



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Konzipierung und Umsetzung physikalischer
Aufgabenstellungen für Lernende der Sekundarstufe II“

verfasst von / submitted by

Dipl.-Ing. Philipp Petti, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 406 412

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Mathematik UF Physik

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Mag. Dr. Marianne Korner

Vorwort

Herzlichst bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf und Frau Mag. Dr. Marianne Korner für die Ermöglichung der Verfassung meiner Diplomarbeit in einem sehr interessanten thematischen Umfeld. Es wurde mir ein umfassender Einblick und die Möglichkeit der Mitwirkung in der „Talenteschmiede“ der jungen Physiker/innen am Schülerforschungszentrum der Universität Wien gegeben. An dieser Stelle möchte ich mich auch für die kompetente und zuverlässige Betreuung während meiner Diplomarbeit bedanken.

Weiters möchte ich mich bei all den Schüler/innen bedanken, die bei der Durchführung der Interventionen aktiv mitwirkten.

Mein großer Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die mir während des gesamten Studiums immer tatkräftig zur Seite gestanden sind.

Ein Dankeschön auch an die vielen Wegbegleiter, die ich während dem Studium kennenlernen durfte.

Kurzfassung

Identifizierung, Förderung und der Umgang mit begabten Schüler/innen stellt für die Forschung ein interessantes Themengebiet dar, welches unter anderem auch die Entwicklung von Modellen zur Beschreibung von Begabungen erfordert.

Im Schüler/innenforschungszentrum an der Fakultät Physik der Universität Wien wird den begabten Schüler/innen Raum für die Entwicklung ihrer Fähigkeiten geboten. Aus diesem Grund widmet sich diese Diplomarbeit der Erstellung von Aufgaben für Schüler/innen der Sekundarstufe II, deren physikalische Begabung gefördert werden soll. Ein wesentlicher Faktor für die Lernenden ist die Bereitstellung von Aufgaben, die Interesse wecken und fördern sollen.

Nach im ersten Schritt durchgeführter Recherche zur Begabtenforschung und Aufgabenerstellung, wurden darauf aufbauend zwei Aufgabenblätter abgefasst. Das erste Aufgabenblatt stellte den menschlichen Körper physikalisch in den Mittelpunkt. Die zweite Aufgabe befasste sich mit dem Tauchen. Die Auswirkung der Aufgabebearbeitung auf das Wissen der Proband/innen wurde durch Interviews geprüft. Aus den erlangten Ergebnissen wurden Maßnahmen zur Verbesserung der Aufgaben vorgestellt.

Das Resultat dieser Arbeit sind zwei Aufgabenblätter, die mit begabten Schülern/innen durchgeführt und ausgewertet wurden. Diese Aufgabenblätter können für den Physikunterricht teilweise, zur Gänze oder auch für Projektarbeiten herangezogen werden.

Abstract

Identification and appropriate development of gifted pupils is still a challenging field of study. Trying to find the ideal approach, has led to development of models. The models are able to describe giftedness.

The Faculty of Physics of the University of Vienna has launched a program for supporting pupils. Therefore, an important factor is the preparation of physical tasks, which further pupils and keep their motivation on a high level. Hence, the aim of this diploma thesis is the development of such furthering physical tasks.

In a first step a literature investigation was carried out in the field of reserach of gifted pupils. Based on this two task sheets have been developed. The first sheet was picking out as a central theme the human body, while the other sheet was adresssing the topic around diving. In both sheets, key physical aspects have been put into focus. Pupils who carried out those task sheets, have been interviewed, to investigate the influence on their knowledge progress. Based on results an action plan was created in order to improve the task sheets.

The outcome of this diploma thesis are two work sheets., tested and afterwards improved by using the results from the interviews and the feedback of pupils. The work sheets are as well usable in parts or as a whole in regular physics classes supporting regular instruction. In addition to this, usage for project work would also be possible.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
2 Theoretischer Hintergrund	3
2.1 Hochbegabung	3
2.1.1 Einige Begriffserklärungen	3
2.1.2 Modelle zur Entfaltung der Hochbegabung	7
2.1.3 Interessen hochbegabter Jugendlicher	16
2.1.4 Diagnostizierung hochbegabter Jugendlicher	18
2.1.5 Entwicklung hochbegabter Jugendlicher	20
2.1.6 Förderung hochbegabter Jugendlicher	22
2.2 Aufgaben und ihre Einbettung	27
2.2.1 Merkmale und Formen von Aufgaben	27
2.2.2 Qualität von Aufgaben	29
2.2.3 Interessentypen bei physikalischen Aufgaben	30
3 Forschungsfragen	33
4 Forschungsdesign	34
4.1 Methodischer Zugang	34
4.2 Population	37
4.3 Umgang mit fehlenden Daten	38
5 Konzipierung der Aufgaben	39
5.1 Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“	39
5.1.1 Aufgabenstellung 1	40
5.1.2 Aufgabenstellung 2	41
5.1.3 Aufgabenstellung 3	42
5.1.4 Aufgabenstellung 4	44
5.1.5 Aufgabenstellung 5	45
5.1.6 Aufgabenstellung 6	45
5.1.7 Aufgabenstellung 7	46
5.1.8 Aufgabenstellung 8	48
5.1.9 Aufgabenstellung 9	50
5.1.10 Aufgabenstellung 10	51
5.1.11 Aufgabenstellung 11	53
5.1.12 Aufgabenstellung 12	54
5.1.13 Aufgabenstellung 13	54
5.1.14 Aufgabenstellung 14	55
5.1.15 Aufgabenstellung 15	56
5.1.16 Aufgabenstellung 16	57
5.2 Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“	58
5.2.1 Aufgabenstellung 1	60
5.2.2 Aufgabenstellung 2	61
5.2.3 Aufgabenstellung 3	62
5.2.4 Aufgabenstellung 4	63
5.2.5 Aufgabenstellung 5	64
5.2.6 Aufgabenstellung 6	65

5.2.7	Aufgabenstellung 7	66
5.2.8	Aufgabenstellung 8	67
5.2.9	Aufgabenstellung 9	68
5.2.10	Aufgabenstellung 10	69
5.2.11	Aufgabenstellung 11	69
5.2.12	Aufgabenstellung 12	70
6	Evaluierung der Aufgaben	71
6.1	Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“	71
6.1.1	Brainstorming zu „Physik“ und „Menschlicher Körper“	73
6.1.2	Wärmeübertragungsmechanismen	77
6.1.3	Körpertemperatur	79
6.1.4	Bekleidung	83
6.1.5	Fieber	85
6.1.6	Schwitzen	87
6.1.7	Feedback der Teilnehmer/innen	90
6.2	Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“	90
6.2.1	Brainstorming zu „Physik“ und „Tauchen“	92
6.2.2	Schwimmen und Tauchen	94
6.2.3	Tauchausrüstung	96
6.2.4	Lungenriss	98
6.2.5	Henry-Gesetz und „Die Taucherkrankheit“	100
6.2.6	Feedback der Teilnehmer/innen	101
7	Diskussion und Adaptierungsvorschläge der Aufgaben	103
7.1	Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“	103
7.2	Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“	109
8	Zusammenfassung und Ausblick	115
9	Literaturverzeichnis	117
10	Anhang	122
10.1	Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“	122
10.2	Handout zu „Physik des menschlichen Körpers“	124
10.3	Arbeitshilfen zu „Physik des menschlichen Körpers“	125
10.4	Interviewleitfaden (Vorinterview) zu „Physik des menschlichen Körpers“	131
10.5	Interviewleitfaden (Nachinterview) zu „Physik des menschlichen Körpers“	133
10.6	Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“ (Überarbeitung)	135
10.7	Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“	138
10.8	Arbeitshilfen zu „Physik des Tauchens“	140
10.9	Interviewleitfaden (Vorinterview) zu „Physik des Tauchens“	142
10.10	Interviewleitfaden (Nachinterview) zu „Physik des Tauchens“	144
10.11	Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“ (Überarbeitung)	146
10.12	Transskripte – Vorinterviews zu „Physik des menschlichen Körpers“	148
10.12.1	Schüler/in BE05TH11	148
10.12.2	Schüler/in DA08SO11	155
10.12.3	Schüler/in EL08KO13	160
10.12.4	Schüler/in JA06AN14	163

10.12.5	Schüler/in MA09AS11.....	168
10.12.6	Schüler/in NO07ER12	170
10.13	Transskripte – Nachinterviews zu „Physik des menschlichen Körpers“..	173
10.13.1	Schüler/in BE05TH11	173
10.13.2	Schüler/in DA08SO11.....	176
10.13.3	Schüler/in EL08KO13	178
10.13.4	Schüler/in JA06AN14.....	181
10.13.5	Schüler/in MA09AS11.....	186
10.13.6	Schüler/in NO07ER12	189
10.14	Transskripte – Vorinterviews zu „Physik des Tauchens“	192
10.14.1	Schüler/in AM06RA14	192
10.14.2	Schüler/in AN02EA11	194
10.14.3	Schüler/in BA11US12	196
10.14.4	Schüler/in GO10KO11	198
10.14.5	Schüler/in MI11NA23.....	200
10.14.6	Schüler/in NO07ER11	203
10.15	Transskripte – Nachinterviews zu „Physik des Tauchens“	205
10.15.1	Schüler/in AM06RA14	205
10.15.2	Schüler/in AN02EA11	206
10.15.3	Schüler/in BA11US12	208
10.15.4	Schüler/in MI11NA23.....	210
10.15.5	Schüler/in NO07ER11	212

1 Einleitung

Das Schüler/innenforschungszentrum an der Universität Wien, dessen Leitung Frau Mag. Dr. Marianne Korner obliegt, wird von der Universität Wien in Kooperation mit der Bildungsdirektion Wien betrieben. Hier haben die Schüler/innen der Sekundarstufe II die Möglichkeit, sich außerhalb ihrer Unterrichtszeit an der Schule mit verschiedenen Themen der Physik auseinanderzusetzen. Im Sinne der Begabtenförderung wird im Schüler/innenforschungszentrum eine Möglichkeit geschaffen, den Lernenden einen erweiterten Raum für die Erarbeitung, Diskussion, das Experimentieren und die Reflexion von physikalischen Themenstellungen zur Verfügung zu stellen.

Ein wichtiges Instrument sind Aufgaben, die für die begabten und hochbegabten Schüler/innen entwickelt werden. Sie geben einen ersten Impuls für die Auseinandersetzung mit den Themen bzw. die diversen Fragestellungen in den Aufgaben leiten die Lernenden durch die Auseinandersetzung mit den physikalischen Themenstellungen. Für die Erstellung dieser Aufgaben ist es zweifelsohne wichtig, sich mit dem (Hoch-)Begabtenbegriff auseinanderzusetzen, aber in weiterer Folge auch das Wissen für die Erstellung von (physikalischen) Aufgaben zu erlangen und vertiefen.

Der Begriff der Hochbegabung wird bereits seit geraumer Zeit erforscht und dazu wurden auch mehrere Definitionen entwickelt. Beispielsweise führte dazu Sir Francis Galton (Ziegler, 2008) in seinen Erklärungen einige bedeutsame Aspekte zu Begabung aus. Weitere Definitionen entstanden beispielsweise durch die Prozentsatzdefinition (Feger, 1988), Kreativitätsdefinition (Feger & Prado, 1998) und der IQ-Definition (Feger, 1988 und Rost & Buch, 2010). Ergänzend dazu wurden statische und dynamische Hochbegabten-Modelle entwickelt. Dazu zählen unter anderem die Münchner Hochbegabtenstudie (Heller, 2001), das Münchner dynamische Begabungs-Leistungs-Modell (Perleth, 2001) und das Marburger Hochbegabtenprojekt (Rost, 1993a). Weitere Modelle und Ausführungen zur Hochbegabung, sowie eine tiefere Thematisierung dazu sind in Kapitel 2.1.1 und 2.1.2 dieser Arbeit dargestellt.

Nun sei noch die Frage wie hochbegabte Schüler/innen diagnostiziert und gefördert werden. Diese Punkte wurden ebenso in Kapitel 2 erläutert. Heller (2001) führte aus, dass für die Diagnostizierung von Hochbegabung bei Schüler/innen mehrdimensionale Modelle verwendet werden sollen. Einer eindimensionalen Betrachtung, zum Beispiel durch Testung des Intelligenzquotienten, steht er ablehnend gegenüber. Hany (2001) entwickelte ein Arbeitsmodell zur Identifizierung von Hochbegabten.

Die Möglichkeiten der Förderung von hochbegabten Jugendlichen beinhalten neben innerschulische Maßnahmen, welche durch Feger (1988) angeführt werden, auch weitere Förderprogramme. Zu diesen Förderprogrammen, die sich die Förderung von

Schüler/innen im Unterrichtsfach Physik widmen, zählen beispielsweise Wettbewerbe, wie die Physikolympiade und das AYPT (Austrian Young Physicists' Tournament).

Die Merkmale von Aufgaben, sowie die Interessenstypen bei physikalischen Aufgaben dienen als Vorbereitung für die in Kapitel 5 erstellten physikalischen Aufgaben. Kautertz et al. (2015) unterscheidet Lernaufgaben und Testaufgaben und listet Merkmale von Aufgaben auf. Zu diesen zählen beispielsweise inhaltliche Aspekte und formale Aspekte. Der Bezug zu Test- bzw. Lerngegebenheit, der die Schülervorstellungen bzw. den Umgang mit Fehlern beinhaltet, zählt ebenso zu den Merkmalen.

Für die Auswertung wurden Interviews geführt und ausgewertet (siehe Kapitel 6). Die Schüler/innen wurden zu diesem Zweck vor der Bearbeitung der Aufgaben und danach befragt. Im Zentrum der Befragung standen inhaltliche Aspekte zum Aufgabengebiet. Im Nachinterview wurde zusätzlich Feedback zur Aufgabe erfragt.

Die Aufgabenblätter zu den Materialien sind im Anhang (Kapitel 10) angeführt. Die Transskripte zu den getätigten Interviews sind ebenfalls in diesem Abschnitt angehängt.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Hochbegabung

In diesem Kapitel werden zunächst einige Begriffserklärungen vorgenommen. Anschließend werden ausgewählte Studien und Modelle präsentiert. In weiterer Folge wird noch auf die Interessen, Diagnostizierung, Entwicklung und Förderung hochbegabter Jugendlicher eingegangen.

2.1.1 Einige Begriffserklärungen

Der Begriff der Hochbegabung (in Deutschland auch: besondere Begabung) ist wenig scharf definiert, da schon der Begriff der Begabung nicht scharf ist und mehrdeutig verwendet wird. Es ergeben sich bei der Interpretation von Begabung mehrere verschiedene Darstellungen. Eine erste Unterteilung sieht einen statischen und dynamischen Charakter vor. Der statische Begriff meint dabei die angeborenen Veranlagungen und der dynamische die kulturell bzw. durch die Umgebung angestoßene Entfaltung. Eine andere Unterscheidung sieht die Trennung in intellektuelle und nicht-intellektuelle Begabungen vor. Zum nicht-intellektuellen Bereich werden einerseits die soziale und andererseits die praktische und handwerkliche Begabung gezählt. Hinsichtlich der Realisierung von Begabung in Leistung werden noch die Performanz (Begabung in Leistung umgesetzt) und die Kompetenz (Begabung noch nicht in Leistung umgesetzt) begrifflich unterschieden. Die beiden Begriffe Leistung und Begabung sollten insofern nicht als Synonym verwendet werden, da jede Leistung ein von mehreren Faktoren abhängiges Potenzial als Basis vorliegen hat (Rost & Buch, 2010, S. 257-258).

Geschichtlich erkannten die Naturwissenschaften und die Medizin bereits vor Jahrtausenden den Körper des Menschen als Gegenstand empirischer Forschung. Die Forschung in der Psychologie begann hingegen erst im 19. Jahrhundert. Vor ca. 140 Jahren konnte erforscht werden, dass sich die kognitive Leistungsfähigkeit verschiedener Menschen unterscheiden kann. Sir Francis Galton verwendete als erster Wissenschaftler den Begriff Begabung bei der Erklärung dieser Unterschiede. Der Begriff Begabung wurde von Galton mit hoher Intelligenz gleichgesetzt (Ziegler, 2008, S. 21).

Nach Ziegler (2008, S. 22) waren folgende Aspekte Galtons bedeutsam:

- Begabung wird als Intelligenz verstanden, wobei die Intelligenz die mentale Kapazität für die Lösung von Problemen darstellt.
- Begabung unterliegt einer Normalverteilung.

- Menschen können in eine Rangreihe, die den intellektuellen Fähigkeiten entspricht, gebracht werden. Galton brachte bereits vor der Einführung des Intelligenzquotienten (IQ) das Perzentil als Empfehlung heraus.
- Die Erfassung der Intelligenz kann durch Tests erfolgen.

Neben den bereits genannten Begriffsdefinitionen und Unterscheidungen konnte Lucito (1964, S. 182-184) weitere Definitionen für die Hochbegabung einführen. Diese lassen sich in den nachstehend beschriebenen Definitionsklassen finden.

Ex-post-facto-Definition

Gemäß dieser Definitionsklasse wird man als hochbegabt eingestuft, wenn man Hervorragendes vollbracht hat. Diese Definition wurde bereits schon in früher Literatur verwendet (Feger, 1988, S. 57).

IQ-Definition

In diesem Abschnitt wird auf den IQ näher eingegangen, wobei anzumerken ist, dass die Spezifikationen und Details der einzelnen IQ-Testungen für Jugendliche bzw. Erwachsene nicht behandelt werden.

Der IQ-Aspekt der Hochbegabung wurde nach der Einführung der ersten Intelligenztests häufig angewendet. Diese Definition wurde von Terman geprägt und er bezeichnete Personen mit einem IQ von größer gleich 140 als hochbegabt. Die Definition beruht hierbei auf die Testung gemäß Stanford-Binet-Intelligenztest (Feger, 1988, S. 57). Rost & Buch (2010, S. 258) sehen diese Sachlage bei einem IQ, der größer als 129 ist, wobei hier anzumerken ist, dass auf die Art der Testung nicht weiter eingegangen wird.

Tabelle 2.1 dient der Übersicht über die Werte des IQ für die einzelnen Kategorien in Abhängigkeit ihrer Testverfahren. Hier werden beim I-S-T Proband/innen bereits ab einem IQ von 120 als hochbegabt klassifiziert.

Abgesehen von den verschiedenen IQ-Tests, lässt sich eine einfache Berechnungsformel gemäß Carter & Russel (2003, S. 7) nach Gleichung (2.1) formulieren.

$$IQ = \frac{\text{Intelligenzalter}}{\text{Lebensalter}} \cdot 100 \quad (2.1)$$

Es sei jedoch angemerkt, dass Gleichung (2.1) nur bei Kindern Anwendung findet, da bei Erwachsenen (> 18 Jahre) die Veränderung bei der Intelligenzentwicklung geringer wird. Als Intelligenzalter bezeichnet man jenes Alter, bei dem man einen bestimmten Wert bzw. ein bestimmtes Maß für Intelligenz erwarten würde. Ein Kind, welches acht Jahre alt ist und einen Wert eines zehnjährigen Kindes aufweist, besitzt ein Intelligenzalter von zehn und ein Lebensalter von 8 Jahren.

Für Erwachsene wurden eigene Intelligenztests entwickelt, die einen Mittelwert des Intelligenzquotienten von 100 aufweisen (Carter & Russel, 2003, S. 7-8). Hierbei muss noch erwähnt werden, dass in der Literatur oftmals und auch wie bei Carter & Russel soeben beschrieben, für die Intelligenz ein Mittelwert angegeben wird. Dies ist mathematisch nicht korrekt und der Wert 100 stellt einen Erwartungswert dar.

Eine Darstellung der Kategorien laut Hofstätter (1971, S. 184), die sich durch den IQ definieren lassen, sind in Tabelle 2.1 angeführt. Hierbei wird die Klassifizierung, die dem Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder (HAWIK; Erwartungswert M: 100, Standardabweichung S: 15), dem Intelligenz-Struktur-Test (I-S-T; M: 100, S: 15) und dem Stanford-Binet (BINET; M: 100, S: 16) zugrunde liegt, dargestellt.

Tabelle 2.1: Intelligenzquotient – Bedeutung und Klassifizierung in Anlehnung an Hofstätter (1971, S. 184)

Bezeichnung	HAWIK IQ	I-S-T IQ	BINET IQ	Personenzahl je Bereich in %
Extrem niedrig („Schwachsinn“)	≤ 69	≤ 79	≤ 67	2,2
Sehr niedrig	70 – 79	80 – 85	68 – 77	6,7
Niedrig	80 – 89	86 – 92	78 – 88	16,1
Durchschnittlich	90 – 109	93 – 106	89 – 110	50,0
Hoch	110 – 119	107 – 113	111 – 121	16,1
Sehr hoch	120 – 129	114 – 119	122 – 131	6,7
extrem hoch („Hochbegabung“)	≥ 130	≥ 120	≥ 132	2,2

Studien (u.a. von Holahan & Sears (1995) und Feldman & Goldsmith (1986)) zeigten allerdings, dass die Gleichsetzung von Hochbegabung und Intelligenz problematisch ist. Es konnte nachgewiesen werden, dass Hochbegabte und auch Proband/innen einer Kontrollgruppe, die einen ähnlichen sozioökonomischen Einfluss aufweisen, ähnliche Ergebnisse erzielten. Beispielsweise konnte auch für Personen, die als hochintelligente Kinder galten und eine spezielle Begabtenförderung erhielten, im späteren Alter von 40-50 Jahren keine Leistungsexzellenz mehr erhoben werden (Ziegler, 2008, S. 27-29).

Weitere Probleme, die mit dem IQ verbunden sind, sind laut Ziegler (2008, S. 29-30):

- Rohwerte von Intelligenztests folgen nicht einer Normalverteilung.
- IQ-Tests sind häufig nicht in der Lage eine Messung in sehr hohen und niedrigen Bereichen korrekt zu erfassen.
- Es werden vor allem akademisch leistungsstarke Schüler/innen erkannt.
- Resultate diverser IQ-Tests können große Abweichungen hervorbringen.

Soziale Definition

Für diese Definition werden Sonderbegabungen und Begabungen in vielen Bereichen berücksichtigt (Feger, 1988, S. 58). Witty schreibt diesbezüglich:

„Das Kind, dessen Leistung in einem möglicherweise wertvollen Bereich durchgängig bemerkenswert ist, kann als hochbegabt angesehen werden“
(Witty, 1965, S. 128, zitiert nach Feger, 1988, S. 58).

Prozentsatzdefinition

Diese Klassifizierung beruht auf einen definierten Prozentsatz der Bevölkerung, der als hochbegabt eingestuft wird. Hierfür können Noten, aber auch Werte von IQ-Tests herangezogen werden, wobei im zweiten Fall ein Bezug zur IQ-Definition vorliegt (Feger, 1988, S. 58). Hinsichtlich der prozentuellen Definition sei zu erwähnen, dass gemäß Webb et al. (1985, S. 15) zweieinhalb bis drei Prozent des oberen Prozentbereiches als hochbegabt angesehen werden soll. Bei dieser Wertedefinition herrscht keine Einigkeit in der Wissenschaft, da zum Beispiel Fliegler & Bish (1959, S. 409) die oberen 15-20% oder Gowan (1971, S. 240) die oberen 11% zu dieser Gruppe zählen.

Kreativitäts-Definitionen

Bei dieser Definition wird auf die Kreativität fokussiert (Feger, 1988, S.58). Jemand kann als hochbegabt angesehen werden, sofern das Vermögen vorhanden ist Neues und Originelles zu entwickeln (Feger & Prado, 1998, S. 39-41).

Eigene Definition von Lucito

„Hochbegabt sind jene Schüler, deren potentielle intellektuelle Fähigkeiten sowohl im produktiven als auch im kritisch bewertenden Denken ein derartig hohes Niveau haben, daß begründet zu vermuten ist, daß sie diejenigen sind, die in der Zukunft Probleme lösen, Innovationen einführen und die Kultur kritisch bewerten, wenn sie adäquate Bedingungen der Erziehung erhalten“ (Lucito, 1964, S. 184, zitiert nach Feger, 1988, S. 58).

Gemäß Feger (1988, S. 60) stellt die eigene Definition nach Lucito für den Begabungsbegriff eine sinnvolle Betrachtung dar.

Neben der Begabung bzw. Hochbegabung wird der Begriff des Genies im Alltag immer wieder verwendet und wird daher anschließend näher beschrieben. Der Terminus Genie stellt Anerkennung und Hochschätzung in der Gesellschaft bei überragender Leistung, dar. Auf der anderen Seite hingegen wird die Begrifflichkeit Talent bei einer Spitzenbegabung im nicht-intellektuellen Bereich verwendet, zum Beispiel bei Sport oder Kunst. Genies bzw. Höchstbegabung liegt bei einem IQ von mehr als 160 vor (Rost & Buch, 2010, S. 258).

Neben Lernenden, die begabt sind und gute Leistungen erzielen, gibt es auch Schüler/innen, die entgegen Erwartungen im Verhältnis zu ihren Fähigkeiten schlechte

Leistungen in der Schule aufweisen. Lernende, dieser Art werden als Underachiever bezeichnet (Perleth & Sierwald, 2001, S. 334). Ihre Schulleistungen können im Allgemeinen oder auch in einzelnen Bereichen schlechter sein. Beispiele für Underachievement bei Teilbereichen sind z.B. Rechenschwierigkeiten. Das Gegenstück zu Underachiever sind Overachiever, welche entgegen Erwartungen bessere Leistungen zeigen (Sparfeldt & Buch, 2010, S. 877).

In dieser Arbeit wird im Weiteren noch auf Modelle bzw. Studien der Hochbegabung (siehe Kapitel 2.1.2) eingegangen.

2.1.2 Modelle zur Entfaltung der Hochbegabung

Zur Entfaltung der Hochbegabung werden in der Literatur unterschiedliche Modelle beschrieben. Im Wesentlichen sind die Modelle entweder von statischem oder dynamischem Charakter bzw. unterscheiden sich zusätzlich in der Dimensionalität. Statische Modelle gehen von einer gleichbleibenden Hochbegabung des Individuums aus, die je nach Dimensionalität von einem oder von mehreren Faktoren abhängig sind. Im Gegensatz dazu berücksichtigen dynamische Modelle Möglichkeiten zur zeitlichen Entwicklung der Hochbegabung. Im Folgenden werden untenstehende Werke einführend vorgestellt:

- Münchner Hochbegabungsstudie
- Münchner dynamisches Begabungs-Leistungs-Modell
- Drei-Ringe-Modell von Renzulli
- Triadisches Interdependenzmodell von Mönks
- Begabungsmodell von Gagne
- Etikettierungsansatz
- Marburger Hochbegabtenprojekt

Die Modelle werden in Kapitel 2.1.2.1 bis Kapitel 2.1.2.7 beschrieben.

2.1.2.1 Münchner Hochbegabungsstudie

Für die im Zuge der Münchner Hochbegabungsstudie durchgeführten Untersuchungen wurden Schüler/innen aus drei deutschen Bundesländern im Alter von 6 bis 16 Jahren herangezogen. Diese wurden in einem zweistufigen Verfahren, einerseits einer Vorauswahl (begabte und hochbegabte Schüler/innen) der eigenen Lehrkräfte, und andererseits einer Testung (Fragebögen, Leistungstest), unterzogen. Am Beginn der Studie standen die Diagnostizierung hochbegabter Jugendlicher, der Entwicklungsverlauf und der Zusammenhang zwischen Begabung und Leistung im Fokus. Das Münchener Hochbegabungsmodell wurde für die Studie entwickelt und die Untersuchungsvariablen mit den fünf Dimensionen (Intellektualität, Kreativität, Soziale

Kompetenz, Psychomotorik, Kunst) aus dem Modell in Bezug gebracht. Im Zuge der weiteren Studie wurde unter anderem der Diagnostik bzw. dem Entwicklungsverlauf Hochbegabter Relevanz zugeordnet (Heller, 2001, S. 25-28).

Bei der Münchner Hochbegabungsstudie unterliegt der Begriff der Hochbegabung einem mehrdimensionalen Konzept, welches soziale und personale Aspekte als Voraussetzung für eine hohe Leistung vorsieht. Im Weiteren wird die Entwicklung der Begabung als eine Interaktion von inneren und äußeren Faktoren verstanden. In der Entwicklungspsychologie lässt sich die Begabung zu einem Zeitpunkt des Heranwachsens eines Individuums als ein Verfahren, das die Entwicklung von Fähigkeiten und Interessen beinhaltet, darstellen (Heller, 2001, S. 22-23).

Die schematische Darstellung des Modells ist in Abbildung 2.1 ersichtlich.

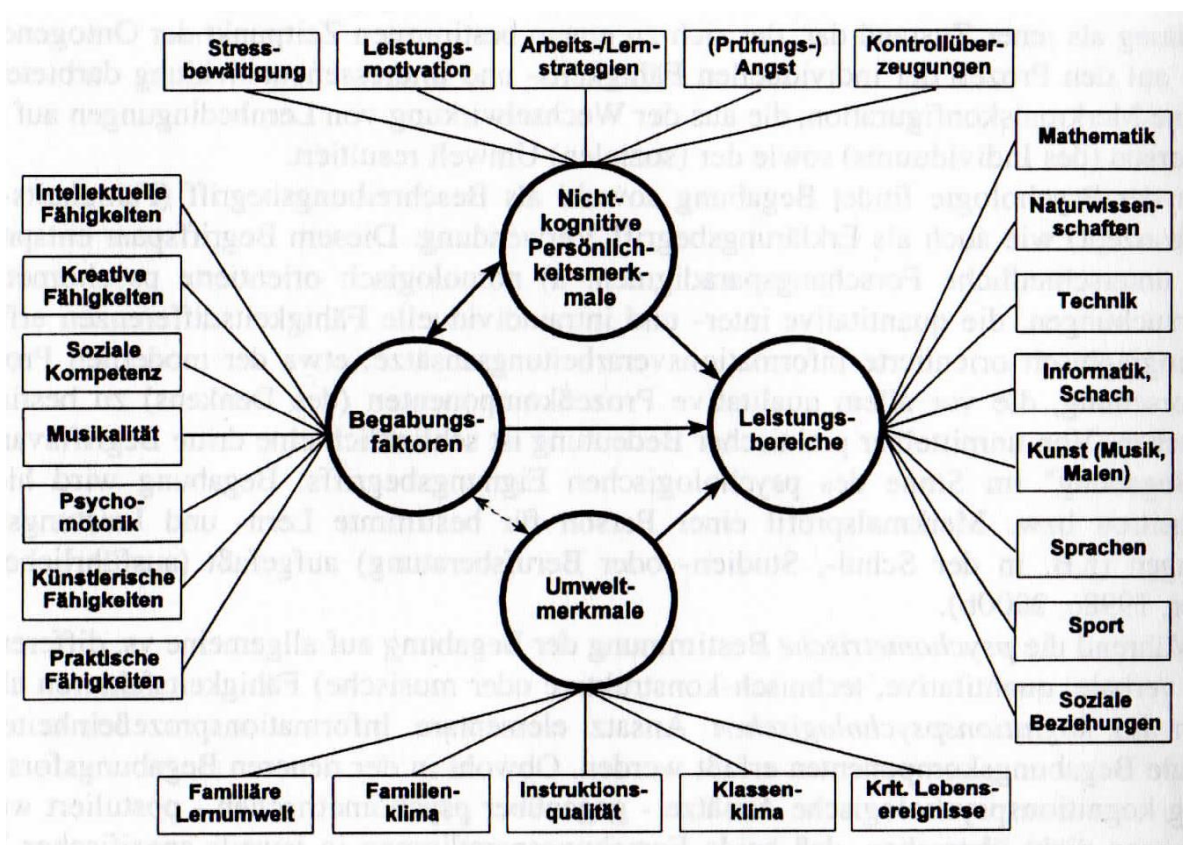


Abbildung 2.1: Modell der Münchner Hochbegabungsstudie (Heller, 2001, S. 24)

Das Modell der Münchner Hochbegabungsstudie sieht vor, dass sich Hochbegabung in intellektuellen, kreativen, sozialen, musikalischen, psychomotorischen, künstlerischen bzw. praktischen Fähigkeiten zeigt. Diesen soeben genannten Aspekten lassen sich Leistungsbereiche, wie z.B. Mathematik, Naturwissenschaften oder Technik, zuordnen. Die Leistung des Individuums hängt jedoch nicht ausschließlich von den Begabungsfaktoren, sondern auch von nichtkognitiven Persönlichkeitsmerkmalen und Umweltmerkmalen ab. Zu den Umweltfaktoren zählt man hierbei familiäre Aspekte (Bildungsniveau und die Leistungsanforderungen der Eltern, Erziehungsstil), aber auch das Klima in der Klasse, sowie kritische Lebensereignisse.

Nichtkognitive Faktoren sind unter anderem wie gut Stress bewältigt werden kann, Motivation und Lernstrategien. Heller führt auch noch an, dass im Falle der Unterscheidung zwischen Begabung und Intelligenz in der Psychologie der Begabungsbegriff dem psychologischen Eignungsbegriff ähnlich ist (Heller, 2001, S. 24-25).

In Kapitel 2.1.2.2 wird das dynamische Begabungs-Leistungs-Modell, welches sich als Weiterentwicklung des Modells der Münchner Hochbegabungsstudie versteht, vorgestellt.

2.1.2.2 Münchner dynamisches Begabungs-Leistungs-Modell

Im Münchner dynamischen Begabungs-Leistungs-Modell wird ein Versuch getätigt, wichtige Aspekte aus der Begabungsforschung und Expertiseforschung zusammenzuführen. Abbildung 2.2 veranschaulicht das Modell in grafischer Form. Die zeitliche Entwicklung verläuft hierbei von links nach rechts. Es werden in diesem Zusammenhang vier Phasen der Entwicklung hinsichtlich Leistung und Expertise beachtet. Dazu zählen die Zeitbereiche der Vorschulzeit, Schulzeit, Hochschule bzw. Berufsausbildung und der Beruf. Auf den letzten Bereich wird im gegenwärtig beschriebenen Modell allerdings nicht mehr detailliert eingegangen. Die Lernprozesse in den einzelnen Phasen werden in Abbildung 2.2 mittels Dreiecke symbolisiert (Perleth, 2001, S. 367-368).

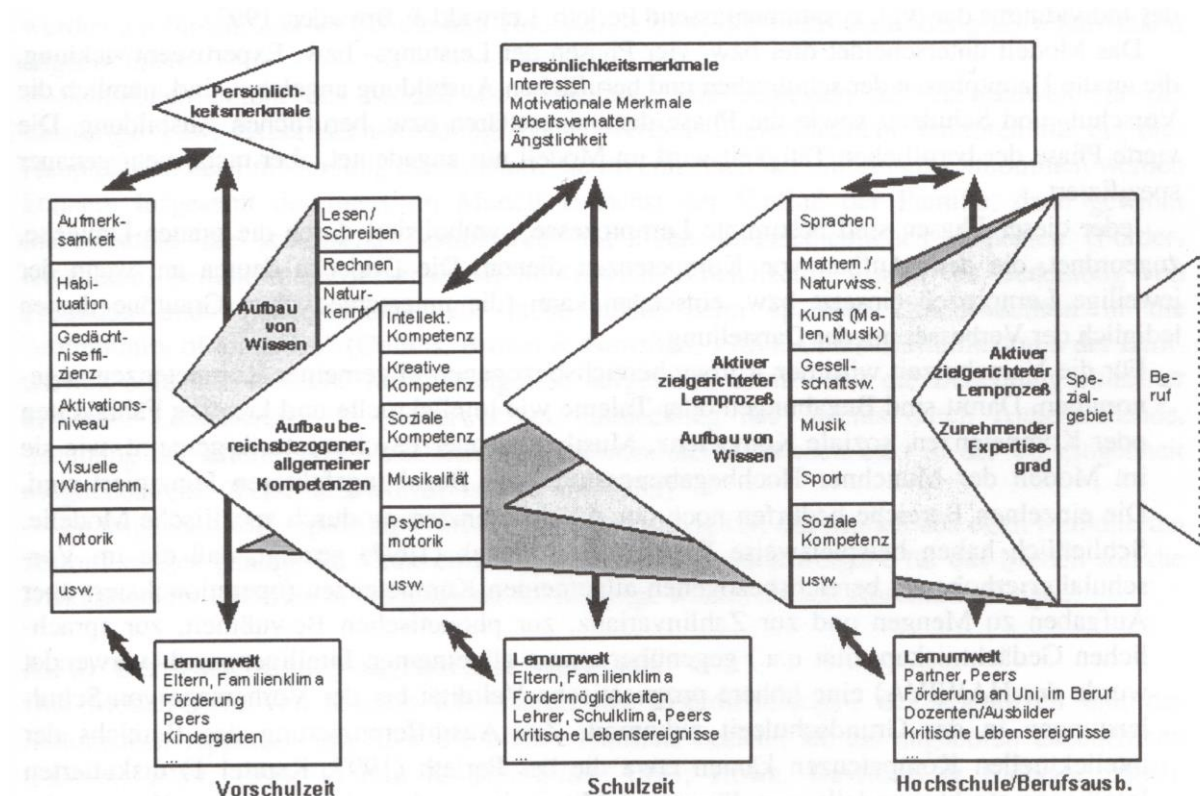


Abbildung 2.2: Münchner dynamisches Begabungs-Leistungs-Modell
(Perleth, 2001, S. 367)

Die Thematiken der Aufmerksamkeit, Habituation, Gedächtniseffizienz etc. (siehe linke Spalte in Abbildung 2.2) werden als angeboren bzw. voraussetzend für die Leistungsentwicklung angesehen. Das Modell sieht außerdem vor, dass in der Vorschulzeit bereichsbezogene und allgemeine Kompetenzen aufgebaut werden. Dazu werden die Kompetenzen kreativer, intellektueller und sozialer Art, sowie Musikalität und Psychomotorik gezählt. Diese Aspekte wurden im Modell der Münchner Hochbegabungsstudie (siehe Kapitel 2.1.2.1) als Begabungsfaktoren ausgewiesen. Im dynamischen Modell wird ebenso Wissen aufgebaut, z.B. in Bereichen des Lesens, Schreibens, Rechnens und der Naturwissenschaften. In der Phase der Schulzeit wird das Wissen in bestimmten Bereichen (Sprachen, Mathematik, Naturwissenschaften, soziale Kompetenz etc.) entwickelt. Im letzten Zeitbereich, der Ausbildung für den Beruf bzw. an der Hochschule, werden Spezialisierungen getätigt (Perleth, 2001, S. 367-369).

Im Modell werden ebenso Persönlichkeitsmerkmale bzw. Themen der Lernumwelt genannt, die für die Entwicklung von Bedeutung sind. Im Bereich der Persönlichkeitsmerkmale sind Interessen, das Arbeitsverhalten, motivationale Merkmale und die Ängstlichkeit bedeutsam. Die Entwicklung dieser Aspekte beginnt in der Vorschulzeit bzw. am Beginn der Schulzeit und wird für die restlichen Phasen als stabil erachtet. Die Themen der Lernumwelt werden im Modell jeder Phase zugeordnet. Hierbei spielen vor allem die Familie und schulische Aspekte eine wesentliche Rolle (Perleth, 2001, S. 367-369).

2.1.2.3 Drei-Ringe-Modell von Renzulli

In Renzullis Modell sind drei Bestandteile verankert, die Gleichwertigkeit aufweisen. Sofern jeder einzelne Teil eine überdurchschnittliche Ausprägung aufweist, spricht man von Hochbegabung. Folgende Bereiche werden in diesem Modell berücksichtigt (Lack, 2009, S. 42-43):

- Überdurchschnittliche intellektuelle Fähigkeiten
Zu diesem Bereich zählt man die spezielle und allgemeine Intelligenz, die sich auf ein besonderes Gebiet bezieht.
- Aufgabenverpflichtung
Zu diesem Bestandteil zählt man die Gabe sich mit einer Aufgabe intensiv und über einen längeren Zeitraum zu beschäftigen.
- Kreativität
Hierbei geht es um die Originalität und Flexibilität beim Denken, aber auch die Neugier, die Sensibilität und die Bereitschaft für Risiko.

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang noch, dass die Kreativität und Aufgabenverpflichtung anhand dieses Modells unpräzise und nicht genau messbar

sind. Da allerdings immer alle drei Bereiche abgedeckt sein müssen um hochbegabt zu sein, werden Underachiever mangels einer positiven Abdeckung des Bereichs Aufgabenpflicht ausgeschlossen. Diese erfüllen nicht in befriedigender Weise das Gebiet der Aufgabenverpflichtung. Weiters werden Umweltaspekte hier nicht berücksichtigt (Lack, 2009, S. 43).

Gemäß Ey-Ehlers (2001, S. 44) kann dieses Modell als erstes mehrdimensionales Modell angesehen werden, da es neben der Intelligenz auch die Kreativität und Aufgabenverpflichtung berücksichtigt.

2.1.2.4 Triadisches Interdependenzmodell von Mönks

In Kapitel 2.1.2.3 wurde das Drei-Ringe-Modell von Renzulli mit seinen Bestandteilen beschrieben. Zusätzlich zu Aufgabenverpflichtung, Kreativität und überdurchschnittlichen Fähigkeiten wird noch die soziale Umgebung berücksichtigt. Die drei Bereiche der sozialen Umgebung, mit denen Lernende am meisten interagieren, sind die Familien, die Schule und der Freundeskreis (Peers). Diese sozialen Interaktionen können nur dann befriedigend erfolgen, wenn die jeweiligen Personen auch über entsprechende soziale Kompetenzen verfügen (Mönks, 1992, S. 18-19).

Das Modell von Mönks, welches im Wesentlichen eine Erweiterung des Modells von Renzulli darstellt, ist in Abbildung 2.3 graphisch angeführt.

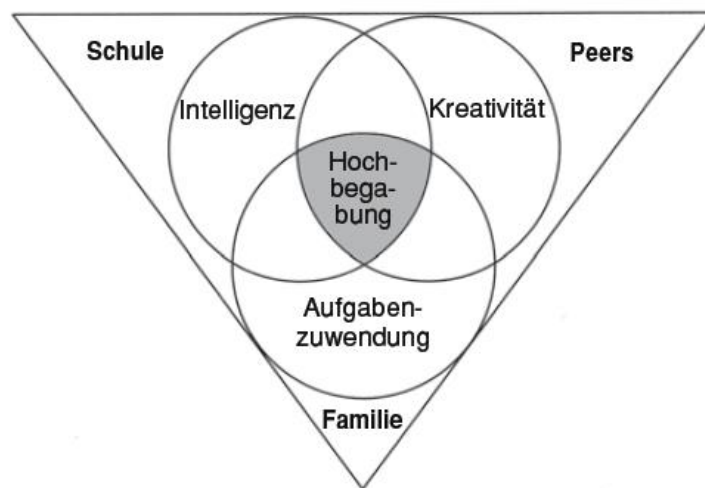


Abbildung 2.3: Triadisches Interdependenzmodell von Mönks (Lack, 2009, S. 44)

2.1.2.5 Begabungsmodell von Gagne

Nachdem nun das Modell von Renzulli und auch die Weiterentwicklung von Mönks in den vorangehenden Kapiteln beschrieben wurden, wird nun das Begabungsmodell von Gagne erläutert. Dieses Modell geht von Fähigkeitsbereichen aus, die sich aufgrund von Katalysatoren in entwickelten Leistungsbereichen finden können.

Die Darstellung des Begabungsmodells von Gagne ist in Abbildung 2.4 ersichtlich.

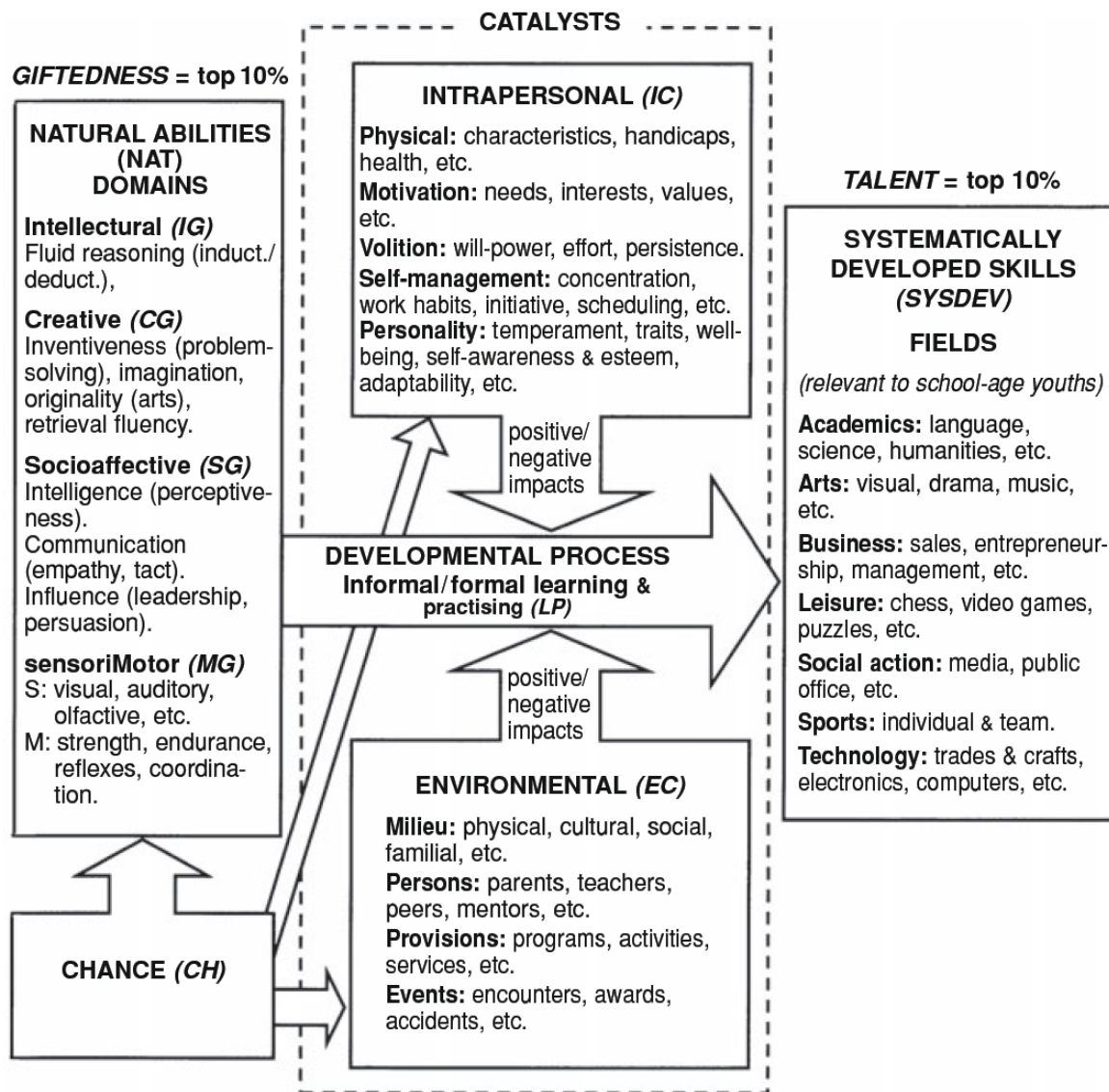


Abbildung 2.4: Begabungsmodell von Gagné (2000)

Das Modell von Gagne umfasst gemäß Lack (2009, S. 46-47) folgende Teile, die wie unten geschildert zu verstehen sind:

- Fähigkeitsbereiche der Hochbegabung (Natural abilities domains)
Es werden allgemeine (intellektuell, kreativ, etc.) Bereiche festgelegt. Diesen werden eigene Fähigkeiten zugewiesen. Hochbegabt sind jene Personen, deren Fähigkeiten in mindestens einem Bereich überdurchschnittlich sind.
- Talent- oder Leistungsbereich (Systematically developed skills)
Die Talente findet man in überdurchschnittlichen Leistungen in mindestens einem Bereich. Zu diesen Bereichen zählen beispielsweise Sport, Ökonomie und Kunst.
- Katalysatoren (Catalysts)
Um nun die Fähigkeiten in Leistungen umzusetzen, benötigt man nach diesem Modell Katalysatoren. Diese werden von der Umwelt (Region, Personen etc.)

und von intrapersonalen Merkmalen (Persönlichkeit, Motivation etc.) geprägt. Daraus folgt, dass nicht jede Begabung zu hoher Leistung führt, sondern dies von weiteren Parametern abhängig ist.

Aufgrund der Unterscheidung zwischen dem Talent und der Hochbegabung können auch Underachiever berücksichtigt werden, da sie ihre Talente nicht zeigen.

2.1.2.6 Etikettierungsansatz

Das Modell des Etikettierungsansatzes zählt zu den monokausalen Ansätzen (Ziegler, 2008, S. 46). Dies stellt eine wesentliche Unterscheidung zu den anderen beschriebenen Modellen dar. Ohne Berücksichtigung weiterer Aspekte werden hierbei Lernenden Etiketten verpasst mit z.B. „schlechte/r“ Schüler/in bzw. oder „gute/r“ Schülerin, wobei dies hauptsächlich von der Sichtweise bzw. der Wahrnehmung durch die Lehrkraft erfolgt (Hummrich & Kramer, 2017, S. 59).

Einige Wissenschaftler sahen in diesem Ansatz (u.a. Margolin, Borland, Gould) einen Irrtum. Dieser basiert darauf, dass bereits Kandidaten für Hochbegabung gesucht wurden, bevor die Existenz von Hochbegabung geklärt wurde. Es wurde in weiterer Folge ein Zusammenhang zwischen Hochbegabung und der Stellung in der Gesellschaft kritisiert und Hochbegabte auch als Auserwählte bezeichnet (Ziegler, 2008, S. 46-47).

Folgende Aussage liefert Ziegler zum Etikettierungsansatz:

„Nach dem Etikettierungsansatz handelt es sich bei Hochbegabungen um Fiktionen, die sozial konstruiert sind und bestimmten Individuen zugeschrieben werden“ (Ziegler, 2008, S. 46).

Den Hochbegabungsforschern werfen die Etikettierungstheoretiker zunächst pseudowissenschaftliches Arbeiten vor, da eine Einigkeit auf zentrale Begriffe der Hochbegabung nicht vorhanden war und Fehler begangen wurden. Hier werden Begriffsverdoppelungen, wie zum Beispiel die Verwendung von hoher Intelligenz für Hochbegabung, genannt. Ein anderer Vorwurf der Etikettierungstheoretiker an die Hochbegabungsforscher beinhaltet noch den sozialen Machterhalt, der mit der wissenschaftlichen Betrachtung des Begriffs der Hochbegabung einhergeht (Ziegler, 2008, S. 47).

2.1.2.7 Marburger Hochbegabtenprojekt

Im folgenden Abschnitt wird nun das Marburger Hochbegabtenprojekt beschrieben, welches die Umwelt von besonders begabten Lernenden näher untersuchen sollte. Mithilfe der Daten dieses Projektes wurden unter anderem Analysen zur Hochbegabung, der Interessen, der Diagnostik hochbegabter Jugendliche bzw. auch

für deren Fördermaßnahmen getätigt. Auszüge aus den Ergebnissen werden in einem späteren Abschnitt des Kapitels vorgestellt.

Im Marburger Hochbegabtenprojekt wurde die allgemeine Intelligenz „g“ mit der Hochbegabung in Verbindung gebracht (Rost, 1993a, S. 2-5). Diese geht auf den Wissenschaftler Spearman zurück. Er entwickelte als Intelligenzmodell das Generalfaktorenmodell und bezeichnete hierbei „g“ als Generalfaktor der Intelligenz. Anlass für die Annahme einer allgemeinen Intelligenz gaben Beobachtungen von guten Testergebnissen in mehreren Themengebieten. Diese allgemeine Intelligenz wurde als unspezifisch und angeboren angesehen. Zusätzlich zum „g“-Faktor weist das Modell von Spearman noch spezifische „s“-Faktoren auf. Der Intelligenztest HAWIK beruht beispielsweise auf diesem Modell (Kessler, 2015, S. 126-127)

Im Marburger Hochbegabtenprojekt wird eine hohe Ausprägung der allgemeinen Intelligenz „g“ mit der Hochbegabung direkt in Verbindung gebracht. Es wird auf mit „g“ hochladende Intelligenztests hingewiesen, mit denen schulischer und beruflicher Erfolg ihrer Proband/innen einhergehen. Die allgemeine Intelligenz kann entweder mittels Bildung eines Gesamtwertes von differentiellen Tests oder aber auch durch fachspezifische Tests, die ein sehr gutes Leistungspotential voraussetzen, durchgeführt werden. Auf die Erfassung von Kreativität und sozialer Intelligenz wurde verzichtet (Rost, 1993a, S. 2-7).

Das Marburger Hochbegabtenprojekt weist laut Rost & Buch (2010, S. 260-261) folgende wichtige methodische Leitlinien auf:

- Es wird auf eine unausgelesene Grundgesamtheit zurückgegriffen.
- Eine Vorauswahl durch Lehrer oder Eltern wird nicht vorgenommen.
- Es wurde in den einzelnen Untersuchungsphasen die Altersvarianz eingeschränkt.
- Hochbegabung wird mittels „g“ konzeptualisiert.
- Hochleistungsbestimmung wird mittels eines alltagstauglichen Kriteriums (Zeugnisse) durchgeführt.
- Es werden zwei Kontrollgruppengruppen (durchschnittlich Begabte und durchschnittlich leistende Schüler/innen) gebildet.
- Für die Hochbegabungsidentifikation wird eine Normierung mittels eigener Stichprobe vorgesehen. Dies wurde getätigt, da eine steigende Punktezahl bei Ergebnissen von Intelligenztests beobachtet werden kann. Dies soll einen positiven Einfluss auf die Identifikation von Hochbegabten nach sich ziehen.
- Es werden zusätzliche Informationen von Eltern, Schüler/innen und Lehrkräften mittels (Test, Interviews etc.) erhoben.

- Datenerhebung wird durch Fachkräfte (Pädagog/innen, Psycholog/innen) vorgenommen.

Das Marburger Hochbegabtenprojekt ist in insgesamt vier Untersuchungsphasen gegliedert (Rost, 1993a, S. 1-24 und Rost, 2009, S. 1-60).

Die erste Untersuchungsphase umfasste 7289 Lernende der 3. Schulstufe aus den 9 deutschen westlichen Bundesländern und wurde in den Jahren 1987 und 1988 durchgeführt. Der Fokus lag hierbei auf der Identifikation besonders begabter und durchschnittlich begabter Schüler/innen. Es wurden dazu Tests zur Messung der Intelligenz bei den Kindern verwendet. Ebenso wurden die Lernenden hinsichtlich ihrer Peers und die Lehrpersonen zur Einschätzung der Begabung der vorliegenden Schüler/innen befragt. Die zweite Phase (1988 und 1989) sah eine Kontaktaufnahme mit den Lehrkräften und Eltern der Lernenden vor. Als Datenquelle dienten hier Eltern, Kind und die Lehrkraft und dazu wurden unter anderem Fragebögen und Interviews angewandt (Rost, 1993a, S. 1-24).

In der dritten Phase (1994) wurde der Großteil, der in der zweiten Phase interviewten Proband/innen, nochmals interviewt. In Summe waren dies 184 Jugendliche, die sich zu diesem Zeitpunkt bereits in der neunten Schulstufe befanden. Diese wurden, wie schon in der ersten Phase, einer neuerlichen Intelligenztestung unterzogen. Die vierte Phase beinhaltete 134 Schüler/innen der neunten Schulstufe aus den fünf östlichen deutschen Bundesländern. Für diese beiden Phasen wurden auch noch die Dimensionen Eltern, Lehrkräfte und Untersucher/innen mit Einschätzungen bzw. Fragebögen beigezogen (Rost, 2009, S. 37-60).

Durch die Untersuchungen des Marburger Hochbegabtenprojekts konnte die Lebensumwelt hochbegabter Jugendlicher näher erforscht werden. Bei der Stabilität von Hochbegabung zeigte sich eine klare Merkmalunterscheidung zwischen „instabilen“ und „stabilen“ Hochbegabten. Hinsichtlich der Begabung zeigten „instabilen“ Jugendlichen wenig Interesse an intellektuellen Beschäftigungen bzw. auch eine geringere Neugier und Selbstständigkeit. Bei der „stabilen“ Gruppe hingegen konnte Motivation, Eigeninitiative und das Verlangen nach einer anregungsreichen Umwelt beobachtet werden. Ein wesentlicher Faktor für die Stabilität der Hochbegabung ist der soziale Status des Elternhauses. Für Lernende mit geringerem Sozialstatus besteht eine erhöhte Gefahr, dass die intellektuellen Fähigkeiten nicht langfristig erhalten können (Hanses, 2009, S. 150-154). Die Interessensuntersuchung zeigte eine Tendenz eines geringen Anreizes intellektuell weniger fordernder Tätigkeiten für Hochbegabte (Hoberg & Rost, 2009, S. 359). In Kapitel 2.1.3 wird auf diese Thematik näher eingegangen.

Bei der Hochbegabtendiagnostik zeigte die Studie, dass Lehrkräfte häufig dazu neigen Schüler/innen als mehrfach begabt identifizieren. Die Identifikation von einzelnen

Begabungen ist sehr schwer, da die Lehrpersonen die unabhängige Einschätzung spezifischer Bereiche trotz Bemühungen nicht vornehmen konnten (Wild, 1993, S. 246-257). Für die Förderung hochbegabter Jugendlicher sehen Lehrkräfte und Eltern innere Differenzierung, sowie außerschulische Fördermaßnahmen positiv entgegen (Sparfeldt et al., 2009, S. 492). In Kapitel 2.1.6 wird im Zuge der Betrachtung der Förderung auf das Marburger Hochbegabtenprojekt detaillierter eingegangen.

Das Modell der Münchener Hochbegabungsstudie (siehe Kapitel 2.1.2.1) wurde für diese Arbeit als wichtige Modellierung für die hochbegabten Lernenden im Schüler/innenforschungszentrum erachtet. Diese resultiert aus der Berücksichtigung der äußeren und inneren Faktoren des Modells. Das Schüler/innenforschungszentrum stellt den Teilnehmer/innen konstruktiven Raum, Geräte und Lehrende zur Verfügung, die sich als Umweltmerkmale manifestieren. Die Begabungsfaktoren der Schüler/innen tragen ebenso wie Persönlichkeitsmerkmale zur Entwicklung der Leistung im naturwissenschaftlichen Bereich bei.

2.1.3 Interessen hochbegabter Jugendlicher

Im Zuge der Hochbegabungsforschung wird den Interessen der Zielgruppe neben vielen anderen Aspekten auch ein Augenmerk geschenkt. Schiefe (1986, S. 153-162) definiert Interessen als spezifische Beziehungen zwischen Personen und Gegenständen, wobei die Orientierung der Person zu den jeweiligen Bereichen durch eigenständige Initiative erfolgt.

Interessen können Anstrengungen nach sich ziehen, die zu einem positiven Leistungsverhalten führen. Ein weiterer Aspekt von Interessen ist, dass sie zu Engagement in Bereichen führen und Konkurrenz hierbei nicht betrachtet wird (Schiefele, 1986, S. 153-162). Interessen sind themenspezifisch und sind während ihrer Ausübung den eigenen intrinsischen Aspekten gewidmet. Sie können sich aus verschiedenen Quellen entwickeln. Die damit in Zusammenhang stehende intrinsische Motivation entwickelt sich einerseits in der Ausübung einer Tätigkeit und andererseits in der Befriedigung. Zur Abdeckung des befriedigenden Aspekts dienen Anerkennung von außen oder das Befinden bei Selbstverwirklichung. Interessen sind wesentlich für die Entwicklung von schulischen Leistungen und Freizeitaktivitäten, sowie für die Entwicklung im Sinne von der eigenen Einstellung oder Planung (Perleth & Sierwald, 2001, S. 250-251).

Im Zuge der Münchner Hochbegabungsstudie konnten bei der Untersuchung mittels offenen Fragebogens WMI (WMI: Abkürzung für „Was mich besonders interessiert und worin ich mich auszeichne“) nachstehende Aspekte der Jugendlichen im Bereich der sechsten bis zehnten Schulstufe entnommen werden. Darauf baute dann die später beschriebene Interviewstudie auf. Die größten Interessenbereiche der mittels WMI befragten Personen zeigten sich im Sport, in einem Schulfach oder der Musik.

Durchschnittlich werden die von den Jugendlichen genannten Aktivität ca. 5 Jahre ausgeübt. Den Grund für die Ausübung sahen die Schüler/innen in der Anregung durch andere Personen (Sport, Musik, Technik), in der Auslösung durch eine spezielle Situation (Schule, Hobbies) bzw. internalen Faktoren (Literatur, Kunst). In den Interessensgebieten Musik und Sport konnten erfolgreiche Wettkämpfe und Auftritte erfahren werden (Perleth & Sierwald, 2001, S. 250-256).

Die anschließend durchgeführte Interviewstudie brachte hervor, dass sämtliche Jugendliche, die sich intensiv einem Interessenbereich widmen, Unterstützung von ihren Eltern bekommen. Diese kann dabei zeitlich, finanziell oder auf anderer Art erfolgen. Ebenso zeigte sich, dass die meisten hochbegabten Jugendlichen zwei weitere Beschäftigungsbereiche haben, wobei sie sich mit diesen weniger intensiv beschäftigen. Hinsichtlich der Interessen ist noch festzuhalten, dass Proband/innen mit Interesse an computerbasierten Themen bessere Noten aufwiesen als jene, die sich für Sport und Kunst begeisterten (Perleth & Sierwald, 2001, S. 256-259).

Neben der Münchener Hochbegabtenstudie widmete sich auch das Marburger Hochbegabtenprojekt den Interessen hochbegabter Jugendlicher. Es kann aus den gewonnenen Erkenntnissen interpretiert werden, dass Freizeitaktivitäten, die intellektuell weniger fordernd sind, schwächer anziehend für Hochbegabte sind. Diese Jugendlichen zeigen bei literarischen und musischen Bereichen höhere Interessen, als durchschnittlich begabte Personen auf (Hoberg & Rost, 2009, S. 359-362). Hochbegabte weisen weiters auch höhere Interessen bei intellektuellen Themen und geringere Interessen an sozialen Themen auf. Hinsichtlich der Berufsinteressen kann gesagt werden, dass hochbegabte Personen vermehrt Interesse an Berufen im akademisch-intellektuellen Umfeld aufweisen (Sparfeldt, 2001, S. 455-459).

Aufgrund des bereits beschriebenen geringen Interesses an sozialen Themen können bei Hochbegabten unterschiedliche Formen von Verhaltensstörungen auftreten. Zu diesen zählen beispielsweise psychiatrische Problemen und Delinquenz (Neigung zur Überschreitung von rechtlichen Grenzen). Die Wissenschaft ist sich allerdings bei der Verbindung von Hochbegabung und psychiatrischen Problemen nicht einig. Es gibt ebenso Arbeiten, die Hochbegabung mit psychischer Gesundheit assoziieren. Hinsichtlich der Delinquenz ist anzumerken, dass die Delinquenten eher in der Gruppe mit unterdurchschnittlicher Intelligenz liegen. Andererseits verfügen Hochbegabte über ein hohes Spezialwissen, welches für die Überschreitung rechtlicher Grenzen (z.B. Spionage, Cyberkriminalität, Unterschlagungen) von Bedeutung ist. Somit kann festgehalten werden, dass Delinquenz aus Hochbegabung durch negative Entwicklung hervorgehen kann (Feger, 1988, S. 183-190).

Im nächsten Abschnitt wird nun speziell auf die Diagnostizierung hochbegabter Jugendlicher eingegangen.

2.1.4 Diagnostizierung hochbegabter Jugendlicher

Die Identifikation Hochbegabter sieht Ward als...

„...Prozess der Entdeckung jener Schüler, die den in einer bestimmten Schule oder einem System festgelegten Kriterien der Hochbegabung genügen. Identifikation sollte so früh wie möglich einsetzen. Sie sollte systematisch sein, d.h. sie sollte nach einem vertretbaren Plan erfolgen, und sie sollte kontinuierlich sein, so daß sich die Chancen erhöhen, größere Zahlen von Jugendlichen zu entdecken, die für eine differentielle Erziehung geeignet sind. Eine Vielzahl von Techniken existiert für die Sichtung der Schülerpopulation; die meisten dieser Techniken haben gewisse Vorzüge, aber keine von ihnen – vor allem nicht ein einzelnes Maß der Intelligenz – reicht für sich alleine schon aus“ (Ward, 1965, S. 50, zitiert nach Feger, 1988, S. 99).

Für eine gute Treffgenauigkeit in der Identifizierung hochbegabter Personen, ist die Berücksichtigung vielversprechender Prädikatoren von Relevanz. Die weit verbreitete Annahme, dass Hochbegabte eine bessere Informationsverarbeitung (Kapazität des Gedächtnisses, Informationsspeicherung) aufweisen, konnte nicht bestätigt werden. Der Aspekt der Motivation wurde bereits in einigen Modellen (siehe Kapitel 2.1.2) berücksichtigt und kann zur Erhöhung der Identifizierung führen. Eine weitere gute Möglichkeit für Prognosen sind Elternfragebögen. Dabei lassen sich zwei wesentliche Fragen in den Fokus stellen. „Was tun die Eltern“ meint die Art des Handelns der Eltern mit ihren Kindern. Diese Frage zielt vor allem auf das Kommunikationsverhalten und den Erziehungsstil ab. Positiv trägt hier ein Kommunikationsstil bei, der am Entwicklungs- und Fähigkeitsniveau der Kinder orientiert ist. Eine zweite Frage „Wer sind die Eltern“ analysiert die Persönlichkeitsmerkmale und Persönlichkeitseigenschaften. Der familiäre sozioökonomische Status ist dabei eine sehr prognosestarke Variable. Ein Großteil der identifizierten hochbegabten Personen stammt aus mittleren und oberen Schichten (Ziegler, 2008, S. 63-65).

Heller kam bei der Diagnostizierung zum Schluss, dass diese der Entwicklungsförderung des hochbegabten Individuums primär dient. Aufgrund des bereits beschriebenen mehrdimensionalen Modells, werden eindimensionale Modelle von Heller bezweifelt und daher nicht berücksichtigt. Daraus resultierend werden Diagnosen mittels Testung eines einzelnen Intelligenzquotienten nicht verwendet. Vielmehr sollen die bedeutendsten nichtkognitiven und kognitiven Merkmale erfasst werden. Hinsichtlich der Normierung sind normierte Tests für die Hochbegabungsdiagnostik problematisch, da diese durch die Varianzeinschränkung die Entstehung eines Deckeneffekts nach sich ziehen. Im Anschluss daran folgt eine unbefriedigende Merkmalsdifferenzierung. Eine Diagnostik aus Kombination von Ratings durch Lehrkräfte und Eltern stellte eine weitere Möglichkeit dar. Heller empfiehlt in der Praxis eine Verfahrenskombination und nennt dabei eine sequentielle Strategie. Mittels

Checklisten bzw. der Merkmalerfassung soll eine erste Begabungserfassung erfolgen. Anschließend sollen für den Bereich spezifischere Instrumente angewendet werden. Fehlern vom Typ Alpha, d.h. unbegabte Schüler/innen werden als begabt eingestuft, ist man im ersten Verfahren ausgesetzt. Fehler vom Typ Beta, d.h. die Hochbegabung bei begabten Proband/innen wird nicht registriert, werden in der zweiten Testung verringert (Heller, 2001, S. 32-34).

Der Wissenschaftler Hany beschäftigte sich ebenso mit der Diagnostizierung. Er fand in seiner Auswertung ebenso wie Heller heraus, dass eindimensionale Hochbegabungskonzepte keine Anwendung finden sollten. Bei der Berücksichtigung der einzelnen Aspekte lohnt es sich, Untersuchungsvariablen zu summieren, da dies viel einfacher ist als neue Faktoren zu entwickeln. Es liefert ähnlich gute Ergebnisse, da die Bereiche bei der Begabung und der Leistung eigenständig erfasst werden können (Hany, 2001, S. 100-166).

Ein Arbeitsmodell, welches zur Identifikation von Hochbegabten verwendet werden kann, ist in Abbildung 2.5 dargestellt.

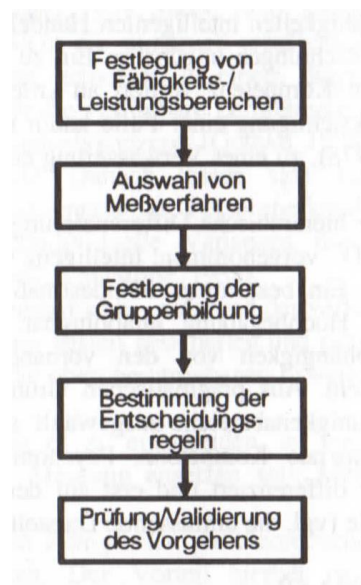


Abbildung 2.5: Arbeitsmodell zur Identifikation von Hochbegabten (Hany, 2001, S. 43)

Am Beginn soll die Definition der bedeutsamen Leistungs- bzw. Fähigkeitsbereiche im Fokus stehen. In der durchgeführten Studie wurden beispielsweise kognitive, kreative, soziale und psychomotorische Fähigkeiten, sowie die Musikalität herangezogen. Im Anschluss daran erfolgten die Festlegung der Messverfahren und danach die Gruppenbildung. Bei den Messverfahren muss man hinsichtlich der Generalität und Spezifität berücksichtigen, dass generelle Verfahren bestimmte Fähigkeiten von Proband/innen nicht genau abbilden können. Der bereits erwähnte Deckeneffekt ist ebenso zu bedenken, da es sich bei hochbegabten Personen um eine extreme Teilpopulation handelt. Falls das Messverfahren auf eine Normalpopulation abgestimmt wurde, so kann dieser auftreten. Sofern Eltern in die Auswahl einbezogen

werden, so muss man für diese vorsehen, dass sie Angaben bezogen auf definierte Kriterien machen, die keinen Vergleich mit anderen gleichaltrigen Personen macht. Die Gruppenbildung für hochbegabte Schüler/innen kann einerseits durch eine Festlegung eines oberen Prozentbereiches bestimmt werden, andererseits kann auch eine Trennung zwischen den Hochbegabten und den restlichen Proband/innen herangezogen werden (z.B. Clusteranalyse). Sofern Gruppen auf Basis der Messdaten nicht gebildet werden können, so sind Entscheidungsregeln festzulegen. Bei der Auswahl der Entscheidungsregeln muss man auf jeden Fall in Bedacht ziehen, welche Effektivität und auch, welche unbeabsichtigte falsche Entscheidungen das Verfahren nach sich zieht. Abschließend ist eine Prüfung bzw. Validierung des gesamten Prozesses durchzuführen (Hany, 2001, S. 42-49).

Das Modell empfiehlt vorsichtig, dass kognitive Begabungsmerkmale mittels Testverfahren identifiziert werden sollen. Für das Erfassen des Entwicklungsniveaus der Lernenden sind Eltern- und Lehrerurteile heranzuziehen. Die Selbsteinschätzung von hochbegabten Schüler/innen ist lediglich für Interessen oder motivationale Aspekte zu berücksichtigen (Hany, 2001, S. 168).

Die Verfahren, die zum Erkennen Hochbegabter verwendet werden können, sind einerseits jene, die auf schulischen Informationen (z. B. Noten, Informationen von Lehrkräften, Wettbewerbe) beruhen. Andere Sichtungsverfahren basieren beispielsweise auf Einschätzung durch Eltern, Nominierung durch Mitschüler/innen oder Selbstnominierung. Bei diesen Verfahren finden auch Checklisten Anwendung. Schließlich können auch noch, wie bereits erwähnt, Testverfahren in verschiedenen Formen (z.B. Intelligenztests, Leistungstests) Anwendung finden. Daneben gibt es auch noch alternative Ansätze, die beispielsweise auf der Reaktionszeit oder dem Hirnstrom basieren. Die Reaktionszeit trat bereits vor über 100 Jahren in den Fokus der Wissenschaft. Einige Forscher (z.B. Galton, Cattell) waren der Meinung, dass eine gute Reaktionszeit mit einer guten geistigen Leistungsfähigkeit zusammenhänge. Bei der Methode des Hirnstroms versuchte man einen Zusammenhang zwischen Intelligenz und elektrophysiologischer Reaktion zu finden. Ergebnisse zeigten, dass der Hirnstromanalysator nur unterstützend für Tests und nicht autonom für die Diagnostizierung Hochbegabter verwendet werden kann. (Feger, 1988, S. 102-112).

Nachdem nun sowohl die Interessen, als auch die Identifikation von hochbegabten Jugendlichen, thematisiert wurde, widmet sich Kapitel 2.1.5 deren Entwicklung.

2.1.5 Entwicklung hochbegabter Jugendlicher

Anhand der Münchner Hochbegabungsstudie kann die Entwicklung hochbegabter Jugendlicher näher beschrieben werden (Perleth & Sierwald, 2001, S. 275-325). In späterer Folge werden auch Befunde aus dem Marburger Hochbegabtenprojekt in diesem Kapitel thematisiert.

Intellektuell hochbegabte Schüler/innen weisen ein höheres akademisches (schulisches) Selbstkonzept auf. Das allgemeine (nichts schulische) Selbstkonzept hingegen ist ähnlich dem von durchschnittlich begabten Lernenden. Prüfungsangst konnte bei steigender Begabung als sinkend beobachtet werden. Hochbegabte Schüler/innen sind demzufolge auch stabiler und die Qualität ihrer eigenen Leistungen (z.B. Tests) leidet in stressbehafteten Situationen weniger. Hinsichtlich der Arbeitsweise arbeiten intellektuell hochbegabte Lernende lieber in Einzelarbeit. Ein Grund dafür ist, dass diese Lernenden es mit langsameren Mitschüler/innen langweilig finden. Bei kreativen Schüler/innen konnten in dieser Studie keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Begabungsgruppen „durchschnittlich begabt“, „begabt“ und „hochbegabt“ gefunden werden (Perleth & Sierwald, 2001, S. 275-282).

Beim Selbstkonzept sei noch zu festzuhalten, dass männliche Hochbegabte sich sehr gut einschätzen, aber auch überschätzen und weibliche Hochbegabte sich schlecht einschätzen. Abschließend konnte der Studie noch entnommen werden, dass wenige Jugendliche sich bereits im frühen Kindesalter mit ihrem aktuellen Interessensgebiet beschäftigen (Perleth & Sierwald, 2001, S. 260).

Analog zum besseren akademischen Selbstkonzept kommen Lernende mit höherer Begabung ebenso besser mit dem Umstieg auf das Gymnasium zurecht. Während der Schulzeit haben Persönlichkeitsmerkmale vor allem in der 9. bis 11. Schulstufe einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Leistung. Hier erfahren Lernende Belastungen innerschulisch z.B. durch neue Fächer und außerschulisch z.B. durch die Pubertät. Generell sei noch anzumerken, dass die Intelligenz einen positiven Effekt auf die Leistungen in der Schule aufweist (Perleth & Sierwald, 2001, S. 285-288).

Zusätzlich wird die Entwicklung der Lernenden auch durch Umweltfaktoren beeinflusst. Dabei erweisen sich positive soziale Aspekte am vorteilhaftesten. Dazu zählen etwa das Verdienen von Geld oder das Verlieben. Schulische Ereignisse mit vorwiegend negativem Charakter (z.B. Leistungsdruck, unzufriedenstellende Noten) erweisen sich sehr nachteilig und sogar ungünstiger als negative soziale Aspekte. In jungen Jahren erweisen sich schulische Aspekte noch bedeutsam, verlieren allerdings mit zunehmendem Alter an Bedeutung. Hingegen gewinnen Tätigkeiten in sozialen Bereichen, welche unter anderem auch belastend sein können, an Wichtigkeit. Das Klima in der Schule ist für die Entwicklung von hochbegabten Lernenden essentiell und kann im negativen Sinne zu Lustlosigkeit und Störungen im Unterricht führen. Schüler/innen profitieren auch von einem Wettbewerb im positiven Sinne, wobei etwaiges Konkurrenzdenken in Verbindung damit steht. Erfolgreiche Lernende können dabei durch sozialen Vergleich mit ihren Mitschüler/innen, den erforderlichen Anreiz verspüren um wieder aktiver im Unterricht mitzuarbeiten. Wettbewerbe können ebenso die Motivation der Leistung steigern (Perleth & Sierwald, 2001, S. 303-325).

In diesem Zusammenhang wurden Underachiever bereits in Kapitel 2.1.1 einführend beschrieben. Ein Aufwand, der zu besseren Leistungen führen könnte, wird von dieser Art von Lernenden nicht weiter getätigt. Wenn sich die Noten hochbegabter Schüler/innen noch im Bereich der mittleren Skala bewegen, so werden diese meist von den Eltern toleriert. Dies stellt kein weiteres Problem für die Jugendlichen dar. Ebenso ist Underachievement für Schüler/innen nicht störend, wenn sie mit ihren Noten zufrieden sind und ihr Potential für bessere Noten kennen. Problematisch für Underachiever sind allerdings das Klassenklima, ein Mangel an Motivation bzw. die Unzufriedenheit mit der Lehrkraft. Beim Klassenklima ist noch zu ergänzen, dass die Nichterledigung von Hausaufgaben der Mitschüler/innen, eine Wirkung auf das Vernachlässigen der eigenen Bearbeitung erzielt. Zusätzlich erleben manche Underachiever ein Gefühl der Hilflosigkeit, das durch die Diskrepanz zwischen ihrer Leistung und ihrer Intelligenz hervorgerufen wird (Perleth & Sierwald, 2001, S. 334-342).

Aus dem Marburger Hochbegabtenprojekt kann entnommen werden, dass hochbegabte Grundschulkinder (4. Jahrgangsstufe) eine stabilere und gesündere Psyche aufweisen, als normal begabte gleichaltrige Personen. Die Lehrkräfte beschreiben diese Schüler/innen ebenso als weniger ängstlich und reifer. Hochbegabte Lernende erleben außerdem mindestens eine durchschnittliche, jedoch eher eine harmonischere Entwicklung der Persönlichkeit bezogen auf durchschnittlich begabte Schüler/innen (Rost, 1993b, S. 127-131). Bei hochbegabten Lernenden sei auch noch anzumerken, dass diese deutlich weniger ablenkbar sind und auch in ihrem Verhalten nach außen weniger intensiv wirken (Czeschlik, 1993, S. 155).

2.1.6 Förderung hochbegabter Jugendlicher

Bei der Förderung von Hochbegabten konnten negative Effekte wie falsches Elitebewusstsein oder die Begünstigung eines Fachidiotentums empirisch nicht belegt werden. Eine wesentliche negative Folge stellt hier die Nichtförderung dar, da diese zur Beeinträchtigung der Entwicklung und zu Problemen in der Erziehung führen kann (Heller, 2001, S. 35).

Die Förderung kann dabei nach drei verschiedenen Prinzipien erfolgen. Das erste davon ist die Akzeleration, die an den Stärken eines jeweiligen anknüpft. Beim Akzelerationsprinzip werden mit Stärken versehene Teilbereiche in kürzerer Zeit abgearbeitet, als es im Curriculum bzw. Lehrplan vorgesehen ist. Ein weiteres Prinzip stellt das Enrichmentprinzip dar. Dieses bereichert die Schüler/innen mit weiteren Inhalten. Dazu zählen auch außercurriculare Inhalte, die eine herausfordernde Wirkung den Lernenden gegenüber bieten sollen. Grundsätzlich können die ausgewählten Themen im Zuge des Enrichmentprinzips entweder den starken oder aber auch weniger stark ausgeprägten Bereichen gewidmet sein. Der letztere Aspekt

wird auch Kompensationsprinzip genannt. Die dritte Methode stellen grouped classes dar, in welchen hochbegabte Personen gleichen Alters in Gruppen zusammenarbeiten. Hier wird zwischen pull-out groups, wo Hochbegabte aus Klassen herausgenommen werden, und cluster grouping, das eine Gruppenbildung im regulären Unterricht vorsieht, unterschieden (Heller, 2001, S. 35-38).

Eine weitere Gliederung verschiedener Fördermaßnahmen konnte Feger (1988, S. 196-200) entnommen werden. Hierbei beziehen sich die letzten beiden Punkte auf Programme, die die Lernenden betreffen. Die anderen Aspekte hingegen stellen organisatorische Maßnahmen dar.

- Klasseninterne Differenzierung und Individualisierung
- Maßnahmen außerhalb des Unterrichts, wie z.B. Projektgruppen oder Arbeitsgemeinschaften (auch als Verwendung zur Vorbereitung für Wettbewerbe möglich)
- Beschleunigter Fortschritt durch Überspringen einer Klasse, schnelleres Durcharbeiten des Lernstoffs, vorzeitige Zulassung zu einem Universitätsstudium
- Unterstützung der Lernkräfte mittels beratender Personen
- Hochbegabtenlehrpersonen, die zwischen Klassen springen
- Sommerkurse
- teilweise getrennter Unterricht für Hochbegabte
- eigene Klassen für Hochbegabte
- Hochbegabtenschulen
- Förderung der Stärken der hochbegabten Schüler/innen
- Ausgleich von Schwächen der hochbegabten Lernenden

Bei den im Marburger Hochbegabtenprojekts betrachteten Grundschulkindern (4. Schulstufe), wünschen sich die Eltern und Lehrpersonen die Eigenverantwortlichkeit für die Förderung bei den Eltern. Die Lehrkräfte sollen hierbei als kompetente Ratgeber fungieren. Die äußere Differenzierung gilt in diesem Zusammenhang als umstritten. Eine Förderung im Sinne von vielfältigem Lernangebot und Lernansätzen, sowie differenzierte Arbeitsmaterialien, Einfallsreichtum, Flexibilität und Engagement wird an dieser Stelle begrüßt (Rost, 1993c, 210-212).

Ebenso konnte im Zuge des Marburger Hochbegabtenprojekt herausgefunden werden, dass Jugendliche sich neben Wettbewerben auch vertiefende Aufgaben, sowie Projekte bzw. Arbeitsgemeinschaften in der Freizeit wünschen. Ablehnend stehen die Lernenden der Selektierung innerhalb der Schule bzw. den Spezialschulen

gegenüber. Aspekte, die der Selektion unterliegen, sehen musische, sportlich und künstlerische Begabte allerdings noch positiver als jene, die intellektuell begabt sind. Die Eltern der Schüler/innen sehen Maßnahmen der inneren Differenzierung positiv an, separierende Ansätze werden abgelehnt. Die Lehrkräfte sehen die Aspekte in ähnlicher Weise wie die Eltern (Sparfeldt et al., 2009, S. 483-494).

Neben den nun präsentierten Erkenntnissen der Wissenschaft, wurde nun nach vorhanden Fördermöglichkeiten für Schüler/innen recherchiert. Dabei konnten nationale Förderprogramme, die in Form von Wettbewerben ausgeführt werden, gefunden werden. Diese wurden der Website von Physikunterricht, dem Portal für Physiklehrer/innen, (siehe Physikunterricht (2016)) entnommen. Eine Auflistung wird nachstehend angeführt, wobei eine nähere Vorstellung in Kapitel 2.1.6.1 bis 2.1.6.5 stattfindet.

- Physikolympiade
- Austrian Young Physicists' Tournament
- European Union Science Olympiad (EUSO)
- IST (Institute of Science and Technology) Austria Schulwettbewerb
- Prämierung von ausgezeichneten VWAs (Vorwissenschaftlichen Arbeiten) durch die ÖPG (Österreichische Physikalische Gesellschaft)

Neben Wettbewerben gibt es auch inner- und außerschulische Maßnahmen für die Förderung von Lernenden. Die Umsetzung dieser geschieht in der Praxis und kann vielfältig sein und von Fördermöglichkeiten, Vertiefungsfächern bis zu Schulen mit fachlichem Schwerpunkt reichen. Das Schülerforschungszentrum stellt in diesem Zusammenhang auch eine fachliche Förderung von Schüler/innen im Themengebiet der Physik dar. Durch die dort abgehaltenen Einheiten und Kurse wird neben der tieferen Auseinandersetzung mit der Physik auch der Konnex zu nationalen Wettbewerben geschaffen. Die Lernenden werden speziell auf die Physikolympiade bzw. AYPT vorbereitet und haben in diesem Zuge die Möglichkeit, vom Klassenraum über das Schülerforschungszentrum zu physikalischen Wettbewerben den Anschluss zu finden. Im Folgenden wird nun zunächst auf die Physikolympiade näher eingegangen.

2.1.6.1 Physikolympiade in Österreich

Schüler/innen der Sekundarstufe II und besonders begabte und interessierte der 7. und 8. Schulstufe haben die Möglichkeit an der Physikolympiade teilzunehmen. Lernende können sich hierfür in einen der Physikolympiadekurs einschreiben und daran teilnehmen. Die Kurse werden in unterschiedlicher Anzahl in den einzelnen Bundesländern abgehalten. Innerhalb jedes Kurses findet der erste theoretische und experimentelle Wettbewerb statt. Dieser beinhaltet verschiedene Aufgaben aus den

Bereichen der Mechanik, Elektrizitätslehre und Optik. Nach Abschluss des Kurswettbewerbes wird eine Wertung erstellt, wobei die besten drei sich für den Landeswettbewerb qualifizieren. Zusätzlich zu dieser Anzahl können sich Schüler/innen, die im Vorjahr an der internationalen Physikolympiade teilgenommen haben, bei entsprechender Leistung ebenso qualifizieren. Lernende, die keinen Kurs besuchen, haben die Möglichkeit die Qualifikation über einen eigenen Wettbewerb, der dem Kurswettbewerb ähnlich ist, zu erlangen (Korner, 2017).

Nach der ersten Hürde treten die qualifizierten Schüler/innen im Landeswettbewerb an. Die Erstellung dieser Aufgaben erfolgt von festgelegten externen Personen, die Bewertung der Ausarbeitung durch eine Jury, die sich aus Leiter/innen der Vorbereitungskurse zusammensetzt. Im Anschluss an den Landeswettbewerb findet der Bundeswettbewerb in zwei Teilen statt. Die Anzahl der Fixstarter/innen ist je nach Bundesland unterschiedlich und es gelten jene als qualifiziert, die die besten Ergebnisse bei den Landeswettbewerben erzielen konnten. Im ersten Teil des Bundeswettbewerbes werden nur theoretische Aufgaben gestellt. Die ersten 14 Teilnehmer/innen qualifizieren sich in Folge für den zweiten Teil des Bundeswettbewerbes (Finale). Bevor die Lernenden daran teilnehmen, absolvieren sie den 14-tägigen Vorbereitungskurs. Im Anschluss daran findet an zwei Tagen der finale Wettbewerb statt. Sowohl experimentelle, als auch theoretische Aufgaben werden gestellt, wobei diese tageweise getrennt werden. Jeder Teil dauert fünf Stunden. Die Jury wird, wie beim Landeswettbewerb, von den Betreuer/innen gestellt. Die besten fünf Schüler/innen dürfen für Österreich an der internationalen Physikolympiade teilnehmen (Korner, 2017).

Bei dieser entsenden die teilnehmenden Staaten ein Team, welches aus bis zu fünf Schüler/innen besteht. Der Wettbewerb besteht aus einem experimentellen und einem theoretischen Teil. Die Zeitdauer von jeder der beiden Phasen beträgt fünf Stunden (Physikolympiade, 2016).

2.1.6.2 Austrian Young Physicists' Tournament

Schüler/innen der Oberstufe haben die Möglichkeit am Austrian Young Physicists' Tournament (AYPT) teilzunehmen. Bereits vor dem Wettbewerb erhalten die Teilnehmer/innen 17 offene Problemstellungen aus mehreren Disziplinen der Physik. Sie haben für die Bearbeitung einige Monate zur Verfügung und können sich so auf den Wettkampf vorbereiten. Beim AYPT stellen Schüler/innen im Team die Bearbeitungen zu den Problemen vor und erhalten dabei durch andere Mitbewerber/innen kritische Statements. Die verwendete Sprache bei diesem Turnier ist Englisch. Eine Jury, bestehend aus Experten, bewertet dabei die Performance. Die fünf besten Schüler/innen werden für das International Young Physicists' Tournament (IYPT) nominiert (AYPT, 2016).

„Physics Fights“ sind die Bestandteile des Wettbewerbs. An ihnen nehmen jeweils drei Teams teil, wobei je eines das Reporter-, Opponent- und Reviewerteam ist. Das Reporterteam präsentiert die bearbeitete Aufgabenstellung und geht dabei auf die Problemstellung, Theorie, Versuche, Fehlerabschätzungen und Conclusio ein. Das Opponentteam nennt Stärken, sowie Schwächen und diskutiert anschließend mit dem Reporterteam. Durch das Reviewerteam werden die gesamten Inhalte zusammengefasst und eventuelle Fehler aufgezeigt. Die Bewertung erfolgt separat für jedes Team durch die Fachjury (AYPT, 2016).

2.1.6.3 European Union Science Olympiad (EUSO)

Die European Union Science Olympiad ist für Schüler/innen mit maximal 16 Jahren (Stichtag 31.12. des jeweiligen Vorjahres) konzipiert. Jeder teilnehmende Staat hat die Möglichkeit, zwei Teams zu entsenden. Die Teams setzen sich aus drei Personen zusammen, wobei je ein/e Teilnehmer/in Expertenwissen in Biologie, Chemie oder Physik aufweist. Der Wettbewerb besteht aus zwei Teilen, wobei jeder davon die Bereiche Physik, Biologie und Chemie gleichmäßig abdeckt und auch einen praktischen Teil beinhaltet (IPN, 2016).

2.1.6.4 IST Austria Schulwettbewerb

Das Institute of Science and Technology (IST) Austria veranstaltet jährlich einen Schulwettbewerb für Lernende im Alter von 6 bis 19 Jahren. Das Thema wird von IST Austria im Vorfeld bekanntgegeben. Schüler/innen haben hier die Möglichkeit entweder in Teams zu je zwei bis vier Personen (altersübergreifend) oder in Einzelarbeit mitzuwirken. Der Bereich der Einzelarbeit wird in drei Kategorien gesplittet. Die Aufgabenstellungen für Lernende variieren entsprechend der Altersgruppen und sind folgendermaßen (IST, 2015 und IST, 2017):

- Kategorie 1: 1. – 4. Schulstufe: Erstellung einer Zeichnung bzw. Collage
- Kategorie 2: 5. – 8. Schulstufe: Erstellung eines Texts
- Kategorie 3: 9. – 13. Schulstufe: Erstellung eines wissenschaftlichen Posters (Thema kann auch von VWA, Facharbeit herangezogen werden)

Durch eine Jury werden die zehn besten eingereichten Themen bestimmt und anschließend vom IST Austria prämiert (IST, 2015).

2.1.6.5 Prämierung von ausgezeichneten VWAs durch die ÖPG

Lehrkräfte der Physik haben die Möglichkeit VWAs, die für das Fach Physik verfasst wurden, zur Prämierung an die Österreichische Physikalische Gesellschaft (ÖPG) einzureichen. Die Lehrperson reicht mit der Arbeit eine Begründung über die Auszeichnungswürdigkeit der VWA ein. Den ausgezeichneten Schüler/innen werden

Sachpreise im Rahmen der ÖPG-Jahrestagung am sogenannten Lehrer/innentag übergeben (ÖPG, 2016).

2.2 Aufgaben und ihre Einbettung

Aufgaben stellen das zentrale Werkzeug zur Gestaltung des Physikunterrichts dar. Sie werden auf der einen Seite in Prüfungssituationen verwendet um das Wissen der Schüler/innen zu testen. Auf der anderen Seite finden Aufgaben ebenso bei Lernphasen Anwendung, wie zum Beispiel in Form von Aufforderungen für Experimentiervorgänge (Hopf et al., 2011, S. 123). Aufgaben durchlaufen einen langen Weg – dieser sieht vor, dass sie zunächst entworfen, dann gestellt und abschließend in Form einer Nachbereitung konstruktiv beleuchtet und besprochen werden. Im nächsten Kapitel wird nun auf die Merkmale und die unterschiedlichen Formen von Aufgaben näher eingegangen.

2.2.1 Merkmale und Formen von Aufgaben

Eine Aufgabe besteht im Wesentlichen aus einem Aufgabentext, einer Frage oder Aufforderung für das Zielpublikum, einem Lösungsweg und abschließend dem Ergebnis. Konkrete Handlungen, die man sich im Zuge der Aufgabenbearbeitung erwartet, können nach Wunsch auch noch ergänzt werden. Eine weitere Komponente, die man bei Aufgaben noch einbauen kann, sind Hilfen für die Bearbeitung. Wichtig ist, dass der Bearbeiterin bzw. dem Bearbeiter die Erwartung des Aufgabenentwicklers bzw. der Aufgabenentwicklerin klar ist. Das Ziel, welches mit einer bestehenden Aufgabe verfolgt werden kann, kann bereits definiert sein oder von den Lernenden selbstständig entfaltet werden (Kauertz et al., 2015, S. 452-453).

Daraus resultierend wird bei Aufgaben eine Unterscheidung hinsichtlich des Zieles vorgenommen. Den ersten Typ von Aufgaben stellen Lernaufgaben dar. Zu diesen zählen Erarbeitungsaufgaben, Übungsaufgaben, Anwendungsaufgaben und Transferaufgaben. Daneben gibt es noch Testaufgaben, die für Testsituationen und zur Überprüfung von Verständnis dienen können. Standardisierte Tests zählen hier auch dazu (Kauertz et al., 2015, S. 452-453).

Merkmale, nach denen sich Aufgaben weiters unterscheiden können, sind formale Aspekte (z.B. Material, Antwortformat), inhaltliche Aspekte (z.B. Themenbereich, Lehrplanbezug, Komplexität), benötigte Fähigkeiten (z.B. Kompetenzen) und der Bezug zu Test- bzw. Lerngegebenheiten (z.B. Schülervorstellungen, Umgang mit Fehlern). Diese Aufgabenmerkmale sind allerdings nicht unabhängig voneinander. Es gibt Merkmale aus bestimmten Bereichen, die Aspekte aus anderen Bereichen voraussetzen. Ein Beispiel hierfür ist, dass ein gefordertes Antwortformat (formaler Aspekt) Schreiben und Formulieren (benötigte Fähigkeiten) voraussetzt (Kauertz et al., 2015, S. 453-456).

Im nächsten Abschnitt werden nun die Lösungen von physikalischen Aufgaben näherbetrachtet. Aufgaben des Faches Physik können dementsprechend konzipiert werden, dass sie mit unterschiedlichen Lösungswegen bearbeitet werden können. Diese können nach Häußler & Lind (1998, S. 13-21) folgendermaßen gestaltet werden:

➤ Aufgaben mit unterschiedlichen Prinzipien

Hierbei können Aufgaben mit mehreren Prinzipien gelöst werden. Beispiele hierfür sind Aufgaben aus der Mechanik, die mittels Bewegungsgleichungen oder mittels Erhaltungssätze gelöst werden können. Für gewöhnlich gibt es einen einfachsten Weg. Um diesen zu erkennen, müssen Schüler/innen allerdings Expertise mit sich bringen.

➤ Konstruktionsaufgaben

Mit Konstruktionsaufgaben sind Aufgabenstellungen gemeint, die die Herstellung eines Produkts unter Verwendung verschiedener Mittel vorsehen.

➤ Aufgaben mit mehreren Lösungsmethoden

Hierbei sollen Aufgaben mit mehreren Methoden gelöst werden können. Darunter versteht man algebraische, halbquantitative, graphische, aber auch andere pragmatische Lösungen. Bei diesen Aufgaben stellt die algebraische Lösung meistens eine exakte Lösung dar. Diese kann beim Verständnis allerdings hindernd sein, da man sich in die Welt der Formeln begibt. Qualitative Lösungen zwingen Schüler/innen zum Nachdenken. Ein Beispiel dafür sind Bewegungsaufgaben zwei unabhängiger Personen. Durch Skizzieren bzw. gezieltes Nachdenken (ohne Verwendung von „fertigen“ Formeln) können hier unterschiedliche Meilensteine in der Bewegung betrachtet und in weiterer Folge gelöst werden.

Zu den Phasen des Unterrichts, in denen Aufgaben eingesetzt werden, gehören unter anderem die Erarbeitungsphase, Übungsphase, Transferphase und Leistungsmessphase (Häußler & Lind, 1998, S. 13). In der Erarbeitungsphase dienen Aufgaben zur Unterstützung des Verständnisses von neuen Aspekten. In der Übungsphase werden mithilfe der Aufgaben bestimmte Verfahren zu Routinen herangebildet, um Schüler/innen kognitiv zu entlasten. In der Transferphase versucht man Verbindungen zwischen unterschiedlichen Kontexten herzustellen. Hierzu dienen vor allem Beispiele aus dem Alltag, da die Lernenden bereits erworbenes Wissen anwenden können. Eine Reflexion der Schüler/innen kann hierbei auch hilfreich sein. Die Leistungsmessphase dient zur Überprüfung. Die Aufgaben dienen hier dazu, die bereits erarbeiteten Inhalte und Lehrziele zu testen. Diese Phase sollte von den anderen Phasen separiert werden (Kauertz et al., 2015, S. 457-458).

Neben den für die Aufgaben zur Verfügung stehenden Phasen im Unterricht sollte Aufgaben im Generellen eine hohe Wichtigkeit zugeschrieben werden. Sie können

Schüler/innen zum Mitdenken besser animieren, als ein fragend-entwickelnder Unterricht. Weiters sollten Aufgaben, die das qualitative Verständnis fördern, in den Fokus gestellt werden. Konkrete physikalische Zusammenhängen werden von Lernenden oftmals nur mit Formeln beschrieben (Hopf et al., 2011, S. 131).

Im nächsten Abschnitt wird die Qualität von Aufgaben in den Fokus gestellt.

2.2.2 Qualität von Aufgaben

Hinsichtlich der Qualität von Aufgaben müssen diese zunächst einmal verständlich formuliert sein, so dass die Anforderungen erkannt werden können. Eine detaillierte, gut vorstellbare Beschreibung bzw. Hinweise zur Aktivierung des bereits erworbenen Wissens können hier hilfreich sein. Die Verwendung von erlernten Begriffen kann hier behilflich sein, wie zum Beispiel die Verwendung des Begriffs Energieerhaltung bei der Behandlung von Stoßvorgängen (Kauertz et al., 2015, S. 465-466).

Bei der Formulierung der Aufgaben sollte noch stets die jeweilige Sozialform (Einzelarbeit oder Gruppenarbeit) berücksichtigt werden. Ebenso ist das Einfachhalten der Sprache, eine gute Strukturierung, Geringhaltung der Informationsdichte und Prägnanz zu berücksichtigen. Daneben sollen die erstellten Aufgaben der Theorie genügen. Schüler/innen sollen aus dem bereits erworbenen theoretischen Wissen heraus zumindest eine logische Ableitung durchführen. Schließlich ist die fachliche Korrektheit, betreffend auch einer eventuellen aus Gründen der Fachdidaktik durchgeführten Anpassung, sicher zu stellen (Kauertz et al., 2015, S. 465-467).

Eine kritische Reflexion der Aufgaben ist ein gutes Instrument zur Beurteilung der Aufgabe. Hierbei sollte auf die logische Strukturierung, Angemessenheit, Bekanntheit der verwendeten Begriffe und Informationen, Vorhandensein sämtlicher verwiesener Materialien, Schwierigkeitsgrad und Plausibilität der Angaben (bei Rechenaufgaben vor allem) geachtet werden. Aufgaben können auch von mehreren Personen überprüft werden und können bei einer guten Übereinstimmung als qualitativ hochwertig angesehen werden (Kauertz et al., 2015, S. 465-467).

Reisse (2008, S. 219-222) gliedert die Aufgabenqualität in untenstehende Kategorien mit den beschriebenen Merkmalen:

- Primäre Qualitätskriterien

Hierbei sollten Aufgaben pünktlich, fehlerfrei und dem Schwierigkeitsniveau passend erstellt werden.

- Einschätzung von Lehrkräften und Erstellern der Aufgaben

Hier werden der Einbezug mehrerer Fachgebiete und das Ansprechen verschiedener Kompetenzen, sowie eine gut lesbare und verständliche Ausführung angeführt. Weiters sollen verschiedene Lösungswege durch die

Schüler/innen ausgeführt und benannt werden. Die ausreichende Zeitgestaltung und Lösbarkeit werden auch genannt.

➤ Administrative Vorgaben

Zu diesem Punkt zählt die Abdeckung sämtlicher Vorgaben, die aus Richtlinien, Verordnungen und Anforderungen entstehen. Zu den Richtlinien können hier Themen, die von den Bildungsdirektionen oder auch schulintern festgelegt werden, zählen. Zu den Verordnungen zählt beispielsweise die Leistungsbeurteilungsverordnung, die hier unter anderem die Gestaltung der Schularbeiten näher definiert. Die Aufgaben für den Regelunterricht müssen zusätzlich dem österreichischen Kompetenzmodell (siehe Verordnung über die Lehrpläne, 1985) genügen.

➤ Prozesskriterien

Gemäß dieser Kategorie sollen zunächst Kompetenzen festgelegt werden und anschließend Personen für die Erstellung der Aufgaben ausgewählt werden. Im nächsten Schritt sollen die Personen, die für die Aufgabenerstellung verantwortlich sind, trainiert werden. Sie sollen in der Lage sein Aufgabentwürfe in der nächsten Phase sorgfältig erstellen zu können. Im Anschluss daran werden die Aufgabenebene diskutiert, überarbeitet, sowie nach einer Erprobung ein zweites Mal überarbeitet. Dies kann auch in einem mehrstufigen Verfahren erfolgen.

➤ Testpsychologische Gütekriterien

Aufgaben sollen nach der Erstellung effizient beurteilt werden können. Ingenkamp & Lissmann (2005, S. 51-60) nennen die Objektivität, Reliabilität (Zuverlässigkeit) und Validität (Gültigkeit) als wichtigste Gütekriterien für die Qualität von Messungen. Die Kriterien wurden unter anderem für Leistungskontrollen und Messungen von Schülerleistungen entwickelt. Durch diese kann in weiterer Folge die Qualität der Aufgaben näher analysiert werden.

2.2.3 Interessenstypen bei physikalischen Aufgaben

Im Zuge der Erstellung von Aufgaben wurde bereits beschrieben, dass eine detaillierte Beschreibung wichtig ist, wobei ein Konnex zum vorhandenen Wissen hilfreich ist. Die Kenntnis über das vorhandene Wissen der Personen, lässt folgern, dass das Zielpublikum samt seinen Interessen bekannt ist.

Häußler et al. (1996, S. 57-69) konnte in seiner Interessensstudie drei Interessenstypen bei Schüler/innen des Fachs Physik identifizieren. Er verwendete hierzu Items unter Berücksichtigung von Kontexten. Folgende Interessenstypen wurden durch Häußler et al. (1996, S. 57-69) hinsichtlich des Physikunterrichts gefunden:

➤ Interessenstyp A

Das Interessensprofil einer Schülerin bzw. eines Schülers des Typs A ist hinsichtlich unterschiedlicher physikalischer Inhalte ausgeglichen. Das Interesse an Physik besteht auch aufgrund von Anwendungen und den Folgen für das gesellschaftliche Leben. Typ A hat den höchsten Leistungsstand, ein positives Selbstkonzept und ist weit häufiger männlich als weiblich und eher im jüngeren Altersbereich. Diese Art von Lernenden weist auch ein großes Interesse an Mathematik auf. Chemie und Technisches Werken sind für diesen Typ auch interessant. Das Interesse an Sprachen und Kunst ist allerdings geringer. Präferenzen hinsichtlich der Inhalte des Unterrichts sind keine gegeben. Schüler/innen vom Typ A haben Interesse an sämtlichen Themen, die im Zuge des Physikunterrichts behandelt werden. Die Vermehrung des Wissens hinsichtlich physikalischer Zusammenhänge, Durchführung und Auswertung von Experimenten und der Technik in ihrer Anwendung ist für diese Art der Schülerin bzw. des Schülers von Bedeutung (Häußler et al., 1996, S. 57-69).

➤ Interessenstyp B

Schüler/innen des Interessenstyps B sind an jenen Bereichen der Physik interessiert, die mit der Natur oder dem Menschen in enger Verbindung steht. Der Leistungsstand dieses Typs liegt zwischen Typ A und Typ C und der Notenstand ist durchschnittlich. Die geschlechtsmäßige Verteilung bei Lernenden des Typs B ist in etwa ausgeglichen. Das Interesse von Schüler/innen dieser Art liegt eher auf der praktischen Seite der Physik. Hinsichtlich der Natur und dem Menschen interessieren sich Lernende vom Typ B für den Einsatz und der Erklärung physikalischer Sachverhalte, die für diese Themen relevant sind. Schüler/innen dieser Art weisen in keinem einzigen Schulfach höheres Interesse als jene der beiden anderen Typen auf. Ein Alterstrend kann bei Lernenden des Typs B nicht genannt werden (Häußler et al., 1996, S. 57-69).

➤ Interessenstyp C

Das Interesse von Schüler/innen des Typs C an Physik ist eher gering und sie zeigen ebenso wenig Interesse an beispielsweise Mathematik und Chemie. Die Vorlieben liegen vielmehr im Bereich der Kunst und der Sprachen. Das Interesse an Physik ist bei diesem Typ nur vorhanden, wenn es eine persönliche Bedeutung des Themas für die betroffene Schülerin oder den betroffenen Schüler gibt. Bereiche, die hierfür in Frage kommen, sind hauptsächlich jene, die mit sozialen Folgen in Verbindung stehen. Bezugnehmend auf das Leistungsprofil der Lernenden dieser Gruppe kann festgestellt werden, dass dieses am schlechtesten ist und die Noten sich im unteren Bereich befinden. Dieser

Gruppe gehören tendenziell eher ältere und weibliche Schüler/innen an. Das vorhandene physikbezogene Selbstkonzept weist eher negativen Charakter auf (Häußler et al., 1996, S. 57-69).

3 Forschungsfragen

In Kapitel 2.1 wurde bereits der Begriff Hochbegabung definiert und ebenso Modelle der Hochbegabung vorgestellt. Die Hochbegabtenforschung beschäftigt sich vorwiegend mit den Merkmalen der Proband/innen und Schüler/innen, die überdurchschnittliche Fähigkeiten aufweisen konnten. Das Modell der Münchener Hochbegabungsstudie weist bereits hin, dass Begabungsfaktoren sich in Leistungsbereiche zuordnen lassen und hier bilden die Naturwissenschaften einen davon (Heller, 2001, S. 24-25). Das weiterentwickelte Modell aus der Münchener Hochbegabungsstudie – das Münchener dynamische Begabungs-Leistungs-Modell – sieht vor, dass neben Persönlichkeitsmerkmalen auch die Lernumwelt von Bedeutung für die Entwicklung ist (Perleth, 2001, S. 367-369).

An der Universität Wien wurde eine Lernumgebung für (hoch)begabte Lernende geschaffen, die zur Weiterentwicklung der physikalischen Fähigkeiten genutzt werden kann. Diese Umgebung wird durch das Schüler/innenforschungszentrum gebildet, das von Lernenden der Sekundarstufe II in Anspruch genommen werden kann. Zur Durchführung und sorgfältigen Betreuung der physikalisch-hochbegabten und physikalisch-interessierten Schüler/innen sind Aufgaben erforderlich. Diese können experimenteller oder theoretischer Art sein, wobei dieser Aspekt von der zu behandelnden Thematik abhängt. Konkrete Aufgabenstellungen für hochbegabte Schüler/innen mit Kontexten für Interessentyp B (siehe Kapitel 2.2.3) sind begrenzt verfügbar. Dies steht im Gegensatz zu der Tatsache, dass eine gewisse Anzahl an Wettbewerben und Förderungsmöglichkeiten hochbegabten Physik-Lernenden zur Verfügung steht.

Aufgrund dieser Tatsache kristallisiert sich das erste Forschungsthema dieser Arbeit:

1. Erstellung von Aufgaben für (hoch)begabte Schüler/innen

Die bereits bekannten Merkmale von Aufgaben samt ihrer Einbettung wurden aus bereits bestehenden Werken entnommen, in Kapitel 2.2 beschrieben und für die Bearbeitung dieser Forschungsthematik angewendet. Es sei hier jedoch noch zu erwähnen, dass die gewählten Themen Aufgaben allgemein betreffen und nicht gesondert für die Entwicklung von Aufgaben für hochbegabte Schüler/innen dienen.

Auf eine weitergehende Analyse samt Evaluierung und Anpassung der entwickelten Aufgaben aus Forschungsfrage 1, konzentrieren sich die beiden nächsten Forschungsfragen:

2. Wie verändert die Bearbeitung der Aufgaben (gemäß Forschungsfrage 1) das Wissen der Schüler/innen?
3. Wie können die Aufgaben weiterentwickelt werden, damit sie die vorhandenen Fähigkeiten der Schüler/innen fördern können?

4 Forschungsdesign

In diesem Kapitel wird das Forschungsdesign, das im Zuge dieser Arbeit angewendet wurde, näher beschrieben. Es wird dabei sowohl auf die gewählte Methodik, als auch auf die Population und den Umgang mit fehlenden Daten eingegangen.

4.1 Methodischer Zugang

Den ersten, wesentlichen Bestandteil dieser wissenschaftlichen Arbeit stellte die Konzeption der Aufgaben für (hoch)begabte Lernende dar. Bei der Themenwahl wurde auf Kontextorientierung und Praxisbezug geachtet. Das Ziel der Aufgaben war es, (hoch)begabte Schüler/innen mit einer neuen und sehr alltagsnahen Materie zu konfrontieren und dadurch die Fähigkeiten des Beschreibens und Verstehens alltäglicher Phänomene aus der Sichtweise der Physik zu fördern. Hierzu wurden Aufgabenblätter mit den Titeln „Physik des menschlichen Körpers“ und „Physik des Tauchens“ entwickelt. Die Ausarbeitung der Aufgaben ist Kapitel 5 zu entnehmen.

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurden beide Aufgabenblätter mit Lernenden durchgeführt und anschließend evaluiert. Für die Evaluation wurden vor und nach der Bearbeitung der Aufgabe Interviews durchgeführt. Ebenso wurden Ausarbeitungen und Mitschriften, die durch die Teilnehmer/innen während der Bearbeitung der Aufgaben entstanden und für die Auswertung zur Verfügung standen, analysiert.

Die Interviews wurden leitfadengestützt durchgeführt. Gemäß Niebert & Gropegießer (2014, S. 122) ist diese Art von Interviews für die Erfassung von wissenschaftlichem und alltäglichem Wissen geeignet und gewährleistet eine offene Interviewführung. Für die vorliegende Arbeit wurden die Aufgabenblätter mit (hoch)begabten Lernenden durchgeführt. Mit einem themenbezogenen vorhandenen Wissen der Schüler/innen zu den Themen kann gerechnet werden, jedoch muss dies individuell erfasst werden. Somit stellte sich das leitfadengestützte Interview für die Beantwortung der Forschungsfrage als brauchbares Instrument dar.

Es wurde für jedes Aufgabenblatt ein eigener Interviewleitfaden, sowohl für das Vorinterview, als auch das Nachinterview erstellt. Im Wesentlichen enthielt der Leitfaden des Vorinterviews einen Einführungsteil (Vorstellung, Erklärung), eine allgemeine Komponente (Demographie, Verhältnis zum Unterrichtsfach Physik), einen fachlichen Teil (physikalische Fragestellungen zum Thema) und eine abschließende Komponente (Ausblick auf Aufgabe). Für das Nachinterview wurde der Fokus auf die fachlichen Fragen gelegt, wobei eine Einführung in Form einiger kurzer allgemeiner Fragen zum Aufgabenblatt gestaltet wurde. Die Interviewleitfäden für das Aufgabenblatt „Physik des menschlichen Körpers“ sind im Anhang in den Kapiteln 10.4 und 10.5 angeführt, jene für das Aufgabenblatt „Physik des Tauchens“ in Kapitel 10.9 und Kapitel 10.10.

Bei der Durchführung der Interviews wurde bei den Fragestellungen auf Offenheit hinsichtlich der zu erwartenden Antworten Wert gelegt. Die Proband/innen sollten ihr Wissen zu den einzelnen Themen frei erzählen können, eine Einschränkung durch die Interviewführung war hierbei nicht das Ziel. Die Lernenden wurden dazu einzeln befragt, um Interaktionen zwischen den Schüler/innen bei der Wissensfeststellung zu vermeiden. Die Aufzeichnung der durchgeführten Interviews erfolgte mithilfe von Diktiergeräten auf Audiotapebasis. Der zeitliche Abstand zwischen dem jeweiligen Vorinterview und dem Bearbeiten der Aufgabe betrug ca. zwei Wochen. Die Zeitdifferenz zwischen der Bearbeitung und dem Nachinterview wurde in Analogie dazu auch mit ca. zwei Wochen angesetzt. Durch den zeitlichen Abstand soll hier eine nachhaltige Wirkung gemessen werden und Aspekte, die kurzzeitig erhalten bleiben, sollen nicht erfasst werden. Anzumerken sei noch, dass die tatsächliche Zeitdifferenz (von zwei bis vier Wochen) aufgrund der erforderlichen einvernehmlichen Festlegung von Interviewterminen sehr stark von den Lernenden abhängig war.

Neben der Erstellung der Interviewleitfäden wurden noch weitere Aspekte im Zuge der Vorbereitung näher behandelt. Dazu wurden unter anderem auch die Anregungen gemäß Niebert & Gropegießer (2014, S. 130-131) berücksichtigt. Für die Schaffung einer ruhigen und angenehmen Interviewumgebung wurden die Interviews in einem eigenen Raum abgehalten. Hier waren nur die interviewte und interviewende Person anwesend. Die Sitzhaltung des Interviewers wurde während des Gesprächs aufrecht, aber doch locker gewählt. Diese Haltung sollte ein Interesse des Interviewers am Gespräch ermöglichen, auf der anderen Seite kein strenges Prüfungsgespräch aufkommen lassen. Zusätzlich wurde die Verwendung des „Du“ als Anrede angestrebt, um eine angenehme Gesprächsatmosphäre zu schaffen. Dies wurde allerdings nicht einseitig beschlossen, sondern mit den Schüler/innen im Einvernehmen abgestimmt.

Im Zuge der Interviewvorbereitung wurde auch das aktive Zuhören und kommunikative Zurückhaltung ein Augenmerk geschenkt. Die interviewte Person sollte Fragestellungen ohne gezieltes Lenken durch den Interviewer beantworten können. Dies ist wichtig, da ansonsten durch zu starkes Eingreifen des Interviewers die Antworten gelenkt werden könnten und somit eine Verfälschung und Manipulation des Interviews entstehen kann. Auf der anderen Seite sollte die interviewte Person nicht das Gefühl bekommen, einen Monolog zu führen und somit nicht Gefahr laufen die Freude an der Kommunikation zu verlieren. Aus diesem Grund wurde beschlossen, dass während dem Erzählen des/der Interviewten ein Nicken des Kopfes bzw. das Einwerfen von Wörtern bzw. Lauten wie „Ok“, „Ja“ oder „Mhm“ getätigt werden soll.

Für die Ermöglichung einer Auswertung, aber im gleichen Zuge auch Anonymisierung der Interviewenden, wurde ein Code für die Teilnehmer/innen entwickelt. Neben diesem Ziel war es auch erforderlich, eine Zusammensetzung zu wählen, die eine

eindeutige Zuordnung mit äußerst hoher Wahrscheinlichkeit zulässt. Somit wurde ein Code mit acht Zeichen definiert, der sich folgendermaßen zusammensetzt:

- Erste 2 Buchstaben Vorname Mutter
- 2 Ziffern des Geburtsmonates (z.B. 04 für April verwenden)
- Letzte 2 Buchstaben des Vornamens
- Erste Ziffer Postleitzahl
- Erste Ziffer Hausnummer

Die Codebezeichnung wurde für den/die entsprechende/n Probanden/in durchgehend verwendet.

Für die Auswertung wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) herangezogen. Als Datenmaterial dienten einerseits die Vor- und Nachinterviews. Zusätzlich zu den Interviews wurden relevante schriftliche Ausarbeitungen der einzelnen Schüler/innen berücksichtigt. Zu diesem Zwecke wurden die Mitschriften der Schüler/innen mit deren Codes versehen.

Wesentlich für die Auswertung war die themenspezifische Betrachtung der Vor- und Nachinterviews der einzelnen Schüler/innen. Mithilfe des Vergleichs sollte die Veränderung des Wissens der einzelnen Schüler/innen erkannt werden. Aufgrund der geringen zeitlichen Abstände der Interviews wurde eine mögliche Außenwirkung, zum Beispiel durch einen schulischen Unterricht zum gleichen Thema, ausgeschlossen. Eine mögliche Verfälschung durch eigenständiges Recherchieren im Themenbereich konnte im Vorfeld der Auswertung nicht erfasst werden.

Die qualitative Inhaltsanalyse sieht eine Zuordnung von Textstellen zu Kategorien vor. Die Kategorienkonstruktion ist nachvollziehbar und mit Begründung zu erstellen. Im Gegensatz zur quantitativen Analyse erfolgt dies nicht automatisch, sondern interpretativ. Bei der Auswertung und Interpretation sind Verknüpfungen zum ursprünglichen Text wesentlich. Die Analyse kann zwar nicht als generelles Standardinstrument angesehen werden. Der Ablauf hat jedoch klar vorgegebenen Regeln. Jeder Interpretationsschritt ist mit Begründung zu dokumentieren. Mayring legte hierbei die Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung als Grundverfahren der qualitativen Inhaltsanalyse fest (Mayring, 2015, S. 47-52).

Für die Auswertung der Interviews wurden zunächst Hauptkategorien (siehe Kapitel 6) entsprechend der Schwerpunkte festgelegt. Die Hauptkategorien wurden in Anlehnung an die Themenschwerpunkte des Interviews erstellt. Somit konnten die Ausführungen der Proband/innen des Vor- und Nachinterviews den Kategorien entsprechend zugeordnet werden. Dadurch konnte Vergleichbarkeit des Vor- und Nachinterviews hergestellt werden. Sofern Unterkategorien zielführend waren, wurden diese personenspezifisch anhand der Interviews eingeführt.

Krüger und Riemeier (2014, S. 133-145) stellen in Ihrer Arbeit die qualitative Inhaltsanalyse als Methode für die Auswertung von Interviews dar. Vor der Datenauswertung wird hier noch die Datenaufbereitung genannt, die durch das Redigieren der Transskripte, gestützt werden soll. Beim Redigieren wird das Datenmaterial bearbeitet und auf die Fragestellung abgestimmt bzw. unter Berücksichtigung der Fragestellung reduziert. Bei der Datenauswertung spielt die Explikation eine wesentliche Rolle. Gemäß Mayring (2015, S. 67) sollen bei der Explikation einzelne Textteile mit weiterem Material gefüttert werden und in weiterer Folge sollen diese Textstellen erklärt werden.

Für die gegenständliche Untersuchung wurde die Explikation als Grundverfahren angewendet. Somit konnten relevante Textpassagen kategorisch erfasst, interpretiert und abschließend mit dem anderen Interview der jeweiligen Person verglichen werden. Die Auswertung ist in Kapitel 6 ersichtlich.

4.2 Population

Die Aufgaben wurden mit Lernenden aus dem Schülerforschungszentrum der Universität Wien durchgeführt. Die Schüler/innen besuchten die Sekundarstufe II an unterschiedlichen Wiener Gymnasien. Die Lernenden, die für die Auswertung des Aufgabenblattes „Physik des menschlichen Körpers“ herangezogen wurden, setzten sich von folgenden Gymnasien zusammen:

- Schottengymnasium (1 Person)
- Phönix Realgymnasium (1 Person)
- BRG 22 AHS Theodor Kramer Straße (2 Personen)

Zusätzlich wurden noch eine Gruppe von Oberstufenschüler/innen des Gymnasiums Friesgasse, die das Wahlpflichtfach Physik besuchten, durchgeführt. Davon wurden zwei Personen in der Auswertung berücksichtigt.

Die Population, die für die Auswertung des Aufgabenblattes „Physik des Tauchens“ herangezogen werden konnte, ergab folgende Zusammensetzung:

- Gymnasium De La Salle Strebersdorf (3 Personen)
- Bundesgymnasium Wien 16 (1 Person)
- BRG 22 AHS Theodor Kramer Straße (1 Person)

Die Zahl der Schüler/innen, die das Aufgabenblatt auch bearbeiteten, war jedoch höher, als jene, die im Vorfeld und im Anschluss an die Bearbeitung Interviews gaben. Die Tatsache ergab sich dadurch, dass die Lernenden bereit waren die Aufgabenstellungen zu lösen, jedoch nicht von jeder Person Interviews erhoben werden

konnten. Grund hierfür war, dass die Teilnahme den Schüler/innen einerseits freigestellt wurde und andererseits auch die Bestätigungen der Erziehungsberechtigten für die Durchführung von Interviews ausnahmslos zu erbringen waren.

Im Gesamten konnten für die Auswertung sechs Probanden/innen für Aufgabe 1 und fünf Probanden/innen für Aufgabe 2 herangezogen werden. Diese Personen absolvierten das Beispiel und wurden vor- und nachinterviewt. Eine Person bearbeitete Aufgabe 1 und Aufgabe 2.

Das Vorliegen von Begabung der Proband/innen wurde in dieser Arbeit nicht untersucht. Die Schüler/innen, die herangezogen wurden, besuchten allerdings allesamt, entweder das Schüler/innenforschungszentrum, oder das Wahlpflichtfach für das Unterrichtsfach Physik. Das Interesse dieser Lernenden für Physik ist sicher hoch, da es sich um einen außerschulischen Kurs bzw. einer Vertiefung im Zuge der schulischen Ausbildung handelt.

4.3 Umgang mit fehlenden Daten

Wie bereits in Kapitel 4.1 beschrieben, geschah die Erhebung der Vor- und Nachinterviews, sowie die Durchführung jeweils der Aufgabenblätter zeitversetzt. Fallweise musste festgestellt werden, dass Lernende nicht an allen drei Phasen (Vorinterview, Bearbeitung Aufgabe, Nachinterview) teilnahmen.

Da im Zuge der Auswertung die Wirkung der Aufgabenstellungen an den einzelnen Schüler/innen betrachtet werden sollte, war die gänzliche Teilnahme an den Interviews und an der Durchführung der Aufgaben unabdingbar. Die Codierung ließ ein anonymisiertes Wiedererkennen der Lernenden in jeder Phase zu. Somit wurde entschieden, die Schüler/innen, die an einem Interview nicht teilnahmen bzw. bei der Behandlung des Aufgabenblattes nicht anwesend waren, auszuschneiden. Diese Probanden/innen wurden für die Analyse der Aufgaben nicht herangezogen.

Bei der Codierung der Schüler/innen in den einzelnen Phasen konnten Fehler nicht ausgeschlossen werden. Daher wurden die genannten Codes der Lernenden zwischen den Lernphasen verglichen. Bei einer Abweichung in lediglich einer Ziffer konnte angenommen werden, dass ein Fehler bei der Codierung vorhanden war. Diese Annahme wurde allerdings nur getroffen, wenn kein anderer Code eine Ähnlichkeit aufwies bzw. die Codes der restlichen Probanden/innen zwischen den Phasen Gleichheit aufwiesen.

5 Konzipierung der Aufgaben

Im Zuge dieser Arbeit wurden zwei Aufgabenblätter entwickelt. Das erste Aufgabenblatt wurde unter den Titel „Physik des menschlichen Körpers“ gestellt. In Kapitel 5.1 wird näher auf dieses Aufgabenblatt samt den Aufgabenstellungen, Aufgabendesign und den Lösungserwartungen eingegangen. Das zweite Aufgabenblatt behandelte die Thematik des Tauchens aus der physikalischen Sichtweise und wird in Kapitel 0 näher beschrieben.

5.1 Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“

Das Aufgabenblatt behandelt den menschlichen Körper und stellt ihn in Verbindung zur Physik. Es erstreckt sich über zwei DIN A4-Seiten. Nach einem erklärenden bzw. einleitendem Text finden sich die ersten Aufgabenstellungen. Im weiteren Verlauf des Aufgabenblattes finden sich weitere überleitende und erklärende Abschnitte. Zwischen diesen Abschnitten wurden die Aufgabestellungen positioniert. Das Aufgabenblatt, das im Vorfeld der Bearbeitung durch die Schüler/innen erstellt wurde, ist im Anhang 10.1 ersichtlich.

Insgesamt umfasst das Aufgabenblatt 16 Aufgabenstellungen. Diese werden samt Designprinzipien und Lösungserwartungen in Kapitel 5.1.1 bis Kapitel 5.1.16 erläutert. Die Aufgabenstellungen wurden im Generellen so gewählt, dass der Schwierigkeitsgrad von Aufgabe zu Aufgabe tendenziell ansteigt. Der Typus dieser Aufgabe lässt sich gemäß den von Kauertz in Kapitel 2.2.1 beschriebenen Typen als Erarbeitungs- bzw. Anwendungsaufgabe identifizieren. Der Weg zur Lösung der einzelnen Aufgaben wurde den Schülern/innen offengehalten und in keiner Weise beeinflusst. Aus diesem Grund können die Aufgaben auch in die Kategorie Aufgaben mit mehreren Lösungswegen zugeordnet werden.

Zu einzelnen Aufgabestellungen wurden Arbeitshilfen entwickelt, die, je nach subjektiv empfundenem Schwierigkeitsgrad, mehr- oder einstufig ausgewählt wurden. Da der Zeitpunkt der Erstellung der Aufgaben und der Erarbeitungshilfen vor einer etwaigen Erprobung mit Schülern/innen erfolgte, musste auf den von sich selbst (subjektiv) empfundenen Schwierigkeitsgrad zurückgegriffen werden. Die Arbeitshilfen wurden in Form von Kärtchen gestaltet. Der Inhalt war je nach Aufgabenstellung thematisch und auch vom Typus her unterschiedlich, wobei grundsätzlich zur Lösung hinleitende Fragestellungen, Erklärungen und Formeln Anwendung fanden. Die Arbeitshilfen werden im Zuge der Erläuterung der Aufgabenstellungen beschrieben und sind gesammelt im Anhang angeführt.

Bezugnehmend auf die in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Qualitätskriterien wird hierbei angemerkt, dass auf eine verständliche Formulierung bei der Erstellung des Aufgabenblattes Wert gelegt wurde. Ergänzend dazu wurde bei einzelnen Fragestellungen auch

zusätzlich eine Aufforderung nach einer Verschriftlichung ergänzt, sodass die Anforderung an die Bearbeiter/innen möglichst klar und präzise ist. Die Strukturierung wurde im Aufgabenblatt in einer Form umgesetzt, dass erklärender bzw. beschreibender Text als Fließtext formuliert wurde und die Aufgabenstellungen nummeriert und in eigene Abschnitte verpackt wurden. Aufgrund der Unbekanntheit der Gruppe bei der Aufgabenstellung war es schwer, den Wissensstand der Schüler/innen zu beurteilen. Aus diesem Grund wurden die bereits beschriebenen Arbeitshilfen eingeführt.

Hinsichtlich der Interessenstypen, die in Kapitel 2.2.3 eingeführt wurden, sei anzumerken, dass dieses Aufgabenblatt wohl die Interessenstypen B und A am meisten anspricht. Aufgrund des hohen Leistungsstandes und des hohen Interesses am Unterrichtsfach Physik können hochbegabte Schüler/innen mit einem hohen Anteil dem Interessentyp A zugeordnet werden.

Bezüglich der Sozialform kann dieses Aufgabenblatt, sowohl in Einzelarbeit, als auch in Gruppenarbeit abgehandelt werden. Es wird allerdings die Bearbeitung in kleinen Gruppen (ca. 4. Personen) empfohlen, da einige Aufgabenstellungen sehr umfangreich und fordernd sind. Hinsichtlich des Durchhaltevermögens und der Ausdauer ist die Arbeit in Kleingruppen hier jedenfalls zu bevorzugen.

Die Kompetenzbereiche gemäß dem Lehrplan Physik vom 09.08.2016 (siehe Lehrpläne AHS 2016, S. 85) sind Fachwissen (W), Experimentieren und Erkenntnisgewinnung (E) und dem Begründen und Bewertung von Stand aus naturwissenschaftlicher Sicht (S). Diese werden beim Aufgabendesign jeweils thematisiert.

5.1.1 Aufgabenstellung 1

„Zähle deine Aktivitäten auf, die du heute gemacht hast! Was hast du heute schon gegessen?“

Aufgabendesign

Die erste Aufgabenstellung dient dem Einstieg in das Thema. Die Anforderung dabei ist, dass eine erste Annäherung zwischen der Thematik und der Bearbeiterin bzw. dem Bearbeiter hergestellt werden soll. Im Zuge der Bearbeitung sollen Lernende bewusst darüber nachdenken welche Aktivitäten im Laufe des Tages getätigt wurden und welche Nahrungsmittel in welcher Menge dem Körper bereits zugeführt wurden. Diese Aufgabe dient neben dem Einstieg auch als Vorbereitung für die zweite Aufgabenstellung.

Diese Aufgabe beinhaltet ein klares Ziel, allerdings gibt es hierfür kein erwartetes Endergebnis. Diese Aufgabe kann zwar in Gruppenarbeit gelöst werden, jedoch wurde sie auf die einzelnen Personen bezogen formuliert.

Lösungserwartung

Schüler/innen sollen hier Aktivitäten nennen, die sie am Tag der Bearbeitung der Aufgabenstellung getätigt haben. Weiters sollen Nahrungsmittel genannt werden, die die Lernenden bereits zu sich genommen haben.

5.1.2 Aufgabenstellung 2

„Berechne überschlagsmäßig den Energieinhalt der Nahrungsmittel, die du deinem heute Körper zugeführt hast, mittels Nährwerttabelle ab!“

Aufgabendesign

Diese Aufgabenstellung baut auf die hervorgehende Aufgabe auf. Die Kompetenz des Arbeitens mit Tabellen wird hier von den Bearbeitern/innen abverlangt bzw. auch geübt. Neben dem Arbeiten mit Diagrammen werden im Zuge dieser Aufgabenstellungen auch Interpretationen und Abweichungen von den Schülern/innen abverlangt, da nicht alle Nahrungsmittel 1:1 in den Nährwerttabellen angeführt sind.

Zur Bearbeitung dieser Aufgabenstellung werden Bücher mit Nährwerttabellen den Lernenden zur Verfügung gestellt. Beispielhafte Bücher dafür sind Elmadfa et al. (2011), Fröleke (2002) und Nestle (2014).

Diese Aufgabe beinhaltet eine präzise Anweisung, jedoch wie bereits Aufgabenstellung 1 kein vorhersehbares Endergebnis, da die Essgewohnheiten der einzelnen Teilnehmer/innen nicht bekannt und in der Regel verschieden sind.

Folgende Arbeitshilfen wurden den Lernenden bei der Bearbeitung zur Verfügung gestellt:

- Arbeitshilfe 1: *„Schätze die Masse der Nahrungsmittel zuerst ab!“*
- Arbeitshilfe 2: *„Berechne aus der Masse der Nahrungsmittel und der pro Masseneinheit bezogenen Energie der Nahrungsmittel die Gesamtenergie!“*

Die Arbeitshilfen stellen eine Anleitung zur Berechnung des Energieinhaltes der Nahrungsmittel ab, sofern Schüler/innen hier Unterstützung benötigen.

Lösungserwartung

Nachdem die Schüler/innen bereits in Aufgabenstellung 1 die zugeführten Nahrungsmittel ermittelt haben, müssen nun diesbezüglich weitere Überlegungen angestellt werden. Zunächst einmal kann der Energieinhalt der einzelnen Nahrungsmittel aus bereitgestellten Nährwerttabellen entnommen werden. Diese Werte sind jedoch hinsichtlich der Masse spezifisch dargestellt. Dies impliziert, dass die Schüler/innen

auch eine Abschätzung hinsichtlich der Masse der zugeführten Nahrungsmittel durchführen müssen. Schlussendlich werden die Energieinhalte der einzelnen Nahrungsmittel addiert und man erhält den Gesamtenergieinhalt der Nahrungsmittel.

5.1.3 Aufgabenstellung 3

Aufgabenstellung 3 bezieht sich auf ein Statement, welches von Ernährungsberatern kommen könnte:

„Um nicht zuzunehmen sollte man die Menge an Energie, die man durch Nahrungsmittel zu sich genommen hat, wieder verbrauchen. Beim Abnehmen hingegen verbraucht man mehr Energie, als man zu sich nimmt. Beim Zunehmen ist es umgekehrt.“

Was hältst du von dieser Aussage? Verschriftliche deinen Standpunkt.“

Aufgabendesign

In der vorherigen Aufgabenstellung wurde bereits der Nährwert mit seiner Einheit kJ bzw. kcal behandelt. Nun wird ein konkretes Statement in einer Aufgabenstellung platziert. Die Lernenden sind hierbei gefragt einerseits das Statement zu verstehen, mit ihrem Wissen in Verbindung zu setzen, zu hinterfragen und abschließend eine Beurteilung bzw. ein Fazit abzugeben.

In der Aufgabenstellung findet sich ebenso das Wort „Energieverbrauch“. Je nach Lehrkraft der einzelnen Lernenden, könnte dieses Wort bereits zu einem Aufschrei im Zuge der Bearbeitung führen. Dieses Wort wurde bewusst in die Aufgabenstellung gepackt. Im Zuge der Erläuterungen während bzw. nach dem Durcharbeiten des Aufgabenblattes ist hier ein Begriffswechsel von Energieverbrauch auf Energieumwandlung erforderlich. Dies kann mithilfe der Umdeutungsstrategie gemäß Hopf et al. (2011, S. 50-51) erreicht werden.

Beim Erstellen dieser Aufgabe wurde hier bewusst eine alltagstaugliche Aussage eingebettet um einerseits den praxisnahen Charakter zu zeigen und andererseits um das Interpretieren und in Bezug setzen mit bereits erworbenem Wissen zu trainieren. Die Lösungswege hierbei können sehr vielfältig sein, jedoch sollte der Energieerhaltungssatz (wie in der Lösungserwartung beschrieben) bei der Argumentation nicht ausgelassen werden. Die entworfene Aufgabenstellung lässt es auch zu, dass Lernende gemeinsam in der Gruppe diskutieren, sowie die Lösungsfindung betreiben.

Für die Lösung dieser Aufgabenstellung wurden den Schüler/innen ebenso sechstufige Arbeitshilfen zur Verfügung gestellt, die sich folgendermaßen zusammensetzen:

- Arbeitshilfe 1: *„Sieh dir den Energieerhaltungssatz genauer an!“*

- Arbeitshilfe 2: „*Energieerhaltungssatz: In einem abgeschlossenen System ist die Gesamtenergie konstant.*“
- Arbeitshilfe 3: „*abgeschlossen = kein Energietransfer (Wärme, Arbeit) über Systemgrenzen*“
- Arbeitshilfe 4: „*Ist der Körper ein abgeschlossenes System? Nicht abgeschlossene Systeme nennt man offene Systeme.*“
- Arbeitshilfe 5: „*Sieh dir das Wort „Energieverbrauch“ genauer an! Berücksichtige dabei den Energieerhaltungssatz!*“
- Arbeitshilfe 6: „*Kann Energie verloren gehen? Stelle dir diese Frage unter Berücksichtigung des Energieerhaltungssatzes!*“

Die Arbeitshilfen zielen allesamt auf den Energieerhaltungssatz ab, wobei der Genauigkeitsgrad für den vorliegenden Anwendungsfall von Arbeitshilfe zu Arbeitshilfe steigt. Um ein Scheitern dieser Aufgabe aufgrund des Energieerhaltungssatzes zu vermeiden, wurden diese Hilfen in der Bearbeitung der Aufgabe als sinnvoll und hilfreich erachtet.

Lösungserwartung

Zunächst soll die Energieerhaltung thematisiert werden. Dieser lautet nach Müller (2010, S. 174):

„In einem abgeschlossenen System ist die Gesamtenergie konstant; ihr Wert ändert sich zeitlich nicht.“

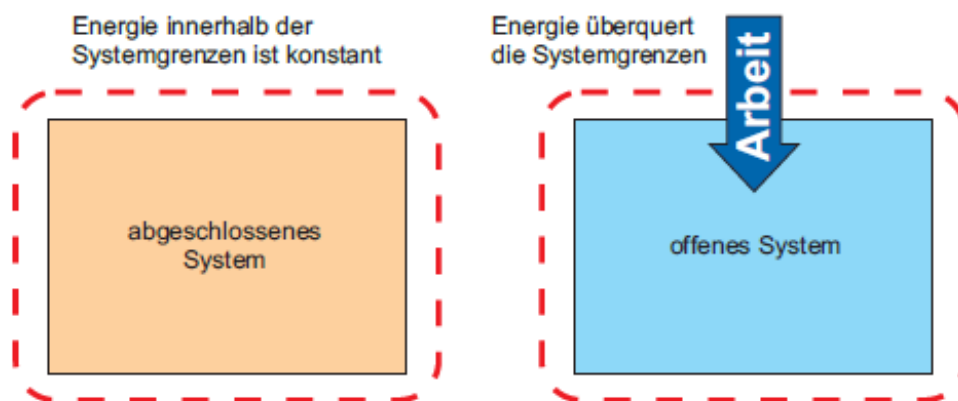


Abbildung 5.1: Offenes und abgeschlossenes System (Müller, 2010, S. 177)

Ein wesentlicher Fokus liegt dabei auf dem Begriff „abgeschlossen“. Nach Müller (2010, S. 172) liegt der Unterschied zwischen einem offenen und abgeschlossenen System darin, dass beim abgeschlossenen System keine Kräfte über die Grenzen des Systems hinaus wirken. Somit kann bei einem abgeschlossenen System keine Energie die Systemgrenze überqueren, beim offenen System hingegen schon. Abbildung 5.1 veranschaulicht diesen Sachverhalt.

Diese Energieüberquerung über die Systemgrenzen kann nun in Form von Wärme (Überquerung aufgrund von Temperaturdifferenz) oder Arbeit (sonstige Energie) erfolgen (Müller, 2016, S. 139).

Aus diesen Sachverhalten lässt sich ableiten, dass Energie in einem abgeschlossenen System nicht verloren gehen kann. Allerdings muss nun die Frage gestellt werden, welche Systeme denn abgeschlossen sind. Dieses müsste nach den getätigten Überlegungen adiabat sein und keiner über die Systemgrenze wirkenden Kräften ausgesetzt sein. In einem offenen System hingegen überquert Energie die Systemgrenze. Energieflüsse können somit aus dem System und in das System erfolgen. Folglich kann bei offenen Systemen die Energie dem System „verloren“ gehen oder das System kann Energie „gewinnen“. Einen wesentlichen Punkt stellt dabei die Betrachtung des Systems und der Systemgrenzen dar.

Der menschliche Körper stellt mit Sicherheit kein abgeschlossenes System dar, da ein permanenter Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet. Jedoch wandelt der Körper im Inneren die Energie der Nahrungsmittel um. Wenn es einen Energieverbrauch geben würde, so müsste die Energie plötzlich verschwunden sein. Daher ist der Begriff Energieumwandlung dem Begriff des Energieverbrauchs vorzuziehen.

5.1.4 Aufgabenstellung 4

„Bestimme den Energieinhalt eines beliebigen Nahrungsmittels. Was für Aktivitäten könntest du nach dem Essen machen, damit dein/e Ernährungsberater/in mit dir zufrieden wäre?“

Aufgabendesign

Diese Aufgabenstellung stellt bereits eine Vorarbeit für Aufgabenstellung 5 dar. Diese Aufgabe wurde hier mit einer klaren Fragestellung erstellt, jedoch erwartet man hier verschiedene Lösungen. Der Kreativität soll hier ihr freier Lauf gelassen werden. Anschließende Diskussionen unter Schüler/innen über die Aktivitäten, samt ihrer Intensität und weiteren Auswirkungen bzw. Folgerungen, werden von dieser Frage ebenso ermöglicht.

In weiterer Folge zielt diese Aufgabenstellung auch auf eine erstmalige Berührung von zahlenmäßig-erfassten Nährwerten mit den Lernenden ab. Somit können Schüler/innen hierfür auch ein Zahlengefühl entwickeln. Die Berechnung des Ausmaßes der Tätigkeiten ist von dieser Fragestellung allerdings klar abgegrenzt und wird in der nächsten Aufgabenstellung thematisiert.

Lösungserwartung

Die Schüler/innen sollen in Analogie zu Aufgabenstellung 2 den Energieinhalt eines beliebigen Nahrungsmittels unter Zuhilfenahme der Nährwerttabellen berechnen. Die

Aktivitäten, die man tätigen kann um eine/n zufriedene/n Ernährungsberater/in zu haben, sind bei dieser Aufgabenstellung nur aufzuzählen.

5.1.5 Aufgabenstellung 5

„Berechne das Ausmaß der Aktivitäten!“ Benutze dabei die Tabelle für die „Energieverbräuche“ (Energieumsätze) bei diversen Tätigkeiten. Die Tabelle befindet sich auf einem eigenen Handout.“

Aufgabendesign

Diese Aufgabe stellt eine Anknüpfung an die vorherige Aufgabenstellung dar. Der Energiebegriff in Form des Nährwertes wird nun mit mechanischen Aktivitäten verglichen und somit für die Schüler/innen noch greifbarer. Damit sich diese Aufgabe auch auf das Berechnen begrenzt, wurde eine Aktivitätstabelle (siehe Anhang 10.2) samt Energieumwandlungsraten ("Kalorienverbräuche") beigelegt. Der „Energieverbrauch“ in der Tabelle bezieht sich auf den Umsatz bei Ausübung von Aktivitäten für eine definierte Zeit. Der Grundumsatz des Körpers ist hier nicht gesondert zu betrachten, sondern als berücksichtigt zu sehen.

Überlegungen diese Aufgabe mithilfe des Internets wurden beiseitegeschoben, da hierfür – je nach Quelle – verschiedene Umwandlungsraten genannt werden. Etwaige Diskussionen über die Vielfalt der Informationsquellen sollte in dieser Fragestellung verhindert werden. Aufgrund der Tatsache, dass das Handout von den Schülern/innen auch mitgenommen werden kann, können interessierte Personen sich damit auch nach der Bearbeitung des Aufgabenblattes weiter beschäftigen.

Diese Aufgabe ist von jeder Person selbst zu erledigen und kann in weiterer Folge mit den anderen Teilnehmern/innen verglichen und diskutiert werden. Schüler/innen haben hier auch die Möglichkeit das Ausmaß mehrerer Aktivitäten zu vergleichen. Dies kann einerseits auf eigenem Wege, aber bevorzugt in der Gruppe geschehen.

Lösungserwartung

Mittels einer beigelegten Tabelle (siehe Anhang 10.2) wird das Ausmaß der Aktivitäten bestimmt. Der Energieinhalt der Aktivitäten muss hierbei dem Energieinhalt des Nahrungsmittels entsprechen, da dann sichergestellt werden kann, dass der Körper die überschüssige Energie nicht speichert. Wenn der Körper überschüssige Energie speichert, so nimmt man zu.

5.1.6 Aufgabenstellung 6

„Miss mittels Infrarotthermometer die Hauttemperatur an verschiedenen Stellen! Protokolliere die Temperatur und beschreibe bzw. trage die Messstellen an einer von dir angefertigten Skizze des menschlichen Körpers ein.“

Aufgabendesign

An dieser Stelle wird nun der erste Versuch durchgeführt. Die Messtechnik und das Messprinzip sind hierbei noch nicht von großer Bedeutung. Vielmehr geht es in dieser Aufgabenstellung um die Handhabung des Infrarotthermometers und der Messung der Hauttemperatur. Die Anforderung der Messung an verschiedenen Stellen wurde getätigt, da keine konstante Temperatur zu erwarten ist und somit die Lernenden hier eine Praxis erleben, die von ihrer Vorstellung weitgehend unterschiedlich sein wird.

Diese Aufgabe ist als Gruppenarbeit gedacht, da man die Messung nicht gänzlich selbst durchführen kann. Die Verfügbarkeit der Messgeräte lässt in der Regel eine Partner- bzw. Einzelarbeit ebenfalls nicht zu.

Die Interpretation und die Auseinandersetzung mit den Messergebnissen ist an dieser Stelle noch kein Muss und wird nur als optional betrachtet. Um die Schüler/innen hiermit zu konfrontieren, wurde die Aufgabenstellung 7 entwickelt.

Lösungserwartung

Die Schüler/innen sollen bei dieser Aufgabenstellung mittels Infrarotthermometer die Hauttemperatur an mehreren Stellen messen. Die Messstellen sind dabei zu protokollieren und an einer von Schüler/innen angefertigten Skizze des menschlichen Körpers einzutragen bzw. zu beschreiben.

5.1.7 Aufgabenstellung 7

„Betrachte den Messvorgang kritisch! Weicht die Hauttemperatur von der Solltemperatur des Inneren des Körpers ab? Wenn ja wieso? Verschriftliche deinen Standpunkt.“

Aufgabendesign

Nachdem die Messungen vorgenommen wurden, müssen diese nun hinterfragt werden. Diese Aufgabenstellung holt die Schüler/innen noch einmal zur Messung zurück und soll dazu dienen, dass diese neuerlich detailliert thematisiert und studiert wird. Ein Fehlen dieser Aufgabe, würde den Lernenden die Möglichkeit geben die Messung durchzuführen ohne sich mit den Gegebenheiten ordentlich zu beschäftigen.

Um hier keine „Ja/Nein-Antwort“ als Ergebnis zu bekommen wurde noch die „Wieso-Frage“ ergänzt. Für das nachhaltige Festhalten der Ergebnisse diente auch noch die Aufforderung der Verschriftlichung.

Die Sozialform dieser Aufgabe ist die Gruppenarbeit. Vor einer gemeinsamen Diskussion sollte jeder Schülerin bzw. jedem Schüler allerdings noch die Möglichkeit gegeben werden, sich selbst mit der Fragestellung zu beschäftigen. Während der Diskussion muss für jegliche Argumentationen Spielraum gelassen werden. Sofern erforderlich und fruchtbringend, übernimmt die Lehrkraft die Moderation der Diskussion.

Zur Unterstützung der Durchführung dieser Aufgabenstellung wurden folgende Arbeitshilfen erstellt:

- Arbeitshilfe 1: „*Sieh dir das Messgerät genauer an! Kann es hier zu Messabweichungen kommen? Versuche diese Aspekte zu beschreiben.*“
- Arbeitshilfe 2: Stefan-Boltzmann-Gesetz zur Berechnung des Wärmestromes durch Wärmestrahlung
- Arbeitshilfe 3: „*Der Emissionsgrad ist für die Gegenstände nicht konstant. Das Infrarotthermometer benutzt allerdings das Stefan-Boltzmann-Gesetz.*“
- Arbeitshilfe 4: „*Aus was für einem Stoff/Material besteht der menschliche Körper?*“
- Arbeitshilfe 5: Formel zur Berechnung des Wärmestromes durch Wärmeleitung

Mithilfe der Arbeitshilfen wurden die wesentlichen bei der Messung einflussnehmenden Thematiken abgedeckt. Das Thema der Wärmestrahlung wurde in drei Stufen behandelt (Arbeitshilfe 2 bis Arbeitshilfe 4).

Lösungserwartung

Zu dieser Aufgabenstellung sollen einige Aspekte genannt werden. Der erste dabei sind die Messunsicherheiten des Gerätes. Falls die Schüler/innen diese nicht kennen, sollte darauf verwiesen werden, dass alle Messgeräte eine bestimmte Messunsicherheit aufweisen. Diese kann je nach Gerätetyp und Umgebungsbedingungen (z.B. Temperatur, Feuchtigkeit etc.) variieren.

Ein weiterer Punkt ist, dass das Infrarotthermometer die Wärmestrahlung misst, die der zu messende Körper emittiert. Diese wird anschließend mittels Stefan-Boltzmann-Gesetz (siehe Gleichung (5.1)) in eine Temperatur T umgerechnet. ε ist dabei der Emissionsgrad, der stoffabhängig ist. $P_{\text{Strahlung}}$ stellt die Strahlungsleistung, A die Fläche und σ die Stefan-Boltzmannkonstante ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W(m}^2\text{K}^4)$) dar. Im Algorithmus des Messgerätes ist dieser meistens fix eingestellt oder kann sogar variiert werden. Mittels Variation des Emissionsgrades ε (dimensionslos) verändert sich nun die ausgegebene Temperatur. Folglich entsteht durch die Unkenntnis des Emissionsgrades ebenso ein Fehler.

$$P_{\text{Strahlung}} = -\varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \quad (5.1)$$

Der wichtigste Aspekt für den Temperaturunterschied zwischen dem Inneren des Körpers und dem Messwert an der Haut stellt jedoch die Wärmeleitung der Haut dar. Diese kann mittels dem Fourier-Gesetz ermittelt werden, siehe Gleichung (5.2). Der Wärmefluss hängt dabei vom Wärmeleitkoeffizient λ ($\text{W/m}\cdot\text{K}$), dem Temperaturunterschied ΔT , der Dicke Δx und der Fläche A ab.

$$P_{\text{Wärmeleitung}} = -\lambda \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (5.2)$$

Bei der konkreten Aufgabe ist der Temperaturunterschied zwischen dem Inneren des Körpers und der Hautoberfläche gemeint. Die Hautoberfläche stellt nun den Rand des menschlichen Körpers dar und besitzt eine gewisse Temperatur. Die Temperatur der Umgebung ist in den meisten Fällen geringer und dadurch wird Wärme über die Mechanismen Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Konvektion abgegeben. Aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit von Luft kann die Wärmeleitung von der Haut an die Luft vernachlässigt werden. Durch diese Mechanismen kühlt die Temperatur der Hautoberfläche ab und es entsteht eine Temperaturdifferenz zwischen dem Inneren des Körpers und der Hautoberfläche. Folglich gelangt Wärme zur Hautoberfläche über den Mechanismus der Wärmeleitung. Wenn die Temperatur der Hautoberfläche konstant ist, dann gibt der Körper über die Haut genau die Wärmemenge an die Umgebung ab, die der Haut vom Inneren des Körpers zugeführt werden.

5.1.8 Aufgabenstellung 8

„Mit welchen Mechanismen gibt der Mensch über die Haut Wärme ab? Berechne die jeweiligen Beiträge! Wie kann die Körpertemperatur konstant gehalten werden? Sieh dir den Wärmehaushalt des Menschen an. Es soll dabei vereinfacht die Wärmeabgabe nur über die Haut berücksichtigt werden.“

Aufgabendesign

Diese Aufgabenstellung stellt nun eine genauere Befassung mit den Wärmeübertragungsmechanismen dar. Das Ziel dieser Aufgabe ist den Aspekt der konstanten Temperatur des Körpers näher zu betrachten. Dieser ist naturgemäß gegeben und somit wird er gewissermaßen als gegeben angenommen. Die physikalische Interpretation dieser Tatsache ist allerdings sehr interessant und bedarf einer genaueren Behandlung.

Aufgrund der vorhandenen Komplexität der Aufgabe ist allenfalls eine Gruppenarbeit hierfür angedacht. Die Lernenden können sich hier gegenseitig beraten und im Team an der Lösung dieses Problems arbeiten. Da Herleitungen für Schüler/innen unter Umständen Herausforderungen bereiten, ist eine gegenseitige Unterstützung im Kollegium auch von dieser Seite sehr hilfreich.

Zur weiteren Hilfe wurden für diese Aufgabe sieben Arbeitshilfen entwickelt, die folgendermaßen formuliert wurden:

- Arbeitshilfe 1: *„Welche Wärmeübertragungsmechanismen kennst du? Welche davon könnten für den Menschen interessant sein?“*
- Arbeitshilfe 2: *„Für uns wichtige Wärmeübertragungsmechanismen sind Wärmestrahlung, Konvektion und Wärmeleitung.“*

- Arbeitshilfe 3: Stefan-Boltzmann-Gesetz zur Berechnung des Wärmestromes durch Wärmestrahlung
- Arbeitshilfe 4: Erklärung zu Emissionsgrad; Haut kann näherungsweise als schwarzer Körper (Emissionsgrad = 1) angenommen werden
- Arbeitshilfe 5: *„Jeder Körper mit einer Temperatur strahlt Wärme ab. Er empfängt also Wärmestrahlung von anderen Körpern und emittiert selbst Wärmestrahlung.“*
- Arbeitshilfe 6: Formel zu Berechnung des Wärmestromes durch Konvektion
- Arbeitshilfe 7: *„Nimm an, dass die an der Hautoberfläche zugeführte Energie gleich der abgeführten Energie ist.“*

Die Arbeitshilfen decken im Wesentlichen die Wärmeübertragungsmechanismen Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Wärmekonvektion ab und vertiefen diese auch mit hilfreichen Erklärungen. Arbeitshilfe 7 bildet den Ansatz für die Herleitung.

Lösungserwartung

Diese Frage wurde teilweise in Aufgabenstellung 7 behandelt, wird hier aber nun explizit gestellt.

Zunächst einmal werden die Wärmeübertragungsmechanismen diskutiert. Danach kommt man zum Entschluss, dass die Wärmestrahlung und die Konvektion die wichtigsten Aspekte für die Wärmeabgabe darstellen. Laut Müller (2016, S. 353) kann für die Haut ein Emissionsgrad von 1 angenommen werden. Die Wärmeabgabe über Konvektion wird unter Berücksichtigung eines Wärmeübergangskoeffizienten h berechnet. Gemäß Müller (2016, S. 364) nimmt dieser bei natürlicher Konvektion von Gasen einen Wert zwischen 5 und 25 W/(m²·K) an. Müller (2016, S. 364) nahm für die Wärmeabgabe eines Menschen über Konvektion ein h von 7 W/(m²·K) an. Die Temperaturen, die dafür zu betrachten sind, müssen auch berücksichtigt werden.

Die einzelnen Beiträge sind nun in Gleichung (5.3) und (5.4) dargestellt. Es wird vereinfacht angenommen, dass alle Gegenstände und auch die Strömung die Temperatur T_{Raum} aufweisen.

$$P_{\text{Strahlung,Körper}} = -\varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{\text{Haut}}^4 - T_{\text{Raum}}^4) \quad (5.3)$$

$$P_{\text{Konvektion,Körper}} = -h \cdot A \cdot (T_{\text{Haut}} - T_{\text{Raum}}) \quad (5.4)$$

Die Summation von Gleichung (5.3) und (5.4) ergibt die Gesamtwärmeabgabe an die Umgebung.

Um die Hauttemperatur zu berechnen, müsste man nun die Wärmeleitung vom Inneren des Körpers an die Hautoberfläche zu den Überlegungen hinzunehmen. Diese

ist in Gleichung (5.2) bereits definiert worden, jedoch ist sie hier positiv, da die Haut die Systemgrenzen darstellt. Es wird davon ausgegangen, dass die Haut die gesamte zugeführte Energie abgibt. Folglich ergibt sich für dieses offene System der Aspekt, dass die der Haut zugeführte Energie gleich der abgegebenen Energie ist, siehe Gleichung (5.5) und (5.6). Wenn man die Energien zeitlich betrachtet, so können wir wie gewohnt von Leistungen sprechen.

$$P_{\text{Wärmeleitung,Körper}} + P_{\text{Strahlung,Körper}} + P_{\text{Konvektion,Körper}} = 0 \quad (5.5)$$

$$\lambda \cdot A \cdot \frac{(T_{\text{innen}} - T_{\text{Haut}})}{\Delta x} - \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{\text{Haut}}^4 - T_{\text{Raum}}^4) - h \cdot A \cdot (T_{\text{Haut}} - T_{\text{Raum}}) = 0 \quad (5.6)$$

Aus Gleichung (5.6) könnte man nun T_{Haut} berechnen. Aufgrund der Komplexität der Gleichung wird dies jedoch nicht ausgeführt. Für weitere Betrachtungen wird nun für T_{Haut} ein plausibler konstanter Wert angenommen, z.B. 32°C.

Die Körpertemperatur kann nun konstant gehalten werden, indem der Mensch jenen Betrag an Wärmeleistung bereitstellt der dem Betrag der Wärmeabgabeleistung (Konvektion und Wärmestrahlung) entspricht. Folglich muss der Mensch den Betrag der Leistung der Wärmeleitung laut Gleichung (5.5) bereitstellen. Die Bereitstellung der Wärmeleistung erfolgt durch den zeitlichen Prozess der Umwandlung der Energie der Nahrungsmittel in Wärme.

5.1.9 Aufgabenstellung 9

„Ermittle die abgegebene Wärmeleistung des Menschen in Abhängigkeit der Raumtemperatur! Wann ist uns warm? Wann ist uns kalt?“

Aufgabendesign

Der Unterschied zwischen Temperatur und Wärme stellt sich für Schüler/innen nicht immer plausibel dar. Die existierende Schülervorstellung gibt vor, dass Gegenstände, die sich kälter anfühlen eine niedrigere Temperatur haben, als welche die sich wärmer anfühlen. Aufgrund der Tatsache, dass diese Meinung sehr verbreitet und nicht korrekt ist, wird sie in der gegenwärtigen Aufgabenstellung explizit durch die beiden Fragen thematisiert.

Am Beginn der Aufgabenstellung wird die Abhängigkeit der Wärmeleistung von der Raumtemperatur und soll als Vorarbeit für den zweiten Teil dienen. Durch Einfügen von Zahlenwerten können die Schüler/innen auch rechnerische Zahlenwerte für abgegebene Wärmeströme ermitteln.

Bezugnehmend auf die genannten Fragestellungen wurden zwei Arbeitshilfen entwickelt:

- Arbeitshilfe 1: „Inwieweit ändern sich die Beiträge bei steigender bzw. sinkender Temperaturdifferenz zwischen Körper und Umgebung?“
- Arbeitshilfe 2: „Weshalb fühlt sich Eisen kälter an als Holz, wenn beide die gleiche Temperatur aufweisen? Was können wir fühlen?“

Mithilfe der Arbeitshilfen soll zunächst die Wichtigkeit des Einflusses der Temperaturdifferenz zwischen dem Körper und der Umgebung unterstrichen werden. Die zweite Unterstützung dient als geistige Anregung für die physikalische Interpretation von warmen und kalten Oberflächen. Im Verlauf der Einheit ist hier noch die Nennung der gleichen Temperatur des Materials Holz und Eisen hilfreich. Dies kann, sofern die Schüler/innen dies nicht andiskutieren, von der Lehrkraft genannt werden.

Lösungserwartung

Der Mensch gibt die Wärme zu einem großen Teil über Konvektion und Wärmestrahlung ab. Dieser Aspekt wurde bereits in Aufgabenstellung 8 näher betrachtet. Die Verlustleistung ist nun in Gleichung (5.7) dargestellt.

$$P_{abgegeben} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{Haut}^4 - T_{Raum}^4) + h \cdot A \cdot (T_{Haut} - T_{Raum}) \quad (5.7)$$

Wenn man T_{Haut} konstant annimmt, so ergibt sich vereinfacht eine Funktion in Abhängigkeit der Raumtemperatur. Der Mensch fühlt keine Temperatur, sondern Wärmeströme (Wärmeleistungen). Nun geht man von einer abgegebenen Wärmeleistung aus, die der Mensch angenehm empfindet. Wenn diese Wärmeabgabe größer wird, so wird es dem Menschen kalt, wenn diese kleiner wird, so wird es dem Menschen warm. Die modellierte Funktion der abgegebenen Wärmeleistung mit der Temperatur als Variablen steigt somit, wenn die Raumtemperatur kleiner wird und sinkt, wenn die Raumtemperatur größer wird.

5.1.10 Aufgabenstellung 10

„Welchen Effekt bewirkt dies? Ändere den Wärmehaushalt aus Aufgabenstellung 8 ab!“ (Diese Frage bezieht sich auf die Tatsache, dass wir uns dickeres Gewand anziehen, wenn es kälter ist. Wir schränken uns hier auf enganliegendes Gewand ein.)

Aufgabendesign

Diese Aufgabenstellung stellt eine Modifikation des bereits erstellten Wärmehaushaltes dar, da die Bekleidung betrachtet werden muss. Zunächst werden die Schüler/innen nach dem Effekt gefragt. Dies stellt eine beschreibende Antwort in Aussicht und kann nach einer Nachdenkphase beantwortet werden. Der letzte Teil zielt auf die rechnerische Lösung ab. Um dies durchzuführen, muss man den Wärmehaushalt noch einmal analysieren und richtig modifizieren. Diese Aufgabe sollte jedenfalls in der Gruppe gemeinsam erarbeitet werden.

Folgende Arbeitshilfen stehen den Lernenden zur Verfügung:

- Arbeitshilfe 1: „*Sieh dir die Parameter der Wärmeübertragungsmechanismen an!*“
- Arbeitshilfe 2: „*Finde heraus wovon die einzelnen Parameter abhängen?*“
- Arbeitshilfe 3: „*Welche Parameter sind bei enganliegendem Gewand mit einer gewissen Dicke anders als bei einer nackten Haut?*“
- Arbeitshilfe 4: Formel zu Berechnung des Wärmeübertragungswiderstandes (R-Wert)

Die Arbeitshilfe beschäftigen sich mit den Abhängigkeiten der Wärmeübertragung, wobei hier der Wärmeleitung ein wesentliches Augenmerk eingeräumt wird. Falls die Formel zur Berechnung des Wärmeübergangswiderstandes (Arbeitshilfe 4) neu ist, so muss diese noch in der Gruppe diskutiert werden bzw. durch die Lehrkraft näher erläutert werden.

Lösungserwartung

Wenn man nun dickeres Gewand anzieht, so hat man nun einen mehrschichtigen Aufbau vorliegen, wobei der Körper bzw. das Körperteil die erste Schicht darstellt. Der Ausdruck d/λ wird auch als R ($\text{W/m}^2\text{K}$) bezeichnet, wobei R Wärmewiderstand genannt wird. d bezeichnet die Dicke der Schicht und ersetzt Δx aus den vorherigen Überlegungen. Wenn nun mehrere Schichten vorliegen, so addiert man die Wärmewiderstände wie in Gleichung (5.8) dargestellt (Müller, 2016, S. 377).

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots \quad (5.8)$$

Gemäß Müller (2016, S. 376) lässt sich nun der Wärmestrom der Wärmeleitung wie in Gleichung (5.9) dargestellt, schreiben.

$$P_{\text{Wärmeleitung}} = -\frac{1}{R} \cdot A \cdot \Delta T \quad (5.9)$$

Folglich müsste man für weitere Berechnungen nun die Oberflächentemperatur des Bekleidungsstückes berechnen. Analog zu Gleichung (5.6) ergibt sich dies aus Gleichung (5.5). Aus Gleichung (5.10) könnte man nun die Oberflächentemperatur des Bekleidungsstückes berechnen.

$$\frac{1}{R} \cdot A \cdot \Delta T - \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{\text{Bekl}}^4 - T_{\text{Raum}}^4) - h \cdot A \cdot (T_{\text{Bekl}} - T_{\text{Raum}}) = 0 \quad (5.10)$$

Die Wärmeleitung vom Inneren des Körpers zum äußeren Teil des Bekleidungsstückes ist geringer als es vorher bei der nackten Haut war. Somit sinkt die Wärmeleistung die vom Inneren des Körpers übertragen wird. Wenn man nun wieder von einer konstanten Oberflächentemperatur des Bekleidungsstückes ausgeht, so lässt sich sofort erkennen, dass Wärmeabgabe an die Umgebung, da der Wärmestrom

durch die Wärmeleitung geringer geworden ist. Folglich stellt hier die Haut mit Bekleidung das System bzw. die Systemgrenzen dar. Dadurch, dass der Wärmestrom nun geringer geworden ist, fühlt es sich für uns wärmer an.

5.1.11 Aufgabenstellung 11

„Betrachte nun einen Menschen mit Fieber! Ermittle die abgegebene Wärmeleistung in Abhängigkeit der Raumtemperatur! Stellen eine physikalische Vermutung auf, weshalb es Menschen mit Fieber kalt sein kann!“

Aufgabendesign

Ein Thema, welches in Bezug auf die Physik des menschlichen Körpers nicht wegzudenken ist, ist das Fieber. Hierbei wird allerdings nicht die genauere Entstehung des Fiebers thematisiert, sondern die physikalischen Auswirkungen auf den Wärmehaushalt.

Zusätzlich soll die bereits thematisierte Schülervorstellung, die die Temperatur bzw. Wärme betrifft thematisiert werden. Hierfür wurde die Frage nach der Begründung des Kälteempfindens bei Fieber aufgestellt. Es sei jedoch angemerkt, dass dieser Aspekt nur auf das Temperaturempfinden und in weiterer Folge die Temperaturdifferenz ausgerichtet wurde. Komplexere biologische Phänomene des Fiebers werden bei der Bearbeitung dieser Aufgabenstellung wahrscheinlich thematisiert und besprochen. Die Lehrkraft muss bei etwaigem Ausufern der Diskussion moderierend eingreifen und die Schüler/innen in die richtige Richtung bringen. Dies sollte allerdings nur dann erfolgen, wenn die folgenden Arbeitshilfen ihre Wirksamkeit nicht gänzlich erreichen konnten:

- Arbeitshilfe 1: *„Was bewirkt Fieber?“*
- Arbeitshilfe 2: *„Wovon hängt es ab, ob jemandem kalt oder warm ist? Können wir Temperatur fühlen?“*
- Arbeitshilfe 3: *„Durch welche Parameter kann die Wärmeleistung (Wärmestrom) vergrößert bzw. verkleinert werden?“*

Die Arbeitshilfen stellen den Zusammenhang zwischen Fieber, Temperatur und Wärmestrom dar. Sie wurden jedoch nur mit anregenden Fragen versehen, sodass die Schüler/innen hierfür Futter für weitere Denkschritte erlangen.

Lösungserwartung

Die abgegebene Wärmeleistung lässt sich mittels Gleichung (5.7) aus Aufgabenstellung 9 ermitteln. Der einzige Unterschied ist jedoch, dass die Temperatur der Haut höher sein wird. Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass die Körpertemperatur höher ist und folglich die Leistung der Wärmeleitung größer wird. Folglich muss auch

die abgegebene Wärmeleistung größer werden, da bei Aufgabenstellung 8 angenommen wurde, dass die Haut die gesamte zugeführte Wärme auch wieder abgibt. Da die abgegebene Wärmeleistung größer wird, wird es dem Menschen kälter.

Randbemerkung: Damit die abgegebene Wärmeleistung steigen kann, wird nun aber auch T_{Haut} größer. Der Wert für T_{Haut} ergibt sich in dem man sich auf Gleichung (5.7) bezieht und die T_{Haut} unter den neuen Randbedingungen ermittelt.

5.1.12 Aufgabenstellung 12

„Stelle dir nun die Frage, ob es diesen Menschen normalerweise nicht warm sein müsste, da sie eine erhöhte Temperatur aufweisen?“

Aufgabendesign

Aufgabenstellung 12 ist eine Ergänzung zu Aufgabenstellung 11 und spricht nochmals die Schülervorstellung Temperatur/Wärme an. Falls dies nicht schon in der vorherigen Fragestellung genauer thematisiert wurde, so werden die Lernenden nun dazu gebracht.

Die Arbeitshilfen dazu waren bereits in Aufgabenstellung 11 enthalten:

- Arbeitshilfe 1: *„Wovon hängt es ab, ob jemandem kalt oder warm ist? Können wir Temperatur fühlen?“*
- Arbeitshilfe 2: *„Durch welche Parameter kann die Wärmeleistung (Wärmestrom) vergrößert bzw. verkleinert werden?“*

Lösungserwartung

In Aufgabenstellung 11 wurde bereits festgestellt, dass die abgegebene Wärmeleistung größer wird. Aufgrund der Tatsache, dass der Mensch Wärmeströme fühlen kann, fühlt es sich für ihn kälter an.

5.1.13 Aufgabenstellung 13

„Finde einige Hausmittel und notiere sie. Argumentiere schriftlich inwieweit sie den Wärmehaushalt verändern können!“

Aufgabendesign

Heutzutage greifen erkrankte Personen relativ schnell zu Tabletten. Früher hingegen wurden oftmals Hausmittel zur Senkung der Körpertemperatur verwendet. Diese Aufgabenstellung dient als Vorarbeit auf Aufgabenstellung 14. Zunächst müssen Schüler/innen Hausmittel ausfindig machen. Im nächsten Schritt wird nun physikalische Interpretation und Argumentation erfordert.

Zur Sicherung der Ergebnisse wurde das Wort „schriftlich“ ergänzt. Somit werden die Lernenden gezwungen diese auch mittels Stifts auf Papier festzuhalten. Der Vorteil

dieser Methode ist, dass die Schüler/innen nicht nur die Ergebnisse festhalten, sondern auch, dass dies eine klare physikalische Formulierung bedingt. Gespräche erfordern ebenso eine exakte Gesprächsweise, jedoch wird diese im Gegensatz zum Geschriebenen schneller vernachlässigt.

Zur Lösung der Aufgabe wurden die nachfolgenden Arbeitshilfen entwickelt:

- Arbeitshilfe 1: *„Beispiele für Hausmittel: kalte Wadenwickel, kaltes Tuch auf Stirn, Fußbad“*
- Arbeitshilfe 2: *„Beschreibe verbal den Sinn bzw. Effekt des genannten Hausmittels!“*
- Arbeitshilfe 3: *„Interpretiere den Sinn bzw. Effekt des genannten Hausmittels aus physikalischer Sicht!“*
- Arbeitshilfe 4: *„Wo befindet sich das Hausmittel am Körper? Deckt es den gesamten Körper ab?“*
- Arbeitshilfe 5: *„Falls das Hausmittel den gesamten Körper abdeckt, musst du den Körper in mehrere Flächen teilen und diese unterschiedlich betrachten!“*

Die Arbeitshilfen sind in fünf Stufen gegliedert und sollen die Teilnehmer/innen an die Lösung heranführen. Direkte Antworten wurden hier nicht verwendet, sondern lediglich Statements und Fragen die förderlich für weitere Denkschritte sind.

Lösungserwartung

Bei kalten Wadenwickeln bzw. dem kalten Tuch liegt nun ein nasses Teil direkt auf einem Teil der Haut. Man nützt hier nun den Effekt, dass man die Wärmeabgabe erhöht um die Temperatur des Körpers zu senken. Man möchte die Wärmeabgabe steigern, damit sie größer ist als die produzierte Wärme und es sich eine etwas kältere Körpertemperatur einstellen kann. Ein weiterer Grund weshalb noch mehr Wärme abgegeben wird, ist die Verdunstung des Wassers. Durch diese Tatsache kann die abgegebene Wärmeleistung weiter erhöht werden.

Beim Fußbad hat man den Effekt, dass Wasser ein guter Wärmeleiter ist und folglich erhöht man die abgegebene Wärmeleistung, da der Betrag, der über die Füße abgegeben wird, größer wird.

5.1.14 Aufgabenstellung 14

„Verändere den Wärmehaushalt aus Aufgabenstellung 8 insofern, indem du ein beliebiges Hausmittel berücksichtigst.“

Aufgabendesign

In den vorherigen Aufgabenstellungen wurden nun das Fieber und seine Auswirkung auf den Wärmehaushalt des menschlichen Körpers betrachtet. In dieser

Aufgabenstellung soll der Wärmehaushalt nun um den Aspekt des Hausmittels ergänzt werden. Die Schüler/innen sind hierbei gefordert die physikalische Interpretation aus Aufgabenstellung 13 in den Wärmehaushalt einzubetten und die Herleitung dementsprechend anzupassen.

Zur Unterstützung der Lösungsfindung wurden den Lernenden zwei Arbeitshilfen zur Verfügung gestellt:

- Arbeitshilfe 1: „Verwende deine Überlegung aus Frage 13 und ändere den Wärmehaushalt diesbezüglich.“
- Arbeitshilfe 2: „Falls das Hausmittel nicht den ganzen Körper abdeckt, stelle 2 Fälle für den Wärmehaushalt auf: mit und ohne Hausmittel.“

Die Arbeitshilfen geben eine verbale Beschreibung zur Modifikation des Wärmehaushaltes aus den vorherigen Aufgabenstellungen dar.

Lösungserwartung

Wir gehen wieder vom unbedeckten Menschen aus und müssen seine Hautoberfläche nun zwei Teile betrachten. Den ersten Teil stellt die nackte Haut dar und den zweiten Teil die mit dem Hausmittel bedeckte Haut.

Die Wärmeabgabe $P_{\text{abgegeben},1}$ am unbedeckten Teil erfolgt nach Gleichung (5.7) aus Aufgabenstellung 9. Für die Fläche wird hier lediglich die Teilfläche für den unbedeckten Teil eingesetzt. $P_{\text{abgegeben},2}$ wird für die restliche Fläche A_2 ermittelt und die Oberflächentemperatur des Hausmittels verwendet, siehe Gleichung (5.11). Zusätzlich wird noch die Verdunstungswärmeleistung berücksichtigt. $\Delta m/\Delta t$ ist dabei die Masse des Wassers die pro Sekunde verdunstet wird und r_D die Verdunstungsenergie. Diese müsste man über eine Masse über einen längeren Zeitraum abschätzen und dann auf eine Sekunde näherungsweise herunterbrechen.

$$P_{\text{abgegeben},2} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot r_D + \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_2 \cdot (T_{\text{Hausm}}^4 - T_{\text{Raum}}^4) + h \cdot A_2 \cdot (T_{\text{Hausm}} - T_{\text{Raum}}) \quad (5.11)$$

Die Wärmeleitung durch die Haut muss an dieser Stelle gleich sein der Wärmeleitung durch das Hausmittel und auch gleich der abgegebenen Wärmeleistung.

5.1.15 Aufgabenstellung 15

„Beschreibe das Phänomen des Schwitzens aus physikalischer Sicht!“

Aufgabendesign

Den abschließenden Aspekt bei der Betrachtung des Wärmehaushaltes liefert das Schwitzen. Die Aufgabenstellung wurde hier, wie bereits beim Hausmittel und Fieber, zunächst allgemein gestellt, damit die Schüler/innen über das Phänomen ein erstes Brainstorming machen können.

Damit die Schüler/innen auch das Ziel der Aufgabe finden können wurden drei Arbeitshilfen entwickelt:

- Arbeitshilfe 1: „Aus was für einem Fluid bzw. Stoff besteht Schweiß?“
- Arbeitshilfe 2: „Wieso schwitzen wir? Was geschieht mit dem Schweiß? Verändert er die Wärmeabgabe?“
- Arbeitshilfe 3: „Verdunstungsenergie (richtiger Verdunstungsenthalpie) r_D (Einheit: kJ/kg) ist die Wärmemenge, die beim Verdunsten der Umgebung entzogen wird.“

Die ersten Arbeitshilfen zielen generell auf den Schweiß und das Schwitzen ab. Der Aspekt der Verdunstung wird allerdings erst in Arbeitshilfe 3 gebracht, jedoch zeigt bereits Arbeitshilfe 2 in diese Richtung. Hier wird schon die Veränderung der Wärmeabgabe thematisiert.

Lösungserwartung

Beim Schwitzen ist die Haut teilweise mit Wasser bedeckt, welches verdunstet. Durch die Verdunstung kann der Körper eine größere Wärmeleistung abgeben und somit seine Temperatur regulieren. Wenn er nicht schwitzen würde, könnte er nicht die erforderliche Wärmeleistung abgeben und die Körpertemperatur würde steigen.

5.1.16 Aufgabenstellung 16

Ergänze das Schwitzen im Wärmehaushalt aus Aufgabenstellung 8!

Aufgabendesign

Die Vorarbeit für Aufgabenstellung 16 leistete bereits Aufgabenstellung 15. Es sollen nun die Erkenntnisse in den Wärmehaushalt mathematisch verpackt werden. Diese letzte Aufgabe soll die Schüler/innen herausfordern und auch wiederum ihre Kompetenzen für physikalische Interpretation mit mathematischen Zusammenhängen stärken. Es wurden zwei Arbeitshilfen zur Unterstützung der Lösung entwickelt:

- Arbeitshilfe 1: „Interpretiere das Schwitzen aus physikalischer Sicht. Welcher Aspekt kommt hierbei nun zum Wärmehaushalt hinzu?“
- Arbeitshilfe 2: „Nimm vereinfacht an, dass die gesamte Haut schwitzt. Vernachlässige das Wasser als zusätzliche Schicht für die Wärmeleitung.“

Die Arbeitshilfen stellen Denkanstöße zur Lösung dar und bieten erste Schritte für den Start der Ableitung an.

Lösungserwartung

Es wird hierfür Gleichung (5.7) für die abgegebene Wärmeleistung herangezogen und modifiziert. Es wird analog zu Gleichung (5.11) die Verdunstungswärmeleistung ergänzt. Gleichung (5.12) zeigt die abgegebene Wärmeleistung unter

Berücksichtigung des Schwitzens. Es wurde keine Unterteilung der Hautoberfläche gemacht und vereinfacht angenommen, dass der Mensch am ganzen Körper schwitzt.

$$P_{abg} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot r_D + \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{Haut}^4 - T_{Raum}^4) + h \cdot A \cdot (T_{Haut} - T_{Raum}) \quad (5.12)$$

Die Schweißmenge, Hautoberflächentemperatur und Körperoberfläche variiert von Person zu Person und ist auch nicht konstant. Zur beispielhaften Berechnung von P_{abg} nehmen wir an, dass eine Person in der betrachteten Stunde 0,3 Liter verschwitzt, eine Hautoberfläche von 2 m² besitzt, sowie eine Hautoberflächentemperatur von 30°C besitzt. Die Raumtemperatur soll 20°C betragen. Für die natürliche Konvektion lässt sich gemäß Müller (2016, S. 364) ein Wert für h von 7 W/m²K annehmen und ε wird mit 0,9 berücksichtigt. Für den Schweiß wird vereinfacht reines Wasser angenommen, welches eine Verdampfungswärme von 2260 kJ/kg aufweist. Unter Berücksichtigung der beschriebenen Parameter ergibt sich für die abgegebene Wärmeleistung ein Wert von ca. 208 W.

5.2 Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“

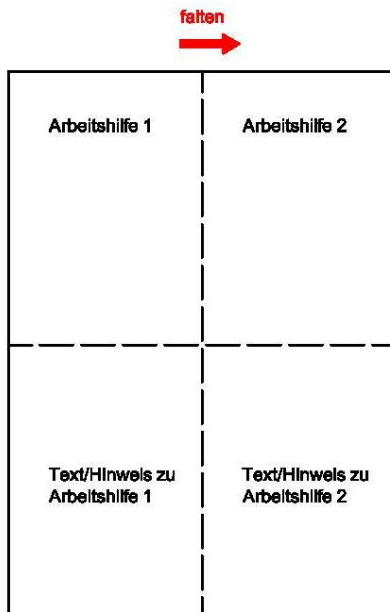
Dieses Aufgabenblatt behandelt die Thematik des Tauchens aus der physikalischen Sichtweise. Der Gesamtumfang dieses Aufgabenblattes ist mit zwei DIN A4-Seiten festgelegt. Am Beginn des Aufgabenblattes wurde eine einleitende Textpassage positioniert. Danach folgenden Aufgabenstellungen und weitere beschreibende Abschnitte. Das gesamte Aufgabenblatt ist im Anhang 10.7 angeführt.

In das Aufgabenblatt wurden 12 Aufgabestellungen eingearbeitet. Das Aufgaben-design und die Lösungserwartungen sind in Kapitel 5.2.1 bis Kapitel 5.2.12 jeweils angeführt. Die Aufgabenstellungen wurden offen konzipiert, sodass den Schüler/innen ausreichend Spielraum für die Lösung der Aufgaben zugestanden wurde. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellungen steigt themenweise von Aufgabe zu Aufgabe an. Die Themen wurden im Aufgabenblatt nicht gesondert vermerkt, jedoch ist zu erkennen, dass ein Themenwechsel mit einem einleitenden Text bzw. mit einer einleitenden Aufgabenstellung in Verbindung steht. Gemäß den in Kapitel 2.2.1 zitierten Typen laut Kauertz sind diese Aufgaben vom Typ her als Erarbeitungs- bzw. Anwendungsaufgaben einzuordnen.

Es wurden auch Aufgaben implementiert, die den Zugang des Internets bedürfen. Damit die Lernenden nicht permanent das Mobiltelefon und Internet nützen, wurde hierfür ein Vermerk bei der jeweiligen Aufgabe eingeführt. Ebenso wurde auf die Qualitätskriterien gemäß Kapitel 2.2.2 Bedacht genommen und hierbei den Fokus auf eine korrekte und verständliche Formulierung, sowie eine klare Struktur des gesamten Blattes.

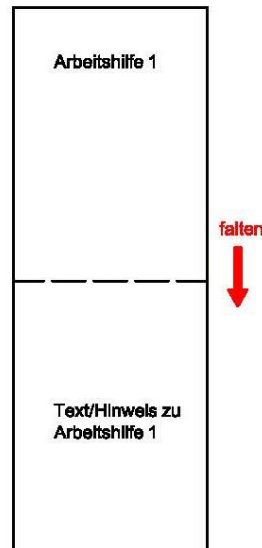
1. Schritt

Vorderseite



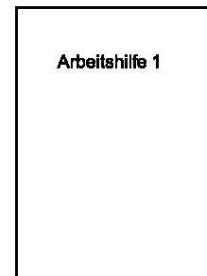
2. Schritt

Vorderseite

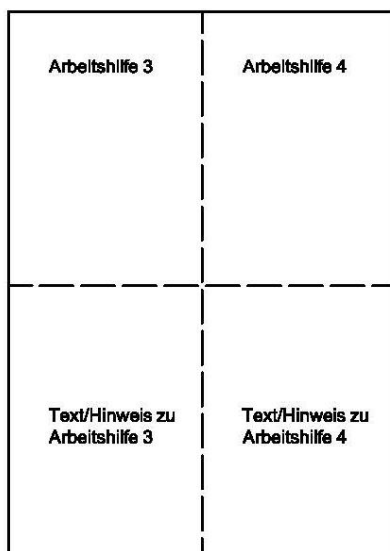


3. Schritt

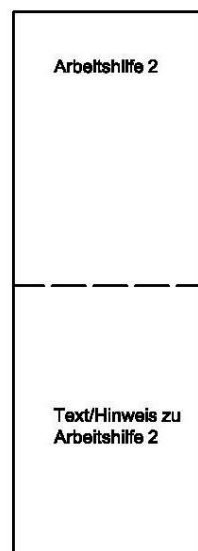
Vorderseite



Rückseite



Rückseite



Rückseite



Abbildung 5.2: Visualisierung Faltung Blatt mit Hilfestellungen

Hinsichtlich der Strukturierung und Form des Arbeitsblattes ist anzumerken, dass die einzelnen Aufgabenstellungen zum Zwecke der Übersichtlichkeit fortlaufend nummeriert wurden. Als Ergänzung zum Aufgabenblatt wurden Hilfestellungen konzipiert. Im Gegensatz zum ersten Aufgabenblatt (siehe Kapitel 5.1) sind die Hilfestellungen nicht auf Kärtchen dargestellt. Es wurden in Summe vier Arbeitshilfen

entwickelt und auf einem A4-Blatt dargestellt, wobei je eine ein Viertel des Blattes einnimmt. Die Hilfestellungen sind im Anhang in Kapitel 10.8 angeführt. Sie beinhalten sowohl Fragestellungen, die die Schüler/innen auf den richtigen Weg bringen könnten, aber auch Erklärungen und Formeln zu einzelnen Sachverhalten. Konkrete Lösungen bilden keinen Bestandteil der Arbeitshilfen. Im Gegensatz zum Arbeitsblatt „Physik des menschlichen Körpers“ wurden die Hilfestellungen keinen speziellen Aufgaben zugeordnet. Die Lernenden können somit selbst entscheiden, ob und wann sie sich der Hilfe bedienen. Wesentliche Bestandteile dieser Arbeitshilfen sind anregende Fragen und Erörterungen zu den Kräften beim Schwimmen, sowie Zusammenhänge, die mittels physikalischer Gesetze abgebildet werden.

Im Folgenden werden die Struktur und praktische Umsetzung der Arbeitshilfen erklärt. Wenn man das Blatt nun so faltet, damit das A4-Blatt nur mehr zu einem Viertel vorhanden (A6-Blatt) vorhanden war, kann der jeweils benötigte Hinweis leicht erkannt werden. An der vorderen Seite des A6-Formats ist nun die Nummer der Arbeitshilfe abgebildet und nach Umdrehen des Blatts findet man die Hilfestellung auf. Die soeben beschriebene Faltung ist in Abbildung 5.2 abgebildet. Für das Ablesen der anderen Hilfestellungen faltet man das Blatt erneut insofern, dass beim dritten Schritt die gewünschte Arbeitshilfe ersichtlich ist.

Dieses Aufgabenblatt kann von Schüler/innen sowohl in Einzelarbeit, als auch in Kleingruppen bearbeitet werden. Aufgrund der Tatsache, dass das gewählte Thema für Mensch und Natur von großer Relevanz ist, spricht dieses Aufgabenblatt vorwiegend Lernende des Interessentyp B und Interessentyp A an (siehe Kapitel 2.2.3).

Die Kompetenzbereiche (W, E, S) aus dem Lehrplan Physik, die bereits in Kapitel 5.1 angeführt wurden, werden im Aufgabendesign dieses Aufgabenblattes berücksichtigt.

5.2.1 Aufgabenstellung 1

„Wann schwimmt ein Körper bzw. wann taucht ein Körper unter?“

Aufgabendesign

Diese Aufgabenstellung stellt eine erste Annäherung an das Thema dar. Bevor nun tiefer in die Physik des Tauchens eingegangen werden soll, soll Lernenden bewusst werden unter welchen Umständen ein Tauchvorgang stattfinden kann. Der Lösungsweg für diese Aufgabe ist frei und die Schüler/innen und können somit ihre Argumente und Lösungsstrategie frei wählen. Lernende können hierbei auch Experimente durchführen und sich auf diesem Wege dem Ziel annähern.

Die Aufgabe wurde aus oben beschriebenen Gründen offen gestellt. Es wurde bewusst auf Verwendung zusätzlicher physikalischer Begriffe verzichtet. Somit ermöglicht diese Aufgabenstellung einen sanften Einstieg in das komplexe Thema des Tauchens.

Diese Fragestellung zielt einerseits auf bekanntes und anzuwendendes Fachwissen (W), sowie die Erkenntnisgewinnung aus Experimenten (E) ab. Die W-Kompetenz beruht darauf, dass die Lernenden dieses Wissen möglicherweise schon angeeignet haben und hier für die Situation anpassen müssen. Die E-Kompetenz schließt darauf, dass hierfür auch mithilfe von selbst gewählten Experimenten Erkenntnisse gewonnen werden können.

Lösungserwartung

Bei dieser einführenden Fragestellung werden keine Herleitungen, Berechnungen oder sonstige Vorführungen von Zusammenhängen gefordert. Hier geht es vielmehr um eine Formulierung wann ein Körper taucht. Dies kann wie bereits mit Experimenten herausgefunden werden bzw. kann dies auch bereits gewusst werden.

Die Bedingungen für Schwimmen bzw. Eintauchen sind folgende:

- Ein Körper schwimmt, wenn seine Dichte kleiner, als jene des Fluids (z.B. Wasser) ist.
- Ein Körper taucht unter, wenn seine Dichte größer, als jene des Fluids (z.B. Wasser) ist.

5.2.2 Aufgabenstellung 2

„Erstelle eine Skizze und finde die Bedingungen für Punkt 1 heraus.“

Aufgabendesign

In Ergänzung zur ersten Aufgabenstellung wurde dieses Thema erstellt. Diese Anweisung wurde entwickelt um den physikalischen Charakter in die vorhergehende Frage einzubetten. Aus diesem Grund werden die Schüler/innen nun aufgefordert anhand einer Skizze über das Thema näher nachzudenken. Lernende, die mit dem Kraftbegriff vertraut sind und auch die verschiedenen Arten von Kräften in der Praxis deuten und anwenden können, werden somit schnell zu den wesentlichen physikalischen Faktoren des Tauchens gelangen.

Diese Aufgabenstellung eignet sich optimal für eine Arbeit in Gruppen. Schüler/innen können hier ihre Ideen gemeinsam diskutieren und dann auch wie ein Puzzle zu einer Gesamtlösung vereinen.

Aufgrund der Tatsache, dass dieser Vorgang sowohl über Experimentieren, als auch über Ableiten eines bestehenden Wissens durchgeführt werden kann, stehen hier die Kompetenzen E und W im Vordergrund.

Lösungserwartung

In der Skizze soll ein Körper im Wasser ersichtlich sein. Ergänzend dazu müssen die wirkenden Kräfte samt Wirkungsrichtung eingetragen werden, siehe Abbildung 5.3.

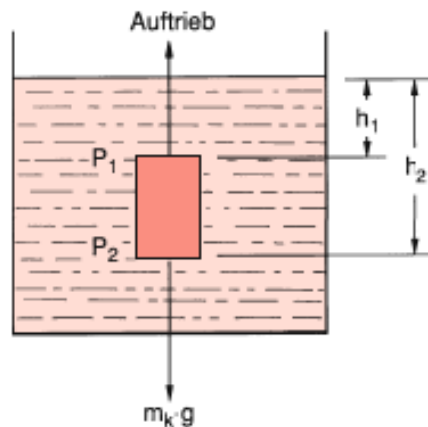


Abbildung 5.3: Archimedisches Prinzip (Demtröder, 2008, S. 183)

Um hierfür nun Bedingungen herauszufinden, stellt man sich zunächst die Frage wann ein Körper schwebt. Unter Schweben versteht man, wenn ein Körper im Wasser eingetaucht sich auf konstanter Höhe befindet. Gemäß Abbildung 5.3 kann der Körper nur schweben, wenn die senkrecht nach oben wirkende Auftriebskraft F_A den gleichen Betrag wie die senkrecht nach unten wirkende Gewichtskraft F_G aufweist, siehe Gleichung (5.13)

$$F_A = F_G \quad (5.13)$$

Wenn man nun die Gewichtskraft und die Auftriebskraft (=Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit) entsprechend einsetzt, ergibt sich Gleichung (5.14).

$$\rho_F \cdot g \cdot A_K \cdot (t_2 - h_1) = \rho_K \cdot g \cdot A_K \cdot (t_2 - h_1) \quad (5.14)$$

Folglich kann man erkennen, dass Gleichgewicht herrscht, wenn die Dichte des Körpers ρ_K mit der Dichte des Fluids ρ_F übereinstimmt. Sofern nun die Dichte des Fluids größer ist, so ist die Auftriebskraft größer und der Körper schwimmt an der Oberfläche. Im umgekehrten Fall ist die Gewichtskraft größer und der Körper taucht unter.

5.2.3 Aufgabenstellung 3

„Nach welcher Persönlichkeit wurde das Prinzip hierfür benannt? Wie sah die geschichtliche Entdeckung aus?“

Aufgabendesign

Nun wird der Fokus der Physik wieder etwas in den Hintergrund gestellt und eine Verbindung zur Geschichte entwickelt. Diese Frage wurde entwickelt um den Lernenden auch Informationen zum thematisch passenden Umfeld zu geben. Somit können die Schüler/innen über den Tellerrand hinaussehen und in die geschichtlichen Aspekte Einsicht nehmen.

Für diese Aufgabe kann auch das Internet herangezogen. Es wurde am Arbeitsblatt der Vermerk Internet ergänzt, damit die Möglichkeit der Internetnutzung für die Lernenden klar hervorgeht.

Lösungserwartung

Das Prinzip wurde nach Archimedes benannt und heißt daher auch Archimedisches Prinzip. Archimedes dachte hierbei nach wie er herausfinden könnte ob eine Krone aus echtem Gold oder gefälscht sei. Archimedes zielte dabei mit seinem Eintauchvorgang der Krone auf die Dichtebestimmung ab. Die Bestimmung der Dichte über Verhältnis Masse und Masse Volumen bei der Krone sehr schwer, da die Volumenbestimmung schwer zu berechnen war. Daher entwickelte Archimedes diese Methode und den Überlieferungen nach entdeckte er es als er ein Bad nahm. (Giancoli, 2010 S. 462)

Diese Fragestellung kann zur Kompetenz W zugeordnet werden, da hier die Schüler/innen Informationen finden müssen und diese auch filtern, bewerten und auf das Aufgabenblatt bringen müssen.

5.2.4 Aufgabenstellung 4

„Warum können Menschen auf Luftmatratzen im Meer treiben? Vergiss dabei nicht den Fokus auf die Physik zu legen.“

Aufgabendesign

An dieser Stelle wird das Schwimmen hervorgehoben. Die Lernenden werden hier mit der Tatsache konfrontiert, dass Menschen auf Luftmatratzen im Meer treiben und ohne Luftmatratzen untertauchen. Es werden nun die bereits in Aufgabenstellung 2 diskutierten Bedingungen neu aufgerollt und auf diese neue Tatsache angepasst.

Der zweite Satz soll die Schüler/innen zu einer präzisen und schlüssigen Antwort hinführen. Eine saloppe Antwort aus dem Alltag darf hierbei nicht als Ziel für die Beantwortung dieser Frage akzeptiert werden.

Diese Aufgabenstellung ist der Kompetenz S zuzuordnen, da hier die Schüler/innen über eine praktische Anwendung diskutieren müssen und diese aus dem physikalischen Standpunkt argumentieren müssen. Etwaige saloppe Erklärungen und allgemeine Erklärungen sollen hierbei nicht formuliert werden.

Lösungserwartung

Wenn nun eine Person auf einer Matratze schwimmt, so muss gemäß Aufgabenstellung 1 und Aufgabenstellung 2 die Auftriebskraft größer, als die Gewichtskraft des Menschen und der Matratze sein. Da die Matratze mit Luft gefüllt ist, ist diese Gewichtskraft sehr viele kleiner als jene des Menschen und kann somit vernachlässigt werden. Die Matratze hat zudem eine größere Oberfläche als jene des

Körpers des Menschen. Somit ergibt sich mithilfe dieser Überlegungen Gleichung (5.15). A_M meint hierbei die Oberfläche der Matratze, t die Eintauchtiefe und m_K die Masse des Körpers. Die Luftmatratze wurde für diese Betrachtung starr angenommen.

$$\rho_F \cdot g \cdot A_M \cdot t = m_K \cdot g \quad (5.15)$$

Mit höherer Körpermasse taucht die Luftmatratze somit tiefer ein, damit schlussendlich der Auftrieb größer als die Gewichtskraft ist. Diesen Effekt kann man beobachten, wenn z.B. Kinder bzw. Erwachsene auf Luftmatratzen schwimmen. Daraus resultiert auch, dass Luftmatratzen für Erwachsene tiefer sein sollten, damit sie mehr Wasser verdrängen können und somit eine höhere Auftriebskraft erzielen können.

5.2.5 Aufgabenstellung 5

„Wie viel Luft benötigt der Mensch zum Atmen pro Minute? Versuche dies experimentell zu bestimmen.“

Aufgabendesign

Die Schüler/innen kommen hierbei zum ersten Mal explizit mit dem Experimentieren in Verbindung. Eine Anleitung wurde hier bewusst nicht angeführt. Lernende müssen hier zunächst das Experiment planen, dokumentieren und anschließend mit den Ergebnissen die Fragestellung beantworten.

Dieses Experiment mag zwar augenscheinlich einfach wirken, jedoch muss hier auf die präzise Überlegung der Vorgehensweise geachtet werden. Je besser dieses Experiment geplant wird, umso genauer sind die Ergebnisse.

An dieser Stelle sei jedoch noch erwähnt, dass die benötigten Luftmengen von Mensch zu Mensch und von Situation zu Situation unterschiedlich sind. Die Ergebnisse sollten hierzu größenordnungsmäßig stimmen und den Lernenden ein erstes Gefühl für die benötigte Atemluft von Menschen geben. Das benötigte Atemvolumen von Menschen ist in der Physik bzw. Technik nicht nur für das Tauchen interessant, sondern z.B. auch für Lüftungsanlagen in geschlossenen Räumen.

Diese Aufgabe stellt ein Experiment dar und ist somit der Kompetenz E zuzuordnen.

Lösungserwartung

Für die Beantwortung dieser Frage muss zunächst geplant werden wie und mit welchen Versuchsbedingungen dieses Experiment durchgeführt werden soll. Zielführend wäre hier, wenn man z.B. eine Minute lang die Atemzüge abzählt und anschließend mit einem mittleren Atemzugvolumen multipliziert. Es wäre alternativ auch möglich über einen Bruchteil einer Minute die Atemzüge zu zählen und dann hochzurechnen.

Für die Ermittlung des Atemvolumens pro Zug muss ebenso ein Experiment erstellt werden. Dies müssen die Schüler/innen ebenso überlegen und planen. Behilflich sein kann hier ein Behälter in dem man einen mit Wasser aufgefüllten und am Kopf stehenden Messkolben hineinstellt. Anschließend gibt man einen Schlauch durch das Wasser bis in den Messkolben hinein. Wenn nun eine Versuchsperson in diesen Schlauch hineinatmet, so wird strömt die Atemluft in den Messkolben hinein und verdrängt das Wasser. Das Luftvolumen im Messkolben kann nun auf der Skala abgelesen werden und stellt nun das Volumen eines Atemzuges dar. Abbildung 5.4 stellt den Versuch zur Volumenmessung bildlich dar.

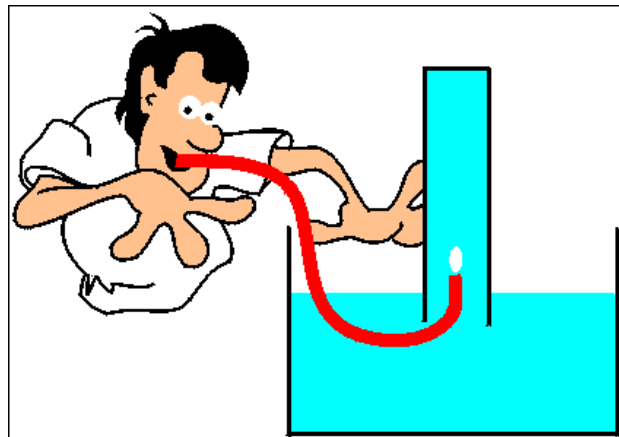


Abbildung 5.4: Skizze zur Bestimmung des Luftvolumens pro Atemzug (Leifiphysik, 2017)

Durch anschließende Multiplikation des Volumens eines Atemzuges mit der Anzahl der Atemzüge ist man in der Lage das Atemvolumen pro Minute mit einer ausreichenden Genauigkeit zu bestimmen.

5.2.6 Aufgabenstellung 6

„Wie groß ist das Volumen einer mit Luft gefüllten Flasche und wie lange könnte der Mensch damit auskommen?“

Aufgabendesign

Diese Frage zielt bereits auf die Versorgung der Atemluft beim Tauchvorgang ab. Lernende sollen hierbei das Volumen einer Luftflasche abschätzen bzw. falls er bereits bekannt ist, nennen. Aufmerksame Schüler/innen können hierbei sofort erkennen, dass zwischen dem benötigten Atemvolumen und dem Volumen der Flasche Unstimmigkeiten entstehen. Spätestens beim Vergleich der überlegten Zeit für die Atmung mit Atemluft und üblicher Tauchzeiten müssen hier bereits Bedenken bei den Lernenden aufkommen.

Aufgrund der Tatsache, dass die Lernenden das Wissen über die allgemeine Gasgleichung schon erlangt haben könnten, wird hier die W-Kompetenz in den Vordergrund gestellt. Die Schüler/innen müssen das theoretisch erlernte nun in die Praxis des Atemmechanismus des Tauchers umsetzen.

Lösungserwartung

Wenn man nun annimmt, dass eine durchschnittliche Flasche 10 Liter Volumen aufweist und das durchschnittliche Atemvolumen des Menschen ca. 5 Liter betragen soll, dann könnte der Mensch damit nur einige Sekunden auskommen. Somit muss es hier einen anderen Mechanismus geben.

Zu beachten ist bei den Atemflaschen allerdings, dass diese einen viel höheren Druck aufweisen (ca. 200 bar) im Gegensatz zum atmosphärischen Druck (ca. 1 bar). Mithilfe der allgemeinen Gasgleichung gemäß Gleichung (5.16) kommt man durch Dividieren der Gasgleichung von Zustand 1 und Zustand 2 auf Gleichung (5.17).

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (5.16)$$

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \quad (5.17)$$

Unter der Annahme eines Flaschenvolumens von 10 Litern und eines Flaschendruckes von 200 bar kommt man nun auf eine Atemluftmenge von 2000 Liter. Mit dieser Atemluftmenge liegt man daher im höheren Minutenbereich und dies entspricht einer realen Tauchdauer.

5.2.7 Aufgabenstellung 7

„Recherchiere nach dem Atemmechanismus eines Tauchers mit Atemschutz. Begründe dies aus physikalischer Sicht.“

Aufgabendesign

Nachdem nun bereits die Atemmenge des Menschen und auch erstmalig die Luftflasche behandelt wurde, soll nun der Mechanismus der Atmung eines Tauchers näher beleuchtet werden. Da für die Lernenden dieses Thema unter Umständen noch neu sein könnte, wurde hier der Vermerk für die Möglichkeit der Internetnutzung angeführt.

Die Schüler/innen sollen hier zunächst einmal den gewöhnlichen Atemvorgang eines Tauchers analysieren und im Anschluss daran auch den Grund und den Zweck der Ausrüstungsgegenstände kennenlernen. Aufbauend auf die vorherige Frage soll nun die physikalische Deutung des Atemvorganges mit Luftflasche vollbracht werden. Die Lernenden sollen nach dieser Frage in der Lage sein, erklären zu können weshalb Taucher mit dieser vergleichsweise kleinen Luftflasche enorme Atemluftmengen verbrauchen können.

Aufgrund der Recherchetätigkeit und der Fortsetzung aus Fragestellung 6 ist diese Aufgabe dem Kompetenzbereich W zuzuordnen.

Lösungserwartung

Falls nun die Berechnung des Atemvolumens nicht schon in Aufgabenstellung 6 erfolgte, so ist diese in dieser Aufgabenstellung durchzuführen.

Ansonsten wird erwartet, dass mittels Lungenautomat die Luft von einem hohen Druck auf den atmosphärischen Druck reduziert wird. Die Erhöhung des Druckes in der Flasche dient der Erhöhung des Atemvolumens bei atmosphärischen Bedingungen.

5.2.8 Aufgabenstellung 8

Die gegenwärtige Aufgabenstellung zieht auf eine Diskussion zwischen Teilnehmer/innen eines Tauchkurses ab. Es bilden sich zwei Meinungen, die gegensätzlich sind:

- Meinung A: „Egal wie tief ich tauche. Die Zeit, die ich unter Wasser sein kann, hängt nicht davon ab.“
- Meinung B: „Es ist überhaupt nicht egal wie tief ich tauche. Die Tauchdauer hängt von der Tiefe ab.“

Folgende Fragestellung, beziehungsweise auf obige Meinungen, wird im Aufgabenblatt thematisiert:

„Welche Meinung könnte aus deiner Sicht richtig sein? Begründe dies ausführlich in schriftlicher Form. Gibt es hier (Un)abhängigkeit zwischen Tiefe und Dauer?“

Aufgabendesign

Bei dieser Aufgabenstellung wurden bewusst zwei alltagstaugliche Aussagen herangezogen. Diese wurden bewusst einfach gehalten, damit der Praxisbezug auch erkennbar ist. Weiters wollte man bei dem Design dieser Aufgabe vermeiden, dass Schlag- bzw. Signalwörter die Lernenden in eine bestimmte Richtung lenken.

Diese Aufgabe soll von den Schülern/innen zunächst in der Gruppe diskutiert werden. Anschließend stellt eine Annäherung an das Thema samt Argumentationen der Weg zum Ziel dar.

Diese Aufgabe stellt zunächst ein Abrufen und Vernetzen des Wissens dar und in weiterer Folge wird eine physikalisch schlüssige und korrekte Argumentation verlangt. Aus diesem Grund zählt diese Aufgabenstellung vorwiegend zum W-Bereich aber letztendlich im Zuge der Argumentationen auch zum S-Bereich.

Lösungserwartung

Wenn man tiefer taucht, so steigt aufgrund des hydrostatischen Druckes der Druck, der auf den menschlichen Körper wirkt. Außerhalb des Wassers herrscht ein Druck von ca. 1 bar (atmosphärischer Luftdruck). Beim hydrostatischen Druck gilt als Faustformel, dass je 10 m Tauchtiefe ein Druck von 1 bar hinzukommt. Folglich beträgt der

Druck in 10 m insgesamt 2 bar. Wenn man nun 2 Liter Luft außerhalb des Wassers einatmet, so wird aus diesem in 10 m Wassertiefe 1 Liter. Dies ist bedingt durch die ideale Gasgleichung bzw. der abgewandelten Form nach Gleichung (5.17).

Die benötigte Atemluft für den menschlichen Körper ist jeder Tiefe gleich groß, d.h. dass ein Atemluftzug sowohl an der Oberfläche, als auch in einer beliebigen Tiefe beispielsweise 5 Liter beträgt. Da der Umgebungsdruck in 10 m Tiefe z.B. allerdings doppelt so groß ist, so ist die Atemluftmenge nur halb so groß. Dieser Umstand ergibt sich ebenso aus Gleichung (5.17), da hier für den tatsächlichen Umgebungsdruck nicht mehr 1 bar, sondern 2 bar gelten. Für tiefere Tauchgänge ergeben sich höhere Drücke.

Folglich kann festgehalten werden, dass Meinung B richtig ist und das Atemvolumen aus der Luftflasche für den Tauchvorgang umso kürzer ist, je größer die Tauchtiefe ist.

5.2.9 Aufgabenstellung 9

„Wie und wann kann ein Lungenriss beim Tauchen passieren? Beschreibe den Sachverhalt genau.“

Aufgabendesign

Dieser Aufgabenstellung geht eine kurze Beschreibung des Lungenrisses hervor, welche allerdings keinen scharfen Detaillierungsgrad vorweist. Die Beschreibung des Entstehendes Lungenrisses wird von den Lernenden erwartet.

Das Thema des Lungenrisses wurde in diese Aufgabe verpackt, weil dieses für einen bestimmten Anteil an Schüler/innen neu sein könnte. Diese Thematik zeigt eine gute Verknüpfung zur Biologie hin und somit können die Lernenden sehen, dass es Zusammenhänge zwischen den einzelnen Naturwissenschaften gibt.

Mit den Fragewörtern „Wie“ und „Wann“ soll von den Lernenden eine detaillierte Beschreibung abverlangt werden. Zur Untermauerung wurde noch der zweite Satz hier erwähnt.

Aufgrund der Tatsache, dass hier zunächst Wissen angewendet werden muss und anschließend der Lungenriss samt Risiken und Folgen erklärt werden soll, unterliegt diese Aufgabe dem W- und S-Kompetenzbereich.

Lösungserwartung

Gemäß den Erläuterungen in der Lösungserwartung von Aufgabenstellung 8 verkleinert sich das Volumen bei tiefer-gehenden Tauchgängen. Wenn man nun davon ausgeht, dass man in 10 m tiefer 5 Liter Luftvolumen in der Lunge hat und auftaucht, so kann man gemäß gleichen Überlegungen davon ausgehen, dass dieses im Äußeren des Wassers 10 Liter aufweist. Bei einem Atemvorgang in noch größeren Tiefen ist dieses Volumen, das sich in der Lunge befindet, an der Oberfläche noch größer.

Dieses Volumen kann sich dann so weit ausbreiten, dass dies die Kapazität der Lunge überschreitet und somit einen Lungenriss hervorruft. Der Lungenriss entsteht somit durch eine Volumenvergrößerung, die die Lunge nicht mehr aufnehmen kann.

5.2.10 Aufgabenstellung 10

„Was kann gegen die Gefahr des Lungenrisses beim Tauchen gemacht werden?“

Aufgabendesign

Zusätzlich zu Aufgabenstellung 9 behandelt diese nun ebenso das Thema des Lungenrisses. Nachdem bereits der Grund und der Sachverhalt vorhergehend behandelt wurde, sollen nun Maßnahmen zur Abhilfe ermittelt werden. Diese Aufgabe stellt eine logische folgende Frage dar.

Hierbei soll nun nicht ein Mechanismus eruiert und verstanden werden. Hierbei geht es um das selbstständige Aufzeigen von präventiven Möglichkeiten. Die gefundenen Maßnahmen können dann in der Gruppe gemeinsam diskutiert und mit Argumenten untermauert werden.

Diese Aufgabenstellung unterliegt dem S-Bereich, da hier über Möglichkeiten zur Abhilfe nachgedacht werden soll und somit physikalische Kriterien für eine Prävention gegen den Lungenrisse erarbeitet und erörtert werden.

Lösungserwartung

In Aufgabenstellung 10 wurde die Thematik des Lungenrisses bereits ausführlich behandelt. Wenn man den Effekt nun verstanden hat, so ist klar, dass der Lungenriss nur durch langsames Auftauchen und ständiges Ausatmen verhindert werden kann. In gewissen Abständen müssen auch Pausen eingelegt werden, damit der Ausatemvorgang auch effizient durchgeführt werden kann und keine Gefahr für den Menschen besteht.

5.2.11 Aufgabenstellung 11

„Wo könnte der Effekt, der durch das Henry-Gesetz beschrieben wird, den Menschen beim Tauchen betreffen?“

Aufgabendesign

Der Henry-Effekt wird am Aufgabenblatt vor der Fragestellung beschrieben. Die Ausführung hierzu ist konkret und exakt formuliert. Diese Aufgabenstellung wurde hier formuliert, sodass die Schüler/innen den Sprung von einem theoretischen Gesetz in die praktische Anwendung schaffen müssen.

Damit hier die Fragestellung nicht zu streng formuliert wird, wurde der Konjunktiv eingebaut. Mithilfe dessen sollen die Schüler/innen hier in keine Stresssituation gebracht werden und somit ihren Gedanken freien Lauf lassen. Das Ziel am Ende

dieser Aufgabenstellung ist das Aufzeigen der möglichen Vorkommnisse samt Argumentationen.

Die Umsetzung des Henry-Effekts auf den menschlichen Körper kann zum Kompetenzbereich W zugeordnet werden. Es werden hier keine weiteren Argumentationen oder Experimente verlangt.

Lösungserwartung

Der Henry-Effekt beschreibt die direkte Proportionalität zwischen dem Partialdruck eines Gases über der Flüssigkeit und die Konzentration des Gases in der Flüssigkeit. Es ist ein direkter Zusammenhang, d.h. je höher der Partialdruck über der Flüssigkeit, desto höher ist die Konzentration des Gases in der Flüssigkeit.

Der Henry-Effekt hat bei der Bindung der Luft im Blut einen wesentlichen Effekt. Genauere Erläuterungen dazu folgen in der nächsten Aufgabenstellung.

5.2.12 Aufgabenstellung 12

„Wo liegen die Gefahren?“

Aufgabendesign

Ergänzend zu Aufgabenstellung 11 sollen hier noch die Gefahren für den einzelnen Taucher genannt werden, sofern diese nicht bereits abgedeckt wurden. Diese Frage wurde gesondert formuliert, da man die Schüler/innen hier aufgrund der möglichen ersten Berührung mit dem Henry-Gesetz nicht mit Fragen überhäufen wollte.

Eine Kombination hätte den Nachteil gehabt, dass die Schüler/innen sich mit dem Henry-Gesetz und deren praktischen Auswirkung ausreichend beschäftigen. Die Möglichkeit der Gefahrennennung ohne vorhergehende Auseinandersetzung mit dem Gesetz sollte diese Trennung bewirken.

Die Abschätzung der Gefahren samt Argumentationen baut auf Aufgabenstellung 11. Diese obliegt nun allerdings neben dem W-Bereich auch dem S-Bereich.

Lösungserwartung

In der Tiefe ist der Partialdruck über der Flüssigkeit höher und somit kann sich mehr Luft im Blut anreichern. Beim Auftauchen wird dieser Partialdruck geringer und es kann nur mehr weniger Luft im Blut gebunden sein.

Dies hat zur Folge, dass die Luft sich im Blut löst und es zur Bläschenbildung kommt, die die Durchblutung beeinträchtigen. Dies kann zu einer lokalen Unterbrechung der Blutversorgung führen.

Abhilfe kann durch langsames Auftauchen geschaffen werden und Warten, damit der Druckunterschied nicht so schnell und abrupt erfolgt.

6 Evaluierung der Aufgaben

In diesem Abschnitt werden die Aufgabenblätter gemäß der in Kapitel 4 beschriebenen Methode evaluiert. Es werden die themenspezifischen Bestandteile des Vor- und Nachinterviews interpretiert und verglichen. Die Evaluierung zum Aufgabenblatt 1 („Physik des menschlichen Körpers“) ist in Kapitel 6.1 und jene des Aufgabenblattes 2 („Physik des Tauchens“) in Kapitel 6.2 angeführt.

6.1 Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“

Das Aufgabenblatt „Physik des menschlichen Körpers“ wurde im Zuge der Evaluierung anhand der Interviews in folgende Kategorien unterteilt:

- Brainstorming zu „Physik“ und „Menschlicher Körper“
- Wärmeübertragungsmechanismen
- Körpertemperatur
- Bekleidung
- Fieber
- Schwitzen

Die Interviews der Schüler/innen werden analysiert und in weiterer Folge in die oben angeführten Kategorien eingeordnet. Der Vergleich von Vor- und Nachinterviews der einzelnen Lernenden erfolgt anschließend innerhalb der Kategorisierung.

Für die Verweise zu den einzelnen Interviewpassagen (vgl. dazu Kapitel 10.12 bis Kapitel 10.15) werden aus Gründen der Einfachheit und besseren Lesbarkeit folgende Abkürzungen eingeführt:

- TS (Transskript)
- VI (Vorinterview)
- NI (Nachinterview)

Die transkribierten Interviews sind im Anhang in Kapitel 10.12 bis Kapitel 10.15 angeführt.

Für die einzelnen Personen wurden die Ergebnisse beider Interviews verglichen und basierend auf den Vergleich die Veränderungen des Wissensstandes je Kategorie folgendermaßen erfasst:

- Steigerung des Wissensstandes (+)
- keine Veränderung des Wissensstandes (0)
- Abnahme des Wissensstandes (-)

In Abbildung 6.1 wurden grafisch die Wissensveränderungen je Kategorie angegeben. Hierzu wurden die Kategorien eigenständig beleuchtet und dabei die Personenanzahl mit gesteigertem (+), gleichbleibendem (0) und abnehmenden (-) Wissenstand aufgetragen. Es lässt sich gut erkennen, dass bei den Themen „Physik und menschlicher Körper“, „Wärmeübertragungsmechanismen“, „Körpertemperatur“ und „Fieber“ vier bis fünf Personen das Wissen steigern konnten. Die Wissensabnahme konnte bei „Physik und menschlicher Körper“, sowie „Körpertemperatur“ für jeweils eine Person beobachtet werden. Personen mit unverändertem Wissensstand konnten bei „Bekleidung“ und „Schwitzen“ mit jeweils vier Personen als größte Gruppe ausgewertet werden.

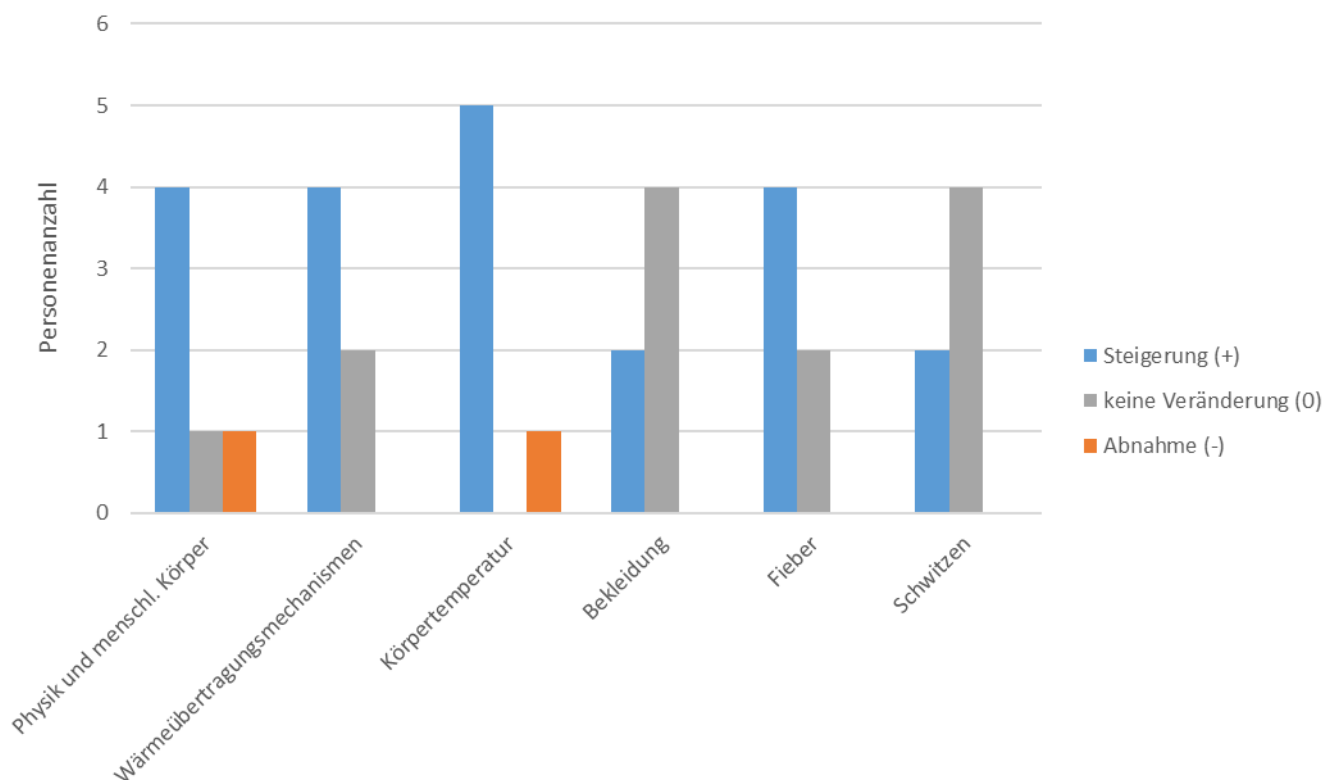


Abbildung 6.1: Auswertung nach Kategorien zu Aufgabenblatt – „Physik des menschlichen Körpers“

Ergänzend wurde der Fokus auf die Probanden/innen gelegt. Dabei wurde je Person die Kategorienanzahl für gesteigertes (+), gleichbleibendes (0) und abnehmendes (-) Wissen in einem Diagramm aufgetragen, siehe Abbildung 6.2. Es ist ersichtlich, dass es Schüler/innen gibt (DA08SO11, EL08KO13, NO07ER12), die in fünf von sechs Kategorien das Wissen steigern konnten. JA06AN14 und BE05TH11 konnten sich in drei Kategorien verbessern und in drei Kategorien ihren Wissensstand konstant halten. Der/Die einzige Schüler/in mit einer Abnahme in zwei Kategorie ist die Person MA09AS11, die zugleich lediglich in einer Kategorie eine Steigerung aufweisen konnte.

Die detaillierten Auswertungen zu den einzelnen Schülern/innen und Themen sind in Kapitel 6.1.1 bis 6.1.6 angeführt.

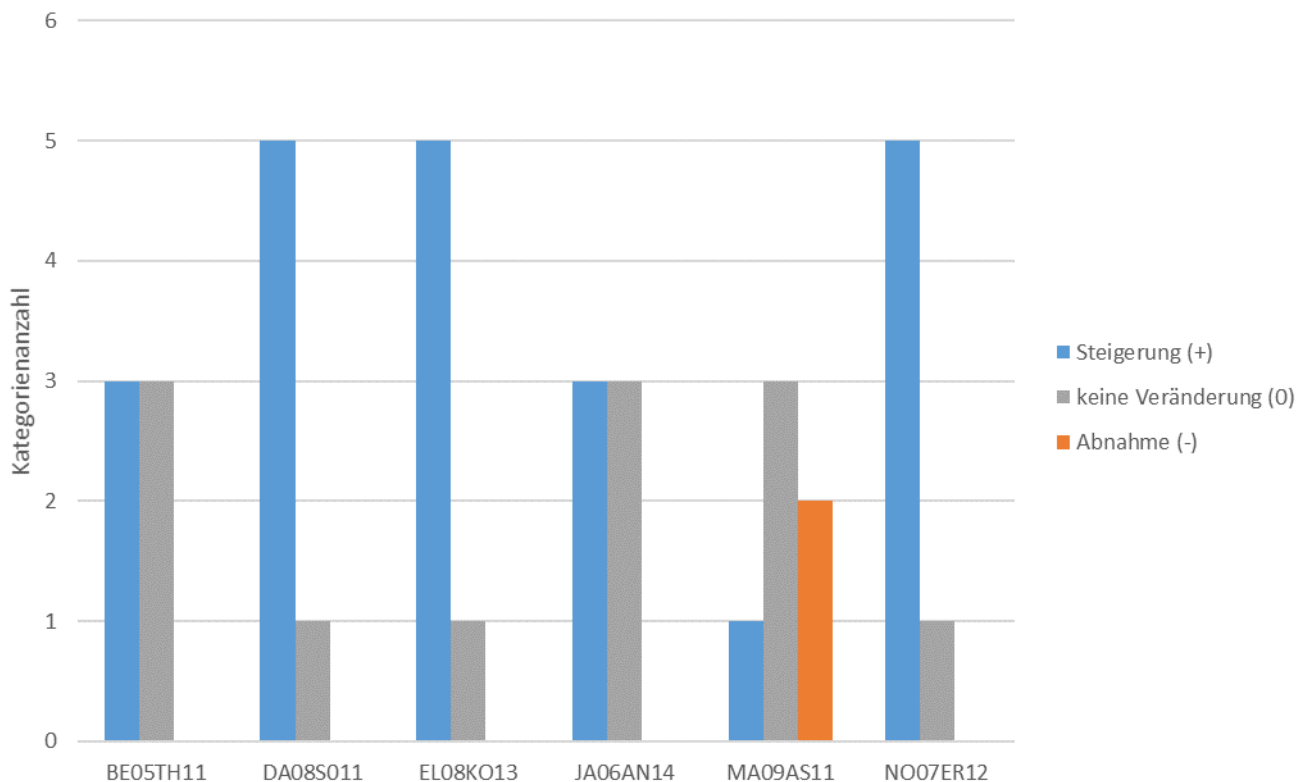


Abbildung 6.2: Auswertung nach Schüler/innen zu Aufgabenblatt – „Physik des menschlichen Körpers“

6.1.1 Brainstorming zu „Physik“ und „Menschlicher Körper“

Schüler/in BE05TH11

Im Zuge des Vorinterviews wurde bei dieser Fragestellung zunächst der Ultraschall genannt (TS-VI BE05TH11, Z. 97-99). Dieser Aspekt wurde in Zusammenhang mit der Anwendung in der Medizin thematisiert, da auf die Messungen im Blut verwiesen wurde. Dies zeigt an dieser Stelle eindeutig, dass der erste Gedanke der befragten Person zum Thema „Physik und menschlicher Körper“ auf die Technik und ihre Anwendung beim Menschen zielte. Im nächsten Schritt wurde auf die Energie verwiesen, wobei hier die Wärme im Fokus stand (TS-VI BE05TH11, Z. 109-113). Zusätzlich wurde die Aussendung von Wellen genannt, die allerdings keiner weiteren Präzisierung unterlag. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Energie und einige Anwendungen aus der Medizin die Statements zum Zusammenhang Physik mit dem menschlichen Körper darstellten.

Im Zuge des Nachinterviews wurde in diesem Zusammenhang erneut sofort die Energie genannt. Hierbei wurde allerdings nicht nur auf die Wärme, sondern auch auf die Nährstoffzufuhr (z.B. mittels Schokolade) gezielt (TS-NI BE05TH11, Z. 51-55). In diesem Zusammenhang wurde allerdings auch der Begriff des Energieverbrauchs genannt, der zwar in unserer Gesellschaft weit verbreitet ist, jedoch physikalisch nicht korrekt ist.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass diese Person sowohl bereits bekannte Inhalte, als auch neue Inhalte beim Nachinterview nannte. Die Nennung der Nährstoffe und das Eingehen auf die Nahrung kann auf die Thematisierung dieser Aspekte im Zuge der Aufgabenbearbeitung zurückgeführt werden. Im Gegensatz zum Vorinterview wurde jedoch im Nachinterview der Begriff des Energieverbrauchs thematisiert. Dies könnte mit Aufgabenstellung 3 (Statement Ernährungsberater) in Verbindung stehen. Für dieses Thema bedarf es einer Verbesserung, die in Kapitel 7.1 näher beleuchtet wird.

Schüler/in DA08SO11

Die Verbindung zwischen Physik und menschlichem Körper wurde von dieser Person klar über die Bewegung thematisiert. Als Beispiel wurde hierfür die Bewegung des Körpers angegeben (TS-VI DA08SO11, Z. 58-60). In diesem Vorinterview wurde somit ein direkter Zusammenhang über die Mechanik gesucht. Dieser Konnex wurde noch durch die Nennung der Drehbewegung und der Trägheit bestärkt (TS-VI DA08SO11, Z. 69-71). Eine Berücksichtigung weiterer Themen wurde im Vorinterview nicht getätigt.

Im Nachinterview wurde der Fokus auf den Ernährungsberater und die Wärmestrahlung gelegt. Beim zweiten Thema wurde auf die Fähigkeit einer Energieerhöhung bzw. Energiesenkung eingegangen. Gemeint war hier der Zusammenhang mit der Wärmestrahlung auf das Kälte- bzw. Wärmeempfinden, welches auch genannt wurde (TS-NI DA08SO11, Z. 35-41).

Beim Vergleich der beiden Interviews zeigt sich, dass die genannten Themen unabhängig voneinander sind. Zunächst wurde die Mechanik genannt, anschließend die Energie und Strahlung. Daraus lässt sich folgern, dass die Person beim Nachinterview die Themen des Aufgabenblattes maßgebend in die Überlegungen eingebunden hat. Man kann dies sogar bekräftigen und feststellen, dass ausschließlich diese berücksichtigt wurden. Die Mechanik, die im Vorinterview aus freier Überlegung genannt wurde, wurde verdrängt. Somit lässt sich bei dieser Person folgern, dass die Aufgabenbearbeitung wirkte. Es ist jedoch anzumerken, dass eine bloße Wiederholung der Inhalte in Form von unreflektiertem Wiederholen von Gehörtem bzw. Gelerntem ohne Einbezug eigener Gedanken nicht zielführend ist.

Schüler/in EL08KO13

Schüler/in EL08KO13 leitet mit einem kleinen Exkurs in die Naturwissenschaften ein und beschreibt in diesem Zusammenhang die Physik als Grundstein der Chemie und diese wiederum als Grundstein der Biologie. Der Zusammenhang zwischen Körper und Physik wird somit vorerst mit keinen direkten Beispielen untermauert. (TS-VI EL08KO13, Z. 44-47). Im späteren Verlauf wird ein direkter Zusammenhang noch über die Atome gesucht. Hier wird genannt, dass der Körper aus Atomen besteht und die

Physik die Atome beschreibt (TS-VI EL08KO13, Z. 56-57). Diese Person hat das Thema von einer abstrakten Seite betrachtet. Es wurde der Konnex klar über die Positionierung der naturwissenschaftlichen Disziplinen gemacht. Konkrete alltägliche Beispiele fanden hier keine Berücksichtigung.

Beim Interview nach der Aufgabenbearbeitung wurden Themen des Wärmehaushaltes genannt. Explizit wurden die Körperstrahlung, Abstrahlung und das Schwitzen erwähnt (TS-NI EL08KO13, Z. 40-45).

Wenn man hier nun das Vor- und Nachinterview vergleicht, so lässt sich erkennen, dass die befragte Person im Nachinterview konkrete Beispiele nennen konnte. Beim Vorinterview hingegen wurden Teile der Theorie zitiert. Somit kann bei diesem/dieser Schüler/in festgehalten werden, dass in Bezug auf den menschlichen Körper konkrete physikalische Beispiele bekannt sind.

Schüler/in JA06AN14

Im Vorinterview wird zunächst im Einstieg die Physik, Chemie und Biologie genannt und mit einigen Beispielen untermauert, wobei hier für die Physik zunächst keines genannt werden konnte. Der Zusammenhang zwischen Physik und menschlichen Körper wurde über Physik und Chemie angeführt, wobei eine genauere Erörterung durch die lernende Person nicht durchgeführt wurde. (TS-VI JA06AN14, Z. 58-66). Diese/r Schüler/in hatte sofort die Fächer des schulischen Unterrichts anvisiert. Eine Definition durch eigene Interpretationen und Schlussfolgerungen konnte hier jedoch nicht erkannt werden.

Im Nachinterview wurden Themen genannt, die einen Zusammenhang zwischen Physik und menschlichem Körper darstellen. Dazu zählten unter anderem die Energie in potentieller und kinetischer Form, sowie der Wärmehaushalt. (TS-NI JA06AN14, Z. 71-79). Somit wurden durch die interviewte Person neben dem Wärmehaushalt aus der Aufgabe, auch eine eigene Verbindung über Bewegungen hergestellt.

Beim Vergleich der beiden Interviews kann festgestellt werden, dass nach Bearbeitung der Aufgabe konkrete Beispiele genannt werden konnten. Im Vorinterview wurden die Naturwissenschaften lediglich allgemein thematisiert. Somit konnte die Person nun nach der Aufgabenbearbeitung den Zusammenhang zwischen Physik und menschlichem Körper konkreter beschreiben.

Schüler/in MA09AS11

Die interviewte Person nannte bei der Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Physik und dem menschlichen Körper die Mechanik und Bewegung als Schlagwörter. Bei genauerer Präzisierung wurden Schwimmen und Eislaufen genannt, wobei für den/die Schüler/in nicht klar war, ob dies zu Biologie gezählt werden sollte. Abschließend wurde noch der Energiebegriff kurz erwähnt (TS-VI MA09AS11, Z. 31-40).

Anhand dieser Person konnte man sehen, dass ein Zusammenhang zwischen Physik und menschlichem Körper nur bedingt gesehen werden konnte. Die Biologie stellte sich für ihn hier hinderlich dar, da aus seinen Statements interpretiert werden kann, dass der menschliche Körper zur Biologie zählt. Eine Verbindung zur Physik war für ihn bzw. sie über mechanische Bewegungen in einer wagen Form erkennbar.

Schüler/in MA09AS11 nannte beim Nachinterview als Beispiel das Schwitzen und versuchte Abhängigkeiten zur Körpertemperatur näher zu beschreiben. Konkrete Beispiele konnten ansonsten nicht genannt werden. Die interviewte Person versuchte weitere Fakten aus dem Gedächtnis zu holen, wobei dies jedoch misslang (TS-NI MA09AS11, Z. 36-49).

Diese/r Schüler/in war ein Beispiel dafür, dass versucht wurde, Inhalte aus der Aufgabe ident zu wiederholen. Da dies jedoch nur teilweise im Gedächtnis vorhanden war, konnten die Inhalte in einem sehr schwachen Detaillierungsgrad genannt werden. Themen, die beim ersten Vorinterview genannt wurden, wurden nicht erwähnt. Eigene Überlegungen und Zugänge zum Thema konnten dem Interview nicht entnommen werden.

Schüler/in NO07ER12

Schüler/in NO07ER12 verbindet die beiden Begriffe direkt mit der Mechanik und nennt hier sofort einige Beispiele. In einem Satz wurde ebenso erwähnt, dass außer der Mechanik keine Verbindung gefunden werden konnte, da der menschliche Körper der Biologie zuzurechnen ist (TS-VI NO07ER12, Z. 37-44). Es ist hier erkennbar, dass die Physik beim menschlichen Körper über die Mechanik samt ihren Bewegungsformen für die interviewte Person von Relevanz ist.

Beim Nachinterview wurden als Beispiele die Wärme samt den zugehörigen Themen Fieber und Schweiß genannt. Es wurde das Thema der Wärme mit der Strahlungsenergie detaillierter erläutert, sowie ein Konnex zum Fieber hergestellt (TS-NI NO07ER12, Z. 47-57).

Beim Vergleich der beiden Interviews konnte erkannt werden, dass beim zweiten Interview die Themen aus der Aufgabe im Fokus standen. Hingegen wurde in der ersten Befragung eindeutig auf die Mechanik verwiesen. Es konnte somit festgestellt werden, dass die befragte Person durch die Aufgabenbearbeitung neue physikalische Themen, die in Zusammenhang mit dem menschlichen Körper stehen, kennengelernt hatte. Die Themen, die vor der Absolvierung im Vordergrund standen, wurden jedoch nicht mehr genannt und möglicherweise verdrängt.

6.1.2 Wärmeübertragungsmechanismen

Schüler/in BE05TH11

Es wurden sowohl beim Vorinterview, als auch beim Nachinterview die Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Wärmekonvektion als Wärmeübertragungsmechanismen aufgezählt (TS-VI-BE05TH11, Z. 167; TS-NI BE05TH11 Z. 103). Es konnten bereits beim Vorinterview die physikalischen Erklärungen für die drei Arten von Wärmeübertragung erklärt werden (TS-VI BE05TH11, Z. 170-184). Im Zuge des Nachinterviews wurde die Wärmeleitung als jener Wärmeübertragungsmechanismus angesehen, der für den menschlichen Körper am wenigsten wichtig ist (TS-NI BE05TH11, Z. 107-111).

Die interviewte Person sieht die Strahlung und die Konvektion als wichtigste Mittel für den Wärmetransport an. Im Zuge der Herleitung des Wärmehaushaltes konnten diese beiden Arten auch als die Wichtigsten erfasst werden. Somit konnte sich diese Person in diesem Abschnitt ihr bereits vorhandenes Wissen bezugnehmend auf den menschlichen Körper weiterentwickeln.

Schüler/in DA08SO11

Im Zuge des Vorinterviews wurde hier die Strahlung als Erstes genannt und im weiteren Verlauf dann noch die Wärmeleitung. Der Begriff der Wärmeleitung wurde jedoch konkret erst durch die Nachfrage im Interview genannt (TS-VI DA08SO11, Z. 131 & Z. 133-136). Im Zuge der Erklärungen wurde bei der Strahlung auf Wellen und Energie näher eingegangen, die Wärmeleitung wurde mit Teilchenbewegungen beschrieben (TS-VI 08SO11, Z. 133-134, 152-171).

Beim Nachinterview wurden Wärmestrahlung, Konvektion und Wärmeleitung als Mechanismen in der Thermodynamik aufgezählt, wobei Konvektion und Strahlung als die bedeutendsten für den menschlichen Körper hervorgehoben wurden. (TS-NI DA08SO11, Z. 76-80).

Die befragte Person kannte vor der Einheit bereits die Wärmestrahlung, sowie die Wärmeleitung und hatte bereits Erfahrung mit diesen Arten der Wärmeübertragung. Die Konvektion war der lernenden Person nicht bekannt und wurde durch das Bearbeiten der Aufgabe angeeignet. Das Nachinterview zeigte, dass die drei wesentlichen Arten der Wärmeübertragung nun genannt werden konnten. Somit kann festgehalten werden, dass nach Bearbeiten des Aufgabenblattes der Begriff der Konvektion zusätzlich gekannt wurde.

Schüler/in EL08KO13

Die befragte Person konnte im Vorinterview die Wärmeübertragungsmechanismen nicht ad-hoc aufzählen. Wärmestrahlung wurde durch den Interviewer genannt. Die Kenntnis dieses Mechanismus wurde durch den/die Schüler/in bestätigt, jedoch folgte keine weitere Ausführung zur Strahlung bzw. wurden auch keine weiteren Arten

genannt (TS-VI EL08KO13, Z. 100-123). Das Nachinterview zeigte, dass die Wärmestrahlung und Wärmeleitung bekannt waren und sofort von der lernenden Person genannt wurden. Bei der Wärmeleitung wurde das Teilchenmodell mit den Bewegungen erwähnt (T-NI EL08KO13, Z. 101-113).

Der Vergleich der beiden Interviews zeigte, dass vor dem Interview die Wärmeübertragungsmechanismen nicht genannt werden konnten und beim Nachinterview die Strahlung und Wärmeleitung thematisiert wurden. Die Konvektion wurde nicht erwähnt. Die lernende Person konnte sich hier im Zuge der Bearbeitung der Aufgabe näher mit der Wärmeleitung und Wärmestrahlung auseinandersetzen. Es lässt sich somit festhalten, dass nach Aufgabenbearbeitung die Wärmeleitung und Wärmestrahlung als Wärmeübertragungsarten gekannt wurden.

Schüler/in JA06AN14

Wärmeleitung und Wärmestrahlung wurden im Vorinterview erwähnt. Beim Erklären der Wärmeleitung wurde auf Materialien eingegangen, die die Wärme gut leiten. Die Heizung wurde als Beispiel für Wärmeleitung genannt. Hier wurde erwähnt, dass die Erwärmung der Rillen im Heizkörper durch Wärmeleitung geschieht. Bei der Wärmeabgabe des Heizkörpers an die Umgebung wurde die Wärmestrahlung genannt (TS-VI JA06AN14, Z. 127-158).

Beim Nachinterview wurde, zusätzlich zur Wärmeleitung und Wärmestrahlung, auch die Konvektion genannt. Die Wärmeleitung und -strahlung wurden ähnlich zum Vorinterview mit dem Beispiel Heizung beschrieben. Die Konvektion konnte nicht näher beschrieben werden (TS-NI JA06AN14, Z. 154-181).

Die befragte Person konnte in diesem Fachbereich das Wissen um die Konvektion erweitern. Fakt ist jedoch, dass die Konvektion als Wärmeübertragungsmechanismus gekannt und genannt wurde, jedoch nicht weiter ausgeführt wurde. Für die Wärmeleitung und Wärmestrahlung gab es keine Veränderung des Wissensstandes.

Schüler/in MA09AS11

Die befragte Person kannte den Begriff Wärmeübertragungsmechanismen, jedoch konnte sie keine konkreten Beispiele und Angaben dazu machen. Es wurde lediglich über eine Rechenaufgabe, deren Lösung die Betrachtung des Wärmestromes erfordert, berichtet (TS-VI MA09AS11, Z. 66-72).

Beim zweiten Interview wurden die Wärmeübertragungsarten nicht gesondert abgefragt. Daher konnte für diese Person in diesem Bereich keine Veränderung wahrgenommen werden.

Schüler/in NO07ER12

Im Vorinterview konnten die Wärmeübertragungsmechanismen nicht konkret genannt werden, da dies in der Schule noch nicht unterrichtet wurde (TS-VI NO07ER12, Z. 84-93).

Beim zweiten Interview wurde die Wärmestrahlung genannt. Es wurde auch ein Beispiel der Erwärmung eines Papiers durch ein Metall genannt, welches auf Nachfrage auf die Wärmeleitung abzielte. Die Konvektion wurde nicht erwähnt (TS-NI NO07ER12, Z. 58-68). Bei der Strahlung wurde das Faktum, dass Körper strahlen ausgeführt (TS-NI NO07ER12, Z. 55-57).

Beim Vergleich der beiden Interviews zeigt sich, dass nach der Aufgabenbearbeitung, die Begriffe Strahlung und Wärmeleitung nun vom Begriff her, und auch von der Anwendung bzw. vom Vorkommen her bekannt waren. Im Vorinterview war hier kein Wissen vorhanden, da der/die Lernende mit dieser Thematik noch nicht in Berührung kam.

6.1.3 Körpertemperatur

Schüler/in BE05TH11

Der Körper wurde im Vorinterview als nicht abgeschlossenes System definiert. Dies wurde mit Kräften aus der Umgebung begründet, die auf den menschlichen Körper wirken. Die Tatsache, dass die Körpertemperatur immer annähernd gleich ist, wird mit der Energiezufuhr und Wärmeabgabe beschrieben. (TS-VI BE05TH11, Z. 135-138 & Z. 159-162).

Im Nachinterview wurde der menschliche Körper als abgeschlossenes System angesehen und eine Anwendung des Energieerhaltungssatzes bestätigt. Diese Behauptung wurde mit dem Beispiel der Zunahme von Nahrung und des Abbaus dieser Energie durch Tätigkeiten untermauert. Für das Vorhandensein der konstanten Körpertemperatur im menschlichen Körper, wurde als Beispiel das Schwitzen herangezogen. Mit dessen Hilfe kann die Wärmeabgabe beeinflusst werden (TS-NI BE05TH11, Z. 80-85 & Z. 93-101).

Nach der Aufgabenbearbeitung vertrat diese Person den Standpunkt, dass der menschliche Körper ein abgeschlossenes System ist. Die Entwicklung des Wissens in dieser Frage verlief hier somit klar negativ. Dazu könnte einerseits eine falsch geführte Diskussion, die nicht korrigiert wurde, beigetragen haben. Auf der anderen Seite ist es auch möglich, dass das Statement vom Ernährungsberater hinsichtlich des Zu- und Abnehmens falsch interpretiert wurde. Die Interpretation des Körpers als abgeschlossenes System, könnte der/die Lernende durch eine ausgeglichene Bilanz der Nahrungsaufnahme bzw. -abnahme getätigt haben. Die ausgeglichene Bilanz ist Bedingung für das Konstanthalten der Körpermasse.

Hinsichtlich der konstanten Temperatur des Körpers konnte nach der Aufgabebearbeitung eine Wissenserweiterung erkannt werden, da das Schwitzen als variable Maßnahme für den Wärmehaushalt genannt wurde. Die Ausführungen dieser Person hinsichtlich konstanter Temperatur und abgeschlossenem System lässt eine Verwechslung des Temperatur- und Energiebegriffes vermuten.

Schüler/in DA08SO11

Die Energieaufnahme durch Nahrung für die Produktion der Wärme durch den Körper, sowie eine Wärmabfuhr durch Schwitzen stellten die Mechanismen zur Regelung der Körpertemperatur dar (TS-VI DA08SO11, Z. 99-106).

Nach der Aufgabebearbeitung wurde ergänzend zum Schwitzen noch die Suche nach einem Material für eine ergänzende Wärmabfuhr durch Wärmeleitung genannt (TS-NI DA08SO11, Z. 56-62). Hinsichtlich des Systems des Körpers wurde genannt, dass der Energieerhaltungssatz angewendet werden kann. Der Begriff des Energieverbrauchs wird hier jedoch thematisiert (TS-NI DA08SO11, Z. 41-47).

Es zeigt sich bei dieser Person, dass die Wärmeleitung im Nachinterview zusätzlich genannt wurde. Obwohl diese Maßnahme einen sehr geringen Teil zum Wärmehaushalt darstellt, kann erkannt werden, dass sich der/die Schüler/in im Zuge der Bearbeitung des Aufgabenblattes mit dieser Thematik näher befasste. Bereits beim ersten Interview konnten diese Mechanismen genannt werden. Beim zweiten Interview wurde ebenso genannt, dass der Energieerhaltungssatz angewendet werden kann, und die verbrauchte Energie kompensiert werden muss. Der Begriff des Energieverbrauchs ist hier jedoch ungünstig, da Energie bekanntlich nicht verbraucht werden kann.

Schüler/in EL08KO13

Es wurde im Vorinterview genannt, dass aufgenommene Nahrung eine bestimmte Energie aufweist, die der Körper verwendet bzw. weiterverarbeitet. Die Temperatur des Körpers wurde mit der perfekten Temperatur für die Zellen in Verbindung gebracht. Als Mechanismus der Temperaturregelung wurde die Energiezufuhr durch Essen und Trinken für eine Erhaltung der Körpertemperatur genannt (TS-VI EL08KO13, Z. 69-85).

Im Zuge des Nachinterviews wurde genannt, dass Energie nicht verloren gehen kann, sondern nur umgewandelt werden kann. Der Körper nimmt an diesem Prozess durch Nahrungsaufnahme teil. Die Körperregulierung kann durch das Schwitzen erfolgen. Weiters wurde thematisiert, dass die Temperatur an der Körperoberfläche von 36°C abweicht (TS-NI EL08KO13, Z. 50-62).

Diese Person thematisierte das Schwitzen, welches einen eigenen Punkt im Aufgabenblatt darstellt, als zentralen Punkt der Regelung. Die Aufnahme der Nahrung

als Energieträger war bereits im Vorinterview bekannt und wurde im zweiten Interview erneut genannt. Beim Nachinterview kann auch gut beobachtet werden, dass das Experiment zur Messung der Körpertemperatur für die lernende Person einen wesentlichen Bestandteil der Aufgabe darstellte. Die Auseinandersetzung mit dem Versuch kann man gut mit der genannten Abweichung der Körperoberflächentemperatur zur Körperinnentemperatur beobachten.

Schüler/in JA06AN14

Schüler/in JA06AN14 versuchte die Frage nach der Regelung der Körpertemperatur über Hormone zu argumentieren. Zusätzlich wurde das Zittern bei Kälte mit Muskelarbeit in Zusammenhang gebracht, die den Zweck der Erzeugung von Wärme für den Körper hat. Für das Thema der Abkühlung des Körpers nach einer Anstrengung wurde das Beispiel des Automotors genannt, welches ein Teil bzw. einen Mechanismus zur Abkühlung enthält. Etwas Ähnliches stellte sich diese Person für den menschlichen Körper vor, wobei nicht detaillierter darauf eingegangen wurde (TS-VI JA06AN14, Z. 107-126).

Beim Nachinterview wurde zunächst auf die Messung der Hauttemperatur mit herkömmlichem Infrarotthermometer eingegangen. Der Unterschied zwischen dem Messergebnis und den bekannten Werten der Temperatur im Körperinneren wurde mit dem Einfluss von äußeren Faktoren, insbesondere der Umgebungstemperatur, argumentiert. Die Regelung der Körpertemperatur wurde über biologische Prozesse (Hormone, Nahrung), Muskelbewegungen und Schwitzen näher thematisiert (TS-NI JA06AN14, Z. 107-144)

Der Vergleich der beiden Interviews zeigt, dass zunächst der Automotor zur Vorstellung der Prozesse nach der Intervention keine Anwendung fand. Der Fokus der Überlegungen wurde durch die/den Lernende/n nach der Einheit klar auf den menschlichen Körper gelegt. Die Regulierung der Körpertemperatur durch Erzeugung bzw. Abfuhr von Wärme aus dem System wurde im Vorinterview über den Motor beschrieben, jedoch ohne Bezug auf den menschlichen Körper. Im Nachinterview wurden Prozesse genannt, die dem Menschen hier behilflich sind. Zusammenfassend konnte somit das Wissen durch die Intervention spezifiziert und erweitert werden.

Schüler/in MA09AS11

Im Vorinterview konnte Schüler/in MA09AS11 nennen, dass die Körpertemperatur annähernd konstant sein soll und hat an dieser Stelle bereits hervorgehoben, dass sich die Körpertemperatur ohne Schwitzen verändern würde. Weiters wurde erwähnt, dass der menschliche Körper es grundsätzlich nicht verlangt in der Sonne zu liegen um sich zu wärmen und andererseits die Bekleidung einen Effekt auf das Wärmeempfinden hat (TS-VI MA09AS11, Z. 53-65).

Das Interview nach der Intervention ergab, dass die befragte Person zunächst erklärte, dass man schwitzt, wenn es kalt ist und man zittert, wenn es warm ist. Auf Nachfrage durch den Interviewer ergab sich hier ein Gedankenfehler und es richtig heißen sollte, dass man schwitzt, wenn es warm ist und man zittert bei Kälte. Der Effekt des Zitterns für die Umwandlung von Bewegung in Wärme im Körper wurde durch die lernende Person noch beschrieben. Die Nachfrage zur Messung mit Infrarotthermometer ergab, dass die Körpertemperatur an verschiedenen Stellen der Hautoberfläche unterschiedlich war (TS-NI MA09AS11, Z. 64-89).

Ein Vergleich der beiden Interviews ergibt, dass im Vorinterview bereits grundlegendes Wissen zur Körpertemperatur vorhanden war. Es wurde bereits über die annähernde Konstanz und das Schwitzen gesprochen. Im Nachinterview hingegen wurde überwiegend das Schwitzen und Zittern genannt, wobei das Zittern näher erklärt wurde. Die Konstanz der Körpertemperatur wurde nicht mehr erwähnt. Es lässt sich hier eine Wissensanreicherung feststellen, da das Zittern des Körpers durch den/die Schüler/in ergänzend gekannt wurde. Dadurch, dass die Konstanz allerdings nicht erwähnt wurde, kann diese nicht bewertet werden und somit gibt es betreffend diesen Punkt eine Wissensabnahme. Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, dass das Wissen geringfügig erweitert wurde.

Schüler/in NO07ER12

Bei der Befragung vor der Intervention konnte die lernende Person das Schwitzen als Mechanismus für die Temperaturregulierung nennen. Bei weiterer Nachfrage während des Interviews, konnte schließlich das Thema Bekleidung erwähnt werden. Konkretere Aussagen wurden von der befragten Person nicht getätigt. Interessant war, dass der/die Schüler/in dieses Thema mit der Biologie in Verbindung brachte. Da für das Unterrichtsfach Biologie keine Vorliebe bestand, wurde versucht, mit diesem Kommentar einer weiteren Beantwortung auszuweichen (TS-VI NO07ER12, Z. 72-81).

Im Zuge des Nachinterviews wurde wiederum das Schwitzen und Anziehen von Bekleidung eingangs erwähnt. Anschließend wurde durch die befragte Person auf die Messung mit Infrarotthermometer eingegangen. Die Erläuterung des Temperaturunterschiedes zwischen Oberflächentemperatur und Körpertemperatur konnte nicht ausgeführt werden (TS-NI NO07ER12, Z. 81-94).

Es zeigt sich, dass sowohl im Vor-, als auch im Nachinterview, das Schwitzen und die Bekleidung sofort mit der Körperregulierung in Verbindung gebracht wurden. Eine weitere Vertiefung bzw. Erklärung erfolgten bei beiden Interviews nicht. Lediglich die Tatsache, dass die Hauttemperatur mit dem Infrarotthermometer gemessen werden kann, konnte der/die Schülerin nennen. Eine konkretere Thematisierung fand nicht statt. Somit kann aufgrund obiger Ausführungen schlussgefolgert werden, dass das Wissen dieser Person keine Veränderung aufwies.

6.1.4 Bekleidung

Schüler/in BE05TH11

Die Notwendigkeit der Bekleidung wurde zunächst mit Kälte und Schutz vor Sonnenstrahlen begründet. Bei der Winterbekleidung wurde erwähnt, dass Luft ein guter Isolator ist, und dies ein Grund ist weshalb in Daunenjacken eine Mischung aus Daunen und Luft enthalten ist (TS-VI BE05TH11, Z. 208-215).

Im Nachinterview wurde wiederum Luft als schlechter Wärmeleiter genannt. Abgesehen von der Luft konnte lediglich thematisiert werden, dass die Körpertemperatur durch Bekleidung konstant gehalten werden kann (TS-NI BE05TH11, Z. 115-127).

Das Wissen dieser Person hat sich in diesem Thema nicht verändert. Es wurde nach wie vor die Luft thematisiert. Die Veränderung des Wärmehaushaltes mit Bekleidung wurde nicht näher thematisiert. Die Aussage, dass der Körper mit Gewand eine konstante Temperatur halten kann, kann auch nicht als vollständig erachtet werden. Diese hat zwar eine Auswirkung auf den Wärmehaushalt, jedoch ist dieser zu komplex, um mit dem Thema Gewand eine konstante Zu- und Abfuhr der Wärme zu erfahren.

Schüler/in DA08SO11

Der Grund für das Anziehen der Bekleidung wurde eingangs mit dem Kälteempfinden in Verbindung gebracht. Bekleidung verringert die Wärmeabgabe an die Umgebung und hat eine Auswirkung auf die Wärmestrahlung. Die Bekleidung wurde im Sommer ebenso mit einer verringerten Wärmeabgabe in Verbindung gebracht. Auf Nachfrage im Zuge des Vorinterviews, weshalb man dann im Sommer weniger Kleidung trägt, wurde das Schwitzen und die Schweißaufnahme der Bekleidung als negativer Aspekt erwähnt (TS-VI DA08SO11, Z. 201-219).

Beim Nachinterview wurde der Effekt der Bekleidung auf den Wärmehaushalt mit der geringeren Strahlung und Konvektion beschrieben. Eine weitere Ausführung wurde nicht vorgenommen (TS-NI DA08SO11, Z. 82-84).

Es konnte festgestellt werden, dass der Fokus der befragten Person nach der Intervention unterschiedlich zum Vorinterview war. Es wurde die Tatsache mit höherem physikalischem Argumentationsgrad getätigt, wobei die Ausführung hier sehr knapp war. In Summe gesehen wird zu diesem Punkt festgehalten, dass der/die Schüler/in hier das Wissen verbessern konnte, da er/sie ein alltägliches Thema (Bekleidung) mit der Physik verbinden konnte.

Schüler/in EL08KO13

Der/Die Schüler/in beantwortete die Frage nach dem Grund für Bekleidung im Vorinterview mit der Tatsache, dass der Körper warm bleiben soll, jedoch einer Wärmestrahlung ausgesetzt ist. Die Bekleidung wirkt sich in diesem Fall positiv auf

den Körper aus. Im Sommer hingegen zieht man weniger an, da die Wärme schneller abgegeben werden kann (TS-VI EL08KO13, Z. 124-129).

Im Zuge der Befragung nach der Intervention wurde erklärt, dass die Bekleidung isolierend wirkt. Das Isolieren wurde mit der Verringerung der Wärmeausstrahlung in Verbindung gebracht. Auf Nachfrage konnte der/die Schüler/in erklären, dass dickere Bekleidung die Wärmeübertragung verschlechtert, da Stoff ein schlechter Wärmeleiter ist (TS-NI EL08KO13, Z. 114-127).

Der Effekt der Bekleidung war vor der Intervention schon bekannt. Es kann jedoch bei Vergleich der beiden Interviews erkannt werden, dass beim Nachinterview die Bekleidung als schlechter Wärmeleiter gesehen wurde. Die Wärmestrahlung wurde bei beiden Interviews genannt. Das Wissen dieser Person hat sich somit um den Aspekt der Wärmeleitung erweitert.

Schüler/in JA06AN14

Die/der Lernende begründete im Vorinterview die Verwendung von Bekleidung mit dem Aspekt, dass man es nicht kalt hat bzw. nicht nackt gehen muss. Der Grund weshalb man im Winter mehr Gewand trägt, als im Sommer, wurde im „Wärmen durch die Bekleidung“ gefunden (TS-VI JA06AN14, Z. 170-177).

Bei der nachgehenden Befragung wurde zunächst wiederum das Anziehen von Gewand als Grund, damit man nicht nackt ist, erwähnt. Weiters wurde erklärt, dass der Mensch versucht den Körper von außen zu wärmen und dies aus der Sicht der lernenden Person den Grund für das Anziehen von Bekleidung bei Kälte darstellt (TS-NI JA06AN14, Z. 184-199).

Man kann erkennen, dass der Zusammenhang zwischen Bekleidung und Wärme vor und nach der Intervention für die interviewte Person wichtig ist. Im Vorinterview war keine tiefere Erklärung erkennbar, im Nachinterview hingegen wurde versucht mit dem Wärmen des Körpers von außen zu argumentieren. Es ist zwar korrekt, dass der Körper mit Bekleidung wärmer ist. Der Grund liegt hier jedoch nicht in der Erwärmung von außen, sondern im Minimieren der Wärmeabgabe. Der Wissenstand dieser Person zu diesem Thema hat sich durch die Intervention nicht verändert.

Schüler/in MA09AS11

Bei der ersten Befragung konnte der/die Schüler/in argumentieren, dass die Bekleidung den Zweck hat, um die „Durchdringung“ der Kälte zum Körper bzw. zu den Organen zu verschlechtern (TS-VI MA09AS11, Z. 73-81).

Die Befragung nach der Intervention zeigte, dass die ersten Argumente für das Tragen von Bekleidung, die Optik und das Wärmeempfinden des Körpers darstellten. Als

Grund für das Wärmeempfinden wurde genannt, dass die Wärme schwerer entweichen kann („raus kann“). Im Sommer stellt lediglich die Optik einen Grund für das Tragen von Bekleidung dar (TS-NI MA09AS11, Z. 93-109).

Der Vergleich der beiden Interviews zeigt, dass das Wissen nicht gesteigert werden konnte. Die Gründe für das Tragen der Bekleidung veränderten sich nicht. Genauere physikalische Erklärungen konnten nicht ausgeführt werden.

Schüler/in NO07ER12

Der/die Schüler/in konnte beim Vorinterview erklären, dass die Bekleidung die Wärmeabgabe an die Umgebung verringert. Dies macht man sich im Winter zunutze. Im Sommer hingegen soll wenig Gewand getragen werden (TS-VI NO07ER12, Z. 96-101).

Im Zuge des Nachinterviews nannte der/die Lernende eine warme Umgebung als Grund für das Tragen von kurzen Hosen. Warme Kleidung würde dazu helfen, dass die Wärme beim Körper bleibt und daher unangenehm wirken (TS-NI NO07ER12, Z. 95-100).

Das Wissen veränderte sich bei dieser Person nicht. Die Antworten vor und nach der Intervention waren annähernd gleich und wurden ohne physikalisch genauere Erklärungen formuliert.

6.1.5 Fieber

Schüler/in BE05TH11

Fieber wurde mit der Auswirkung, der Erhöhung der Körpertemperatur, Schwitzen und Schüttelfrost, in Verbindung gebracht. Das Temperaturempfinden einer fiebrigen Person wurde als kalt beschrieben. Die erhöhte Temperatur sorgte bei dem/der Interviewten für Irritation. Es wurde das kalte Empfinden mit dem Schwitzen versucht zu erklären (TS-VI BE05TH11, Z. 228-252).

Im zweiten Interview wurde das Kälteempfinden bei Fieber hingegen mit der Erhöhung der abgeführten Wärmeenergie in Verbindung gebracht (TS-NI BE05TH11, Z. 130-137).

Somit konnte man bei dieser Person erkennen, dass eine physikalische Interpretation des Kälteempfindens nach der Aufgabenbearbeitung vorhanden war. Ein Einsatz einer Argumentation vor der Einheit war auch schon zu erkennen. Diese wurde jedoch klar verbessert.

Schüler/in DA08SO11

Fieber wurde mit einer erhöhten Körpertemperatur, die zur Zerstörung von Viren bzw. Bakterien im Körper (durch Hitze), durch den/die Schüler/in assoziiert. Weiters wurden Zitteranfälle und ein Kälteempfinden genannt. Der Grund wurde in der erhöhten

Wärme im Körper und der damit verbundenen erhöhten Wärmestrahlung gesehen (TS-VI DA08SO11, Z. 225-248).

Nach der Intervention wurde ebenso als Erstes Fieber mit erhöhter Temperatur im Körperinneren in Zusammenhang gebracht. Zunächst versuchte die befragte Person zu argumentieren, dass der Körper bei Fieber weniger Wärme abgibt, jedoch bewegte sie das Schwitzen bei Fieber zum erneuten Nachdenken. Durch das Stefan-Boltzmann-Gesetz konnte die Aussage jedoch revidiert werden, da bei erhöhter Temperaturdifferenz eine erhöhte Wärmestrahlung vorhanden ist (TS-NI DA08SO11, Z. 88-122).

Das Wissen konnte in diesem Bereich physikalisch präzisiert werden, da mithilfe des Stefan-Boltzmann-Gesetzes die Wärmeabgabe der Strahlung nun besser verstanden werden kann. Somit konnte das Wissen gesteigert werden.

Schüler/in EL08KO13

Eine Körpertemperaturerhöhung, Schwitzen und Fieber wurden anfangs zusammenhängend betrachtet. Das Kälteempfinden bei Fieber konnte durch den/die Schüler/in nicht erklärt werden und stellte für diese/n einen Widerspruch zur Körpertemperaturerhöhung dar. Als Grund für das Auftreten von Fieber wurde das Abtöten von Krankheitserregern durch das Erhitzen des Körpers thematisiert TS-VI EL08KO13, Z. 136-152).

Das Nachinterview zeigte, dass die Körpertemperatur einen Einfluss auf das Kälteempfinden bei Fieber hat. Wenn diese steigt, dann fühlt es sich kälter an. Eine genauere Argumentation konnte nicht genannt werden (TS-NI EL08KO13, Z. 132-141).

Wenn man beide Interviews vergleicht, so erkennt man, dass das Kälteempfinden bei Fieber in beiden Befragungen genannt wurde. Dass dies mit der erhöhten Körpertemperatur in Einklang steht, wurde im Nachinterview gesagt, jedoch physikalisch nicht weiter begründet. Ebenso wurde der Widerspruch der Person aus dem Vorinterview betreffend Körpertemperatur und Kälte nicht widerlegt. Anhand dieser Punkte zeigt sich, dass das Wissen sich mit der Intervention nicht verändert hat.

Schüler/in JA06AN14

Der/die Schüler/in brachte das Entstehen von Fieber mit Krankheiten bzw. der Virenbekämpfung in Zusammenhang. Als Symptome wurden Schüttelfrost und ein heißes Empfinden erwähnt. Die Person brachte das Erhitzen des Körpers mit Motoren in Verbindung, die in Zuge eines Kampfes bzw. einer Schlacht ebenso erhitzen (TS-VI JA06AN14, Z. 183-201).

Nach der Intervention wurde wiederum Fieber mit Schwitzen und dem Erwärmen des Körpers in Einklang gesehen. Eine Erklärung für das Kälteempfinden bei Fieber konnte

die Person trotz Nachfragen und Mithilfe des Interviewers nicht geben (TS-NI JA06AN14, Z. 222-243).

Die Intervention brachte keine Wissenssteigerung für die betroffene Person, da das Nachinterview keine weiteren Erklärungen bzw. Vertiefungen aufweisen konnte.

Schüler/in MA09AS11

Der/die Schüler/in konnte zum Thema Fieber das Auftreten von Schüttelfrost, Kopfschmerzen, Wärme- und Kälteempfinden, sowie das Abwehren von Bakterien durch den Körper nennen. Eine weitere Erklärung zu den genannten Themen wurde im Vorinterview nicht vorgenommen (TS-VI MA09AS11, Z. 87-96).

Die Themen Schüttelfrost und Kopfschmerzen wurden im Nachinterview eingangs erwähnt. Das Kälteempfinden bei erhöhter Körpertemperatur wurde durch den größer werdenden Temperaturunterschied beschrieben (TS-NI MA09AS11, Z. 112-127).

Die Person konnte einen Wissenszuwachs erlangen, da das Kälteempfinden nun ansatzmäßig mit dem erhöhten Temperaturunterschied beschrieben wurde. Die anderen genannten Punkte verhalten sich unverändert.

Schüler/in NO07ER12

Fieber wurde als Bekämpfungsmechanismus für Bakterien und Viren eingangs durch die interviewte Person dargestellt. Als Symptome wurde eine erhöhte Körpertemperatur, sowie Kopfschmerzen und eine warme Stirn genannt (TS-VI NO07ER12, Z. 104-116).

Im Nachinterview konnte Fieber als Erscheinung bei Krankheit erklärt werden (Man ist wärmer, als wenn man kein Fieber hat). Das Kälteempfinden konnte mit dem größeren Temperaturunterschied zwischen Körper und Umgebung beschrieben werden (TS-NI NO07ER12, Z. 102-111).

Der/die Schüler/in konnte das Kälteempfinden mit dem erhöhten Temperaturunterschied erklären. Daher wurde für diese Person ein Wissenszuwachs festgestellt. Für die anderen Punkte zu diesem Thema konnten keine Veränderungen erkannt werden.

6.1.6 Schwitzen

Schüler/in BE05TH11

Das Schwitzen wurde als Kühlungssystem erklärt, damit der Körper nicht überhitzen kann. Die physikalische Interpretation wurde durch die Abführung der Wärme des Körpers mittels Schweißes erläutert. Dabei wurde erklärt, dass die Wärme in der Schweißperle gespeichert ist (TS-VI BE05TH11, Z. 261-290).

Im Zuge des Nachinterviews wurde erneut das Kühlsystem und die Überhitzung thematisiert. Im Anschluss daran wurde auch der Wärmetransport genannt. Dabei wurde nach wie vor davon ausgegangen, dass die Wärme im Schweißtropfen gespeichert ist und durch das Schwitzen aus dem Körper gebracht wird (TS-NI BE05TH11, Z. 142-150).

Die Antworten lieferten beim Vor- und Nachinterview einen ersten physikalischen Ansatz. Eine Veränderung des Wissens konnte anhand des Vergleichs der beiden Befragungen nicht beobachtet werden. Jegliche genauere Beschreibung mittels Verdunstens bzw. besserer Wärmeleitung aufgrund der mit Schweiß bedeckten Haut blieb aus.

Schüler/in DA08SO11

Der Grund für das Schwitzen wurde im Vorinterview nicht explizit erwähnt, jedoch mit dem Sommer und Kleidung in Zusammenhang gebracht. Es wurde erwähnt, dass Schweiß beim Tragen eines Pullovers nicht nachproduziert werden kann, sobald der Pullover diesen aufgenommen hat (TS-VI DA08SO11, Z. 217-224).

Der/die Schüler/in konnte die höhere Wärmeabgabe beim Schwitzen (im Vergleich zu ohne Schwitzen) mit der Mitnahme von Wärme durch den Schweißtropfen erklären. Eine kühlende Wirkung wurde den Flüssigkeiten zugeschrieben (TS-NI DA08SO11, Z. 115-118).

Die erhöhte Wärmabgabe durch das Verdampfen wurde weder im Vorinterview, noch nach der Intervention ausgeführt. Begründet aus dem beschriebenen Umstand hat sich das Wissen für diese Person in der gegenständlichen Thematik nicht verändert.

Schüler/in EL08KO13

Im Vorinterview beschrieb die lernende Person, dass man Flüssigkeiten in Verbindung mit Salzen ausscheidet („schwitzt“). Die kühlende Wirkung erfolgt durch die Kondensation (TS-VI EL08KO13, Z. 92-99).

Im Nachinterview wurde genannt, dass der Körper bei Überhitzung schwitzt. Der Schweiß verdampft und dadurch kühlt sich der Körper gut (TS-NI DA08SO11, Z. 142-147).

Das Schwitzen wurde bei beiden Interviews physikalisch erklärt, wobei beim Vorinterview der Begriff Kondensation und beim Nachinterview Verdampfen genannt wurde. Da lediglich beim Nachinterview der richtige Terminus verwendet wurde, hat sich das Wissen gesteigert.

Möglich ist auch, dass der/die Schüler/in bereits im Vorfeld das richtige meinte bzw. gedacht hat, jedoch das falsche Vokabular genannt hat. Dieser Tatsache kann mit dem vorliegenden Material jedoch nicht nachgegangen werden.

Schüler/in JA06AN14

Das Auftreten des Schwitzens wurde beim Sport (körperliche Anstrengung) und bei Angst (Stress) durch die befragte Person gesehen. Aus diesem Grund soll man beim Sport viel Wasser trinken, um den Flüssigkeitshaushalt auszugleichen. Eine physikalische Erklärung konnte nicht getätigt werden. Anstelle dieser wurde gewagt, den Schweiß des Menschen mit dem Auspuff eines Autos zu vergleichen (TS-VI JA06AN14, Z. 211-241).

Die Befragung nach der Intervention brachte zum Ergebnis, dass der menschliche Körper schwitzt, damit es ihm nicht so heiß ist und dass Flüssigkeit abgegeben wird (TS-NI JA06AN14, Z. 145-153).

Die Intervention begründete für diese Person in der Thematik des Schwitzens keinen Wissenszuwachs, da anhand der Antworten keine Erweiterung des Wissenstandes erfasst werden konnte.

Schüler/in MA09AS11

Schwitzen wurde als Maßnahme zur Kühlung des Körpers erklärt. Als Beispiele für Momente des Schwitzens wurden Angst, sowie die Erwärmung des Körpers durch Sonne genannt. Der Mechanismus des Schwitzens wurde mit der Ausleitung der Hitze aus dem Körper durch den Schweiß näher erklärt (TS-VI MA09AS11, Z. 99-110).

Schwitzen als Abgabe des erhitzten Wassers durch Verdampfen wurde im Nachinterview erklärt. Ergänzend dazu wurde die Mitnahme der Hitze durch Schweiß angemerkt (TS-NI MA09AS11, Z. 133-138).

Das Verdampfen für den Prozess des Schwitzens wurde in der Intervention gelernt und dadurch konnte dies auch im Nachinterview genannt werden. Für die Person existiert offensichtlich jedoch noch immer das Bild der Wärmeabfuhr durch den Schweißtropfen, wobei die Wärme im Schweiß gespeichert ist. Die Verdampfung wurde nur erwähnt, jedoch nicht explizit erklärt bzw. in die Erklärung integriert. Aufgrund dieser Tatsachen hat sich der Wissenstand durch die Intervention nicht verändert.

Schüler/in NO07ER12

Der/die Schüler/in erklärt Schwitzen als einen Prozess, der in Kraft tritt, wenn der Körper zu heiß ist. Der Körper wird vor „Fehlfunktionen“ geschützt (TS-VI NO07ER12, Z. 119-133).

Nach der Intervention wurde das Schwitzen als Form des Verdampfens erklärt, um den Körper abzukühlen. Es dient als Mechanismus zur Wärmeregulierung (TS-NI NO07ER12, Z. 114-120).

Beim Thema Schwitzen konnte der/die Lernende einen Wissenszuwachs erreichen, da das Schwitzen nun mit dem Verdampfen und der damit verbundenen erhöhten Wärmeabgabe des Körpers erklärt werden konnte.

6.1.7 Feedback der Teilnehmer/innen

In diesem Abschnitt wird das Feedback der Teilnehmer/innen aus den Nachinterviews gesammelt und punktweise angeführt. Im oberen Abschnitt werden die positiven Kommentare zunächst aufgelistet:

- „Aufwärmung“ in das Thema wurde positiv erachtet (TS-NI BE05TH11, Z. 12-14)
- Hilfestellungen waren hilfreich (TS-NI BE05TH11, Z. 16-21; TS-NI DA08SO11 Z. 26-32)
- Rechnen wurde positiv erachtet (TS-NI DA08SO11, Z. 13)
- allgemeinbildender Aspekt der Aufgabe (TS-NI EL08KO13; Z. 10-13)
- Praxisbezug der Aufgabe (TS-NI EL08KO13, Z. 15-17)
- Teamarbeit positiv angesehen (TS-NI JA06AN14 33-34)

Die untenstehenden Feedback-Kommentare wurden als Verbesserungsvorschläge durch die Schüler/innen im Zuge des Nachinterviews eingebracht:

- Einführungstext als Einstieg in das Thema ergänzen (TS-NI BE05TH11, Z. 30-31)
- Einzelarbeit statt Gruppenarbeit (TS-NI DA08SO11, Z. 19-23)
- A4-Seite mit allgemeinen Informationen anstelle der Hilfestellungen in Kärtchen-Form (TS-NI EL08KO13; Z. 23-25)
- Fragen in Unterpunkt strukturieren (TS-NI JA06AN14, Z. 35-37)
- Hilfestellungen als Stoß, deren Verwendung eine innere Überwindung benötigte (TS-NI NO07ER12, Z. 25-31)

6.2 Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“

Bei der Evaluierung des Aufgabenblattes „Physik des Tauchens“ wurden zuerst anhand der Interviews Kategorien gebildet. Es wurden folgende Unterteilungen getroffen:

- Brainstorming zu „Physik“ und „Tauchen“
- Schwimmen und Tauchen
- Tauchausrüstung

- Lungenriss
- Henry-Gesetz und „Die Taucherkrankheit“

Die einzelnen Textpassagen der Vor- und Nachinterviews (schüler/innenabhängig) werden nun in die Kategorien eingeordnet und anschließend verglichen.

Dabei wurden analog zum Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“ (siehe Kapitel 6.1) die Veränderungen des Wissensstandes für die Schüler/innen pro Kategorie folgendermaßen erfasst:

- Steigerung des Wissensstandes (+)
- keine Veränderung des Wissensstandes (0)
- Abnahme des Wissensstandes (-)

Zunächst wurden die Wissensveränderungen für die einzelnen Kategorien betrachtet, siehe Abbildung 6.3. Es konnte dabei festgestellt werden, dass es in der Kategorie „Henry-Gesetz und ‚Die Taucherkrankheit‘“ eine Steigerung für sämtliche Lernende gab. Beim Thema „Tauchausrüstung“ konnten lediglich zwei Personen ihr Wissen steigern, für die restlichen Schüler/innen gab es keine Veränderung. Bei den anderen Kategorien konnte jeweils bei vier Proband/innen eine Steigerung und bei einer Person ein gleichbleibendes Wissen festgestellt werden. Bemerkenswert ist für dieses Aufgabenblatt, dass keine negative Veränderung des Wissensstandes festgestellt werden konnte.

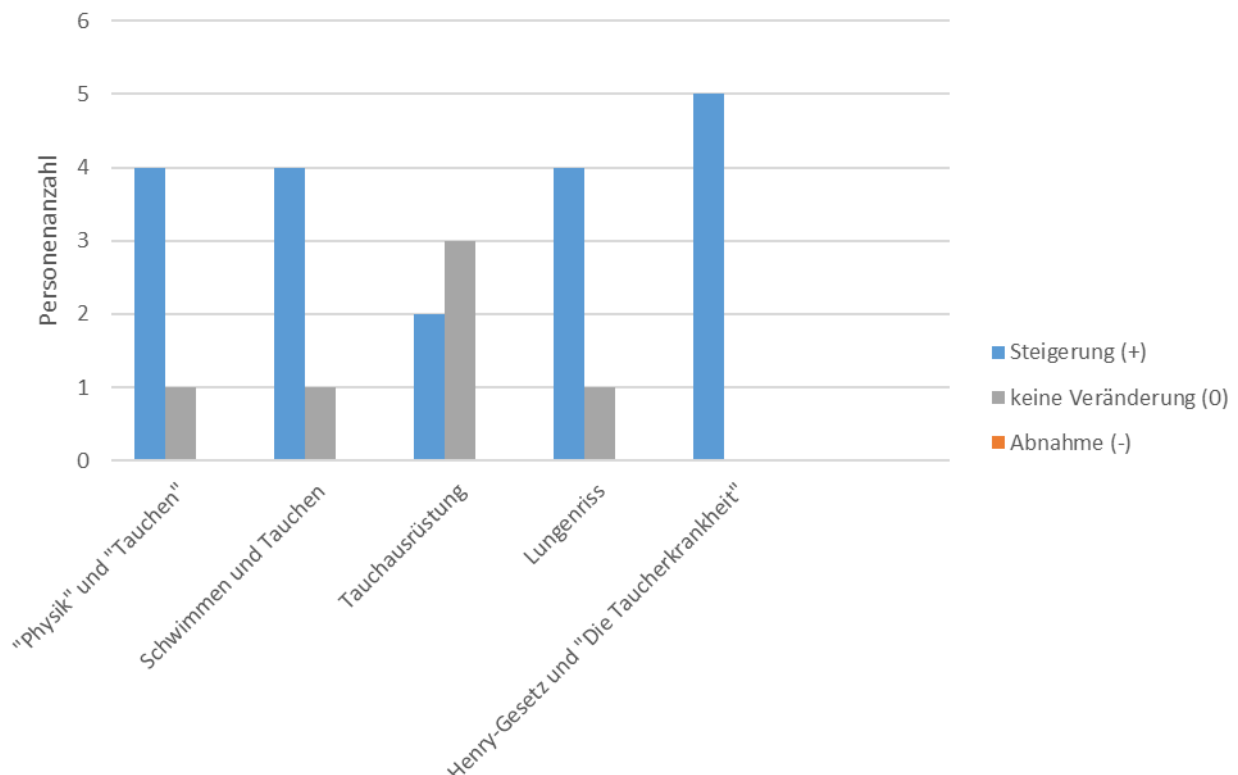


Abbildung 6.3: Auswertung nach Kategorien zu Aufgabenblatt – „Physik des Tauchens“

In Anschluss daran wurden die Ergebnisse nach Personen aufgeschlüsselt, siehe Abbildung 6.4. Hierbei ist bemerkenswert, dass die Probanden/innen AM06RA14 und MI11NA23 das Wissen in allen Kategorien positiv verändern konnten. Die Lernenden AN02EA11 und NO07ER11 konnten in der Mehrheit der Kategorien ihr Wissen steigern, wobei Schüler/in BA11US12 in nur zwei Themenbereichen eine Steigerung erlangen konnte.

Die detaillierten Auswertungen der einzelnen Schüler/innen in den jeweiligen Kategorien sind in Kapitel 6.2.1 bis 6.2.6 ersichtlich.

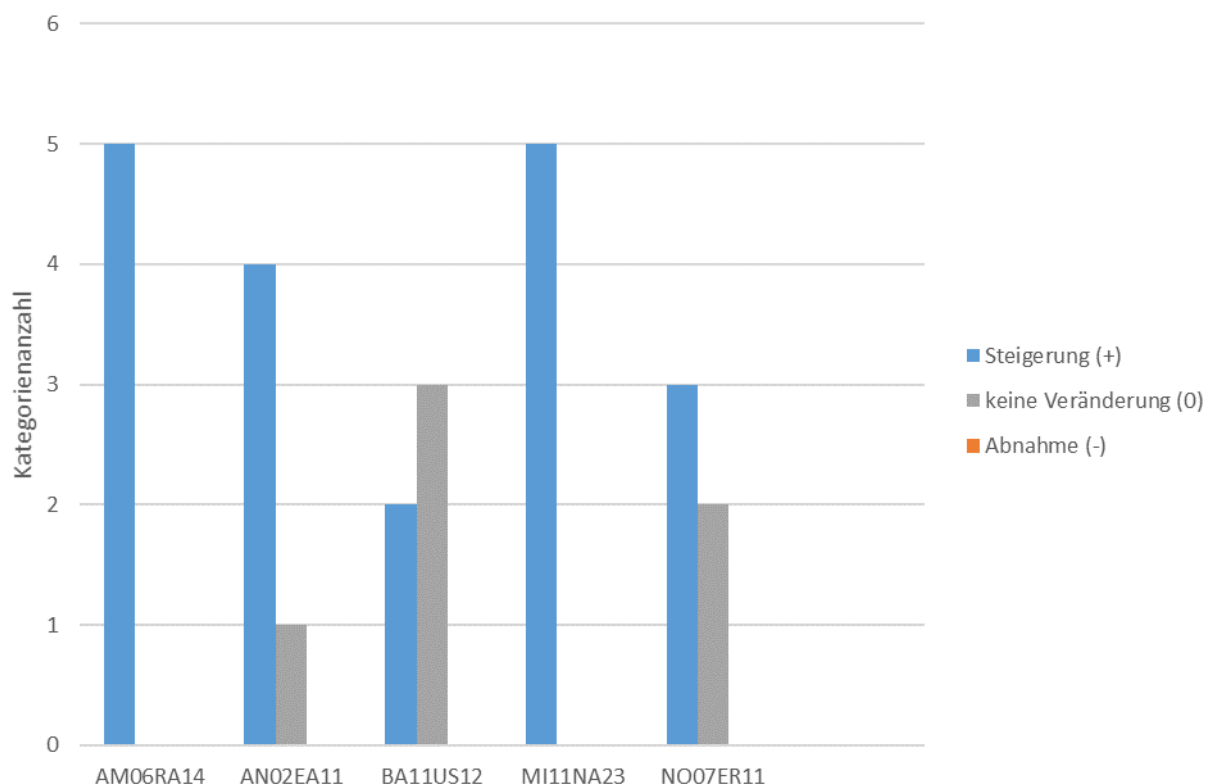


Abbildung 6.4: Auswertung nach Schüler/innen zu Aufgabenblatt – „Physik des Tauchens“

6.2.1 Brainstorming zu „Physik“ und „Tauchen“

Schüler/in AM06RA14

Die erste Antwort auf die Frage nach einem ersten Brainstorming zu den Begriffen Physik und Tauchen, ergab den Druck als Ergebnis. In diesem Zusammenhang wurde der Druckausgleich genannt, den man nach dem Tauchen machen muss. Eine Analogie zum Fliegen wurde hierbei hergestellt (TS-VI AM06RA14, Z. 36-45).

Im Nachinterview blickte der/die Schüler/in auf die Intervention zurück und nannte die Thematik mit Schwimmen bzw. Tauchen eines Körpers, Sauerstoffverbrauch und Tauchflasche, sowie den Druck als Verbindung von Physik und Tauchen (TS-NI AM06RA14, Z. 4-12).

Vor der Intervention wurde lediglich der Druck mit der Physik beim Tauchen in Verbindung gebracht. Nach der Einheit hingegen wurden zusätzliche Themen, wie der Tauchmechanismus, sowie der Sauerstoffverbrauch erwähnt. Die Person erfuhr in dieser Frage einen Wissenszuwachs, da weitere Themen des Tauchens mit der Physik verbunden werden konnten.

Schüler/in AN02EA11

Der/die Schüler/in zählte neben dem Druckthema auch die Taucherkrankheit als physikalische Aspekte des Tauchens auf. Die Auswirkungen der Taucherkrankheit (Luftblasen im Blut) wurden ebenso genannt (TS-VI AN02EA11, Z. 23-32).

Die Befragung nach der Intervention ergab, dass das Thema Druck anfänglich ebenso präsent war. Zusätzlich wurde Tauchen als isotherme Zustandsänderung für den Körper beschrieben, da sich Druck und Volumen bei gleichbleibender Temperatur verändern. Die Thematik des Luftbedarfes und der Sauerstoffflasche wurde ebenso als physikalischer Aspekt beim Tauchen erwähnt (TS-NI AN02EA11, Z. 21-25).

Wenn man die beiden Interviews vergleicht, so kann man erkennen, dass nach der Intervention mehr physikalische Themen mit dem Tauchen in Zusammenhang gebracht werden konnten. Nicht zu vernachlässigen jedoch ist, dass im Nachinterview die Taucherkrankheit nicht mehr erwähnt wurde. In Summe gesehen jedoch lässt die Gegenüberstellung der beiden Antworten einen Wissenszuwachs erkennen.

Schüler/in BA11US12

Vor der Intervention konnte die befragte Person die Begriffe Auftrieb und Dichteunterschied mit der Physik und dem Tauchen in Verbindung bringen. Der Auftrieb wurde mit einem weniger dichten Objekt in einem dichteren Medium assoziiert. Dabei wurde erwähnt, dass das Objekt nur unter vorstehend genannter Bedingung einen Auftrieb erfährt (TS-VI BA11US12, Z. 24-27).

Im Nachinterview konnte der/die Schüler/in das Schwimmen bzw. Tauchen eines Körpers ausführlich erklären. Die Abhängigkeit dieses Phänomens von der Dichte wurde erwähnt. Weiters wurde noch die Luft in der Atemflasche und der höhere Verbrauch der Luft, je tiefer man taucht, genannt (TS-NI BA11US12, Z. 28-41).

Der Vergleich der beiden Interviews zeigt, dass die Anzahl der physikalischen Themen für das Tauchen erhöht wurde. Bei beiden Befragungen wurden aufzählende Antworten gegeben. Eine Wissenssteigerung aufgrund der höheren Anzahl an physikalischen Aspekten hat die Person in dieser Fragestellung somit erlangt.

Schüler/in MI11NA23

Die befragte Person konnte im Vorinterview die Physik und das Tauchen mit der Veränderung des Druckes mit der Tiefe, dem Verbrauch von Sauerstoff und dem

Druckausgleich in Verbindung bringen. Nähere Erklärungen wurden trotz Nachfrage im Interview nicht ausgeführt (TS-VI BA11US12, Z. 33-47).

Während der Befragung nach der durchgeführten Einheit wurde der Druck und die Sauerstoffflasche zunächst thematisiert. Die Steigerung des Druckes mit zunehmender Tauchtiefe wurde hier erklärt, sowie dies als Grund für Tauchstopps gesehen. Das Gleichgewicht bzw. Ungleichgewicht der Auftriebskraft und Erdanziehungskraft konnte für die Phänomene des Schwimmens, Tauchens und Schwebens ausgeführt werden. Schlussendlich wurde die Physik als Grundlage für das gesamte Tauchen und die Ausrüstung erklärt (TS-NI BA11US12, Z. 27-42).

Wenn man das Vor- und Nachinterview dieser Person vergleicht, so lässt sich erkennen, dass nach der Intervention die Themen ausführlicher erklärt werden konnten. Zusätzlich wurde die Thematik Tauchen-Schwimmen-Schweben genannt und erklärt. Diese wurde im Vorinterview nicht platziert. Das Ergebnis für diese/n Schüler/in ist somit eine Wissenssteigerung.

Schüler/in NO07ER11

Die Begriffe Druck, Dichte, Erdanziehungskraft und Druckunterschied konnten eingangs durch die befragte Person aufgezählt werden. Zum Druckunterschied wurde die Gefahr des Platzens von Tiefseefischen bzw. die Zerstörung des Trommelfells beim Auftauchen hervorgehoben (TS-VI NO07ER11, Z. 21-28).

Die Befragung nach der Intervention dominierte wiederum das Druckthema. Zusätzlich zum Druck wurde die Luftflasche als physikalisches Thema genannt, wobei eine genauere Erklärung nicht stattfand. Die Bewegung des Tauchers und die Verweilzeit unter Wasser wurden ebenso als physikalische Themen erachtet (TS-NI NO07ER11, Z. 27-37).

Es wurden in beiden Interviewphasen nur ein paar Themen genannt, wobei die Anzahl konstant blieb. Die Themen änderten sich allerdings. Eine genauere Erklärung konnte bei der Befragung sowohl vor, als auch nach der Intervention, nicht ausgeführt werden. Aufgrund der beschriebenen Umstände hat sich das Wissen nicht verändert und der Wissensstand ist für die in den Fokus gestellte Person konstant geblieben.

6.2.2 Schwimmen und Tauchen

Schüler/in AM06RA14

Im Vorinterview konnte der/die Schüler/in die Dichte in Verbindung mit dem Begriff Schwimmen bringen. Eine kleinere Dichte des Körpers bewirkt das Schwimmen des Körpers. Für das Tauchen konnte hier kein Zusammenhang hergestellt werden. Es wurde lediglich als Bewegung eines Körpers unter Wasser beschrieben (TS-VI AM06RA14, Z. 59-62).

Im Zuge des Nachinterviews wurde das Sinken bzw. Schwimmen eines Körpers detaillierter beschrieben. Die Erdanziehungskraft und die Auftriebskraft konnten hierfür genannt werden und detaillierter beschrieben werden. Ebenso wurde dies mit dem Dichteunterschied zwischen Wasser und Körper ergänzend erklärt (TS-NI AM06RA14, Z. 14-26).

Die befragte Person konnte ihren Wissensstand steigern, da die Erklärungen nach der Intervention auch die Kräfte (Auftrieb, Erdanziehung) berücksichtigten und detaillierter ausfielen.

Schüler/in AN02EA11

Die Person AN02EA11 nannte das Tote Meer als Beispiel, dass man (Anm. der Körper des Menschen) hier an der Oberfläche schwimmt, und in weiterer Folge in diesem Zustand auch verbleibt. Dies wurde mit dem Salzgehalt begründet. Im normalen Ozean ist dies nicht der Fall, da das Schwimmen dort in gewohnter Art und Weise stattfindet. Als Grund für die Tatsache im toten Meer wurde ansatzweise eine Erklärung mit Masseausgleich versucht. Diese konnte dann allerdings nicht näher beschrieben werden (TS-VI AN02EA11, Z. 49-55)

Bei der Befragung nach der Intervention wurde der Aspekt des Schwimmens mit dem Einfluss der Erdanziehungskraft bzw. des Auftriebes in Verbindung gebracht. Als einfließende Größen wurden die Masse, Fläche, Oberfläche und Druck genannt (TS-NI AN02EA11, Z. 30-35).

Die physikalische Erklärung für das Schwimmen wurde nach der Intervention präziser ausgeführt. Die Größen wurden ebenso erwähnt, obwohl hier anzumerken ist, dass der Druck keinen direkten Zusammenhang darstellt. Es kann hier aufgrund der Ausführungen ein Wissenszuwachs der Person zugeordnet werden.

Schüler/in BA11US12

Ein Körper mit einer geringeren Dichte als das Medium schwimmt, ansonsten taucht er unter. Wenn er die gleiche Dichte hat, schwimmt er, außer man drückt ihn hinunter. Zusammenfassend argumentierte die befragte Person die soeben beschriebenen Themen Schwimmen und Tauchen (TS-VI BA11US12, Z. 34-37).

Nach der Intervention wurde ebenso die unterschiedliche Dichte des Körpers und des Mediums als die Begründung für das Tauchen und Schwimmen genannt. Es wurde dabei auch genannt, welche Dichten vorherrschen müssen, damit die Fälle eintreten (TS-NI BA11US12, Z. 28-32).

Die Person stütze sich vor und nach der Intervention auf die Dichte des Körpers und des Mediums. Sie erklärte bei beiden Befragungen in welchen Fällen ein Schwimm- bzw. Tauchvorgang vorliegt. Resultierend daraus hat sich das Wissen in diesem Themenbereich nicht verändert und ist konstant geblieben.

Schüler/in MI11NA23

Der Aspekt des Schwimmens oder Tauchens von Körpern wurde mit der Dichte des Körpers und des Wassers in Verbindung gebracht. Eine genauere Beschreibung konnte trotz Nachfrage im Zuge des Interviews nicht vorgenommen werden (TS-VI MI11NA23, Z. 50-52).

Die Erdanziehungskraft und die Auftriebskraft wurden als wichtige Größen für den Grund, ob ein Körper schwimmt oder taucht identifiziert. Schwimmen bzw. Tauchen ist das Resultat aus dem Ungleichgewicht der beiden genannten Kräfte. Hierbei wurde allerdings das Schweben mit einem Kräfteungleichgewicht unkorrekt beschrieben. (TS-NI MI11NA23, Z. 31-42).

Die physikalische Betrachtung des Schwimm- bzw. Tauchvorganges konnte um den Kräftebegriff erweitert und somit spezifiziert werden. Das Schweben wurde physikalisch allerdings falsch gedeutet. In Summe gesehen konnte diese/r Schüler/in zu dieser Themenstellung jedoch einen Wissenszuwachs erlangen.

Schüler/in NO07ER11

Im Vorinterview wurde dieses Thema nicht explizit behandelt.

Im Zuge der Befragung nach der Intervention wurde der Dichteunterschied als Grund für das Schwimmen bzw. Tauchen genannt und ebenso das Archimedische Prinzip erwähnt (TS-NI NO07ER11, Z. 40-43).

Die Veränderung des Wissensstandes konnte nicht ermittelt werden, da im Vorinterview diese Thematik nicht angesprochen wurde und somit keine Referenz für eine etwaige Beurteilung vorliegt.

6.2.3 Tauchausrüstung

Schüler/in AM06RA14

Neoprenanzug (Schutz vor Kälte), Sauerstoffflasche inkl. Schnorchel (Atmung), Flossen (zum schnelleren Schwimmen) und Brille (Sicht) konnten genannt werden und mit den in Klammer angeführten Begriffen hinsichtlich Notwendigkeit untermauert werden. Die Frage nach dem Inhalt der Tauchflasche wurde mit 80% Sauerstoff beantwortet. Der Sauerstoff soll nur beim Einatmen der Flasche entzogen werden und kann anschließend dem Körper zugeführt werden. Der Druck wurde bei der Tauchdauer erwähnt und die Tauchdauer anschließend auf Nachfrage zögerlich mit der Tiefe in Verbindung gebracht (TS-VI AM06RA14, Z. 83-138).

Im Zuge des Nachinterviews wurde der Fokus auf die Tauchflasche gelegt und ausführlich die Thematik bezüglich des Druckes und der Tiefe physikalisch erläutert. Es wurde die sinkende Tauchdauer aufgrund der Zunahme des Druckes mit steigender

Tiefe erläutert und genauso erklärt, wie es möglich ist mit einer vom Volumen her betrachtet kleinen Flasche eine geraume Zeit zu atmen (TS-NI AM06RA14, Z. 27-51).

Die Thematik rund um die Tauchflasche konnte nach der Intervention gut erläutert werden und zeigt eine Wissensverbesserung zum Vorinterview. Die anderen Ausrüstungsgegenstände wurden im Nachinterview nicht behandelt und werden dadurch nicht weiter fokussiert. Daraus leitet sich eine Wissenssteigerung für dieses Gebiet für den/die betreffende/n Schüler/in ab.

Schüler/in AN02EA11

Es wurden im Vorinterview die Taucherbrille (Augen), Schnorchel, Neoprenanzug (Körperwärme), Unterwasserkamera (Filmen), Schwimmflossen (schnelles Tauchen) und Sauerstoffflasche (Sauerstoffzufuhr) als Tauchgegenstände aufgezählt und begründet (TS-VI AN02EA11, Z. 61-71).

In der nachfolgenden Befragung wurde die Taucherbrille, der Taucheranzug, Flossen, Unterwasserkamera und Sauerstoffflasche genannt. Ergänzend dazu wurde der Atemvorgang mit dem unterschiedlichen Druckzustand in der Flasche und bei der Atmung erläutert (TS-NI AN02EA11, Z. 36-51).

Bei der Befragung während des Nachinterviews wurde der Atemvorgang erklärt, wobei die anderen Tauchgegenstände nicht betrachtet wurden. Im Interview vor der Intervention wurden die Gegenstände erläutert, jedoch die Atmung mit der Luftflasche nicht. In beiden Fällen wurden die Ausrüstungsgegenstände aufgezählt. Resultierend aus den beschriebenen Umständen kann somit weder eine Wissenszunahme, noch eine Wissensabnahme begründet werden und daher konnte keine Veränderung festgestellt werden.

Schüler/in BA11US12

Neoprenanzug (Kälte), Taucherbrille (Sicht), Flossen und Sauerstoffflasche (Atmung) wurden als Ausrüstungsgegenstände im Vorinterview genannt. Ergänzend dazu wurde erklärt, dass die Luft in der Flasche komprimiert ist (hoher Druck) und daher auch die Atmung trotz voluminös kleiner Flasche über einen Zeitraum funktioniert (TS-VI BA11US12, Z. 40-55).

Bei der Befragung nach der Intervention wurden die Tauchgegenstände genannt und die Atmung und der damit zusammenhängenden Druckthematik erklärt (TS-NI BA11US12, Z. 44-61).

Die Antworten waren im Vor- und Nachinterview ausführlich. Somit wurde ein konstanter Wissensstand zu diesem Thema attestiert.

Schüler/in MI11NA23

Bei der Befragung vor der Intervention wurden die Taucherbrille (Sicht), die Flossen (Tauchgeschwindigkeit), Neoprenanzug (Kälte) und die Sauerstoffflasche (Atmung) genannt. Ergänzend dazu wurde erklärt, dass die Atmungsdauer von der Tiefe abhängt, jedoch konnte dies nicht begründet werden (TS-VI BA11US12, Z. 71-80).

Im Nachinterview wurden wiederum die Ausrüstungsgegenstände erklärt und auch die Tatsache, dass die Tauchdauer von der Tiefe abhängig ist. Ergänzend zum Vorinterview wurde allerdings noch der Atmungsvorgang mit dem Druckunterschied zwischen Flasche und Atmung durch den Menschen erklärt (TS-NI BA11US12, Z. 45-63).

Anhand der obigen Ausführungen hat sich der Wissensstand der Person zu diesem Thema erhöht.

Schüler/in NO07ER11

Die Ausrüstungsgegenstände Sauerstoffflasche (Atmung), Wärmekleidung (Kälte), „Froschfüße“ (Fortbewegung) und Verbindungsseil (Verbindung zum Boot) wurden im Vorinterview samt der in Klammer stehenden Begriffe beim Vorinterview genannt. Der Inhalt der Flasche wurde als gut komprimiert erörtert und kann dadurch für eine gewisse Zeit das Auslangen finden. Die Einflussgrößen für die Tauchdauer wurden in der körperlichen Müdigkeit und der Kälte im Wasser gesehen (TS-VI NO07ER11, Z. 55-85).

Im Zuge des Nachinterviews wurden dieselben Gegenstände genannt und auch hinsichtlich Tauchdauer wurde wiederum die Ausdauer des Tauchers vorrangig genannt. Nach gezielter Nachfrage wurde die Tiefe ebenso als abhängige Größe erachtet (TS-NI NO07ER11, Z. 46-83).

Die Antworten waren bei beiden Interviews sehr ähnlich. Die Abhängigkeit von Tauchdauer und Tiefe wurde erst bei gezielter Nachfrage bejaht und daher wurde dieser ein geringer Stellenwert zugeordnet. Somit konnte keine Veränderung des Wissensstandes festgestellt werden.

6.2.4 Lungenriss

Schüler/in AM06RA14

Der Begriff des Lungenrisses war der interviewten Person vor der Intervention nicht bekannt (TS-VI AM06RA14, Z. 141-143).

Nach der durchgeführten Einheit wurde der Lungenriss durch Expansion des Lungenvolumens bei zu schnellem Auftauchen und dem damit resultierenden Lungenriss erläutert. Abhilfemaßnahme durch langsames Auftauchen wurde ebenso erwähnt (TS-NI AM06RA14, Z. 54-57).

Der Vergleich der beiden Wissensstände zeigt einen Wissenszuwachs.

Schüler/in AN02EA11

Die Person kannte den Lungenriss vor der Intervention nicht (TS-VI AN02EA11, Z. 41-43).

Die Befragung nach der Einheit brachte zum Ergebnis, dass der Lungenriss als Resultat einer Expansion des Volumens bei zu schnellem Auftauchen hervorgerufen wird. Langsameres Auftauchen und Pausen beim Auftauchen konnten als Maßnahmen zur Prävention genannt werden (TS-NI AN02EA11, Z. 77-81).

Der Vergleich der beiden Antworten zeigt eine Wissenszunahme.

Schüler/in BA11US12

Im Zuge der Thematisierung der Taucherkrankheiten im Interview vor der Intervention wurde zunächst die Ausdehnung der Luft in der Lunge bei zu schnellem Auftauchen genannt. Die Auswirkung wurde mit möglichen Schäden bzw. dem Platzen der Lunge beschrieben (TS-VI BA11US12, Z. 67-70).

Im Zuge des Nachinterviews konnte der Lungenriss ebenso beschrieben werden. Hierbei wurde allerdings nicht auf das Volumen in der Lunge, sondern auf die unterschiedlichen Drücke eingegangen (TS-NI BA11US12, Z. 70-73).

Der Lungenriss war vor und nach der Intervention der befragten Person bekannt. Die Erklärungen waren unterschiedlich, wobei in beiden Varianten ausreichend. Aus diesem Grund ist der Wissensstand vor und nach der Einheit am gleichen Level.

Schüler/in MI11NA23

Der Lungenriss war vor der Intervention bereits bekannt und wurde auch beschrieben (TS-VI BA11US12, Z. 113-122).

Ergänzend zur Beschreibung des Lungenrisses wurde nach der Intervention eine Maßnahme zur Prävention beschrieben. Hierbei wurde erklärt, dass man alle 10 m einen Tauchstopp einlegen soll und Atmen, damit sich das Lungenvolumen an den vorherrschenden Druck anpassen kann (TS-NI BA11US12, Z. 77-98).

Der Lungenriss war vor und nach der Einheit bekannt, jedoch wurde nach der Einheit eine Maßnahme zur Prävention ergänzend beschrieben. Somit konnte das Wissen erweitert werden und ein Wissenszuwachs festgestellt werden.

Schüler/in NO07ER11

Der Lungenriss war vor der Einheit der interviewten Person nicht bekannt (TS-VI NO07ER11, Z. 32-33).

Der Lungenriss war der Person nach der Intervention bekannt und als Maßnahme wurde langsames Auftauchen genannt (TS-NI NO07ER11, Z. 98-113).

Es kann bei Vergleich der Interviews eine Wissenssteigerung nach der Intervention festgestellt werden.

6.2.5 Henry-Gesetz und „Die Taucherkrankheit“

Schüler/in AM06RA14

Die Taucherkrankheit wurde als Ergebnis des zu schnellen Auftauchens und daraus resultierender Ohnmacht und Schwindelgefühl vor der Intervention betrachtet. Zusätzlich wurde das mögliche Platzen von Organen genannt (TS-VI AM06RA14, Z. 48-52). Das Henry-Gesetz war der befragten Person nicht bekannt (TS-VI AM06RA14, Z. 144-146).

Die Taucherkrankheit und dem das zugrunde liegende Henry-Gesetz konnten nach der Intervention erklärt werden. Es wurde auf den Partialdruck eingegangen und die daraus resultierende Bläschenbildung näher beschrieben (TS-NI AM06RA14, Z. 57-61 & Z. 81-90).

Im Nachinterview wurde das Henry-Gesetz und die Taucherkrankheit beschrieben und somit zeigt der Vergleich zum Interview vor der Intervention eine Wissenszunahme.

Schüler/in AN02EA11

Die Taucherkrankheit konnte bereits im ersten Interview mit zu schnellem Auftauchen und Luftbläschenbildung im Blut in Zusammenhang gebracht werden (TS-VI AN02EA11, Z. 29-33). Das Henry-Gesetz kannte die interviewte Person nicht (TS-VI AN02EA11, Z. 87-89).

Beim Nachinterview wurde ebenso die Bläschenbildung im Blut erwähnt (TS-NI AN02EA11, Z. 73-75). In Ergänzung dazu wurden der Partialdruck und die Konzentration des Gases in der Flüssigkeit mit dem Henry-Gesetz in Verbindung gebracht.

Das Henry-Gesetz war vor der Intervention nicht bekannt und konnte nach der Intervention mit Begriffen in Zusammenhang gebracht werden. Das Wissen zur Taucherkrankheit blieb konstant. Somit ist das gesamte Resultat eine Wissenssteigerung für die betreffende Person in dieser Themenstellung.

Schüler/in BA11US12

Vor der Intervention konnten zur Taucherkrankheit und zum Henry-Gesetz keine Aussagen getätigt werden (TS-VI BA11US12, Z. 75-85).

Im Zuge der Befragung nach der Einheit wurde die Taucherkrankheit anhand des Henry-Gesetzes (Bildung von Luftbläschen im Blut) erklärt (TS-NI BA11US12, Z. 74-78).

Es kann ein Wissenszuwachs erkannt werden, da nach der Intervention die Taucherkrankheit und das Henry-Gesetz beschrieben werden konnten und davor keine Ausführungen getätigt werden konnten.

Schüler/in MI11NA23

Die Taucherkrankheit und das Henry-Gesetz waren vor der Intervention nicht bekannt (TS-VI BA11US12, Z. 126-134).

Dem Henry-Gesetz wurden der Partialdruck und die Lösung aus der Flüssigkeit zugeschrieben. Die Taucherkrankheit konnte ebenso mit der Bläschenbildung im Blut dargestellt werden (TS-NI BA11US12, Z. 104-113).

Es konnte aufgrund obiger Ausführungen ein Wissenszuwachs festgestellt werden.

Schüler/in NO07ER11

Die Taucherkrankheit war im Vorinterview der befragten Person nicht bekannt und das Henry-Gesetz wurde bei dieser Befragung nicht thematisiert (TS-VI NO07ER11, Z. 47-49).

Die Bläschenbildung im Blut als Schlagwort und die Verbindung mit dem Henry-Gesetz wurden im Nachinterview angeführt. Eine genauere Erklärung wurde nicht getätigt (TS-NI NO07ER11, Z. 89-97).

Obwohl die Themen nicht detailliert erklärt werden konnten, wurden wichtige Schlagwörter genannt. Vor der Intervention konnte kein Wissen dazu verzeichnet werden. Aufgrund dieser Tatsachen wird dieser Person ein Wissenszuwachs zu diesem Thema zugeschrieben.

6.2.6 Feedback der Teilnehmer/innen

Das Feedback der Lernenden aus den Nachinterviews wird in diesem Abschnitt angeführt. Die nachstehenden Kommentare verstehen sich als positives Feedback für die Durchführung der Aufgabe:

- Arbeitshilfen waren hilfreich (TS-NI BA11US12, Z. 24-25; TS-NI MI11NA23; Z. 20; TS-NI NO07ER11, Z. 17-18)
- Die gewählte Form wurde gegenüber der Kärtchenform aus Aufgabenblatt 1 bevorzugt (TS-NI NO07ER11, Z. 17-18)
- Experiment und Krankheiten war interessant (TS-NI MI11NA23, Z. 9-10)
- Realitätsnahes Beispiel bzw. Aufgabenstellungen (TS-NI NO07ER11, Z. 9)

Die nachstehenden Feedback-Inputs wurden durch die Schüler/innen in den Nachinterviews als Vorschläge zur Verbesserung genannt:

- Genauen Weblink bei Internetrecherche angeben, da mittels Internetsuche der/die Schüler/in nichts finden konnte (TS-NI BA11US12, Z. 19-22)
- Beschreibung des Atemvorganges wurde als zu zeitintensiv empfunden (TS-NI MI11NA23, Z. 12-14)
- Benötigte Informationen nicht vollständig, da Flaschengröße gefehlt hat und recherchiert werden musste (TS-NI NO07ER11, Z. 13-15)

7 Diskussion und Adaptierungsvorschläge der Aufgaben

In diesem Kapitel werden die erstellten Aufgaben zunächst diskutiert. Die Basis hierfür stellen sowohl das Aufgabendesign samt Erstellung, als auch die Evaluierungsergebnisse dar. Aus den Resultaten dieser Diskussion werden in weiterer Folge Adaptierungsmaßnahmen abgeleitet und näher beschrieben. Zusätzlich wird für die Verbesserung der Aufgaben das Feedback der Schüler/innen aus den Nachinterviews ebenso berücksichtigt, wie eigene Beobachtungen während der Intervention. Ergänzend wurden noch die Mitschriften von Schüler/innen beachtet. Die Bereitstellung der Mitschriften war allerdings freiwillig. Diese wurden nur teilweise von den Lernenden zur Verfügung gestellt.

Die überarbeiteten Aufgabenblätter sind im Anhang 10.6 („Physik des menschlichen Körpers“) bzw. im Anhang 10.12 („Physik des Tauchens“) angefügt. Es wurde die Adaptierungsmaßnahmen aus Kapitel 7.1 bzw. Kapitel 7.2 berücksichtigt.

7.1 Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“

Die Evaluierung bzw. Auswertung des Aufgabenblattes „Physik des menschlichen Körpers“ wurde in Kapitel 6.1 bereits durchgeführt. Als Ergänzung zu Abbildung 6.1 und Abbildung 6.2 sind in Tabelle 7.1 die Wissensveränderungen der einzelnen Proband/innen zu den jeweiligen Kategorien dargestellt. Zusätzlich zu den einzelnen Kategorien werden noch allgemeine Themen, wie Form, Umsetzung etc. auf Basis des erhaltenen Feedbacks diskutiert.

Tabelle 7.1: Zusammenfassung – Vergleich Wissensveränderung Vor- und Nachinterview bei „Physik des menschlichen Körpers“ der befragten Personen (Steigerung: +; keine Veränderung: 0; Abnahme: -)

	BE05TH11	DA08SO11	EL08KO13	JA06AN14	MA09AS11	NO07ER12
Verbindung der Begriffe „Physik“ und „Menschlicher Körper“	0	+	+	+	-	+
Wärmeübertragungsmechanismen	+	+	+	0	0	+
Körpertemperatur	+	+	+	+	-	+
Bekleidung	0	+	+	0	0	0
Fieber	+	+	0	0	+	+
Schwitzen	0	0	+	0	0	+

Aus Tabelle 7.1 lässt sich eindeutig erkennen, dass einige Themen positive Veränderungen für die Schüler/innen zeigten, viele hingegen allerdings auch keine Auswirkung zeigten. Die möglichen Gründe hierfür werden aufgrund des vorliegenden Datenmaterials thematisch behandelt.

Das Thema Verbindung von „Physik“ und „Menschlicher Körper“ wurde im Aufgabenblatt primär mit den ersten fünf Fragen abgedeckt, wobei hier der Energieinhalt und die Energieerhaltung in den Mittelpunkt gestellt wurden. Die Nachinterviews in Kapitel 6.1.1 zeigen, dass hier bei jeder befragten Person die Wörter „Energie“, „Wärme“ oder beide zusammen im Zuge der Erklärungen genannt wurden. Der/die Schüler/in BE05TH11 bezeichnete die Einführung in das Thema sogar als sehr angenehm. Im Zuge der Aufgabenerstellung wurde hier versucht, einen sanften Einstieg in das Thema zu ermöglichen. Während der Ausführungen konnte man auch die unterschiedliche Herangehensweise der Lernenden beobachten. Manche Schüler/innen versuchten konkret sämtliche Zutaten (z.B. Zwiebel, Salat) sehr genau zu suchen, andere hingegen berechneten die Nahrungsinhalte mit kompakten Positionen (z.B. Kebap). Subjektiv konnte während der Intervention eine sehr konzentrierte und motivierte Arbeit der Probanden/innen in diesem Abschnitt wahrgenommen werden.

Der zweite Teil des ersten Bereichs zielte auf die Schülervorstellung des Energieverbrauchs ab und zusätzlich gibt diese Frage anhand der Energieerhaltung einen Einstieg in die Energiebilanzierung. Interessant war hier beispielsweise die Mitschrift im Zuge der Intervention von Person BE05TH11:

„Es stimmt schon, dass was man aufnimmt auch wieder verbrauchen sollte. Aber so leicht ist es nicht, da es Grundkörperfunktion hier nicht berücksichtigt.“

Man erkennt an der Aussage, dass hier die Energieerhaltung sofort in den Fokus gestellt wird. Im zweiten Satz hingegen wird von dem/der Schüler/in verständlich gemacht, dass es nicht ganz so einfach erklärt werden kann. Eine tiefere Auseinandersetzung mit diesem Thema wird hier allerdings nicht getätigt. Gemäß Kapitel 5.1.3 hätte diese Fragestellung zunächst auf offene und geschlossene Systeme, sowie auf deren Energieveränderungen eingehen sollen. Auf diese wurde allerdings weder bei dem/der genannten Schüler/in, noch bei den anderen Personen eingegangen. Im Sinne der Verbesserung dieser Aufgabe muss hier die Fragengestaltung angepasst werden. Dazu wird folgendes vorgeschlagen:

- Ergänzende und einführende Erklärung zu den Systemen. Abbildung 5.1 soll zu den Erläuterungen als grafische Ausführung ergänzt werden.
- Statement des Ernährungsberaters soll erhalten bleiben (der Praxisbezug bleibt erhalten)
- Frage 3 soll durch die beiden Fragestellungen 3a und 3b adaptiert werden:

- Frage 3a) *Stellt der menschliche Körper ein offenes oder abgeschlossenes System dar? Begründe deine Aussage schriftlich.*
- Frage 3b) *Interpretiere die Aussage des Energieberaters. Verschriftliche deinen Standpunkt.*

Mittels Ergänzung von Frage 3a) soll nun die Auseinandersetzung mit den Energiesystemen im Allgemeinen, sowie dem menschlichen Körper angeregt werden. Somit wurde mit der Aufgliederung der Frage ebenso das Statement von Schüler/in JA06AN14 beachtet, die/der eine Aufgliederung der Fragen in Unterfragen wünschte.

Als Vorbereitung auf die Rechenaufgaben wurde Aufgabenstellung 5 gewählt. In diesem experimentellen Teil wurde die Körpertemperatur mittels Infrarotthermometer gemessen. In der Intervention konnte beobachtet werden, dass die Schüler/innen selbstständig Messungen durchführten und protokollierten. Interessant war hier die unterschiedliche Art und Weise der Protokollierung, siehe dazu beispielhaft Abbildung 7.1 und Abbildung 7.2. Anzumerken ist hier allerdings, dass im Aufgabenblatt eine skizzenhafte Darstellung des Körpers mit Eintragung der Messwerte gefordert wurde. Person BE05TH11 führte stattdessen eine Tabelle an. Bezugnehmend auf die Anzahl und Lage der Messstellen am Körper wurden keine konkreten Angaben getätigt. Die beiden Schüler/innen führten drei bzw. vier Messungen durch und verteilten diese am Körper.

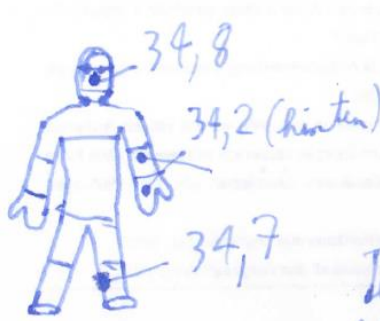


Abbildung 7.1: Messung Körpertemperatur aus Mitschrift von DA08SO11

Stelle	Temp +
Oberarm	34,1 °C
Unterarm	34,3 °C
Handfläche	33,7 °C
Unterschenkel	33,9 °C

Abbildung 7.2: Messung Körpertemperatur aus Mitschrift von BE05TH11

Bezugnehmend auf die Anzahl und Art der Messungen benötigt diese Frage keine weiteren Konkretisierungen. Die Auswahl einer sinnvollen Anzahl von Messungen ist Teil dieser Aufgabenbearbeitung. Als Hilfestellung für die Schüler/innen wäre eine Skizze eines Körpers direkt am Aufgabenblatt hilfreich. Die Ergänzung dieser Skizze würde dazu beitragen, dass jede/r Schüler/in die gleiche Ausgangsbasis für die Eintragung der Messwerte hat. Andererseits würde auch die Zeit, die für die Erstellung der Skizze benötigt wird, eingespart werden und etwaige Diskussionen über die Art der Zeichnungen wären hinfällig. Ergänzend zu den bereits getätigten Ausführungen wurden die Messungen in den Nachinterviews von einigen Probanden/innen thematisiert. Es zeigt sich somit von diesem Aspekt auch, dass die Messung als

Tätigkeit im Zuge der Intervention für die Schüler/innen im Gedächtnis erhalten blieb und somit nicht unwesentlich war.

Ab Aufgabenstellung 8 des Aufgabenblattes wurde der Wärmehaushalt in den Fokus gestellt und hierbei die Aspekte der Wärmeübertragung und Körpertemperatur, sowie der Auswirkungen von Fieber, Bekleidung und Schwitzen thematisiert.

Die Fragestellungen sind hier von Herleitungen und mathematisch-physikalischen Zusammenhängen geprägt. Da die Aufgaben jedoch für das Schüler/innenforschungszentrum und somit die Förderung von begabten Schülern/innen erstellt wurde, wurden diese platziert. Als Unterstützung wurden die Arbeitshilfen ausführlich gestaltet, z.B. sieben Stück für die erste Fragestellung in diesem Bereich (Aufgabenstellung 8).

Gemäß Tabelle 7.1 lässt sich erkennen, dass die Lernenden im Bereich der Körpertemperatur überwiegend einen Wissenszuwachs erlangen konnten. Der Anteil der Personen mit Steigerung bei den Kategorien „Bekleidung“ und „Schwitzen“ war hingegen geringer (jeweils zwei Schüler/innen). Das Thema Fieber brachte für vier Schüler/innen einen Wissenszuwachs. In den nächsten Absätzen werden diese relevanten Themenbereiche nun näher behandelt und auf Optimierung geprüft.

Beim Thema der Körpertemperatur stellt sich zunächst die Frage, weshalb bei Person MA09AS11 hier eine Wissensabnahme erfolgte, da bei sämtlichen anderen Personen eine Wissenszunahme verzeichnet werden konnte. Die Auswertung in Kapitel 6.1.3 zeigt, dass der/die Proband/in MA09AS11 im Nachinterview auf die Konstanz der Körpertemperatur nicht mehr eingegangen ist. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch eine negative Entwicklung bei Person BE05TH11, die den Körper als abgeschlossenes System im Nachinterview interpretierte. Da diese Person das Wissen in anderen Bereich erweitern konnte, kann dieser Effekt aus Tabelle 7.1 nicht erkannt werden und ist nur in der Auswertung (Kapitel 6.1.3) erkennbar.

Aus obigen Interpretationen wird für die Optimierung der Aufgaben hinsichtlich des Themas Körperwärme schlussgefolgert, dass die Systeme (abgeschlossenes bzw. offenes System) im Vorfeld thematisiert werden sollten. Dies hat den Vorteil, dass der/die Schüler/in bereits vor der Konfrontation mit dem Temperaturverhalten des Körpers bereits eine Einführung in die Art der Systeme erhält. Die Adaptierung der Aufgabenstellung 3 und deren ergänzte vorbereitete Erläuterungen sollen für die beschriebenen Adaptierungsmaßnahmen hilfreich sein. Für diese Fragestellung wird somit hinsichtlich der Systeme keine Änderung vorgenommen. Im Zuge der Intervention war bei der Berechnung ersichtlich, dass die Kärtchen nur sehr ungern verwendet wurden, da die Schüler/innen einerseits ohne Hilfestellung die Aufgabe zu bewältigen versuchten und andererseits auch nicht wussten, dass Formeln auf den Kärtchen waren. Zu diesem Zwecke wird die Erstellung einer eigenen Formelsammlung, abgestimmt auf die Aufgabe und Thema, vorgeschlagen. Zusätzlich sollen

die Formeln von den Arbeitshilfen entfernt werden, sodass lediglich Erläuterungen und anregende „lenkende“ Fragen auf den Hilfsmitteln angeführt sein sollen. Die Optimierungen hierzu decken sich auch mit dem Feedback von NO07ER12 bzw. EL08KO13.

Aufbauend auf den Erkenntnissen zur Körpertemperatur und deren Herleitung sollte nun der Wärmehaushalt des Menschen durch verschiedene Maßnahmen verändert werden. Dazu wurde zunächst die Bekleidung und deren Auswirkung in den Mittelpunkt gestellt. Durch den erhöhten Wärmewiderstand der Kleidung ändern sich nun die Wärmeübertragungsmechanismen. Diese Änderung jedoch konnten nur zwei Personen (EL08KO13 und DA08SO11) im Nachinterview thematisieren. Die Antworten der restlichen Schüler/innen waren nicht präzise und sehr allgemein gehalten. Interessant war hier zum Beispiel die Aussage von Proband/in JA06AN14, der/die meinte, dass die Bekleidung Körper von außen wärmt. In Summe gesehen kann anhand der Wissensveränderungen der Schüler/innen festgestellt werden, dass dieses Thema einer Optimierung bedarf. Eine Basis dazu stellt die bereits erörterte Optimierung des „Standard-Wärmehaushalts“ dar, damit die Schüler/innen ein solides Fundament für die Durchführung der Änderungen haben. Eine Verbesserung der Aufgabenstellung soll durch eine Teilung der Fragen erfolgen und eine Ergänzung der benötigten Formeln in der Zusammenstellung:

- Frage 10a) *Berechne die Wärmeleitung durch einen mehrschichtigen Aufbau! (Haut; T-Shirt 0,2 cm; Pullover 0,5 cm)*
- Frage 10b) *Welche Auswirkungen hat dies auf den Wärmehaushalt?*

Fieber als weitere Modifikation des Wärmehaushaltes wurde im Aufgabenblatt ebenso thematisiert. In diesem Zusammenhang wurde der Zustand des Menschen (warm bzw. kalt) bei Fieber in dieses Aufgabenblatt integriert. Dies sollte die unterschiedlichen Begriffe Wärme und Temperatur, sowie deren Zusammenhang mit diesem Thema behandeln. Die Interviews zeigten, dass das Verstehen, weshalb bei wärmerer Temperatur des Körpers man Kälte empfindet und zittert, für die Probanden/innen nicht einfach war. Nach der Intervention nannte der Großteil der interviewten Personen den größeren Temperaturunterschied zwischen Körper und Umgebung als Grund und konnte somit dieses Phänomen physikalisch korrekt erklären. Lediglich zwei Schüler/innen (JA06AN14 und EL08KO13) konnten hierzu keine Erklärungen abgeben. Für diesen Bereich wird keine Optimierungsmaßnahme vorgeschlagen, da die Aufgabenstellung klar war und auch der Großteil der Lernenden das Wissen erweitern konnte und exakte Antworten im Nachinterview geben konnte.

Die Hausmittel wurden in Aufgabenstellung 13 und 14 näher beleuchtet. Hier wurde zunächst versucht, die Schüler/innen über Hausmittel allgemein zu befragen (z.B. Welche gibt es?). Da bereits im Vorfeld im Aufgabendesign (siehe Kapitel 5.1.13)

bedacht wurde, dass Hausmittel unbekannt sein könnten, wurden in den Arbeitshilfen Beispiele dafür genannt. Die weiteren Arbeitshilfen sollten durch das Thema leiten. Dieses Thema wurde bei den Interviews nicht thematisiert. Im Zuge der Intervention konnte beobachtet werden, dass die Hausmittel nicht bekannt sind. Somit stellen die Arbeitshilfen hier eine wichtige Stütze dar. Eine Veränderung der Aufgabenstellungen zu den Hausmitteln wird nicht empfohlen.

Zuletzt wurde Schwitzen noch als Thema in die Aufgabe aufgenommen. Dies sollte eine zusätzliche Veränderung des Wärmehaushaltes darstellen und auch die Interpretation des Schwitzens von Schülern/innen thematisieren. Tabelle 7.1 zeigt, dass die Hälfte der Lernenden das Wissen verbessern konnten. Bei genauerer Untersuchung der Interviews konnte festgestellt werden, dass die Schüler/innen teilweise die Schweißperle als Speicher von Wärme verstanden. Bildlich gesehen transportiert die Perle die Wärme nach außen und bringt somit Wärme aus dem Körper (z.B. BE05TH11). Hingegen konnten zwei andere Lernende (EL08KO13 und MA09AS11) das Verdunsten als wichtigsten physikalischen Vorgang für die Wärmeregulierung beim Schwitzen identifizieren. Da bereits im Aufgabendesign (siehe Kapitel 5.1.15) das Verdunsten als zentraler Aspekt dieses Themas erkannt wurde, wurden die Verdunstungsenergie in der dritten Arbeitshilfe ausführlich erklärt. Die vorliegenden Hilfestellungen wurden als leitende Fragen konzipiert. Während der Intervention konnte gesehen werden, dass nicht alle Schüler/innen diese Aufgaben abarbeiten bzw. beginnen konnten, da die Zeit der Einheit bereits verstrichen war. Obwohl nur die Hälfte der Probanden/innen das Wissen verbessern konnte, wird für diese Aufgabenstellung keine Optimierung vorgeschlagen. Der Grund dafür ist, dass das Schwitzen und Verdunsten bekannte Phänomene darstellen. Die Verbindung der Begriffe und Aufarbeitung benötigt allerdings Zeit, die den Schülern/innen teilweise gefehlt hat.

Allgemein betrachtet wurde die Aufgabe zeitlich zu umfangreich konzipiert, da einige Schüler/innen nicht fertig wurden. Möglich wäre das Aufgabenblatt auf zwei Etappen durchzuführen bzw. den Schülern/innen als eigenständige Projektarbeit auszugeben. Die Person DA08SO11 äußerte als Verbesserungsvorschlag die Verwendung der Sozialform Einzelarbeit anstelle der gewählten Gruppenarbeit. Hier kann allerdings die Lehrkraft frei wählen und den Lernenden eine Einzelarbeit anbieten. Im Zuge von allgemeinen Optimierungsmaßnahmen soll auf jeden Fall eine Formelsammlung mit allen für das Aufgabenblatt bzw. das Thema maßgebenden Formeln den Schüler/innen ausgehändigt werden und die Formeln von den Arbeitshilfen genommen werden. Anstelle der Hilfskärtchen sollte man hier eine übersichtlichere Variante wählen. Die Schüler/innen BE05TH11 und DA08SO11 bezeichneten die Hilfestellungen als nützlich, jedoch wurde von NO07ER12 erwähnt, dass die Verwendung Überwindung bedurfte. Aus eigenen Erfahrungen durch die

Beobachtung der Intervention wurde festgestellt, dass aufgrund der Vielzahl der Kärtchen Schüler/innen die Übersicht verloren. Daher wird vorgeschlagen für jede Frage ein Blatt zu erstellen und die Arbeitshilfen punktweise aufzulisten bzw. auch Fragen und Antworten (FAQ) auf diesem Blatt zu ergänzen. Die bereits genannte Formelsammlung steht allerdings als unabhängiges Instrument zur Verfügung. Der genannte Wunsch nach einem Einführungstext von Schüler/in BE05TH11 ist auch eine Möglichkeit zur Änderung der Aufgaben, jedoch könnte noch geprüft werden ob die Gesamtheit der beschriebenen Maßnahmen nicht ausreichend ist.

7.2 Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“

Kapitel 6.2 behandelte bereits ausführlich die Auswertung der Vor- und Nachinterviews der einzelnen Probanden/innen. Die Änderungen der Wissensstände wurden bereits in Abbildung 6.3 und Abbildung 6.4 grafisch dargestellt und sind zusätzlich in Tabelle 7.2 pro Schüler/in und Themenbereich dargestellt. Das erhaltene Feedback wird zusätzlich bei der Ausführung des Verbesserungspotentials des Aufgabenblattes beachtet.

Tabelle 7.2: Zusammenfassung – Vergleich Wissensveränderung Vor- und Nachinterview bei „Physik des menschlichen Körpers“ der befragten Personen (Steigerung: +; keine Veränderung: 0; Abnahme: -)

	AM06RA14	AN02EA11	BA11US12	MI11NA23	NO07ER11
Verbindung der Begriffe „Physik“ und „Tauchen“	+	+	+	+	0
Schwimmen und Tauchen	+	+	0	+	+
Tauchausrüstung	+	0	0	+	0
Lungenriss	+	+	0	+	+
Henry-Gesetz und „Die Taucherkrankheit“	+	+	+	+	+

Tabelle 7.2 zeigt, dass für Schüler/innen in einigen Bereichen Wissenszuwächse erzielt werden konnten. Das Henry-Gesetz und „Die Taucherkrankheit“ erzielten für die Gesamtheit der Proband/innen einen Wissenszuwachs. Das Thema der Tauchausrüstung brachte eine Steigerung für zwei von fünf Schüler/innen und die Themen Lungenriss und Schwimmen/Tauchen für vier von fünf Lernenden. In den weiteren Ausführungen werden nun diese Resultate näher untersucht und Optimierungsmaßnahmen für die Aufgabenstellungen angeführt und begründet.

Die Verbindung der Begriffe Physik und Tauchen wurde im Aufgabenblatt nicht exklusiv in den Aufgabenstellungen abgebildet. Dennoch wurde diese Thematik in den Interviews angesprochen und wird nun näher beleuchtet. Die Auswertungen in Kapitel 6.2.1 zeigten, dass hier verschiedene Aspekte genannt wurden. Vor der Intervention wurden beispielsweise Begriffe wie Druck, Taucherkrankheit und Auftrieb genannt. Im Nachinterview diente diese Frage ebenso als Einstieg und es konnte durchwegs beobachtet werden, dass die Probanden/innen die neu erlernten Begrifflichkeiten und Themen ebenso nannten. Dadurch konnte hier für die meisten Lernenden ein Wissenszuwachs vermerkt werden. Die Person NO07ER11 konnte bereits vor der Intervention eine vergleichsweise hohe Anzahl an physikalischen Begriffen mit dem Tauchen in Verbindung bringen. Die Tatsache, dass hier von einer guten Wissensbasis ausgegangen wurde, war der Grund für die fehlende Wissenserweiterung. Da bereits ausgeführt wurde, dass hierzu keine Aufgabe konstruiert wurde, kann diesbezüglich keine Optimierung einer Fragestellung getroffen werden. Eine Ergänzung einer zusätzlich einführenden Aufgabe wird nicht vorgeschlagen, da physikalischen Themen zum Tauchen im Verlauf des Arbeitsblattes thematisiert werden.

Das Thema des Schwimmens und Tauchens wurde als erste einführende Fragestellung positioniert. Tabelle 7.2 zeigt, dass die Mehrheit der Schüler/innen das Wissen erweitern konnte. Eine genauere Betrachtung der Auswertung (siehe Kapitel 6.2.2) brachte zum Ergebnis, dass die Person BA11US12 bereits vor der Intervention bereits ausreichend Wissen vorweisen konnte. Daher verzeichnete die Person keine Wissensveränderung. Die Interviews zeigten, dass die Verbindung zum Dichtebegriff bereits vor der Intervention teilweise vorhanden war (AM06RA14, MI11NA23) und nach der Intervention dann exakter beschrieben werden konnte. Bemerkenswert war auch, dass der/die Lernende AN02EA11 bereits das Tote Meer als Beispiel nannte. Genauere Ausführungen wurden jedoch nicht getätigt.

Die zweite und dritte Aufgabenstellung diente als Erweiterung des Themas um das Kräfteverhältnis und das Archimedische Prinzip. Die Betrachtung der Mitschriften zeigte hier unterschiedliche Herangehensweisen zur Beantwortung der Frage. Eine Skizze war in allen vorliegenden schriftlichen Ausführungen enthalten. Drei Personen (AM06RA14, MI11NA23, AN02EA11) fertigten Skizzen an und integrierten darin das Wasser bzw. den Wasserspiegel, einen Körper und mithilfe von Kraftpfeilen die Wirkung der Kräfte. Es wurde jeweils eine auftriebende Kraft und eine entgegengesetzte Kraft eingezeichnet. In den Ausführungen von AM06RA14 (siehe Abbildung 7.3) und MI11NA23 (siehe Abbildung 7.4) wurden die Kräfte F_G und F_A auch zu den Kraftpfeilen ergänzt.

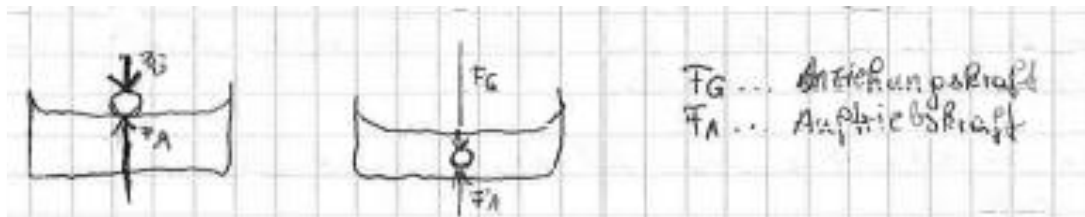


Abbildung 7.3: Skizze Schwimmen/Tauchen aus Mitschrift von AM06RA14



Abbildung 7.4: Skizze Schwimmen/Tauchen aus Mitschrift von MI11NA23

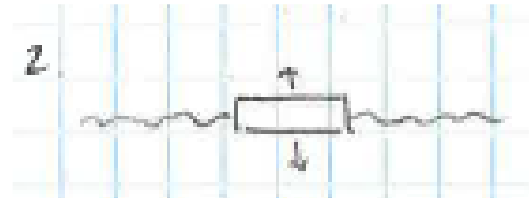


Abbildung 7.5: Skizze Schwimmen/Tauchen aus Mitschrift von AN02EA11

Der/die Schüler/in AM06RA14 fügte diese sogar in einer kleinen Legende an. Zusätzlich kann man in dieser Skizze erkennen, dass die Kraftpfeile unterschiedlich lang gezeichnet wurden. Der Pfeil der Kraft mit dem größeren Betrag, wurde länger dargestellt. Die Mitschrift von AN02EA11 (siehe Abbildung 7.5) weist keine Beschriftung der Kraftpfeile auf. Interessant war noch, dass die Person BA11US12 in Ihren Aufzeichnungen (siehe Abbildung 7.6) den Kräftebegriff vollständig aussparte. Die Bedingungen für Tauchen oder Schwimmen wurden lediglich mit dem Dichteungleichgewicht des Körpers und des Wassers bzw. Fluids in Verbindung brachte.

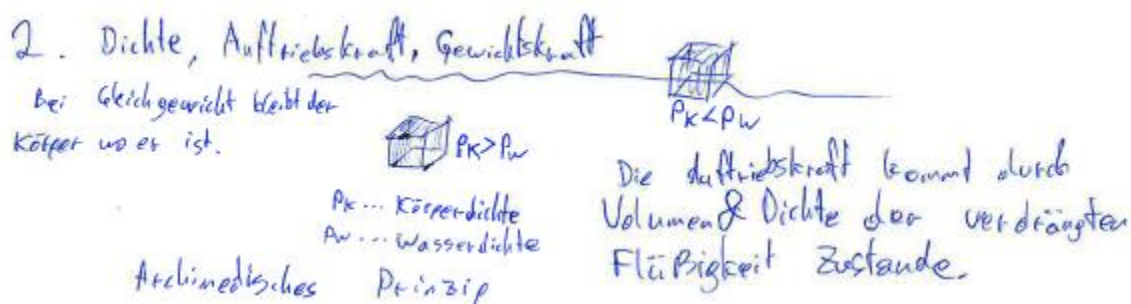


Abbildung 7.6: Skizze Schwimmen/Tauchen aus Mitschrift von BA11US12

Ein Vergleich der Lösungserwartung in Kapitel 5.2.2 und der Ausführungen zeigt, dass hinsichtlich des gewollten Outputs die Frage im Sinne einer Optimierung konkretisiert werden soll. Beispielsweise soll zunächst ergänzt werden, dass der Kräftebegriff hier eine zentrale Rolle spielt und auch eine vollständige Beschriftung der Skizze gefordert wird. Für die gefragten Bedingungen brachten die Personen AN02EA11, MI11NA23 und AM06RA14 die Kräftegleichung bzw. Kräfteungleichung für Schwimmen bzw. Tauchen entweder mathematisch oder mittels textlicher Beschreibung auf Papier. Es sei allerdings erwähnt, dass in der Arbeitshilfe 1 bereits explizit auf Kräfte und deren Ungleichgewicht verwiesen wurde. Es wird dennoch folgende Optimierung in Bezug auf die Formulierung von Fragestellung 2 vorgeschlagen:

- Frage 2a) *Erstelle eine Skizze und gib an welche Kräfte auf den Körper wirken. Beschrifte die Skizze vollständig.*
- Frage 2b) *Wie wirken sich die Kräfte auf das Schwimmen bzw. Tauchen aus?*

Bezugnehmend zum Archimedischen Prinzip konnte im Zuge der Intervention beobachtet werden, dass alle Schüler/innen ein Handy mit Internetempfang zur Verfügung hatten. Eine Diskriminierung lag hier somit nicht vor. Für den Fall, dass Personen keinen Internetzugang gehabt hätten, wurde vorgesorgt, in dem man dann diese Frage in eine Gruppenarbeit spontan umwandeln hätte können. Dennoch konnte beobachtet werden, dass die Lernenden mit der Recherche im Internet teilweise nicht vertraut waren. Person BA11U12 empfahl im Zuge des Feedbacks als Optimierungsvorschlag, die konkrete Homepage für die Recherche festzulegen und den Internetlink direkt auf das Aufgabenblatt zu ergänzen. Im Sinne der Optimierung wird vorgeschlagen, den Weblink nicht direkt auf das Aufgabenblatt zu ergänzen, sodass die Schüler/innen vorrangig ohne Hilfe im Internet nach der Lösung suchen. Als Hilfe soll aber ein zielführender Weblink als Unterstützung auf eine zusätzliche Arbeitshilfe ergänzt werden.

Die Aufgabenstellung 4 bildete den abschließenden Anwendungsfall der Thematik Tauchen und Schwimmen. Die Schüler/innen beantworteten die Frage mit einer textlichen Erklärung. Eine Erweiterung dieser Aufgabe ist durch die Ergänzung einer Herleitung für diesen Anwendungsfall möglich, wie sie in der Lösungserwartung zu dieser Aufgabe (Kapitel 5.2.4) auch skizziert wurde. Damit diese Anweisung den Lernenden auch klar wird, wird im Sinne einer Optimierung empfohlen diese Aufgabe zu teilen:

- Frage 4a) *Warum können Menschen auf Luftmatratzen treiben?*
- Frage 4b) *Stelle eine Gleichung auf, die diesen Anwendungsfall beschreibt.*

Der nächste Aufgabenblock (Aufgabe 5-8) stellte die Atmung in den Fokus und zielte somit auf einen wesentlichen Teil der Tauchausrüstung ab. Da lediglich die Atmung behandelt wurde, wird speziell dieser Teil aus den Auswertungen für eine Prüfung nach Optimierung herangezogen. Beachtenswert war, dass bei einem allgemeinen Vergleich zwischen Vor- und Nachinterviews der Probanden/innen eine Verlagerung des Schwerpunktes hinsichtlich Tauchausrüstung auf die Atmung gelegt wurde. Fragestellung 5 zeigte sich als experimentelle Aufgabe in diesem Aufgabenblatt. Diese Thematik stellte für die Schüler/innen kein Problem dar und zusätzlich stärkt diese Aufgabe die experimentelle Kompetenz der Lernenden.

Bezugnehmend zur Aufgabenstellung 6 wurde von Person MI11NA23 vorgeschlagen, den Absolutwert der Flaschengröße in die Aufgabe aufzunehmen. Da es unterschiedliche Flaschengrößen und Flaschentypen existieren, wurde dieses Feedback als Verbesserungsvorschlag herangezogen. In weiterer Folge stellt die Recherche

nach der Größe der Luftflasche auch keinen physikalischen Aspekt dar. Es wird vorgeschlagen die Aufgabenstellung folgendermaßen abzuändern:

- Frage 6) *Wie lange kann der Mensch mit einer 10 Liter-Taucherflasche auskommen?*

Das Wissen aus Aufgabenstellung 5 diene zur Vorbereitung und sollte somit das verbrauchte Atemvolumen mit dem Volumen der Luftflasche in Verbindung bringen. Diese Aufgabe wurde als Anstoß zum Übergang zur allgemeinen Gasgleichung und deren Spezialisierung auf diesen Anwendungsfall konzipiert. In den vorliegenden Mitschriften konnte die Anwendung der Gasgleichung beobachtet werden. Es konnte die Tauchdauer problemlos unter Annahme eines Flaschendruckes errechnet werden. Diese Aufgabe diene ebenso als Vorbereitung auf Aufgabenstellung 7 und 8. Aufgabe 7 wurde gewählt, um eine selbstständige Recherche zu dem Atemvorgang zu ermöglichen. In den Nachinterviews zeigte sich, dass die Atmung von den Personen BA11US12, MI11NA23, AN02EA11 und AM06RA14 erklärt wurde. Hinsichtlich des benötigten Zeit-aspektes wurde von MI11NA23 genannt, dass diese Aufgabe sehr zeitintensiv war. Aufgabenstellung 8 hingegen stellte wiederum zwei Meinungen vor, die durch die Lernenden geprüft werden sollten. Daraus resultierte ein Konnex zur Frage mit der Tauchdauer (Aufgabenstellung 6) und der Gasgleichung dar. Die Tauchdauer wurde in den Nachinterviews von AM06RA14, MI11NA23 und NO07ER11 auch im Zuge der allgemeinen Fragen über die Tauchausrüstungsgegenstände erwähnt. An den Aufgabenstellungen 7 und 8 wird in der vorhandenen Form festgehalten, da diese, einerseits das genaue Kennenlernen des Atemvorganges fördern sollen, und andererseits auf Basis von zwei Aussagen die Bildung eigenständiger Argumentationen fördern soll. Die Basis hierfür wurde in den vorhergehenden Aufgaben bereits gegeben.

Die abschließenden Fragestellungen thematisierten mögliche Erkrankungen beim Tauchen und stellte in den Aufgabenstellungen 9 und 10 den Lungenriss in den Mittelpunkt. In Tabelle 7.2 ist ersichtlich, dass bis auf Person BA11US12 alle Personen einen Wissenszuwachs vermerken konnten. Bei genauerer Betrachtung der Auswertung dieser Person (siehe Kapitel 6.2.4) ist ersichtlich, dass diese Person bereits vor der Intervention über den Lungenriss Bescheid wusste. Somit konnte diese/r Proband/in das Wissen durch die Intervention nicht erweitern (Deckeneffekt). Von den restlichen Schülern/innen kannte nur MI11NA23 den Lungenriss im Vorfeld und konnte ihn beschreiben. Maßnahmen zur Vermeidung konnten hier ergänzend gemacht werden und somit konnte diese Person durch Aufgabenstellung 10 einen Mehrwert erlangen. Sämtlichen anderen Personen waren der Begriff und die Auswirkungen bzw. Präventionen des Lungenrisses vor der Intervention nicht bekannt. Durch die Einheit konnten sie das Wissen darüber steigern und zogen somit einen Mehrwert aus den Aufgabenstellungen 9 und 10. Die beiden Aufgabenstellungen mit

ihren gewählten Formulierungen und Strukturierungen decken den Lungenriss und dessen Auswirkungen bzw. Maßnahmen dagegen ab und zeigten bei den Schülern/innen hinsichtlich der Wissensveränderungen einen positiven Beitrag. Eine Änderung der Aufgabenstellungen 9 und 10 wird aus den oben ausgeführten Gründen daher nicht vorgeschlagen.

Die Fragen 11 und 12 bilden den Abschluss dieses Aufgabenblattes und befassen sich mit der Thematik der „Taucherkrankheit“ und dem damit in Zusammenhang stehenden Henry-Gesetz. Vor der Intervention zeigte lediglich Person AN02EA11 über die „Taucherkrankheit“ und der damit in Verbindung stehenden Luftbläschenbildung bereits vorhandenes Vorwissen. Person AM06RA14 nannte vor der Intervention Symptome von möglichen Erkrankungen beim Tauchen in allgemeiner Form. Sämtliche andere Probanden/innen konnten zur Taucherkrankheit keine Aussagen vor der Intervention treffen. Das Henry-Gesetz war den Schülern/innen vor der Einheit gänzlich unbekannt. Die Wissensveränderungen der Lernenden zeigen, dass die Gesamtheit der Proband/innen einen Wissenszuwachs erlangen konnten (siehe Tabelle 7.2). Folglich wird die Konstellation mit einführendem Text und anschließender Fragestellung für diesen Bereich als gut erachtet, da die Schüler/innen im Vorfeld mit dieser Thematik nicht vertraut waren. Eine Anpassung dieser Aufgabe wird aufgrund obiger Ausführungen und der Tatsache, dass sämtliche Personen einen Wissenszuwachs erlangen konnten nicht empfohlen.

Bei der Gestaltung der Arbeitshilfen für dieses Aufgabenblatt wurde anstelle der Kärtchenform eine alternative Form gewählt. Hierzu wurde jedem Schüler bzw. jeder Schülerin ein gefalteter A4-Zettel mit in Summe vier Arbeitshilfen ausgehändigt. Die Beschreibung der Faltung und dieser Form der Arbeitshilfen wurde in Kapitel 5.2 beschrieben bzw. in Abbildung 5.2 grafisch dargestellt. Positives Echo dazu gab es von Person NO07ER11, die auch die erste Einheit (Physik und menschlicher Körper) absolvierte. Die Länge der Aufgabe wurde für das Aufgabenblatt Physik und Tauchen kürzer angesetzt (12 anstelle von 16 Aufgabenstellungen). Aus eigenen Beobachtungen während der Intervention konnte beobachtet werden, dass der gewählte Umfang der Einheit für die zur Verfügung stehenden Zeit im Schüler/innenforschungszentrum passender gewählt wurde, als beim vorhergehenden Aufgabenblatt.

Das Experiment und das Thema der Krankheiten fand beispielsweise MI11NA23 interessant und die realitätsnähe der Aufgabe nannte NO07ER11 im Zuge des Nachinterviews. In Summe gesehen zeigte diese Aufgabe anhand von Tabelle 7.2 zusätzlich, dass je Bereich und Person in 19 von 25 Fällen ein Wissenszuwachs erreicht werden konnte. Eine Wissensabnahme konnte nicht beobachtet werden. Es wird empfohlen die beschriebenen Einzelmaßnahmen im Zuge einer Optimierung heranzuziehen, jedoch die Form und Länge des Arbeitsblattes zu belassen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Für das Schüler/innenforschungszentrum wurden in dieser Arbeit, nach anfänglicher Recherche zur Begabtenforschung und zu Merkmalen von Aufgaben, zwei Aufgabenblätter entwickelt. Beide Aufgabenblätter stellten alltägliche Themen dar, deren Beschreibung und genauere Untersuchung wichtige physikalische Begriffe und Mechanismen beinhaltet.

Eine Literaturrecherche zeigte, dass die Begabtendefinition und auch die Modelle dazu unterschiedlich entwickelt wurden. Das Modell der Münchener Hochbegabungsstudie (siehe Abbildung 2.1) verwendet eine Vielzahl an Faktoren, die Begabung beeinflussen und für die Entwicklung dieser Personen relevant sind. Umweltmerkmale sind hierbei ebenso wichtig, da aufgrund der Studie das Umfeld und auch das Klima, in dem sich die Lernenden befinden wichtig sind. Ebenso wichtig sind die verschiedenen Faktoren der Begabung, die für den jeweiligen Leistungsbereich eine wesentliche Rolle spielen.

Das Schüler/innenforschungszentrum der Universität Wien stellt den jugendlichen Personen eine Umgebung dar, in der sie sich mit fachlicher Unterstützung und Eigeninitiative im Fachgebiet der Physik weiterentwickeln können und überdurchschnittliche Leistungen erzielen können. Lernende aus dem Schüler/innenforschungszentrum nehmen an der Physikolympiade (siehe Kapitel 2.1.6.1) bzw. dem Austrian Young Physicists' Tournament (siehe Kapitel 2.1.6.2) teil. Die Teilnahme und die Ergebnisse dieser Schüler/innen spiegeln die Begabung und deren Hinführen zur Entfaltung wider.

Beide Aufgabenblätter wurden vorwiegend für Schüler/innen des Interessentyp B bzw. A erstellt. Daher wurden „Physik des menschlichen Körpers“ und „Physik des Tauchens“ als Kontexte gewählt. Die Ausführung und darauffolgende Auswertung zeigten, dass diese Themen für die Probanden/innen Wissensbereicherungen bescherten. Das Aufgabendesign samt Lösungserwartung wurden für die Aufgabenblätter ausführlich in Kapitel 5 beschrieben (Forschungsfrage 1).

Der Wissensstand der Proband/innen vor der Bearbeitung der Aufgaben wurde durch Vorinterviews abgefragt. Mittels Nachinterviews und dem anschließenden Vergleich der beiden Interviews (siehe Kapitel 6) konnten die aus der Aufgabenbearbeitung resultierenden Veränderungen der Wissensstände verifiziert werden (Forschungsfrage 2). Beim Aufgabenblatt „Physik des menschlichen Körpers“ waren die Wissenszuwächse bei den Schüler/innen sehr unterschiedlich. Die meisten Lernenden konnten das Wissen im Bereich der Körpertemperatur und der damit zusammenhängenden Themen steigern. Bei „Physik des Tauchens“ konnten alle Proband/innen ihr Wissen zum Henry-Gesetz und der „Taucherkrankheit“ vergrößern. Bei dieser Aufgabe konnten alle, bis auf eine Person, im Großteil der betrachteten Themen einen

Wissenszuwachs erlangen. Die ausgenommene Person hatte jedoch bereits vor der Aufgabe ein großes Wissen zu diesem Thema (Deckeneffekt).

Eine weitere Analyse basierend auf die Auswertung aus Kapitel 6, vorliegender Aufgabenlösungen von einigen Schüler/innen und der Feedbackgespräche mit den Lernenden wurde getätigt. Die Erkenntnisse daraus dienten dazu, Maßnahmen für die Weiterentwicklung und Anpassung der Aufgaben zu setzen. Diese sind in Kapitel 7 angeführt (Forschungsfrage 3). Beispielhaft erwähnt sei hier die Aufteilung von umfangreichen Aufgabenstellungen auf zwei separate, bzw. die Präzisierung von Fragestellungen.

Die, in Kapitel 7 genannten, Optimierungsvorschläge dienen als Weiterentwicklung der Aufgaben. Begabte Schüler/innen sollten im Zuge von weiterführenden Arbeiten mit diesen Aufgaben konfrontiert werden. Eine Beurteilung der optimierten Aufgaben könnte mittels qualitativer Analyse (in Analogie zur gegenständlichen Arbeit) durchgeführt werden. Somit wäre durch eine erste Optimierungsschleife ein Vergleich mit den Ergebnissen dieser Arbeit möglich.

Untersucht werden könnte zudem noch in einer eigenen Arbeit, die Erarbeitung weiterer Aufgaben für Schüler/innen aus weiteren Kontexten für Interessentyp B (z.B. Naturvorgänge). Die Untersuchung der Auswirkung dieser Aufgaben auf die Weiterentwicklung des Wissens von begabten Schüler/innen der Sekundarstufe II sollte an dieser Stelle ebenso untersucht werden.

Die Aufgaben könnten allerdings auch für Lernende in Klassen der Sekundarstufe II in Form einer Projektarbeit näher beleuchtet werden. Interessant wäre hier sicherlich die Erstellung weiterer Aufgaben, sodass in Gruppenarbeit (z.B. vier Personen) ein Thema innerhalb eines gewissen Zeitraumes bearbeitet wird. Aufgrund der Tatsache, dass im Schüler/innenforschungszentrum hierzu ungefähr vier Stunden netto Arbeitszeit aufgewendet wurden, wird dies während der regulären Physikunterrichtsstunden nicht fruchtend sein. Raum für die Durchführung können schulische Projekttag geben bzw. sollte auch die Ausarbeitung der Aufgaben in der außerschulischen Zeit angedacht werden. Hinsichtlich der Abhandlung außerhalb des Unterrichts, kann die Erstellung eines Plakats bzw. einer PC-Präsentation, in die Arbeitsaufgabe integriert werden. Damit wäre eine Präsentation des Themas in Form eines Referats im Physikunterricht möglich.

Zusammenfassend konnten die Aufgabenblätter „Physik des menschlichen Körpers“ und „Physik des Tauchens“ erfolgreich erstellt und getestet werden. Damit stehen nun einerseits dem Schüler/innenforschungszentrum zusätzliche Aufgaben zur Verfügung und andererseits haben Lehrer/innen die Möglichkeit diese in den Physikunterricht zu integrieren.

9 Literaturverzeichnis

- AYPT (2016): Austrian Young Physicists' Tournament, abgerufen am 31.12.2016 um 01:45 Uhr: <http://www.aypt.at/>
- Carter, P. & Russel, K. (2003): Der IQ-Test, 2. Auflage, Heidelberg, mvgVerlag
- Czeschlik, T. (1993): Temperamentsfaktoren hochbegabter Kinder, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Lebensumweltanalyse hochbegabter Kinder, Göttingen, Hogrefe-Verlag
- Demtröder, W. (2008): Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme, 5. Auflage, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag
- Elmadfa, I.; Aign, W.; Muskat, E. & Fritsche, D. (2011): Die große GU Nährwert Kalorien Tabelle, 1. Auflage, München, Gräfe und Unzer Verlag
- Ey-Ehlers, C. (2001): Hochbegabte Kinder in der Grundschule – eine Herausforderung für die pädagogische Arbeit unter besonderer Berücksichtigung von Identifikation und Förderung, Stuttgart, ibidem-Verlag
- Feger, B. (1988): Hochbegabung, 1. Auflage, Bern, Verlag Hans Huber
- Feger, B. & Prado, T. (1998): Hochbegabung. Die normalste Sache der Welt, Darmstadt, Primus Verlag
- Feldman, D. H. & Goldsmith, L. T. (1986): Nature's gambit: Child prodigies and the development of human potential, New York, Basic Books
- Fliegler, L. A. & Bish, C. E. (1959): The gifted and talented, Review of Educational Research, 29
- Fröleke, H. (2002): Kleiner Nährwerttabelle der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V., 42. Auflage, Frankfurt am Main, Umschau Buchverlag
- Gagné, F. (2000): Understanding the Complex Choreography of Talent Development through GMGT-Based Analysis, In: Heller, K.A.; Mönks, F.; Passow, A. (Hrsg.): International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent, Oxford New York, Pergamon Press, S. 69-88
- Giancoli, D. C. (2010): Physik Lehr und Übungsbuch, 3. Auflage, Pearson Studium, München
- Gowan, J. C. (1971): The relationship between creativity and giftedness. Gifted Child Quarterly, 14
- Hanses, P. (2009): Stabilität von Hochbegabung, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Hochbegabte und hochleistende Jugendliche, 2. Auflage, Münster, Waxmann Verlag

- Hany, E. A. (2001): Identifikation von Hochbegabten im Schulalter, In: Heller, K. A. (Hrsg.): Hochbegabung im Kindes- und Jugendalter, 2. Auflage, Göttingen Bern Toronto Seattle, Hogrefe-Verlag
- Häußler, P.; Hoffmann, L.; Langehein, R.; Rost, J. & Sievers, K. (1996): Qualitative Unterschiede im Interesse an Physik und Konsequenzen für den Physikunterricht, In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 2, Heft 3, abgerufen am 30.12.2016 um 13:15 Uhr: ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/zfdn/1996/Heft3/S.57-69_Haeussler_Hoffmann_etal.96_H3.pdf
- Häußler, P. & Lind, G. (1998): BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“, abgerufen am 16.06.2016 um 21:15 Uhr: https://www.schulportal-thueringen.de/c/document_library/get_file?uuid=fa5cd579-ad0d-4f26-ba15-f9d3bc6313ec&groupId=10113
- Heller, K. A. (2001): Projektziele, Untersuchungsergebnisse und praktische Konsequenzen, In: Heller, K. A. (Hrsg.): Hochbegabung im Kindes- und Jugendalter, 2. Auflage, Göttingen Bern Toronto Seattle, Hogrefe-Verlag
- Hoberg, K. & Rost, D. H. (2009): Interessen, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Hochbegabte und hochleistende Jugendliche, 2. Auflage, Münster, Waxmann Verlag
- Hofstätter, P. R. (1971): Differentielle Psychologie, Frankfurt, Fischer Bücherei
- Holahan, C. K. & Sears, R. R. (1995): The gifted group in later maturity, Stanford, Stanford University Press
- Hopf, M.; Schecker, H. & Wiesner, H. (2011): Physikdidaktik kompakt, München Bremen Wien, Aulis Verlag
- Hummrich, M. & Kramer, R.-T. (2017): Schulische Sozialisation, Wiesbaden, Springer Fachmedien
- Ingenkamp, K. & Lissmann, U. (2005): Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik, 5. Auflage, Weinheim Basel, Beltz
- IPN (2016): Europäische Science Olympiade, abgerufen am 31.12.2016 um 02:30 Uhr: <http://wettbewerbe.ipn.uni-kiel.de/euso/>
- IST (2015): Der IST Austria Schulwettbewerb 2015: „Wissenschaft von heute für die Welt von morgen“, IST Austria, abgerufen am 02.01.2017 um 19:45 Uhr: http://ist.ac.at/fileadmin/user_upload/schulwettbewerb/2015/Leitfaden_Schulwettbewerb_2015.pdf
- IST (2017): Schulwettbewerb, abgerufen am 02.01.2017 um 20:00 Uhr: <https://ist.ac.at/de/schule/schulwettbewerb/>

- Kauertz, A.; Löffler, P. & Fischer, H. E. (2015): Physikaufgaben, In: Kircher, E. (Hrsg.); Girwidz, R. (Hrsg.) & Häußler, P. (Hrsg.): Physikdidaktik, 3. Auflage, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag
- Kessler, H. (2015): Kurzlehrbuch Medizinische Psychologie und Soziologie, 3. Auflage, Stuttgart New York, Georg Thieme Verlag
- Korner, M. (2017): Grundlegendes über die Physikolympiade, persönliche Mitteilung am 22.01.2017
- Krüger, D. & Riemeier, T. (2014): Die qualitative Inhaltsanalyse – eine Methode zur Auswertung von Interviews, In: Krüger, D.; Parchmann, I. & Schecker, H. (Hrsg.): Methoden in der naturwissenschafts didaktischen Forschung, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag
- Lack, C. (2009): Aufdecken mathematischer Begabung bei Kindern im 1. und 2. Schuljahr, 1. Auflage, Wiesbaden Vieweg+Teubner GWV Fachverlage
- Lehrpläne AHS (2016): 219. Verordnung: Änderung der Verordnung über die Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen
- Leifiphysik (2017): Volumenbestimmung von Gasen, abgerufen am 26.07.2017 um 22:45 Uhr: <https://www.leifiphysik.de/mechanik/masse-volumen-und-dichte/versuche/bestimmen-des-volumens>
- Lucito, L. J. (1964): Gifted children, In: Dunn, L. (Hrsg.): Exceptional children in the schools, New York, Rinehart and Winston
- Mayring, P. (2015): Qualitative Inhaltsanalyse, 12. Auflage, Weinheim Basel, Beltz Verlag
- Mönks, F. J. (1992): Ein interaktionales Modell der Hochbegabung, In: Hany, E. A. & Nickel, H. (Hrsg.): Begabung und Hochbegabung, 1. Auflage, Bern, Verlag Hans Huber
- Müller, R. (2010): Klassische Mechanik, 2. Auflage, Berlin New York, Walter de Gruyter
- Müller, R. (2016): Thermodynamik, 2. Auflage, Berlin Boston, Walter de Gruyter
- Nestle (2014): Kalorien mundgerecht, 15. Auflage, Umschau Buchverlag
- Niebert, K. & Gropengießer, H. (2014): Leitfadengestützte Interviews, In: Krüger, D.; Parchmann, I. & Schecker, H. (Hrsg.): Methoden in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag
- ÖPG (2016): Prämierung Vorwissenschaftlicher Arbeiten (VWA) aus Physik, abgerufen am 31.12.2016 um 02:45 Uhr: <https://www.oepg.at/index.php?page=archive&subpage=awards&subsubpage=&lang=de>

- Perleth, C. (2001): Follow-up-Untersuchungen zur Münchner Hochbegabungsstudie, In: Heller, K. A. (Hrsg.): Hochbegabung im Kindes- und Jugendalter, 2. Auflage, Göttingen Bern Toronto Seattle, Hogrefe-Verlag
- Perleth, C. & Sierwald, W. (2001): Entwicklungs- und Leistungsanalysen zur Hochbegabung, In: Heller, K. A. (Hrsg.): Hochbegabung im Kindes- und Jugendalter, 2. Auflage, Göttingen Bern Toronto Seattle, Hogrefe-Verlag
- Physikolympiade (2016): Die IPhO, abgerufen am 31.12.2016 um 01:30 Uhr: <http://www.physikolympiade.at/die-ipho>
- Physikunterricht (2016): Begabungsförderung, abgerufen am 31.12.2016 um 01:15 Uhr: http://www.physikunterricht.at/?page_id=95
- Reisse, W. (2008): Kompetenzorientierte Aufgabenentwicklung, Köln, Aulis Verlag Deubner
- Rost, D. H. (1993a): Das Marburger Hochbegabtenprojekt, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Lebensumweltanalyse hochbegabter Kinder, Göttingen, Hogrefe-Verlag
- Rost, D. H. (1993b): Persönlichkeitsmerkmale hochbegabter Kinder, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Lebensumweltanalyse hochbegabter Kinder, Göttingen, Hogrefe-Verlag
- Rost, D. H. (1993c): Fördermaßnahmen für hochbegabte Grundschul Kinder, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Lebensumweltanalyse hochbegabter Kinder, Göttingen, Hogrefe-Verlag
- Rost, D. H. (2009): Grundlagen, Fragestellungen, Methode, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Hochbegabte und hochleistende Jugendliche, 2. Auflage Münster, Waxmann Verlag
- Rost, D. H. & Buch, R. S. (2010): Hochbegabung, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie, 4. Auflage, Weinheim Basel, Beltz Verlag
- Schiefele, H. (1986): Interesse – Neue Antwort auf ein altes Problem, Zeitschrift für Pädagogik 32
- Sparfeldt, J. R. (2009): Berufsinteressen, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Hochbegabte und hochleistende Jugendliche, 2. Auflage, Münster, Waxmann Verlag
- Sparfeldt, J. R.; Schilling, S. R. & Rost, D. H. (2009): Fördermaßnahmen, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Hochbegabte und hochleistende Jugendliche, 2. Auflage, Münster, Waxmann Verlag
- Sparfeldt, J. R. & Buch, S. R. (2010): Underachievement, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie, 4. Auflage, Weinheim Basel, Beltz Verlag

- Verordnung über die Lehrpläne (1985): BGBl. Nr. 88/1985 idF BGBl. II Nr. 107/2019
- Ward, V. S. (1965): Basic concepts, In: Barbe, W. B. (Hrsg.): Psychology and education of the gifted. Selected reading, New York, Appleton-Century-Crofts
- Webb, J. T.; Meckstroth, E. A. & Tolan, S. S. (1985): Hochbegabte Kinder, ihre Eltern, ihre Lehrer: Ein Ratgeber, Bern, Stuttgart, Toronto, Verlag Hans Huber
- Wild, K.-P. (1993): Hochbegabtendiagnostik durch Lehrer, In: Rost, D. H. (Hrsg.): Lebensumweltanalyse hochbegabter Kinder, Göttingen, Hogrefe-Verlag
- Witty, P. (1965): Contributions to the IQ controversy from the study of superior derivatives, In: Barbe, W. B. (Hrsg.): Psychology and education of the gifted. Selected readings, New York, Appleton-Century-Crofts
- Ziegler, A. (2008): Hochbegabung, München, Ernst Reinhardt Verlag

10 Anhang

10.1 Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“

Physik des menschlichen Körpers

Der Tagesrhythmus eines Durchschnittsmenschen in unserer Gesellschaft sieht folgendermaßen aus: Aufstehen, Waschen, Frühstück, Vormittag in der Arbeit oder Schule verbringen, Mittagessen, Nachmittag in der Arbeit oder Schule verbringen, Abendessen, Fernsehen, Schlafen. Zwischendurch hat man vielleicht noch Zeit für Sport, Freizeit, Freunde und Familie. Für uns stehen die Aktivitäten im Vordergrund, im Hintergrund spielen sich jedoch eine Reihe an Prozessen in unserem Körper ab.

Bearbeite nun (im Einstieg) folgende Aufgabenstellungen:

1. Zähle deine Aktivitäten auf, die du heute gemacht hast! Was hast du heute schon gegessen?
2. Berechne überschlagsmäßig den Energieinhalt der Nahrungsmittel, die du deinem Körper zugeführt hast, mittels Nährwerttabelle ab!

Immer wieder hört man von Ernährungsberatern folgenden Satz:

„Um nicht zuzunehmen sollte man die Menge an Energie, die man durch Nahrungsmittel zu sich genommen hat, wieder verbrauchen. Beim Abnehmen hingegen verbraucht man mehr Energie, als man sich nimmt. Beim Zunehmen ist es umgekehrt.“

3. Was hältst du von dieser Aussage? Verschriftliche deinen Standpunkt.
4. Bestimme den Energieinhalt eines beliebigen Nahrungsmittels. Was für Aktivitäten könntest du nach dem Essen machen, damit dein/e Ernährungsberater/in mit dir zufrieden wäre?
5. Berechne das Ausmaß der Aktivitäten! Benutze dabei die Tabelle für die „Energieverbräuche“ (Energieumsätze) bei diversen Tätigkeiten. Die Tabelle befindet sich auf einem eigenen Handout.

Wie man bereits aus dem Alltag weiß, ist eine Temperatur im Inneren des Körpers von ca. 36°C bis 37°C gewöhnlich. Temperaturen über 37°C werden als erhöht bzw. als Fieber benannt. Im Folgenden wird nun der Körper eines durchschnittlichen Menschen betrachtet.

6. Miss mittels Infrarotthermometer die Hauttemperatur an verschiedenen Stellen! Protokolliere die Temperatur und beschreibe bzw. trage die Messstellen an einer von dir angefertigten Skizze des menschlichen Körpers ein.

7. Betrachte den Messvorgang kritisch! Weicht die Hauttemperatur von der Solltemperatur des Inneren des Körpers ab? Wenn ja, wieso? Verschriftliche deinen Standpunkt.
8. Mit welchen Mechanismen gibt der Mensch über die Haut Wärme ab? Berechne die jeweiligen Beiträge! Wie kann die Körpertemperatur konstant gehalten werden? Sieh dir den Wärmehaushalt des Menschen an. Es soll dabei vereinfacht die Wärmeabgabe nur über die Haut berücksichtigt werden.
9. Ermittle die abgegebene Wärmeleistung des Menschen in Abhängigkeit der Raumtemperatur! Wann ist uns warm? Wann ist uns kalt?

Je kälter es wird, umso mehr bzw. dickeres Gewand zieht man sich an.

10. Welchen Effekt bewirkt dies? Ändere den Wärmehaushalt aus Aufgabenstellung 8 diesbezüglich ab!

Vor allem in der Übergangszeit bekommen Menschen öfters Fieber. Fieber aus medizinischer Sicht wollen wir nicht betrachten, jedoch berücksichtigen wir das Fieber für unsere nächsten Betrachtungen.

11. Betrachte nun einen Menschen mit Fieber! Ermittle die abgegebene Wärmeleistung in Abhängigkeit der Raumtemperatur! Stelle eine physikalische Vermutung auf, weshalb es Menschen mit Fieber kalt sein kann!
12. Stelle dir nun die Frage, ob es diesen Menschen normalerweise nicht warm sein müsste, da sie eine erhöhte Temperatur aufweisen?

Gegen Fieber werden oft verschiedene Methoden verwendet um die Körpertemperatur zu senken. Neben Medikamenten gibt es auch Hausmittel.

13. Finde einige Hausmittel und notiere sie. Argumentiere schriftlich inwieweit sie den Wärmehaushalt verändern können!
14. Verändere den Wärmehaushalt aus Aufgabenstellung 8 insofern, indem du ein beliebiges Hausmittel berücksichtigst.

Nun gehen wir wieder von gesunden Menschen aus. Wie wir alle wissen, kommen wir leicht ins Schwitzen, wenn wir uns zum Beispiel körperlich anstrengen. Dies kann allerdings auch bei anderen außerordentlichen Situationen wie z.B. Prüfungen geschehen.

15. Beschreibe das Phänomen des Schwitzens aus physikalischer Sicht!
16. Ergänze das Schwitzen im Wärmehaushalt aus Aufgabenstellung 8!

10.2 Handout zu „Physik des menschlichen Körpers“

Physik des menschlichen Körpers - Handout

Tabelle 1: Energieumsätze bei verschiedenen Aktivitäten in Anlehnung an Vogt et al. (2007)

Tätigkeit	Energieumsatz pro Stunde
Tanzen	320 kcal/h
Bügeln	150 kcal/h
Brustschwimmen (schnell)	300 kcal/h
Gartenarbeit	240-400 kcal/h
Wandern	210 kcal/h
Radfahren (10 km/h)	170 kcal/h
Dauerlauf (9 km/h)	600 kcal/h
Dauerlauf (15 km/h)	800 kcal/h
Tennis	480 kcal/h

Literatur:

Vogt, L. & Neumann, A. (Hrsg.) (2007): Sport in der Prävention, 2. Auflage, Köln, Deutscher Ärzte-Verlage, S. 35

10.3 Arbeitshilfen zu „Physik des menschlichen Körpers“

Frage 2 – Arbeitshilfe 1 Schätze die Masse der Nahrungsmittel zuerst ab!	Frage 2 – Arbeitshilfe 2 Berechne aus der Masse der Nahrungsmittel und der pro Masseneinheit bezogenen Energie der Nahrungsmittel die Gesamtenergie!
Frage 3 – Arbeitshilfe 1 Sieh dir den Energieerhaltungssatz genauer an!	Frage 3 – Arbeitshilfe 2 Energieerhaltungssatz: In einem abgeschlossenen System ist die Gesamtenergie konstant.
Frage 3 – Arbeitshilfe 3 abgeschlossen = kein Energietransfer (Wärme, Arbeit) über Systemgrenzen	Frage 3 – Arbeitshilfe 4 Ist der Körper ein abgeschlossenes System? Nicht abgeschlossene Systeme nennt man <i>offene Systeme</i>.
Frage 3 – Arbeitshilfe 5 Sieh dir das Wort „Energieverbrauch“ genauer an! Berücksichtige dabei den Energieerhaltungssatz!	Frage 3 – Arbeitshilfe 6 Kann Energie verloren gehen? Stelle dir diese Frage unter Berücksichtigung des Energieerhaltungssatzes!

Frage 7 – Arbeitshilfe 1 Sieh dir das Messgerät genauer an! Kann es hier zu Messabweichungen kommen? Versuche diese Aspekte zu beschreiben.	Frage 7 – Arbeitshilfe 2 Temperatur in K Emissionsgrad Wärmestrahlung: Stefan-Boltzmann-Gesetz: $\dot{Q}_{Strahlung} = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot T^4$ Stefan-Boltzmann-Konstante: $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \text{ K}^4)$
Frage 7 – Arbeitshilfe 3 Der Emissionsgrad ist für die Gegenstände nicht konstant. Das Infrarotthermometer benutzt allerdings das Stefan-Boltzmann-Gesetz.	Frage 7 – Arbeitshilfe 4 Aus was für einem Stoff/Material besteht der menschliche Körper?
Frage 7 – Arbeitshilfe 5 Temperaturdifferenz $T_{\text{Anfang}} - T_{\text{Ende}}$ Wärmeleitfähigkeit Dicke Wärmeleitung: $\dot{Q}_{Wärmeleitung} = -\lambda \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta d}$ Fläche	Frage 8 – Arbeitshilfe 1 Welche Wärmeübertragungsmechanismen kennst du? Welche davon könnten für den Menschen interessant sein?
Frage 8 – Arbeitshilfe 2 Für uns wichtige Wärmeübertragungsmechanismen sind Wärmestrahlung (F7/A2), Konvektion und Wärmeleitung (F7/A5).	Frage 8 – Arbeitshilfe 3 Temperatur in K Emissionsgrad Wärmestrahlung: Stefan-Boltzmann-Gesetz: $P_{Strahlung} = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot T^4$ Stefan-Boltzmann-Konstante: $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \text{ K}^4)$

Frage 8 – Arbeitshilfe 4 Haut näherungsweise schwarzer Körper ↘ Emissionsgrad: 1 (schwarzer Körper) Emissionsgrad: 0 (weißer Körper) Schwarzer Körper: emittiert und absorbiert Wärmestrahlung vollständig	Frage 8 – Arbeitshilfe 5 Jeder Körper mit einer Temperatur strahlt Wärme ab. Er empfängt also Wärmestrahlung von anderen Körpern und emittiert selbst Wärmestrahlung.
Frage 8 – Arbeitshilfe 6 Wärmeübertragungskoeffizient Wert für Berechnung: 7 W/(m² K) ↘ Konvektion: $P_{Konvektion} = -h \cdot A \cdot (T_{Umgeb} - T_{Körper})$ Natürliche Konvektion: h=5-25 W/(m² K)	Frage 8 – Arbeitshilfe 7 Nimm an, dass die an der Hautoberfläche zugeführte Energie gleich der abgeführten Energie ist.
Frage 9 – Arbeitshilfe 1 Inwieweit ändern sich die Beiträge bei steigender bzw. sinkender Temperaturdifferenz zwischen Körper und Umgebung?	Frage 9 – Arbeitshilfe 2 Weshalb fühlt sich ein Eisen kälter als Holz, wenn beide die gleiche Temperatur aufweisen? Was können wir fühlen?
Frage 10 – Arbeitshilfe 1 Sieh dir die Parameter der Wärmeübertragungsmechanismen an!	Frage 10 – Arbeitshilfe 2 Finde heraus wovon die einzelnen Parameter abhängen?

Frage 10 – Arbeitshilfe 3 Welche Parameter sind bei eng anliegendem Gewand mit einer gewissen Dicke anders als bei einer nackten Haut?	Frage 10 – Arbeitshilfe 4 Temperaturdifferenz $T_{\text{Anfang}} - T_{\text{Ende}}$ R-Wert: $R = \frac{d}{\lambda}$ Mehrere Schichten: $R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots$ $P_{\text{Wärmeleitung}} = -\frac{1}{R} \cdot A \cdot \Delta T$
Frage 11 – Arbeitshilfe 1 Was bewirkt Fieber?	Frage 11 – Arbeitshilfe 2 Wovon hängt es ab, ob jemandem kalt oder warm ist? Können wir Temperatur fühlen?
Frage 11 – Arbeitshilfe 3 Durch welche Parameter kann die Wärmeleistung (Wärmestrom) vergrößert bzw. verkleinert werden?	Frage 12 – Arbeitshilfe 1 Wovon hängt es ab, ob jemandem kalt oder warm ist? Können wir Temperatur fühlen?
Frage 12 – Arbeitshilfe 2 Durch welche Parameter kann die Wärmeleistung (Wärmestrom) vergrößert bzw. verkleinert werden?	Frage 13 – Arbeitshilfe 1 Beispiele für Hausmittel: Kalte Wadenwickel, kaltes Tuch auf Stirn, Fußbad

Frage 13 – Arbeitshilfe 2 Beschreibe verbal den Sinn bzw. Effekt des genannten Hausmittels!	Frage 13 – Arbeitshilfe 3 Interpretiere den Sinn bzw. Effekt des genannten Hausmittels aus physikalischer Sicht!
Frage 13 – Arbeitshilfe 4 Wo befindet sich das Hausmittel am Körper? Deckt es den gesamten Körper ab?	Frage 13 – Arbeitshilfe 5 Falls das Hausmittel den gesamten Körper nicht abdeckt, musst du den Körper in mehrere Flächen teilen und diese unterschiedlich betrachten!
Frage 14 – Arbeitshilfe 1 Verwende deine Überlegung aus Frage 13 und ändere den Wärmehaushalt diesbezüglich.	Frage 14 – Arbeitshilfe 2 Falls das Hausmittel nicht den ganzen Körper abdeckt stelle 2 Fälle für den Wärmehaushalt auf: mit und ohne Hausmittel
Frage 15 – Arbeitshilfe 1 Aus was für einem Fluid bzw. Stoff besteht Schweiß?	Frage 15 – Arbeitshilfe 2 Wieso schwitzen wir? Was geschieht mit dem Schweiß? Verändert es die Wärmeabgabe?

Frage 15 – Arbeitshilfe 3 Verdunstungsenergie (richtiger Verdunstungsenthalpie) r_D (Einheit: kJ/kg) ist die Wärmemenge, die beim Verdunsten der Umgebung entzogen wird.	Frage 16 – Arbeitshilfe 1 Interpretiere das Schwitzen aus physikalischer Sicht. Welcher Aspekt kommt hierbei nun zum Wärmehaushalt hinzu?
Frage 16 – Arbeitshilfe 2 Nimm vereinfacht an, dass die gesamte Haut schwitzt. Vernachlässige das Wasser als zusätzliche Schicht für die Wärmeleitung.	

10.4 Interviewleitfaden (Vorinterview) zu „Physik des menschlichen Körpers“

Leitfaden 1. Interview

Zielpersonen: Schüler/innen 5. bis 7. Klasse AHS

1. Teil: Vorstellung

- Name, Alter, Studium
- Diplomarbeit: Entwicklung von Aufgaben für das Schüler/innenforschungszentrum, Auswertung mittels Interviews, Verbesserung der Aufgaben

2. Teil: Teilnehmer/innen-Code

- Code auf eigenen Zettel aufschreiben lassen
- Zusammensetzung Code
 - erste 2 Buchstaben Vorname Mutter
 - 2 Ziffern Geburtsmonat: z.B. 04 für April
 - Letzte zwei Buchstaben Vorname: z.B. pp für Philipp
 - Erste Ziffer der Postleitzahl
 - Erste Ziffer der Hausnummer

3. Teil: allgemeine Fragen

- Alter
- Schule
- Klasse
- Wie gefällt dir die Physik? Was gefällt dir an der Physik besonders?
- Welche Teilbereiche aus der Physik gefallen dir besonders gut?
- Welche Teilbereiche aus der Physik gefallen dir nicht so gut?

4. Teil: fachliche Fragen

- Physik und menschlicher Körper
 - Was kannst du mir über diese beiden Begriffe erzählen? Vielleicht kannst du mir auch erklären, ob du einen Zusammenhang siehst.
 - *Falls Zusammenhänge genannt werden, jedoch Beispiele nicht thematisiert werden:* Kannst du mir für die genannten Zusammenhänge Beispiele nennen!

- Energieerhaltungssatz
 - Was weißt du über den Energieerhaltungssatz?
 - Kannst du den Energieerhaltungssatz auf den menschlichen Körper anwenden? Gib mir dafür Beispiele bzw. erkläre mir das genau.
- Körpertemperatur, „Regelung“
 - Die Körpertemperatur des menschlichen Körpers ist nahezu konstant. Versuche mir zu erklären, wie der menschliche Körper dies regelt!
- Wärmeübertragungsmechanismen
 - Welche Wärmeübertragungsmechanismen kennst du?
 - Erkläre mir diese.
- Bekleidung
 - Weshalb ziehen wir uns Gewand an?
 - Wieso ziehen wir uns im Sommer weniger Gewand an und im Winter mehr?
- Fieber
 - Was weißt du über Fieber?
 - Welche Gründe kann Fieber haben?
 - Welche Auswirkungen kann Fieber auf die betroffene Person haben?
 - Hat dies eine Auswirkung auf die Wärmeübertragungsmechanismen?
- Schwitzen: Gründe, Auswirkungen
 - Was weißt du über das Schwitzen?
 - Welche Gründe kann das Schwitzen haben?
 - Welche Auswirkungen kann das Schwitzen auf die betroffene Person haben?
 - Hat dies eine Auswirkung auf die Wärmeübertragungsmechanismen?

5. Teil: Verabschiedung

- Dankensworte
- Kurzer Ausblick auf das Beispiel
- um Teilnahme am 2. Interview fragen/bitten

10.5 Interviewleitfaden (Nachinterview) zu „Physik des menschlichen Körpers“

Leitfaden 2. Interview

Zielpersonen: Schüler/innen 5. bis 7. Klasse AHS

1. Teil: Teilnehmer/innen-Code

- Code auf eigenen Zettel aufschreiben lassen
- Zusammensetzung Code
 - erste 2 Buchstaben Vorname Mutter
 - 2 Ziffern Geburtsmonat: z.B. 04 für April
 - Letzte zwei Buchstaben Vorname: z.B. pp für Philipp
 - Erste Ziffer der Postleitzahl
 - Erste Ziffer der Hausnummer

2. Teil: allgemeine Fragen zum Beispiel

- Erkläre mir kurz worum es im letzten Beispiel gegangen ist!
- Was hat dir besonders gut gefallen?
- Was hat dir weniger gut gefallen?
- Was kann man aus deiner Sicht verbessern?
- Waren die Arbeitshilfen hilfreich?

3. Teil: fachliche Fragen

- Physik und menschlicher Körper
 - Was kannst du mir über diese beiden Begriffe erzählen? Vielleicht kannst du mir auch erklären, ob du einen Zusammenhang siehst.
 - *Falls Zusammenhänge genannt werden, jedoch Beispiele nicht thematisiert werden:* Kannst du mir für die genannten Zusammenhänge Beispiele nennen!
- Energieerhaltungssatz
 - Was weißt du über den Energieerhaltungssatz?
 - Kannst du den Energieerhaltungssatz auf den menschlichen Körper anwenden? Gib mir dafür Beispiele bzw. erkläre mir das genau.

- Körpertemperatur, „Regelung“
 - Die Körpertemperatur des menschlichen Körpers ist nahezu konstant.
Versuche mir zu erklären, wie der menschliche Körper dies regelt!
 - Wie sieht es mit der Körpertemperatur und der Hauttemperatur aus?
Wieso unterscheiden sich diese?
- Wärmeübertragungsmechanismen
 - Welche Wärmeübertragungsmechanismen kennst du?
 - Erkläre mir diese.
- Bekleidung
 - Weshalb ziehen wir uns Gewand an?
 - Wieso ziehen wir uns im Sommer weniger Gewand an und im Winter mehr?
 - Was für eine Auswirkung hat dies auf die Wärmeübertragung?
- Fieber
 - Was weißt du über Fieber?
 - Welche Auswirkungen kann Fieber auf die betroffene Person haben?
 - Hat dies eine Auswirkung auf die Wärmeübertragungsmechanismen?
- Schwitzen: Gründe, Auswirkungen
 - Was weißt du über das Schwitzen?
 - Welche Auswirkungen kann das Schwitzen auf die betroffene Person haben?
 - Hat dies eine Auswirkung auf die Wärmeübertragungsmechanismen?

5. Teil: Verabschiedung

- Dankensworte
- Ausblick – weiteres Beispiel

10.6 Aufgabenblatt 1 – „Physik des menschlichen Körpers“ (Überarbeitung)

Physik des menschlichen Körpers

Der Tagesrhythmus eines Durchschnittsmenschen in unserer Gesellschaft sieht folgendermaßen aus: Aufstehen, Waschen, Frühstück, Vormittag in der Arbeit oder Schule verbringen, Mittagessen, Nachmittag in der Arbeit oder Schule verbringen, Abendessen, Fernsehen, Schlafen. Zwischendurch hat man vielleicht noch Zeit für Sport, Freizeit, Freunde und Familie. Für uns stehen die Aktivitäten im Vordergrund, im Hintergrund spielen sich jedoch eine Reihe an Prozessen in unserem Körper ab.

Bearbeite nun (im Einstieg) folgende Aufgabenstellungen:

1. Zähle deine Aktivitäten auf, die du heute gemacht hast! Was hast du heute schon gegessen?
2. Berechne überschlagsmäßig den Energieinhalt der Nahrungsmittel, die du deinem Körper zugeführt hast, mittels Nährwerttabelle ab!

Zur Vorbereitung der nächsten Fragen werden zunächst die Begriffe abgeschlossenes System und offenes System vorgestellt. Bei abgeschlossenen Systemen wirken keine Kräfte über die Systemgrenzen hinaus und daher ist die Energie innerhalb der Systemgrenzen konstant. Beim offenen System überquert Energie die Systemgrenzen. Die untenstehende Abbildung veranschaulicht die beiden Systemarten.

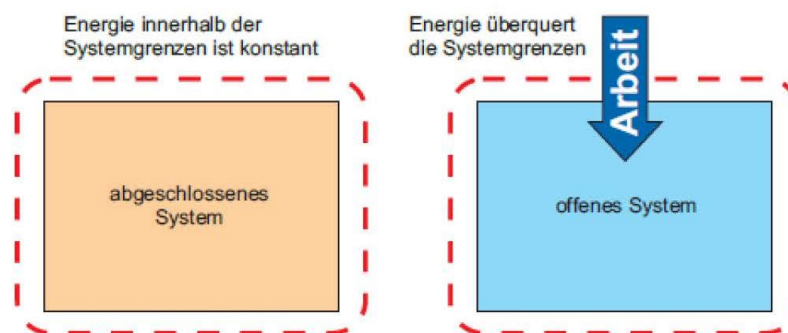


Abbildung: Offenes und abgeschlossenes System
aus Müller, R.: Klassische Mechanik, 2. Auflage (2010), S. 177

Immer wieder hört man von Ernährungsberatern folgenden Satz:

„Um nicht zuzunehmen sollte man die Menge an Energie, die man durch Nahrungsmittel zu sich genommen hat, wieder verbrauchen. Beim Abnehmen hin-

gegen verbraucht man mehr Energie, als man sich nimmt. Beim Zunehmen ist es umgekehrt.“

- 3.a Stellt der menschliche Körper ein offenes oder abgeschlossenes System dar? Begründe deine Aussage schriftlich.
- 3.b Interpretiere die Aussage des Energieberaters. Verschriftliche deinen Standpunkt.
4. Bestimme den Energieinhalt eines beliebigen Nahrungsmittels. Was für Aktivitäten könntest du nach dem Essen machen, damit dein/e Ernährungsberater/in mit dir zufrieden wäre?
5. Berechne das Ausmaß der Aktivitäten! Benutze dabei die Tabelle für die „Energieverbräuche“ (Energieumsätze) bei diversen Tätigkeiten. Die Tabelle befindet sich auf einem eigenen Handout.

Wie man bereits aus dem Alltag weiß, ist eine Temperatur im Inneren des Körpers von ca. 36°C bis 37°C gewöhnlich. Temperaturen über 37°C werden als erhöht bzw. als Fieber benannt. Im Folgenden wird nun der Körper eines durchschnittlichen Menschen betrachtet.

6. Miss mittels Infrarotthermometer die Hauttemperatur an verschiedenen Stellen! Protokolliere die Temperatur und beschreibe bzw. trage die Messstellen an einer von dir angefertigten Skizze des menschlichen Körpers ein.
7. Betrachte den Messvorgang kritisch! Weicht die Hauttemperatur von der Solltemperatur des Inneren des Körpers ab? Wenn ja, wieso? Verschriftliche deinen Standpunkt.
8. Mit welchen Mechanismen gibt der Mensch über die Haut Wärme ab? Berechne die jeweiligen Beiträge! Wie kann die Körpertemperatur konstant gehalten werden? Sieh dir den Wärmehaushalt des Menschen an. Es soll dabei vereinfacht die Wärmeabgabe nur über die Haut berücksichtigt werden.
9. Ermittle die abgegebene Wärmeleistung des Menschen in Abhängigkeit der Raumtemperatur! Wann ist uns warm? Wann ist uns kalt?

Je kälter es wird, umso mehr bzw. dickeres Gewand zieht man sich an.

- 10.a Berechne die Wärmeleitung durch einen mehrschichtigen Aufbau! (Haut; T-Shirt 0,2 cm, Pullover 0,5 cm)
- 10.b Welche Auswirkungen hat dies auf den Wärmehaushalt?

Vor allem in der Übergangszeit bekommen Menschen öfters Fieber. Fieber aus medizinischer Sicht wollen wir nicht betrachten, jedoch berücksichtigen wir das Fieber für unsere nächsten Betrachtungen.

11. Betrachte nun einen Menschen mit Fieber! Ermittle die abgegebene Wärmeleistung in Abhängigkeit der Raumtemperatur! Stelle eine physikalische Vermutung auf, weshalb es Menschen mit Fieber kalt sein kann!
12. Stelle dir nun die Frage, ob es diesen Menschen normalerweise nicht warm sein müsste, da sie eine erhöhte Temperatur aufweisen?

Gegen Fieber werden oft verschiedene Methoden verwendet um die Körpertemperatur zu senken. Neben Medikamenten gibt es auch Hausmittel.

13. Finde einige Hausmittel und notiere sie. Argumentiere schriftlich inwieweit sie den Wärmehaushalt verändern können!
14. Verändere den Wärmehaushalt aus Aufgabenstellung 8 insofern, indem du ein beliebiges Hausmittel berücksichtigst.

Nun gehen wir wieder von gesunden Menschen aus. Wie wir alle wissen, kommen wir leicht ins Schwitzen, wenn wir uns zum Beispiel körperlich anstrengen. Dies kann allerdings auch bei anderen außerordentlichen Situationen wie z.B. Prüfungen geschehen.

15. Beschreibe das Phänomen des Schwitzens aus physikalischer Sicht!
16. Ergänze das Schwitzen im Wärmehaushalt aus Aufgabenstellung 8!

10.7 Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“

Physik des Tauchens

Der Mensch verbringt den Großteil seines Lebens am Festland. Allerdings wird, vor allem im Sommer bei warmen Temperaturen, ein Großteil der Zeit auch am Meer, an Seen bzw. in Freibädern verbracht. Dabei übt man sich bereits im frühen Kindesalter mit dem Tauchen in geringen Tiefen bzw. dem Schnorcheln an der Wasseroberfläche. Doch hast du dich schon mal gefragt was sich hinter dem Tauchen aus physikalischer Sicht versteckt? Bearbeite nun im Einstieg untenstehende Aufgabenstellungen und verfasse deine Antworten, Überlegungen bzw. Berechnungen in schriftlicher Form. Du kannst auch Experimente für deine Überlegungen durchführen.

1. Wann schwimmt ein Körper bzw. wann taucht ein Körper unter?
2. Erstelle eine Skizze und finde die Bedingungen für Punkt 1 heraus.
3. Nach welcher Persönlichkeit wurde das Prinzip hierfür benannt? Wie sah die geschichtliche Entdeckung aus? *Internet*
4. Warum können Menschen auf Luftmatratzen im Meer treiben? Vergiss dabei nicht den Fokus auf die Physik zu legen.

Nachdem nun Überlegungen getroffen wurden, wann man schwimmt bzw. untertaucht, wird im nächsten Schritt nun die Atmung beim Tauchen etwas näher betrachtet. Man weiß, dass Menschen unter Wasser nicht atmen können. Daher verwenden Taucher mit Atemluft gefüllte Flaschen. Bearbeite nun die weiteren Aufgabenstellungen und verfasse deine Überlegungen bzw. Berechnungen in schriftlicher Form.

5. Wie viel Luft benötigt der Mensch zum Atmen pro Minute? Versuche dies experimentell zu bestimmen.
6. Wie groß ist das Volumen einer mit Luft gefüllten Flasche und wie lange könnte der Mensch damit auskommen?
7. Recherchiere nach dem Atemmechanismus eines Tauchers mit Atemschutz. Begründe den dies aus physikalischer Sicht. *Internet*

Bei einer Diskussion während eines Tauchkurses herrschen folgende Meinungen hinsichtlich der Atmung.

Meinung A: „Egal wie tief ich tauche. Die Zeit, die ich unter Wasser sein kann, hängt nicht davon ab.“

Meinung B: „Es ist überhaupt nicht egal wie tief ich tauche. Die Tauchdauer hängt von der Tiefe ab.“

8. Welche Meinung könnte aus deiner Sicht richtig sein? Begründe dies ausführlich in schriftlicher Form. Gibt es hier (Un)abhängigkeit zwischen Tiefe und Dauer?

Ein Lungenriss meint eine Verletzung bzw. Beschädigung der Lunge. Lungenrisse können bei Tauchern auch auftreten. Ein erstes Anzeichen dafür ist die Atemnot.

9. Wie und wann kann ein Lungenriss beim Tauchen passieren? Beschreibe den Sachverhalt genau.
10. Was kann gegen die Gefahr des Lungenrisses beim Tauchen gemacht werden?

Neben dem Lungenriss gibt es noch eine weitere Krankheit von der die Taucher betroffen sein können. Sie wird oft „Taucherkrankheit“ genannt. Diese basiert auf dem Henry-Gesetz, welches die direkte Proportionalität zwischen Partialdruck eines Gases über der Flüssigkeit und Konzentration des Gases in der Flüssigkeit beschreibt, d.h. in anderen Worten: Je größer der Partialdruck des Gases über der Flüssigkeit umso größer ist die Konzentration dieses Gases in dieser Flüssigkeit. Stickstoff macht einen Großteil der Atemluft aus, ist jedoch für einen Durchschnittsmenschen für die Atmung am Land nicht weiter bedrohlich. Beim Tauchen sieht es hingegen anders aus.

11. Wo könnte der Effekt, der durch das Henry-Gesetz beschrieben wird, den Menschen beim Tauchen betreffen?
12. Wo liegen die Gefahren?

Am Ende der Einheit wird noch ein Versuch zur Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten durchgeführt. Dieser soll in Gruppen durchgeführt werden. Folgende Dinge sind dabei zu protokollieren: Versuchsaufbau, Situation vor dem Versuch, Situation während des Versuches, Situation nach dem Versuch, Erkenntnis

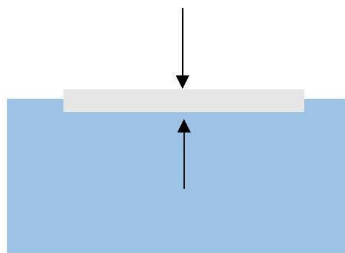
10.8 Arbeitshilfen zu „Physik des Tauchens“

Arbeitshilfe 1

Arbeitshilfe 2

1

- Welche Kräfte wirken auf den Körper, wenn er schwimmt?



- Was bedeutet Gleichgewicht bzw. Ungleichgewicht dieser Kräfte?

2

Kräfte:

- Auftriebskraft entspricht der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit

Gewichtskraft

Arbeitshilfe 3

Arbeitshilfe 4

3

Ideale Gasgleichung:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

p... Druck in Pa
V... Volumen in m³
n... Molanzahl
R... allg. Gaskonstante 8,135 J/mol.K
T... Temperatur in K

4

Zustandsänderungen:

isobar

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

isochor

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

isotherm

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

10.9 Interviewleitfaden (Vorinterview) zu „Physik des Tauchens“

Leitfaden 1. Interview

Zielpersonen: Schüler/innen 5. bis 7. Klasse AHS

1. Teil: Vorstellung

- Name, Alter, Studium
- Diplomarbeit: Entwicklung von Aufgaben für das Schüler/innenforschungszentrum, Auswertung mittels Interviews, Verbesserung der Aufgaben

2. Teil: Teilnehmer/innen-Code

- Code auf eigenen Zettel aufschreiben lassen
- Zusammensetzung Code
 - erste 2 Buchstaben Vorname Mutter
 - 2 Ziffern Geburtsmonat: z.B. 04 für April
 - Letzte zwei Buchstaben Vorname: z.B. pp für Philipp
 - Erste Ziffer der Postleitzahl
 - Erste Ziffer der Hausnummer

3. Teil: allgemeine Fragen

- Alter
- Schule
- Klasse
- Wie gefällt dir die Physik? Was gefällt dir an der Physik besonders?
- Welche Teilbereiche aus der Physik gefallen dir besonders gut?
- Welche Teilbereiche aus der Physik gefallen dir nicht so gut?

4. Teil: fachliche Fragen

- Physik des Tauchens
 - Was kannst du mir über die Physik des Tauchens erzählen?
 - Wo siehst du Zusammenhänge zwischen Physik und dem Tauchen?
- Schwimmen, Tauchen
 - Wann schwimmt bzw. taucht ein Körper?
 - Kannst du mir Faktoren nennen, die dafür wesentlich sind?

- Tauchausrüstung
 - Zähle die wesentlichen Ausrüstungsgegenstände beim Tauchen auf.
 - Wofür werden die einzelnen Ausrüstungsgegenstände benötigt?
 - Wie funktioniert die Atmung beim Tauchen?
 - Wie kannst du mir erklären, dass man mit einer Luftflasche doch eine gewisse Zeit tauchen kann? Ist die Flasche vom Volumen her nicht relativ klein?
 - Wovon hängt die Tauchdauer ab?
 - Falls es nicht kommt: Hängt sie von der Tiefe ab? Begründe deine Antwort.
- Taucherkrankheiten allgemein
 - Kennst du Taucherkrankheiten?
 - Erkläre mir diese. Was ist die Ursache dafür?
- Lungenriss
 - Hast du schon mal etwas über den Lungenriss gehört?
 - Was weißt du darüber?
 - Was kann man dagegen machen?
- „Taucherkrankheit“
 - Hast du schon einmal etwas über die „Taucherkrankheit“ gehört?
 - Was weißt du darüber?
 - Kennst du das Henry-Gesetz

5. Teil: Verabschiedung

- Dankensworte
- Kurzer Ausblick auf das Beispiel
- um Teilnahme am 2. Interview fragen/bitten

10.10 Interviewleitfaden (Nachinterview) zu „Physik des Tauchens“

Leitfaden 2. Interview

Zielpersonen: Schüler/innen 5. bis 7. Klasse AHS

1. Teil: Teilnehmer/innen-Code

- Code auf eigenen Zettel aufschreiben lassen
- Zusammensetzung Code
 - erste 2 Buchstaben Vorname Mutter
 - 2 Ziffern Geburtsmonat: z.B. 04 für April
 - Letzte zwei Buchstaben Vorname: z.B. pp für Philipp
 - Erste Ziffer der Postleitzahl
 - Erste Ziffer der Hausnummer

2. Teil: allgemeine Fragen

- Erkläre mir kurz worum es im letzten Beispiel gegangen ist!
- Was hat dir besonders gut gefallen?
- Was hat dir weniger gut gefallen?
- Was kann man aus deiner Sicht verbessern?
- Waren die Arbeitshilfen hilfreich?

3. Teil: fachliche Fragen

- Physik des Tauchens
 - Was kannst du mir über die Physik des Tauchens erzählen?
 - Wo siehst du Zusammenhänge zwischen Physik und dem Tauchen?
- Schwimmen, Tauchen
 - Wann schwimmt bzw. taucht ein Körper?
 - Kannst du mir Faktoren nennen, die dafür wesentlich sind?
- Tauchausrüstung
 - Zähle die wesentlichen Ausrüstungsgegenstände beim Tauchen auf.
 - Wofür werden die einzelnen Ausrüstungsgegenstände benötigt?
 - Wie funktioniert die Atmung beim Tauchen?

- Wie kannst du mir erklären, dass man mit einer Luftflasche doch eine gewisse Zeit tauchen kann? Ist die Flasche vom Volumen her nicht relativ klein?
- Wovon hängt die Tauchdauer ab?
- Falls es nicht kommt: Hängt sie von der Tiefe ab? Begründe deine Antwort.
- Taucherkrankheiten allgemein
 - Kennst du Taucherkrankheiten?
 - Erkläre mir diese. Was ist die Ursache dafür?
- Lungenriss
 - Hast du schon mal etwas über den Lungenriss gehört?
 - Was weißt du darüber?
 - Was kann man dagegen machen?
- „Taucherkrankheit“
 - Hast du schon einmal etwas über die „Taucherkrankheit“ gehört?
 - Was weißt du darüber?
 - Kennst du das Henry-Gesetz

4. Teil: Verabschiedung

- Dankensworte

10.11 Aufgabenblatt 2 – „Physik des Tauchens“ (Überarbeitung)

Physik des Tauchens

Der Mensch verbringt den Großteil seines Lebens am Festland. Allerdings wird, vor allem im Sommer bei warmen Temperaturen, ein Großteil der Zeit auch am Meer, an Seen bzw. in Freibädern verbracht. Dabei übt man sich bereits im frühen Kindesalter mit dem Tauchen in geringen Tiefen bzw. dem Schnorcheln an der Wasseroberfläche. Doch hast du dich schon mal gefragt was sich hinter dem Tauchen aus physikalischer Sicht versteckt? Bearbeite nun im Einstieg untenstehende Aufgabenstellungen und verfasse deine Antworten, Überlegungen bzw. Berechnungen in schriftlicher Form. Du kannst auch Experimente für deine Überlegungen durchführen.

1. Wann schwimmt ein Körper bzw. wann taucht ein Körper?
- 2.a Erstelle eine Skizze und gib an welche Kräfte auf den Körper wirken.
- 2.b Wie wirken sich die Kräfte auf das Schwimmen bzw. Tauchen aus?
3. Nach welcher Persönlichkeit wurde das Prinzip hierfür benannt? Wie sah die geschichtliche Entdecke aus? *Internet*
- 4.a Warum können Menschen auf Luftmatratzen im Meer treiben?
- 4.b Stelle eine Gleichung auf, die diesen Anwendungsfall beschreibt.

Nachdem nun Überlegungen getroffen wurden, wann man schwimmt bzw. untertaucht, wird im nächsten Schritt nun die Atmung beim Tauchen etwas näher betrachtet. Man weiß, dass Menschen unter Wasser nicht atmen können. Daher verwenden Taucher mit Atemluft gefüllte Flaschen. Bearbeite nun die weiteren Aufgabenstellungen und verfasse deine Überlegungen bzw. Berechnungen in schriftlicher Form.

5. Wie viel Luft benötigt der Mensch zum Atmen pro Minute? Versuche dies experimentell zu bestimmen.
6. Wie lange kann der Mensch mit einer 10 Liter-Taucherflasche auskommen?
7. Recherchiere nach dem Atemmechanismus eines Tauchers mit Atemschutz. Begründe den dies aus physikalischer Sicht. *Internet*

Bei einer Diskussion während eines Tauchkurses herrschen folgende Meinungen hinsichtlich der Atmung.

Meinung A: „Egal wie tief ich tauche. Die Zeit, die ich unter Wasser sein kann, hängt nicht davon ab.“

Meinung B: „Es ist überhaupt nicht egal wie tief ich tauche. Die Tauchdauer hängt von der Tiefe ab.“

8. Welche Meinung könnte aus deiner Sicht richtig sein? Begründe dies ausführlich in schriftlicher Form. Gibt es hier (Un)abhängigkeit zwischen Tiefe und Dauer?

Ein Lungenriss meint eine Verletzung bzw. Beschädigung der Lunge. Lungenrisse können bei Tauchern auch auftreten. Ein erstes Anzeichen dafür ist die Atemnot.

9. Wie und wann kann ein Lungenriss beim Tauchen passieren? Beschreibe den Sachverhalt genau.
10. Was kann gegen die Gefahr des Lungenrisses beim Tauchen gemacht werden?

Neben dem Lungenriss gibt es noch eine weitere Krankheit von der die Taucher betroffen sein können. Sie wird oft „Taucherkrankheit“ genannt. Diese basiert auf dem Henry-Gesetz, welches die direkte Proportionalität zwischen Partialdruck eines Gases über der Flüssigkeit und Konzentration des Gases in der Flüssigkeit beschreibt, d.h. in anderen Worten: Je größer der Partialdruck des Gases über der Flüssigkeit umso größer ist die Konzentration dieses Gases in dieser Flüssigkeit. Stickstoff macht einen Großteil der Atemluft aus, ist jedoch für einen Durchschnittsmenschen für die Atmung am Land nicht weiter bedrohlich. Beim Tauchen sieht es hingegen anders aus.

11. Wo könnte der Effekt, der durch das Henry-Gesetz beschrieben wird, den Menschen beim Tauchen betreffen?
12. Wo liegen die Gefahren?

Am Ende der Einheit wird noch ein Versuch zur Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten durchgeführt. Dieser soll in Gruppen durchgeführt werden. Folgende Dinge sind dabei zu protokollieren: Versuchsaufbau, Situation vor dem Versuch, Situation während des Versuches, Situation nach dem Versuch, Erkenntnis

10.12 Transskripte – Vorinterviews zu „Physik des menschlichen Körpers“

10.12.1 Schüler/in BE05TH11

1	I (Interviewer): Ok.
2	S (Schüler/in): Mhm.
3	I: Gut, sagst mir bitte deinen Code.
4	S: BE05TH11
5	I: Ok danke. So ja gut, zu mir noch. Also ich bin der Philipp.
6	S: Mhm.
7	I: 27 Jahre, studiere Mathe und Physik
8	S: Ok.
9	I: auf Lehramt.
10	S: Ok, ok interessant. Auf Lehramt? Ok.
11	I: Lehramt ja.
12	S: Ok, mhm.
13	I: Ähm, gut wieso ich das mache. Also ich schreibe die Diplomarbeit bei der Frau Korner.
14	S: Mhm.
15	I: Da geht's um die Entwicklung von Beispielen für ein ähm, fürs Schülerforschungszentrum.
16	S: Ok. Oh interessant.
17	I: Sagt dir das Schülerforschungszentrum was?
18	S: Ja. Ich glaub ich hab mich schon mal angemeldet dafür, also ich war schon mal, hab eh schon viel
19	I: Mhm.
20	S: davon gehört, weil meine Physik-Lehrerin hat mich ahm gebeten, weil es ist ja glaub ich, gibt's ja mehrere Unternehmen glaub' ich oder? Schul? Oder bin ich jetzt falsch?
21	I: Ähm also das Schülerforschungszentrum das betreut die Frau Korner
22	S: Mhm.4
23	I: auf der Haupt, also auf der Universität Physik
24	S: Ah ok.
25	I: Wien auf der Hauptuni im Institut für Physik.
26	S: Ah ok mhm.
27	I: Jeden Freitag Nachmittag und dort werden so Beispiele bearbeitet und das als Vorbereitung auf ...
28	S: Ok. Also davon hab' ich nichts gehört, aber sie hat mir eh schon davon erzählt, dass sie das macht, generell.
29	I: Genau.
30	S: Jaja, mhm.
31	I: Und ähm... ja und ich erstelle Beispiele dafür.
32	S: Ok.
33	I: Und die werden dann nachher ausgewertet.
34	S: Mhm.
35	I: Und für die Auswertung brauch ich eben die Interviews.
36	S: Ok ok.
37	I: Ja und morgen dürft ihr das Beispiel dann bearbeiten.
38	S: Ok.
39	I: Und dann
40	S: Stimmt ja.
41	I: Dann wäre es noch wirklich super, ich wäre dir ewig dankbar, dass wenn du mir noch ein Interview dann geben könntest nachher.
42	S: Ja, ja liebend gern, mach ich gerne.
43	I: Ok danke. Dann gut zuerst einmal jetzt ein paar allgemeine Fragen. Also wie alt bist du?
44	

49	S: Ich bin 16. Ah nein Sorry 17. Ich bin schon 17.
50	I: 17 ok.
51	S: 17 ja.
52	I: Ahm, gut in welche Schule gehst du?
53	S: Ja Schule Friesgasse.
54	I: Ok. Ähm welche Klasse?
55	S: 6.
56	I: 6.
57	S: Mhm.
58	I: Ok. Und ja jetzt einmal allgemein wie gefällt dir die Physik bzw. das Unterrichtsfach Physik.
59	S: Ahm Unterrichtsfach Physik, also Physik allgemein mag ich schon, aber Unterrichtsfach
60	kommt darauf an welche Themen, also manche Themen, es kommt darauf an auf die Lehrer
61	an.
62	I: Mhm.
63	S: Bei mir zumindest. Ähm, also Physik allein mag ich schon. Also und Unterrichtsfach kommt
64	darauf an welche Themen, also ich mag zum Beispiel Radioaktivität oder ich mag
65	Schwingungen, Wellen, das mag ich sehr, sehr gerne oder welche Themen gibt es noch...
66	Relativitätstheorie machen wir ja noch nicht, aber darauf freue ich mich schon, nächstes Jahr
67	ja freue mich schon, ja.
68	I: Gibt es auch Bereiche, die du gar nicht magst wo du wirklich sagst nein das mag ich
69	überhaupt nicht.
70	S: Nein es kommt darauf an, es kommt auf die Lehrer an find ich, die dies unterrichten. Es
71	gibt so Leute, die nur reden, also ich mag mehr Lern ... Lehrer, die eher natürlicher rüber
72	kommen, die eher spontaner sind und die mit Schüler mehr aktiver sind. Ja.
73	I: Ok aber kannst du, also sagst du nicht, dass dir irgendein Gebiet von der Physik
74	S: Nein, das nicht.
75	I: Mhm.
76	S: Mhm.
77	I: Ähm, ja kannst mir vielleicht noch sagen, was dir an der Physik besonders gut gefällt?
78	S: Ähm, ok das ist schwer, eigentlich. Ähm, ich glaub die Selbstständigkeit von, in der Physik,
79	das ist alles, die Vorgänge in der Physik und mir alles erklären und es eher logischer ist. Was
80	ich auch sehr, sehr gern mag, weil dieses die Logik ist für mich, dass es die Welt einfach
81	erklärt und das ist quasi die alte Physik, wie man sagt, das heißt, dass sie versuchen Gesetze
82	aufzustellen, die die Welt besser erklären, also sowas mag ich.
83	I: Mhm.
84	S: Mhm.
85	I: Ja gut ok dann. Jetzt einmal, das waren einmal die Aufwärmfragen... Jetzt kommt, jetzt
86	kommen ein paar fachliche Fragen.
87	S: Ok.
88	I: Zuerst, Physik.
89	S: Mhm.
90	I: Den Begriff kennst, ja?
91	S: Ja.
92	I: Menschlicher Körper ist, ist dir auch sicher ein Begriff. Kannst du die zwei kombinieren?
93	S: Warte, Physik und?
94	I: Und der, Und der menschliche Körper.
95	S: Menschlicher Körper...
96	I: Oder was fällt dir da ein? Was für ein Zusammenhang oder wie?
97	S: Also mir fällt jetzt da ein irgendwie der Ultraschall, also generell, dass man die ähm
98	Frequenz ähm von Blut misst und dass man zum Beispiel so messen kann zum Beispiel ähm,
99	ob es Verkalkungen in Blut gibt zum Beispiel.
100	I: Mhm.
101	S: Und Physik ist allgemein, sagt man jetzt ist die Lehre einer Natur ist oder man sagt, dass
102	es die Lehre der Stoffe ist, die sich nicht ändern im Allgemeinen jetzt.

103	I: Mhm.
104	S: Wenn man Physik jetzt so erklären möchte.
105	I: Und siehst du sonst außer dem Ultraschall noch ähm Zusammenhänge, dass du sagst ok
106	der menschliche Körper, ich kann den menschlichen Körper mit der Physik
107	S: Ähm...
108	I: Was beschreiben.
109	S: Was kann man noch beschreiben am menschlichen Körper? Ähm zum Beispiel was war
110	das, die Energie, die man benötigt um etwas ähm sich zu wärmen oder zum Beispiel beim
111	ähm ... jetzt viele Vorgänge wie es beeinflusst wird durch das Schwitzen und alles drum und
112	dran oder die Wellen generell im Allgemeinen, die wir aussenden oder ... ja ich glaub das
113	war's.
114	I: Mhm.
115	S: Soweit ich weiß. Mhm, ja.
116	I: Ok ... ähm dann den Energieerhaltungssatz. Kennst du den?
117	S: Ja kenn ich. Also der Energieerhaltungssatz besagt, dass die Energie in einem System
118	vorher ist gleich der Energie ähm im Gesamten nachher, also dass es vor- und nachher
119	immer gleich bleibt.
120	I: Weißt du vielleicht was für ein System es sein muss?
121	S: Ein abgeschlossenes System.
122	I: Genau mhm. Kannst du dir irgendwie vorstellen, dass man das vielleicht auf den
123	menschlichen Körper anwenden kann, oder auch nicht, also wie
124	S: Ob man es anwenden kann?
125	I: Genau, ob ob du den Energieerhaltungssatz auf den menschlichen Körper irgendwie jetzt
126	S: Hm.
127	I: Ob du den beim menschlichen Körper brauchen könntest, sagen wir es so.
128	S: Ja.
129	I: Ob dir ein Beispiel dafür einfällt?
130	S: Ja ich glaub, wenn man generell jetzt, ich weiß nicht mehr eine Tätigkeit hinzuführt, dass
131	die Energie vorher nachher immer gleich bleibt. Ich weiß nicht, wenn man jetzt irgendwo
132	hinunter springt oder wenn man ich weiß nicht irgendeine Tätigkeit macht.
133	I: Mhm.
134	S: Dass die Energie im System gleich bleibt. So das stell ich mir darunter vor.
135	I: Mhm und wie würdest du das System beschreiben? Also wie, das System müsste
136	S: Ähm ich glaub eher nicht, dass es abgeschlossen ist, weil ja auch Kräfte auf mich ja selber
137	auch wirken, wie Luftdruck und Luftwiderstand und alles drum und Reibung. Das, also es ist
138	nicht wirklich ein abgeschlossenes System von daher. Es ist schwierig zu beschreiben.
139	I: Mhm.
140	S: Wenn dann, wenn man es physikalisch beschreiben müsste, müsste man glaub ich das
141	eher vernachlässigen, wenn man, also Reibung und Luftwiderstand, Luftdruck und alles drum
142	und dran.
143	I: Mhm.
144	S: Mhm.
145	I: Ok dann. Ähm die Körpertemperatur eines Menschen ist ja
146	S: 36 Grad.
147	I: Genau also ungefähr, also nahezu konstant kann man ja sagen.
148	S: Ja, richtig mhm.
149	I: Und das ja eigentlich, obwohl es im Winter Minus 10 Grad hat, jetzt hat es heute gleich
150	glaub ich 20 Grad.
151	S: Ja.
152	I: Hast du dir schon mal Gedanken gemacht, wie das der Körper machen kann, dass das
153	funktioniert?
154	S: Wie? Das es unserem Körper immer noch warm ist?
155	I: Also, dass, wir haben immer die gleiche Temperatur egal wie es außen ist.
156	S: Stimmt, weil wir ja Energie, also weil wir

157	I: Es ist fast so wie eine, wie wenn du eine Heizung haben willst, da stellst auch die Grade
158	ein und die Heizung
159	S: Achso nein, aber es ist ein bestimmter Vorgang in unserem Körper, die ablaufen und da
160	wird ja auch Energie ähm hinzugefügt und die Wärme, die ja abgegeben wird, ist ja ähm ist
161	ja dazu da, damit ja unsere Blutgefäße oder damit unsere ähm Organe richtig funktionieren
162	und ja deswegen ist es ja so, dass wir, dass die Körpertemperatur in unserem Körper konstant
163	bleibt.
164	I: Mhm.
165	S: Mhm.
166	I: Ähm dann, habt's ihr Thermodynamik, Wärmelehre habt's schon was gemacht?
167	S: Ja Wärmelehre haben wir ähm Wärmestrahlung, Wärmeleitung, Wärmekonvektion.
168	I: Mhm.
169	S: Haben wir gemacht, mhm.
170	I: Kannst mir die drei, also auf die drei wollte ich jetzt eh gerade hinaus, du hast sie schon
171	gekannt.
172	S: Sehr gut.
173	I: Kannst du das was dazu sagen?
174	S: Ähm also Wärmeleitung, wäre es, wenn ich jetzt, jetzt anhand eines Beispiels, wäre es
175	wenn ich jetzt zum Beispiel eine Münze hätte und wenn ich jetzt ähm über eine Kerzenflamme
176	es halten würde, dass die ähm, dass die Elektronen im Metall selber, dass die dann durch
177	die Wärme irgendwie angestoßen werden und, dass die langsamen ähm Moleküle schneller
178	werden und die stoßen dann die anderen Moleküle dann an. Das wäre zum Beispiel
179	Wärmeleitung.
180	I: Mhm.
181	S: Wärmestrahlung wäre jetzt, dass alle Körper senden ja eine elektromagnetische Welle und
182	es gibt aber keinen Körper, also theoretisch ist es ja nicht möglich, dass man einen Körper
183	ähm bei einem absoluten Nullpunkt irgendwie abkühlt; dann weil, wenn es so wäre, dann
184	würde man ja, würde es ja der Körper gar keine ... Strahlung aussenden.
185	I: Mhm.
186	S: Wärmeströmung kann man sich darunter vorstellen, dass die Wärme wie ein Strom, wie
187	ein Fluss irgendwie weitergeleitet wird.
188	I: Mhm.
189	S: Mhm.
190	I: Ok ähm.
191	S: Ja.
192	I: Dann...
193	S: Dann haben wir noch die Hauptsätze gemacht, der Thermodynamik, das haben wir auch
194	gemacht.
195	I: Habt's auch gemacht, ok.
196	S: Ja haben wir auch gemacht, ja.
197	I: Ok. Aber jetzt unterhalten wir uns einmal über, also wie das bisschen mehr wieder über
198	den menschlichen Körper.
199	S: Ok.
200	I: Ähm ja, kannst mir einmal generell sagen wieso ziehen wir uns Gewand an? Was für
201	Aspekte gibt's da?
202	S: Ähm Wie? ... Also warum wir Kleidung überhaupt anziehen?
203	I: Ja genau ... Also Mode ist sicher ein Aspekt oder?
204	S: Ja, ein Aspekt, aber ich glaub zum Beispiel im Winter ziehen wir ja Daunenjacken an
205	meistens.
206	I: Mhm.
207	S: Und es liegt daran, dass wir, dass wir uns eben warm halten, damit weil ja in den
208	Daunenfeder selber ist ja viel Luft drinnen. Man sagt ja, dass Luft eben ein Isolator ist, also
209	kann jetzt nicht die Wärme schnell abgeleitet werden.
210	I: Mhm.

211	S: Und ja deswegen zum Beispiel ziehen wir jetzt Kleidung an zum Beispiel. Oder, dass wir
212	ähm vor der Sonne zum Beispiel vor den Sonnenstrahlen geschützt sind und dass es nicht
213	so schnell heiß wird, wird es mir wenn ich zum Beispiel ein weißes Gewand hätte oder ein
214	schwarzes Gewand hätte. Merkt man ja, dass bei schwarzem Gewand ähm wird ja mehr
215	Sonneneinstrahlung absorbiert.
216	I: Mhm.
217	S: Und beim weißen reflektiert.
218	I: Mhm.
219	S: Genau mhm.
220	I: Genau, also im Sommer ziehst du tendenziell wahrscheinlich eher kürzeres Gewand an.
221	S: Ja kürzeres genau und eher hellere Sachen an, also wenn ich dunkle Sachen hätte. Und
222	im Winter ist es mehr längliche Sachen und mehr dicke Sachen.
223	I: Mhm.
224	S: Mhm.
225	I: Genau. Ähm kannst du mir dann vielleicht noch sagen
226	S: Mhm.
227	I: was du so über Fieber weißt?
228	S: Über Fieber? Ähm ... Fieber, dass die Körpertemperatur steigt und da ist es ja so, dass
229	die ähm also die Körpertemperatur steigt, man schwitzt sehr viel, man hat auch Schüttelfrost
230	meistens.
231	I: Mhm.
232	S: Und ähm was gibt es noch? Man ist müde und erschöpft und alles drum, also die Energie
233	ist eigentlich sehr, sehr gering.
234	I: Und wenn du Fieber hast.
235	S: Mhm.
236	I: Also ist dir eher kalt oder eher warm?
237	S: Eher ... kalt. Eher kalt, ja.
238	I: Jetzt hast du dir, hast du dir schon einmal die Frage gestellt wieso es dir kalt ist, weil die
239	Temperatur ist ja höher oder? Hast du ja gesagt.
240	S: Das schon, aber ich glaube das liegt daran, dass ähm was war das nochmal? Das habe
241	ich eh gelernt. Ähm was war bei dem Schüttelfrost? Ich glaub das liegt eben daran, auch
242	wegen den Muskeln. Ich weiß nicht. Ich bin mir nicht ganz sicher. Ich hab mich das schon
243	gefragt, ich weiß nie warum.
244	I: Mhm.
245	S: Also ich weiß nie warum, also mich, weil ich ja gedacht hab, weil es einem heißer wird,
246	dann sollte es einem heißer sein, also ja überhitzen, ja. Ich glaub das liegt daran auch damit
247	man, wir haben ja Schweißdrüsen, man sagt ja mehr schwitzt, wenn man Fieber hat und es
248	liegt glaub ich auch daran, weil ähm damit unser Körper ja nicht überhitzt und das, das kann
249	vielleicht ein Grund sein warum es einem dann vielleicht kalt wird, weil man ja zuerst ganz
250	warm war und dann wird es einem kalt und dann kommt noch die Wind..., also Winde von,
251	von der Temperatur ähm vom Wetter und ja da wird einem eher kalt, deswegen
252	wahrscheinlich, aber
253	I: Mhm.
254	S: Mhm.
255	I: Ähm und weil du das Schwitzen hast schon genannt.
256	S: Mhm.
257	I: Was, wieso schwitzen wir eigentlich? Wieso? Ich mein gut wir schwitzen ja, wir können ja
258	nichts dafür das
259	S: Ja.
260	I: macht der Körper. Aber wieso sagt der Körper jetzt ja Schweißdrüse
261	S: damit wir uns nicht überhitzen, weil es quasi ein Kühlungssystem ist in unserem Körper.
262	I: Wie? Kannst mir das vielleicht ein bisschen genauer erklären, wie das funktioniert.
263	S: Ähm zum Beispiel, wenn jetzt ähm, wenn wir jetzt zum Beispiel irgendwelche Aktivitäten
264	haben, wo jetzt viel Energie verbraucht wird, dann viel Energie investiert werden muss.

265	I: Mhm.
266	S: Dann ist es ja so, dass unser Körper sich überhitzen würde und, dass die ahm Blutgefäße,
267	die werden ja erweitert und brauchen auch mehr Energie und damit es jetzt nicht, damit die
268	Körpertemperatur immer noch konstant gehalten wird ... ähm geben wir eben Schweißdrüsen
269	ab, also nein nicht Schweißdrüsen Entschuldigung Schweiß ab.
270	I: Schweiß ja.
271	S: Schweiß ab.
272	I: Schweißdrüsen bleiben ja.
273	S: Bleiben ja genau. Ähm und ja und dort ist ja auch viel Salzgehalt drin und sehr viel Wasser
274	und deswegen ist es, müssen wir schwitzen.
275	I: Mhm und aus, ähm wie, aus physikalischer Sicht.
276	S: Mhm.
277	I: Also jetzt egal, also den Grund wieso wir schwitzen den lassen wir jetzt bisschen weg.
278	S: Mhm.
279	I: Was genau passiert, wenn praktisch hier ein Schweißtropfen ist? Also was bringt aus, aus
280	ähm physikalischer Sicht, also wenn du jetzt noch einmal die
281	Wärmeübertragungsmechanismen, an die zurück denkst.
282	S: Mhm.
283	I: Oder an die Wärmeübertragung. Was genau glaubst du bringt das Schwitzen?
284	S: Ich glaub in dem Schweißtropfen selber ist ja glaub ich die Wärme, also die wir eben
285	abgeben. Wir geben ja ständig immer Wärme ab.
286	I: Mhm.
287	S: Und, dass durch die Schweißtropfen, die Schweißtropfen perlen ja ab.
288	I: Mhm.
289	S: Und dass in den Schweißtropfen selber ist ja die Wärme drinnen und die wird quasi dann
290	durch die Wärmeleitung wahrscheinlich übertragen, oder ja?
291	I: Mhm.
292	S: Mhm.
293	I: Ok. Na gut, dann sag ich danke.
294	S: Oh gerne.
295	I: Ist ja ganz schnell gegangen.
296	S: Ganz schnell, oh wirklich?
297	I: War ein spannendes Interview, echt super Antworten
298	S: Ohn dankeschön.
299	I: Und ich freue mich schon auf die Auswertung.
300	S: Oh dankeschön.
301	I: Ja, wenn du willst, kann ich dir noch kurz einen Ausblick geben auf das Beispiel morgen.
302	S: Mhm.
303	I: So schaut das Beispiel aus. Da geht es zuerst darum, dass wir uns mal ansehen, so ähm
304	Nahrungsmittel, Nahrungswerte, wie viel Energie nehmen wir überhaupt zu uns.
305	S: Mhm.
306	I: Mal das weißt eh so, dass man einmal ein Gefühl bekommt wie viel kJ, dass das eigentlich
307	sind. Und dann was machen wir dann? Dann geht es darum, dass wir mit dem
308	Infrarotthermometer, also mit sowas einmal.
309	S: Ja, kenn ich.
310	I: Mit sowas einmal die Körpertemperatur messen kann. Und dann werden wir sehen, ja ist
311	die 36 Grad oder ist die es nicht.
312	S: Ok.
313	I: Und wenn ja wieso und wenn nein wieso nicht?
314	S: Ja ok.
315	I: Und nachher geht es dann darum, dass wir uns ein bisschen den Wärmehaushalt ansehen.
316	S: Mhm.
317	I: Also weil wir geben ja eh wie du es richtig gesagt hast, Wärme ab
318	S: Genau.

319	I: Und dass wir und dass wir uns das ein bisschen anschauen und dann schauen ok was
320	passiert, wenn ich mehr Gewand an hab, was passiert wenn ich schwitze. Weißt was
321	S: Mhm.
322	I: wie beeinflusst das das?
323	S: Ok.
324	I: Ja und dann glaub ich sind die ein, einhalb Stunden eh schon um.
325	S: Ok. Wie war es eigentlich so die Aufgaben zu erstellen, generell? Weil ich stell mir das
326	eher schwieriger vor, weil man muss es ja erklären können, es muss ja auch verständlicher
327	sein für die Schüler selber, damit es jetzt nicht so komplex ist.
328	I: Ja es war einmal, ähm auch vom Thema her war es zuerst für mich recht schwer bis ich
329	ein Thema gefunden hab, weil ich wollte wirklich ein Thema finden, was ich sag ok das ist
330	was Neues.
331	S: Mhm.
332	I: Das gibt es halt nirgends irgendwie. Da habe ich wirklich lange gesucht.
333	S: Mhm ok.
334	I: Und da bin ich eben auf das eigentlich gekommen, weil ich das nirgends wo noch so wirklich
335	gesehen hab, man sieht in manchen Schulbüchern sieht man so, weißt eh so einen kurzen
336	Absatz
337	S: Ja genau richtig.
338	I: Big Bang habt's vielleicht?
339	S: Ja richtig.
340	I: Ja in dem findest....
341	S: Da gibt's eh solche Fragen am Anfang.
342	I: Genau.
343	S: Genau mhm.
344	I: Aber wirklich so richtig kompakt, habe ich nichts gefunden, wo wirklich alles vorkommt.
345	Dann habe ich mich eben für das Thema entschieden.
346	S: Ok.
347	I: Und habe dann irgendwie ja, bin lang gesessen, habe immer viele Sachen auch
348	durchgestrichen und weggetan
349	S: Ok.
350	I: Und dann war mein Ziel, dass ich am Anfang sage, ok das sind eher noch so, also leichte
351	Sachen, das sind nur raus suchen und noch nicht, also mal zum Aufwärmen und ja, dass
352	man dann hinten wirklich anfängt mit Gleichungen, weißt eh, umformen.
353	S: Ok.
354	I: Terme ersetzen.
355	S: Ok.
356	I: Und dann wollte ich eben ähm auf das ja auf theoretische ähm und ja auf das, dass man
357	dann bisschen was herleitet wollte ich eben heraus.
358	S: Ok das ist eh gut. Das ist eh gut, weil sonst versteht man es eh nicht. Ich finde Herleitungen
359	sind, sollten mehr besprochen werden generell, weil es einem viel, viel besser
360	I: Mhm.
361	S: Also leichter fällt und viel verständlicher ist.
362	I: Ja ich bin auch eher mehr deine Richtung.
363	S: Ja.
364	I: Ich habe das Beispiel schon mal gemacht, da haben sie dann gemeint, ja vielleicht mehr
365	Experimente oder weißt nicht so viel formelmäßig, sondern mehr
366	S: Achso.
367	I: Mehr argumentieren.
368	S: Ja ich glaub das wird bei uns wahrscheinlich auch vorkommen.
369	I: Weißt eh jedes Publikum ist halt ein bisschen oder jeder Schüler ist anders sagen wir es
370	so.
371	S: Anders richtig ja.
372	I: Ja und jetzt.

373	S: Ja ich bin mehr Theoretiker, also ich bin...
374	I: Na dann freue ich mich schon darauf.
375	S: Ja, ja.
376	I: Ja und dann.

10.12.2 Schüler/in DA08SO11

1	I (Interviewer): Kannst mir vielleicht zuerst deinen Code ähm ins Mikrophon sagen?
2	S (Schüler/in): Ok. DA08SO11.
3	I: Ok danke. So kurz zu mir. Also ich bin der Philipp, bin 27 Jahre jetzt schon, studiere Mathe
4	und Physik auf Lehramt und ja bin hoffentlich bald fertig.
5	S: Mhm.
6	I: Ähm so wieso ich das ganze mach...also ich schreibe eine Diplomarbeit bei der Frau Korner
7	und da geht's um ähm die Erstellung von Aufgaben für das Schülerforschungszentrum. Ich
8	glaub Schülerforschungszentrum habt's schon was gehört davon?
9	S: Ja, ja.
10	I: Genau. Ja das ist immer auf der Universität und das ähm betreut die Frau Korner. Ja und
11	jetzt habe ich das Beispiel dort schon mit ein paar Schülern durchgeführt und jetzt ähm
12	werden wir es morgen im Wahlpflichtfach noch machen.
13	S: Mhm.
14	I: Gut zuerst einmal jetzt ein paar allgemeine Fragen. Also wie alt bist du?
15	S: Ich bin 15, werde in ein paar Monaten 16.
16	I: Mhm. Gut und in welche Schule gehst du?
17	S: Ich geh' in die Friesgasse.
18	I: Ok. Klasse?
19	S: 6A.
20	I: Ok 6. Klasse.
21	S: Ja.
22	I: Ähm jetzt einmal eine generelle Frage. Wie gefällt dir die Physik oder das Unterrichtsfach?
23	S: Ja sehr gut, also ich mag Physik sehr.
24	I: Ähm kannst mir vielleicht sagen was dir da besonders gut daran gefällt?
25	S: Hm... Weiß nicht, an der Physik überhaupt? Also?
26	I: Ja an der Physik oder am Fach also.
27	S: Ja an der Physik ähm gefällt mir überhaupt sehr gut, ich weiß nicht, dass es ist logisch, es
28	ist ... es beschreibt einfach die Natur mit Mathematik und ich mag auch Mathematik und
29	ja...und...im Fach ähm kommt drauf an, das Schulfach ist manchmal langweilig, aber ich
30	mein' weil wir Sachen machen, die jetzt nicht unbedingt viel mit Physik zu tun haben
31	manchmal. Dieses Jahr geht's eh. Im vorigen Jahr haben wir nicht wirklich viel gemacht,
32	besonders weil wir keine Realschule sind.
33	I: Mhm.
34	S: Und halt Bundesgymnasium.
35	I: Mhm. Ähm kannst du mir vielleicht sagen welche Teilbereiche dir aus der Physik da jetzt
36	besonders gut gefallen?
37	S: Theoretische Physik und Mechanische Physik, aber auch alles andere.
38	I: Theoretische Physik: In welche Richtung da genau?
39	S: Ähm ... fast in alle Richtungen, also Relativitätstheorie gefällt mir sehr, aber auch
40	Quantenmechanik und Astro..., Astrolo, Astronomie.
41	I: Astronomie, ok. Und gibt's auch Bereiche, die dir nicht so gut gefallen, also weniger gut,
42	nicht so gut?
43	S: Ja, halt ähm Elektronik gefällt mir, aber nicht alles. Also nicht ähm Widerstände,
44	Reihenschaltung.
45	I: Mhm.
46	S: Das find ich ein bisschen langweilig.
47	I: Mhm.

48	S: Und ähm sonst gefällt mir eigentlich alles.
49	I: Ok. Wie, also vielleicht eine Zwischenfrage. Wie gefällt dir die Optik so?
50	S: Die Optik, ja. Es ist, es ist ähm ... interessant, aber ja manchmal auch ein bisschen
51	langweilig, also gefallen mir beide nicht so sehr wie Mechanik, aber manchmal retten sie
52	I: Ok.
53	S: ein paar Punkte.
54	I: Gut dann, so jetzt werden wir uns bisschen über die Physik unterhalten. Also ähm mein
55	Beispiel, das ich ähm ausgearbeitet hab, hab' ich unter dem Thema Physik und menschlicher
56	Körper gesetzt. Ähm was fällt dir jetzt spontan einmal dazu ein? Kann man, kann man die
57	zwei Begriffe eigentlich kombinieren?
58	S: Ja natürlich, also der menschliche Körper, rein mal von der Biologie des menschlichen
59	Körpers abgesehen, ähm die auch extrem viel mit Physik zu tun hat, würde ich sagen der
60	menschliche Körper bewegt sich dank der Physik und mit der Physik.
61	I: Mhm.
62	S: Immer wenn wir uns bewegen, benutzen wir die Physik.
63	I: Mhm. Ähm ja kannst mir da vielleicht noch ein paar Beispiele so nennen? Fällt dir noch was
64	ein?
65	S: Ähm hm ... Was?
66	I: Außer die mechanische Bewegung...
67	S: Ja, ja. Was wir gerade in ähm Biologie gemacht haben, ist der Drehsinn.
68	I: Mhm.
69	S: Und da haben wir auch besprochen auch wieso, wenn wir uns drehen und dann stehen
70	bleiben, sich die Flüssigkeit noch weiter bewegt, halt wegen der Trägheit. Und das ist
71	natürlich auch Physik.
72	I: Mhm.
73	S: Also das wird mit der Physik beschrieben.
74	I: Mhm ok. Ähm dann hätte ich also komplett andere Frage einmal. Kannst mir den, also den
75	Energieerhaltungssatz...ist dir der bekannt?
76	S: Ja der Energieerhaltungssatz ist mir bekannt. Soll ich die Formel sagen oder?
77	I: Oder allgemein was besagt er?
78	S: Also es besagt einfach, dass Energie nicht ähm in einem ähm abgeschlossenen System
79	nicht verloren geht oder erzeugt wird. Natürlich nur auf zeitlichem Mittel.
80	I: Mhm.
81	S: Also zeitlich begrenzt.
82	I: Mhm. Ähm kannst mir sagen, kann man das auf den menschlichen Körper glaubst
83	anwenden oder eher nicht anwenden?
84	S: Naja, ja sicher. Also ähm hm ... wie kann man das sagen ... Ja man kann es anwenden,
85	mir fällt gerade aber kein Beispiel ein. Zum Beispiel ... naja alles was wir machen, ähm wenn
86	wir rennen, wenn wir irgendwas tun.
87	I: Mhm.
88	S: Die Energie wird ja auch nicht von selbst erzeugt, wir müssen Nahrung zu uns aufnehmen,
89	die dann in Energie umgewandelt wird, in mechanische Energie einfach.
90	I: Ok genau ja. Ähm und jetzt weiß ich nicht ob du's kennst. Bei welchem System gilt denn
91	der Energieerhaltungssatz eigentlich? Oder hast mir's gesagt?
92	S: Ja abgeschlossenen System.
93	I: Genau abgeschlossen, genau. Ähm ok ... Gut dann zum nächsten Thema. Ähm die
94	Körpertemperatur, weißt du sicher, ist ja annähernd konstant.
95	S: 36 Grad.
96	I: Genau ja. Ja jetzt ist die Frage, draußen heut hat's, weiß ich nicht, 20 Grad, wird's 25 Grad
97	die Woche noch bekommen. Also wie macht das eigentlich der Mensch, dass er das so regeln
98	kann?
99	S: Ja das kommt ähm auch, halt, wir müssen Nahrung und Energie zu uns nehmen und der
100	Körper ähm erzeugt dadurch Wärme ... Ähm ich weiß nicht wirklich wie, das weiß ich noch
101	nicht wirklich.

102	I: Und hast du dir vielleicht schon Gedanken gemacht, was macht der Körper, wenn er zu viel
103	Wärme produziert?
104	S: Naja, wenn er zu viel Wärme produziert, schwitzen wir.
105	I: Mhm.
106	S: Und geben vielleicht die Wärme mit ähm Schweißtropfen ab.
107	I: Ja.
108	S: Und ähm überhaupt wenn uns warm ist, dann bewegen wir, wollen wir uns nicht so
109	bewegen, damit wir keine ähm zusätzliche ähm Wärme halt erzeugen müssen.
110	I: Mhm.
111	S: Und ... ja ich mein
112	I: Da hast schon einen guten Punkt genannt, der war das Schwitzen. Ähm kannst mir da
113	vielleicht erklären, wieso glaubst du, dass man da mehr Wärme abgeben kann oder kannst
114	mir das ein bisschen erklären?
115	S: Naja ... wenn der Schweiß austritt, kann ... also ich weiß nicht, ob das richtig ist. Meine
116	Theorie ist, dass erst ein bisschen Wärme mit dem Schweißtropfen mitgeht. Schweiß ist ja
117	auch nicht kalt, sondern ... und ähm Flüssigkeiten überhaupt und bei uns im Körper sind ...
118	wirken kühlend
119	I: Mhm.
120	S: Weil Flüssigkeiten Wärme nicht so schnell abgeben.
121	I: Mhm.
122	S: Also das ist meine Theorie. Ich weiß es nicht wirklich.
123	I: Mhm. Ähm ihr habt's ja eigentlich so Wärmelehre in der Schule gemacht?
124	S: Wärmelehre?
125	I: Thermodynamik.
126	S: Hm ... ja wir machen gerade Energieerhaltungssatz.
127	I: Mhm.
128	S: Aber Wärmelehre so wirklich haben wir noch nicht gemacht, nein.
129	I: Weiß nicht, vielleicht weißt du es trotzdem, was für Wärmeübertragungsmechanismen
130	gibt's denn?
131	S: Nun es gibt ähm Strahlung
132	I: Ja genau.
133	S: Mit Strahlung kann man Wärme übertragen. Man kann Wärme übertragen durch
134	Teilchenbewegung, also die Energie der Teilchen wird einfach auf die nächsten übertragen.
135	I: Also Wärmeleitung oder?
136	S: Genau, Wärmeleitung.
137	I: Ok.
138	S: Und dann ...
139	I: Es ist kein Problem, wenn du es nicht weißt, ich
140	S: Jaja.
141	I: Ähm die Konvektion.
142	S: Konvektion? Ok mir das sagt nicht wirklich viel.
143	I: Ok Konvektion, das ist zum Beispiel, wenn eine Strömung ähm, wenn du zum Beispiel
144	einen Heizkörper hast und der Wind strömt vorbei dann, kann man sagen ist das Konvektion.
145	S: Aso ok.
146	I: Also wenn, wenn ein Medium vorbeiströmt.
147	S: Ok ja ja ja ja jetzt weiß ich.
148	I: Also jetzt
149	S: Ja.
150	I: Nicht exakt, sondern ähm ja kurz erklärt. Ähm ja kannst mir vielleicht zu Strahlung und zu
151	Wärmeleitung da bisschen, kannst mir die genau erklären?
152	S: Also Strahlung sind Wellen, normalerweise elektro, also elektromagnetische Wellen würde
153	ich sagen. Und diese haben eine gewisse Energie und wenn sie ähm ... ja, wenn sie irgendwo
154	hinfliegen kann Strahlung sein, sag ich mal, transportieren sie so zu sagen diese Energie mit
155	sich und ähm diese Energie kann ja auch in Wärmeenergie umgewandelt werden.

156	I: Mhm.
157	S: Das wird auch ziemlich oft in Wärmeenergie umgewandelt. Zum Beispiel beim Licht der
158	Sonne oder?
159	I: Mhm.
160	S: Überhaupt bei Photonen.
161	I: Genau.
162	S: Und ähm ja deswegen spricht man von Wärmetransportation. Und ähm das andere
163	Wärmeleitung ... ähm halt die Atome bewegen sich, oder zumindest so hat man's uns erklärt,
164	die Atome ähm bewegen sich
165	I: Mhm.
166	S: Und sie bewegen sich schneller und mehr, wenn sie heiß, wenn es heiß ist so zu sagen.
167	Wir empfinden es als heiß, wenn sie sich mehr bewegen und weniger, wenn es kälter ist,
168	wenn wir es als kälter empfinden. Und ähm ... es hängt vom Material ab, aber jedes Material
169	leitet ähm Wärme und das bedeutet, dass die Teilchen so zu sagen ... ist vielleicht jetzt
170	physikalisch nicht ganz richtig, aber ich hab' noch immer diese Vorstellung, dass sich die
171	Teilchen anstoßen so zu sagen.
172	I: Mhm.
173	S: Und immer den nächsten weiter bewegen.
174	I: Mhm.
175	S: So zu sagen.
176	I: Mhm ok. Ähm vielleicht zur Strahlung, hätte ich kurz noch eine Frage. Ist die, also du hast
177	das Beispiel Sonne genannt, ähm dass die Sonne strahlt. Gibt's auch andere Körper, die
178	strahlen?
179	S: Ja natürlich. Also es gibt, überhaupt man kann ja auch eine Lampe anmachen, die wird
180	strahlen. Es gibt, die Sonne ist ein Stern und es gibt ziemlich viele Sterne.
181	I: Mhm.
182	S: Und die strahlen auch. Aber
183	I: Zum Beispiel der Tisch?
184	S: Der Tisch?
185	I: Kann der strahlen?
186	S: Der, naja schon und zwar nicht Licht, der reflektiert nur Licht, aber er könnte wahrscheinlich
187	so ein bisschen leicht radioaktiv.
188	I: Mhm.
189	S: Sonst strahlt er nicht wirklich nein. Würde ich sagen, also keine Photonen, er reflektiert.
190	I: Aber, also Wärme kann er strahlen oder?
191	S: Achso ja ok. Wärme kann er strahlen, aber ähm ist das nicht eine Art Reflexion trotzdem.
192	I: Ähm naja grundsätzlich kannst sagen, dass jeder Körper Wärme strahlt, nur wenn du einen
193	hast, der wärmer strahlt, als der, also einer ist wärmer, der andere ist kühler, dann strahlt der,
194	der wärmer ist strahlt mehr. Dann kannst sagen, die Differenz, die der zu dem strahlt ist halt
195	also, dass eigentlich die Differenz zwischen dem was der strahlt und was der strahlt.
196	S: Mhm.
197	I: Weißt du musst dann, weißt du wie ich das gemeint hab?
198	S: Ja ich verstehe.
199	I: Also alle Strahlen und den Nettobetrag musst du einfach dann
200	S: Ok verstehe.
201	I: Genau. Ja dann ... so mal zum Thema Bekleidung. Ähm, ja wieso ziehst du eigentlich
202	Gewand an, außer weil's schön ist?
203	S: Also ja, weil es kalt ist manchmal. Also jetzt ist es vielleicht nicht wirklich kalt, aber ähm ja
204	wenn es kalt ist und wir ein Gewand darüber ziehen, dann wird die Wärme, die wir im Körper
205	haben nicht so leicht an die Umgebung abgegeben und unser Körper strahlt nicht so.
206	I: Mhm.
207	S: Weil es halt auf den Pulli übertragen wird und da reflektiert ein Teil zurück oder strahlt ein
208	Teil zurück, soll ich das notieren?
209	I: Mhm.

210	S: Und auch wenn es heiß ist, ist es nicht immer schlecht etwas anzuziehen, weil dann wird
211	die Wärmeenergie von draußen, nicht leicht hineinkommen.
212	I: Mhm. Ähm ja und wieso ... also wie ziehst dich eigentlich im Sommer und wie im Winter
213	an? Wann ziehst du dann mehr an und wann weniger an?
214	S: Also im Winter zieh ich mir mehr an und im Sommer zieh ich weniger an, also
215	normalerweise.
216	I: Mhm und wieso?
217	S: Das ist wahrscheinlich eher deswegen, weil ich im Sommer schwitze und der Schweiß ...
218	wenn sich der Schweiß dann im Pullover ähm ... ähm ja wenn der Pullover dann den Schweiß
219	aufnimmt.
220	I: Mhm.
221	S: Ist das erstens sehr unangenehm und zweitens kann kein anderer Schweiß mehr
222	nachkommen und deswegen könnte das, das ist für den Körper wahrscheinlich nicht so gut.
223	I: Mhm. Ähm dann hätte ich noch ... also Schwitzen haben wir vorher schon ganz gut
224	besprochen, dann schauen wir uns das Thema Fieber an. Was fällt dir da dazu ein?
225	S: Fieber. Wenn man Fieber hat, ist man, hat man eine erhöhte Körpertemperatur. Ähm das
226	ist, weil der Körper versucht oder die Zellen im Körper versuchen durch Hitze die Bakterien
227	oder Viren oder das was ähm gerade den Körper angreift, umzubringen oder ähm ja zu
228	schädigen.
229	I: Mhm.
230	S: Und ja das ...
231	I: Ähm was für Auswirkungen hat das Schwitzen eigentlich? Also wenn zum Beispiel, wenn
232	du, Entschuldigung nicht Schwitzen Fieber, aber wenn du, wenn du Fieber hast wie fühlst du
233	dich? Ist dir warm oder ist dir kalt?
234	S: Naja es gibt so ähm ... Zitteranfälle, wenn man ähm
235	I: Mhm.
236	S: Normalerweise ist einem ziemlich kalt, wenn man Fieber hat.
237	I: Mhm.
238	S: Weil ähm der Unterschied von außen nach zu innen größer ist.
239	I: Was? Welcher Unterschied?
240	S: Also draußen ist es kälter und im Körper ist es wärmer.
241	I: Mhm.
242	S: Und der Körper und das ähm Gehirn, der Teil im Gehirn, weiß jetzt gar nicht mehr wie er
243	heißt, nimmt ja ähm ... ähm Veränderungen der Temperatur eher wahr, also die Temperatur
244	selbst.
245	I: Mhm.
246	S: Und wenn wir nach, je mehr wir Wärme in uns haben, je mehr strahlen wir dann auch aus.
247	I: Mhm.
248	S: Deswegen ist uns dann auch kälter.
249	I: Genau, weil wie du es richtig sagst, der Temperaturunterschied ist größer.
250	S: Genau.
251	I: Und dann geben wir mehr ab. Ja ok. Dann war's glaub ich eh kurz und schmerzlos oder?
252	S: Ja.
253	I: Ich sag einmal danke fürs Interview. Ich kann dir noch kurz einen Ausblick geben auf das
254	Beispiel. Also das wird dann morgen das Beispiel werden. Da wird es zuerst darum gehen
255	also um also Nahrungsmittel einmal, also wieviel was für einen Energieinhalt die haben
256	berechnen. Also das ist noch ganz, ganz locker. Und dann wird's darum gehen, dass man
257	sich einmal, dass man misst was für Temperaturen du an verschiedenen Körperstellen hast,
258	und warum die zum Beispiel von 36 Grad abweichen, werden wir dann morgen oder werdet
259	ihr dann morgen in Gruppen diskutieren. Und dann wird noch ein zentrales Thema sein der
260	Wärmehaushalt des Menschen. Was passiert dann, wenn ich Fieber hab? Was passiert,
261	wenn ich mir mehr anziehe? Also wie die verschiedenen ähm Mechanismen dadurch
262	beeinflusst werden?
263	S: Ok.

264	I: Ja. Das wird das Beispiel dann morgen werden. Ja sag ich noch einmal danke und ich
265	würde dich bitten, ob du mir nach dem Beispiel noch einmal ein Interview geben könntest.
266	S: Ja.
267	I: Ok danke.

10.12.3 Schüler/in EL08KO13

1	I (Interviewer): Gut gehen wir auf Sendung. Sagst mir jetzt zuerst einmal den Code bitte.
2	S (Schüler/in): EL08KO13
3	I: Ok danke. So jetzt zuerst kurz zu mir. Ich bin 27 Jahre, heiß Philipp. Passt das für dich
4	wenn wir per du sind?
5	S: Ja, ja sicher.
6	I: Ok danke. Ich studiere Lehramt Mathe und Physik und bin jetzt im fertig werden und
7	schreibe jetzt meine Diplomarbeit bei der Frau Korner. In dieser Diplomarbeit geht es um die
8	Entwicklung von Aufgaben für das Schülerforschungszentrum, also für hier. Und damit ich
9	die dann auch beurteilen und auswerten kann, ähm mach ich eben Interviews und hier ist
10	vorgesehen ein Interview vor der Aufgabe und eines nachher. Aber das wird aber nicht mehr
11	heute sein, wenn ihr das nächste Mal wieder da seid, in 2 Wochen oder wann das glaub ich
12	ist.
13	S: Ja ok.
14	I: Gut den Code hast du mir schon gesagt, dann noch ein paar allgemeine Fragen zu dir. Wie
15	alt bist du?
16	S: Ich bin 17 Jahre alt.
17	I: In welche Schule gehst du?
18	S: Ich gehe ins Schottengymnasium der Stadt Wien.
19	I: Ähm welche Klasse besuchst du dort?
20	S: 7.
21	I: 7. Ja jetzt einmal zur Physik. Wie gefällt dir die Physik denn? Wie stehst du zur Physik?
22	S: Ähm also gefallen ja. Ich war immer schon ein so Physik-Fan würde ich sagen, aber noch
23	nie wirklich vertieft in ähm irgendwas in Physik gemacht und ähm mir wurde dann von meinem
24	Lehrer in der Schule die Physikolympiade empfohlen. Ähm und ich bin hingegangen und es
25	hat mir sehr, sehr gut gefallen. Ähm weil man macht Sachen, die man einfach in der Schule
26	normalerweise überhaupt nicht macht. Experimente, einfach Aufgaben eines höheren
27	Niveaus und ja.
28	I: Und, ähm also wie gefällt dir die Physik dann eigentlich?
29	S: Ja sehr.
30	I: Welche Teilbereiche gefallen dir da besonders gut?
31	S: Also am interessantesten natürlich finde ich Quantenphysik, obwohl ich jetzt mathematisch
32	nichts davon verstehe. Aber einfach die, die Ansätze davon finde ich genial. Ähm ansonsten
33	ähm ... Optik ist ähm auch, halt unter der Quanten-, Quantenoptik ähm wirklich interessant.
34	Ähm Thermodynamik finde ich jetzt nicht besonders toll, ganz ehrlich. Also das ist eines der
35	Sachen, wo ich sage na das mag ich nicht.
36	I: Gibt es andere Bereiche wo, die dir nicht gefallen?
37	S: Andere Bereiche? ... Nein ich mein ansonsten, ansonsten ist es ... nein ansonsten gefällt
38	mir wirklich alles.
39	I: Ok. Gut dann kommen wir jetzt schon zu den, zu den fachlichen Fragen. Ähm was kannst
40	mir du zu Physik und menschlichen Körper, was fällt dir da ein? Also wenn du die zwei
41	Begriffe hörst, wie kannst du die
42	S: Physik und menschlicher Körper?
43	I: Genau. Was
44	S: Naja natürlich, ich mein wenn man die Wissenschaften allgemein zählt, man hat ja
45	Mathematik als die fundamentale Wissenschaft, ähm was die Sprache der Physik dann im
46	Endeffekt ist. Ähm und Physik ist finde ich, ist Grundstein für Chemie. Wobei Chemie dann
47	der Grundstein für Biologie ist. Deswegen, also bei Lebewesen, es hat natürlich sehr viel mit

48	Physik zu tun. Ähm wir haben auch, ich habe einen Bekannten, der ähm Biophysik ähm an,
49	an einem bestimmten Experiment arbeitet. Ähm bei Genen. Ähm und also das sind
50	zusammenhängende Sachen, die meiner Meinung nach nicht zu trennen sind. Ähm ja.
51	I: Dinge, die nicht zu?
52	S: Die nicht zu trennen sind.
53	I: Also zu trennen? Ok.
54	S: Ja.
55	I: Und weißt du vielleicht andere Beispiele, die dir da jetzt noch, noch einfallen?
56	S: Physik und Körper? Ähm ... naja natürlich unser Körper besteht ja aus Atomen. Und in
57	Physik ist es also Atom, Atomlehre ist ein sehr, sehr wichtiger Teil. Ähm ja.
58	I: Dann einmal eine Frage. Kennst du den Energieerhaltungssatz? Was, für was gibt es denn
59	oder was sagt er aus?
60	S: Ähm Energie von Einstein? $E = mc^2$ (Anm. $E = m \cdot c^2$). Oder?
61	I: Ähm.
62	S: Allgemein ähm?
63	I: Der allgemeine Energieerhaltungssatz.
64	S: Ähm dass in einem System ähm eine bestimmte, eine die vorhanden ist und geht nicht
65	verloren, die ähm wird, die wird umgewandelt. Aber man kann Energie nicht zerstören oder
66	kreieren, also man wandelt sie nur um.
67	I: Mhm. und kannst dir irgendwie vorstellen oder kannst mir ein Beispiel nennen, wie man
68	den auf den Körper anwenden kann den Satz?
69	S: Ähm Energieerhaltungssatz? Hm ... Ähm man kann ... naja zum Beispiel unsere
70	Ernährung allgemein. Ähm das Essen hat, hat eine bestimmte Energie, die wir verarbeite.
71	Und dadurch, ähm und dadurch Energie für unsere Zellen bekommen, damit wir uns bewegen
72	können, einfach leben können. Also da wird nicht Energie kreiert, denn die Energie ist an sich
73	schon in den Lebensmitteln, ähm sondern die wird einfach von uns verarbeitet, von Essen zu
74	ähm verschiedenen Zuckern, die von der Zelle dann benutzt werden um, um zu arbeiten.
75	I: Mhm, gut. Hast dich vielleicht schon mal gefragt, die Körpertemperatur vom Menschen ist
76	ja annähernd konstant immer.
77	S: Ja.
78	I: Und es ist ja egal, ob es draußen jetzt warm ist oder kalt ist. Hast dich vielleicht schon mal
79	gefragt wie das so funktionieren könnte und wie?
80	S: Ähm eigentlich nicht nein.
81	I: Aber möchtest dich jetzt fragen?
82	S: Ähm ja. Also ich kann mir vorstellen, dass, dass einfach ein bestimmtes, also diese
83	Temperatur einfach die, die perfekte Funktionstemperatur ist für die Zellen in unserem
84	Körper. Diese Temperatur muss erhalten werden. Ähm und das wird gemacht eben durch die
85	Energiezufuhr, die wir durch Essen bekommen, Trinken. Ähm und natürlich ähm ... ja, ja.
86	Hätte ich einmal gesagt.
87	I: Wie, also wenn es wärmer ist?
88	S: Ja.
89	I: Dann könnte, könnte es einmal sein, dass du schwitzt oder?
90	S: Ja, ja natürlich, da wird, da wird dem Körper Wärme abgegeben, damit man sich über
91	unterkühlt.
92	I: Ja und wie, wie funktioniert das Schwitzen genau? Was kannst
93	S: Schwitzen an sich?
94	I: Ja.
95	S: Naja man, man schwitzt ja ... ähm Flüssigkeit bestimmt und Salze und so was ich weiß
96	auch.
97	I: Glaub ja, ist zu einem bestimmten Teil drinnen.
98	S: Ja, ja. Ähm und durch ähm Kondensation vermute ich wird der Körper dann runter gekühlt.
99	Also vom Schweiß.
100	I: Ok. Ähm ... genau. Dann kommen wir vielleicht auch schon auf die
101	Wärmeübertragungsmechanismen. Welche kennst denn du da? ... Jetzt sind wir in der

102	Thermodynamik.
103	S: Ja.
104	I: Dein Spezialgebiet.
105	S: Ähm ich weiß nicht. Ähm ... kannst du, kannst es irgendwie näher ausführen, weil ich
106	habe wirklich
107	I: Also es gibt eigentlich drei hauptsächlich, die eigentlich meistens behandelt werden. Also
108	wie, wie gibt zum Beispiel der Heizkörper die Wärme ab? Wieso ist der Raum warm?
109	S: Achso. Ähm naja zuerst einmal, glaub ich, werden, ähm ein, es gibt immer ein heißerer
110	Körper Wärme ab und es ist gibt nicht, dass jetzt ein kühlerer Körper Kühle abgibt. Also es
111	ist immer die, die Energie, diese Wärme, die übertragen wird auf ... Bei der Heizung zum
112	Beispiel ... ähm die Luftatome werden ähm erhitzt bzw. erregt, ähm dass sie dann, dass dann
113	die Luft in der Umgebung wärmer ist.
114	I: Aber fallen dir vielleicht, also es gibt die drei Mechanismen. Fallen dir die vielleicht ein, wie,
115	wie Wärme übertragen wird?
116	S: Wie Wärme übertragen wird?
117	I: Oder wie Wärme, wie Wärme fließt oder wie ich jetzt, weiß ich nicht wie ich es jetzt am
118	besten nennen kann?
119	S: Ok.
120	I: Also zum Beispiel Wärmestrahlung wäre zum Beispiel eines.
121	S: Ok ja.
122	I: Schon einmal gehört?
123	S: Ja, ja sicher.
124	I: Fallt dir da noch was ein, was es da geben könnte? ... Ok, dann frag ich dich einmal so.
125	Wieso ziehst du denn Gewand an?
126	S: Weil, ähm weil mein Körper Wärme abstrahlt, aber eigentlich warm bleiben muss. Also ich
127	muss eigentlich warm, halt diese konstante Körpertemperatur behalten, was mit Kleidung
128	natürlich leicht ist.
129	I: Und wieso ziehst du im Winter mehr an, als im Sommer? Nimm ich einmal an.
130	S: Ja ähm ... weil ... weil das, die Außentemperatur kühler ist, dann gebe ich schneller Wärme
131	ab.
132	I: Mhm. Und ähm ... wie ist denn das, wie funktioniert das ganze bei, bei Fieber? Fangen wir
133	einmal so an, wie fühlst dich denn bei Fieber?
134	S: Naja ähm ...
135	I: Ist dir da warm oder kalt?
136	S: Ja es kommt darauf an. Ich mein, wenn die Temperatur ansteigt, wird die, wird die, wird
137	mir zumindest meistens kalt zuerst, aber dann wenn die Temperatur halt, weiß nicht, wenn
138	ich schon 39 Grad Fieber habe, ist mir einfach wirklich heiß und ich schwitze und ja. Also der
139	Körper probiert die normale Temperatur wieder zu erreichen.
140	I: Und wieso glaubst du, dass dir zuerst kalt wird? Weil eigentlich bei, bei Fieber ist ja die
141	Temperatur immer über normalem Niveau.
142	S: Ja, ja.
143	I: Aber wieso wird's dir da kalt?
144	S: Weiß nicht.
145	I: Hast du eine Idee vielleicht?
146	S: Wieso ist mir kalt? Ähm ...
147	I: Weil es ist ja eigentlich komisch ...
148	S: ... ja die Temperatur steigt eigentlich ... Hm ... nein ich weiß, ich weiß wirklich nicht.
149	I: Ja kannst mir vielleicht sonst noch sagen, was weißt, was weißt du über Fieber? Wieso tritt
150	das auf? Nur so allgemein jetzt noch.
151	S: Naja der Körper probiert ja Krankheitserreger zu ... abzutöten. Ich mein natürlich ... ahm
152	es ist, der Körper erhitzt sich eben, ja eben um diese Krankheitserreger abzutöten, ansonsten
153	...
154	I: Ok, dann sag ich mal danke für das
155	S: Danke, danke.

156	I: Interview. War sehr spannend. Ja ich habe jetzt ein Beispiel entwickelt, das genau die
157	Aspekte abdeckt.
158	S: Ok.
159	I: Und ja das schauen wir uns nachher an. Und das habe ich eh schon gesagt, also ich würde
160	dich noch bitten, wenn du mir dann noch ein zweites Interview geben könntest. Also auch
161	wieder so. War eh eine lockere Atmosphäre oder?
162	S: Ja.
163	I: Ja und dann sag ich mal danke.

10.12.4 Schüler/in JA06AN14

1	I (Interviewer): Ok. Dann hallo zuerst einmal. Sagst mir du jetzt deinen Code hier rein.
2	S (Schüler/in): Mein Code ist JA06AN14.
3	I: Ok danke. Bin ich dir eh nicht zu nah? Geht's so?
4	S: Na, na passt schon.
5	I: Also gut. Ich bin der Philipp, bin 27, studiere ähm Mathematik und Physik auf Lehramt. Bin
6	jetzt gerade dabei mein Studium abzuschließen und aus dem Grund muss ich, also schreibe
7	ich eine Diplomarbeit.
8	S: Ja.
9	I: Die schreibe ich bei der Frau Korner.
10	S: Ok.
11	I: Und da geht's darum, dass ich Beispiele für das Schülerforschungszentrum entwickle.
12	S: Mhm.
13	I: Und die dann auch durchführe.
14	S: Mhm.
15	I: Damit ich sie bewerten kann, mache ich eben zuerst ein Interview. Nachher werden wir
16	noch eines machen.
17	S: Ok.
18	I: Einfach damit man sieht was das bewirkt hat.
19	S: Gut, passt.
20	I: Ja ... Gut dann, den Code hast mir schon gesagt. Dann zuerst einmal ein paar allgemeine
21	Fragen. Wie alt bist du?
22	S: Ich bin 17 Jahre alt.
23	I: Bist 17, ok.
24	S: Ja.
25	I: In welche Schule gehst du?
26	S: Ins Phönix Realgymnasium.
27	I: Welche Klasse besuchst du dort?
28	S: 7. Klasse Oberstufe.
29	I: Ok, dann jetzt einmal zum Fach Physik. Wie gefällt dir das Fach Physik?
30	S: Ahm.
31	I: Was gefällt dir besonders gut?
32	S: Also das Fach Physik ähm...es war bei mir so, dass ich ähm relativ oft die Schule
33	gewechselt habe und somit also viele verschiedene Lehrer im Fach Physik hatte. Und jetzt
34	gerade finde ich eigentlich, dass es...dass er das Fach Physik relativ so darstellt, wie es
35	eigentlich ist und zwar ein interessantes Fach und wo man irrsinnig viel lernen kann was
36	einem dann später, obwohl wenn man es auch nicht glaubt irgendwie dann vielleicht doch
37	noch helfen kann. Es sind ganz banale Sachen, wie weiß ich nicht ... wie funktioniert das
38	Weltall oder ich mein...Gehört zur Astronomie dann dazu oder wie verhalten sich dann die
39	einzelnen Sachen, die dann einen vielleicht der kleine Sohn dann irgendwann einmal fragt
40	und dann kann man den das dann vielleicht schon einmal erklären. Halt nicht so fachlich wie
41	in Physik, aber halt schon dann.
42	I: Welche Teilbereiche der Physik gefallen dir besonders gut?
43	S: Ja also die Astronomie, das habe ich schon angesprochen. Dann nehmen wir gerade die

44	Quantenphysik durch in der Schule und das hat auch relativ mein Interesse geweckt. Und
45	ähm die Optik.
46	I: Und gibt es auch Bereiche, die dir nicht so gut gefallen?
47	S: Nicht so gut gefallen, ja das ähm ... wäre die Mechanik. Ähm und halt ... ja also ja.
48	I: Und jetzt die Thermodynamik hast noch nicht genannt? Wo würdest du denn die einordnen?
49	S: Thermodynamik. Ich schätz also in der Mitte so, ja geht, aber nicht zu viel halt, ja.
50	I: Ok. Gut dann kommen wir jetzt schon zu den fachlichen Fragen.
51	S: Bitteschön.
52	I: Also ich sag dir jetzt einmal zwei Begriffe. Physik.
53	S: Ok.
54	I: Und der zweite Begriff, eigentlich Begriffskette ist menschliche Körper. Kannst du die zwei
55	Begriffe verbinden und mir jetzt da einiges erzählen was dir du jetzt so gerade denkst?
56	S: Physik und menschlicher Körper... hm ... ähm Physik menschlicher Körper.
57	I: Also kannst mir da alles sagen was dir einfällt.
58	S: ... ja also ich schätze einmal. In der Schule gibt es ja immer diese drei Fächer nicht? Also
59	Biologie, Physik und Chemie, nicht? Und Biologie ok da ist schon klar. Menschlicher Körper
60	kommt sicher vor, muss man durchnehmen. Dann Chemie ... fließt auch hinein, weil wir ja
61	im menschlichen Körper dann die chemischen Reaktionen haben mit Hormone, Botenstoffe
62	alles Mögliche. Bei Physik ... glaubt man zuerst, dass, dass irgendwie nicht so sehr mit dem
63	ähm menschlichen Körper zu tun hat, aber ... ich ... finde zwar kein Beispiel, kein direktes,
64	aber ich würde sagen ähm Physik und Chemie hängen ja einigermaßen zusammen. Also
65	würde ich das dann auch übertragen zu Physik und menschlichen Körper, dass das dann
66	auch, wirklich mal einen Zusammenhang haben muss.
67	I: Mhm. Ähm dann sind wir jetzt schon beim, beim nächsten Thema. Das ist jetzt der
68	Energieerhaltungssatz. Kennst du den oder kannst mir den vielleicht formulieren?
69	S: Na das...
70	I: Oder was, was fällt dir drüber ein?
71	S: Energieerhaltungssatz. Ja wenn ich das Wort höre, würde ich, das erste was mir einfallen
72	würde dazu ist halt ein, ein, ein Satz, also eine, eine ... weiß ich nicht ob ich so ausdrücken
73	darf, eine Regel, die ähm beschreibt bzw. festlegt wie ein, ein Körper oder ein Gegenstand
74	die Energie erhalten kann halt. Also ich, ich teile diesen Begriff halt quasi auf in Satz, Energie
75	und Erhalten. Energieerhaltungssatz, so das würde ich mir darunter jetzt vorstellen.
76	I: Fallen dir Beispiele ein wo du
77	S: Ja.
78	I: den hin ordnen könntest?
79	S: Ganz banal, wenn die Sonne jetzt einfallen, würde.
80	I: Kannst mir das weiter
81	S: weiter ausführen? Die Sonne strahlt die Energie aus, nicht? Braucht aber selber auch,
82	ähm schätze ich einmal, Energie um zu existieren, nicht? Und da würde ich diesen
83	Energieerhaltungssatz dann zur Erhaltung, dass es sich selbst erhält die Sonne dann halt
84	quasi einbringen oder halt anwenden.
85	I: Kannst du dir vielleicht auch vorstellen, dass irgendwie Energieerhaltung beim Menschen
86	gibt oder eigentlich ja der
87	S: Ja. Weil der Mensch, ich mein selbst wenn der Mensch jetzt da liegt und schläft ja, dann
88	weiß ich nicht wie lange schon ja, braucht er ja, selbst da braucht er Energie nicht? Also er
89	ist nie ... Mensch kann nicht ohne Energie leben. Das geht nicht. Da ist er dann tot, nicht?
90	Und ähm...ja, da würde ich mir das also ... ja klar.
91	I: Und wo, wie gewinnt er die Energie und wie verliert er sie oder hast du da Ideen?
92	S: Gewinnen tut er sie durchs Essen, das dann halt umgewandelt wird in ATP und ähm das
93	dann einerseits die Muskeln verwenden, andererseits halt natürlich die Organe zum
94	Verdauen, dass sie das Essen verdauen. Das Essen wiederum schenkt dann auch Nährstoffe
95	her. Aus denen kann auch wiederum Energie ähm verwendet werden. Und, was war das
96	andere nochmal?
97	I: Und wie, da so nimmt er praktisch Energie auf.

98	S: Ah und wie es verbraucht wird?
99	I: Genau.
100	S: Beim Sport ... beim Sport wird Energie verbraucht. Die Muskeln, Muskelarbeit, das geht
101	ja nicht so, nicht? Dann ähm ... Sport, also da gehört Schwitzen dann dazu, nicht? Und das
102	tägliche, also eigentlich das ganze Leben, also verbraucht man Energie. Also selbst, wenn
103	ich jetzt hier sitze und mit ähm dir rede, verbrauche ich auch Energie.
104	I: Hast du dir vielleicht schon einmal Gedanken gemacht wie also, du weißt ja sicher, dass
105	die Körpertemperatur immer annähernd gleich ist.
106	S: Ja.
107	I: Hast dir da schon einmal Gedanken gemacht wie, wie das der Körper eigentlich macht?
108	Gibt's da eine Art Regelung oder wie könnte das funktionieren?
109	S: Also ich schätz einmal, dass er das mit ähm Hormonen bzw. mit Botenstoffen regelt. Ja,
110	dass er das so regelt und sich halt dann jeweils immer dem ... äußeren Klima dann halt
111	anpasst. Weil zum Beispiel, wenn einem kalt ist, zittern wir ja, nicht? Warum zittern wir? Weil
112	ähm die Muskeln arbeiten und ähm Wärme erzeugen wollen. Also der Körper sagt den
113	Muskeln, ja du musst jetzt dich irgendwie bewegen halt. In dem Fall ist es dann das Zittern
114	und damit man nicht erfriert.
115	I: Kannst du das, also das vielleicht aus physikalischer Sicht irgendwie ähm erläutern?
116	S: Physikalischer Sicht das.
117	I: Vielleicht mit Bezug zur Thermodynamik. Was fällt dir da jetzt da so ein?
118	S: ... dass der menschliche Körper sich an die ... Thermo heißt ... Ja also ... Dass der
119	menschliche Körper sich ... Man kann ihn vergleichen mit einer, mit einer Maschine.
120	I: Mhm.
121	S: Und mit dem Auto jetzt ganz banal, mit einem Automotor, ja. Dieser Motor, der, der wird ja
122	heiß, wenn man damit fährt, nicht? Und den muss ich irgendwie abkühlen, nicht? Und da wird
123	dann wahrscheinlich irgendein kleines Bauteil, einen kleinen Dings geben, der dafür
124	zuständig ist und ähm darauf abzielt, dass während der Fahrt, dass da nicht so heiß ist, dass
125	es explodiert, sondern dass es quasi dann bei einer konstanten Temperatur bleibt so wie
126	unser menschlicher Körper.
127	I: Mhm. Und dann ähm gehen wir vielleicht bisschen detaillierter jetzt darauf ein, so ... was
128	für Wärmeübertragungsmechanismen kennst denn du bzw. habt's denn kennen gelernt?
129	S: Wärmeleitung oder Wärme ...? Also
130	I: Ja genau.
131	S: Wärmeleitung. Das sind ähm wärmeleitend, Eisen, Metall.
132	I: Ähm mit, mit Mechanismen meine ich, du brauchst mir keine Stoffe nennen.
133	S: Sondern?
134	I: Ähm wie, wie wird, wird, kann Wärme abgegeben werden?
135	S: Abgegeben?
136	I: Ähm oder wie kann Wärme fließen, sagen wir so? Welche Mechanismen gibt es denn da?
137	S: Wie kann Wärme fließen?
138	I: Also Wärmeleitung war schon ein, also da hast du mir schon das erste genannt. Und da
139	gibt's noch zwei weitere Phänomene.
140	S: Wärmeleitung ... Dann Wärme ... Wärmespeicherung vielleicht? Achso das ist ...
141	eigentlich kann das ja nicht.
142	I: Bleiben wir vielleicht einmal bei der Wärmeleitung. Kannst mir das erklären was da
143	geschieht, wie, wie ist denn die? Sagen wir es einmal so.
144	S: Bei der Wärmeleitung ... Zum Beispiel eine Heizung ähm ... erzeugt ja Wärme nicht? Und
145	ähm mithilfe von Gas zum Beispiel nicht? Und ... es muss, also Wärmeleitung, dass ... die
146	Wärme nicht an einem Ort stehen bleibt, sondern, dass sie ... Heizung ist ja meistens so
147	aufgebaut, dass sie Rillen haben, nicht? Also zum Beispiel gibt es welche, die haben einzelne
148	Rillen und da wird von einer Rille zur nächsten geleitet. Und dieser Stoff, der dann halt,
149	meistens sind sie halt aus Eisen und ähm der leitet dann diese Wärme halt weiter, verteilt's
150	gleichmäßig auf die Heizung. Diese gibt sie wiederum ab auf die Wohnung und dann halt auf
151	den Raum und damit uns dann nicht kalt ist.

152	I: Mit, also mit Heizung hast du jetzt den Heizkörper gemeint oder?
153	S: Ja,
154	I: Mhm.
155	S: Generell den Heizkörper. Dann gibt's natürlich noch die kleineren.
156	I: Und wie gibt der die Wärme ab, der Heizkörper? Hast dich das vielleicht schon gefragt?
157	S: Durch Wärmestrahlung?
158	I: Ja.
159	S: Also, dass er die, da wird, zum Beispiel, wenn ich jetzt einstelle 31 Grad oder so was,
160	würde man jetzt wahrscheinlich nicht machen, aber ähm dann wird die Heizung, also der
161	Heizkörper so aufgeheizt auf 30 Grad. Der gibt dann halt solange die Wärme ab, so lange er
162	sie hat, also so lange er sie in diesen Rillen, schätze ich einmal hat. Und das merkt er ja auch,
163	weil nach einer Zeit sagt man dann zum Freund es ist wieder kalt, nicht? Und die Heizung
164	die dreht sich dann auch irgendwann wieder ab, nachdem sie diese 30 Grad erreicht hat,
165	nicht?
166	I: Mhm.
167	S: Und die Wärmestrahlung gibt dann halt die Wärme vom Heizkörper ab in die, in den Raum.
168	Dieser Raum wiederum erwärmt sich, wir erwärmen uns, weil wir die Wärme dann quasi
169	aufnehmen und ja würde ich es jetzt erklären.
170	I: Dann haben wir das Thema mit dem Gewand schon gehabt. Wieso ziehst du dir Gewand
171	an?
172	S: Ja, also im Winter, damit mir nicht kalt ist. Im Sommer halt, zieht man sich weniger an,
173	nicht? Aber generell, dass man halt nicht nackt herumläuft, schätze ich einmal.
174	I: Und wieso ziehst im Sommer weniger an und im Winter mehr?
175	S: Im Winter mehr, weil mir dann kalt ist. Weil ich mehr, mehr Gewand brauche, dass mich
176	wärmt und im Sommer halt weniger, weil es dann heiß ist und dann brauche ich dann halt
177	weniger einfach.
178	I: Mhm. Dann noch haben wir das nächste Thema Fieber.
179	S: Fieber?
180	I: Was kannst mir über Fieber jetzt einmal sagen? Was fällt dir da ein?
181	S: Fieber?
182	I: Außer Lampenfieber.
183	S: Na, das das hätte ich jetzt gar nicht gesagt, aber gut ok. Nein Fieber ähm ... Fieber entsteht
184	bzw. also ist bei Krankheiten, schätze ich einmal, immer vorhanden und ähm ich würde es
185	als Nebenprodukt sehen während der Körper mit den Viren bzw. mit der Krankheit kämpft.
186	Quasi, dass er sich dann so erhitzt ähm, ich mein wenn man sich das jetzt als Schlachtfeld
187	vorstellt. Ähm die Kanonen erzeugen ja auch Hitze, nicht? Die, die die Motoren von den
188	Helikoptern auch, alles Mögliche erzeugt Hitze. Und das würde ich dann ganz einfach so auf
189	den menschlichen Körper übertragen Die Schlacht ist Viren gegen menschliches
190	Immunsystem und Nebenprodukt ist dann halt die Hitze, das Fieber. Und es nimmt ja dann
191	auch wieder ab, wenn die Krankheit dann wieder zurückgeht, also quasi besiegt ist.
192	I: Also ich nimm an, wirst sicher schon mal Fieber gehabt haben, hat jeder schon mal gehabt.
193	S: Ja.
194	I: Oder fast jeder vielleicht. Ähm welche Auswirkungen hat das auf dich?
195	S: Ja, also man ist einerseits müde, man hat, man fühlt sich, man fühlt sich heiß. Das ist das
196	erste was man macht, wenn man glaubt immer dann bei einem Fieber, dass man die Hand
197	auf die Stirn legt und schaut, ob sie heiß ist. Ähm hat Kopfschmerzen, man will eigentlich nur
198	im Bett liegen und sich ausrasten. Also, ja.
199	I: Ist dir vielleicht kalt auch manchmal?
200	S: Schüttelfrost ist, schätze ich einmal, ein Begleiter davon, wenn es dann wirklich arg ist. Mir
201	persönlich war es, wenn ich jetzt so nachdenke, nie kalt.
202	I: Ok.
203	S: Bin auch meistens im Bett gelegt unter Decke, also.
204	I: Gut zugedeckt.
205	S: Ja.

206	I: So jetzt ein anderes, ein letztes Phänomen, dass wir noch besprechen, das ist das
207	Schwitzen.
208	S: Das Schwitzen, ok.
209	I: Wann, wann schwitzt du? Wieso glaubst du schwitzt du dann? Was hat das für einen
210	Grund?
211	I: Also zwei Sachen, die mir einfallen. Das erstens einmal beim Sport, also bei körperlicher
212	Betätigung. Andererseits ist der so genannte Angstschweiß, was wiederum zu Lampenfieber
213	zurückführt. Ähm körperliche Betätigung ist, würde ich darauf zurückführen warum der Körper
214	Schweiß erzeugt und zwar ja wieder als, als, als jetzt einmal unschön formuliert, als
215	Abfallprodukt. Ähm ... es ist ja, Schweiß ist ja nichts anderes als Wasser. Darum sagt man
216	ja immer nach man Sport gemacht hat, du musst wieder viel Wasser trinken, damit du das
217	was du verloren hast, die verlorene Flüssigkeit wieder rein bekommst. Angstschweiß ist auf
218	den Stress dann zurückzuführen, den man dann vor jeweils, keine Ahnung, vor einem großen
219	Auftritt dann hat. Kann ich jetzt persönlich nicht so ausführen, weil ich es eigentlich noch nie
220	also gefühlt bzw. gehabt hab.
221	I: Können wir jetzt vielleicht wieder vom Schwitzen bisschen, bisschen mehr Richtung Physik
222	gehen. Was glaubst, was bringt denn eigentlich, du sagst wenn du dich anstrengst schwitzt
223	du aber.
224	S: Ja.
225	I: Wieso eigentlich? Hast dich das vielleicht schon mal vielleicht gefragt. Was das, vielleicht
226	einen physikalischen Grund haben könnte?
227	S: ... Naja, wenn man ... ich suche gerade ein Beispiel, dass ich überleiten kann ... Weiß
228	jetzt nicht, ob das so ein gutes Beispiel ist, aber ich nehme einmal ein Auto. Ähm und nimm
229	von diesem Auto jetzt den Auspuff, also das was raus kommt und auf den Auspuff übertrage
230	ich jetzt einmal den Schweiß, also was bei uns Menschen der Schweiß dann ist. Wenn ich ...
231	diesen Auspuff einfach zustopfen würde, ja mit einem Tennisball ganz fies, ich stopf den
232	Tennisball rein, mach beim Menschen dasselbe, das heißt er kann quasi dann nicht mehr
233	schwitzen. Kennen wir alle was die, was das Ergebnis ist. Das Auto kann erstens nicht
234	gestartet werden, bisschen zu, was man in manchen Filmen sieht, weiß zwar nicht, ob das
235	wirklich möglich ist, aber dass dann halt explodiert, das Auto dann. Weil dann der Tennisball
236	dann halt wirklich nicht rausgeht und sich dann die ganze Energie, die in diesem, während
237	man versucht halt das Auto zum Starten zu bringen, entschuldige, ähm drinnen ansammelt
238	und dann irgendwann zu viel wird und nicht mehr raus kann, weil der Tennisball dort ist und
239	ja rein gehen ist jetzt ein bisschen schlecht nicht? Und ja dann irgendwann überschüssig wird
240	und dann ja die Reaktion hervorruft. Beim Menschen quasi würde ich mir jetzt dann gar nicht
241	vorstellen wie das aussieht.
242	I: Mhm ok. Gut, dann sage ich danke für die ausführlichen Antworten.
243	S: Gerne.
244	I: Ähm ja jetzt wird es dann nachher ein Beispiel geben, wo es um die Physik und um eine
245	Verbindung zum menschlichen Körper geht. Da wird es einige Aufgaben geben.
246	S: Ok.
247	I: Ja und ich würde mich, würde dich bitten und würde mich freuen, wennst mir vielleicht, also
248	nächste oder übernächste Woche, je nach dem wann's wieder da seid und sich das
249	organisieren lässt, wieder noch ein Interview geben könntest, wo wir dann wieder bisschen
250	über diverse Sachen reden. Würde mich freuen, wennst mir das noch.
251	S: Ok.
252	I: Ok.
253	S: Ja.
254	I: Danke.

10.12.5 Schüler/in MA09AS11

1	I (Interviewer): Ok, dann sagst du mir bitte auch deinen Code.
2	S (Schüler/in): MA09AS11.
3	I: Ok ... So gut also du weißt.
4	S: Ja.
5	I: Kennst mich auch schon, was ich genau hier mach.
6	S: Genau.
7	I: Dann können wir die Vorstellung überspringen. Den Code hast mir schon gesagt, danke.
8	Dann kannst mir auch sagen wie alt, wie alt du bist.
9	S: Ich bin 15 schon geworden.
10	I: Gut, Schule ist Theodor Krammer Straße.
11	S: Ja.
12	I: Ok. Ähm Klasse?
13	S: Ist die gleiche wie vom Peter, das ist die 5C.
14	I: 5C ok. Ja was kannst du mir zur Physik sagen. Wie stehst du zu Physik? Wie gefällt es dir?
15	S: Ja, mir gefällt das Diskutieren daran halt ähm...so über Beispiele, ob sowas möglich wäre
16	mit physikalischen Mitteln und ich rede halt sehr gern und diskutiere und das gefällt mir halt
17	daran. Die Formeln und so das ist nicht so mein Ding, da ist der Peter besser und ich bin
18	eher so der, der so logisch denkt und gerne so Beispiele so mündlich löst und gerne redet
19	darüber.
20	I: Mhm.
21	S: Ja.
22	I: Welche Bereich gefallen dir da besonders gut?
23	S: Ja auch sehr die Mechanik und ... ja ähm halt ... die ...halt...ich weiß nicht, mir gefällt
24	alles sehr.
25	I: Also gibt es dann auch Teilbereiche, die dir nicht gefallen oder weniger gefallen?
26	S: Ja die Optik, die ist nicht so meines.
27	I: Ok. Gut dann kommen wir zu den fachlichen Fragen. Ähm ja ich sag wieder das Sprichwort
28	Physik, oder das Sprichwort, die zwei Wörter Physik und menschlicher Körper.
29	S: Ja ähm.
30	I: Was kannst du mir eigentlich über diese Begriffe erzählen?
31	S: Auch als ähm, dass mich das irgendwie überrascht hat, dass das hierkommt und ähm dass
32	... die Bewegungen auch halt, die Mechanik vom Körper und die Energiever ähm arbeitung
33	vom Körper unter anderem und ... ja ich weiß nicht, ich hab mich hier mit diesen, dieser
34	Mischung nicht so befasst, also weiß ich nicht ganz.
35	I: Kannst du mir vielleicht hier noch ein paar Beispiele sagen?
36	S: Ja beim Schwimmen oder Eislaufen die Reibung miteinander berechnen zum Beispiel ... oder
37	... alle Arten von Bewegungen von Menschen ... ich weiß nicht, ob das nicht eher in Bio fällt,
38	aber zum Beispiel der Energievorgang vom Essen, dann in die Energie der Bewegung und
39	Bewegungsenergie und ... ja ... was gibt's denn noch? ... ja halt die ... ich weiß nicht ... ja
40	die Energie halt.
41	I: Ok gutes Stichwort. Jetzt sind wir beim Thema Energie. Energieerhaltungssatz, hast du
42	den schon gehört?
43	S: Wir haben ihn schon gehört, ja ja. Das ist der Energie ähm halt dass Energie nicht verloren
44	geht, sondern nur umgewandelt werden kann.
45	I: Mhm. Und kannst du den Energieerhaltungssatz irgendwie auf, mit dem menschlichen
46	Körper verbinden? Was fällt dir da dazu ein? Beim Schwimmen da zum Beispiel da bewegt
47	man sich fort, dadurch dass man ... ähm die Muskeln halt die Muskeln Energie freigeben und
48	auf das Wasser, das Wasser wegschieben und auch dadurch bewegt man sich dann halt
49	nach vorne. Ich weiß nicht ganz, ob das Beispiel gut ist, aber ähm dann noch ähm ... ja Essen
50	und ähm ... und die Funktion des Körpers halt, um die Funktion des Körpers instand zu
51	halten, muss man halt Essen und Energie zu sich nehmen, die der Körper dann fürs ... für
52	den Herzschlag oder an Gehirn braucht und ja ...

53	I: Ok. Jetzt hast du mir eh schon einiges genannt. Ähm jetzt ... sind wir jetzt beim nächsten
54	ähm Aspekt. Das ist die Körpertemperatur.
55	S: Ja.
56	I: Also in welchem, in welchem Bereich die ist, die
57	S: Ja die ist halt immer gleich und ich glaube die wird sich auch halt bisschen mehr ähm...
58	halt ohne Schwitzen oder so wird die nicht gleich bleiben. Da müssten wir uns so irgendwie
59	einfach halt, dürfen wir uns nicht solange in der Sonne aufhalten zum Beispiel oder ähm ...
60	ich weiß nicht ganz wie das funktioniert, aber halt wir haben halt wir haben's immer warm und
61	müssen uns nicht Sonne auftanken die Wärme, so wie Reptilien zum Beispiel und ja ... ähm
62	dann ... verwenden wir auch unter anderem, damit sie auch bleibt, helfen wir nach und ziehen
63	uns Kleidung an und gehen nicht nackt raus. Ja und...was gibt es noch? ... Ja zum Beispiel
64	haben wir halt den Drang, wenn's heiß ist auch schwimmen oder uns einfach zu kühlen und
65	ja...wie der Körper das so macht, das weiß ich nicht ganz, aber ja ...
66	I: Ok. Ähm dann ... ja fünfte Klasse Thermodynamik habt ihr leider auch nicht gehabt, aber
67	fällt dir was zu Wärmeübertragungsmechanismen ein? Hast da schon was gehört?
68	S: Ja wir hatten zum Beispiel so einen Test bei diesem Physikolympiade und da kam auch
69	das Beispiel zu dieser ähm Wärmestrom durch Glas und da mussten wir berechnen wie viel
70	dann ... um wie viel sich die Scheibe erhitzt zum Beispiel oder ... das ähm Wasser ist ...
71	glaub ich leitet Wärme sehr gut, aber kühlt auch halt schnell wieder ab, dann ja ... da hab
72	ich halt auch nicht so viel darüber noch gehört. Das werden wir dann nächstes Jahr.
73	I: Mhm. So ich, ich sehe du hast gerade auch was an, also Bekleidung. Wieso ziehst du
74	Gewand an?
75	S: Ja weil, ähm wenn ... wenn mir ... vielleicht weil, das Wetter ist auch nicht mehr so ähm
76	... halt ... ich ...
77	I: Kannst du das aus physikalischer Sicht vielleicht ähm
78	S: Ja halt weil, wenn ich Kleidung an habe, dann kommt die Kälte, kann nicht so gut
79	durchdringen zu meinem Körper oder zu meinen lebenswichtigen Organen ... und ... ja ...
80	und halt, wenn es heiß ist, dann ähm ... wird mir mit der Kleidung noch heißer, dadurch zieh
81	ich sie dann eher aus ... und ja.
82	I: Ok. Gut das Thema Sommer das haben wir jetzt eh auch schon besprochen. Ähm jetzt
83	besprechen wir, besprechen wir noch das Thema Fieber. Was fällt dir jetzt einmal so zu
84	Fieber ein, also
85	S: Ja.
86	I: also brainstormmäßig?
87	S: Wenn ich Fieber hab, dann zum Beispiel krieg' ich auch Schüttelfrost und mir das halt
88	irgendwie, wenn mir heiß sein sollte ist mir kalt, wenn mir kalt sein sollte ist mir heiß. Und da
89	weiß mein Körper halt nicht richtig was er will und ähm ... meine Stirn glüht, ich hab'
90	Kopfschmerzen, erhöhten Herzschlag wahrscheinlich auch meistens und irgendwie ... ich
91	kann mich für nix interessieren, da will ich einfach nur liegen und schlafen ... und halt meinen
92	Körper in Ruhe die Bakterien zum Beispiel abwehren lassen
93	I: Mhm. Und was glaubst du welche Gründe kann das haben, dass du Fieber bekommst?
94	S: Ja halt ähm ich weiß es nicht, aber ich glaub die werden doch über Bakterien übertragen.
95	Und ... halt so müde ist man, weil die, der, die ganze Energie verbraucht wird, um diese
96	Bakterien abzuwehren ... und ... warum einem so heiß wird? Das weiß ich nicht.
97	I: Ähm jetzt hätten wir noch das letzte Thema, das wir dann noch, das, das Schwitzen. Was
98	fällt dir beim Schwitzen alles so ein?
99	S: Ja das tut man halt, um den Körper zu kühlen und zum Beispiel beim Fieber schwitzt man
100	sehr viel, weil der Körper sich so aufheizt ... und ...ja.
101	I: Fallen dir noch andere Momente ein, wann du vielleicht besonders stark schwitzt?
102	S: Ja, wenn man stark nervös ist, oder ... ein Interview führen muss ... ähm ... wenn man
103	halt zu lange in der Sonne war zum Beispiel ... ja halt ... ja da heizt sich halt immer Körper
104	auf und dadurch muss man halt schwitzen.
105	I: Und dass, dass du vielleicht irgendwie, fällt dir was ein wie das physikalisch ablaufen
106	könnte? Vielleicht ...

107	S: Physikalisch ...
108	I: Weil wieso schwitzen wir gerade? Wieso, wieso gerade schwitzen?
109	S: Ähm weil wir halt Hitze in unserem Körper haben und die wird...die ist in diesem Wasser,
110	das wir schwitzen enthalten und der leitet das aus unserem Körper raus durch die Poren ...
111	würde ich sagen, ich weiß es aber nicht genau.
112	I: Mhm. Ok, na gut dann sage ich dir auch danke für das Interview. Und ja ich würde mich
113	dann auch freuen, wenn wir uns am Freitag sehen und noch ein zweites machen.
114	S: Und auch Entschuldigung, dass ich nicht so viel weiß.

10.12.6 Schüler/in NO07ER12

1	I (Interviewer): So ok sagst mir jetzt bitte deinen Code hinein.
2	S (Schüler/in): NO07ER12
3	I: Ok danke. So kurz noch zu mir, also Philipp ist mein Name. Ich glaub wir können per du
4	sein, oder?
5	S: Ja bitte.
6	I: Ist in Ordnung für euch. Ich bin 27 oder werd' 27 am Freitag, studier' Mathe und Physik auf
7	Lehramt, und eh wie bereits erwähnt schreib' ich die Diplomarbeit bei der Frau Korner. Da
8	geht's um so Beispiele für ähm dieses Schülerforschungszentrum. Gut Code haben wir
9	schon. Zuerst einmal ein paar allgemeine Fragen an dich. Ähm, wie alt bist du?
10	S: Ich bin 14.
11	I: 14, Ähm Schule ist...Theodor
12	S: Ja.
13	I: Krammer
14	S: Theodor Krammer Straße, ja.
15	I: Ok. In welche Klasse gehst du?
16	S: In die 5., 5C.
17	I: Jetzt ähm zum Thema Physik. Ähm was gefällt dir an der Physik besonders? Und wie gefällt
18	dir die Physik einmal, so wenn du mir bisschen was schilderst wie du zum Fach Physik
19	stehst?
20	S: Naja Physik gefällt mir einfach, das ist ähm Mathe in reale Situationen versetzt. Weil im
21	Mathematikunterricht hab' ich oft das Gefühl, dass es ganz einfach keinen Sinn macht und
22	ich das nie verwende. Aber in der Physik verwende ich genau so was. Mir macht das einfach
23	Spaß solche Sachbeispiele auch zu rechnen, die was mit der Realität zu tun haben, also
24	diese Verknüpfung mit der Realität.
25	I: Mhm. Ähm gibt es gewisse Teilbereiche, die dir da besonders gut gefallen?
26	S: Also.
27	I: Wie zum Beispiel Mechanik ist ein Teilbereich.
28	S: Ja, Mechanik gefällt mir ziemlich gut, aber auch Elektrizität.
29	I: Und die anderen Teilbereiche?
30	S: Naja Optik ist etwas was ich nicht so mag. Und Wärmelehre hatte ich noch nicht. Also
31	dazu kann ich noch nicht so viel sagen. Mir gefällt aber auch Kosmologie eigentlich an sich.
32	I: Mhm ok danke. So ok jetzt kommen wir also zu den fachlichen Fragen. Ähm es geht einmal
33	um das Thema Physik und menschlicher Körper. Ähm was kannst du mir zu den beiden
34	Begriffen sagen und kannst du da irgendwie Verknüpfungen finden?
35	S: Physik und menschlicher Körper?
36	I: Genau. Also alles was dir dazu einfällt kannst du mir jetzt dazu sagen.
37	S: Naja ich, wenn ich jetzt an Physik denke oder den menschlichen Körper dann denke ich
38	da an zum Beispiel Gehen oder Laufen, wie das Ganze passiert, also mit Rückstoß dann und
39	... Es sind eigentlich zwei Begriffe, die ich noch nie zusammengehört habe ... Vom
40	menschlichen Körper habe ich bis jetzt nur in der Biologie gehört. Ja also so eher
41	mechanische Dinge fallen mir dazu jetzt ein.
42	I: Mhm. Ähm ok Beispiele hast mir dafür eh schon genannt, also Joggen und Laufen sagst
43	du. Fallen dir vielleicht noch andere Beispiele ein?

44	S: Vielleicht Schwimmen oder generell
45	I: Ok.
46	S: sowas.
47	I: Dann zum Thema, das nächste Thema wäre der Energieerhaltungssatz. Hast du den
48	schon in der Schule gehört bzw. was kannst du mir über den sagen?
49	S: Na, ich glaub nicht, dass das Stoff der 5. Klasse noch ist. Aber ... ja Energie geht nicht
50	verloren, sondern wird nur umgewandelt. So viel hab' ich dazu gehört. Potentielle und
51	kinetische Energie sind mir Begriffe. Vielmehr hab' ich dazu noch nicht gehört.
52	I: Mhm ok. Ähm könntest du dir vorstellen den Energieerhaltungssatz irgendwie auf den
53	menschlichen Körper jetzt ... an, sagen wir mal anwenden? Also das was du schon gesagt
54	hast, stimmt alles, aber dass du das irgendwie jetzt auf den menschlichen Körper, dass du
55	sagen kannst, dass könnte dort auch sein oder nicht sein und vielleicht ein paar Beispiele,
56	falls dir was dazu einfällt.
57	S: Naja zum Beispiel, mir fällt jetzt der Sport ein, dass ich mich da bewege oder wenn ich
58	zum Beispiel einfach nur ähm ... ähm ... ja mich halt irgendwie im Stand bewege und ja da
59	bewege ich mich zwar im Stand zum Beispiel wenn ich hüpfte, da bewege ich mich zwar auf
60	und ab, aber nicht nach vorne und ... naja das ist jetzt schlecht erklärt ... Na generell
61	irgendwie sportliche Aktivitäten fallen mir da jetzt ein.
62	I: Mhm.
63	S: Was ich da jetzt, was man da die Energie sieht als Effekt, zum Beispiel, wenn ich jetzt
64	Fahrrad fahre, dass das Fahrrad fährt ... Ne, also mir fällt da nicht mehr ein.
65	I: Mhm ok danke. Ähm dann also ihr wisst ja vom Biologieunterricht, dass die
66	Körpertemperatur ist eigentlich annähernd konstant.
67	S: Mhm.
68	I: Habt ihr euch dazu vielleicht schon mal Gedanken gemacht oder bzw. hast du dir, jetzt
69	sprich ich nur mit dir, hast du dir schon mal Gedanken darüber gemacht ähm wie das
70	funktionieren könnte? Also hat der Mensch so wie eine, eine Regelung oder was fällt dir da
71	dazu was ein?
72	S: Ja mir fällt jetzt das Schwitzen ein, dass der Mensch halt schwitzt um seine
73	Körpertemperatur zu regulieren. Wenn man halt Sport macht, schwitzt man, weil der Körper
74	sich dann wahrscheinlich erhitzt, wenn man Sport macht. Und das wird dann halt so reguliert.
75	I: Ähm ok du hast das Schwitzen schon angesprochen. Aber eigentlich jetzt im Moment
76	schwitzen wir beide eher nicht. Glaubst gibt es hier jetzt auch eine, eine Regelung oder einen
77	Mechanismus?
78	S: Das wird jetzt sehr biologisch und Biologie ist nicht so meine Stärke ... Naja so die
79	Außentemperatur ist jetzt hier etwa bei 20° und unser Körper hat eine Körpertemperatur von
80	36° zum Beispiel. Und ... ja wir ziehen uns halt an, damit wir halt da halt nicht die 20°
81	abbekommen.
82	I: Mhm ok. Dann also Thermodynamik hab' ich eigentlich noch nicht
83	S: noch nicht gemacht. Das ist dann in der 6.
84	I: Aber ich frag, ich frag dich trotzdem, weil vielleicht hast du das schon mal irgendwo, ähm
85	ist dir das schon mal untergekommen. Welche Wärmeübertragungsmechanismen kennst du,
86	hast von denen schon was gehört?
87	S: Ja zum Beispiel wenn, ich glaube Sie denken jetzt daran, dass ich halt irgendwie etwas
88	Heißes nehme und das dann auf irgendetwas Kaltes tue und das ähm, das Kalte dann
89	wärmer wird ... Denken Sie jetzt daran?
90	I: Du kannst mir ruhig Du sagen.
91	S: Ähm Du ja.
92	I: Ähm ja es ist, ja es geht, geht schon in die Richtung, aber ok dann ... will ich da mal, mal
93	nicht vor, vorgreifen. Das kommt dann in der 6. Aber vielleicht, Bekleidung haben wir
94	eigentlich schon gehabt. Und wieso hast du, sag mir's vielleicht noch einmal, wieso hast du
95	gemeint ziehst du dir was an? Also dass, gut, dass du nicht nackt bist vielleicht, aber
96	S: Ja damit mir nicht kalt wird. Zum Beispiel im Winter, dass ich mir da irgendeine Jacke
97	anziehe, damit halt nicht zu viel Wärme an die Außenwelt abgegeben wird.

98	I: Mhm. Und ähm was machst du im Sommer?
99	S: Ja im Sommer wenn es 40° hat, dann möchte ich möglichst freizügig herumlaufen.
100	I: Möchtest deinen Körper herzeigen?
101	S: Naja ich möchte mich halt irgendwie nicht in einer Winterjacke da einbuddeln.
102	I: Ok. Dann gehen wir als nächstes zum Thema Fieber. Also was weißt denn du so über
103	Fieber?
104	S: Naja Fieber hat man, wenn der Körper irgendwie ähm Bakterien oder irgendwie Viren
105	bekämpft und ... ja ...
106	I: Und was geschieht dann mit der Körpertemperatur?
107	S: Ja sie steigt.
108	I: Mhm. Ähm kannst du, kannst du mir vielleicht sagen also, wirst sicher schon mal Fieber
109	gehabt haben, nehm' ich an
110	S: Ja.
111	I: Was für Auswirkungen hat's auf dich gehabt oder wie, wie fühlst du dich und
112	S: Ja ich hab' Kopfschmerzen und ja wenn ich mir an die Stirn greif' oder wenn mir jemand
113	anderer auf die Stirn greift ist es natürlich warm, also die Körpertemperatur ist einfach hoch
114	und ich würde am liebsten eigentlich liegen.
115	I: Mhm. Ähm hast du Schüttelfrost vielleicht schon mal gehabt?
116	S: Kann mich nicht erinnern.
117	I: Ok. Also ist dir generell, wenn du, wenn du Fieber hast, ist dir eher warm oder eher kalt
118	oder?
119	S: Naja also ich ... naja anfangs ist mir warm, aber wenn ich so viel abgeschwitzt habe, dann
120	wird mir auch irgendwann einmal kalt.
121	I: Mhm. Das Schwitzen haben wir eigentlich auch schon angesprochen. Ähm also was,
122	kannst du mir vielleicht noch einmal sagen alles was dir über's Schwitzen einfällt? Alle
123	möglichen Dinge, die dir jetzt darüber einfallen.
124	S: Ja Schweiß ... ähm Schwitzen tritt auf, wenn dem Körper zu heiß ist, also über den, über
125	der Normaltemperatur ... ähm ja und das halt damit halt die Körpertemperatur reguliert wird.
126	Das fällt mir dazu ein.
127	I: Hast du dich vielleicht schon einmal vielleicht gefragt wieso, dass du dann gerade schwitzen
128	tust wenn es dir warm wird? Also was da dann wirklich der, der Grund dahinter ist.
129	S: Nein darüber hab ich mir noch keine Gedanken gemacht.
130	I: Ok, fällt dir vielleicht jetzt ad hoc irgendwas ein, was ...
131	S: Ja ich kann mir vorstellen, dass es ähnlich wie beim Computer ist, dass halt wenn dem
132	Körper halt zu warm wird, dass da einige Fehlfunktionen auftreten können. Soll ich dir da jetzt
133	irgendwie, halt irgendwas verschmilzt, aber, dass der Körper auch eine Idealtemperatur hat.
134	I: Dass der Körper, entschuldige jetzt habe ich dich
135	S: Idealtemperatur hat.
136	I: Mhm ... Ja dann sag ich mal danke, dann sind wir eigentlich schon soweit durch.
137	S: Ja bitte. Ich konnte jetzt leider nicht viel zu den Themen sagen, weil wir Wärmelehre noch
138	nicht viel durchgemacht haben.
139	I: Na du hast, war schon super. Wird sicher sehr hilfreich für meine Auswertung. Und ja dann
140	ähm einen kurzen Ausblick auf das Beispiel gib, gib ich euch nachher, weil ich jetzt nicht
141	vorgreifen möchte was wir am Freitag machen, und ich würd' euch dann bitten, dass wir ein
142	zweites Interview dann auch nach Freitag, irgendwann 1 Woche oder 2 Wochen später
143	machen könnten.

10.13 Transskripte – Nachinterviews zu „Physik des menschlichen Körpers“

10.13.1 Schüler/in BE05TH11

1	I (Interviewer): Warte, sagst mir bitte an.
2	S (Schüler/in): BE05TH11.
3	I: Ok danke ... Gut, so ... Gut, kannst mir sagen worum es im Beispiel so gegangen ist?
4	S: Ähm es geht eben darum, im menschlichen Körper, also die, den Wärmehaushalt einfach
5	zu bestimmen und wodurch, dass das verursacht werden kann ähm bzw. ja, also was in
6	unserem Körper physikalisch gesehen stattfindet, also warum wir zum Beispiel Wärme
7	abgeben oder ähm warum, wenn wir Fieber haben, warum Kaltempfinden haben, was über
8	die Temperatur und alles drum und dran, ja.
9	I: Mhm.
10	S: Mhm.
11	I: Ähm, kannst mir sagen was dir gut gefällt, also besonders gut gefallen hat?
12	S: Ähm, ich fand es gut, dass ähm, also die, dass man so eine Aufwärmung hatte und dann
13	erst richtig rein geht, also so, und dann was ich auch noch gut fand, waren die kleinen
14	Kärtchen.
15	I: Mhm.
16	S: Die eben so eine Hilfestellung waren, wenn man zum Beispiel jetzt weiter gekommen ist,
17	die haben wir am meisten gebraucht, sehr, sehr viel geholfen. Und die Tabelle fand ich jetzt
18	auch noch gut. Allerdings wo, wo ich mich schwer getan habe, war zum Beispiel bei der
19	zweiten Aufgabe, wo man den Energieinhalt der Nahrungsmittel bestimmen sollte. Dass man
20	das irgendwie in diesem Buch finden muss, weil das ja so ungeordnet war, also da hätte ich
21	es vielleicht schwer gefunden, ich weiß nicht, wenn man es im Internet irgendwie sucht.
22	I: Mhm.
23	S: Und ... ahm das hätte ich vielleicht besser gefunden. Aber sonst fand ich die Beispiele gut,
24	weil sie eigentlich einen nachdenkt und irgendwie reflektiert und besser mehr intensiver sich
25	mit diesem Thema auseinandersetzt.
26	I: Mhm.
27	S: Mhm.
28	I: Ok. Fallt dir sonst noch irgendwas ein, was, was dir nicht gut gefallen hat und was man
29	noch verbessern kann?
30	S: Ahm vielleicht, dass man das, ahm ... vielleicht, dass man das so macht ahm, dass man
31	vielleicht zuerst so einen kleinen Text liest und dann vielleicht die Fragen beantwortet.
32	I: Mhm.
33	S: Oder, dass man ahm ... ok Experimente kann man jetzt da jetzt nicht viel machen, aber
34	was ich vielleicht auch noch gut gefunden hätte, wäre zum Beispiel ahm ... ich weiß nicht,
35	ehrlich gesagt, nein ich fand's insgesamt war es eigentlich eh sehr, sehr gut. Nur ... ja, dass
36	mit dem Suchen erstens habe ich eh schon gesagt.
37	I: Mhm.
38	S: Und ... die Fragenstellungen waren eh gut. Also, ja, ich glaub das war's, also mehr ist da
39	jetzt eigentlich nicht zu sagen.
40	I: Wie, also wenn du dir die Arbeitshilfen jetzt inhaltlich anschaust.
41	S: Mhm.
42	I: Haben die gepasst oder hättest dir mehr gewünscht oder weniger?
43	S: Ähm ... eigentlich haben sie eh gepasst, wenn ich ehrlich sein soll. Also die haben eh
44	gepasst. Die haben genau quasi, waren sie wie Leitfragen quasi und von daher hat es eh
45	gepasst. Also ich konnte mich damit dann, also da konnte ich schon besser die
46	Aufgabenstellungen verstehen, von daher. Mhm.
47	I: Mhm.
48	S: Mhm.

49	I: So. Was kannst mir heute zum, zur Physik und menschlicher Körper so sagen? Was fällt
50	dir da jetzt dazu ein?
51	S: Menschlichen Körper, also, dass wir ahm egal welche Aktivität machen, dass wir immer
52	Energie verbrauchen und, dass es ahm zum Beispiel auch wenn wir Nahrung aufnehmen,
53	dass in den Nahrungsmitteln selber auch Energie enthalten ist oder, dass man zum Beispiel,
54	ahm ich weiß wenn man zum Beispiel Schokolade isst, dass man zum Beispiel mehr Sport
55	machen sollte, damit man eben das verbraucht das man so auch aufnimmt. Oder was gibt's
56	noch? Ahm die Temperaturen zum Beispiel, wenn man jetzt mit irgendwas misst, ahm das
57	ist jetzt nicht genau dasselbe, als wie unsere Körpertemperatur, die Kerntemperatur wie man
58	sagt, ähm weil es eben anders bestimmt wird, also wie soll ich das sagen? Dass es ahm
59	nicht, weil wir ja selber Wärmestrahlung zum Beispiel abgeben, dass es eben die außen, die
60	äußere Temperatur von uns misst und nicht, dass ihr die Kerntemperatur. Ahm was gibt's
61	noch zu sagen? Also, dass was wir fühlen ist nicht die Temperatur, sondern die
62	Wärmemenge, die wir fühlen und je geringer diese ist, desto kälter empfinden wir was und je
63	größer sie ist, desto wärmer empfinden wir was. Und ja, dass auch bei ähm Gesamt, bei der
64	Gesamtenergie in einem Wärmehaushalt viel, spielen eigentlich viel, viele Faktoren ein, also,
65	also Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Wärmekonvektion, aber auch, aber auch, man
66	muss auch bedenken, ahm also in meinem System was, welche Körper zum Beispiel, weil
67	jeder Körper gibt ja auch Wärmestrahlung ab und
68	I: Mhm.
69	S: Ja, mhm.
70	I: Ähm den Energieerhaltungssatz kennst du?
71	S: Ja genau, dass die Energie in einem, vorher gleich der Energie der nachher ist in einem
72	abgeschlossenen System.
73	I: Mhm.
74	S: Mhm.
75	I: Ahm kannst den auf den menschlichen Körper anwenden oder?
76	S: Ähm ... wie, also ob man
77	I: Also, ob der gilt für den menschlichen Körper, so ist vielleicht
78	S: Ja, ja der gilt schon.
79	I: Gilt der?
80	S: Ja. Also zum Beispiel, ich weiß nicht, wenn man ... wenn man etwas aufnimmt, zum
81	Beispiel die Nahrung, dass man das zum Beispiel ahm ... wie soll ich das sagen, nein wenn
82	man zum Beispiel eine Tätigkeit macht, also wenn man zum Beispiel zu nimmt und dass man
83	da Energie auch verbraucht und die Energie, die man verbraucht und die Energie, die man
84	zunimmt ist immer schon gleich groß. Also wenn man zum Beispiel Nahrung aufnimmt, zum
85	Beispiel. Oh Entschuldigung (Handy läutet) ... Ja.
86	I: Wenn du willst können wir kurz auf Pause.
87	S: Nein, nein es ist ok, ist ok mhm.
88	I: Dann kurz zur Körpertemperatur.
89	S: Mhm.
90	I: Wie macht das der Mensch, dass die immer gleich ist?
91	S: Ahm also die ahm ... ok, also, dass das immer konstant 36 irgendwas Grad ist oder?
92	I: Mhm.
93	S: Das liegt eben daran, dass wir selber, dass die Organe, also, dass wir, wie soll ich das
94	sagen, dass wir generell, ähm wenn wir sportliche Aktivitäten machen, dass wir zum Beispiel
95	Schwitzen, damit die Körper, die Körpertemperatur konstant gehalten wird oder auch, dass
96	wir ähm ständig Wärme abgeben, damit die Körpertemperatur abgegeben wird, weil die
97	Organe brauchen ja selber auch Energie um zu funktionieren. Dadurch wird auch die
98	Körpertemperatur ähm konstant gehalten und ja.
99	I: Mhm.
100	S: Oder bei den Muskelbewegungen zum Beispiel damit die Muskel besser arbeiten können,
101	weil geben sie auch ... Ich muss kurz anhalten, irgendwie ... ja.
102	I: Und mit welchen Wärmemechanismen macht das der Körper? Mit denen er Wärme abgibt.

103	S: Also Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Wärmekonvektion.
104	I: Und welche glaubst du sind die wichtigsten?
105	S: Ähm Wärmestrahlung und glaub ich Wärmekonvektion.
106	I: Wieso nicht die Wärmeleitung?
107	S: Ähm Wärmeleitung eher, naja schon eigentlich, aber ich glaub, weil ja Materie transportiert
108	wird eigentlich und nicht ja die einzelnen Moleküle, die angestoßen werden, spielen glaube
109	ich eher eine größere Rolle, weil wir fühlen ja die Wärmemenge und nicht ähm die einzelnen
110	Moleküle, also in einem großen Maß und deswegen glaube ich spielt die Wärmekonvektion
111	eine größere Rolle als die Wärmeleitung.
112	I: Mhm. Ähm ja dann kannst mir zum, zur Bekleidung sagen.
113	S: Mhm.
114	I: Also was für eine Auswirkung, dass die auf die Wärmeübertragung hat?
115	S: Ähm naja die Kleidung, die wir tragen, also das ist quasi wie ein Isolator für uns, weil
116	einfach zwischen den einzelnen Stoffen ist ja Luft drinnen und Luft ist ja eigentlich ein Isolator,
117	das ist ein schlechter Wärmeleiter. Das heißt die Wärme, die von zum Beispiel Körper, die
118	Wärme, die wir abgeben wird jetzt nicht in die Außenwelt abgegeben zum Beispiel.
119	I: Ok und was ist, wenn ich enganliegendes Gewand habe? Wo keine Luft inzwischen ist,
120	also zum Beispiel so jetzt ein paar Schichten.
121	S: Aso.
122	I: Dann hast keine Luft mehr inzwischen. Was bringt dann das Gewand?
123	S: Naja, dass zum Beispiel, ähm also zum Beispiel ähm, dass die ... wie soll ich das sagen?
124	Dass die Körpertemperatur noch ähm in den wichtigsten Bereichen, also die Arme und
125	Brustbereich, damit die konstant gehalten wird. Und ich glaub auch, das hängt ja auch davon
126	damit ab, ähm dass ... dass weniger von Energie absorbiert wird, ah das ist von der Farbe,
127	ok. Nein das ist von, das habe ich jetzt verwechselt, ja. Ok.
128	I: Ok. Ähm ja schauen wir noch ganz kurz Fieber an. Was für eine Auswirkung hat das auf
129	den Wärmehaushalt?
130	S: Dass, also beim Fieber ist es ja so, dass wir uns, dass einem kälter ist, also es einem kalt
131	ist, weil wir fühlen ja die Wärmenergie und dann wahrscheinlich ist es das, dass die außen,
132	also wenn es ... wenn eine zu, wenn die Körpertemperatur, also wenn die Körpertemperatur
133	jetzt zu hoch ist, dass es dann, dann doch einem kälter wird, weil es eine Umstellung ist
134	erstens und zweitens es liegt glaube ich auch daran, dass ähm wir zum Beispiel, wenn wir
135	zittern oder wenn wir Schüttelfrost haben, dass sich ja die ähm Härchen aufstellen auf
136	unserer Haut und damit die Wärme besser abgegeben wird und damit ähm versucht wird
137	nicht, damit die Wärme, ähm damit die Kerntemperatur konstant gehalten wird.
138	I: Mhm.
139	S: Mhm.
140	I: Kannst mir noch kurz das Schwitzen erklären, wie sich das was ändert? Also was das bringt
141	das Schwitzen?
142	S: Also das Schwitzen für den Wärmetransport eigentlich, weil in den Schweißtropfen ist
143	wahrscheinlich auch ähm ... ähm wie soll ich das sagen? Da wird Wärme eben besser
144	transportiert.
145	I: Mhm.
146	S: Mhm.
147	I: Ok. Gibt's sonst noch was vom Schwitzen?
148	S: Vom Schwitzen? Da wird, da ist es ja so, damit wir unser Kühlungssystem in unserem
149	Körper, damit wir eben nicht so sehr stark überhitzen ähm und damit es nicht zu einem
150	Hitzeschlag oder Hitzetod kommt, da beginnen wir zu Schwitzen.
151	I: Mhm, ok.
152	S: Also bei uns Menschen zumindest, also bei den Tieren ist es ja eben anders. Das sehen
153	wir schon bei einem Hund.
154	I: Ok.
155	S: Mhm.
156	I: Dann sag ich danke.

10.13.2 Schüler/in DA08SO11

1	I (Interviewer): Kannst mir wieder deinen Code sagen?
2	S (Schüler/in): Mein Code ist DA08SO11.
3	I: Mhm. Kannst mir sagen worum es im Beispiel gegangen ist?
4	S: Also in den Beispielen, die ich lesen konnte, also machen konnte, ging's um ähm ja Physik
5	und Mensch. Also nämlich das was ähm wir zu uns nehmen, das was wir verbrauchen mit
6	verschiedenen Aktivitäten und was wir mit verschiedenen Nahrungsmitteln zu uns nehmen
7	und ähm wie wir berechnen ähm können was wir verbrauchen und zu uns nehmen. Und ähm
8	die Wärme als, wie viel Wärme wir ausstrahlen, wann spüren wir ähm Kälte, wann ist es uns
9	kälter, wann ist es wärmer und ähm wie wir die Wärme ... ähm erhöhen oder erniedrigen
10	können.
11	I: Mhm. Ahm was hat dir am Beispiel gut gefallen oder besonders gut gefallen, sagen wir es
12	mal so?
13	S: Das Rechnen war sehr cool.
14	I: Ok und was hat dir weniger gut gefallen?
15	S: Naja ... hm weiß nicht. Ähm es war sehr gut, es war sehr gut formuliert ... Am Beispiel
16	überhaupt. Es hat mir nicht wirklich viel, es hat mir nichts wirklich nicht gefallen.
17	I: Hättest du irgendetwas verbessert? Was kannst mir als Tipps geben was ich verbessern
18	könnte?
19	S: Ähm Gruppenarbeit war vielleicht ein bisschen ablenkend, also halt nicht Gruppenarbeit,
20	Gruppe war, es hat ein bisschen abgelenkt.
21	I: Also hättest du es lieber in Einzelarbeit gemacht?
22	S: Ja. Ok nicht lieber, aber es wäre sicher, ich wäre weitergekommen und ich hätte vielleicht
23	bisschen gearbeitet.
24	I: Mhm.
25	S: Aber.
26	I: Ahm wie waren die Arbeitshilfen? Zum Schluss hast die auch ein bisschen angeschaut
27	oder?
28	S: Ja, ja.
29	I: Wie waren, waren die hilfreich innerhalb des
30	S: Ja, ja sicher. Die waren sehr hilfreich, besonders bei den Formeln, weil ich keine Ahnung
31	hatte was die Formel war, also ja ohne die Arbeitshilfen hätte ich es wahrscheinlich doch
32	nicht geschafft.
33	I: Mhm. Ahm was kannst du mir jetzt nach dem Beispiel so sagen über Physik und
34	menschlicher Körper?
35	S: Ähm also ... mehr als vorher ganz sicher. Zum Beispiel, ähm dass ... ähm ... ok, ähm das
36	mit dem, ich weiß die Lösung nicht, ahm also weiß ich nicht wie, was mich aber interessieren
37	würde, was, ob es richtig ist, der Satz den die Ernährungsberater richtig oder falsch ist. Aber
38	ähm überhaupt mitgenommen habe ich ähm wie der Körper Energie sinkt, erhöht, ähm die
39	Strahlungsmenge.
40	I: Mhm.
41	S: Also die Wärmestrahlung beim Körper und wieso wir kälter und wärmer spüren.
42	I: Mhm. Ähm dann Energieerhaltungssatz. Glaubst du kann man den, also
43	S: Ja?
44	I: Kann man den auf den Körper anwenden, oder?
45	S: Ja man kann den auf den Körper anwenden, glaub ich. Halt habe ich noch kein Beispiel.
46	I: Mhm.
47	S: Aber ich mein natürlich, dass was man ähm zu sich nimmt, wird ähm wird auch verbraucht.
48	I: Mhm.
49	S: Natürlich an Energie. Trotzdem ist es ein eher komplizierterer Prozess, weil es wird ja nicht
50	alles in Energie verwandelt und ähm ... die Energie ist nicht die gleiche, aber grundsätzlich
51	ja.
52	I: Mhm.

53	S: Bisschen idealisieren, ja.
54	I: Ja und kannst mir sagen wie der Körper seine Temperatur regelt, wie das so funktioniert?
55	Also wieso haben wir die gleiche Temperatur?
56	S: Also ähm wir haben immer die gleiche Temperatur indem der Körper, ähm wenn wir ich
57	weiß nicht, wie der Körper feststellt welche Temperatur wir haben, aber ich weiß, dass es der
58	Körper halt weiß. Und wenn wir eine erhöhte Temperatur haben, dann macht er, setzt er
59	Maßnahmen zur Temperatursenkung. Ja ähm wie zum Beispiel Schweiß ähm und ...ähm
60	überhaupt ... halt der ganze Körper sucht, der Mensch sucht einen Ort, der ähm, bei dem
61	oder Material mit Wärmeleitung, wo ähm mehr Wärme abgeben kann überhaupt. Der sucht
62	einfach einen kälteren Ort.
63	I: Weilst Schwitzen gesagt hast? Wie, inwiefern beeinflusst das Schwitzen die, den, den
64	Wärmehaushalt? Was genau ist da das?
65	S: Hm ... Das habe ich immer noch nicht alles verstanden. Meine Theorie ist immer noch,
66	dass ein bisschen Energie mit dem Schweißtropfen verloren geht.
67	I: Mhm.
68	S: Und ähm ... ja.
69	I: Mhm.
70	S: Also.
71	I: Ähm kannst mir sagen was, mit was für Wärmeübertragungsmechanismen gibt der Mensch
72	die, die Wärme ab?
73	S: Wärme abtransportieren?
74	I: Ja, also mit was für Mechanismen macht er das alles?
75	S: Ähm von Schwitzen, von dem?
76	I: Ja aber es gibt ja in der Thermodynamik gibt's ja drei Mechanismen.
77	S: Genau, achso ja ok. Ähm durch Wärmestrahlung, durch Konvektion und durch
78	Wärmeleitung.
79	I: Welche sind glaubst die Wichtigsten von den 2?
80	S: Konvektion und Wärmestrahlung, ja Strahlung.
81	I: Mhm. Ahm ja was, wie beeinflusst die Bekleidung den Wärmehaushalt?
82	S: Die Bekleidung, ähm naja ähm, wenn ein Kleid auf der Haut liegt, kann erstens die
83	Strahlung nicht wirklich gut weggehen und ähm die Konvektion funktioniert auch nicht gut,
84	weil ähm ein Stoff fließt an dem ähm zum Beispiel Gewand vorbei und nicht an der Haut.
85	I: Mhm.
86	S: Ja.
87	I: Und wie schaut das bei Fieber, bei Fieber aus?
88	S: Bei Fieber? Da hat der Körper innen eine erhöhte Temperatur, das heißt ... ähm zu dem
89	Beispiel bin ich übrigens nicht gekommen, glaube ich, aber falls es ein Beispiel dazu gab.
90	Ähm ... nun bei Fieber hat, was soll, was wollen Sie wissen?
91	I: Ahm wie, also der Wärmehaushalt, also wie das Fieber den Wärmehaushalt verändert?
92	S: Ok.
93	I: Also gibt dann weniger Wärme ab, gibt mehr? Wieso?
94	S: Nun ich würde sagen es gibt weniger Wärme ab, weil wir innen eine erhöhte Temperatur
95	haben, obwohl wenn ich darüber nachdenken hat man bei Fieber auch oft Schweißanfälle
96	ähm was vielleicht auch ein, ähm ein ... eine Reaktion des Körpers ist, diese ähm
97	überschüssige Wärme abzugeben, ein bisschen.
98	I: Kannst du dich vielleicht noch erinnern an das Stefan, Stefan-Boltzmann-Gesetz, dass du
99	für die Wärmeleistung, ähm du hast die Wärmeleistung berechnet, die durch die Strahlung
100	abgegeben wird?
101	S: Ja.
102	I: Wie war das mit den Temperaturen da?
103	S: Die Temperatur, ah genau. Die Innentemperatur minus die Außentemperatur war da.
104	I: Ja und was
105	S: Wenn die Innentemperatur höher ist, ist logischerweise auch ähm die Wärmestrahlung
106	höher.

107	I: Mhm. Und dann?
108	S: Und wenn die Außentemperatur höher ist, ist die Strahlungsenergie, die abgegeben wird,
109	ähm niedriger.
110	I: Und ja, wenn's mir kalt ist, was passiert dann mit der, mit der Wärmeleistung? Gebe ich
111	dann viel ab oder wenig?
112	S: Wenig.
113	I: Wenig?
114	S: Weil wir haben weniger, nein, sorry. Wenn jemand, wenn einem kalt ist, bedeutet es, wir
115	haben im Körper weniger Energie, weniger, nein. Jetzt muss ich kurz nachdenken, jetzt habe
116	ich mich verwirrt ... Wenn jemand, wenn mir kalt ist.
117	I: Mhm.
118	S: Bedeutet das, ähm dass ... außen heiß ist und innen, ähm außen kalt ist und innen heiß.
119	I: Mhm.
120	S: Sorry oder, und das bedeutet das wir wenig ähm aussenden. Das heißt jetzt auf das
121	Boltzmann-Gesetz anwenden, innen gibt es eine größere Temperatur, außen ist eine kleinere
122	Temperatur, das heißt es ist mehr Strahlung, mehr ja mehr Strahlung praktisch.
123	I: Also sendest du ja eigentlich mehr aus oder?
124	S: Ja, ja.
125	I: Ok.
126	S: Sendet man mehr aus.
127	I: Mhm. Also kann man, stimmst mir zu, wenn ich sage ähm je mehr Strahlung, je mehr
128	Wärme du abgibst umso kälter fühlst dich? Oder wärmer?
129	S: Ja.
130	I: Kälter?
131	S: Ja. Je mehr Strahlung ich abgebe, bedeutet das entweder die innen erhöht ist oder die
132	Temperatur außen niedriger ist. Ja, ja.
133	I: Ok, super dann danke fürs Interview.

10.13.3 Schüler/in EL08KO13

1	I (Interviewer): Ich hoffe, dass man das was hören werden nachher, aber passt schon ... Ok
2	sagst mir dann, den Code dann bitte.
3	S (Schüler/in): EL08KO13.
4	I: Ok danke. Ähm weißt noch worum es im letzten Beispiel gegangen ist?
5	S: Ja.
6	I: Ist schon eine Zeit jetzt her.
7	S: Ja, ja. Ahm also wir haben Thermodynamik wirklich so, sagen wir angewendet ahm in
8	Bezug auf den Menschen. Halt wie er seine Temperatur behält, verliert ... ja.
9	I: Ok. Ähm was hat dir besonders gut gefallen, also wenn wir mit den positiven anfangen?
10	S: Also, ich habe mir ganz ehrlich noch nie darüber Gedanken gemacht, ähm wie der Mensch,
11	wieso jetzt der Mensch unbedingt 36 Grad Körpertemperatur hat oder so und ähm wie, wie
12	ist es jetzt, wieso hat man überhaupt mehr Sachen an ahm im Winter und so, und es, es hat
13	also einen allgemeinbildenden Aspekt.
14	I: Mhm.
15	S: Ähm und, ähm das mag ich immer sehr, weil ähm nur so pure Theorie zu weiß nicht
16	Thermodynamik, Optik zu geben ist find ich nicht das beste. Ich mag eher, wenn man sieht,
17	wo es zum Beispiel angewendet wird, wo es das vorkommt in der Natur.
18	I: Ok. Und kannst mir dann sagen was, was dir weniger gut gefallen hat und vielleicht auch
19	gleich wie du das verbessern würdest?
20	S: Ähm ja, ich habe es letztes Mal schon glaub ich gesagt, dass ahm ähm ich habe es eher
21	gerne, wenn man zum Beispiel zuerst die Theorie hat ähm und dann die Beispiele kommen.
22	I: Ja.
23	S: Weil ähm mir haben diese Kärtchen eben nicht so gefallen. Ähm ich, ich hätte gerne eher
24	so einfach eine A4 Seite wo ähm alles allgemein steht und dann muss ich dieses Wissen

25	anwenden, dass ich daraus gewonnen habe, bei den Beispielen.
26	I: Mhm. Ok. Ahm ... ja kannst die Arbeitshilfen, auf die seid's ja erst zum Schluss darauf
27	gekommen ...
28	S: Ja.
29	I: Wie man, wie man die, war das, also waren sie erst einmal vom Inhalt
30	S: Sie haben, sie haben geholfen.
31	I: Mhm.
32	S: Ahm aber es ist halt nicht mein, meine Lieblingsart das zu machen.
33	I: Mhm. Und da auch generell die Kärtchen. War, war das Format, würdest du ein anderes
34	machen oder?
35	S: Ja, also ich bin wirklich nicht so der Fan von den Kärtchen.
36	I: Ok. Gut dann werden wir kurz zum ahm fachlichen, ahm ja was fällt dir jetzt, jetzt nach der,
37	nach dem Beispiel so zu Physik und menschlicher Körper so ein?
38	S: Ahm ... ahm von den Beispielen her, oder?
39	I: Also generell, was du, wie du jetzt eine Verbindung zwischen die zwei Begriffe siehst.
40	S: Achso, naja ahm ... ich habe ahm ... als du mich das erste Mal gefragt hast ahm, habe ich
41	eher so fundamental gedacht, aber in Bezug wirklich auf die Körperwärme, ähm wie der
42	Mensch, wie der Mensch halt seine Wärme behält und sie verliert. Ähm wodurch das ist, eben
43	durch ähm Abstrahlung oder ähm was haben wir noch gesprochen? Ahm ... ja Abgeben,
44	Abgeben der Wärme durch den Schweiß. Also das, das, das hat schon einen interessanten
45	Aspekt an sich.
46	I: Mhm. Ahm ja dann, den Energieerhaltungssatz haben eigentlich nicht explizit besprochen,
47	aber kennst du den?
48	S: Ähm in der Mechanik?
49	I: Ja also generell, wie, also kannst ihn formulieren?
50	S: Also Energie wird umgewandelt, es geht nie Energie verloren.
51	I: Mhm.
52	S: Ähm und man kann keine Energie schaffen an sich, es wird immer umgewandelt. Ähm und
53	im, im Konzept des Körpers ist eben, dass ähm dass unser Essen, das wir hier essen, da
54	sind Energien drinnen, dass diese Energie von uns umgewandelt wird in Wärme, ähm die wir
55	dann abgeben.
56	I: Mhm ok, super. Ähm dann haben wir über die Körpertemperatur kurz gesprochen, dass die
57	immer 36 Grad ist. Ähm ja kannst mir sagen wie das der Körper so macht?
58	S: Ja, also er reguliert es durch zum Beispiel Schwitzen. Ähm aber wir können das ähm, halt
59	ähm ...der, der Körper hat, wir haben auch gesehen, dass der Körper nicht überall halt, ähm
60	dass der an der Oberfläche nicht 36 Grad heiß ist, ähm ... und da haben wir eben festgestellt,
61	dass ähm ja, dass die Körpertemperatur, die innere Körpertemperatur 36 Komma
62	I: Mhm.
63	S: irgendwas Grad ähm von der Außentemperatur abweicht.
64	I: Mhm.
65	S: Ähm ja.
66	I: Weißt noch wieso vielleicht?
67	S: Ähm naja wir haben, wir haben eine ähm allgemeine größere Fläche.
68	I: Mhm.
69	S: Ähm und ähm noch dazu, ähm die Haut gibt einfach Wärme an die Luft ab, Wärmeverlust
70	ist es einfach.
71	I: Mhm. Ahm weißt vielleicht noch beim Infrarotthermometer, gut kurzzeitig hat es extrem
72	hohe Temperaturen angezeigt.
73	S: Ja.
74	I: Aber generell ähm kann da ein Fehler bei der Messung passieren?
75	S: Ja. Ahm also das ... ich kann mich nicht erinnern worin der Fehler lag, aber es, es gab
76	einen möglichen Fehler, dass wenn, wenn das Gerät nicht alle nein, nicht alle
77	Wärmestrahlung, sondern ... nein, also.
78	I: Weißt du vielleicht wovon die Wärmestrahlung so abhängig ist, von welchen Größen? Was

79	S: Von der Fläche.
80	I: Ja.
81	S: Ähm ... was noch? Ähm ... naja von der, Wärme Wärmedifferenz?
82	I: Temperaturdifferenz.
83	S: Temperaturdifferenz, ja. Ähm etwas war noch, und irgendeine Konstante.
84	I: Genau und die, also beim schwarzen Körper ist die Konstante nämlich
85	S: Ähm Eins.
86	I: Eins, genau.
87	S: Und bei weißen Körper 0.
88	I: Genau.
89	S: Aber es gibt keinen schwarzen, perfekten schwarzen Körper, deswegen ist alles grauer
90	Körper und bei denen ist diese Konstante eben variabel.
91	I: Genau beim Gerät kann man die Konstante nämlich einstellen.
92	S: Wirklich?
93	I: Ja.
94	S: Achso, ok.
95	I: Bei den meisten schon. Und ähm das Gerät misst ja die Wärmestrahlung, und rechnet auf
96	die Temperatur zurück.
97	S: Ja.
98	I: Aber; wenn du ein falsches Epsilon eingibst, dann
99	S: Ja.
100	I: kann die Temperatur auch falsch sein, das heißt das kann auch eine Fehlerquelle sein ...
101	Ok, gut dann kurz zu den Wärmestrahlungsmechanismen. Welche fallen dir da ein?
102	S: Zu? Entschuldigung.
103	I: Wärmeübertragungsmechanismen. Also Strahlung hast mir schon genannt.
104	S: Ja. Ähm da war ja noch, noch das andere. Ähm ... das, Wärmeleitung ähm und dann gibt's
105	dann eines noch, auf das kann ich mich nicht erinnern.
106	I: Kannst mir vielleicht die Wärme, also Wärmestrahlung haben wir eh schon besprochen, die
107	Wärmeleitung, kannst mir da
108	S: Naja die Atome, die Atome halt, die, die bewegen sich ja, weil sie warm sind. Ähm und die
109	stoßen eben andere Atome an und die werden, halt die beginnen sich auch zu bewegen.
110	I: Mhm.
111	S: Und so verteilt sich die Wärme zum Beispiel in Metallen.
112	I: Mhm ... Ok. Ähm dann zum Thema Bekleidung, das haben wir auch besprochen.
113	S: Mhm.
114	I: Also weshalb ziehen wir uns Bekleidung an? Und wie ziehen wir uns im Sommer und wie
115	im Winter an?
116	S: Ja also ähm Bekleidung ist, ist dazu gemacht ähm zu isolieren, also die Wärmestrahlung,
117	die wir ausstrahlen ähm zu reflektieren bzw. zu, zu, zu behalten, damit wir nicht alles an die
118	Luft abgeben.
119	I: Mhm.
120	S: Sondern eher, dass ähm halt, ja erhalten.
121	I: Mhm. Ähm ja was für eine Auswirkung hat das, wenn du dickeres Gewand anziehst auf die
122	Wärmeübertragung?
123	S: Ja die ist, die ist schlechter.
124	I: Ja und kannst mir, kannst das bisschen vielleicht detaillierter beschreiben wie du jetzt auf
125	das gekommen bist?
126	S: Ähm dass die Wärmeübertragung schlechter ist? Ähm ... naja Kleidung, Kleidung leitet
127	nicht wirklich Wärme.
128	I: Mhm.
129	S: Ja und isoliert sicher irgendwie von, von dem Äußeren, von der Luft, von, von der
130	Umgebung.
131	I: Mhm. Ok. So jetzt sind wir fast durch. Das Fieber noch. Was fällt dir da dazu ein?
132	S: Wir haben gesprochen, wieso, wieso man sich, ähm ... wieso man sich kalt fühlt, wenn

133	das, wenn die Temperatur, wenn die Körpertemperatur steigt.
134	I: Mhm.
135	S: Ähm ... Ja. Ähm das war eben, ich glaub wegen der Temperaturdifferenz ähm zwischen
136	Körper und ähm halt Raum in dem man sich befindet.
137	I: Mhm.
138	S: Wenn die steigt, dann kommt es eben, kommt das Gefühl, dass, dass, dass kälter ist,
139	obwohl es eigentlich, obwohl man selbst wärmer wird.
140	I: Mhm. Wieso hat man das Gefühl, dass man, dass kälter wird? Weißt du das vielleicht noch?
141	S: Ähm nein.
142	I: Ok dann noch, besprechen wir noch kurz das Schwitzen. Ich hoffe da hört man was, aber
143	wird schon gehen. Ahm was fällt dir da darüber ein?
144	S: Ahm zum Schwitzen. Also wenn, wenn der Körper eben überhitzt ist und Wärme abgeben
145	will, dann macht er es durch Schwitzen, durch ähm Evaporation. Es ist
146	I: Verdampfen.
147	S: Verdampfen. Durch das Verdampfen von eben Schweiß und ja.
148	I: Mhm.
149	S: Kühlt sich gut.
150	I: Genau, ja. Ok gut dann sag
151	S: Ja.
152	I: ich danke.

10.13.4 Schüler/in JA06AN14

1	I (Interviewer): Na gut, dann hallo einmal.
2	S (Schüler/in): Hallo.
3	I: Ich leg das daher und sagst mir mal den Code bitte.
4	S: JA06AN14.
5	I: So na gut dann machen wir heute das zweite Interview.
6	S: Bitte.
7	I: So zuerst einmal ein paar allgemeine Fragen zum Beispiel. Also das sind schon ca. zwei
8	Wochen her. Aber vielleicht kannst mir noch sagen worum es gegangen ist? Nur so grob.
9	S: Ähm Sie haben gefragt, also du
10	I: Danke.
11	S: hast gefragt ähm und zwar ähm Physik in Anwendung auf den menschlichen Körper, kann
12	ich mich erinnern. Also wo ich dann quasi die Physik bzw. ich glaube Mechanik war auch die
13	Frage. Dann ähm warum wir uns, wenn's, also wenn's warm ist warum wir weniger anziehen
14	und wenn's, wenn's kalt ist, warum wir mehr anziehen halt. Dann ähm war die Frage ... ob
15	man also irgendwie physikalisch erklären kann wie der Körper die ähm Temperatur halt
16	regelt. Dann ähm Krankheit, Fieber was dann passiert. Da haben Sie glaube ich gefragt, du
17	gefragt und ja ... das war eigentlich alles auf was ich mich so erinnern kann.
18	I: Kannst mir sagen was dir besonders gut gefallen hat? Also welche?
19	S: Von den Fragen her oder von den?
20	I: Also von dem was im Beispiel vorgekommen ist, also generell.
21	S: Von den Übungen, die es gegeben hat?
22	I: Genau was dir gut gefallen hat, was ...
23	S: Ahm was mir gut gefallen hat? Ich kann mich nicht mehr erinnern was die Fragen waren.
24	I: Nicht an die Fragen alleine. Vielleicht
25	S: alles?
26	I: Genau. Also der ganze, vielleicht der Aufbau, was zu tun war.
27	S: Ja, also, also ich fand, dass beim, beim, beim Interview selber fand ich es recht gut, dass
28	man ähm also, dass nicht, dass du nicht darauf beharrt hast, also zum Beispiel ähm die
29	Antworten nur physikalisch zu erklären. Ich meine das wolltest du natürlich schon, klar. Aber
30	also ich habe dann auch Fragen, also Antworten geben können, die dann eher, also
31	biologisch sind. Dann ähm, also, das Interview war ganz, also es war nicht, es war leicht, es

32	war angenehm gestaltet. Die Übungsaufgaben dann später, die waren ... Also wir durften es
33	gemeinsam bearbeiten. Das fand ich auch gut, weil im Team bringt man meistens mehr
34	zusammen, als es gibt als einzige. Dann weiß der dann das und der das, was man vielleicht
35	selber nicht weiß. Ahm von der Strukturierung der Fragen, vielleicht paar Unterpunkte noch.
36	Also da war jetzt dann zum Beispiel eine Frage, das war dann nur die eine Frage, die dann
37	halt so groß ausgesehen hat, dass man vielleicht a, b, c macht, aber ansonsten gibt es da
38	jetzt nichts zu sagen.
39	I: Was hat dir eigentlich weniger gut gefallen?
40	S: Weniger gut gefallen?
41	I: Vielleicht was würdest du anders machen, weglassen oder?
42	S: Also ehrlich gesagt hätte ich es ... also vom Interview her hätte ich es garantiert nicht
43	anders gemacht.
44	I: Also mehr aufs Beispiel bezogen.
45	S: Das Beispiel ok, auf das Beispiel bezogen. Ahm ja wie gesagt halt bisschen
46	unterstrukturieren. Dann ähm die Idee mit diesen ähm Kärtchen fand ich gut, auch wenn wir
47	sie erst relativ spät benutzt haben ... aber doch. Und ähm vom schlechten her, also mir hat
48	es gefallen.
49	I: Ich meine du hast mir jetzt schon gesagt Verbesserungsvorschläge, die, die Fragen besser
50	strukturieren.
51	S: Genau, ja.
52	I: Hast vielleicht noch andere Verbesserungsvorschläge für mich? ... Also das kann wirklich
53	auch das ganze Beispiel betreffen ... Die Vorbereitung, die Umsetzung, also wirklich kannst
54	jetzt komplett alles, was dir da dazu einfällt.
55	S: ... Mir fällt da jetzt wenig ein was man verbessern hätte können ... Es ist klar, dass du
56	Sachen haben willst, damit es besser wird, aber, also mir hat's, für mich war es in Ordnung.
57	I: Und jetzt zu den Arbeitshilfen noch einmal. Die habt's ja erst am
58	S: Die haben wir dann am Schluss dann eher verwendet. Die ersten Aufgaben dann waren
59	eh mit dem Buch waren, das halt sie gegeben haben und halt selber auch und ähm wir haben
60	sie erst dann später verwendet, vielleicht, ich würde sagen, vielleicht, weil wir gedacht haben,
61	dass da darauf jetzt zum Beispiel nur so, also, gestanden wären nur kleine Hilfen darauf, aber
62	wir dachten vielleicht, dass es nicht so hilfreich sein würde, aber als wir es dann verwendet
63	haben, dann hat es eigentlich schon geholfen bei einigen
64	I: Mhm.
65	S: Aufgaben.
66	I: Ok dann sage ich einmal danke für die Fragen. Jetzt ähm, ja jetzt kommen wieder so ein
67	paar fachliche Fragen.
68	S: Ja.
69	I: Ja jetzt noch einmal die beiden Schlagwörter Physik und menschlicher Körper. Was fällt dir
70	da dazu ein?
71	S: Physik und menschlicher Körper? Ähm ... also ähm ... Energie, also, also na ... weiß nicht
72	potentielle Energie vielleicht ... kinetische Energie, dann Wärmehaushalt natürlich vom
73	Körper her. Dann ähm die ganzen, weiß nicht ... Gelenke bzw. die ganzen Mechanismen im
74	Körper, vielleicht, dass man die sich dann vorstellt wie eine Maschine, die halt auch
75	physikalisch zu erklären ist. Und ähm ansonsten ...
76	I: Die kinetische und potentielle Energie hast genannt. Wie, was meinst da genau? Kannst
77	mir das weiter erklären?
78	S: Ahm, also wenn der menschliche Körper sich halt bewegt bzw. ... sich nicht bewegt, hat
79	er dann halt die Energie dabei.
80	I: Mhm. Ahm ... gut dann, dann werden wir jetzt einmal den Energieerhaltungssatz kurz
81	thematizieren.
82	S: Mhm.
83	I: Was kannst mir über den so sagen?
84	S: Energieerhaltungssatz, das war auch bei den Aufgaben dabei. Ähm also der Energieerhalt
85	... ja kann ich jetzt eigentlich nur das sagen, was wir letztes mal gesagt hat und zwar ... ähm

86	dass dieser Energieerhaltungssatz halt die Energie und vielleicht die Energie ausrechnen
87	kann damit, die ähm quasi erhalten bleibt bei bestimmten Vorgängen, bestimmten ähm
88	Tätigkeiten, ähm zum Beispiel, was fällt mir da jetzt dazu ein? ... ahm ... Solarzelle zum
89	Beispiel fällt mir jetzt ein. Ähm dass ähm ... die Solarzelle zum Beispiel eine gewisse Energie
90	braucht um sich selbst zu erhalten, damit sie halt funktioniert, nicht. Also ich kann nicht eine
91	Solarzelle hingeben und die Sonne aufnehmen und dann sofort den gesamten, die gesamte
92	Energie dem ganzen Strom, der dadurch halt entsteht, wegzapfen, weil ja die, die, die ähm
93	Solarzelle selbst dann noch was braucht und die Sonnenenergie dann so umzuwandeln, dass
94	wir den Strom dann haben.
95	I: Und, weil du, du hast ja gesagt Energie ist erhalten, das heißt in anderen Worten, dass
96	eigentlich Energie nicht verloren gehen kann. Wieso hören
97	S: Genau.
98	I: wir dann öfters Energieverluste? Begriff, den hört man ja oft.
99	S: Weil man es vielleicht nicht so effizient bzw. genau schafft die gesamte Energie zu nutzen,
100	die man halt dann zur Verfügung hat, dass dann halt bei bestimmten Vorgängen doch halt
101	immerhin immer wieder bestimmte Mengen an Energie verloren gehen.
102	I: Und wo geht die hin?
103	S: Gute Frage. Wo geht die hin? Ähm wo geht die hin? Vielleicht, wenn sie, also zum
104	Beispiel nach außen abgegeben, dass dann halt einfach, quasi also nicht verschwindet, aber
105	halt für den, für das Gerät, oder für den dings halt quasi verschwindet und zwar nach außen
106	abgegeben wird bzw. ... ähm ... ja.
107	I: So dann, haben wir das letzte Mal schon das Thema über die Körpertemperatur gehabt.
108	Zuerst einmal, ja ihr habt's die Hauttemperatur gemessen mit dem Infrarotthermometer.
109	S: Ja.
110	I: Kannst dich noch erinnern was da ungefähr herausgekommen ist so?
111	S: Glaub so ...
112	I: Also war's weniger oder mehr als die
113	S: Als der Durchschnitt?
114	I: als die Körpertemperatur?
115	S: Ähm, glaub es war bisschen, bisschen weniger glaub ich, aber nur, nur ganz minimal glaub
116	ich.
117	I: Kannst du den Unterschied erklären wieso, dass das so ist?
118	S: Naja also du hast vorher gesagt, dass die ... also, dass wenn man's vergleicht die
119	Körpertemperatur von innen genommen haben, nicht? Dann haben wir das gemessen was
120	außen ist und ich meine wir haben es halt direkt an der Haut gemessen und die Haut ist halt
121	doch auch den äußeren Faktoren halt ausgesetzt, der innere Körper halt jetzt nicht so und
122	dass der halt dann dafür sorgt, dass das minimal halt weniger wird, minimal halt abkühlt und
123	kommt dann halt auch auf die Umgebung an
124	I: Mhm.
125	S: wo ich bin.
126	I: Und wie schafft das der Körper, dass die Innentemperatur immer nahezu konstant ist?
127	S: Naja, ähm ich glaub die war 35 Grad, 36 Grad.
128	I: 36 Grad.
129	S: 36 Grad ja. 36 Grad, wie schafft er das? Ähm einerseits einmal durch verschiedene
130	biologische ähm ... na ... Vorgänge, jetzt habe ich das Wort. Ähm verschiedene biologische
131	Vorgänge mit weiß ich nicht Hormonen, mit den Muskeln einerseits, weil wenn wir jetzt zittern,
132	dann ist das nichts anderes als eine Muskelbewegung damit sich der Körper erwärmt, damit
133	er dann wieder rauf kommt auf die Temperatur. Auch wenn wir in einer kälteren Umgebung
134	sind. Ähm andererseits bei, bei ... Verbrennungen also jetzt in, also im Organismus. Wenn
135	wir was essen, wird ja das Essen quasi verbrannt für die Nährstoffe und so. Dass er daraus
136	ein bisschen Energie zieht und die dann halt für den Wärmehaushalt dann verwendet
137	I: Was
138	S: zum Ausgleich.
139	I: Was passiert, wenn er zum Beispiel zu viel hat? Was

140	S: Wenn er zu viel hat, dann gibt er das ab nach außen. Wenn wir schwitzen zum Beispiel,
141	wenn wir Sport machen, ist klar dann bewegt man sich, Muskeln arbeiten, erzeugen Wärme,
142	Hitze. Darum sagt man ja, wenn einem kalt ist, man soll sich bewegen, nicht.. Und wenn man
143	sich dann halt zu viel bewegt, dann heizt sich das alles auf und da gibt es dann den Schweiß
144	quasi ab.
145	I: Was, das Schwitzen was kann das konkret auf den, auf den Wärmehaushalt, also wieso
146	schwitzen wir eigentlich? Was hat das mit dem Wärmehaushalt zu tun?
147	S: Ich würde es als menschliche ähm Klimaanlage bezeichnen. Ähm wie es ja ... wie er das
148	macht ...
149	I: Weißt vielleicht was, was das bewirkt physikalisch das Schwitzen?
150	S: ... Es, es sorgt dafür, dass ... dass dem Körper nicht mehr heiß ist na. Also, dass er wieder
151	in dieser normalen Temperatur halt 36 Grad dann wieder ist. Wie er das macht, also das
152	Schwitzen, wird Flüssigkeit abgegeben, die man vorher zu sich genommen hat ... ahm ...
153	und ja.
154	I: Ok dann ahm kannst mir vielleicht sagen welche Wärmeübertragungsmechanismen du
155	alles kennst? Also wie kann man Wärme übertragen?
156	S: Waren das die drei, die es gibt?
157	I: Drei, drei hauptsächlich.
158	S: Ähm Wärmestrahlung, Wärmeleitung.
159	I: Mhm.
160	S: Das andere hat mit K angefangen oder?
161	I: Ja.
162	S: Ähm ... chem
163	I: Konvektion.
164	S: Konvektion, ja.
165	I: Genau.
166	S: Eines muss man immer vergessen na?
167	I: Kannst mir das kurz, kurz erklären? Also eines nach dem anderen. Fangen wir vielleicht ...
168	oder such' dir du aus mit welchem, dass du anfangen magst.
169	S: Wärmestrahlung ist ... also wie, wie die Wärme geleitet wird also?
170	I: Ja es geht, wie die funktionieren.
171	S: Wie die funktionieren, ok. Ähm Wärmeleitung war das eine. Ähm nehmen wir halt vielleicht
172	wieder das Beispiel mit der Heizung, das hatte ich letztes Mal auch so, da kann man so schön
173	alles erklären. Ähm Wärme, Heizung besteht ja aus, aus, aus Metall, also aus Eisen und das
174	wärmt, also das leitet Entschuldigung die ... die, die Wärme ähm halt quasi von einem Teil
175	zur anderen Heizung. Dann geht es über zu die Wärmestrahlung. Weil die Wärme halt
176	ausgestrahlt werden muss in den Raum.
177	I: Mhm.
178	S: Bzw. auf uns, weil uns kalt ist, weil der Raum kalt ist. Dann haben wir Konvektion ja ähm
179	... Konvektion ... ahm ...
180	I: Konvektion. Konvektion gibt es auch, das ist was anderes.
181	S: Vek, Vektion. Hat das was mit Vektoren zu tun? Na das weiß ich jetzt nicht.
182	I: Ok und dann, ahm Leitung wäre das letzte noch gewesen? Oder? Ich glaube wir haben ...
183	S: Na das habe ich ja schon. Von einem Teil-Dings zum anderen.
184	I: Stimmt ja, stimmt genau. So dann, wieso hast du dir heute ein Gewand angezogen?
185	S: Ja, weil ich nackt umeinander rennen möchte. Nein, also wieso hab ich Gewand
186	angezogen?
187	I: Also wieso hast du dir heute zum Beispiel die Weste auch angezogen und nicht nur ein T-
188	Shirt?
189	S: Ja, weil der ähm Wetterbericht im Radio gesagt hat, dass es regnen könnte. Also, dass
190	es, dass die Möglichkeit besteht, dass es regnet. Die Temperatur war auch nicht gerade so
191	... so großartig hoch und deshalb habe ich das angezogen.
192	I: Und eigentlich wenn, wenn's ja kälter ist, zieht man sich ja mehr an und
193	S: Genau.

194	I: und kannst mir oder kannst du dir das erklären wieso, dass das so ist?
195	S: ... Weil, weil der Körper ... ich weiß was ich sagen will, ich formuliere es mir gerade.
196	I: Ja.
197	S: Ähm, also wenn uns kalt ist, dann, dann, dann ... versuchen wir den Körper von außen zu
198	wärmen und das mithilfe von diesen, von den Kleidungen halt. Ahm weil der Körper selber
199	vielleicht nur bis zu einem bestimmten ... bestimmten Grad sich selbst erwärmen kann.
200	I: Mhm, ähm.
201	S: Weil ab, ab 37 Grad oder so spricht man ja dann schon von Fieber nicht? Also schätze
202	ich, dass sich der Körper da dann bis zum Beispiel 36 Grad, ein gesunder Körper nur bis 36
203	Grad oder so erwärmt und den Rest den müssen wir dann dazu beitragen.
204	I: Ähm wennst zum Beispiel, also der Tisch steht schon lange in dem Raum.
205	S: Ja.
206	I: Ja, ich glaube wir werden, wirst mir sicher zustimmen, dass der die gleiche Temperatur hat
207	wie die Luft hier drinnen. Weil der steht wirklich schon lange da drin und die Temperatur ist
208	hier immer ungefähr gleich, sagen wir ungefähr. Wie kannst du dir dann eigentlich erklären,
209	dass, wenn du das Holz angreifst und das Eisen angreifst?
210	S: Weil das Eisen die Wärme nicht so leicht aufnimmt bzw. ja als das Holz.
211	I: Ok. Ähm, ja es ist so, weil Holz leitet Wärme nicht so gut wie Eisen und unser Körper ist
212	wärmer, als das Holz. Das heißt die Wärme geht von unserem Körper da raus, aber da sie
213	Holz nicht so gut leitet, nimmt Holz weniger Wärme auf und Eisen nimmt mehr. Und wir fühlen,
214	eigentlich fühlt der Mensch keine Temperatur, sondern wir fühlen nur Wärme.
215	S: Also quasi wie viel Wärme, dass das dings
216	I: Wie viel wir abgeben genau. Deswegen fühlen wir, obwohl die beiden sicher die gleiche
217	Temperatur haben, fühlt sich das wärmer an.
218	S: Und das kälter.
219	I: Genau. Ähm glaub Fieber haben wir noch nicht gehabt, gell? Was für eine Wirkung hat
220	S: Letztes Mal haben wir's gehabt.
221	I: Genau. Was für eine Auswirkung hat das, das Fieber?
222	S: Dass uns, dass wir, dass wir Schwitzen, dass uns heiß wird, dass sich der Körper halt
223	erwärmt und, dass wir im Bett liegen und krank sind.
224	I: Aber ist dir auch schon mal passiert, dass du Fieber gehabt hast und dir war es kalt?
225	S: Nein, das haben wir letztes Mal auch gehabt, aber ähm wenn das der Fall sein sollte, dann
226	... warum ist es kalt, uns kalt? ... Das war doch, weil die, das hat doch was mit der Außen-
227	und der Raumtemperatur zu tun gehabt. Und zwar, wenn, wie war das nochmal? Das hast
228	du mir letztes Mal erklärt, das weiß ich noch ... Dass die Umgebungstemperatur niedriger ist,
229	als ... als wir haben.
230	I: Mhm.
231	S: Und deshalb ist uns kalt, also als wir, als wir haben, wenn wir halt im fiebrigen Zustand
232	sind.
233	I: Naja aber wenn du im normalen Zustand bist, hast ja auch 32 also Hauttemperatur, sagen
234	wir ungefähr 36 Grad, bisschen weniger, aber da ist, da hast ja meistens im Raum auch so
235	um die 20, 22, 25 Grad.
236	S: ... Bei der Erklärung fehlt noch was gell?
237	I: Eine Kleinigkeit.
238	S: Kleinigkeit fehlt.
239	I: Überlege einmal was der Unterschied zwischen, also bei deinem Körper, wenn du Fieber
240	hast und wenn du nicht Fieber hast?
241	S: Wenn ich Fieber habe, ist der Körper wärmer, wenn ich nicht Fieber habe, ist er ... wenn
242	ich nicht Fieber habe, hat der Körper die gleiche Temperatur wie die, wie die
243	Umgebungstemperatur, darum ist uns dann ... nicht kalt? Nein das war es jetzt nicht oder?
244	I: Na ok, gut dann sage ich, also hätten wir jetzt eigentlich alle Fragen durch.
245	S: Ok.
246	I: Dann sage ich einmal danke fürs, fürs Interview.
247	S: Gerne.

248	I: Und es wird noch, also jetzt heuer habt's ja glaub ich ja nur mehr zweimal.
249	S: Ja und das eine Mal, weiß ich nicht, ob wir das haben, weil sie glaube ich wohin muss oder
250	so.
251	I: Genau. Und dann werden wir wahrscheinlich nächstes Jahr noch ein oder zwei Beispiele
252	machen.
253	S: Ok.
254	I: Und falls, falls ich glaube nächstes Jahr bist auch dabei oder?
255	S: Das ist noch nicht sicher, das kommt auf das Endzeugnis in diesem Jahr an.
256	I: Also wenn du da bist, würde es mich freuen, wenn du wieder dabei bist.

10.13.5 Schüler/in MA09AS11

1	I (Interviewer): Gut, den Code zuerst.
2	S (Schüler/in): MA09AS11.
3	I: Ok danke. So gut. Ist schon eine Zeit her. Weißt, kannst mir noch erklären um was es im
4	Beispiel gegangen ist?
5	S: Da ging es um die Physik des Körpers.
6	I: Mhm.
7	S: Ja und wie der Körper die Wärme reguliert, also das physische, physisch oder was. Ja
8	ähm das physikal so heißt's das physikalische dahinter. Und ähm ja weswegen man schwitzt,
9	weswegen einem heiß ist, weswegen einem kalt ist, ja ... Was gab es dann noch? ... ja.
10	I: Kannst mir vielleicht sagen was dir beim Beispiel besonders gut gefallen hat?
11	S: Ja, mir hat es allgemein gut gefallen, weil es auch offene Fragen waren und nicht so ganz
12	streng vorgegeben und man musste es herleiten und da war nicht alles da und man muss
13	blöde Formeln einsetzen einfach, sondern ja man musste selber sein Gehirn benutzen,
14	denken und ja.
15	I: Ok. Kannst mir vielleicht noch sagen was dir weniger gut gefallen hat?
16	S: Bitte?
17	I: Kannst mir sagen was dir weniger gut gefallen hat?
18	S: Ähm ... ich hatte eigentlich gar nichts zum Aussetzen. Ich fand's super.
19	I: Ok. Dann sag ich danke.
20	S: Bitte.
21	I: Aber kann man aus deiner Sicht irgendwas verbessern?
22	S: Ja ich, ich weiß nicht, weil für mich waren das super Beispiele.
23	I: Mhm.
24	S: Ich glaub nicht.
25	I: Ok. Und was, die Arbeitshilfen kannst dich noch an die Karten erinnern?
26	S: Ja, ja.
27	I: Habt's die benutzt und waren's
28	S: Ja manche haben wir, also das stimmt ja ähm, manche waren vielleicht nicht so hilfreich
29	von den Kärtchen, aber manche haben wir auch gebraucht und haben uns gut geholfen.
30	I: Mhm.
31	S: Ja.
32	I: Also findest
33	S: Bei der Auswahl bisschen, ja.
34	I: findest, dass die Karten fürs Beispiel
35	S: Sie waren, ja.
36	I: Ok. So, gut dann kommen wir jetzt wieder zu ein paar fachlichen Fragen. Wieder Physik
37	und menschlicher Körper. Was kannst mir jetzt darüber erzählen?
38	S: Ja wir wissen jetzt, ähm dass man zum Beispiel, dass einem heiß ist, weil die
39	Körpertemperatur ähm ... unter dem ... unter dem ... ich kann's nicht formulieren. Warte.
40	Unter der Temperatur der Umgebung ist oder umgekehrt ist einem kalt, also wenn der Körper
41	heißer ist als die Umgebung. Und ... dass ... ich habe gerade ein Blackout. Warte. Ich weiß
42	nicht. Was haben wir noch alles berechnet Peter? Hilf mir ... ähm ja ähm.

43	I: Schwitzen war noch dabei und ähm.
44	S: Achso das Schwitzen habe ich nicht gesagt, ja.
45	I: Und ähm was haben wir noch gehabt? Fieber glaub ich, haben wir noch gehabt ganz zum
46	Schluss. Es ist immer um die Temperatur vom, um die Wärmeabgabe
47	S: Achso, ja, ja um die ... warte ... ich höre jetzt richtiges Bild raus.
48	I: Naja, es naja. Macht überhaupt nichts. Ja es ist schon bisschen eine Zeit jetzt her.
49	S: Richtig.
50	I: Und Energieerhaltungssatz. Kannst mir den noch sagen und irgendwie einmal generell
51	allgemein?
52	S: Ja das war doch nur, ähm jede, keine Energie geht verloren, sie wird nicht doch, nicht
53	zerstört, sie bleibt einfach und wird nur umgewandelt.
54	I: Und wie siehst du das beim, beim, beim Körper? Gibt es den oder? Es gibt ja auch, es gibt
55	geschlossene und offene Systeme.
56	S: Ja, ja.
57	I: Was glaubst du, ist der Körper?
58	S: Der ist nicht geschlossen, offenes System.
59	I: Offenes System, ok. Kannst mir vielleicht, vielleicht noch sagen, weshalb du das glaubst?
60	S: Ähm ... das haben wir jetzt wieder in Physik gemacht. Richtiges Blackout.
61	I: Gehen wir vielleicht weiter zum nächsten Punkt.
62	S: Weil man noch die Wärme zum Beispiel von der Sonne bekommt und nicht alles vom
63	Körper produziert wird und verwertet wird, sondern auch abgegeben wird.
64	I: Mhm, genau. Genau. Dann haben wir kurz, darüber gesprochen, dass die
65	Körpertemperatur nahezu konstant ist. Kannst mir das nach dem Beispiel sagen, wie der
66	Körper das genau macht?
67	S: Ja, ja. Wenn einem kalt ist, dann schwitzt man, wenn einem heiß ist, dann, ich weiß nicht,
68	ob das dafür ist, irgendwie ich glaub schon, dann zittert man und dadurch wärmt sich der
69	Körper ja auch auf.
70	I: Ich glaube umgekehrt meinst oder?
71	S: Umgekehrt?
72	I: Wenn es kalt ist, dann schwitzt man ja hast du gemeint, wenn es
73	S: Ja.
74	I: Wenn es kalt ist. Du hast gesagt, wenn es kalt ist, dann schwitzt man.
75	S: Ja umgekehrt, genau.
76	I: Genau.
77	S: Umgekehrt ja, ganz sicher.
78	I: Genau und wenn es kalt ist, dann hast gemeint, dann
79	S: Dann zittert man, weil durch die Bewegung wird auch Wärme, ich glaube da wird die
80	Bewegungsenergie auch in Wärme umgewandelt.
81	I: Mhm ok. Ähm dann, kannst dich noch erinnern, dass du mit dem Infrarotthermometer die
82	Hauttemperatur gemessen hast?
83	S: Ja, wenn er nicht kaputt war, dann, da hat man aber nicht die korrekte Temperatur
84	gesehen, weil es ja die äußere Tempeatur gemessen wird vom Körper und nicht die
85	Innentemperatur.
86	I: Mhm.
87	S: Aber ähm ... ähm ich hasse Interviews ... Ja ähm ... da haben wir gesehen, dass auch
88	verschiedene Körperstellen heißer und kälter sind, weil die Hände sind zum Beispiel kälter
89	als die Brust oder ja.
90	I: Mhm.
91	S: Und ich weiß auch zum Beispiel, dass ähm die Hände werden zum Beispiel kalt, damit die
92	wichtigen Organe warm bleiben. Und ja.
93	I: Mhm ok. So jetzt sind wir wieder beim Thema Bekleidung. Ähm ja, weshalb wir Bekleidung
94	anziehen das, da gibt es ja mehrere Gründe. Kannst du mir da ein paar nennen?
95	S: Weil einem dann wärmer ist oder auch wegen dem Optischen halt.
96	I: Ok.

97	S: Es ist einem wärmer, weil die Kälte, die Wärme schwerer ... raus kann. Ich weiß eh das
98	kein gutes Wort dafür, aber die Wärme entflieht nicht so leicht aus dem Körper, sondern bleibt
99	eher in Körperrnähe
100	I: Mhm.
101	S: Und das hält einem warm, wenn einem kalt ist.
102	I: Mhm.
103	S: Und, dass einem nicht kalt wird.
104	I: Ok und ... und kannst du dann daraus schlussfolgern was man sich im Sommer und was
105	man sich im Winter anzieht?
106	S: Ja im Sommer halt trage ich halt kurze Sachen und da trage ich eigentlich überhaupt nur
107	etwas, damit einem, damit es optisch passt, weil sonst würde man wahrscheinlich gar nichts
108	tragen, aber ähm und im Winter trage ich halt, dass mir schön warm ist und nicht alle Sachen
109	abfrieren.
110	I: Ok. So dann hätten wir noch die, die Thematik, das, das Fieber. Was kannst mir zum Fieber
111	sagen, weißt jetzt allgemein?
112	S: Ähm beim Fieber bekommt man halt Kopfschmerzen, wird müde, man hat, man zittert, oft
113	Schüttelfrost dabei, es ist einem kalt, manchmal heiß. Ähm ... ja.
114	I: Und wieso ist einem gerade kalt, wenn
115	S: Ja.
116	I: Bei Fieber ist die Körpertemperatur ja doch
117	S: Höher.
118	I: Höher. Und wieso ist denn gerade kalt?
119	S: Ja, weil die Körpertemperatur dann höher ist, als die Außentemperatur und dadurch fühlt,
120	glaubt der Körper, dass einem kalt ist, obwohl man eh sogar noch wärmer ist.
121	I: Ja das ... Aber wenn du normale Temperatur hast, hast du ja 36 Grad.
122	S: Ja.
123	I: Die Außentemperatur, die üblich ist, zum Beispiel 20 plus minus. Also bei normaler
124	Temperatur ist die Körpertemperatur ja auch
125	S: Höher.
126	I: Meistens höher, ja.
127	S: Ähm weil der Unterschied noch größer ist, oder? Ja.
128	I: Mhm, genau.
129	S: Es ist nicht darüber, aber der Unterschied ist halt größer.
130	I: Ahm ... gut. Hast mir eigentlich jetzt schon alle Unterfragen auch gut gleich beantwortet.
131	Das ist gut. Dann kommen wir schon zum nächsten Punkt. Zum, zum Schwitzen noch einmal.
132	Also kannst mir erklären, wann wir schwitzen?
133	S: Ähm wenn uns heiß ist, dann schwitzen wir, damit der Körper die, das erhitzte Wasser
134	abgibt, also so ähnlich wie Verdampfen und dadurch wird unser Körper abgekühlt.
135	I: Mhm.
136	S: Dass die ganze Hitze vom Schweiß mitgenommen wird, im Wasser gebunden wird.
137	I: Mhm.
138	S: Glaub ich.
139	I: Mhm. Ähm ... ja ... Gut ich glaube, du hast mir eigentlich auch schon hier alles schön und
140	gut beantwortet.
141	S: Ok.
142	I: Dann sag ich danke für das
143	S: Bitte.
144	I: Interview. Und ja seid ihr, bist du nächste Woche, ah nächste Woche, bist du nächstes Jahr
145	beim SFZ noch dabei?
146	S: Ja, da sind wir noch dabei.
147	I: Ok, na dann werdet's mich vielleicht oder ziemlich sicher wiedersehen.
148	S: Ok danke.

10.13.6 Schüler/in NO07ER12

1	I (Interviewer): Gut dann bitte wieder den Code sagen.
2	S (Schüler/in): NO07ER13.
3	I: Ok danke. So, kannst du mir jetzt erklären so um was im Beispiel gegangen ist?
4	S: Es
5	I: So in groben Zügen.
6	S: Es ist um die Physik des menschlichen Körpers gegangen. Es ging um Wärme vor allem
7	und wie der Körper die Wärme reguliert und wieso das funktioniert.
8	I: Mhm. Was hat dir besonders gut gefallen?
9	S: Ja besonders gut hat mir gefallen, dass das jetzt einfach mal länger war und nicht eine
10	kurze Frage und, dass es wirklich halt vertiefender war. Und diese Hilfekärtchen waren sehr
11	hilfreich.
12	I: Mhm und was hat dir weniger gut gefallen bzw. was würdest du verbessern?
13	S: Mir persönlich, ich persönlich fand es ein bisschen schwierig, dass da jetzt nicht gleich
14	Formeln gegeben waren oder nicht so eindeutig war welche Formel kommt, sondern man
15	sich das lange selbst überlegen musste. Ja das ist aber persönlich ...
16	I: Würdest, würdest du dir Formeln am Blatt wünschen?
17	S: Wohl eher so Anweisungen oder Anspielungen auf die Formel.
18	I: Also so quasi
19	S: Tipps.
20	I: Ok. Also nimm die Formel.
21	S: Auf den Kärtchen, in Form von Kärtchen vielleicht noch.
22	I: Mhm. Aber hast du vielleicht die, die Kärtchen genauer beobachtet?
23	S: Waren da welche oben?
24	I: Weil da hat's sogar Formeln auch gegeben ja.
25	S: Ok, dann ist mir das nicht so genau aufgefallen.
26	I: Es, ich glaub die Kärtchen sind auch eher erst zum Schluss, glaub ich, verwendet worden.
27	S: Ja genau. Die haben wir erst eher am Schluss genommen.
28	I: Mhm. Also mit die Kärtchen, da ähm würde ich mir eh noch was überlegen. Das hat sicher
29	noch Potential, dass das verbessert wird, irgendwie.
30	S: Ja.
31	I: Weil das war irgendwie so ein Stoß, den irgendwie keiner sich
32	S: Ja.
33	I: angreifen getraut hat.
34	S: Und irgendwie ist das auch irgendwie meiner Meinung nach so, dass diese Kärtchen nicht
35	so unbedingt praktisch sind, weil wenn das, wenn das einfach nur als Zettel ausgeteilt wird,
36	dann müsste noch so ein Stoß Kärtchen dazu ausgeteilt werden und das ist halt logistisch
37	ein bisschen kompliziert.
38	I: Mhm. Ahm ja ok. Dann, hast du eigentlich die Arbeitshilfen viel verwendet?
39	S: Die Kärtchen oder?
40	I: Ja genau.
41	S: Ja am Ende haben wir die erst verwendet.
42	I: Ok und das was du gesehen hast, war das für dich, für dich hilfreich?
43	S: Das war hilfreich, auf jeden Fall.
44	I: Mhm.
45	S: Also die sind auf jeden Fall notwendig, solche, für dieses Beispiel.
46	I: Gut dann sind wir jetzt auch bei den fachlichen Fragen. Physik und menschlicher Körper,
47	also erzählst mir bisschen was darüber.
48	S: Also zum Beispiel ist es jetzt hauptsächlich um die Wärme gegangen. Ahm
49	Wärmestrahlung zum Beispiel oder Fieber oder wie durch Schweiß halt die Temperatur
50	reguliert wird. Es ist darum gegangen, soweit ich mich erinnern kann.
51	I: Ok. Ahm ja kannst mir vielleicht für die Begriffe was du jetzt genannt hast, Beispiele nennen,
52	also Wärmestrahlung. Wo gibt's die oder?

53	S: Naja Objekte strahlen halt generell Wärme ab, auch der menschliche Körper. Dadurch
54	verliert man halt Wärme an den Raum ... und zum Fieber halt, dass das mit der
55	Raumtemperatur zusammenhängt, wann einem warm ist, wann einem kalt ist.
56	I: Mhm. Weißt du vielleicht noch anhand, die Wärmestrahlung ist ja ein
57	Wärmeübertragungsmechanismus. Weißt du vielleicht noch die anderen
58	Wärmeübertragungsmechanismen, die thematisiert worden sind?
59	S: Ja zum Beispiel über Objekte.
60	I: Wie? Also du musst mir das jetzt ein bisschen genauer
61	S: Ja zum Beispiel, da ist jetzt eine heiße Metallstange und wenn man die auf ein Papier tut,
62	erwärmt sich auch das Papier dadurch.
63	I: Mhm. Ok, also Wärmeleitung?
64	S: Ja.
65	I: Ok. Weißt du vielleicht das dritte, ähm den Mechanismus, der vielleicht noch ...
66	S: Fällt mir jetzt nicht ein um ehrlich zu sein.
67	I: Ok. Ahm gut dann sind wir beim Energieerhaltungssatz. Also wie, wie würdest du ihn
68	formulieren und wie kannst ihn dann auf das konkrete Beispiel anwenden und kannst ihn
69	überhaupt anwenden, sagen wir so?
70	S: Ja Energie geht halt nicht verloren, sondern wird nur umgewandelt. Und das in Form von
71	halt, eben der Wärme, dass das halt, die Energie halt, in Form von Wärme entweicht.
72	I: Und wie würdest, kannst den auf den menschlichen Körper anwenden aus deiner Sicht?
73	S: Ja. Zum Beispiel beim Schweiß, dass dann das einfach wegkommt. Oder beim Sport, dass
74	da einfach, ja, dass man da halt die Energie, wenn man zum Beispiel auf dem Laufband geht,
75	da bewegt sich das Laufband, wenn man da geht.
76	I: Mhm. Aber würdest den menschlichen Körper als abgeschlossenes System sehen oder
77	eher?
78	S: Nein, weil es kann ja, die Sonne strahlt uns ja die ganze Zeit an.
79	I: Mhm ok genau. Ja dann sind wir jetzt bei der Körpertemperatur. Wie, sie ist ja immer nahezu
80	konstant. Wie, wie macht das der Körper?
81	S: Ja eben durch Schwitzen oder durch oder wie er halt selber, dass unser Körper sagt „Hey
82	zieh dich an“.
83	I: Wann sagt er „Hey zieh dich an“? Oder wie?
84	S: Ja, wenn die Raumtemperatur irgendwie kälter oder wärmer ist als die Körpertemperatur.
85	I: Mhm. Ahm dann haben wir ja mit dem Infrarotthermometer die Hauttemperatur gemessen.
86	S: Ja, der hat nicht so gut funktioniert, glaub ich. Aber man hat gesehen, dass an
87	verschiedenen Stellen verschiedene Wärme ist.
88	I: Kannst du dir erklären wieso ist die anders als die Körperinnentemperatur, die das
89	Fieberthermometer misst?
90	S: Das haben wir uns damals hergeleitet. Und das haben wir uns, darüber haben wir und
91	schon damals Gedanken gemacht, aber das ist mir nicht erhalten geblieben. Ich hab's
92	vergessen.
93	I: Ok. Ähm ja gut über die Wärmeübertragungsmechanismen haben wir schon gesprochen.
94	Dann kommen wir zum Thema Bekleidung. Wieso hast du dir heute eine kurze Hose
95	angezogen?
96	S: Ahm weil es, ich dachte, dass es warm ist und ahm wenn es warm ist, dann ist eine warme
97	Kleidung halt ungünstig, weil dann einfach die Wärme, die eh schon da ist halt nochmal
98	stärker da bleibt und das ist halt nicht angenehm.
99	I: Mhm. Ahm und gut zum Punkt Fieber. Was fällt dir da darüber ein?
100	S: Also, wenn ich krank bin, kommt Fieber. Und dann decke ich mich zu, weil mir kalt ist, weil
101	halt, weil ich halt wärmer bin als der Raum, normalerweise.
102	I: Mhm.
103	S: Und deshalb muss ich mich dann zudecken.
104	I: Wie meinst, bist du, bist du nur wärmer als der Raum, wenn du Fieber hast?
105	S: Ich bin auch so wärmer, aber damit halt noch ungewohnt ungewöhnlicher wärmer, noch
106	mehr.

107	I: Und wie, wieso wird, glaubst du, wieso wird es dir dadurch kalt? Was, was glaubst du?
108	S: Der Körper merkt das, wenn runter herum kalt ist und ich selber wärmer bin. Da ist der
109	Unterschied halt viel größer und das merkt der Körper.
110	I: Mhm und ... ja dann kommen wir zum Punkt Schwitzen noch, das ist der letzte Punkt. Was
111	fällt dir da darüber ein?
112	S: Ja das es halt in Form von Verdampfen eigentlich passiert. Das ist damit halt vergleichbar.
113	I: Und was, wieso macht das der Körper?
114	S: Damit ähm es halt kalt ist, das wird zur Wärmeregulierung gemacht.
115	I: Er macht, damit es dir kalt ist, meinst du da?
116	S: Damit es mir eben nicht warm ist.
117	I: Ok, ok. Also wie würdest du es vielleicht jetzt in einem Satz sagen, der Körper macht das
118	S: Der Körper schwitzt, wenn einem warm ist um den Körper abzukühlen.
119	I: Ok. Gut. Ja und hat das Schwitzen glaubst auch eine zweite, also erstens das Verdunsten,
120	aber vielleicht noch was, was anderes?
121	S: Damit halt das Warmwasser rauskommt.
122	I: Das, ähm wie meinst du das Warmwasser?
123	S: Das warme Wasser, was ich, irgendwie da ist.
124	I: Ja.
125	S: Das entweicht halt dadurch.
126	I: Ja.
127	S: Da ist unnötig, dass das drinnen ist.
128	I: Mhm.
129	S: Und es kommt halt heraus.
130	I: Ok.
131	S: Beste Mechanik.
132	I: Dann sind wir eigentlich auch schon fertig. Dann sage ich dir auch danke für das Interview.
133	S: Gerne.
134	I: Und ja bist auch nächstes Jahr noch dabei?
135	S: Wenn nichts dazwischenkommt.
136	I: Ok danke.

10.14 Transskripte – Vorinterviews zu „Physik des Tauchens“

10.14.1 Schüler/in AM06RA14

1	I (Interviewer): Sagst mir zuerst deinen Code bitte.
2	S (Schüler/in): AM06RA14
3	I: Ok danke. So jetzt zuerst einmal ein paar allgemeine Fragen. Wie alt bist du?
4	S: 16.
5	I: In welche Schule gehst du?
6	S: In die De La Salle Schule in Strebersdorf.
7	I: In welche Klasse?
8	S: 7A.
9	I: Wie gefällt dir die Physik so?
10	S: Also mir gefällt die Physik schon seit der zweiten Klasse, also ich mach das sehr gerne
11	und ich hab' halt nicht gewusst, dass Physikolympiade gibt und das habe ich erst letztes
12	Jahre erfahren. Deswegen bin ich auch hier und ich überlege auch, ob ich wirklich Physik
13	studieren soll vielleicht ... oder ja ich bin generell sehr naturwissenschaftlich interessiert
14	sozusagen.
15	I: Kannst mir vielleicht noch sagen was oder wieso dir die Physik so besonders gut gefällt?
16	S: Ich mag es halt sehr gerne, dass man die Sachen erklären kann so zu sagen, und ich mag
17	das auch gerne, wenn du einfach so unnötige Sachen teilweise ausrechnen kannst und dir
18	eigentlich, wenn du ein normaler durchschnittlicher Mensch bist, die du eigentlich nie
19	brauchst, weil einfach, einfach so Naturgesetze sind, worüber du gar nicht nachdenkst. Aber
20	wenn du dir das so ausrechnen kannst wie wie schnell etwas runter fliegt oder so irgendwas
21	... und auch mit Luftwiderstand miteinberechnet und so, so dann wie groß die
22	Gravitationskraft zwischen zwei Planeten ist. Ich find's einfach interessant, obwohl das
23	eigentlich gar nicht brauchen würdest so zu sagen, aber ich schmeiß gern mit unnötigen
24	Fakten um mich herum so zu sagen.
25	I: Ähm welche Teilbereiche aus der Physik gefallen dir besonders gut?
26	S: Ahm ... was ich gerne mag ist die Optik. Das hat mir in der Unterstufe sehr gut gefallen ...
27	und ahm ... wir machen jetzt gerade Thermodynamik. Das gefällt mir auch gut und die
28	Elektrizität gefällt mir auch sehr gut.
29	I: Gibt's auch Bereiche wo du sagst, die gefallen dir weniger gut oder gar nicht?
30	S: Was ich gar nicht leiden kann sind Wellen und Schwingungen. Die hasse ich. Das ist
31	schrecklich. Und ... was noch? ... Wellen und Schwingungen sind eigentlich das einzige, das
32	mir nicht wirklich zusagt.
33	I: Gut dann kommen wir jetzt zu den fachlichen Fragen. Ja Physik des Tauchens ist das
34	Thema, das jetzt das Beispiel haben wird. Was kannst mir da dazu sagen, wenn du die
35	Begriffe, den Begriff so hörst? Was fällt dir da ein?
36	S: Das erste das mir einfällt ist Druck. Ahm ... fällt mir eigentlich wirklich nichts ein um ehrlich
37	zu sein.
38	I: Was oder wie kommst auf Druck? Kannst mir das bisl erklären?
39	S: Nein, also ich bin eigentlich ein nicht sehr ... ähm... wasserliebender Mensch so zu sagen,
40	also ich bin selber nie tauchen gewesen. Aber was mir zum Beispiel einfällt ist so
41	Taucherkrankheit und sowas. Wenn du halt zu schnell rauf kommst und einfach weil das
42	auch, weil ich das, kann nicht Tauchen gar nicht. Aber in der Schule wenn wir das geübt
43	haben unter Anführungszeichen, dann mussten wir immer einen Druckausgleich machen und
44	sowas, also so wie beim Fliegen. Und deswegen ist mir jetzt zuerst einmal Druck eingefallen
45	und Neigung so zusagen.
46	I: Ahm weilst jetzt Taucherkrankheit gesagt hast. Was ist die Taucherkrankheit oder gibt es
47	mehrere? Oder?
48	S: Also so wie ich das immer verstanden hab', ist das halt, wenn, wenn du, wegen dem Druck
49	eben, dass du nicht in einem Zug gleich rauf kommen kannst, also ganz schnell, weil ich
50	glaub da kannst du dann ohnmächtig werden, Schwindelgefühl. Da kann dir teilweise auch

51	ein Organismus platzen oder so irgendwas im Gehirn glaube ich, wenn du zu schnell
52	auftauchst.
53	I: Mhm. Ahm kennst du sonst auch andere Krankheiten, die beim Tauchen ... was vielleicht
54	noch passieren könnte?
55	S: ... Nein.
56	I: Mhm. So dann warma schon eigentlich bei den Krankheiten. Jetzt machen wir wieder einen
57	Schritt zurück. Ja wann, wann, wann taucht denn ein Körper überhaupt oder wann schwimmt
58	er?
59	S: Na, also tauchen würde ich einmal sagen. Ahm, wenn der Körper unter Wasser ist, dann
60	völlig aber sich trotzdem bewegt. Also nicht einfach so also ... bewegt ist jetzt auch gut, wenn
61	er sinkt bewegt er sich auch, aber ahm eine eigenständige Bewegung macht vielleicht. Also
62	nicht, dass er einfach runterplumst so zusagen.
63	I: Mhm.
64	S: Und ähm schwimmen ist halt, kommt auf die Dichte an würde ich sagen, also wenn die
65	Dichte des Körpers kleiner ist, als die des Wassers, dann kann sie schwimmen. Oder halt
66	kommt auch drauf an auf die Oberfläche ... also ... also es ist halt schwer bei lebenden
67	Objekten ist halt schwer zu sagen, weil die können sich mit halt eben Schwimmbewegungen
68	über Wasser halten, aber halt, wenn so feste Körper sind, also unbewegte, also nicht
69	lebende, dann wenn die Dicht halt kleiner ist als die des Wassers.
70	I: Mhm. Und wann, also wann, wann kann ein Körper untertauchen? Was braucht er dazu,
71	dass er das überhaupt kann?
72	S: Ich würde sagen eintauchen ...
73	I: Also wenn ich zum Beispiel jetzt ein ... was fällt mir denn ein? ... ein Papier aufs Wasser
74	rauf gib, das wird ja naja ...
75	S: Schlecht
76	I: Irgendwann vielleicht schon, aber oder sagen wir eine leere Plastikflasche
77	S: Ja.
78	I: Die wird sicher nicht untertauchen.
79	S: ... also ... eben die Dichte, es kommt aber auch auf den Auftrieb kommt das ja auch an.
80	Genau. Und ... Auftrieb, Dichte ...
81	I: Mhm. So gut dann kommen wir als nächstes zur Ausrüstung des Tauchers. Was fällt dir da
82	so ein was ein Taucher braucht?
83	S: Ahm. Einen Neoprenanzug, ahm Sauerstoff, also wenn's wirklich ein Extremtaucher ist
84	sozusagen eine Sauerstoffflasche.
85	I: Mhm.
86	S: ... so das ganze Gerät, Schnorcheln und so was. Ich würde einmal Taucherbrille, ahm
87	Flossen, die ganz wichtigen Sachen.
88	I: Ok. Und kannst mir jetzt, also jetzt hast mir ein paar aufgezählt. Wofür braucht er jetzt die
89	ganzen Sachen, also dass du jetzt nach der Reihe sagst welches
90	S: Also den, also den Neoprenanzug, weil halt in den Tiefen des Meeres so zusagen sind
91	halt, ist es sehr kalt und ahm die Flossen, dass er halt schneller vorankommt.
92	I: Mhm.
93	S: Ahm die Sauerstoffflasche, weil er nicht sehr gut Sauerstoff unten am Meer holen könnte
94	so zusagen, weil und er ja kann ja auch nicht schnell genug auftauchen um wieder Luft zu
95	holen. Und ... ja ... ich glaube gib'ts nicht auch so ein Gerät für den Druckausgleich? Ich weiß
96	es nicht und es ... und halt die, diese Brille und sowas, dass er halt die tauchen ja bis zum
97	Grund runter. Also dass er auch was sehen kann und dass das vielleicht die, wenn
98	irgendwelche Substanzen drin sind ihn nicht stört.
99	I: Mhm. Ahm, du hast die, die Sauerstoffflasche genannt. Was ist denn da überhaupt drin?
100	S: Ahm ... also es ist hochprozentiger Sauerstoff drinnen glaube ich, also ich weiß ...
101	I: Was schätzt du wie viel Prozent?
102	S: 100% Sauerstoff, ich würde sagen 80% Sauerstoff ... würde ich sagen.
103	I: Ahm jetzt wenn du die Flasche anschaust. Die ist ja, schaut ja nicht so groß aus.
104	S: Die ist sehr schwer.

105	I: Aber trotzdem kann man mit der doch eine Zeit lang tauchen. Wie, wie funktioniert denn
106	das? Weil wenn ich jetzt ein paar Mal Luft hole, dann habe ich ja fast den Raum ein- und
107	ausgeatmet sage ich jetzt einmal grob.
108	S: Ahm ich glaub es gibt auch so ahm ... ein Gerät, das ... also es ... wenn du einatmest. Es
109	gibt so ein Schalter sozusagen, aber wenn du einatmest kriegst halt bisschen einen
110	Sauerstoff und dann verhindert das. Du hast nicht die ganze Zeit Sauerstoff so zu sagen,
111	sondern immer nur wenn du einatmest und ich glaube es it auch, dass du, dass es in ein
112	gewisses System geht oder?
113	I: Wie meinst System? Also das musst mir, erklär mir das ein bisschen.
114	S: Naja, dass du weil du musst ja du atmest ja nicht nur ein, du atmest auch wieder aus und
115	... also ich glaube es ist auch so, weil der Sauerstoff ist ja eben hochprozentig in der Flasche
116	drinnen und hier in der Luft ist ja nicht so viel Sauerstoff eigentlich. Das meiste ist ja Stickstoff
117	und kleine Prozente von Edelgasen und sowas und das ist ja, ich glaub 21% und so
118	irgendwas ist nur Sauerstoff in der Luft und deswegen braucht der Körper eigentlich auch
119	nicht, also braucht muss ja nicht die ganze Zeit ... (macht Atemvorgang vor) den von der
120	Sauerstoffflasche so zu sagen aufnehmen auch also
121	I: Mhm. Ahm kannst du dir ... hast dich schon mal gefragt, ob die Dauer wie lange ich tauche
122	von was hängt die ab? Oder ist die immer gleich?
123	S: Ich würde mal sagen von der Flasche hängt's ab.
124	I: Ja
125	S: Weil irgendwann geht dir die Luft aus. Ahm ... ich glaube auch, dass du nicht sehr lange
126	unter einem also unter einem so hohen Druck sein kannst. Aber da bin ich nicht ...
127	I: Von wo. woher kommt der hohe Druck oder wie meinst der hohe Druck?
128	S: Also einfach also ... es, wenn man unter Wasser ist, ich weiß nicht woher der Druck kommt.
129	Aber wenn man unter Wasser ist, dann ist er halt ist der Druck höher, also wenn du auf einer
130	anderen ähm Seehöhe bist so zu sagen, ist er, sind die Drücke, ist der Druck verschieden
131	und wenn du unter Wasser bist, ist der Druck sehr hoch und ich glaub' wenn du lang unter
132	einem so hohen Druck bist, dass das nicht sehr gesundheitsfördernd ist.
133	I: Mhm. Ahm aber hängt die Tauchdauer, hängt das eigentlich auch ab davon ab wie tief ich
134	tauche oder nicht?
135	S: Ich glaub, also ich glaub schon, weil wenn, weil wenn du weit unten bist ist der Druck halt
136	höher, als wenn du weiter oben bist und es ist so zu sagen, kannst du wenn du weiter oben
137	bist, kannst du ein bisschen länger tauchen, weil der Druck nicht so hoch ist, aber wenn du
138	weiter unten bist, dann dauert das, also kannst du nicht so lang tauchen.
139	I: Mhm.
140	S: Würde ich jetzt einmal so sagen.
141	I: So gut Taucherkrankheiten haben wir schon besprochen. Hast schon mal was von einem
142	Lungenriss gehört?
143	S: Lungenriss? Nein ich würde einmal ... nein hab' ich noch nicht gehört.
144	I: Und ahm kannst du das im Zusammenhang mit der Taucherkrankheit vielleicht das Henry
145	Gesetz, habt's das schon irgendwo vielleicht gehört?
146	S: Nein.
147	I: Mhm. Ok, gut dann danke für das Interview.

10.14.2 Schüler/in AN02EA11

1	I (Interviewer): Gut sagst mir deinen Code bitte zuerst.
2	S (Schüler/in): AN02EA11
3	I: Ok danke. So ... darf ich fragen wie alt du bist?
4	S: Ich bin 16 Jahre alt.
5	I: In welche Schule gehst du?
6	S: De La Salle Strebersdorf.
7	I: Welche Klasse?
8	S: 7.

9	I: Wie gefällt dir die Physik so?
10	S: Ahm also ich habe 12, ich hab Wahlpflichtfachphysik, weil irgendwie, weil mich die Physik
11	halt interessiert und ich möchte auch Physik dann später studieren.
12	I: Mhm. Und wieso, was gefällt dir an der Physik so gut?
13	S: Ich weiß nicht. Also mir, mir fällt Mathe leicht und ich mag einfach das Rechnen mit Zahlen,
14	weil es immer eine Logik dahinter ist und die Physik ist halt auch irgendwas mit der Natur,
15	die halt damit zu tun.
16	I: Mhm. Gibt's Teilbereiche in der Physik, die dir besonders gut gefallen?
17	S: Ahm wahrscheinlich Astronomie und Astrophysik und so und Quantenphysik auch. Also
18	etwas gegensätzlich.
19	I: Gibt's auch Bereiche wo du sagst die gefallen mir gar nicht oder weniger gut?
20	S: Ahm wahrscheinlich eher weniger ist so Thermodynamik und so solche Sachen.
21	I: Gut dann kommen wir jetzt schon zu den fachlichen Fragen. So wennst jetzt Physik des
22	Tauchen hörst. Was könntest mir da jetzt so darüber sagen? Was fällt dir jetzt so ein?
23	S: Ahm wahrscheinlich mit Druck, dass halt je weiter, also je tiefer man taucht, desto mehr
24	Druck man auf sich drauf hat, also ... und ... ja ...
25	I: Ahm kannst mir das mit dem Druck bisschen erklären was da jetzt so ... ist das gut, schlecht
26	oder wie ...
27	S: Nein.
28	I: ... entsteht das was, dass mal, also sag mir alles was dir einfällt.
29	S: Ahm also ... ahm ... ahm, dass ... also man sollte halt beim Tauchen auch darauf halt
30	beim, wenn man dann halt wieder auftaucht, sollte man ja auch nicht zu schnell auftauchen,
31	weil es gibt ja diese Taucherkrankheit, wenn man so zu schnell auftaucht, dass sich halt so
32	Luftblasen im Blut bilden und man, es bildet sich auch dann ein Druck in den Ohren je weiter
33	unten man ist und so.
34	I: Mhm. Ahm wie, also gehen wir jetzt gleich zur Taucherkrankheit. Wie passiert denn das?
35	Was kann man dagegen machen?
36	S: Wahrscheinlich langsamer auftauchen, damit's nicht passiert oder halt auch langsam die
37	Luft auslassen, damit's also gleichzeitig, wenn man hoch steigt, dass die Luft auch ein wenig
38	aus dem Körper hinaus geht.
39	I: Weißt du wieso, dass da die Luftblasen kommen?
40	S: Ähm nein.
41	I: Gut dann hast dann schon mal, wenn ma bei den Krankheit schon sind, schon mal was von
42	einem Lungenriss gehört?
43	S: Nein.
44	I: Kannst dir vorstellen was das ist?
45	S: Ähm ... wahrscheinlich irgendwas mit der Lunge, aber ich weiß nicht, also wirklich was
46	darunter vorstellen kann ich mir nichts.
47	I: Mhm. So gut ... dann stell ich dir mal die Frage wann oder wie kann ein Körper eigentlich
48	eintauchen oder wann schwimmt der Körper?
49	S: Also im toten Meer ist halt, bleibt man halt auf der Oberfläche oben, weil es eben halt mehr
50	Salzgehalt ist, während Ozean kann man halt ganz normal schwimmen und je schwerer ein
51	Körper ist, desto tiefer, also desto schneller sinkt er.
52	I: Mhm. Und was glaubst wieso, dass das Salz da so, so wichtig ist?
53	S: Ahm wahrscheinlich, weil's das Wasser dann halt ... das, dass halt dann ausgleichen ist,
54	Ausgleich ist zwischen der Masse, die halt oben drauf schwimmt und ahm wie viel Platz dann
55	halt weicht.
56	I: Ahm ... kannst mir sonst noch Faktoren nennen, die beim Tauchen so wichtig sind oder
57	auch was darauf ankommt?
58	S: Nein, nicht wirklich.
59	I: Gut dann kommen wir zur Ausrüstung eines Tauchers. Was fällt dir ein, was jetzt, was ein
60	Taucher so braucht?
61	S: Also Schwimm, also Taucherbrillen, ähm Schnorchel und halt was, also Sauerstoffflaschen
62	ähm wahrscheinlich ein Neoprenanzug und wahrscheinlich, vielleicht auch ein Licht, wenn es

63	dunkel halt ist, dass man halt auch was sieht ähm Unterwasserkamera zu mitfilmen ... ähm
64	... ja Schwimmflossen ...
65	I: Kannst mir jetzt, also bei ein paar hast eh dazugesagt. Kannst mir sagen wofür er die
66	jeweiligen Gegenstände braucht?
67	S: Ahm also Sauerstoffflasche, damit man halt auch Sauerstoff unter Wasser bekommt ähm
68	Schwimmbrille, damit man halt die Augen offen halten kann während man taucht, weil das
69	Salz tut ja dann nach einiger Zeit weh ... und ... Schwimmflossen, dann ist man schneller
70	unterwegs ähm Unterwasserkamera, damit man mitfilmen kann und Neoprenanzug, damit
71	halt die Körperwärme auch etwas mehr reserviert wird.
72	I: Was ist denn so in der Flasche eigentlich drin? In der Sauerstoffflasche hast du gesagt, ist
73	dort Sauerstoff drin oder was ist denn dort so drin?
74	S: Sauerstoff? Ähm ja ich weiß es nicht. Ich war noch nie tauchen.
75	I: Ahm. Wenn du dir die Flasche anschaust. Die schaut ja nicht so groß aus. Weißt du und
76	wenn du Luft einatmest, atmest ja doch gar nicht wenig ein und aus. Weißt du wie das so
77	funktioniert, dass du mit so einer relativ kleinen Flasche eigentlich doch eine Zeit lang tauchen
78	kannst?
79	S: Ähm nein. Wahrscheinlich, weil es irgendwie länger im Blut dann bleibt und das ... keine
80	Ahnung.
81	I: Ahm hast dich schon mal gefragt wovon die, die Zeit, die ich tauchen kann, wovon die
82	abhängt?
83	S: Ahm.
84	I: Also was ist da wesentlich? Welche, welche Dinge?
85	S: ... ähm ... wahrscheinlich ähm wie viel Sauerstoff auch in der Flasche drinnen ist ... ähm
86	... und ... ja ...
87	I: Ok. Gut die Taucherkrankheit hast mir schon genannt ganz am Anfang. Jetzt noch ähm ...
88	kennst in dem Zusammenhang vielleicht das Henry-Gesetz? Von dem schon mal was
89	gehört?
90	S: Nein.
91	I: Ok. Gut dann danke.

10.14.3 Schüler/in BA11US12

1	I (Interviewer): So sagst mir jetzt deinen Code zuerst bitte.
2	S (Schüler/in): BA11US12.
3	I: Ok danke. So wie alt bist du?
4	S: 16.
5	I: In welche Schule gehst du?
6	S: Maroltingergasse im 16.
7	I: In welche Klasse gehst du das?
8	S: 7. Klasse.
9	I: Wie gefällt dir die Physik so?
10	S: Ist gut. Ich hab' einen relativ guten Lehrer gehabt. Jetzt habe ich einen anderen, aber ist
11	trotzdem ganz interessant.
12	I: Und wieso gefällt dir die Physik oder was gefällt dir so besonders daran?
13	S: Ahm generell, dass es einfach die wirkliche Welt beschreibt. Ah Mathematik ist zwar für
14	mich auch interessant zum Beispiel, aber das ist ... immer nur Idealvorstellungen und bei der
15	Physik ist es doch ... ähm ... auch wenn man mit Abschätzen und Runden und so, aber das
16	ist trotzdem ... ähm ... an der echten Welt orientiert.
17	I: Mhm. Welche Teilbereiche aus der Physik gefallen dir besonders gut?
18	S: Ahm so beim persönlichen Interesse Teilchenphysik und Astrophysik.
19	I: Und gib't's auch Bereiche, die dir weniger oder gar nicht gut gefallen?
20	S: Mein Gott, weiß nicht so. Na eigentlich nicht, eigentlich nicht.
21	I: Mhm. Gut dann kommen wir jetzt schon zu den fachlichen Fragen. So Physik des
22	Tauchens, was kannst mir da jetzt so darüber erzählen? Was fällt dir da dazu ein, wenn du

23	die zwei Begriffe hörst?
24	S: Auftrieb ... und sonst ... Dichteunterschied vielleicht. Weiß ich nicht.
25	I: Kannst mir das ein bisschen erklären, also Auftrieb, was, was meinst da damit?
26	S: Ahm ja wenn ein weniger dichtes Objekt in einem dichteren Medium ist, dann hat es einen
27	Auftrieb, ahm, und wird eben nach oben getrieben quasi.
28	I: Mhm ... ahm siehst du sonst noch irgendwie Zusammenhänge zwischen Physik und
29	Tauchen? Außer, außer dem Auftrieb?
30	S: Ahm Sporttauchen jetzt ... ahm ... ja natürlich die Bewegungen und wie man sich nach
31	vorne bewegt, wenn man in eine Richtung taucht zum Beispiel.
32	I: Mhm ok. So jetzt einmal hast schon kurz gesagt, wann schwimmt ein Körper und wann
33	taucht ein Körper unter?
34	S: Ja schwimmen tut er, wenn er weniger dicht ist, als das Medium uns sonst taucht er unter.
35	I: Mhm ... Gut und was wird passieren, wenn er die gleiche Dichte hat?
36	S: Ahm dann wird er auch schwimmen meiner Meinung nach, wenn man ihn nicht wohin
37	drückt. Wenn man ihn nach unten drückt, dann bleibt er unten.
38	I: Mhm. So jetzt kommen wir mal zur Taucherausrüstung. Was, was braucht ein Taucher so
39	alles?
40	S: Ja, wenn er länger taucht Sauerstoffflaschen auf jeden Fall. Ahm einen Neoprenanzug,
41	weil es zu kalt wird sonst .. ahm ... Taucherbrille, damit er klar sieht, Flossen ... sonst.
42	I: Ahm du hast gesagt Sauerstoffflasche. Wie schaut denn das aus? Wie ist, was ist denn da
43	drin?
44	S: Ähm ja Sauerstoff und ziemlich komprimiert.
45	I: Mhm.
46	S: Glaube ich und den kann man dann durch einen Schlauch einatmen, so dass man eben
47	wenn man, was zum Atmen hat.
48	I: Und wie komprimiert man den Sauerstoff?
49	S: Das weiß ich nicht wie das funktioniert.
50	I: Hast dich vielleicht schon gefragt, wennst dir die Flasche anschaut, die schaut ja nicht so
51	groß aus.
52	S: Mhm.
53	I: Aber wenn du kannst ja mit der doch lange atmen. Wie geht denn das, dass du mit so einer
54	kleinen Flasche so lange atmen kannst?
55	S: Ist halt ganz dicht drinnen, also unter hohem Druck.
56	I: Mhm ... So hast, hast du, hast dich vielleicht schon mal gefragt, wovon hängt denn das ab,
57	wie lang du tauchen kannst?
58	S: Ah davon wie viel Sauerstoff in der Flasche ist. Und ... und wie lange ich's aushalte na.
59	I: Hängt das auch davon ab, ob ich tief oder, oder in Wassernähe tauche?
60	S: Wahrscheinlich schon, wenn die Frage so gestellt wird.
61	I: War blöd gestellt. Aber weißt vielleicht wieso?
62	S: Ah weiß ich nicht. Vielleicht weil wegen dem Druckunterschied.
63	I: Kannst mir du das ein bisschen genauer erklären was du da meinst mit Druckunterschied?
64	S: Der Körper wird schon sehr zusammengedrückt, wenn man sehr tief taucht und vielleicht
65	funktioniert auch die Sauerstoffflasche nicht so lange, ich weiß es nicht.
66	I: Mhm. Kennst du Krankheiten, die ein Taucher haben kann?
67	S: Ja die Taucherkrankheit halt, wenn man zu schnell auftaucht zum Beispiel, dass sich die
68	Lungen zum Beispiel viel zu schnell ausdehnt. Sonst weiß ich nicht.
69	I: Was passiert, wenn sich die Lungen zu schnell ausdehnt?
70	S: Naja dann kann sie glaub' ich platzen sogar im Extremfall oder man halt Schäden erleiden.
71	I: Mhm.
72	S: Weiß nicht.
73	I: Und weißt was man da dagegen machen kann?
74	S: Langsamer auftauchen glaube ich.
75	I: Ok. Und hast auch schon mal was von also der Taucherkrankheit gehört? Also einer
76	anderen Taucherkrankheit, die nennt man auch Taucherkrankheit?

77	S: Ähm nein.
78	I: Also wenn im, wenn zum Beispiel im Blut Bläschen kommen.
79	S: Aja genau.
80	I: Kannst mir die erklären?
81	S: Ahm. Das weiß ich jetzt nicht wie es funktioniert. Ich hab's schon einmal gehört, dass
82	Bläschen im Blut entstehen, aber wie es funktioniert weiß ich nicht.
83	I: Mhm. Hast vielleicht schon in der Schule mal das vom Henry-Gesetz, habt's das schon mal
84	was gehört?
85	S: Könnte ich mich nicht erinnern.
86	I: Mhm ok. Gut dann waren wir schnell. Danke.

10.14.4 Schüler/in GO10KO11

1	I (Interviewer): So ... ok. Ich frag dich jetzt aber trotzdem ja die allgemeinen Fragen
2	S (Schüler/in): Ok ja.
3	I: dass ich sie jetzt dann hab. Wie alt bist du?
4	S: Ich bin jetzt 16. Mittlerweile.
5	I: In welche Schule gehst du?
6	S: Ahm die De La Salle Schule in Strebersdorf.
7	I: Ahm wart, bevor wir weitermachen den Code musst mir bitte reinsagen. Auf das habe ich
8	jetzt ganz vergessen.
9	S: Ok. GO ähm 1OK nein, was soll das denn jetzt ähm ... tschuldigung. Ich glaub jetzt habe
10	ich den Code falsch. Kann das sein? Weil das war erste Buchstabe vom ...
11	I: Das war Vorname Mutter.
12	S: Genau. Ah nein. Ok gut ja ich hab's falsch abgelesen. Kommt davon wenn man so eine
13	schlampige Schrift hat. Ahm GO10KO ähm 11.
14	I: Ok danke. So ... Schule hast mir glaub ich gesagt oder?
15	S: Genau.
16	I: Welche ist das nochmal?
17	S: De La Salle Strebersdorf.
18	I: Ok. Geht's ihr zusammen alle in die Klasse dann?
19	S: Es sind einige. Aber nein wir sind verschiedene Klassen.
20	I: Ok. Ähm ja in welche Klasse gehst du?
21	S: 6A
22	I: Wie gefällt dir die Physik?
23	S: Ja also sehr. Ich mach auch eben Physikolympiade und AYPT und hab' eigentlich auch
24	vor das zu studieren dann.
25	I: Was, was gefällt dir besonders gut oder wieso gefällt dir Physik so?
26	S: Das ist eine schwere Frage. Also ahm ich find allgemein Wissenschaften find ich sehr
27	interessant und da finde ich Physik ist eine der vermutlich. Und das hat ein sehr großes
28	Spektrum an Sachen, auch überdeckt. Und ... ähm auch allgemein diese, diese Fehlersuche
29	und Fehlerbehebung find ich ähm Fehlerproblemsuche und Problembehebung finde ich
30	interessant.
31	I: Mhm.
32	S: Dieses ganze Konzept spricht mich sehr an.
33	I: Welche Teilbereiche magst besonders gern?
34	S: Also ... Elektrizität bin ich eigentlich, gerne Mechanik ähm ... Thermodynamik eher
35	weniger, aber auch. Eigentlich mag ich alles, aber eben hauptsächlich Elektrizität und
36	Mechanik.
37	I: Und gibt's auch welche wo du sagst die mag ich weniger?
38	S: Also Optik ist so eine Sache, aber ich mein ich mag sie auch.
39	I: So ok. Machen wir, jetzt haben wir ein paar fachliche Fragen. Physik des Tauchens. Was
40	kannst dir da darunter vorstellen?
41	S: Also ich bin Taucher, in den Sommerferien mache ich das immer gerne. Ahm und zwar,

42	ich sag jetzt mal das vermutlich häufig vorkommendste Beispiel ist die Geschichte mit dem
43	Druckausgleich. Das man ahm den Druck vom Wasser auf die Ohren eindrückt ähm
44	eindrückt, weil im ... Kopf allgemein in den ähm Nasenholen ähm ein anderer Druck ist und
45	deswegen fangen an, dass die ahm, das Trommelfeld fängt sich an rein nach innen zu biegen
46	und dann muss man das eben kompensieren in dem man eben in die Nase einpustet. Mehr
47	oder weniger, genau. Das wäre eine Sache oder die Geschichte, dass man, wenn man unten
48	aus der Sauerstoffflasche einatmet und man nach oben schwimmt, dass die Lunge dann ähm
49	Risse und Zerrungen bekommt, weil sich durch den geringeren Druck also Außendruck fängt
50	sich an das Volumen der Luft, die man eingeatmet hat, zu ... ausweiten, also auszuweiten,
51	das also.
52	I: Mhm.
53	S: Woran ich da denke.
54	I: Mhm. Ahm ... Ja jetzt vielleicht einmal die Frage wann schwimmt denn überhaupt ein
55	Körper oder wann taucht er unter? Wovon hängt das ab?
56	S: Also schwimmen tut er, wenn er eine geringere Dichte hat, als das Wasser. Aber da es
57	dann auch wieder, aha stimmt das ist eine gute Frage. Weil da ist, da hat die Oberfläche auf
58	der man ankommt eigentlich auch einen Effekt, oder? Das ist schwierig zu sagen, aber Dichte
59	hätte ich jetzt mal so
60	I: Mhm.
61	S: als erstes hingeworfen.
62	I: Mhm. Also das wird jetzt wahrscheinlich eine leichte Frage für dich sein, weilst gern tauchst.
63	Was für Ausrüstung hast denn beim Tauchen alles?
64	S: Ich habe die Flaschen natürlich. Ich hab' die Regulatoren, weil ich hab, das sind basicly,
65	es sind Schläuche, haufenweise Schläuche, die den Druck von der Flasche ahm weil der ist
66	ja hoch, damit man so lange wie möglich unten bleiben kann ahm verringert, so dass man
67	auch atmen kann. Oder zum Beispiel, dass man ahm sein ... nächstes Ausrüstungsteil das
68	Jacket aufblasen kann. Weil das Jacke ist quasi so ein ahm ... Kompensator für die
69	Auftriebskräfte nämlich. Man kann ahm sich helfen hoch zu schwimmen in dem man eben
70	Luft in diese, sieht aus wie ein Rucksack und da hängt die Flasche dann auch dran ahm
71	einbläst und dann fängt es an rauf zuschwimmen. Dann Taucherbrille und Flossen.
72	I: Mhm. Ahm ja Atmung hast mir kurz genannt. Wie funktioniert das beim Tauchen?
73	S: Genau ahm ... Atmung ist so, man macht das über den Mund. Und zwar da ist ein, so viel
74	ich das weiß, ist ahm der, die Luft, die man da einatmet der, dem Außendruck angepasst,
75	weil sonst könnte man das nicht atmen. Bei einem geringeren Druck würde man an den,
76	könnte man sich einziehen und bei einem zu großen Druck könnte man nicht mehr aufhören
77	einzuziehen, sagen wir so. Und ...
78	I: Ganz kurz. Welchen Außendruck meinst du da?
79	S: Ahm von, vom Wasser. Der auf ein, auf den Körper eindrückt ähm und da gibt's dann eben
80	diesen Regulator nennt man das. Das ist ein Mundstück, dass kompensiert das dann mit
81	einer Membran.
82	I: Mhm. Ahm ja wie ist denn das beim Tauchen? Weil du hast ja da so eine Flasche, was ist
83	denn da in der Flasche drin?
84	S: Ahm Luft, also kom ... da gibt's verschiedene Arten der Mischung. Es gibt Nitrox, das ist
85	für längere, aber weniger tiefe Tauchgänge, weil das weiß ich tatsächlich nicht warum, aber
86	Sauerstoff wird ab einer gewissen Tiefe giftig, wirkt giftig auf den Körper. Ich nehme jetzt mal
87	an wegen ihrer für hohen Reaktionsfreudigkeit. Ahm und ... genau oder eben die am meisten
88	verwendete Mischung ist einfach Druckluft. Und da sind dann 21% Sauerstoff.
89	I: Und wie funktioniert das, dass ich mit so einer kleinen Flasche so lang atmen kann?
90	S: Genau. Deswegen, weil man das ähm den Luftdruck, also den Druck kann man quasi als
91	Multiplikator des Volumens, also als Faktor des Volumens nehmen. Nämlich, wenn ich eine
92	ahm 10 Liter Flasche habe auf einen 200 bar Druck, dann habe ich im Endeffekt 2000 Liter,
93	die ich da einatmen kann eigentlich. Das ist ... weiß jetzt nicht...Volumen normalerweise hab.
94	I: Ahm und wie schaut's mit der Tauchdauer aus? Ist die immer gleich oder hängt die von
95	irgendwas ab?

96	S: Das ist, also abhängig ist sie von zwei Sachen, nämlich, also auf jeden Fall, wie ruhig man
97	ist. Das hat einen großen Effekt, aber auch ist die Tauchtiefe, nämlich, wenn man, je tiefer
98	man geht, desto mehr kann man auf einmal saugen, weil man ja dann einen höheren Druck
99	in die Lunge aufnimmt mehr oder weniger. Das heißt diese, was sind das, 12 Liter oder so
100	irgendwie, ahm werden dann bei einem bar, ahm bei zwei bar sind sie dann doppelt so viel
101	eigentlich. Luft, die ich da aus dem Tank raus sauge. Also je tiefer man geht, desto kürzer
102	kann man dann bleiben.
103	I: Mhm. So Lungenriss über den haben wir schon gesprochen. Kennst du sonst noch
104	Taucherkrankheiten?
105	S: Genau, also das ist ahm phu ich weiß jetzt nicht wie die heißt. Aber das ist, falls man keine
106	Dekompression durchführt, nämlich es gibt ahm ab einem, nach gewissen Zeit fängt sich der
107	Stickstoff an, der ja unter Druck gesetzt ist wenn man taucht ahm im Blut abzulagern. Und je
108	nach dem wie stark der Druck ist, desto schneller lagert sich das an.
109	I: Mhm.
110	S: Und das Problem ist, das wenn man dann wieder auftaucht, dass der sich dann zurück in
111	Gasform verwandelt und da fangen dann Bläschen an unter der Haut oder halt in den Arterien
112	und Venen zu entstehen und blockieren diese dann. Ahm und das hängt eben auch vom
113	Druck ab, also je tiefer man geht, desto ahm kürzer kann man dort bleiben ohne dass man
114	so ... um das vorzubeugen macht man einen ahm ... macht man einen
115	Dekompressionsstopp. Und zwar das ist dann meistens auf 5 Meter oder so. Kann man sich
116	halt aussuchen zwischen 3 und 5, aber 5 ist Standard. Auf 5 Minuten und oder halt je nach
117	dem. Da gibt's dann Computer, die rechnen wie lang man da unten gewesen ist. Ahm genau.
118	Wie lange ich jetzt da Deko-Stopp machs ähm machen muss, damit sich diese Bläschen
119	wieder abbauen und ausn Körper hinausgeht.
120	I: Und wann brauch ich die Deko-Stopps? Meinst du wenn du jetzt, wenn du runtergehst oder
121	wenn du rauf gehst?
122	S: Ahm wenn ich rauf geh, wenn ich zurück raus gehe.
123	I: Mhm, ok. Na gut dann sage ich danke fürs Interview.
124	S: Ja danke sehr.

10.14.5 Schüler/in MI11NA23

1	I (Interviewer): So ... zuerst also, per Du ist eh Ok oder?
2	S (Schüler/in): Jajaja.
3	I: Ähm ... ja also ich bin der Philipp, bin 27, studiere Mathe und Physik und bin jetzt hoffentlich
4	bald im fertig werden. Ähm wieso ich das mache? Ich schreibe bei der Frau Korner
5	Diplomarbeit und da geht es um die Erstellung von Beispielen zum Beispiel für das
6	Schülerforschungszentrum da oder eben für Wahlpflichtfächer oder je nachdem wo man es
7	verwenden kann. Gut dann ähm sagst mir bitte jetzt den Code.
8	S: Mhm. MI11NA23.
9	I: Ok danke. So jetzt zuerst einmal ein paar allgemeine Fragen.
10	S: Ja.
11	I: Also wie alt bist du?
12	S: 16.
13	I: In welche Schule gehst du?
14	S: In die De La Salle Schule Strebersdorf.
15	I: Ähm welche Klasse?
16	S: In die 7.
17	I: So jetzt zu Physik. Wie gefällt dir die Physik?
18	S: Gut. Also ich find's sehr interessant.
19	I: Und was, was gefällt oder wieso gefällt es dir? Was gefällt dir besonders daran?
20	S: Es ist eigentlich, dass man alles was irgendwie so passiert, kann man erklären.
21	I: Mhm.
22	S: Und halt erforschen warum zum Beispiel keine Ahnung jetzt ganz einfach mal Gravitation,

23	warum ein Ball runter fliegt und so.
24	I: Mhm. Und welche Teilbereiche aus der Physik gefallen dir gut?
25	S: Ähm Mechanik find ich interessant. Ähm ... Licht find ich auch interessant... ja eigentlich
26	eh fast alles.
27	I: Mit Licht meinst du Optik oder?
28	S: Ja Optik.
29	I: Und gibt's vielleicht Bereiche, die dir nicht so gut gefallen oder gar nicht gefallen?
30	S: Nein, also derweil gab es noch nichts.
31	I: Mhm. So gut. Jetzt kommen wir zu den fachlichen Fragen. Also wennst jetzt hörst Physik
32	des Tauchens – was stellst dir da darunter vor?
33	S: Ok ... Ähm über Druck etwas vielleicht. Also ...
34	I: Kannst mir das bisl genauer erklären?
35	S: Wenn man taucht ähm wenn man runter taucht in die Tiefe des Wassers wie sich dann
36	der Druck verändert oder so.
37	I: Mhm.
38	S: Ja.
39	I: Fällt dir noch was ein, also alles was dir jetzt einfällt. Kannst mir alles sagen.
40	S: Verbrauch von Sauerstoff und so das ganze ... Ja ...
41	I: Ähm ... Ok und siehst du da Zusammenhänge zwischen Physik und Tauchen? Wie, kannst
42	das vielleicht ein bisl, weil du hast ja in der Schule schon Physik schon länger, wie
43	S: Ja.
44	I: Kannst mir das vielleicht ein bisl erklären da?
45	S: Also wenn man beim Tauchen runtertaucht, dann muss man es ja auch berechnen mit
46	dem Druck, damit man das immer ausgleicht, damit ähm Druckausgleich ist oder so...
47	irgendwie so. Und auch das mit dem Sauerstoff irgendwie ... ich hab' keine Ahnung.
48	I: Ähm gut dann frage ich dich jetzt einmal wann taucht, wann kann ein Körper eigentlich
49	tauchen oder wann schwimmt er?
50	S: Das ist, wenn die ... bin nicht sicher ich glaub das war mit der Dichte vom Körper, wenn
51	die irgendwie kleiner ist wie Wasser, dann schwimmt es und wenn es ähm größer ist wie
52	Wasser dann taucht's unter.
53	I: Mhm. Und was würde passieren, wenn's gleich wäre?
54	S: Das ist eine gute Frage ... ich weiß nicht, vielleicht so ... ich weiß nicht.
55	I: Ähm kannst mir, also Dichte hast schon gesagt, dass von der Dichte abhängig.
56	S: Mhm.
57	I: Kannst mir vielleicht, gibt's andere Faktoren, die da maßgeblich sind? ...oder wieso
58	schwimmst du auf der Luftmatratze im Wasser und ...
59	S: Weil die ... die Luft ... besteht irgendwie über Wasser, weil sie sich so verteilt die Masse
60	auf eine größere ... nein ... weiß nicht.
61	I: Also keine Sorge, es ist keine Prüfung, also
62	S: Ja ja.
63	I: Also ich, ich bewerte die, die Fragen
64	S: Ja.
65	I: nicht.
66	S: ...
67	I: Weißt du vielleicht wer auf das drauf gekommen ist, mit dem Tauchen welcher?
68	S: Weiß nicht.
69	I: Ok mhm. So dann kommen wir jetzt wieder zum Tauchen. Also da sind wir eh schon. Was
70	für Tauchausrüstung kennst und, also zähl vielleicht einmal ein paar Sachen auf.
71	S: Ähm Sauerstoffflasche ... ähm Brille, die Taucherbrille, Flossen, Neoprenanzug vielleicht
72	... weiß nicht.
73	I: Kannst mir vielleicht jetzt sagen, jetzt hast eh ein paar genannt, was man wofür braucht?
74	S: Ähm die Flossen, damit man schneller vorankommt unter Wasser, weil die 'ne größere
75	Fläche haben. 'Ne Brille damit man was sieht. Ähm halt 'ne Sauerstoffflasche, damit man
76	atmen kann und Neoprenanzug, damit's nicht so kalt ist.

77	I: Mhm. Ähm Sauerstoffflasche hast gesagt. Also wie
78	S: Mhm.
79	I: Wie atmet man beim Tauchen oder wie funktioniert das? Hast dich das schon mal gefragt?
80	S: Ich weiß nicht.
81	I: Weil irgendwie, wennst hinten schaust ist, da hast
82	S: Ja.
83	I: a Flasche, die
84	S: ja größere Flasche.
85	I: die wirkt ja nicht so, so groß
86	S: Ja
87	I: Oder?
88	S: Das ist vielleicht ... ich weiß nicht. Eigentlich noch nie darüber nachgedacht, weil ich auch
89	nicht tauche, also ja.
90	I: Ja dann trifft sich eh gut das Beispiel.
91	S: Ja.
92	I: Gut dann ähm hast dir vielleicht schon mal die Frage gestellt, wenn nicht stell sie dir jetzt,
93	wovon die Tauchdauer so abhängt? Also mit Tauchdauer meine ich wie lange ,dass ich unter
94	Wasser sein kann.
95	S: Ähm vom Sauerstoff her und von der Tiefe hängt das auch ab. Das weiß ich, weil man
96	muss wenn man wieder auftaucht, dann muss man wieder so alle paar Meter so einen Stopp
97	machen, damit sich das ausgleicht.
98	I: Mhm.
99	S: Irgendwie so, also
100	I: Kannst mir das vielleicht bisl
101	S: von der Tiefe.
102	I: noch genauer erklären?
103	S: Ich, ich weiß nicht klar, weil wenn man hoch kommt, dann wird der Druck halt wieder
104	geringer vom Wasser her. Und damit sich's irgendwie im Körper ausgleicht, muss man
105	irgendeinen Stopp machen.
106	I: Und was würde passieren, wenn's wenn du schnell rauf tauchst?
107	S: Das ist schlecht.
108	I: Ok.
109	S: Aber ich weiß nicht.
110	I: Aber glaubst du
111	S: Ja.
112	I: es wird wahrscheinlich was passieren.
113	S: Ja es würde was passieren schätzomativ.
114	I: Ja dann frage ich dich bei dem Thema gleich, weißt du was ein Lungenriss?
115	S: Ein Riss in der Lunge? Oder dass, ja oder irgendwas bei der Lunge. Das halt eben, wenn
116	man zu schnell auftaucht oder, der Druck halt sich nicht ausgleicht, dass dann bei der Lunge
117	sich dann so schnell ausdehnt oder stärker.
118	I: Mhm.
119	S: ausdehnt und die Lungen einen Riss hat.
120	I: Und was kannst da dagegen, dagegen also was würdest du vorschlagen was kann man
121	dagegen machen?
122	S: Gegen Lungenriss ... operieren.
123	I: Ich mein bevorst ihn bekommst. Also, dass du ihn nicht bekommst, so meine ich.
124	S: Eben beim Auftauchen immer diese Stopps damit's das ausgleicht, damit sich der Körper
125	daran gewöhnt.
126	I: Mhm ok. Ähm ja kennst du sonst vielleicht noch andere Taucherkrankheiten? Hast schon
127	mal sonst was gehört?
128	S: Nein.
129	I: Gut dann gibt's, es gibt auch noch die Taucherkrankheit unter Anführungszeichen, von der
130	wahrscheinlich auch nichts gehört?

131	S: (lacht)
132	I: Ok. Ähm ja dann hätte ich noch eine letzte Frage. Das Henry-Gesetz, habt's das in der
133	Schule kennen gelernt?
134	S: Nein. Also es sagt mir nichts.
135	I: Mhm. Ok gut dann sage ich danke.
136	S: Danke.
137	I: Und ja...

10.14.6 Schüler/in NO07ER11

1	I (Interviewer): Gut dann sagst mir deinen Code bitte.
2	S (Schüler/in): NO07ER11
3	I: Ok. Gut die allgemeinen Fragen, habe ich dich die schon gefragt?
4	S: Ja nochmal einfach.
5	I: Machen wir es noch einmal ja, dann habe ich es gleich beim Interview dabei. Wie, also wie
6	alt bist?
7	S: 15.
8	I: Schule?
9	S: AHS Theodor Kramer.
10	I: Welche Klasse?
11	S: 6.
12	I: So wie gefällt dir die Physik bzw. warum gefällt dir die Physik?
13	S: Ähm mir gefällt Physik, weil es einfach ähm ... Ereignisse, die ich täglich sehe, es mehrfach
14	erklärt und es einfach die Mathematik irgendwie praktisch macht.
15	I: Mhm. Welche Teilbereiche bei der Physik gefallen dir besonders gut?
16	S: Mechanik und Elektrizität.
17	I: Gibt es auch welche die dir weniger gut gefallen?
18	S: Ähm Optik, ja Optik hauptsächlich.
19	I: Mhm. So gut jetzt kommen wir zu den fachlichen Fragen. Was kannst mir über die Physik
20	des Tauchens so erzählen?
21	S: Also es gibt das Wasser, hat eine bestimmte Dichte und der Taucher hat seine Kraft mit
22	der er dort dann taucht. Und dann gibt es den Druck noch, die Druckunterschiede ... Was
23	gibt es noch? ... Erdanziehungskraft natürlich ...ja sonst fällt mir jetzt nichts ein.
24	I: Mhm. Kannst mir was zu den Druckunterschieden so sagen?
25	S: Ja ich weiß nur, dass wenn man zu tief taucht, dass man das mit dem Druckausgleich
26	machen muss, damit die, das Trommelfell irgendwie nicht kaputt geht. Und das halt so, dass
27	es zum Beispiel solche Tiefseefische gibt, die man wenn man hochholt irgendwie platzen
28	oder ich glaub schon platzen wegen dem Druck.
29	I: Mhm. Ähm kennst du, gehen wir gleich weiter zu den Taucherkrankheiten. Welche
30	Taucherkrankheiten kennst du?
31	S: Gar keine. Tut mir leid.
32	I: Ok hast schon mal vom, vom Lungenriss was gehört?
33	S: Noch nicht.
34	I: Könntest dir was darunter vorstellen?
35	S: Vielleicht auch ... es könnte was mit den Druckunterschieden zu tun haben oder auch
36	einfach, dass man ... dass die Atmung irgendwie gestört ist. Ich weiß nicht.
37	I: Mhm. Der Name sagt es ja schon, dass die Lungen reißen könnte. Wie kann das glaubst,
38	wann kann das passieren?
39	S: Ähm wenn sie, wenn zu viel Luft drinnen ist ... oder wenn, wenn es einen zu starken
40	Unterdruck gibt und es irgendwie so die Luft hochsaugt. Ich weiß nicht.
41	I: Von wo würde der Unterdruck dann kommen?
42	S: Ähm von außen.
43	I: Zum Beispiel jetzt ist glaub ich kein Unterdruck da, würde ich jetzt einmal sagen.
44	S: Nein.

45	I: Und wenn du tauchst, woher könnte der dann kommen plötzlich? Hast da eine Idee?
46	S: Vom Wasser vielleicht. Die ganzen Wassermassen über dem Kopf.
47	I: Ahm hast vielleicht schon was gehört, dass beim Tauchen auch passieren könnte, dass so
48	im Blut Bläschen drin sind?
49	S: Nein habe ich noch nicht gehört.
50	I: Ok dann, dann gehen wir noch zum letzten Punkt, zur Ausrüstung. Weil das mit den
51	Taucherkrankheiten kommt dann im Beispiel dann noch näher.
52	S: Ok.
53	I: Da will ich jetzt noch nicht vorgreifen. Welche Ausrüstungsgegenstände braucht denn ein,
54	ein Taucher so?
55	S: Er braucht diese Sauerstoffflaschen, dazu eine Wärmekleidung, ich weiß nicht wie das
56	jetzt heißt...ahm
57	I: Neoprenanzug.
58	S: Genau, ja. Dazu noch solche Froschfüße oder, ich kenn die Fachausdrücke nicht. Ja noch
59	so eine Taucherbrille und er hat wahrscheinlich auch irgend so ein Verbindungsseil zum Boot.
60	I: Kannst mir sagen was, was er wofür braucht? Wofür braucht er die ahm also alles was du
61	mir jetzt gesagt hast?
62	S: Die Sauerstoffflasche, damit er Sauerstoff bekommt, weil seine Lunge ist nicht groß genug,
63	um unten zu überleben. Den Neoprenanzug braucht er, weil es unten kalt ist. Ahm, das Seil
64	zum Boot braucht er, wenn er irgendwie rauf möchte, damit er so ziehen kann und
65	zurückmelden kann, damit er auch hochgezogen werden kann ... ja und diese froschartigen
66	Beine, damit er
67	I: Flossen.
68	S: Flossen genau. Ahm, dass er sich damit fortbewegen kann.
69	I: Mhm. So jetzt schauen wir uns noch ganz kurz die Atmung beim Tauchen an. Wie, also
70	was in der Flasche, was ist denn da überhaupt drin?
71	S: Ich nehme an Sauerstoff und ich glaub noch was anderes, weil nur Sauerstoff das wäre
72	ein bisschen ... ich weiß es nicht.
73	I: Und jetzt wennst dir die Flasche anschaust, so riesig schaut die ja gar nicht aus, aber du
74	kannst ja mit der doch längere Zeit tauchen.
75	S: Ja also.
76	I: Weil wenn aus- und einatmest, atmest ja eigentlich schon relativ viel Volumen aus und ein.
77	S: Ja, aber das ist wahrscheinlich ähm nicht unsere Luft, die dort drin ist in dieser Flasche,
78	sondern es ist wahrscheinlich kein Stickstoff drin ... dass das Ganze auch kleiner macht
79	dann.
80	I: Und was, was glaubst denn wieso, dass man so lange mit der tauche kann?
81	S: Weil es einfach gut komprimiert ist.
82	I: Mhm. Ähm hast dich vielleicht schon einmal gefragt wovon so eine Tauchdauer abhängen
83	kann?
84	S: Ja wahrscheinlich wie groß die Sauerstoffflasche ist, wie kalt es unten ist und von der
85	körperlichen Müdigkeit des Tauchers.
86	I: Von der körperlichen?
87	S: Müdigkeit.
88	I: Ok.
89	S: Wenn man müde ist.
90	I: Mhm ... und hängt es ... ähm du hast gemeint, also wie kalt es dort unten ist. Hängt es von
91	der Temperatur ab oder hängt es vielleicht auch von der, generell von der Tiefe ab oder ist
92	das egal wie tief, dass ich tauch?
93	S: Weil je weiter man unten ist, desto kälter wird's, weil keine Sonnenstrahlen runter kommen.
94	I: Mhm ... ok gut, dann sag ich einmal danke fürs Interview.

10.15 Transskripte – Nachinterviews zu „Physik des Tauchens“

10.15.1 Schüler/in AM06RA14

1	I (Interviewer): Sagst mir den Code wieder zuerst bitte.
2	S (Schüler/in): Also AM06RA11.
3	I: Kannst du mir erklären worum es im Beispiel gegangen ist?
4	S: Also wir haben generell mal darüber geredet warum ein Körper schwimmt und wann er
5	taucht sozusagen. Und wir haben dann noch generell sozusagen gelernt ähm wie, wie viel
6	halt ähm wie viel Luft der Mensch einatmet und daher dann auch halt Schlüsse gezogen wie,
7	wie lange er mit so einer Tauchflasche auskommen könnte und auch noch über diese
8	Erkrankungen, die man sich beim Tauchen zuziehen könnte und halt eben alles auf
9	physikalische Basis halt von dem Ganzen. Warum das so ist.
10	I: Mhm. Und siehst noch weitere Zusammenhänge zwischen der Physik und dem Tauchen?
11	S: Also ich fand eigentlich, dass eben das mit dem ganzen Druck und so was, ich glaub das
12	fasst das eigentlich ziemlich gut zusammen was wir alles gemacht haben.
13	I: Mhm. So wann schwimmt denn eigentlich ein Körper und wann taucht er?
14	S: Also ein Körper schwimmt, wenn ... es wirken zwei Kräfte auf einen Körper ähm also
15	Wasser eben die Auftriebskraft und die Erdanziehungskraft und wenn die Auftriebskraft
16	größer ist, als die Erdanziehungskraft, dann schwimmt der Körper und wenn's halt umgekehrt
17	ist, dann sinkt er.
18	I: Mhm. Ähm kannst mir Faktoren nennen, die dafür wesentlich sind.
19	S: Für ob er schwimmt?
20	I: Genau.
21	S: Ähm zum Beispiel die Oberfläche würde ich einmal sagen, weil dass wenn die Oberfläche
22	größer ist, dann verteilt das das Wasser auch, weil halt mehr Wasser verdrängt wird. Dann
23	schwimmt das halt. Weil auch und es bleibt halt auch besser liegen, wegen der
24	Oberflächenspannung des Wassers. Und die Dichte, weil wenn die Dichte des Körpers
25	kleiner ist, als die Dichte des Wassers, dann schwimmt der Körper sozusagen besser.
26	I: Mhm. Ähm gut dann kommen wir zur Tauchausrüstung. Was für Gegenstände braucht denn
27	ein Taucher so?
28	S: Also es, er braucht einmal ein, eine Sauerstoffflasche, wo halt der, also unter Druck die
29	Luft drin ist so zu sagen. Und ... der hat dann ähm ein Mundstück, also so Atemschutz und
30	in diesem Atemschutz ist eine Membran drinnen, die halt je nach Druck die Luftzufuhr anpasst
31	durch ein Ventil das halt beim, bei der Sauerstoffflasche befestigt ist.
32	I: Mhm. Ähm ... gut dann warst eh schon bei der Tauchung, ähm bei der Atmung. Wie
33	funktioniert denn die Atmung so generelle? Weil man hat ja eine Flasche, die nicht so groß
34	ist.
35	S: Ja es ist, also weil, also wenn man normal atmet, also ähm am Land so zu sagen ist zirka
36	die Außen ähm der Außendruck 1 bar und ähm in der Flasche ist halt ein viel größerer Druck
37	drinnen und deswegen kann man auch mit einer kleineren, also weil ähm normalerweise,
38	wenn man das, wenn der Druck gleich wäre, dann könnte man nicht sehr lange mit der
39	Flasche auskommen, aber weil eben dieser Druck so groß in der Flasche und man halt nur
40	1 bar braucht, so zu sagen, kommt man halt sehr viel länger mit der Sauerstoffflasche aus.
41	I: Mhm.
42	S: Man kann bis zu, ja 30 Minuten unter Wasser bleiben, je nach Tiefe, weil je tiefer es geht,
43	desto mehr, also mehr Luft verbraucht man aus der Flasche.
44	I: Wieso ist denn das so?
45	S: Ja, weil ähm, wenn man tiefer taucht, dann ist der Außendruck größer als der Innendruck
46	und die Lunge, also zieht sich zusammen so zu sagen. Deswegen muss mehr Luft von der
47	Flasche halt aufgebracht werden, dass halt das Niveau von unserer Lunge gleichbleibt so zu
48	sagen. Und wenn halt mehr Luft verbraucht wird, kann man halt nicht mehr so lange mit der
49	Flasche auskommen.

50	I: Mhm. Ahm so Taucherkrankheiten, die haben wir noch nicht gehabt. Welche kennst denn
51	da alles?
52	S: Also da ist eben der Lungenriss. Das ist wenn man auch zu schnell auftaucht, weil halt die
53	Lunge dann ... Man muss halt kleine Stopps machen, weil sonst expandiert so zu sagen die
54	Lunge zu schnell und reißt dann. Und dann noch ahm ... ah das zweite hat geheißen Tauch,
55	Taucher ... ich hab vergessen wie es heißt.
56	I: Taucherkrankheit.
57	S: Taucherkrankheit. Und diese Taucherkrankheit ist eben, weil wenn man die, die ahm ...
58	wenn man die Luft einatmet, aber zu schnell auftaucht hat halt die Luft nicht Zeit im Blut
59	verarbeitet zu werden. Deswegen perlt sie. Und im Gewebe perlt sie dann ab und das führt
60	halt zu diesen kleinen Bläschen und die Bläschen sind dann halt nicht so gutzusagen, weil
61	man die ... hat.
62	I: Was kann man dann da dagegen machen?
63	S: Also ich denke halt, dass bei beiden Sachen ist, dass du nicht zu schnell auftauchen darfst,
64	dass du halt immer auf gewissen Höhen, ich glaub alle 10 Meter ist das, glaub ich. Dass du
65	ich glaub 3 Minuten, hat mir meine Freundin gesagt, 3 Minuten Stopps machen musst, dass
66	ein Körper sich daran gewöhnt, dass du, dass du dem Körper Zeit gibst das zu verarbeiten
67	und dann kannst du erst weiter auftauchen.
68	I: Mhm. Und wieso, wieso perlt denn die Luft oder der Stickstoff oder je nach dem was? Wieso
69	perlt denn das so aus?
70	S: Weil hm ... wie soll ich das erklären? ... Wie soll ich das erklären? ... ahm ... weil, wenn
71	der Stickstoff, wenn du auftauchst, der Stickstoff will ja von ahm vom Blut ins Gewebe und
72	das ist eben ahm dass wenn, das mit dem Druck, wenn du einen Druck hast und ahm das
73	Gas in einem Gefäß ist und ... ahm wenn, wenn du mehr Druck zuführst und dann noch, also
74	über dem, über dem Wasser ist dann Luft. Und wenn du den Druck zuführst, dann ist mehr
75	Druck in dem Wasser und wenn du dann ... dann ... ist halt auch eben mehr ja was so zu
76	sagen Wasser drinnen und wenn du dann zu schnell auftauchst, dann entstehen halt diese
77	Bläschen.
78	I: Mhm.
79	S: Im Wasser.
80	I: Sagt dir das Henry-Gesetz vielleicht was?
81	S: Ja das ist eben dieses ... dieses Verhältnis so zu sagen, zwischen dem Partialdruck, also
82	das was ich versucht habe zu erklären so zu sagen ein bisschen. Also das ist das mit dem
83	Partialdruck ahm und über dem Wasser und im Wasser. Also das Verhältnis zwischen den
84	zwei, also zwischen dem Druck des Gases über dem Wasser und im Wasser.
85	I: Mhm.
86	S: Das Verhältnis so zu sagen.
87	I: Ok. Und was, also was folgert man aus dem Henry-Gesetz dann praktisch?
88	S: Ja, dass ... das erklärt eben warum, warum das entsteht so zu sagen, diese ganze
89	Taucherkrankheit.
90	I: Mhm, genau. Gut dann, ja sage ich danke fürs Interview.

10.15.2 Schüler/in AN02EA11

1	I (Interviewer): Sagst mir deinen Code bitte wieder.
2	S (Schüler/in): AN08OE11.
3	I: Ok. Ähm kannst mir kurz erklären worum es im Beispiel gegangen ist?
4	S: Also allgemein, also Taucher, also das Tauchen und wie es mit der Physik zusammenhält,
5	also zusammenhängt.
6	I: Mhm. Was hat dir beim Beispiel besonders gut gefallen?
7	S: Das mit dem Berechnen von, ähm Flasche, also von der Luftflasche, also wie viel Luft man
8	eigentlich verbraucht und wie viel, wie lange man unter Wasser halt tauchen kann mit der
9	Flasche.
10	I: Mhm. Und was hat dir weniger gut gefallen?

11	S: Ähm weniger das mit den Taucherkrankheiten, weil es mich biologisch nicht so interessiert.
12	I: Und was kann man beim Beispiel aus deiner Sicht noch verbessern?
13	S: Ahm ich find es war eigentlich alles ok. Also ich hab' nichts daran auszusetzen.
14	I: Hast du die Arbeitshilfen verwendet?
15	S: Ja.
16	I: Und wie, und wie, also haben sie dir gefallen? Sagen wir so, waren sie hilfreich?
17	S: Ahm ja, also ich fand's hilfreich, das mit den, wo das mit den Formeln draußen stand. Also
18	ja.
19	I: Mhm. Gut dann kommen wir zu den fachlichen Fragen. Was kannst mir über die Physik des
20	Tauchens so erzählen?
21	S: Ähm also es gibt verschiedene Zustandsänderung mit ... also beim Tauchen ist es
22	isotherm. Das ist dann halt mit Druck und mit dem Volumen wie das halt zusammen hängt
23	und da bleibt halt die Temperatur dann gleich. Und ... wie viel ... wie viel Luft man halt ...
24	benutzt ... also wie lang man unter Wasser halt tauchen kann mit einer Luftflasche, also ja
25	Luftflasche.
26	I: Mhm. Siehst du noch andere Zusammenhänge zwischen Physik und Tauchen?
27	S: ... ahm nein.
28	I: Gut dann kommen wir zum Schwimmen und Tauchen. Wann schwimmt denn ein Körper?
29	Wann taucht er?
30	S: Ähm er schwimmt, also wenn er, wen die Auftriebskraft und die, also Erdanziehungskraft
31	die Gewichtskraft ungefähr gleich sind, also gleich sind. Und er taucht halt, wenn die
32	Gewichtskraft größer ist.
33	I: Mhm. Und kannst mir Faktoren nennen, die dafür wesentlich sind?
34	S: Masse, ähm dann Druck, dann die Oberfläche. Also wie groß die Fläche ist. Und ... Dichte
35	... ja mir fällt jetzt mehr nichts ein.
36	I: Mhm. So schauen wir uns mal die Tauchausrüstung an. Was für Gegenstände brauchst
37	denn beim Tauchen alles?
38	S: Also Sauerstoffflasche ... ähm ... Taucherbrille, Taucheranzug ... ähm Flossen
39	... Unterwasserkamera habe ich glaube ich letztes Mal schon gesagt.
40	I: Und wofür, wofür brauchst die einzelnen Gegenstände?
41	S: Ahm Sauerstoffflasche, damit ich auch unter Wasser atmen kann. Taucheranzug, damit
42	er mich warm hält, weil je tiefer man halt taucht, desto kälter wird's. Ähm Flossen, damit man
43	schneller vorankommt, Unterwasserkamera, damit man Sachen aufzeichnen kann.
44	I: Und wie funktioniert die Atmung beim Tauchen? Wie funktioniert denn das?
45	S: Also ... die, also der Sauerstoff ist in der Flasche komprimiert durch den sehr hohen Druck
46	und wenn man, also da ist halt noch so ein Schlauch halt angehängt und durch, durch, also
47	an die Sauerstoffflasche und da ist dann halt ein Ventil, das man halt ein bisschen öffnet. Und
48	da kommt dann die Luft durch und ... bei dem eigentlichen Teil, das man halt dann im Mund
49	hat. Da gibt es eine spezielle Membran, die sich durch den Außendruck, also durch den
50	Wasserdruck bzw. den Druck aus der Lunge glaube ich irgendwie reguliert, reguliert halt wie
51	viel Druck dann halt ... wie viel man einatmet.
52	I: Mhm. Kannst mir erklären wieso man eigentlich mit der Flasche die 10 Liter hat so lange
53	tauchen kann?
54	S: Weil ... eben wegen dem Druck, also ... weil also, es ist zwar, ich glaub 2000 Liter waren
55	in der Flasche drinnen, also das war das Volumen glaub ich. Aber es war halt unter sehr
56	hohem Druck und deswegen konnte man es in einer kleineren kompakteren Flasche
57	reinpacken.
58	I: Bist dir da sicher, dass es 2000 Liter waren? Also so eine Wasserflasche hat ein
59	S: Aso ja.
60	I: ein Liter.
61	S: Ähm 2000 ... aso nein es waren 200 bar in der Flasche drinnen, ja.
62	I: Genau. Und wie groß war denn die Flasche zirka? Weißt das vielleicht noch?
63	S: Keine Ahnung. Es war eine 10 Liter Flasche glaube ich.
64	

65	I: Ja genau. Wovon hängt denn die Tauchdauer eigentlich sonst, wovon hängt die eigentlich
66	überhaupt ab, wie lange man tauchen kann?
67	S: Also von der Tiefe, also je weiter runter man geht, desto höher ist der Druck.
68	I: Mhm.
69	S: Und dadurch ähm verbraucht man halt mehr Luft. Und ... ja.
70	I: Wieso verbraucht man mehr, mehr Luft, wenn's, wenn man tiefer ist?
71	S: Weil ... das Herz geht zwar langsamer, aber der Druck in der Lunge ist dann kleiner und
72	da braucht man dann mehr zum Einatmen.
73	I: Mhm. Ahm ... Gut, welche Taucherkrankheiten kennst du denn?
74	S: Ahm ... da gab's das mit den Gas, also mit den Bläschen, die sich im Blut bilden, dann
75	Gelenkschmerzen kriegt man, Atemprobleme und da war noch was anderes ... ah ja
76	Lungenriss.
77	I: Mhm. Ah kannst mir erklären was mit dem Lungenriss so auf sich hat?
78	S: Ähm das war auch mit dem, wenn man zu schnell auftaucht, dann expandiert die Lunge
79	halt auch zu schnell und dann kann's halt einreißen, also einreißen.
80	I: Was kann man dagegen machen?
81	S: Halt langsamer auftauchen und dann bei bestimmten Höhen halt ein paar Minuten stoppen
82	und ein bisschen weiter auftauchen.
83	I: Mhm. Und was, was bringt das Stoppen dann?
84	S: Dass der Körper sich an den Druck gewöhnt und mit ... sich weniger den, also, damit er
85	sich besser den Umgebungen anpasst.
86	I: Mhm. So dann kommen wir noch zur Taucherkrankheit. Was weißt du über die
87	Taucherkrankheit?
88	S: Da, also ... also da gibt's dann die Atemprobleme, die ... ähm ... Bildung von Blasen im,
89	in den Arterien und so und Gelenkschmerzen. Und das hängt mit dem Henry-Gesetz halt
90	zusammen. Das ... irgendwie proportional, nein Partialdruck des ... also, dass der
91	Partialdruck, je höher der ist ähm desto höher ist die Konzentration des Gases in einer
92	Flüssigkeit.
93	I: Und wieso ist denn das eigentlich so gefährlich für, für uns?
94	S: Weil, wenn man taucht, dann bildet sich Stickstoff im Blut. Das kann der Körper zwar
95	normal abbauen, aber wenn er dann zu schnell auftaucht, dann kann er nicht schnell genug
96	den Stickstoff abbauen und das kommt dann ins Gewebe ... und ja.
97	I: Mhm. Wieso, also was, wenn du zu schnell auftauchst, wie kommt das ins Gewebe? Wie
98	erklärst dir das?
99	S: Ahm, also Stickstoff ist ja Gas und das Blut ist halt die Flüssigkeit und deswegen ist das
100	mit dem Druck halt dann, dass der Stickstoff halt sich im Gewebe dann halt lager.
101	I: Mhm. Und wie kommt's eigentlich dann dazu, dass eigentlich das Gas dann ins Blut kommt?
102	Weil wenn man tief unten ist, dann ... macht's nur beim Auftauchen hast du gesagt macht's
103	was aus. Und wie, was passiert dann beim Auftauchen?
104	S: Ähm man ist schneller, also schneller als man ausatmen kann. Also man ... ja.
	I: Mhm. Ok, dann danke.

10.15.3 Schüler/in BA11US12

1	I (Interviewer): So, sagst mir jetzt den Code zuerst bitte.
2	S (Schüler/in): BA11US12
3	I: Gut, erklärst mir kurz worum es im Beispiel gegangen ist?
4	S: Ähm um verschiedene Sachen beim, die beim Tauchen zum Einsatz kommen oder wichtig
5	sind halt. Also wann taucht man zum Beispiel und wie funktioniert das und was gibt's für
6	Gefahren halt so.
7	I: Was hat dir besonders gut gefallen?

8	S: Ich hatte den Anfang vor allem sehr gut gefunden, also mit den ähm mit dem
9	archimedischen Prinzip zum Beispiel, wo wir dann geschaut haben wann taucht was und
10	wann schwimmt's und wann ist das Gleichgewicht quasi zwischen den Kräften. Ähm und
11	dann den Versuch den wir gemacht haben, wo wir geschaut haben wie viel Luft man pro
12	Minute zirka braucht, also das Luftvolumen, das man braucht. Und ... wo dann ausgerechnet
13	wurde warum man mit so einer Tauchflasche die, also Luftflasche, die ja eigentlich nicht so
14	groß ist, doch so lange auskommt, also das habe ich gut gefunden.
15	I: Und was hat dir weniger gut gefallen?
16	S: Die Krankheiten vielleicht, da muss ich eh, ich meine es ist schon interessant vor allem,
17	aber ich tauch nicht und ja.
18	I: Und was, also was würdest du verbessern?
19	S: Oh ... phu ... kann ich jetzt so ad hoc nicht sagen, vielleicht weiß nicht, was eh auch der
20	Peter gesagt hat, ahm bei der Internetrecherche, weil die haben wir bei der, zur einen Sache
21	haben wir nichts gefunden im Internet. Ahm, dass man vielleicht irgendwie eine Webseite hat
22	oder so, wo man nachschauen kann.
23	I: Mhm. Die Arbeitshilfen hast die eingesetzt und wenn waren sie hilfreich?
24	S: Ja die haben wir schon gebraucht. Also die erste gleich die haben wir gebraucht, die
25	zweite, also ich glaub wir haben alle verwendet.
26	I: Ok, dann kommen wir zu den fachlichen Fragen. Was kannst du mir über die Physik des
27	Tauchens so erzählen?
28	S: Ähm ... jetzt beim Untertauchen zum Beispiel also wann man untertaucht. Ähm also ein
29	Körper taucht unter, wenn die Dichte des Körpers größer ist, als das Wasser zum Beispiel oder
30	halt des Mediums in das er taucht, aber halt Wasser in dem Fall. Ähm ... und um
31	aufzutauchen, also zum Beispiel man braucht eine größere Dichte zum Untertauchen, ähm
32	zum Schwimmen braucht er eine geringere Dichte, als das Wasser und zum Untertauchen
33	eine größere und ... mit der Luft verhält sich's so. Die hat man in einer Luftflasche bei einem
34	hohen Druck, damit eben mehr hineingeht, damit man länger damit auskommt, sonst würd's
35	mit dem Volumen, dass man in der Flasche hat, also mit der Luft, die man in der Flasche hat,
36	wenn es Normaldruck wäre, würde man gerade einmal zwei Minuten oder so auskommen.
37	Und so geht's doch deutlich länger. Und ... wenn man allerdings weiter unten ist, dann
38	braucht man mehr Luft ähm weil man, weil der Luftdruck mit dem Außendruck, also dem
39	Wasserdruck übereinstimmen muss ähm damit es funktioniert und deswegen braucht man,
40	je tiefer man runter taucht, mehr Luft und kann deswegen weniger lang tauchen, wenn man
41	tiefer taucht.
42	I: Mhm.
43	S: zum Beispiel.
44	I: Ähm ... gut wann ein Körper schwimmt bzw. taucht, hast mir schon gesagt eigentloch.
45	S: Mhm.
46	I: Gut, dann kommen wir zur Tauchausrüstung. Was für Ausrüstungsgegenstände hat denn
47	ein Taucher so?
48	S: Ähm ... also die Flossen zum Beispiel und den Neoprenanzug, aber das ist eher weniger
49	von dem was wir gemacht haben. Sondern da geht's um die Tauchflaschen, also um die
50	Luftflaschen, um die Schläuche, die dann zum Mundstück gehen, glaube ich und da ist ein
51	Ventil drinnen, das den Druck reguliert.
52	I: Mhm ... ähm wie funktioniert die Atmung beim Tauchen?
53	S: Ähm ... ja, also da kommt die Luft aus den Flaschen.
54	I: Ja.
55	S: Und das Ventil passt dann, irgendwie wie das genau funktioniert habe ich nicht ganz
56	verstanden, aber das Ventil passt auf jeden Fall den, also regelt den Druck und in den
57	Flaschen ist ja sehr hoher Druck drinnen. Aber aus dem Ventil zu den was man dann
58	einatmet, da kommt dann immer der Druck aus, der mit dem Außendruck übereinstimmt, so
59	dass es funktioniert eben ... Weil wenn man niedrigeren Druck hätte, dann würde die Lungen
60	zusammengequetscht werden zum Beispiel.
61	I: Mhm. Und wovon hängt denn so eine Tauchdauer ab?

62	S: Ähm na zum einen davon wie viel Luft man eben in der Flasche drin hat, also wie groß die
63	Flasche ist oder wie groß der Druck in der Flasche ist.
64	I: Mhm.
65	S: Und dann wie tief man taucht. Weil eben man weiter unten mehr Luft braucht und wenn
66	man sich anstrengt und so braucht man natürlich auch mehr Luft als normal oder wenn man
67	schneller atmet.
68	I: Mhm. Ahm ... so und was kannst mir zu den Taucherkrankheiten sagen? Welche kennst
69	du einmal?
70	S: Ja dann gibt's den Lungenriss, haben wir gelernt. Ähm ... wenn man zu schnell auftaucht,
71	dann kann sich der Druck eben nicht anpassen, nicht schnell genug. Und dann dehnt sich
72	das ähm dehnt sich die Luft in der Lunge stark aus, weil da eben noch hoher Druck drin
73	herrscht während außen geringerer Druck ist und dann kann die Lunge reißen. Oder aber die
74	so genannte Taucherkrankheit. Das liegt, das hängt mit dem Henry-Gesetz zusammen, weil
75	sich mehr Stickstoff im Blut löst, je tiefer man kommt. Und, wenn man dann wieder auftaucht,
76	zu schnell, dann kann sich nicht mehr der ganze Stickstoff wieder abbauen. Den kann man
77	dann nicht mehr so schnell ausatmen und dann bilden sich im Blut Bläschen,
78	Stickstoffbläschen und das blockiert eben den Blutfluss und ja.
79	I: Mhm.
80	S: Das kann fatale Folgen haben.
81	I: Mhm. Ok, na gut dann sage ich danke für's Interview.
82	S: Gerne.
83	I: Hast mir alles beantwortet.
84	S: Super.

10.15.4 Schüler/in MI11NA23

1	I (Interviewer): Dann sagst mir deinen Code bitte zuerst.
2	S (Schüler/in): MI11NA23.
3	I: Danke. Kannst mir kurz erklären worum es im Beispiel gegangen ist?
4	S: Um's Tauchen und wie sich der Druck verhält bei der Luftflasche. Also wie das mit der, mit
5	dem, mit der Sauerstoffluftflasche geht. Und wie sich das mit dem Druck auf die Lunge, je
6	tiefer wir tauchen, auswirkt. Und um verschiedene Taucherkrankheiten, also Lungenriss oder
7	die Taucherkrankheit.
8	I: Mhm. Und was hat dir besonders gut gefallen?
9	S: Ahm ich find das Experiment, das wir gemacht haben, wo wir es mit dem, mit dem Atmen
10	fand ich relativ interessant. Und auch die Krankheiten.
11	I: Mhm. Und was hat dir weniger gut gefallen?
12	S: Hm ... das ... ahm ... was war das? ... irgendwas, irgendwas, was, was ... ah wie hat das
13	geheißen? ... da wo wir das beschreiben mussten mit dem ... mit dem Atmen das, wie das
14	geht mit dem, mit der Sauerstoffflasche, wo wir so lang gebraucht haben das auszurechnen.
15	I: Mhm. Ahm was würdest du verbessern?
16	S: Ahm ... ja vielleicht auch, weil dass wenn dort steht Internetsuchen, dass man vielleicht
17	gleich so Internetlinks angibt, das wäre schon gut. Und sonst eigentlich hat's eh, war's eh
18	ganz gut.
19	I: Mhm. Ahm und hast die Arbeitshilfen auch verwendet? Und haben sie, haben sie geholfen?
20	S: Ja. Sie haben geholfen.
21	I: Gut dann frage ich dich jetzt einmal ein paar fachliche Fragen. Was kannst du mir über die
22	Physik des Tauchens so erzählen?
23	S: Also ... das den Druck jetzt das Ganze.
24	I: Also was du
25	S: Ok.
26	I: Darunter verstehst, kannst mir jetzt alles erzählen.
27	S: Also Sauerstoff wird in der ahm Sauerstoffflasche ist halt unter sehr hohem Druck da drin
28	und dann wird es halt über ahm über eine Membran im Mundstück wird das halt angepasst

29	an den Druck im Körper und je tiefer man ist, desto größeren Druck hat man auf der Lunge,
30	desto mehr Sauerstoff verbraucht man und je höher man geht, desto weniger und deswegen
31	muss man halt eben auch immer Stopps machen ... Und je nachdem wie groß die
32	Auftriebskraft oder die Anziehung, und die Erdanziehungskraft, also je nachdem wie die
33	gleich ... die Kräfte im Gleichgewicht sind oder im Ungleichgewicht, dann schwimmt ein
34	Körper oder taucht unter.
35	I: Mhm. Ähm siehst du noch weitere Zusammenhänge zwischen Tauchen und der Physik?
36	S: ... ja generell ist Tauchen fast, also das Ganze wie all, alle Geräte beim Tauchen und so
37	ziemlich alles passiert, passiert eigentlich auf der Physik.
38	I: Mhm. So ... gut Schwimmen, Tauchen hast mir eigentlich schon gesagt. Sagst mir nochmal
39	kurz wann schwimmt ein Körper, wann taucht er und wann schwebt er?
40	S: Also Tauchen tut, wenn die Anziehung, also Erdanziehungskraft größer ist, als die
41	Auftriebskraft. Schwimmen tut er, wenn die beiden gleich, Kräfte im Gleichgewicht sind und
42	schweben tut er, wenn die Auftriebskraft größer ist als die Erdanziehungskraft.
43	I: Mhm. Ahm ... kommen dann zur Tauchausrüstung. Was für Ausrüstungsgegenstände ähm
44	brauchst beim Tauchen alles?
45	S: Also eben ähm eine Sauerstoffflasche mit einem, mit dem Mundstück und allem was den
46	Druck halt alles macht. Dann halt eben Brille, Flossen, Neoprenanzug ... ja.
47	I: Und wofür brauchst du die einzelnen Sachen?
48	S: Also eine Brille, damit man was sieht. Neoprenanzug für die Kälte und Flossen für ähm
49	damit man schneller schwimmen kann, weil die größere Fläche haben. Und eben eine
50	Sauerstoffflasche für die Luft, damit man atmen kann.
51	I: Mhm. Wie funktioniert denn die Atmung beim Tauchen?
52	S: Also Sauerstoff ist in der Sauerstoffflasche und der ist unter hohem Druck da drin und da
53	haben wir im Mundstück eine Membran, die regelt den Druck und je tiefer man ist, desto
54	höher ist halt der Druck, den man in, in der Lunge hast, desto höher, desto mehr Druck kommt
55	dann auch von dieser Membran mit Sauerstoff.
56	I: Mhm.
57	S: Ja.
58	I: Ahm gut und das, also kannst jetzt erklären wieso man mit der 9 oder 10 Liter Flasche so
59	lang, so lang tauchen kann?
60	S: Weil der Druck sich zwar verändert, das Volumen sich nicht verändert. Das heißt es sind
61	zwar, es ist zwar nur eine 10 Liter Flasche, aber dadurch, dass die unter so hohem Druck der
62	Sauerstoff da drin ist, kommt viel mehr Sauerstoff schlussendlich raus als 10 Liter. Deswegen
63	kann man viel länger
64	I: Mhm.
65	S: Tauchen.
66	I: Wovon hängt denn die Tauchdauer eigentlich ab?
67	S: Also je nachdem wie tief man ist, das heißt wie viel Luft man braucht. Je nachdem von
68	Druck halt und wie viel Luft man selbst verbraucht. Weil wenn man Anfänger ist, dann ist,
69	verbraucht man mehr Luft, als fortgeschritten.
70	I: Mhm. So dann schauen wir uns noch kurz die Taucherkrankheiten an. Welche
71	S: Ja.
72	I: Kennst denn da?
73	S: Also eben den Lungenriss oder die Taucherkrankheit. Ahm ... die zwei.
74	I: Mhm. Und kannst mir jetzt einmal ähm fangen wir einmal mit dem Lungenriss an.
75	S: Mhm.
76	I: Kannst mir den mal so erklären?
77	S: Mhm. Also wenn man zu weit unten ist, dann ist der Druck auf der Lunge ziemlich groß.
78	Wenn man dann schnell auftaucht ohne Stopps zu machen, dann dient, dann tut sich das,
79	die Membran nicht ausgleichen ... dann tut sich der Druck nicht ausgleichen, somit ist dann
80	zu viel Druck auf der Lunge und dann kriegt die Lunge einen Riss.
81	I: Mhm. Was kann man dagegen tun?
82	S: Man muss alle ... ich glaub 10 Meter muss man einen Stopp machen, damit sich die Lunge

83	an den anderen, an den neuen Druck bzw. auch die Membran im Mundstück an den neuen
84	Druck anpasst.
85	I: Mhm. Und wenn du jetzt ähm die Luft ähm anhalten würdest und raufgehen würdest?
86	S: Dann würd's trotzdem einmal die Luft gleich viel bleiben ...
87	I: Ja.
88	S: Sicher und dann. Rein theoretisch, weil man hat ja so viel eingeatmet so viel Druck und es
89	verändert sich ja nicht nur, weil man hochgeht. Es ist nur weniger Druck auf der Lunge, aber
90	du hast trotzdem immer noch eigentlich so viel eingeatmet. Das heißt es würde trotzdem
91	einen Lungenriss geben.
92	I: Mhm. Ähm was ist dann noch, also der Stopp ist ganz wichtig. Aber was ist noch wichtig
93	dann?
94	S: Dass man das Ding da anpasst, dieses Mundstück vielleicht.
95	I: Also das geht eigentlich eh automatisch, aber
96	S: Ok.
97	I: selbst musst dann die Luft immer
98	S: ja ein- und ausatmen.
99	I: Genau, ja. Genau.
100	S: Schon klar, ja.
101	I: Gut und dann haben wir noch die Taucherkrankheit gehabt.
102	S: Ja.
103	I: Was ist denn da genau passiert?
104	S: Das ist, wenn man atmet und dann im Blut ist ja auch Stickstoff drinnen. Wenn man dann
105	zu schnell auftaucht, dann verändert sich das Ganze irgendwie und dann löst sich der
106	Stickstoff aus dem Blut ab. Weil dann, weil dann ändert sich der Druck auch eben.
107	I: Mhm.
108	S: Das hängt mit dem Partialdruck, weil dann löst sich der Stickstoff vom Blut, also geht raus
109	in Gasbläschen und dann bildet's halt so Gasbläschen. Das ist nicht gut.
110	I: Mhm. Kennst du in dem Zusammenhang das Henry-Gesetz auch?
111	S: Ja das ist Partial, wenn der Partialdruck in ... das ist irgendwas mit dem Partialdruck und
112	Flüssigkeit und wenn der Druck sich ändert, dann geht es aus der Flüssigkeit hinaus,
113	irgendsowas.
114	I: Ok. Gut dann danke für's Interview und danke.

10.15.5 Schüler/in NO07ER11

1	I (Interviewer): Gut dann sagst mir den Code bitte.
2	S (Schüler/in): NO07ER11.
3	I: Ok. Gut kannst mir sagen worum es im letzten Beispiel gegangen ist?
4	S: Also es ist um die Physik des Tauchens gegangen.
5	I: Ja.
6	S: Ahm hauptsächlich um Druck, wie der Druck ahm innerhalb der Gasflasche und im Körper
7	des Tauchers ist und was für Taucherkrankheiten da auftreten können.
8	I: Mhm. Ähm was hat dir besonders gut gefallen?
9	S: Ahm mir hat es gefallen, dass es wirklich sehr realitätsnahe Beispiele waren, waren. Also,
10	dass man sich das wirklich vorstellen konnte und jeder kennt so einen Drucker, also einen
11	Drucker genau. So einen Taucher und jetzt weiß ich auch wie das mit dem Druck dort ist.
12	I: Mhm. Und was hat dir weniger gut gefallen? Oder was könnte man verbessern?
13	S: Ahm ... also es gab eine Information, die mir ein bisschen gefehlt hat. Und zwar wie groß
14	so eine Flasche ist. Das mussten wir recherchieren, aber ansonsten hat's mit gut gefallen.
15	Sehr gut sogar.
16	I: Mhm. Und wie waren die Arbeitshilfen dieses Mal? Waren sie hilfreich?
17	S: Ja sie waren ... ja danke. Ja sie waren schon hilfreich. Und mir gefällt es, dass es nicht
18	so in Kärtchen-Format war, sondern auf einem Blatt.
19	I: Mhm.

20	S: Das verliert man nicht so leicht.
21	I: Ok. Gut dann kommen wir zu den fachlichen Fragen. Was kannst mir über die Physik des
22	Tauchens erzählen?
23	S: Uje ist schon lang her. Darf ich kurz die Zettel hernehmen oder
24	I: Nein eigentlich.
25	S: Eigentlich nicht ok.
26	I: Nein.
27	S: Ahm ... ja also es gibt ahm, das wichtigste ist halt der Druck an der ganzen Sache. Ahm,
28	dass der Taucher einen bestimmten Druck im Körper hat und das Wasser einen bestimmten,
29	einen bestimmten Druck hat ... Und, dass auch in der Gasflasche einen bestimmten Druck
30	gibt ... ahm ... ja an mehr kann ich mich leider nicht mehr erinnern.
31	I: Mhm. Wo siehst du da Zusammenhänge zwischen Physik und Tauchen? Kannst mir die
32	vielleicht bisschen erklären?
33	S: Wie meinst du das jetzt?
34	I: Also wenn du an Tauchen denkst, wo glaubst du, dass die Physik da irgendwie jetzt was
35	damit zu tun hat? Dass du mir das vielleicht
36	S: Ja im Grunde genommen eigentlich überall, weil wie sich der Taucher bewegen kann im
37	Wasser ahm wie er halt eben dort unten atmen kann, wie lang er halt unten bleiben kann.
38	Das ist alles sehr physikalisch.
39	I: Mhm. Wann schwimmt denn überhaupt ein Körper und wann taucht er?
40	S: Ahm das ist der Archimedes. Also es kommt auf die Dichte an.
41	I: Mhm.
42	S: So wegen der Dichte, wenn die Dichte des Körpers geringer ist, als die des Wassers dann
43	schwimmt es.
44	I: Mhm. Ähm ... Was gehört denn deiner Meinung nach so zu den Ausrüstungsgegenständen
45	eines Tauchers?
46	S: Also zuerst einmal ein Neoprenanzug, dass er unten nicht erfriert. Dann eine
47	Sauerstoffflasche ahm Taucherbrille, damit er sehen kann.
48	I: Mhm.
49	S: Ahm diese, ich weiß nicht wie das heißt, diese Froschbeine, Schwimm
50	I: Flossen.
51	S: Flossen genau ahm und natürlich auch noch eine gewisse Verbindung zum Taucherboot,
52	damit falls was ist, er hoch kann.
53	I: Mhm. Wie schaut's mit der Flasche aus? Gut wozu braucht man die? Blöde Frage.
54	S: Ja zum Atmen natürlich.
55	I: Und wie funktioniert das mit dem Atmen so?
56	S: Also in der Flasche ist konzentrierter Sauerstoff. Und in der Flasche gibt es ein Ventil.
57	I: Mhm.
58	S: Und die Flasche kann sich auch irgendwie an den Druck anpassen. Ich weiß nicht mehr
59	genau wie das war.
60	I: Mhm. Gut dann vielleicht noch zur Atmung. Ahm weißt vielleicht noch wie, wie groß so eine
61	Flasche ungefähr ist? Wie viel Liter?
62	S: Liter? Ich glaub das waren 7 bis 12.
63	I: Ungefähr in der Größenordnung, genau. Und wie lang kann so ein Taucher mit der
64	auskommen?
65	S: ... ich kann mich erinnern. Da sind bei uns komische Werte rausgekommen. Aber schon
66	ein paar Stunden.
67	I: Mhm. Und wie kannst dir das erklären? Weißt du vielleicht noch wie viel Luft du bei einem
68	Atemzug so brauchst? Kannst dich daran noch erinnern?
69	S: Bei einem Atemzug? ... ich hab jetzt irgendwelche Zahlen im Kopf, aber ich weiß nicht, ob
70	das richtig ist.
71	I: Also sagen wir mal so zirka
72	S: Wir haben halt berechnet, dass man in einer Minute in etwa so 5 Liter oder so atmet ... die
73	man ausatmet ...

74	I: Aber wennst jetzt dran, dran denkst, dass eine Flasche nur 12 Liter hat. Wie funktioniert
75	denn das, dass ein Taucher so lang mit der unter Wasser ist?
76	S: Ja, also der Sauerstoff in der Flasche ist halt hoch konzentriert und unsere Luft hat einen
77	geringeren Sauerstoffanteil.
78	I: Mhm. Ahm wovon hängt denn so eine Tauchdauer eigentlich ab?
79	S: Ahm ... erstens mal von der Ausdauer des Tauchers.
80	I: Mhm.
81	S: Und von der Größe der Flasche.
82	I: Und hängt's von der Tiefe ab?
83	S: Ja.
84	I: Wie?
85	S: Weil der Druck unten anders ist als in höheren Gegenden.
86	I: Und, also kann man jetzt, wie würdest mir das beschreiben? Wie hängt das ab? Also nur
87	S: Also je tiefer man taucht, desto kürzer kann man tauchen.
88	I: Mhm ok. So dann noch zu den Taucherkrankheiten. Welche kennst denn du da?
89	S: Ahm ich weiß nicht wie die hieß. Aber eine Krankheit, dass in den, in den Blutgefäßen
90	irgendwie sich Blasen bilden, aber also ich kann mich jetzt ich, an nichts Konkretes mehr
91	erinnern. Aber ich weiß, dass das davon kommt, dass man viel zu schnell hochtaucht.
92	I: Mhm. Und weißt du vielleicht wie, wie man, wie es zu dem Effekt kommt?
93	S: Henry-Effekt.
94	I: Ja genau.
95	S: Ist der so?
96	I: Ja genau das Henry-Gesetz. Genau.
97	S: Henry-Gesetz ... ich müsste jetzt nachschauen.
98	I: Ok und ahm kannst mir was zum Lungenriss noch sagen? Was ist denn damit gemeint?
99	S: ... ähm es kommt auch davon, dass man zu schnell auftaucht, und dass sich der Druck in
100	der Lunge nicht an den Gegebenheiten anpassen kann, in der Zeit.
101	I: Und was kann man da dagegen machen?
102	S: Einfach langsamer auftauchen.
103	I: Mhm. Und was, was passiert eigentlich da? Der Name sagt eh schon einiges. Aber was
104	genau passiert denn beim Lungenriss?
105	S: Also die Lunge explodiert oder implodiert. Passt das?
106	I: Also
107	S: Also sie reißt auf jeden Fall.
108	I: Ja und wie? Aus was für einem Grund? Wie kannst dir das erklären, dass sie reißt?
109	S: Ich weiß nicht, ob sie implodiert oder explodiert. Aber weil der Druckunterschied zwischen
110	der Lunge und der Außenwelt viel zu verschieden ist.
111	I: Mhm.
112	S: Und sich das ausgleichen möchte. Und dann die Membran oder ich weiß nicht was in der
113	Lunge ist, das nicht aushält.
114	I: Mhm. Ok. Ahm vielleicht in dem Zusammenhang, kannst dich vielleicht noch an, an die
115	isothermen Zustandsänderungen erinnern?
116	S: ... isotherm heißt, dass die Temperatur überall gleich ist.
117	I: Ja genau.
118	S: Nein, ich kann mich nicht mehr erinnern.
119	I: Ok. Na gut, dann danke fürs Interview.
120	S: Danke.