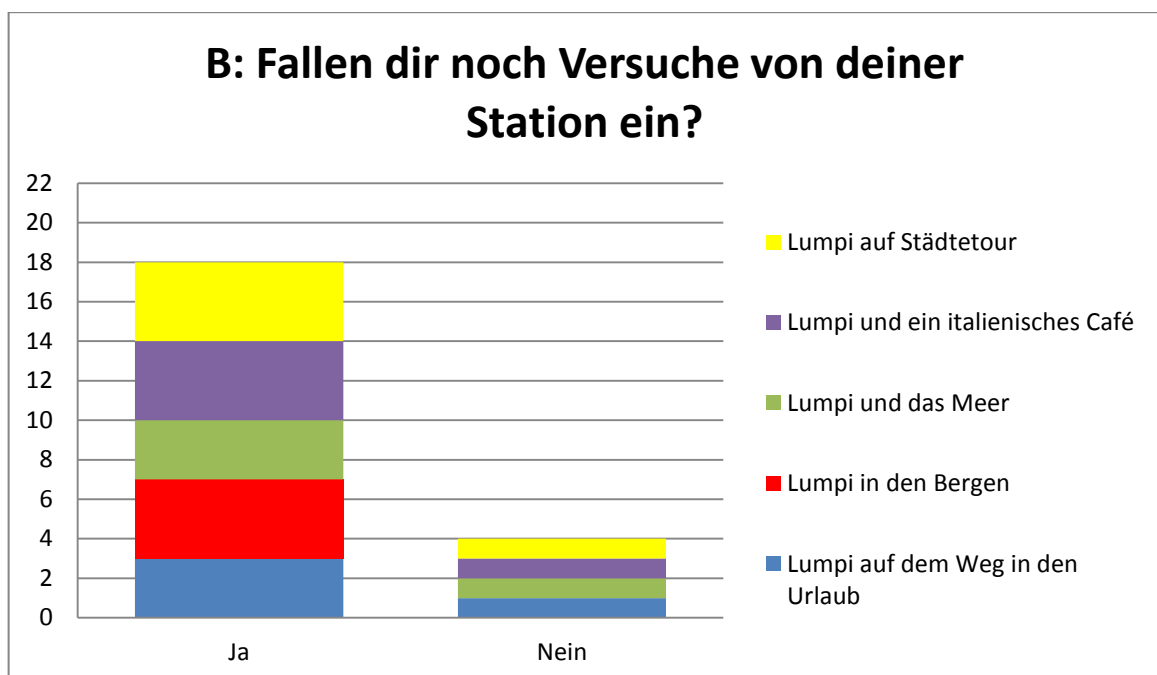


Diagramm 33: Klasse 4 - Fallen dir noch Versuche von deiner Station ein?

In der teilnehmenden 4. Klasse der Grundschule Burkardroth konnte sich laut Fragebogen noch eine deutliche Mehrheit der Schüler an Versuche ihrer Station erinnern. Lediglich vier Schüler der Klasse äußerten, dass sie keinerlei Erinnerungen hätten. Es sollte an dieser Stelle aber nicht ganz unerwähnt bleiben, dass drei dieser Schüler zunächst das „Ja“ ankreuzten, dies wieder durchstrichen und sich stattdessen zu einem „Nein“ entschieden. Daher kamen bei dem Autor dieser Arbeit Vermutungen auf, dass die Schüler großes Desinteresse gegenüber dem Fragebogen zeigten, da sie bei einem „Ja“ einen Versuch ihrer Station hätten aufschreiben müssen. Es ist hervorzuheben, dass sich alle Schüler der Station „Lumpi in den Bergen“ an mindestens einen Versuch erinnern konnten.

In den folgenden Kreisdiagrammen werden die Versuche jeder Station nach der Häufigkeit ihrer Nennung dargestellt. Hierbei werden die beiden Klassen der Grundschule Gerbrunn und Burkardroth in einem Diagramm zusammengefasst.

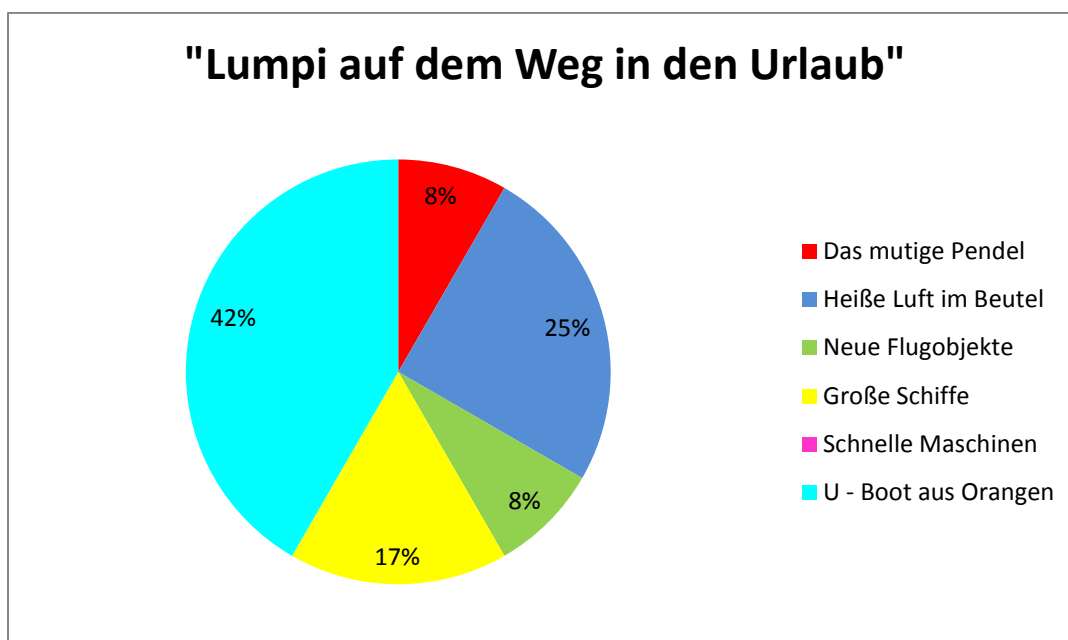


Diagramm 34: Versuche - "Lumpi auf dem Weg in den Urlaub"

An den Versuch „U-Boot aus Orangen“ konnten sich die meisten Schüler, welche die Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ bearbeiteten, erinnern. Darauf folgten die Versuche „Heiße Luft im Beutel“ und „Große Schiffe“. Die beiden Versuche „Das mutige Pendel“ und „Neue Flugobjekte“ wurden ebenfalls genannt. Der Versuch „Schnelle Maschinen“ hatte die Schüler offenbar nur wenig beeindruckt, da dieser nicht genannt wurde.

Es wird an dieser Stelle aber auch darauf hingewiesen, dass der Versuch „Schnelle Maschinen“ bei den Schülern der Grundschule Gerbrunn aus Zeitgründen nicht durchgeführt wurde.

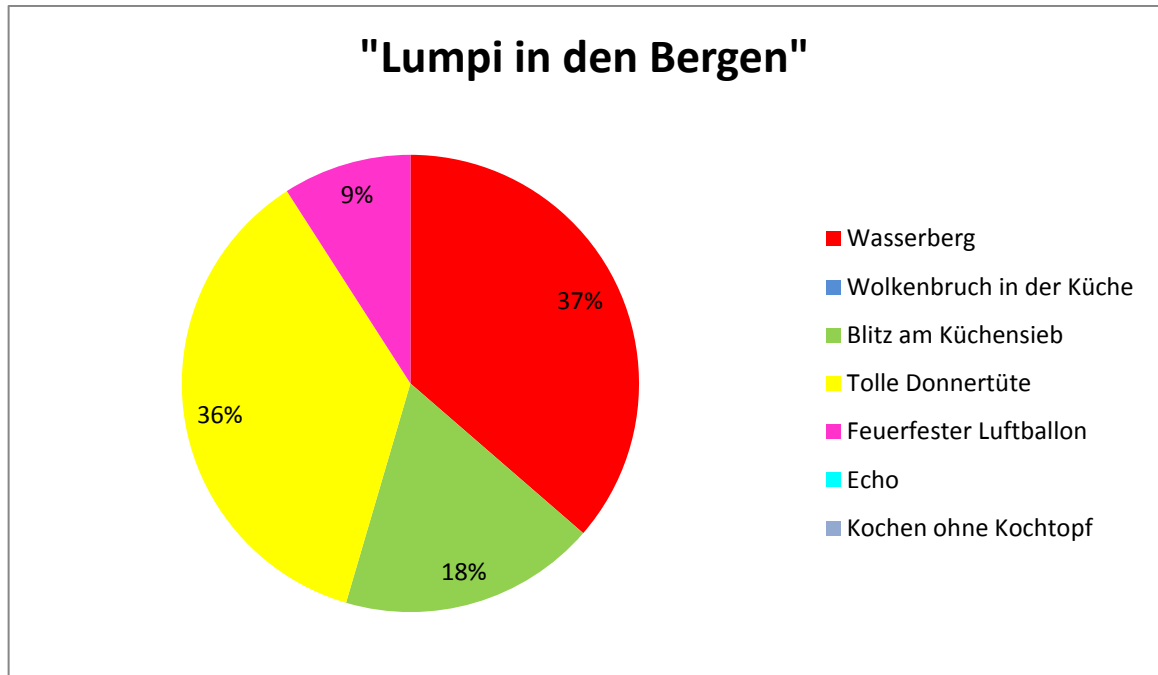


Diagramm 35: Versuche - "Lumpi in den Bergen"

Sowohl an die „Tolle Donnertüte“ als auch an den Versuch „Wasserberg“ konnten sich die meisten Schüler der Station „Lumpi in den Bergen“ erinnern. Darauf folgten die Versuche „Blitz am Küchensieb“ und „Feuerfester Luftballon“. Drei Versuche dieser Station wurden gar nicht genannt. Es sollte aber auch berücksichtigt werden, dass der Versuch „Kochen ohne Kochtopf“ aus zeitlichen Gründen an beiden Labortagen nicht durchgeführt werden konnte.

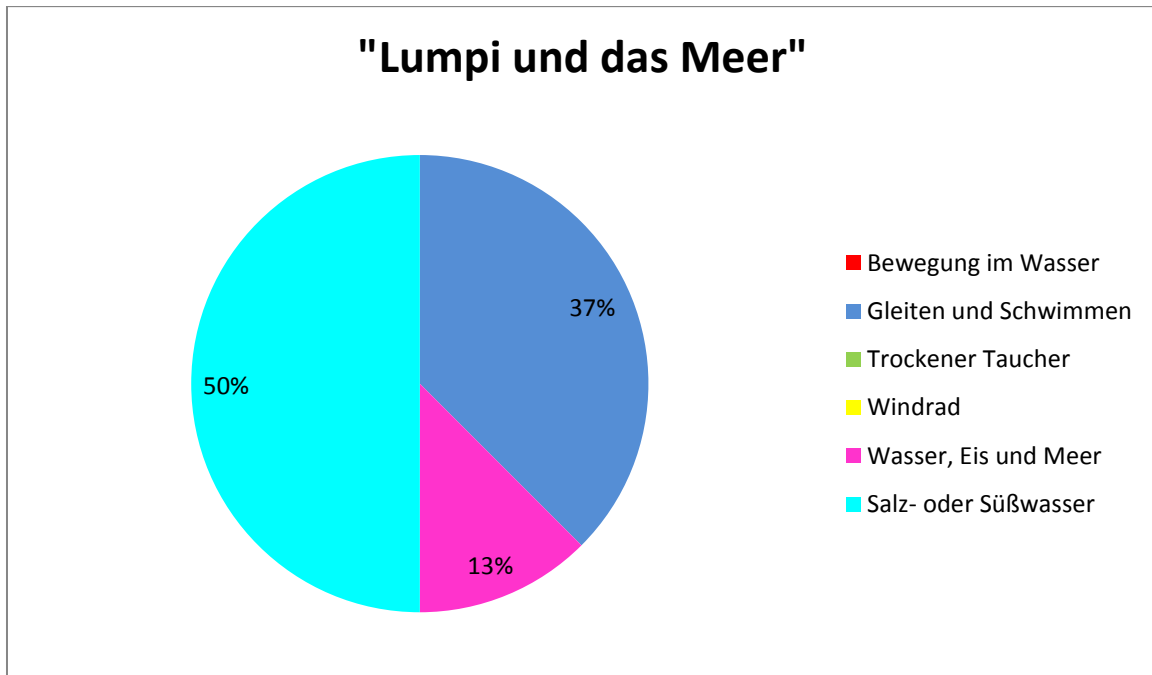


Diagramm 36: Versuche - "Lumpi und das Meer"

Das obige Diagramm stellt sehr schön dar, dass der Versuch „Salz- oder Süßwasser“ der Hälfte der Schüler, welche die Station „Lumpi und das Meer“ bearbeiteten, im Gedächtnis blieben. An den Versuch „Gleiten und Schwimmen“ konnten sich ebenfalls einige Schüler erinnern. Der Versuch „Wasser, Eis und Meer“ wurde ebenfalls aufgeschrieben. Die Versuche „Trockener Taucher“ und „Windrad“ dagegen wurden von keinem Schüler genannt.

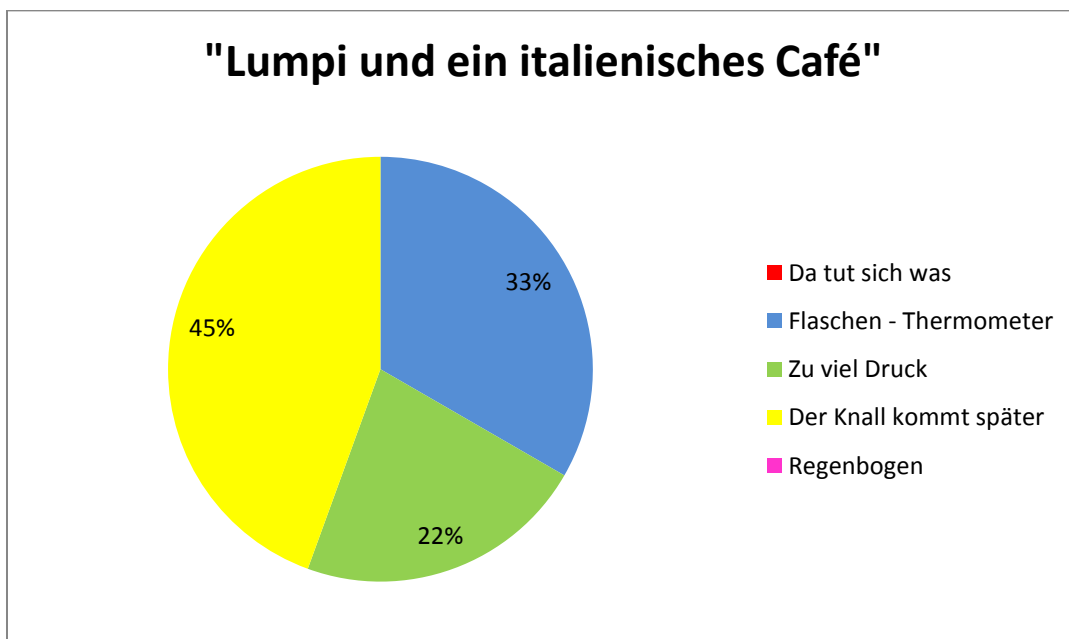


Diagramm 37: Versuche - "Lumpi und ein italienisches Café"

Dieses Diagramm zeigt eine ähnliche Zusammensetzung wie auch das vorherige. So konnte sich fast die Hälfte der Schüler an den Versuch „Der Knall kommt später“ erinnern. Das „Flaschen – Thermometer“ hat die Schüler der Station „Lumpi und ein italienisches Café“ ebenfalls beeindruckt. Neben diesen beiden Versuchen konnten die Schüler den Versuch „Zu viel Druck“ ebenfalls im Gedächtnis behalten. Die Versuche „Da tut sich was“ und „Regenbogen“ waren für die Schüler anscheinend nicht einprägsam genug, da sie beide bei dieser Frage nicht erwähnten. Allerdings konnte der Versuch „Regenbogen“ aus Zeitgründen am Labortag der Grundschule Gerbrunn nicht behandelt werden.

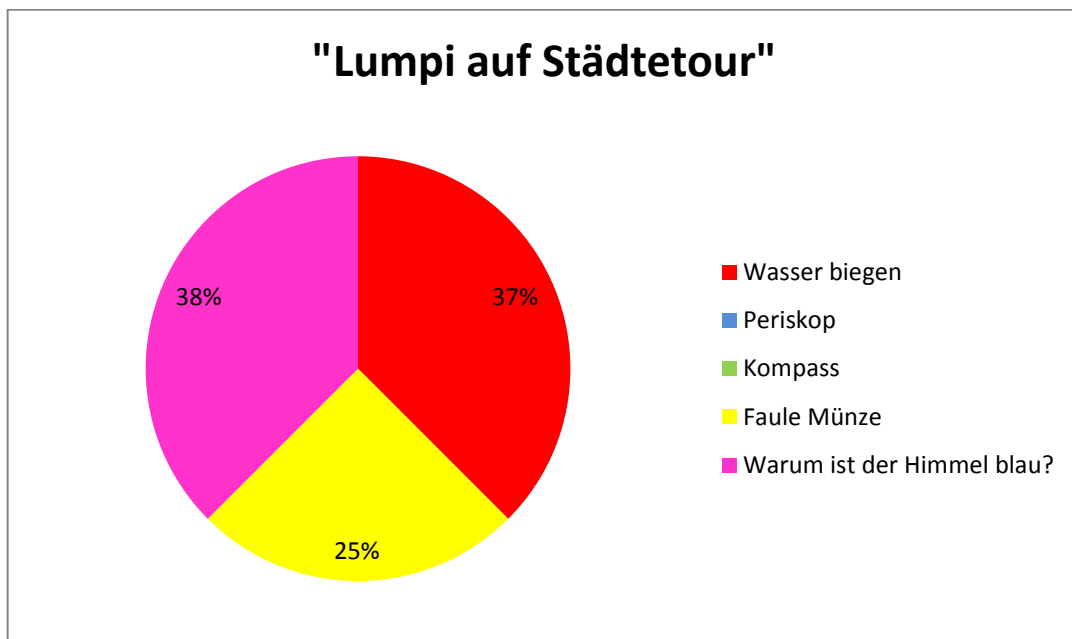


Diagramm 38: Versuche - "Lumpi auf Städtetour"

Für die Schüler der Station „Lumpi auf Städtetour“ waren die Versuche „Warum ist der Himmel blau?“ und „Wasser biegen“ sehr einprägsam. Den Versuch „Faule Münze“ konnte auch ein Viertel der Schüler in ihr Gedächtnis rufen. Das „Periskop“ und der „Kompass“ hingegen wurden nicht genannt.

Die dritte Frage des Fragebogens wird wieder nach Grundschulen getrennt ausgewertet.

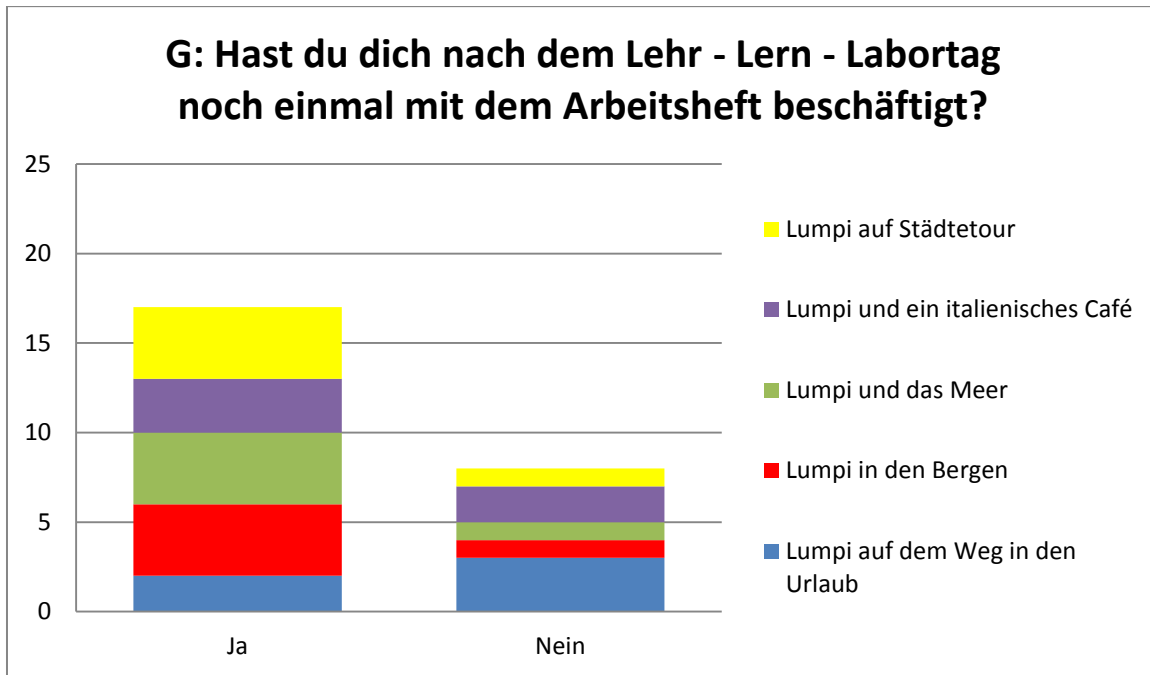


Diagramm 39: Klasse 3 - Hast du dich nach dem Lehr - Lern - Labortag noch einmal mit dem Arbeitsheft beschäftigt?

Gerade mal zwei Drittel der Schüler der teilnehmenden dritten Klasse der Grundschule Gerbrunn gaben in ihrem Fragebogen an, dass sie sich nach dem Lehr - Lern - Labortag noch mindestens einmal mit dem Arbeitsheft beschäftigten. In diesem Diagramm ist sehr auffällig, dass sich lediglich zwei Schüler der Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ im Nachhinein mit dem Schülerarbeitsheft auseinandersetzten.

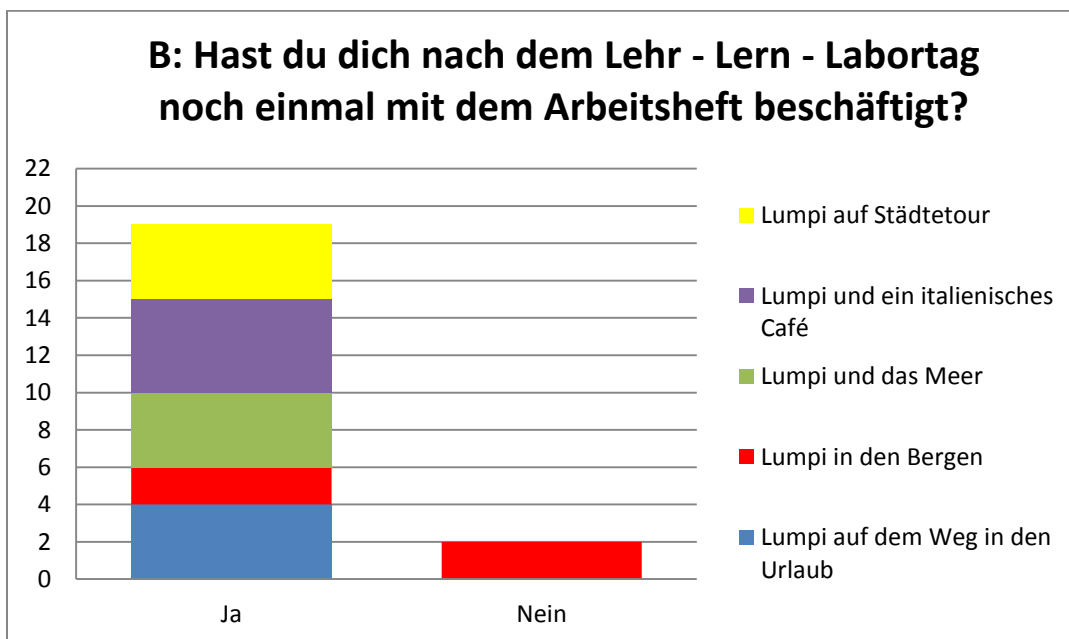


Diagramm 40: Klasse 4 - Hast du dich nach dem Lehr - Lern - Labortag noch einmal mit dem Arbeitsheft beschäftigt?

Nur zwei Schüler der teilnehmenden vierten Klasse der Grundschule Burkardroth gaben im Rahmen des Fragebogens an, dass sie sich im Anschluss an das Lehr - Lern - Labor nicht mehr mit dem Arbeitsheft beschäftigten. Dabei ist festzuhalten, dass das Verhältnis zwischen den Schülern der Station „Lumpi in den Bergen“, die das Arbeitsheft noch einmal benutzten und denen, die sich nicht noch einmal damit beschäftigten, ausgewogen ist. Bemerkenswert ist, dass sich alle Schüler der übrigen Stationen nochmals mit dem Arbeitsheft auseinandersetzten.

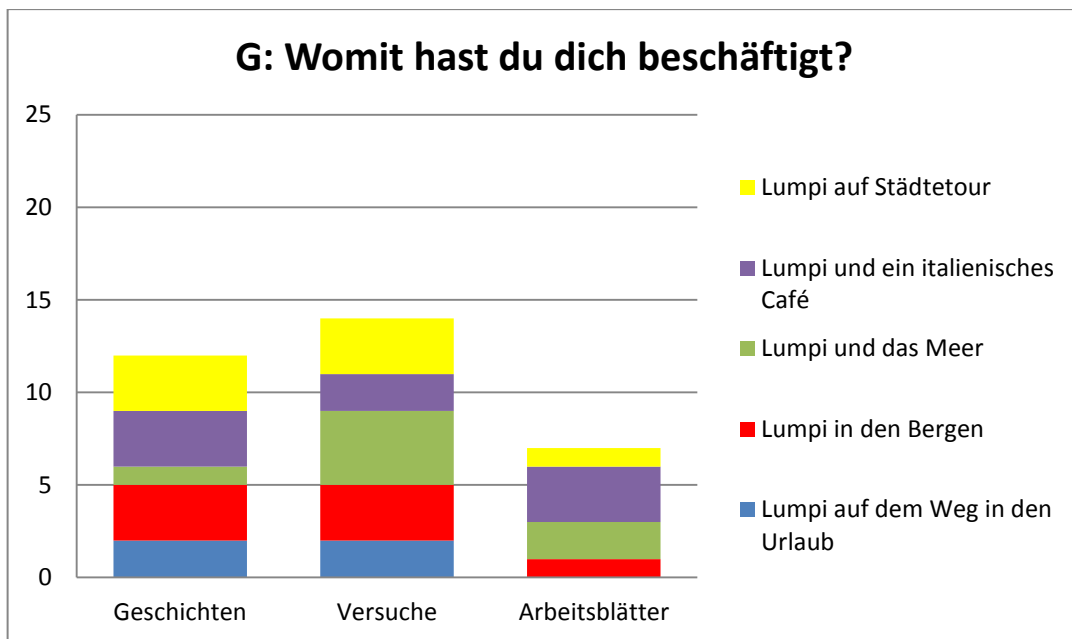


Diagramm 41: Klasse 3 - Mit was hast du dich beschäftigt?

In obigem Diagramm ist zu erkennen, dass die Mehrheit der Schüler der dritten Klasse der Grundschule Gerbrunn sehr großes Interesse daran hatte, im Anschluss an den Labortag Versuche zu wiederholen und durchzuführen. Einige der Schüler beschäftigten sich ebenfalls mit den Geschichten. Die Arbeitsblätter fanden im Vergleich dazu nur sehr wenig Anklang. Es ist hierbei auch festzuhalten, dass sich einige Schüler der Station „Lumpi und ein italienisches Café“ mit der Bearbeitung einzelner Arbeitsblätter auseinandersetzten. Im Gegensatz dazu beschäftigte sich kein Schüler der Gruppe „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ mehr mit den Arbeitsblättern.

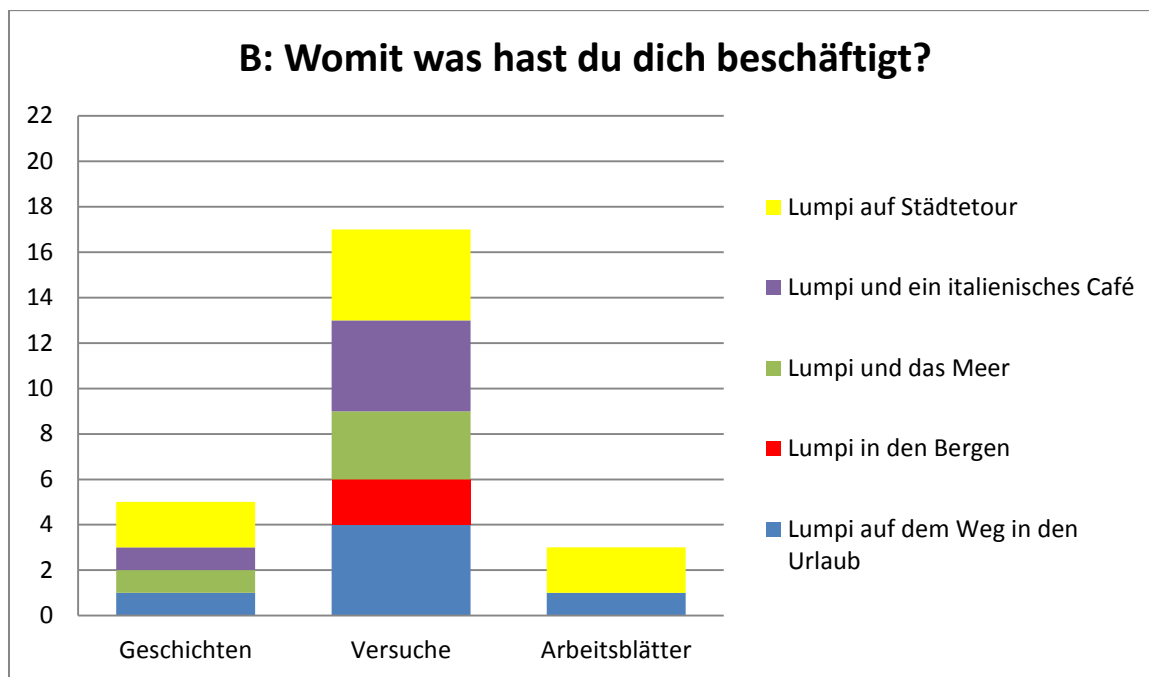


Diagramm 42: Klasse 4 - Mit was hast du dich beschäftigt?

Etwa vier Fünftel der Schüler der teilnehmenden vierten Klasse der Grundschule Burkardroth führten im außerschulischen Kontext weitere Versuche durch. In obigem Diagramm ist auch sehr deutlich zu erkennen, dass sich alle Schüler der Stationen „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“, „Lumpi und ein italienisches Café“ und „Lumpi auf Städtetour“ nochmals mit Versuchen nach dem Labortag auseinandersetzten. Die Schüler der Station „Lumpi in den Bergen“ hatten im Anschluss an den Labortag keinerlei Interesse mehr an Geschichten und Arbeitsblättern. Vereinzelt beschäftigten sich die Schüler noch mit Geschichten. Lediglich drei Schüler befassten sich nochmals mit Arbeitsblättern. Auffällig ist, dass die Schüler der Gruppe „Lumpi auf Städtetour“ sowohl an Geschichten, Versuchen als auch an Arbeitsblätter Interesse zeigten.

Im folgenden Diagramm sind die Versuche aufgeführt, an die sich die Schüler erinnern konnten und die nicht von der eigenen Station waren. Auch hier werden die beiden Klassen der Grundschulen Gerbrunn und Burkardroth gemeinsam aufgeführt.

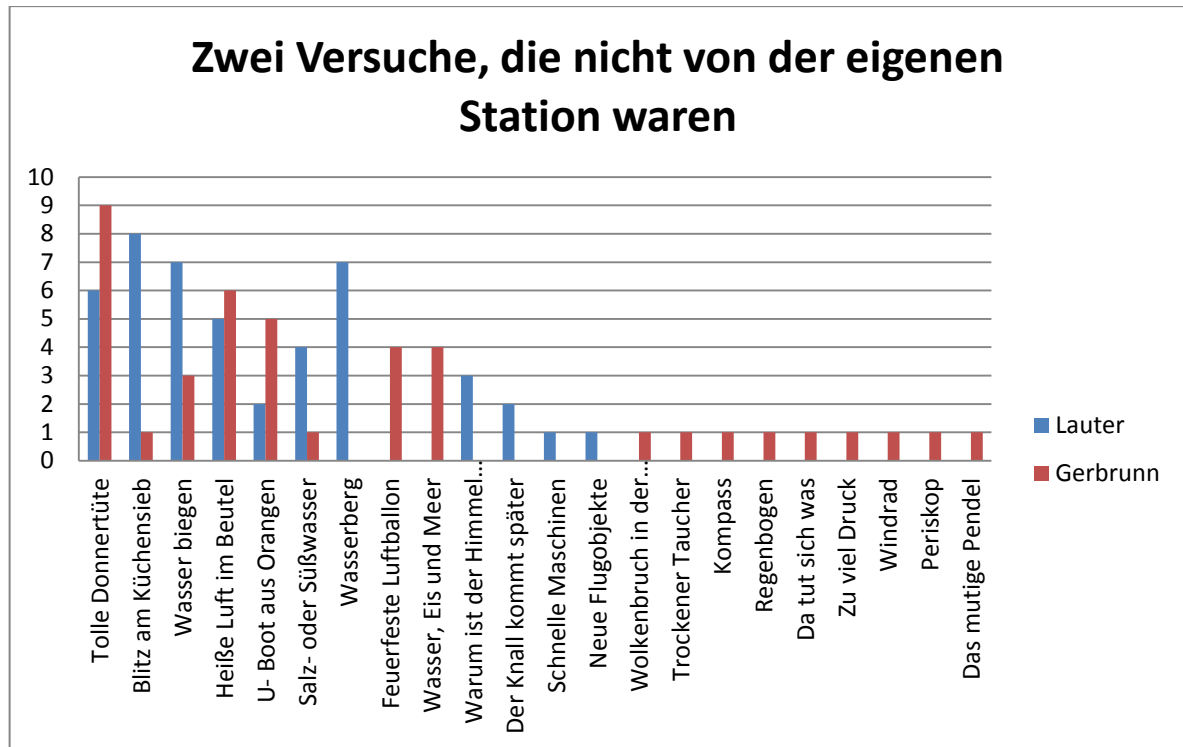


Diagramm 43: Zwei Versuche, die nicht von der eigenen Station waren

An die Versuche „Tolle Donnertüte“ und „Heiße Luft im Beutel“ konnten sich sowohl die teilnehmenden Schüler der Grundschule Gerbrunn als auch die teilnehmenden Schüler der Grundschule Burkardroth sehr gut erinnern. Bei den weiteren Versuchen ist ein sehr deutlicher Unterschied zwischen den beiden Grundschulen zu erkennen. So konnten sich Versuche, wie „Blitz am Küchensieb“, „Wasser biegen“, „Wasserberg“, „Salz- oder Süßwasser“ und „Warum ist der Himmel blau?“ sehr gut im Gedächtnis der Grundschüler der vierten Klasse aus Burkardroth verankern. Den Drittklässlern aus Gerbrunn waren dagegen die Versuche „U-Boot aus Orangen“, „Feuerfester Luftballon“ und „Wasser, Eis und Meer“ geläufig.

Bei der Auswertung des Diagramms kamen Vermutungen auf, dass ein Zusammenhang zwischen den Vorträgen, die im Rahmen des Lehr – Lern – Labors stattfanden, und dem Erinnerungsvermögen an zwei Versuchen, die nicht von der eigenen Station waren, besteht. So stellten die teilnehmenden Schüler der Grundschule Burkardroth unter anderem die Versuche „Wasser biegen“, „Warum ist der Himmel blau?“, „Wasserberg“, „Blitz am Küchensieb“, „Salz- oder Süßwasser“, „Heiße Luft im Beutel“ und das „U-Boot aus Orangen“ vor. Ein Großteil dieser konnte sich gerade an die aufgezählten Versuche erinnern. Die

teilnehmenden Schüler der Grundschule Gerbrunn präsentierten beispielsweise die Versuche „Heiße Luft im Beutel“, „U-Boot aus Orangen“, „Wasser biegen“, „Wasser, Eis und Meer“, „Tolle Donnertüte“ und den „Feuerfesten Luftballon“. So lassen sich hiermit ebenfalls die Vermutungen bestätigen, die im Rahmen der Auswertung auftraten. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass andere Versuche, die ebenfalls präsentiert wurden, nicht oder nur einmal von den Klassen genannt wurden. Daraus lässt sich vermuten, dass diese entweder nicht spannend und interessant genug waren oder auch, dass die Vorträge nicht ansprechend genug gestaltet waren. Da die Schüler aber auch Versuche nannten, die nicht vorgeführt wurden, kann man daraus schließen, dass privat weitere Versuche ausprobiert wurden.

10.2. Zusammenfassung

Abschließend ist festzuhalten, dass bei der Auswertung des Fragebogens deutliche Unterschiede zwischen der dritten und vierten Klasse zu erkennen sind. So beschäftigten sich prozentual mehr Schüler der teilnehmenden vierten Klasse im Anschluss an den Labortag mit dem Arbeitsheft. Ebenfalls konnten sich mehr teilnehmende Schüler der Grundschule Burkardroth an Versuche ihrer Station erinnern. Daraus entsteht die Vermutung, dass das Lehr – Lern – Labor den Schülern einer dritten Klasse durchaus Spaß macht und im Moment der Durchführung einiges an Wissen vermittelt, jedoch nicht nachhaltig genug für eine dritte Klasse konzipiert ist, da der Stoff im Unterricht, wenn überhaupt, nur sehr selten aufgegriffen und wiederholt wird. Weiter sind Bestandteile des Lehr – Lern – Labors teilweise erst für die vierte Jahrgangsstufe an bayerischen Grundschulen im Lehrplan vorgesehen.

Außerdem kann gesagt werden, dass das Lehr – Lern – Labor bei den Schülern der vierten Klasse einen bleibenden Eindruck hinterlassen hat. Schließlich hat sich die Mehrheit der Schüler der vierten Klasse im Anschluss an den Labortag nochmals ausgiebig mit dem Arbeitsheft beschäftigt.

11. Alternativdurchführung mit einer 4. Klasse

Das Lehr – Lern – Labor wurde ursprünglich so konzipiert, dass jede Gruppe an ihrer Station von einem Betreuer unterstützt und betreut wird. Diese Art der Durchführung fand zweimal statt. Daraus entwickelte sich die Idee, das Lehr – Lern – Labor erneut durchzuführen, dieses Mal allerdings ohne Betreuer an jeder Station. Hiermit sollte getestet werden, ob das Lehr – Lern – Labor so konzipiert wurde, dass die Schüler es selbstständig und ohne große Hilfestellung bearbeiten können. Diese Form des Lehr – Lern – Labors könnte so auch im regulären Schulalltag stattfinden, da hier in den meisten Fällen ausschließlich die Lehrkraft zur Verfügung steht. Am Ende dieses Kapitels befinden sich einige Impressionen der Alternativdurchführung.

11.1. Durchführung

Eine vierte Klasse der Grundschule Gerbrunn besuchte mit ihrer Klassenlehrerin Anfang Juli das Lehr – Lern – Labor an der Universität. In der Klasse waren zu diesem Zeitpunkt 24 Schüler. Der zeitliche Rahmen dieser Durchführung unterscheidet sich grundlegend von den vorherigen. Deshalb wird dieser hier näher erläutert.

Zeitplan für die Durchführung am 01.07.2011

8:30	Ankunft der Klasse
8:30 – 9:00	Begrüßung und organisatorische Hinweise im Seminarraum
9:00 – 11:00	Bearbeitung der einzelnen Stationen und Vorbereitung des Vortrags
11:00 – 11:10	Pause
11:10 – 12:00	Vorträge und gemeinsamer Ausklang

Tabelle 4: Zeitplan für die Durchführung am 01.07.2011

Die Klasse traf gegen 8:30 Uhr an der Universität ein, so dass pünktlich mit der Begrüßung begonnen werden konnte. Im Rahmen der Begrüßung stellten sich der Leiter des Lehr – Lern – Labors und der Betreuer vor und organisatorische Dinge wurden geklärt. Die organisatorischen Hinweise beinhalten die Regeln, die für eine reibungslose Durchführung des Lehr – Lern – Labors notwendig sind sowie auch den zeitlichen Rahmen. Am Ende wurden die Schüler noch auf die fünf Stationen aufgeteilt. Gegen 9:00 Uhr konnte so die Bearbeitung der einzelnen Stationen beginnen. Die Schüler hatten bei dieser Durchführung

nicht wie gewohnt 90 Minuten Zeit, sondern 2 Stunden. Bei der Bearbeitung der Stationen ohne große Hilfestellung durch die jeweiligen Betreuer ist mehr Zeit notwendig, da die Schüler die Geschichten von Professor Lumpi selbst erlesen und sich immer wieder neu orientieren müssen. Außerdem müssen sich die Schüler aus dem Materialienrepertoire ihrer Station die notwendigen Utensilien für ihre Versuche eigenständig heraussuchen und diese auch aufbauen. Dies nimmt deutlich mehr Zeit in Anspruch, da sich die Gruppe zunächst erst einmal zurechtfinden muss. Deshalb wurde bei der Begrüßung auch darauf aufmerksam gemacht, dass die Schüler in der vorgegebenen Zeit mindestens vier Versuche ihrer Station bearbeiten sollten, es aber nicht schlimm sei, falls sie diese nicht schaffen würden. Im Rahmen der Bearbeitungszeit der Station einigten sich die Schüler am Ende jeweils nur auf einen Versuch, welcher der Klasse präsentiert werden sollte. Im Anschluss an die Durchführung der Stationen bekamen die Schüler etwas Zeit, damit sie sich entspannen und regenerieren können. Die restlichen 50 Minuten des Labortages wurden damit verbracht, dass die einzelnen Gruppen ihren Mitschülern den für sie interessantesten Versuch mit physikalischem Hintergrund präsentierten und mit dem Ausfüllen des Feedbackbogens. Gegen 12:00 Uhr konnte die Klassenlehrerin wieder mit ihrer Klasse zur Grundschule Gerbrunn zurückkehren.

Die wesentlichen Unterschiede zu den beiden anderen Durchführungen des Lehr – Lern Labors bestehen darin:

- Die Klasse bekam lediglich durch zwei Betreuer Hilfestellung. Dabei erwies sich als Vorteil, dass die Stationen in nebeneinandergelegenen Räumen aufgebaut waren. Diese waren zudem durch Türen miteinander verbunden. Daher konnten die Betreuer ohne großen Aufwand schnell zwischen den Stationen wechseln. Außerdem waren die Betreuer für die Schüler leicht zu erreichen.
- Die Gruppen bekamen mehr Zeit für die Bearbeitung der Stationen.
- Die Schüler sollten mindestens vier Versuche komplett bearbeiten, hingegen die anderen Klassen, wenn möglich, die komplette Station schaffen.
- Die Schüler mussten weitgehend selbstständig und in Eigeninitiative die Stationen bearbeiten. So halfen die Betreuer beispielsweise kaum bei Ausformulierungen.
- Die Schüler mussten sich gegenseitig selbst sowohl zu diszipliniertem Verhalten als auch zu konstruktiver und produktiver Arbeitsweise anhalten.

- Der Vortrag der Gruppen beinhaltete nur das Vorstellen eines Versuches.
- Es fanden keinerlei Beobachtungen in schriftlicher Form während der Bearbeitung der Stationen und der Vorträge statt. → Die im weiteren Verlauf dieses Kapitels dargestellten Beobachtungen entstanden aus der Rekapitulation der Betreuer.

11.2. Auswertung

Bei dieser Durchführung des Lehr – Lern – Labors erhielten die Schüler auch den gleichen Feedbackbogen, wie auch schon die beiden anderen Klassen, die das Lehr – Lern – Labor zuvor durchgeführt haben. Der Aufbau des Schülerfeedbackbogens wurde bereits im Kapitel „Rahmenelemente“ näher erläutert.

In den folgenden Diagrammen sind auf der senkrechten Achse die Zahl der Schüler aufgetragen und auf der horizontalen Achse die Smileys. In der Regel steht auch hier der lachende Smiley 😊 für positive und sehr gute, der ernst schauende Smiley 😐 für mittelmäßige und der traurige Smiley ☹️ für schlechte Eindrücke und Meinungen. Wenn die Bedeutung der Smileys davon abweichen sollte, wird diese im Anschluss an das Diagramm genau erläutert. Wie auch schon bei der Auswertung der übrigen Schülerfeedbackbögen sind in den nachfolgenden Diagrammen die verschiedenen Stationen durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet. Die Begründungen wurden aus den Feedbackbögen der Schüler entnommen.

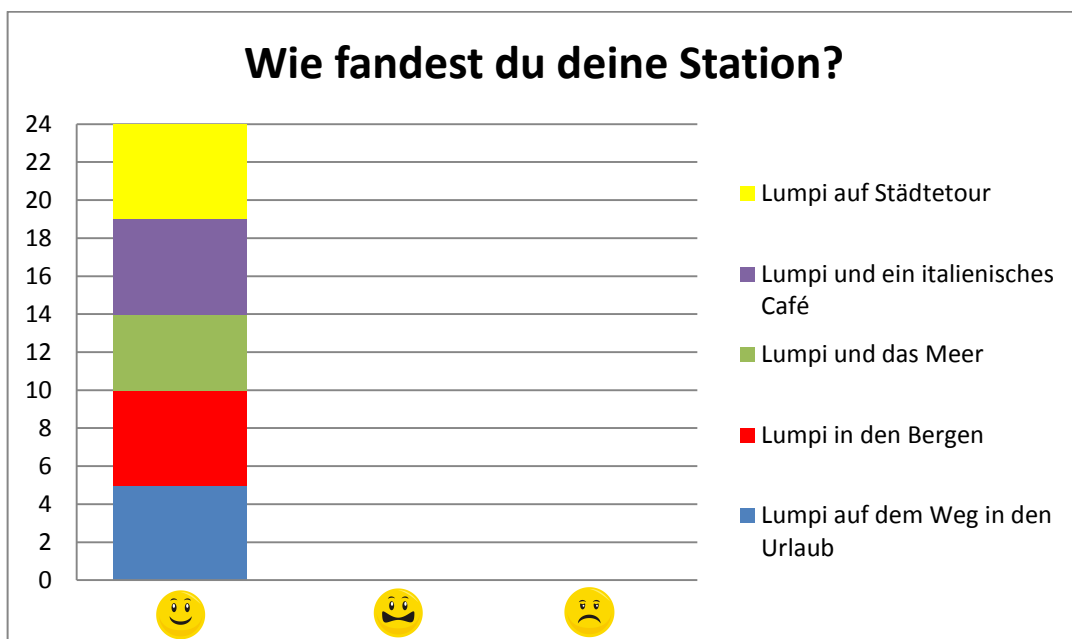


Diagramm 44: Alternativdurchführung - Wie fandest du deine Station?

Wie sehr schön in obigem Diagramm zu erkennen ist, fanden alle 24 Schüler, die an dem Lehr – Lern- Labor teilgenommen haben, ihre Station sehr gut.

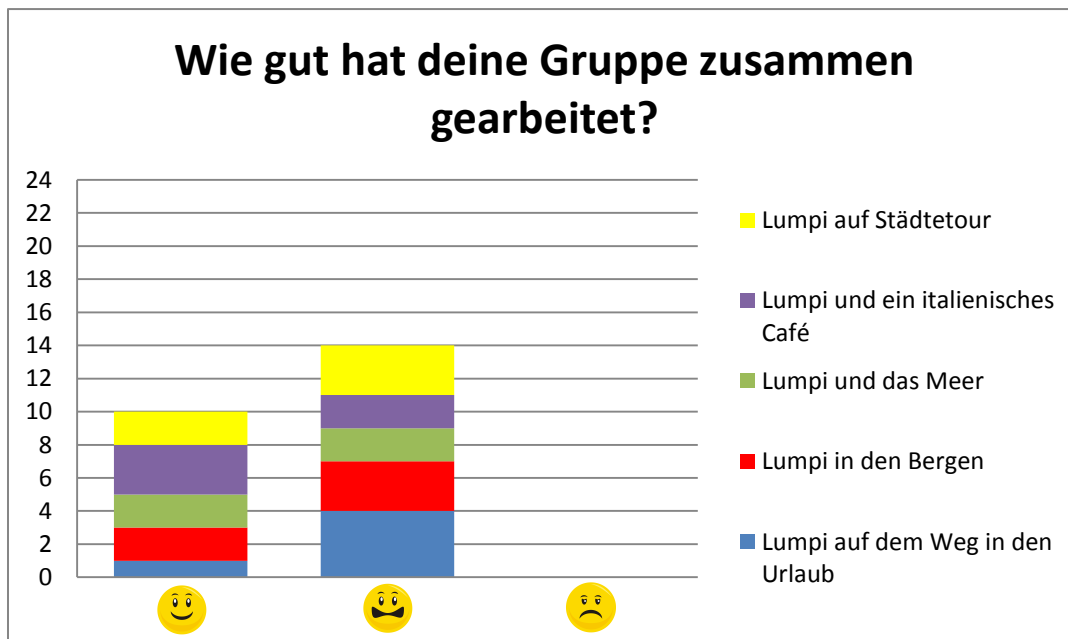


Diagramm 45: Alternativdurchführung - Wie gut hat deine Gruppe zusammengearbeitet?

In Diagramm 2 sind die Meinungen und Eindrücke der Schüler über die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe zu erkennen. Bei dieser Durchführung ist sehr auffällig, dass die Mehrheit der Schüler die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe als eher mittelmäßig einschätzte. Gründe für dieses Empfinden waren hauptsächlich:

- Einige Gruppenmitglieder wollten die Aufgaben alleine bewältigen.
- Das Arbeitsklima innerhalb der Gruppe war nicht immer gut.
- Das Arbeitstempo der einzelnen Gruppenmitglieder variierte. Manche Gruppenmitglieder wollten nicht auf langsamere Mitschüler warten.

Ein Grund für die positive Einschätzung bei den anderen Durchführungen könnte sein, dass der Betreuer, der für die Station zuständig war, darauf achtete, dass alle Gruppenmitglieder einbezogen wurden.

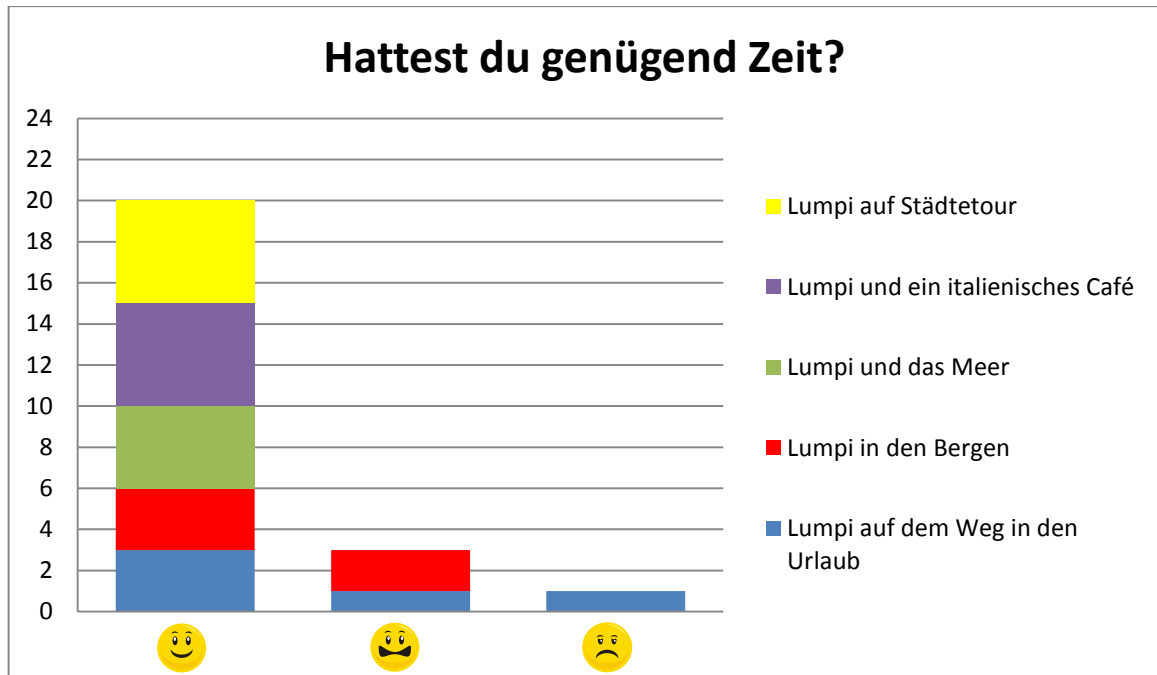


Diagramm 46: Alternativdurchführung - Hattest du genügend Zeit?

Der lachende Smiley 😊 steht dafür, dass die Schüler ausreichend Zeit für die Bearbeitung der einzelnen Versuche und Arbeitsblätter hatten. Der ernstschauende Smiley 😐 drückt aus, dass die Zeit eher etwas zu knapp bemessen war und der traurige Smiley 😞 steht dafür, dass zu wenig Zeit zur Verfügung stand.

Für die Mehrheit der Schüler war die vorgegebene Zeit ausreichend. Drei Schüler empfanden die Zeit eher ein bisschen zu knapp bemessen und einer der Schüler empfand den zeitlichen Rahmen als zu knapp. Die Mehrheit der Schüler begründete ihre Entscheidung damit, dass die Zeit vollkommen ausreichend war, da auch für kleine Pausen noch genügend Zeit vorhanden war. Begründungen für die andere Wahl der Smileys lagen in der subjektiven Empfindung der Schüler, dass nicht ausreichend Zeit zur Bearbeitung zur Verfügung stand.

Der Eindruck der Mehrheit kann durch die Betreuer bestätigt werden, da alle Stationen in dem vorgegebenen Zeitrahmen bewältigt wurden. Lediglich die Gruppe mit der Station „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“ konnte den Zusatzversuch nicht durchführen. Dies lag aber daran, dass die Gruppenmitglieder einem Schüler, der eine Auszeit benötigte, das Verpasste nachträglich erklärten.

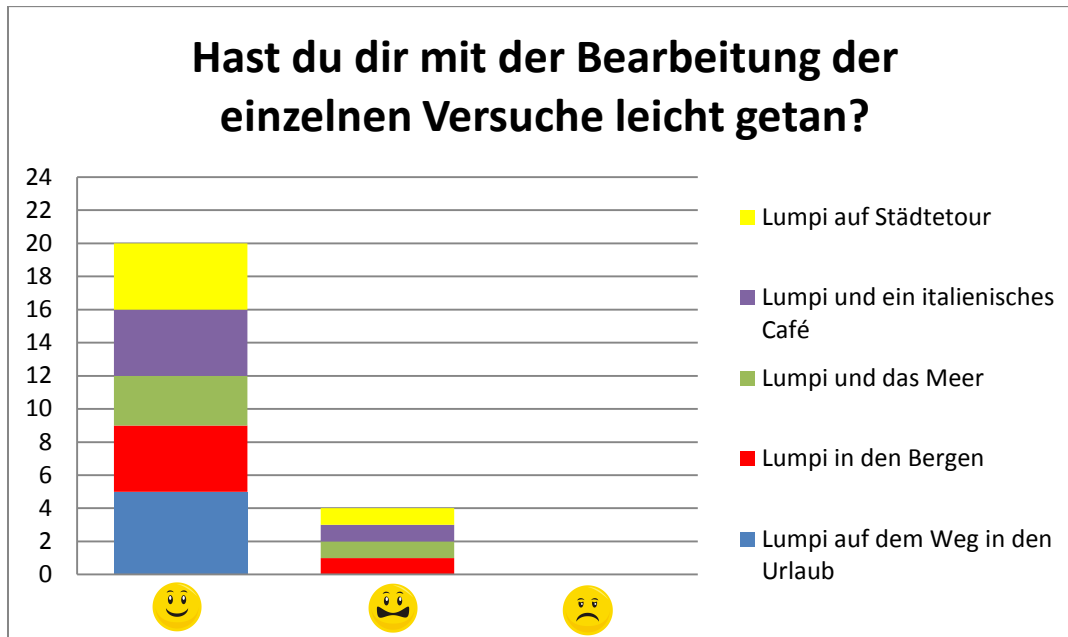


Diagramm 47: Alternativdurchführung - Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan?

In Diagramm 47 steht der lachende Smiley 😊 dafür, dass die Schüler sich mit der Bearbeitung der Versuche leicht getan haben und nur sehr wenig bis gar nicht auf die Hilfe des Betreuers angewiesen waren. Der ernstschauende Smiley 😬 hingegen steht dafür, dass die Schüler die Versuche nur mit Hilfe der Betreuer durchführen und verstehen konnten.

In Diagramm 47 ist sehr deutlich zu sehen, dass sich die Mehrheit der Schüler mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan hat. Lediglich vier Schüler hatten kleinere Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Versuche. Der Großteil der Schüler entschied sich für den lachenden Smiley 😊, da die Ansprüche der Versuche genau richtig gewählt waren und sie bei der Bearbeitung der Versuche und Arbeitsblätter sehr viel Spaß hatten. Ein weiterer Grund dafür waren auch die guten Erklärungen bei den Versuchsbeschreibungen. Die anderen vier Schüler taten sich nicht allzu leicht bei der Bearbeitung der Versuche, da sie bei manchen Aufgaben zu sehr knobeln mussten oder manches nicht verstehen konnten.

Die Betreuer empfanden ebenfalls, dass die Schüler keinerlei Schwierigkeiten bei der Bearbeitung hatten. Die Gruppen konnten weitgehend ihre Stationen selbstständig und ohne große Hilfestellung der Betreuer bewältigen. Die Schüler brachten sich vielmehr mit guten und kreativen Ideen in die Gruppe ein.

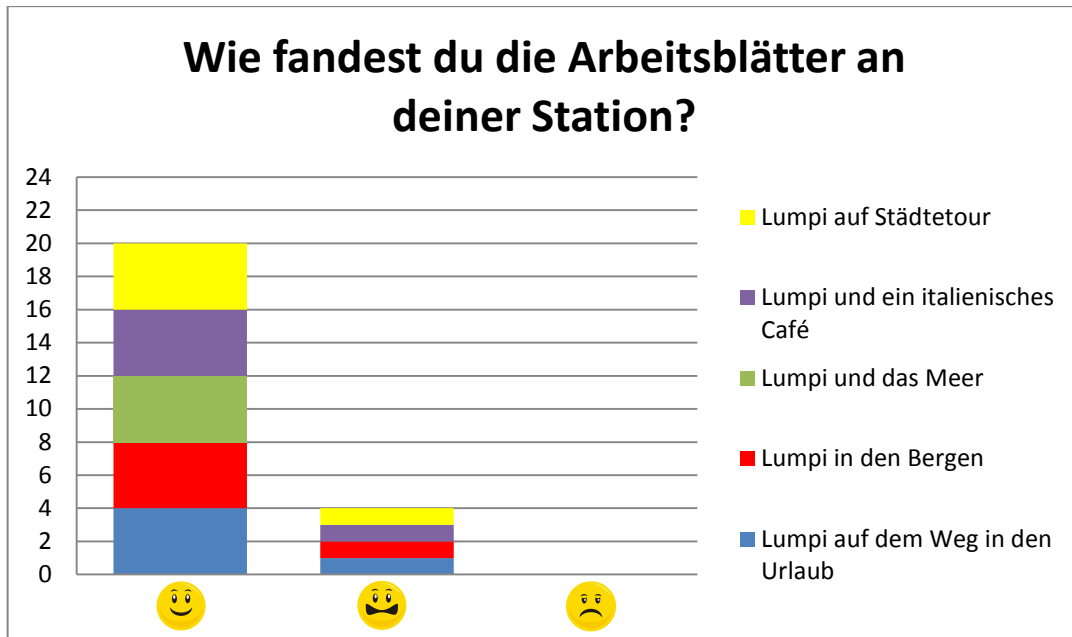


Diagramm 48: Alternativdurchführung - Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station?

Der lachende Smiley 😊 drückt in Diagramm 5 aus, dass sowohl der Schwierigkeitsgrad für die Arbeitsblätter genau richtig gewählt war, als auch die Arbeitsblätter ansprechend gestaltet waren. Der ernstschauende Smiley 😐 steht dafür, dass die Arbeitsblätter eher oder teilweise zu schwer und nicht ansprechend genug gestaltet waren. Der traurige Smiley 😞 vermittelt das Gefühl, dass die Arbeitsblätter zu schwer und nicht schülergerecht konzipiert waren.

Die meisten Schüler empfanden die Gestaltung der Arbeitsblätter als durchaus gelungen. Sie wurden demnach abwechslungsreich und ansprechend gestaltet. Außerdem war der Schwierigkeitsgrad genau richtig getroffen. Die Schüler begründeten ihre Entscheidung für den lachenden Smiley 😊 mit folgenden Argumenten:

- Die Arbeitsblätter waren so gestaltet, dass die Schüler alleine gut zurechtkamen.
- Die Arbeitsblätter waren abwechslungsreich und spannend gestaltet.
- Die Schüler hatten sehr viel Spaß bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter.
- Die Arbeitsblätter waren verständlich gestaltet.
- Man kann mit Hilfe der Arbeitsblätter lernen.

Die vier anderen Schüler taten sich bei der Bearbeitung der einzelnen Arbeitsblätter etwas schwer, konnten diese dann aber mit Hilfe ihrer Gruppenmitglieder lösen.

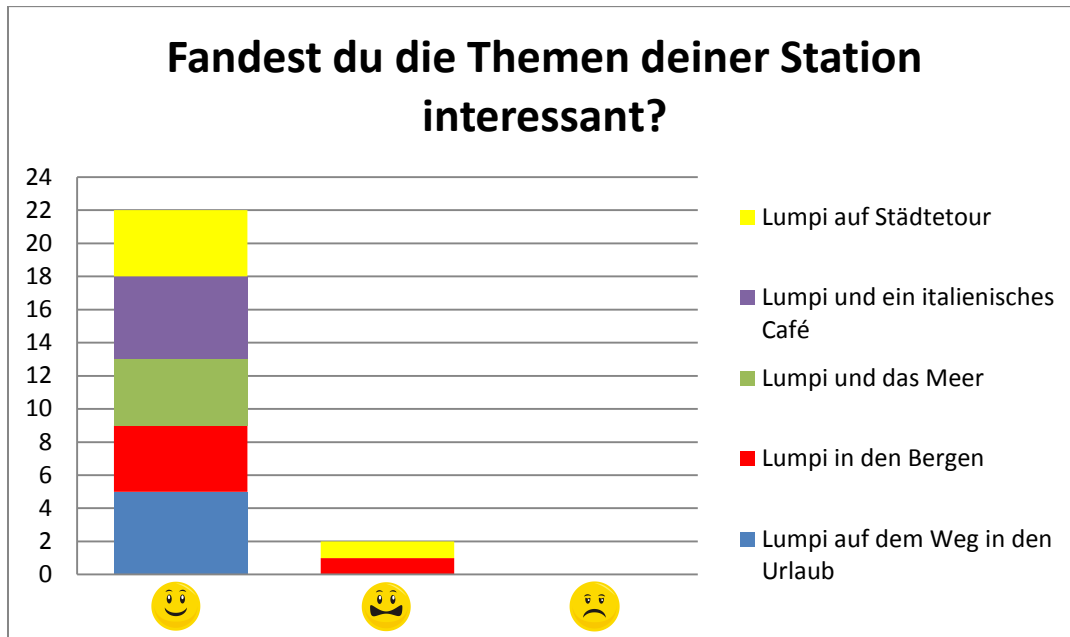


Diagramm 49: Alternativdurchführung - Fandest du die Themen deiner Station interessant?

Der Großteil der Schüler empfand die Themen der Stationen als interessant. Lediglich zwei Schüler fanden sie nicht so interessant, begründeten dies aber darin, dass sie weniger interessante und spannende Versuche hatten als die anderen Gruppen.

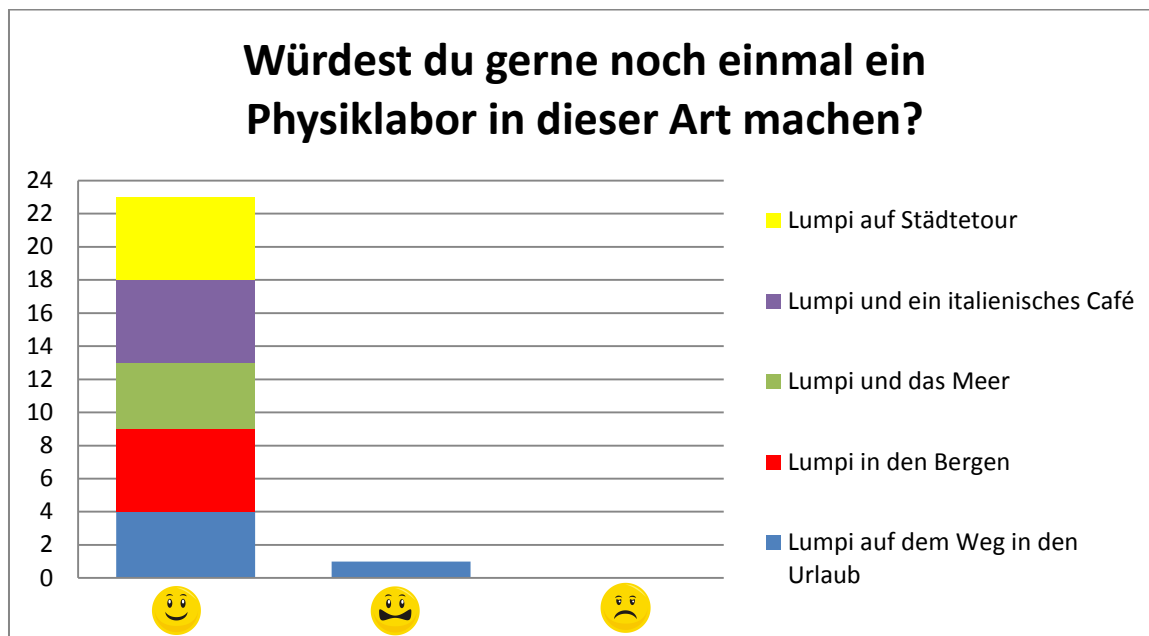


Diagramm 50: Alternativdurchführung - Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor in dieser Art machen?

Bis auf einen Schüler der vierten Klasse aus Gerbrunn hatten alle Schüler so viel Spaß an dem Labortag, dass sie gerne noch einmal solch ein Physiklabor machen würden. Der eine Schüler

begründete seine Entscheidung so, dass er es zwar interessant und spannend fand, er aber im Allgemeinen der Meinung ist, dass es nicht das Richtige für ihn sei.

Die Schüler vermittelten bei den Betreuern ebenfalls den Eindruck, dass sie mit sehr viel Spaß und Freude an die Bearbeitung der einzelnen Stationen gingen und gerne immer wieder solch ein Lehr – Lern – Labor machen möchten.

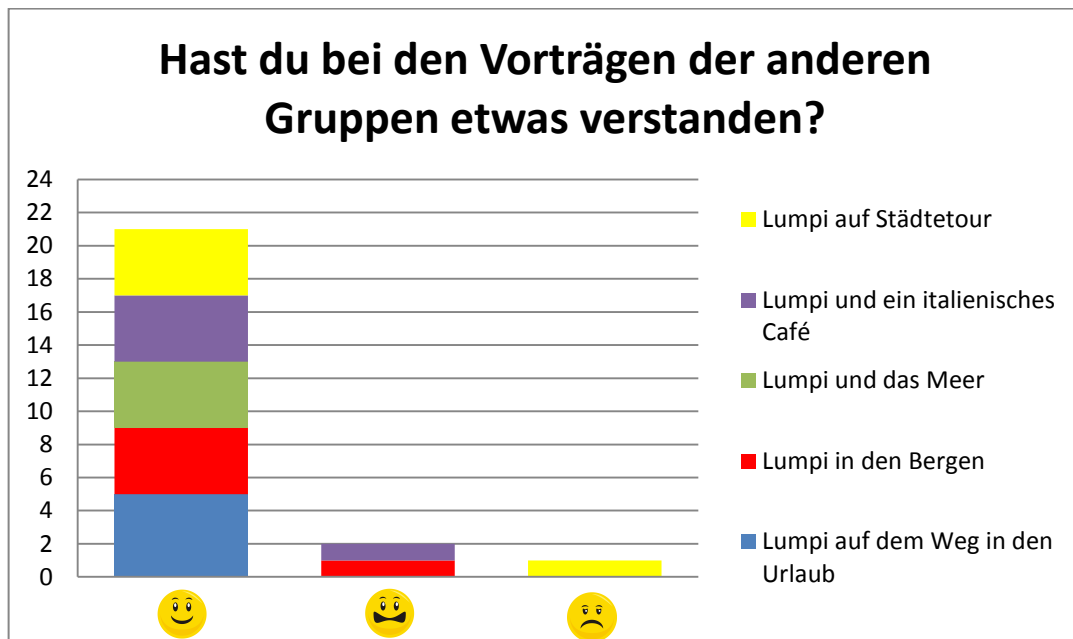


Diagramm 51: Alternativdurchführung - Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden?

Im letzten Diagramm ist zu erkennen, dass die Vorträge der anderen Gruppen ansprechend und verständlich gestaltet wurden, da weit mehr als die Hälfte der Klasse den lachenden Smiley angekreuzt hat. Die Begründungen waren alle dahingehend, dass die Gruppen ihren Versuch ausführlich und ansprechend vorführten, so dass er für die restlichen Schüler nachvollziehbar war. Ein Schüler kreuzte den traurigen Smiley 😞 an, weil er die Versuche der anderen nicht selbst ausprobieren konnte.

Die Betreuer stellten während der Präsentation fest, dass die Klasse die Vorträge der einzelnen Gruppen aufmerksam, ruhig und konzentriert verfolgte. Es ist auch festzuhalten, dass die Schüler die Vorträge sehr gut meisterten, vor allem was die Versuchsbeschreibungen und Versuchsdurchführungen angeht. Die physikalischen Erklärungen hingegen wurden teilweise etwas zu knapp gehalten.

11. Alternativdurchführung mit einer 4. Klasse

Am Ende des Schülerfeedbackbogens hatten die Schüler Gelegenheit Kritik, Lob und Verbesserungsvorschläge frei zu äußern. Die Mehrheit der Klasse machte davon auch Gebrauch. Der Grundtenor hierbei war, dass die Schüler den Tag als sehr schön und toll empfanden und sehr viel Spaß bei der Bearbeitung der Stationen hatten.

11.3. Fazit

Abschließend kann festgehalten werden, unterstützt durch die obigen Ergebnisse, dass die Durchführung des Lehr – Lern – Labors durchaus in dieser Form praktikabel ist. Die Schüler entwickeln so mehr Initiative, können sich mehr einbringen und individueller entfalten. Im Vergleich mit den anderen Durchführungen wurde außerdem festgestellt, dass diese Klasse den zeitlichen Rahmen als ausreichend empfand. Sie hatte zwar mehr Zeit für die Bearbeitung der Stationen zu Verfügung, musste aber auf die ständige Hilfe und Betreuung der Betreuer verzichten. Dies lässt die Vermutung aufkommen, dass manche der Betreuer ihre Gruppe tendenziell eher bremsen, da sie beispielweise sehr viel Wert auf ausführliche Formulierungen auf den Arbeitsblättern legten.

Da sich die übrigen Ergebnisse der Schülerfeedbackbögen nicht gravierend unterscheiden, kann nach Meinung des Verfassers dieser Arbeit nicht abgeleitet werden, welche Art der Durchführung als besser geeignet erscheint, da überall weder Vor- noch Nachteile überwiegen.



Abb. 96: Alternativdurchführung 1



Abb. 97: Alternativdurchführung 2



Abb. 98: Alternativdurchführung 3



Abb. 99: Alternativdurchführung 4



Abb. 100: Alternativdurchführung 5



Abb. 101: Alternativdurchführung 6



Abb. 102: Alternativdurchführung 7



Abb. 103: Alternativdurchführung 8

12. Fazit

Der Autor dieser Arbeit wurde zu Beginn vor große Herausforderungen gestellt. So setzte er sich das Ziel, ein Lehr – Lern – Labor für eine vierte Klasse einer Grundschule zu entwerfen, um eine positive Haltung der beteiligten Schüler gegenüber naturwissenschaftlichen Fächern zu erreichen. Während der Konzipierung dieses Lehr – Lern – Labors mussten einige Hürden überwunden werden. Es existiert beispielsweise nur sehr wenig Fachliteratur über Lehr – Lern – Labors für Grundschüler. Dies machte sich bei der Konzipierung des Lehr – Lern – Labors deutlich bemerkbar, da es sehr viel Zeit in Anspruch nahm, immer wieder geeignete und passende Literatur zu finden. Als festgestellt wurde, mit welcher Begeisterung und Freude die Schüler die Versuche durchführten und die Arbeitsblätter bearbeiteten, war der Aufwand, der für das Erstellen dieses Labors notwendig war, jedoch sofort vergessen. Ganz zu schweigen von den strahlenden Kinderaugen, als die Schüler das Schülerarbeitsheft in den Händen hielten. Auch die Betreuer brachten immer wieder ihre Freude über die Zusammenarbeit mit den Kindern zum Ausdruck und zeigten zu jedem Zeitpunkt der Durchführungen ihre Begeisterung. Nicht nur Schüler und Betreuer vermittelten dieses Gefühl dem Autor dieser Arbeit, sondern auch begleitende Lehrkräfte und Schülereltern.

Allgemein kann festgehalten werden, dass die Schüler der dritten Klasse das Lehr – Lern – Labor mit der Unterstützung der Betreuer so hervorragend meisterten, dass alle zuvor entstandenen Bedenken sich als gegenstandslos erwiesen. So vermittelte die Mehrheit der Drittklässler den Eindruck, dass sie im Rahmen des Labortages Neues erforschen, erfahren und lernen konnten. In diesem Zusammenhang sei auch zu erwähnen, dass die Anforderungen, die das Lehr – Lern – Labor an die Viertklässler stellte, problemlos bewältigt werden konnten. Dies lässt darauf schließen, dass das Maß der Herausforderung genau richtig gewählt wurde. Im Rahmen der Alternativdurchführung konnte ebenfalls festgestellt werden, dass das Lehr – Lern – Labor so konzipiert wurde, dass die Schüler einer vierten Jahrgangsstufe auch dazu in der Lage sind, dies selbstständig und ohne große Hilfestellung zu bewältigen.

Zusammenfassend könnte man sagen, dass im Rahmen dieser Arbeit ein gelungenes Lehr – Lern – Labor mit dem richtigen Anforderungsniveau für Schüler der vierten Jahrgangsstufe konzipiert wurde. Mit Hilfe dieses Lehr – Lern – Labors konnte außerdem die Freude und der Spaß am Umgang mit naturwissenschaftlichen und physikalischen Phänomenen geweckt werden.

Ganz zum Schluss besteht noch der Wunsch des Autors, dass in ferner Zukunft noch weitere Grundschüler die Möglichkeit erhalten, Lehr – Lern – Labors dieser Art zu erleben. Die Schüler erweckten nämlich sowohl bei Betreuern als auch bei dem Leiter des Lehr – Lern – Labors den Eindruck, dass sie jederzeit mit sehr viel Freude und Spaß bei der Sache waren. Diese Begeisterung soll nicht nur bei den beteiligten Schülern anhalten. Es sollten viel mehr noch viele weitere Schüler in den Genuss solcher Labortage kommen, damit langfristig die Haltung gegenüber naturwissenschaftlicher und physikalischer Phänomene positiv beeinflusst werden kann. Auch die Schülerfeedbackbögen der hier beteiligten Schüler bringen den Wunsch nach weiteren Lehr – Lern – Laboren zum Ausdruck.

13. Ausblick

Neben den bisher erläuterten und aufgezeigten Möglichkeiten das Lehr – Lern – Labor „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“ durchzuführen, ergaben sich im Rahmen dieser Arbeit noch drei weitere Möglichkeiten. Auf diese wird im Folgenden eingegangen.

13.1. Lernzirkel: „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“

Die Vorgehensweise des Lernzirkels zu dem Thema „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“ ist so gedacht, dass sich die Schüler einer Klasse über einen Zeitraum von 5 – 6 Wochen mit „Lumpi’s lustiger Reise durch die Physik“ beschäftigen. Das Lehr – Lern – Labor ist so aufgebaut, dass es aus fünf Stationen besteht und jede Station wiederum mindestens aus 5 Versuchen. Daher ist folgender zeitlicher Rahmen denkbar:

1. Woche	„Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“
2. Woche	„Lumpi in den Bergen“
3. Woche	„Lumpi und das Meer“
4. Woche	„Lumpi und ein italienisches Café“
5. Woche	„Lumpi auf Städtetour“
6. Woche	Wiederholung & Ergänzung der physikalischen Ergebnisse im Klassenverbund

Tabelle 5: Lernzirkel - Beispielhafter Wochenplan

Es wäre möglich, dass zu Beginn der Woche alle Materialien der ersten Station im Klassenzimmer vorhanden sind und die Lehrkraft die Klasse in fünf Gruppen aufteilt. So kann sich jede Gruppe jeden Tag mit einem anderen Versuch der Station beschäftigen. Für die Bearbeitung eines einzelnen Versuches inklusive Arbeitsblatt sind je nach Jahrgangsstufe 20 – 40 Minuten vollkommen ausreichend, so dass dies im Rahmen der Frei- oder Wochenplanarbeit stattfinden kann. In der darauffolgenden Woche sind dann alle Materialien der zweiten Station vorbereitet, so dass sich wieder jede Gruppe jeden Tag mit einem anderen Versuch der Station beschäftigen kann. Dieser Ablauf kann je nach verfügbarer Zeit bis zu fünf Mal geschehen. In der sechsten Woche wäre es denkbar, dass die Lehrkraft mit den Schülern zusammen die physikalischen Ergebnisse ergänzt und wiederholt. Bei dieser Art der Durchführung sollte aber berücksichtigt werden, dass die Geschichten, die Professor Lumpi zu der jeweiligen Station erzählt, zu Beginn der Woche gemeinsam gelesen werden, da die Reihenfolge innerhalb der Geschichte nicht beliebig getauscht werden kann.

Zum besseren Verständnis wird hier ein kurzer Überblick für die Station „Lumpi auf Städtetour“ gegeben:

	„Wasser biegen“	„Periskop“	„Kompass“	„Faule Münze“	„Warum ist der Himmel blau?“
Gruppe 1	Mo	Di	Mi	Do	Fr
Gruppe 2	Di	Mi	Do	Fr	Mo
Gruppe 3	Mi	Do	Fr	Mo	Di
Gruppe 4	Do	Fr	Mo	Di	Mi
Gruppe 5	Fr	Mo	Di	Mi	Do

Tabelle 6: Lernzirkel - Beispielhafter Gruppenwochenplan

13.2. Expertengruppen: „Lumpi’s lustige Reise durch die Physik“

Das Lehr – Lern – Labor könnte im Schulalltag auch so eingesetzt werden, dass die Lehrkraft ihre Klasse in fünf Gruppen einteilt und jeder Gruppe eine Station des Lehr – Lern – Labors zuteilt. Diese Gruppe beschäftigt sich dann über eine Woche hinweg jeden Unterrichtstag mit ihrer Station. Da auch hier wieder je nach Jahrgangsstufe 20 – 40 Minuten pro Versuch mit Arbeitsblatt vollkommen ausreichend sind, kann dies als Element in den Unterrichtsalltag eingebaut werden. Die Schüler sind am Ende der Woche Experten ihrer Station und können, wie beim ursprünglich konzipiertem Lehr – Lern – Labor, in der darauffolgenden Woche ihren Mitschülern zwei Versuche ihrer Station vorführen und die physikalische Erklärung liefern. Diese abgewandelte Form des Lehr – Lern – Labors kann eher einmal in den Unterricht eingebaut werden, da sie lediglich ein bis zwei Wochen in Anspruch nimmt und keine fünf oder sechs. Nachteilig ist bei dieser Art der Durchführung, dass die Lehrkraft zu Beginn alle notwendigen Materialien bereitstellen muss und dass nicht alle Schüler alle Versuche durchführen können.

13.3. Lehrplanbezogene Versuche

Außerdem besteht die Möglichkeit, dass das Lehr – Lern – Labor nicht in der ursprünglichen Form bestehen bleibt, sondern die Lehrkraft vielmehr gezielt Versuche aus dem Gesamtkonzept auswählt. Falls die Lehrkraft dies tun möchte, ist die Tabelle im Kapitel „Stationen“ hilfreich. Diese Versuche können dann entweder mit Hilfe der Lehrkraft oder selbstständig von den Schülern ausgeführt werden. Die dazugehörigen Arbeitsblätter können hierbei selbstverständlich verwendet und bearbeitet werden. Diese Art der Verwendung des Lehr – Lern – Labors ist sehr zeitsparend.

Anhang

Im folgenden Anhang sind alle zusätzlichen Unterlagen und Materialien, die im Rahmen dieser Arbeit erstellt wurden und in dieser bislang keinen Platz fanden, enthalten.

Zunächst befindet sich hier das im Vorwort-Dialog angesprochene Plakat, das die Arbeitsgemeinschaft von Prof. Lumpi anpreist.

Anschließend werden die Elternbriefe, die zur Vorbereitung der Lehr – Lern – Labors erstellt und verschickt wurden, vorgestellt.

Danach folgt eine vollständige Liste aller Versuche, die im Rahmen von „Lumpi’s lustiger Reise durch die Physik“ verwendet werden. Diese wird anschließend ergänzt um eine Materialliste, die alle für sämtliche Versuche benötigten Versuchsmaterialien auflistet.

Daraufhin werden die unter den Rahmenelementen vorgestellten Beobachtungsbögen, die Checkliste für die Betreuer und die zusätzlichen Bastelanleitungen dargestellt.

Als nächstes werden zunächst die Hilfskarten und daraufhin das Schülerarbeitsheft präsentiert.

Zuletzt folgen die diversen Fragebögen, die die beteiligten Schüler im Laufe der Zeit beantworten sollten.

Im Anschluss an den Anhang folgt der Nachweis über die genutzten Referenzen, die Danksagung des Autors an alle Mitwirkenden und die eidesstaatliche Erklärung.

A.1. Plakat zum Vorwort



Wann:	Dienstags nach der 6. Stunde
Wo:	Natur – und Technikraum
Ansprechpartner:	Professor Lumpi

A.2. Beispielhafter Elternbrief

Würzburg, 20.05.2011

Liebe Eltern,

mein Name ist Lisa Klaas und ich studiere im 8. Semester an der Julius – Maximilians – Universität Würzburg Mathe und Physik für das Lehramt an Realschulen. Am Ende meines Studiums ist es erforderlich, eine Zulassungsarbeit in einem der beiden Fächer zu schreiben. Ich habe mich für das Fach Physik entschieden und beschäftige mich bis zu den Sommerferien mit dem Themengebiet: „Physik macht Urlaub – eine kurze Reise durch die Physik“.

Hierbei werde ich Ihren Kindern einen Überblick über physikalische Phänomene im Urlaub liefern. Am **01.06.2011** werden mich Ihre Kinder mit ihrer Lehrerin zusammen an der Universität besuchen. Dort werden wir auf die Reise durch die Physik gehen.

Ihre Kinder werden in 5 Gruppen aufgeteilt und jede Gruppe bekommt einen Themenblock. Die Gruppen werden jeweils mit einem Betreuer zusammen die Aufgaben bearbeiten, so dass sie die Physik, die dahinter steckt, kennenlernen und verstehen können. Anschließend wird jede Gruppe ihr Thema sowie einige der durchgeführten Versuche vorstellen.

Im Verlauf dieses Projektes werde ich das eine oder andere Foto von Ihren Kindern während der Durchführung der Versuche machen. Diese Bilder werde ich zu Dokumentationszwecken auch in meine Zulassungsarbeit einarbeiten. Die Zulassungsarbeit mit Bildern werde ich lediglich dem Prüfungsamt sowie dem entsprechenden Professor an der Universität vorlegen. Bei anderen Veröffentlichungen werden alle Bilder Ihrer Kinder geschwärzt, so dass niemand mehr zu erkennen ist. Falls Sie es dennoch nicht möchten, dass Ihr Kinder in der Ausgabe für das Prüfungsamt und den Professor erscheint, bitte ich Sie den Abschnitt entsprechend auszufüllen.

Damit das Projekt am 01.06.2011 problemlos durchgeführt werden kann, möchte ich Ihnen noch ein paar kurze Informationen geben:

Ihre Kinder gehen an diesem Tag ganz normal in die Schule und laufen dann mit ihrer Lehrerin zusammen zur Universität. Um 8:30 Uhr startet das Projekt mit einer kleinen Begrüßung und der Aufteilung in die jeweiligen Gruppen. Anschließend werden ihre Kinder etwa 90 Minuten in den Gruppen mit den Betreuern die Stationen bearbeiten. Darauf folgt eine Pause von 15 Minuten, hierzu können Sie ihrem Kind ein gewöhnliches Pausenbrot mitgeben. Danach überlegen sich die Gruppen mit ihrem

Betreuer zusammen, welche Versuche sie vorstellen möchten und wie sie diese präsentieren. Dies dauert circa 15 Minuten. Die letzten 90 Minuten stellen sich die einzelnen Gruppen gegenseitig ihre Versuche und die dazugehörige Physik in groben Zügen vor. Das Projekt an der Universität endet somit zwischen 12:00 Uhr und 12:15 Uhr. Die Schüler gehen dann wieder gemeinsam mit ihrer Lehrerin zurück an die Schule.

Ihr Kind benötigt für das Projekt:

- Federmäppchen
- 2 € (Die 2 € decken lediglich die Unkosten für das Material, denn ihr Kind erhält am Ende des Projektes ein Heft mit allen Versuchsanleitungen, Durchführungen und Arbeitsblättern, so dass es die Versuche, die es nicht im Rahmen des Projektes gemacht hat, zu Hause problemlos durchführen kann)

Geben Sie untenstehenden Abschnitt und den Betrag von 2 € Ihrem Kind bitte **bis Do, 26.05.2011** mit in die Schule.

Ich freue mich schon jetzt sehr auf die Zusammenarbeit mit Ihren Kindern.

Vielen Dank und liebe Grüße

Lisa Klaas

(Bitte hier abtrennen)

Hiermit bestätige ich _____, dass ich das Informationsschreiben über die Zulassungsarbeit von Lisa Klaas erhalten habe.

Ich bin damit einverstanden, dass Bilder von meinem Sohn/meiner Tochter _____ gemacht werden.

Ich möchte **nicht**, dass Bilder von meinem Sohn/meiner Tochter _____ gemacht werden.

Würzburg, den _____

(Unterschrift eines Erziehungsberechtigten)

A.3. Versuchsliste

Lumpi auf dem Weg in den Urlaub

- Das mutige Pendel
- Heiße Luft im Beutel
- Neue Flugobjekte
- Große Schiffe
- Schnelle Maschinen
- U – Boot aus Orangen

Lumpi in den Bergen

- Der Wasserberg
- Wolkenbruch in der Küche
- Der Blitz am Küchensieb
- Tolle Donnertüte
- Feuerfeste Luftballon
- Echo
- Kochen ohne Kochtopf

Lumpi und das Meer

- Bewegung im Wasser
- Gleiten und Schwimmen
- Ein trockener Taucher
- Windrad
- Wasser, Eis und Meer
- Salz – oder Süßwasser

Lumpi und ein italienisches Café

- Da tut sich was
- Flaschen – Thermometer
- Zu viel Druck
- Der Knall kommt später
- Regenbogen

Lumpi auf Städtetour

- Wasser biegen
- Periskop
- Kompass
- Faule Münze
- Warum ist der Himmel blau?

A.4. Materialliste

Die Mengenangaben entsprechen einer Gruppengröße von 5 – 6 Schülern.

Lumpi auf dem Weg in den Urlaub – Materialliste

- Das mutige Pendel
 - Ball an einer Schnur
 - Stoppuhr
- Heiße Luft im Beutel
 - großer, leichter Plastiksack
 - Plastikbecher
 - Schere
 - Klebestreifen
 - Föhn
- Neue Flugobjekte
 - Papierstreifen mit den Maßen 1,5 * 9 cm
 - Papierstreifen mit den Maßen 2 * 12 cm
 - Strohhalm
 - Durchsichtiges Klebeband
- Große Schiffe
 - saubere, leere Frischkäsedose
 - Schüssel mit Wasser
 - Murmeln
- Schnelle Maschinen
 - 2 Regenschirme
- U – Boot aus Orangen
 - frische Orange
 - Flasche mit Wasser
 - Korken

Lumpi in den Bergen – Materialliste

- Der Wasserberg
 - Glas mit Wasser
 - viele Münzen
- Wolkenbruch in der Küche
 - Kleiner Topf mit Deckel
 - Kochplatte
 - großer Topfdeckel
 - Gefriertruhe
 - Topflappen

- Der Blitz am Küchensieb
 - Edelstahlküchensieb
 - Luftballon
 - trockenes Glas
 - Wollpullover
- Tolle Donnertüte
 - DIN A3 – Papier
- Feuerfeste Luftballon
 - Luftballon
 - Wasser
 - lange Streichhölzer/ Feuerzeug
- Echo
- Kochen ohne Kochtopf
 - Teelicht
 - 2 Schachteln Streichhölzer
 - Tesafilm
 - Feuerfeste Unterlage

Lumpi und das Meer – Materialliste

- Bewegung im Wasser
 - Messbecher
 - Wasser
 - Stoppuhr
 - Knet
- Gleiten und Schwimmen
 - Luftballon
 - Wasserwanne
 - Wasserball
 - Schwimmring
- Ein trockener Taucher
 - Gefäß mit Wasser
 - Wasserglas
 - Serviette
- Windrad
 - DIN A4 – Papier
 - Holzstab
 - Nagel
 - Tesafilm
 - Schere

- Wasser, Eis und Meer
 - 2 Messbecher
 - Strohhalm
 - Trichter
 - Wasser
 - Salz
 - Lebensmittelfarbe
 - Waage
- Salz – oder Süßwasser
 - Wasserglas
 - Süßwasser
 - rohes Ei
 - Löffel
 - Salz

Lumpi und ein italienisches Café – Materialliste

- Da tut sich was
 - rote Lebensmittelfarbe
 - Glasschüssel
 - Öl
 - Löffel
 - ½ Liter Wasser
 - 1 Messbecher
- Flaschen – Thermometer
 - Glaskolben
 - Gummistopfen/ Knet
 - Glasröhrchen/ Strohhalm
 - Wasser
 - Lebensmittelfarbe
- Zu viel Druck
 - Wasserglas
 - Stück feste Pappe
 - Wanne
- Der Knall kommt später
 - Luftballon
 - Mehl
 - Trichter
 - Stecknadel
- Regenbogen
 - Spiegel
 - Wasserschale
 - Taschenlampe

Lumpi auf Städtetour – Materialliste

- Wasser biegen
 - Wasserstrahl
 - Wollpullover
 - Luftballon
- Periskop
 - leere Milchtüte
 - 2 Taschenspiegel
 - Klebeband
 - Taschenlampe
- Kompass
 - langer und schmaler Nagel
 - kleiner Korken
 - Magnet
 - Wasserschüssel
 - Spülmittel
 - Kompass
- Faule Münze
 - Trinkglas
 - Spielkarte
 - Münze
- Warum ist der Himmel blau
 - Aquarium/ Blumenvase
 - Wasser
 - Milch
 - Taschenlampe

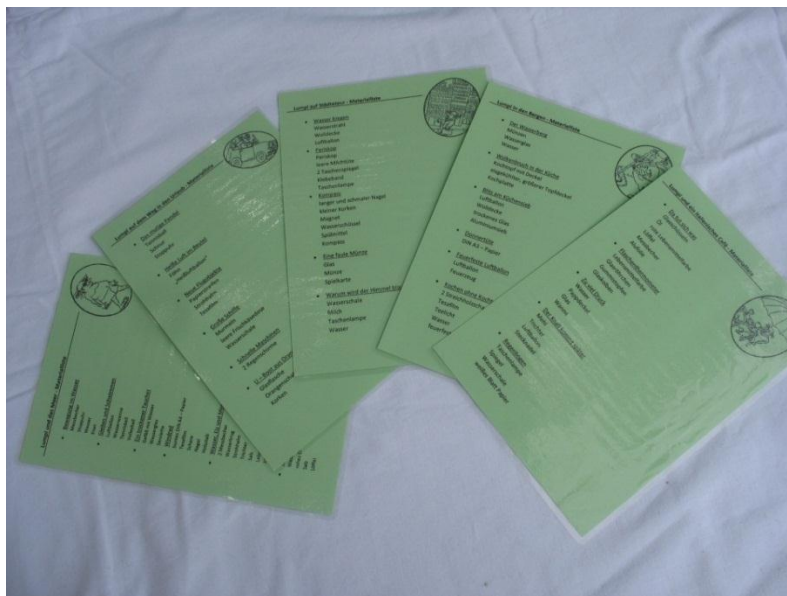


Abb. 104: Materialkarten

A.5. Beobachtungsbogen am Beispiel „Lumpi auf Städtetour“**1. Allgemeine Fragen:**

- Haben alle Kinder gleich gut mitgearbeitet? trifft zu trifft meist zu teils/teils trifft meist NICHT zu trifft NICHT zu
- Haben sich die Kinder die ganze Zeit konzentriert? trifft zu trifft meist zu teils/teils trifft meist NICHT zu trifft NICHT zu
- Waren die Kinder vom Raum, Ambiente, ... abgelenkt? trifft zu trifft meist zu teils/teils trifft meist NICHT zu trifft NICHT zu
- Wie oft musste der Betreuer allgemein helfen? oft teils/teils selten gar nicht
- Die Schüler haben als Gruppe zusammen gearbeitet? trifft zu trifft meist zu teils/teils trifft meist NICHT zu trifft NICHT zu
- Die Schüler waren motiviert? trifft zu trifft meist zu teils/teils trifft meist NICHT zu trifft NICHT zu
- War ausreichend Zeit für Zusatzversuch übrig? trifft zu trifft NICHT zu

2. Wasser biegen:

- Waren Aufgabenstellung & Versuchsaufbau eindeutig und leicht für Schüler zu verstehen?

trifft zu teils/teils trifft NICHT zu

- Wie lange dauerte die Durchführung dieses Versuches tatsächlich? _____
- Schüler brachten ihr Interesse und Staunen zum Ausdruck?

trifft zu teils/teils trifft NICHT zu

- Schüler interessierten sich für das Thema? trifft zu teils/teils trifft NICHT zu
- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB überfordert? trifft zu teils/teils trifft NICHT zu
- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB unterfordert? trifft zu teils/teils trifft NICHT zu
- Die Schüler hatten bereits Vorkenntnisse? trifft zu teils/teils trifft NICHT zu

3. Periskop:

- Waren Aufgabenstellung & Versuchsaufbau eindeutig und leicht für Schüler zu verstehen?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Wie lange dauerte die Durchführung dieses Versuches tatsächlich? _____

- Schüler brachten ihr Interesse und Staunen zum Ausdruck?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Schüler interessierten sich für das Thema?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB überfordert?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB unterfordert?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler hatten bereits Vorkenntnisse?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Kompass:

- Waren Aufgabenstellung & Versuchsaufbau eindeutig und leicht für Schüler zu verstehen?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Wie lange dauerte die Durchführung dieses Versuches tatsächlich? _____

- Schüler brachten ihr Interesse und Staunen zum Ausdruck?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Schüler interessierten sich für das Thema?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB überfordert?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB unterfordert?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler hatten bereits Vorkenntnisse?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Eine faule Münze:

- Waren Aufgabenstellung & Versuchsaufbau eindeutig und leicht für Schüler zu verstehen?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Wie lange dauerte die Durchführung dieses Versuches tatsächlich? _____

- Schüler brachten ihr Interesse und Staunen zum Ausdruck?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Schüler interessierten sich für das Thema?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB überfordert?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB unterfordert?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler hatten bereits Vorkenntnisse?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Warum ist der Himmel blau?:

- Waren Aufgabenstellung & Versuchsaufbau eindeutig und leicht für Schüler zu verstehen?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Wie lange dauerte die Durchführung dieses Versuches tatsächlich? _____

- Schüler brachten ihr Interesse und Staunen zum Ausdruck?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Schüler interessierten sich für das Thema?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB überfordert?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler waren bei diesem Versuch/AB unterfordert?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Die Schüler hatten bereits Vorkenntnisse?

trifft zu	teils/teils	trifft NICHT zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Allgemeine Fragen:

➤ Hat es dir mit deiner Gruppe Spaß gemacht?

➤ Hattest du den Eindruck, dass die Schüler etwas mitnehmen konnten?

trifft zu teils/teils trifft NICHT zu

➤ Hat sich die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe mit zunehmender Zahl der Versuche gebessert?

trifft zu teils/teils trifft NICHT zu

➤ Hier ist Platz für Verbesserungsvorschläge, Kritik, Lob,

A.6. Beobachtungsbogen – Vortrag

Lisa will's wissen – Beobachtungsbogen - Vortrag

- Gruppe: _____
- Dauer der gesamten Versuchspräsentation? _____

➤ Es waren alle Gruppenmitglieder beteiligt? trifft zu teils/teils trifft NICHT zu

- **Versuch 1):** _____
(Welcher Versuch wurde vorgestellt?)

Es waren alle Gruppenmitglieder bei der Präsentation beteiligt? trifft zu teils/teil trifft NICHT zu

Wie oft war die Unterstützung vom Betreuer notwendig? oft selten gar nicht

Wie trat die Gruppe vor der Klasse auf? (sicher, unsicher, nervös)

Worauf wurde der Schwerpunkt bei der Vorstellung gelegt?

Geschichte

Versuch

physikalische Erklärung

Ungefähre Zeitangaben: Geschichte: _____

Versuch: _____

Erklärung: _____

Wurde das Phänomen physikalisch korrekt erklärt? trifft zu teils/teil trifft NICHT zu

Weitere Anmerkungen:

➤ **Versuch 2):** _____
(Welcher Versuch wurde vorgestellt?)

Es waren alle Gruppenmitglieder bei der Präsentation beteiligt? trifft zu teils/teil trifft NICHT zu

Wie oft war die Unterstützung vom Betreuer notwendig? oft selten gar nicht

Wie trat die Gruppe vor der Klasse auf? (sicher, unsicher, nervös)

Worauf wurde der Schwerpunkt bei der Vorstellung gelegt?

Geschichte

Versuch

physikalische Erklärung

Ungefähre Zeitangaben: Geschichte: _____
Versuch: _____
Erklärung: _____

Wurde das Phänomen physikalisch korrekt erklärt? trifft zu teils/teil trifft NICHT zu

Weitere Anmerkungen:

➤ **Allgemeine Fragen:**

Wie hat die Klasse auf den Vortrag reagiert (interessiert, unruhig,)?

Wurden von der Klasse Fragen gestellt? Wenn ja, welche?

A.7. Checkliste für die Betreuer

Stationenarbeit:

- Beobachtungsbogen ausfüllen und Fotos machen
- Geschichten vorlesen → bei entsprechenden Stellen Schüler auch mal fragen
(z.B. Ist es euch auch schon mal so ergangen? ; Habt ihr auch schon mal so etwas erlebt? ; ...)
- Nach dem **ersten** Geschichtsteil bitte Schülerarbeitsheft verteilen (entsprechende Station bitte aufgeschlagen)
- Nach den anderen Geschichtsteilen bitte immer Versuch durchführen und AB bearbeiten
- Bei der Bearbeitung der AB's: Schriftliche Antwort im Vorfeld mündlich mit den Kids formulieren → kurz und knapp aufschreiben lassen
- Wenn noch Zeit übrig ist → Wahlweise: Zusatzversuch oder Bild von Lumpi ausmalen
- Lieber einen Versuch weniger bearbeiten, aber dafür haben die Kids den anderen Versuchen folgen können
- **Schreibt mir bitte auf:**
 - Fragen, die die Kids euch stellen
 - Wo die Kids Hilfe benötigt haben
- Die Infotexte über Archimedes und „Warum ist der Himmel blau“ müssen nicht zwingend gelesen werden → Diese können die Kids auch zu Hause lesen (je nachdem wie viel Zeit ihr noch habt)
- Denkt bitte auch an die didaktischen Methoden (schwächeren Schülern Hilfestellung geben, ...)
- Ihr unterstützt die Kids bei der Durchführung und Bearbeitung der Versuche.
- Nach der Durchführung: Aufräumen und darauf achten, dass alle Materialien noch da sind (außer denen, welche die Kids mitnehmen dürfen natürlich!)

Vortrag: (Dauer je Gruppe: ~ 15 min)

- Vorträge der anderen Gruppen: Bitte Beobachtungsbogen ausfüllen.
- Helft den Kids bei der Wahl der zwei Versuche, die sie vorstellen möchten.

- Nach der Pause hast du mit deiner Gruppe 15 Minuten Zeit, den Vortrag zu besprechen, benötigte Materialien „einpacken“
- Helft den Kids bei der Durchführung der Versuche.
- Lese bitte auch den dazugehörigen *Geschichtenteil* vor, so dass die Versuche für die restlichen Gruppen nicht aus der Luft gegriffen sind.
- Ablauf Vortrag:
 - Gruppe stellt kurz vor, mit welcher Station sie sich beschäftigt hat („Lumpi und das Meer“, „Lumpi auf dem Weg in den Urlaub“,...)
 - Betreuer liest zugehörigen Teil der *Geschichte* vor
 - Versuchsdurchführung + kurze Erklärung (durch Gruppe)
 - Betreuer liest zugehörigen Teil der *Geschichte* vor
 - Versuchsdurchführung + kurze Erklärung (durch Gruppe)

A.8. Bastelanleitungen

A.8.1. Bastelanleitung „Strohalmflugzeug

Für ein Strohalmflugzeug benötigt man einen Strohhalm und zwei „Flugringe“.

1. Zunächst werden zwei Papierstreifen angefertigt: Einer mit den Maßen 1,5 auf 9 cm und der Andere mit den Maßen 2 auf 12 cm.
2. Diese werden so aufgerollt, dass je ein Ring und je eine schmale Lasche entstehen. Die Lasche soll gerade groß genug sein, dass der Strohhalm hindurchpasst. Die Laschen dienen dazu, die beiden „Flugringe“ stabil auf dem Strohhalm zu halten.
3. Nach dem Aufrollen wird die Ringform mittels Verkleben mit nicht zu viel Tesafilm oder Klebeband fixiert.
4. Zum Schluss muss nur noch der Strohhalm durch die beiden Laschen der Papierringe gesteckt werden. Zu Beginn des Versuchs empfiehlt es sich, dass der kleinere der beiden Ringe auf einer Seite des Strohhalms und der größere Ring auf der anderen Seite angebracht werden. Beide Ringe zeigen aber in die gleiche Richtung, es ist also nicht einer „oben“ und einer „unten“. Der kleinere Ring sollte dann für die ersten Flugversuche erst einmal vorne sein.

A.8.2. Bastelanleitung „Trichter“

1. Es empfiehlt sich einen Trichter mit dünnem Hals zu verwenden.
2. Durch diesen Hals einen Strohhalm mit dem umknickbaren Ende nach unten stecken.
3. Diesen mit Klebeband fixieren und abdichten, so dass die Flüssigkeit durch den Trichter in den Strohhalm läuft und nicht entweichen kann.

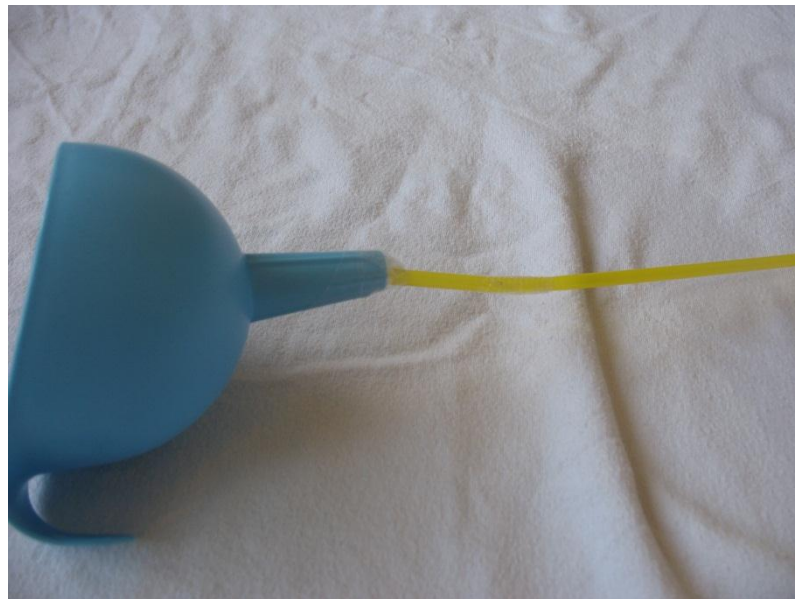


Abb. 105: "Trichter"

A.8.3. Bastelanleitung „Eckengucker“

1. Milchtüte leeren, auswaschen und trocknen lassen.
Alle anderen Verpackungen, beispielweise für Saft, die in Material und Form einer Milchtüte ähneln, können ebenfalls für den „Eckengucker“ verwendet werden.
2. Auf einer Seite der Milchtüte am oberen Ende ein rechteckiges „Guckloch“ ausschneiden. Die Größe sollte ca. 1,5 auf 2,5 cm betragen. Zuerst die Form mit einem Stift markieren, danach ein Loch in die Mitte bohren und von diesem ausgehend die Form des „Guckloches“ mit einer Schere ausschneiden.
3. Auf der gegenüberliegenden Seite der Milchtüte, diesmal am unteren Ende, ein weiteres Loch gleicher Größe schneiden.
4. Die Milchtüte an dem unteren Falz öffnen. Dies funktioniert am einfachsten mit einem dünnen, spitzen Messer, mit dem man zwischen die beiden Lagen kommt.
5. Einen der beiden Spiegel schräg in einem 45° Winkeln am oberen Ende der Milchtüte gegenüber dem Guckloch befestigen. Es hat sich bewährt, Klebebandstreifen zu Rollen zu formen und diese erst an den Spiegel anzubringen. Durch festes Drücken, viel Geduld und möglicherweise noch mehr Klebeband hält dieser irgendwann in der Milchtüte, auch wenn man diese schüttelt.
6. Danach den zweiten Spiegel, diesmal am unteren Ende der Milchtüte, auf gleiche Art und Weise befestigen. Dieser muss dem anderen Spiegel genau gegenüber stehen.
7. Den Falz wieder zusammenfalten und mit Klebeband fest verschließen.
8. Damit weniger Licht von außen in die Milchtüte fallen kann, empfiehlt es sich, diese ein bis zwei Mal komplett mit beispielsweise Packpapier einzupacken. Die „Gucklöcher“ können auch nachträglich wieder in die Verpackung geschnitten werden. Falls das Papier an dieser Stelle reißt oder absteht, die Kanten mit Klebeband überkleben.

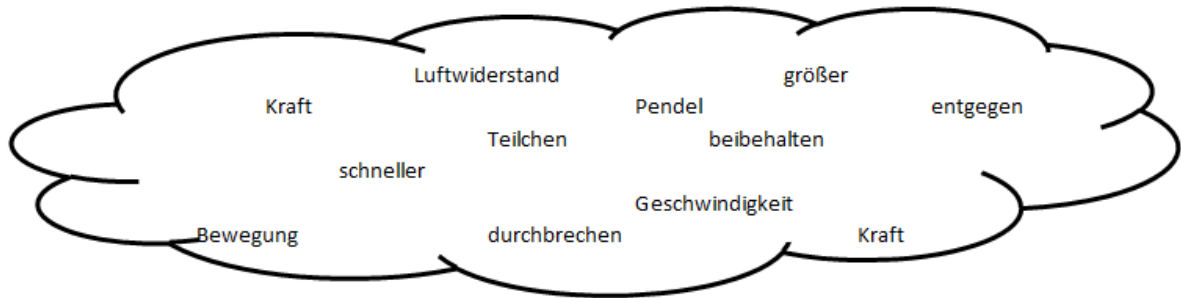
A.9. Hilfekarten

Die Hilfekarten werden hier in verkleinertem Format dargestellt.

Lumpi auf dem Weg in den Urlaub – „Das mutige Pendel“



1. Die Wörter, die in der Wolke sind, musst du nur noch in der richtigen Reihenfolge in die beiden Lückentexte einsetzen!



2.



„Wand aus Luftteilchen“



Lumpi auf dem Weg in den Urlaub – „Schnelle Maschinen“



Hier findest du die 15 Lösungsworte:

WASSER		KORSIKA
	SCHIRM	KRAFT
BREMSEN	SINKT	LUMPI
		LUFT
TEILCHEN	ARCHIMEDES	
	DURCHBRECHEN	
		WIDERSTAND
PHYSIK		
	SCHWIMMEN	TRANSPORTMITTELN

Lumpi in den Bergen – „Der Wasserberg“



Lumpi in den Bergen – „Wolkenbruch in der Küche“



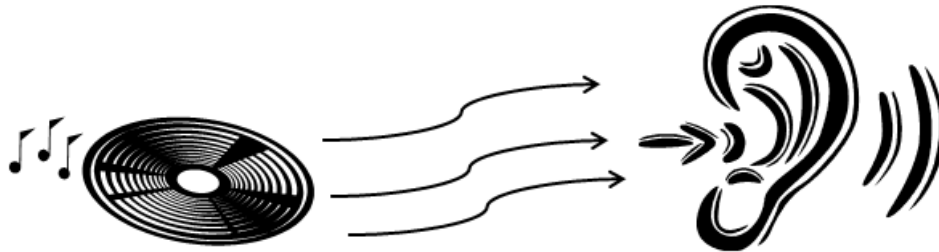
1. Welchen Zustand haben:

Wasser - Wasserdampf - Eiswürfel

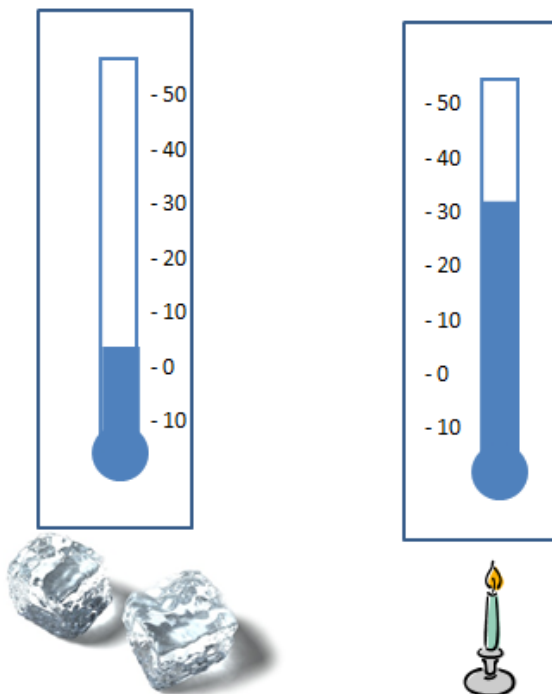
2. Die richtige Reihenfolge der Wörter, die du in deinem Text verwenden sollst, ist:

Wasserdampf, Wasser, erhitzen, Wasser, gasförmig, Verdunstung, Wasserdampf, aufsteigen, abkühlen, kalt, Topfdeckel, flüssig, Kondensation

Lumpi in den Bergen – „Echo“



Lumpi und ein italienisches Café – „Flaschen – Thermometer“



Lumpi und ein italienisches Café – „Regenbogen“

Ordne die Farben und mal dann den Regenbogen aus!



Hellblau

Gelb

Rot

Indigo

Grün

Orange

Violett

Lumpi auf Städtetour – „Eckengucker“

Physik

Periskop

Spiegel

Taschenlampe

Einfaele

Lumpi

Optik

Ladungen



A.10. Schülerarbeitsheft

Das nachfolgende Schülerarbeitsheft wurde den Schülern in gebundener Form ausgehändigt.

A.11. Fragebögen

A.11.1. Fragebogen Vorstellungen und Interessen

Liebe Schülerinnen und Schüler der vierten Klasse,
wie ich euch bereits in der Schule erzählt habe, beschäftige ich mich mit dem Thema

„Physik macht Urlaub – eine kurze Reise durch die Physik“.

Ich möchte die Versuche und die Themen natürlich möglichst interessant für euch gestalten. Damit mir das gelingt, brauche ich aber erst einmal eure Hilfe!

Bitte gebt den Fragebogen an eure Lehrerin bis zum

21. März 2011

ausgefüllt zurück.

Sobald ich die Fragebögen zurückbekommen habe, werde ich das Physikabenteuer für euch planen, so dass wir uns noch vor den Pfingstferien auf eine lustige und spannende Physikreise begeben können. So viel verrate ich euch schon: Wir werden auch einen Begleiter mitnehmen.

1. Was stellst du dir unter Physik vor?

2. Wo treten im Alltag deiner Meinung nach Naturphänomene auf?

3. Wo könntest du der Physik im Urlaub begegnen?

4. Schaust du regelmäßig Fernsehsendungen, die sich mit Naturwissenschaften beschäftigen, wenn ja welche?

A.11.2. Gruppenvertrag

Gruppenvertrag

Die Schüler der Klasse _____ vereinbaren für die Zusammenarbeit folgende Regeln:

- Innerhalb einer Gruppe helfen wir uns gegenseitig.
- Jeder arbeitet mit und bringt sich ein.
- Jeder hält sich an das, was er verspricht.
- Man hört den anderen Mitgliedern zu.
- Wir respektieren die Meinung der anderen Mitglieder.
- Wir lassen uns gegenseitig ausreden.
- Wir beleidigen kein anderes Mitglied.
- Wir sprechen Probleme, die auftreten, bei der Gruppe und dem Betreuer an.

- **Wir arbeiten als Team zusammen.**
- **Jeder hält sich an den Gruppenvertrag.**

Unser Ziel ist es, die Aufgaben gemeinsam zu lösen!

Mit der Unterschrift werden die Regeln anerkannt.

(Ort)

(Datum)

A.11.3. Fragebogen Testlauf

Lumpi's lustige Reise durch die Physik – Lumpi will's wissen

1. **Wie** hat dir der „Ausflug“ in die Physik **gefallen**? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



2. Hast du die **Versuche verstanden**? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



3. Konntest du die Arbeitsblätter **ohne große Hilfe** bearbeiten? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



4. Hättest du **mehr Zeit** zur Bearbeitung der einzelnen Arbeitsblätter gebraucht? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



5. Waren die Versuche und die Arbeitsblätter **sehr schwierig für dich**? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



-
6. Fandest du die **Themen interessant**? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



-
7. Würdest du **gerne noch einmal** einen Ausflug dieser Art machen? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



-
8. Was du mir noch sagen möchtest

Lumpi's lustige Reise durch die Physik – Lumpi will's wissen

1. Auf welcher Reise warst du mit Professor Lumpi? Kreuze an!

- Lumpi auf dem Weg in den Urlaub
- Lumpi in den Bergen
- Lumpi und das Meer
- Lumpi und ein italienisches Café
- Lumpi auf Städtetour

2. Wie fandest du deine Station?



3. Wie gut hat deine Gruppe zusammen gearbeitet? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



4. Hattest du genügend Zeit? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



5. Hast du dir mit der Bearbeitung der einzelnen Versuche leicht getan? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



6. Wie fandest du die Arbeitsblätter an deiner Station? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



7. Fandest du die Themen deiner Station interessant? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



8. Würdest du gerne noch einmal ein Physiklabor in dieser Art machen? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



9. Hast du bei den Vorträgen der anderen Gruppen etwas verstanden? Kreuze an und begründe stichpunktartig, weshalb du genau den Smiley angekreuzt hast!



10. Was du mir noch sagen möchtest

A.11.5. Nachhaltigkeitsfragebogen

Lumpi's lustige Reise durch die Physik – Lisa will's wissen

1. Auf welcher Reise warst du mit Professor Lumpi am Lehr - Lern - Labortag? Kreuze an!

- Lumpi auf dem Weg in den Urlaub
- Lumpi in den Bergen
- Lumpi und das Meer
- Lumpi und ein italienisches Café
- Lumpi auf Städtetour

2. Fallen dir noch Versuche von deiner Station ein? Kreuze an!

Ja

Nein

3. Wenn du ja angekreuzt hast, dann schreibe hier einen Versuch auf!

(Falls dir noch mehr einfallen, darfst du sie gerne auch noch aufschreiben)

4. Hast du dich nach dem Lehr - Lern - Labortag noch einmal mit dem „Arbeitsheft“ beschäftigt? Kreuze an!

Ja

Nein

5. Falls ja, kreuze an, womit du dich beschäftigt hast! (Du darfst auch mehrere Kreuzchen machen)

Geschichten

Versuche

Arbeitsblätter

6. Schreibe hier noch mindestens zwei andere Versuche, die nicht von deiner Station waren, auf!

14. Referenzen

14.1. Abbildungsquellen

Die unten nicht aufgeführten Bilder, sind eigene Bilder.

Abb.1.: H. Niedderer, H. Fischler, Autorin: Katrin Engeln, Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebung als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Techniken zu wecken, Studien zum Physiklernen, Band 36, 2004, S. 118

Abb.5.: D. Meschede, Gerthsen Physik, 24. Auflage, 2010, S.128, Abb. 3.50: Luftströmung und Kräfte an einer Tragfläche

Abb.7.: <http://experimentis.de/PhysikExperimente/Bilder/309Archimedes.gif>

(Zugriff am 03.05.2011)

Abb.13.: <http://www.oekosystem-erde.de/assets/images/wasserkreislauf-web.gif>

(Zugriff am 04.05.2011)

Abb.15.: http://www.weltderphysik.de/_img/article_large/phd-blitz.gif

(Zugriff am 04.05.2011)

Abb.31.: P. Tipler, G. Mosca, Physik für Wissenschaftler und Ingenieure, 6. Auflage, 2009, S. 1207, Abb. 31.23: Ein Regenbogen entsteht durch ...

Abb.33.: P. Tipler, G. Mosca, Physik für Wissenschaftler und Ingenieure, 6. Auflage, 2009, S. 1199, Abb. 31.8: Der Reflexionswinkel ...

14.2. Literaturverzeichnis

[BSUKLGSB] Amtsblatt der Bayerischen Staatsministerien für Unterricht und Kultus und Wissenschaft, Forschung und Kunst, Lehrplan für die Grundschulen in Bayern, 25.9.2000

[DKW] Velber Verlag, Die Kräfte Werkstatt, 2. Auflage 2010

[DKWS] Velber Verlag, Die Klima Werkstatt, 3. Auflage 2010

[DMGP] Dieter Meschede, Gerthsen Physik, 24. Auflage 2010

[DSW] Velber Verlag, Die Sand Werkstatt, 3. Auflage 2010

[DTEP1] Demtröder, Experimentalphysik 1, 4. Auflage 2006

[DWW] Velber Verlag, Die Wald Werkstatt, 4. Auflage 2008

[DWWS] Velber Verlag, Die Wasser Werkstatt, 4. Auflage 2010

[GLLE] Gisela Lück, Leichte Experimente für Eltern und Kinder, 2008

[HJASS] Hans – Jürgen Apel/Werner Sacher (Hrsg.), Studienbuch Schulpädagogik, 3. Auflage, „Was sind eigentlich Lehrpläne? Begriffliche Abgrenzungen von Walter Müller

[HKE] Hermann Krekeler, Experimente, Spannendes und Verblüffendes für kleine Forscher

[HKMRSE] Hermann Krekeler, Marlies Rieper-Bastian, Spannende Experimente, Naturwissenschaft spielerisch erleben, 2000

[HNHFSPSL] H. Niedderer, H. Fischler, Studien zum Physiklernen, Band 36, Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken von Katrin Engeln, 2004

[JCLUL] Jack Calloner, Wissen Wollen, Laut und Leise, Saatkorn 1997

[JCSUL] Jack Challoner, Wissen Wollen, Schnell und Langsam, Saatkorn, 1997

[JCSUS] Jack Challoner, Wissen Wollen, Schwimmen und Sinken, Saatkorn, 1997

[JLULKKF] Joachim Lerch, Ute Löwenberg, Die kleinen Klima- Forscher, 2009

[JWFZP] Jearl Walker, Der fliegende Zirkus der Physik, 2007

[KGHPD] Kircher, Girwidz, Häußler (Hrsg.), Physikdidaktik, 2007

[KHAHF] Karl – Heinz Arnold, Handbuch Förderung, Weinheim Beltz, 2008

[KHPM] Kamilla Herber, Physik macchiato, 2007

[KWPP] Andres Krapp, Bernd Weidenmann, Pädagogische Psychologie, 5. vollständig überarbeitete Auflage, 2006

[OSCHTKK] Ontario Science Centre, Heisse Tips für kühle Köpfe, Das Buch der Experimente, 1984

[PTGMP] Paul A. Tipler, Gene Mosca, Physik für Wissenschaftler und Ingenieure, 6. Auflage 2009

[SEDG] Eberhard Stahl, Dynamik in Gruppen, 2. Auflage, 2007

[SMSPM] Silke Mikelskis – Seifert, Thorid Rabe (Hrsg.), Physik Methodik, Handbuch für die Sekundarstufe I und II, 2007

[SNPDL] Norbert M. Seel, Psychologie des Lernens: Lehrbuch für Pädagogen und Psychologen, 2. Auflage, 2003

14.3. Internetquellen

[IQU1] <http://www.kindergartenpaedagogik.de/1226.html> (Zugriff am 22.04.2011)

[IQU2] http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/vorlesung/PPP_Kapitel5.pdf (Zugriff am 04.04.2011)

[IQU3]

http://download.bildung.hessen.de/lakk/stsem_ghrf/ruesselsheim/modul/lernprozesse_hr/material/Die_Lernziele_Definition.doc (Zugriff am 02.05.2011)

[IQU4]

<http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/internet/arbeitsblaetterord/LERNZIELORD/LernzieleDimens.html>

(Zugriff am 06.05.2011)

[IQU5] <http://www.wdr.de/tv/wissenmachtah/bibliothek/schiffeschwimmen.php5>

(Zugriff am 03.05.2011)

[IQU6] <http://www.bildungsnetz-berlin.de/goldnetz/textdoku/was-span.htm>

(Zugriff am 03.05.2011)

[IQU7] <http://specials.greenpeace.de/wassergeist/wasserkreislauf.html>

(Zugriff am 04.05.2011)

[IQU8] <http://www.wdr.de/tv/wissenmachtah/bibliothek/regen.php5>

(Zugriff am 04.05.2011)

[IQU9] <http://www.weltderphysik.de/de/4626.php> (Zugriff am 04.05.2011)

[IQU10] http://www.kidsnet.at/Sachunterricht/blitz_und_donner.htm

(Zugriff am 04.05.2011)

[IQU11] http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/Wasserhaushalt/dateien/3_transp/3_wasser/dateien/3_waerm.html

(Zugriff am 04.05.2011)

[IQU12] <http://www.wasser-aqualino.de> (Zugriff am 04.05.2011)

[IQU13] <http://www.tk-logo.de/cms/beitrag/10000341/203976/>

(Zugriff am 04.05.2011)

[IQU14] <http://www.news4kids.a/mitmachen/kannst-du/article/ein-windrad-basteln>

(Zugriff am 05.05.2011)

[IQU15] <http://www.energiesroute.de/wind/wind2.php> (Zugriff am 04.05.2011)

[IQU16] <http://www.physik.uni-oldenburg.de/36999.html>

(Zugriff am 04.05.2011)

[IQU17] <http://www.wdr.de/tv/wissenmachtah/bibliothek/schiffeschwimmen.php5>

(Zugriff am 03.05.2011)

[IQU18] <http://www.tatort-ohr.de/pdf/WiesoWeshalbWarum.pdf>

(Zugriff am 05.05.2011)

[IQU19] <http://www.netexperimente.de/sci2go/46.html> (Zugriff am 05.05.2011)

[IQU20] <http://www.physikfuerkids.de/lab1/versuche/wabiege/index.html>

(Zugriff am 05.05.2011)

[IQU21] <http://www.physikfuerkids.de/lab1/versuche/korkkom/index.html>

(Zugriff am 05.05.2011)

[IQU22]

http://devserv.helliwood.de/sl_fullmobile_store/mobile_physik/Das_Traegheitsgesetz_1_ne_wtonsches_Gesetz.htm (Zugriff am 05.05.2011)

[IQU23] <http://www.experimentis.de/PhysikExperimente/Versuche/204HimmelBlau.html>

(Zugriff am 05.05.2011)

15. Danksagung

Meinen besonderen Dank möchte ich allen Beteiligten und hilfreichen Unterstützern dieser Arbeit aussprechen.

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Thomas Trefzger bedanken, der ohne zu Zögern in meinen Vorschlag, ein Lehr – Lern – Labor für die Grundschule mit dem Thema „Physik im Urlaub“ zu konzipieren, einwilligte. Er unterstütze mich stets bei der Umsetzung meiner Vorhaben und hatte immer ein offenes Ohr für mich. Außerdem gab er mir sehr hilfreiche Tipps und Anregungen zu meinem Schülerarbeitsheft und half mir bei der Gestaltung des Lehr – Lern – Labors.

Ein herzliches Dankeschön gilt auch AR Dr. Thomas Wilhelm und AR Matthias Völker, die mir stets tatkräftig zur Seite standen. Sei es beispielsweise beim Druck meiner Schülerarbeitshefte oder beim Druck meiner Arbeit.

Auch möchte ich den beiden Physiklaborantinnen Kathrin Löffler und Marina Nahm meinen Dank aussprechen, da sie mir zwei wunderschöne, reibungs- und problemlose Durchführungen meines Lehr – Lern – Labors ermöglichten.

Des Weiteren möchte ich mich ebenfalls bei den übrigen Lehrstuhlmitarbeitern für ihre stets tatkräftige Unterstützung bei der Umsetzung meines Lehr – Lern – Labors bedanken.

Was wäre die ganze Konzipierung des Lehr – Lern – Labors ohne Schulklassen! Deshalb möchte ich an dieser Stelle meinen Dank der dritten Klasse der Grundschule Burkardroth für die problemlose Durchführung des Testlaufes, der dritten und vierten Klasse der Grundschule Gerbrunn und der vierten Klasse der Grundschule Burkardroth für die schönen und reibungslosen Durchführungen des Lehr – Lern – Labors danken. Außerdem möchte ich mich an dieser Stelle bei den begleitenden Lehrkräften bedanken, die ihre Unterrichtszeit für die Teilnahme am Lehr – Lern – Labor zur Verfügung stellten.

Die problem- und reibungslosen Durchführungen habe ich meinen Betreuern, die stets zuverlässig und engagiert bei der Sache waren, zu verdanken. Daher gilt Gabi Hansen, Annemarie Hausmann, Simone Großmann, Peter Dornberger, Markus Schäfer und Julian Hornung ein sehr großer Dank.

Weiter danke ich Markus Schäfer und Gabriel Kabbe für die zahlreichen Stunden, die sie für das Korrekturlesen aufbrachten.

Abschließend möchte ich mich noch besonders bei meiner Familie und meinem Freund bedanken. Meinen Eltern, Claudia und Bernd, möchte ich vor allem sehr für die aufbauenden und aufmunternden Worte während des Schreibens meiner Zulassungsarbeit, für die Unterstützung während meines Studiums und für die zahlreichen Stunden, die sie mit Korrekturlesen verbracht haben, danken. Ebenso meinem Freund, Julian, für die tatkräftige Unterstützung bei der Umsetzung meines Lehr – Lern – Labors danken.

Herzlichen Dank!

16. Eidesstaatliche Erklärung

Erklärung nach §29, Abs.6, LPO I (vom 13.März 2008)

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit in allen Teilen selbstständig gefertigt und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Soweit nicht anders angegeben, wurden alle Abbildungen selbst erstellt.

Würzburg, den 14.07.2011

Lisa Klaas

Impressum:

Lisa Klaas

Im Oberdorf 22

97705 Burkardroth – Stralsbach

Tel.: 09734/5469

E-Mail: lisa-klaas@web.de