



Projektarbeit

Fachbereich
Sozial- und Wirtschaftswissenschaften

**Didaktische Aufbereitung eines
Tauchkurses (Theorie) für Kinder**

Dipl.-Ing. Kay Koch

Matr.: 341 861

Matthias Probst

Matr.: 345843

Sascha Martens

Matr.: 346416

Prof. Müller (FB Pädagogik)

2001

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	3
1.1	Zu dieser Arbeit.....	3
1.2	Grundlegendes.....	3
1.3	Inhalt der Arbeit	3
1.4	Bedingungsanalyse.....	4
2	UNTERRICHTSREIHE	5
2.1	1. Stunde – Einführung.....	5
2.2	2. Stunde – Wasser-Nase Reflex/ physikalische Grundlagen.....	9
2.3	3. Stunde – Gesetz von Boyle-Mariotte / Barotraumata.....	14
2.4	4. Stunde –Übungsaufgaben, Schädelhöhlen, Barotraumata	19
2.5	5. Stunde – Atmung / Atemregler.....	25
2.6	6. Stunde – Atemluft / CO ₂	32
2.7	7. Stunde – Sehen und Hören / Archimedisches Prinzip	38
2.8	8. Stunde – Dekompressionskrankheit	44
2.9	9. Stunde – Gay-Lussac / Tiefenrausch	45
3	ERGEBNIS	58
4	ANHANG	61

1 Einleitung

1.1 Zu dieser Arbeit

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen eines Projektes an der Universität Kaiserslautern von uns angefertigt.

Eine der Vorleistungen zur Zulassung zum ersten Staatsexamen für Berufsbildende Schulen, ist die Durchführung eines Projektes. Die vorliegende Arbeit soll diesem Anspruch genügen, da sie ein Gesamtkonzept zur Durchführung eines Tauchkurses für Kinder darstellt. Für die Arbeit wurden keine außer den angegebenen Quellen benutzt.

1.2 Grundlegendes

Der Tauchsport ist heutzutage durch moderne Technik und Kenntnis von lebensbedrohlichen Kenntnissen weit von der Risikosportart Tauchen des mittleren 20. Jhds. entfernt.

Verschiedene Tauchsportverbänden bieten eine in erster Linie sicherheitsorientierte Ausbildung in Theorie und Praxis an, die ein unbeschwertes Genießen der Unterwasserwelt ermöglicht. Die Ausbildung zu Ausbilder, in diesem Fall zum Tauchlehrer, legt nach wie vor jedoch höheren Wert auf die technischen Fähigkeiten des Ausbilders unter Wasser. In meiner Eigenschaft als Tauchlehrer des Verbandes deutscher Sporttaucher (VDST) bin ich mehrmals auf die Problematik gestoßen, Kindern die nötige Theorie zu vermitteln. Da es an den geeigneten Didaktischen Möglichkeiten in der einschlägigen Literatur fehlt. In der jüngsten Vergangenheit hat es in dieser Hinsicht Fortschritte im Bereich Kinderausbildung gegeben, jedoch fehlt ein umfassende Didaktische Überlegung.

Als Mindestalter für ein international anerkanntes Brevet hat der VDST 14 Jahre angegeben, wobei die Theorie bereits ab 12 Jahren abgelegt werden darf. Diese Theorie beinhaltet Medizin, Physik, Ausrüstung und tauchspezifische Sicherheitsüberlegungen, die es dem Schüler nach bestandener Prüfung erlauben mit einem erfahrenen Taucher zusammen tauchen zu gehen.

1.3 Inhalt der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wird ein Tauchkurs (Theorie) in 7 Lektionen beschrieben werden, wie er nach dem Buch Praxis des Tauchens¹ dargestellt ist. Große Teile der Fachanalyse wurden aus diesem Buch kopiert, da es auch als Begleitliteratur empfohlen wird. Sie wurden wenn nötig gekürzt oder ergänzt. In jedem Kapitel werden zwei Themen aus unterschiedlichen Rubriken behandelt und mit Fachanalyse, Didaktischer Analyse und Methodik vorgestellt. Ein geplanter Stundenverlauf und die zugehörigen Tafelbilder vervollständigen die Arbeit. Die Unterrichtsreihe ist so angelegt, das zwischen den Theorieterminen jeweils 2 stunden Praxis in einem Schwimmbad durchgeführt werden, in dem die notwendigen praktischen Fähigkeiten vermittelt werden.

1.4 Bedingungsanalyse

1.4.1 Schule

Der Tauchsportclub Kaiserslautern (TCK) ist Mitglied im VDST und bietet seinen Mitgliedern die Möglichkeit die Tauchausbildung des Deutschen Tauchsportabzeichens (DTSA)-Bronze zu absolvieren. In der Clubhütte des Vereins befindet sich ein Overheadprojektor und eine Flipchart. Die Hütte befindet sich mit eigenem Grundstück an einem See, der benutzt werden darf. Materialien werden zum jeweiligen Termin vom Ausbilder mitgebracht. Ein Kompressor ist in der Hütte untergebracht. Der Verein verfügt über keine Lehrmittelsammlung. Anschauliche Beispiele müssen daher meistens improvisiert werden.

1.4.2 SchülerInnen

Bei den Schülern handelt es sich um eine Gruppe von 12 Kindern im Alter zwischen 12 und 16 Jahren, die seit durchschnittlich 2 Jahren am Tauch- bzw. Schwimmtraining teilnehmen.

Sie haben in der Schule ersten Kontakt zu physikalischen Größen und Vorstellungen gehabt, der jedoch nicht die in der Unterrichtsreihe beschriebenen Probleme berücksichtigt. Speziell bei den 12 Jährigen wird zu erwarten sein, das die Anforderung als grenzwertig anzusehen ist, daher kann diese Gruppe als durchaus inhomogen bezeichnet werden. Positiv eingeschätzt wird hingegen der Umstand, dass sich die Kinder bereits seit längerem kennen und die Stimmung als sehr gut bezeichnet werden kann.

Alle Kinder wissen, dass sie nur mit einer bestandenen Prüfung am gemeinsamen Jugendlager als Taucher teilnehmen können und sind dementsprechend hochmotiviert.

2 Unterrichtsreihe

2.1 1. Stunde – Einführung

2.1.1 Themenanalyse

2.1.1.1 Themenbereich

Einführung in den Tauchsport

2.1.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

Ausrüstungsgegenstände erkennen und zuordnen können.

2.1.1.3 Vorausgegangenes Thema

Da es sich um die erste Unterrichtsstunde handelt, gibt es keines.

2.1.1.4 Folgendes Thema

Wasser-Nase Reflex/ physikalische Grundlagen

2.1.1.5 Stundenziel

- Die Schüler sollen Ausrüstungsgegenstände, die zum Tauchsport gehören, erkennen und deren Funktion beschreiben können
- Die Schüler sollen lernen, kontrovers miteinander zu diskutieren

2.1.2 Didaktische Analyse

2.1.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Zu Beginn der Unterrichtsreihe haben die Schüler bereits Schwimmtraining in der Halle absolviert. Sie sollen nunmehr Kontakt zur Unterwasserwelt erlangen und einen Ausblick auf das erhalten, was sie später selber erleben können.

2.1.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Die Stunde soll Spannung und Vorfreude schaffen, und die Begeisterung für den Tauchsport vertiefen.

2.1.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Begrüßung, Vorstellung des Gesamtverlaufes der Unterrichtsreihe
- Diavortrag mit Unter- und Überwasserbilder
- Vorstellung von Ausrüstungsgegenständen
- Zuordnung der Gegenstände zum Menschen

2.1.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

Ausrüstungsgegenstände werden vom Lehrer mitgebracht und vorgestellt. Hierzu zählen:

- Flasche, Atemregler
- Neoprenanzug
- Bleigurt
- Uhr, Tiefenmesser
- Maske, Schnorchel und Flossen
- Jacket

2.1.3 Fachanalyse

Die zum Tauchen notwendigen Gegenstände sind bis auf wenige Ausnahmen unabhängig von Ort und Art des Tauchgangs. Kälte und Vorteile von Flossen und Maske haben die Schüler bereits während ihres Schwimmtrainings kennengelernt. Aus Film und Fernsehen sind alle anderen Teile zumindest visuell bekannt. Da dies die erste Stunde ist, wird auf eine tiefere Erklärung verzichtet. Funktionsprinzipien werden in den jeweiligen Stunden gesondert behandelt.

2.1.4 Methodik

2.1.4.1 Vorüberlegungen

Die erste Stunde soll spielerisch verbracht werden und der Eindruck vermieden werden, es handle sich um Unterricht. Die Zuordnung der Gegenstände zum Menschen erfolgt in Gruppenarbeit.

2.1.4.2 Lernerfolgssicherung

Die Schüler erhalten ein Blatt, auf dem ein Mensch skizziert ist. Im Laufe der Stunde wird eine entsprechende Skizze von den Schülern auf dem Flipchart ausgefüllt, das sie am Ende auf ihr Blatt übertragen.

2.1.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

Ein mitgebrachter Dia-Projektor dient zur Darstellung der Bilder. Die Ausrüstungsgegenstände werden im Kreis vorgestellt. Die Schüler müssen herausfinden, wo dieser Gegenstand getragen wird. Nach jedem Gegenstand wird seine Position auf dem Flipchart durch einen Schüler eingetragen.

2.1.5 Geplanter Stundenverlauf

2.1.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0'	Einleitung	10' 5'	Begrüßung Vorstellung der Unterrichtsreihe	Frontal	
15'	1.Hauptteil	30'	Dia-Vortrag	Lehrer Gruppe	Diaprojektor
45'	2.Hauptteil	25' 10'	Vorstellung der Gegenstände Lernerfolgssicherung	Lehrer Gruppe	Ausrüstung Flipchart
80'	Schluss	10'	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.1.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Der Lehrer fungiert bei der Diashow als Sprecher und bezieht die Schüler bei der Erklärung der Bilder mit ein. Die Schüler können so ihr vorhandenes Wissen einbringen. Wert muss hier auf eine gleichmäßige Berücksichtigung der Schüler gelegt werden, so dass jeder etwas zum Thema beitragen kann.

In der Vorstellungsphase wird dieses Verhalten beibehalten. Dies ist solange möglich wie Gegenstände besprochen werden, die die Schüler bereits aus dem Schwimmtraining kennen. Bei Unbekanntem wird die Rolle des Lehrers stärker. Es kommt zum Frontalunterricht.

2.1.5.3 geplantes Schülerverhalten

Die Schüler sollen ihr erworbenes Wissen in den Unterricht einbringen. Hierbei werden ihre aus dem Fernsehen erworbenen Kenntnisse eine Rolle spielen. Um Abstand von der Schule zu erhalten, sei es ihnen auch erlaubt, Geschichten zu erzählen um dabei ihr Wissen spielerisch zu vergrößern. Da es für bestimmte Gegenstände mehrere Positionen gibt (Uhr, Tiefenmesser, Atemregler) müssen die Schüler darüber diskutieren, wo der Gegenstand letztendlich platziert werden soll.

2.1.6 Tafelbilder

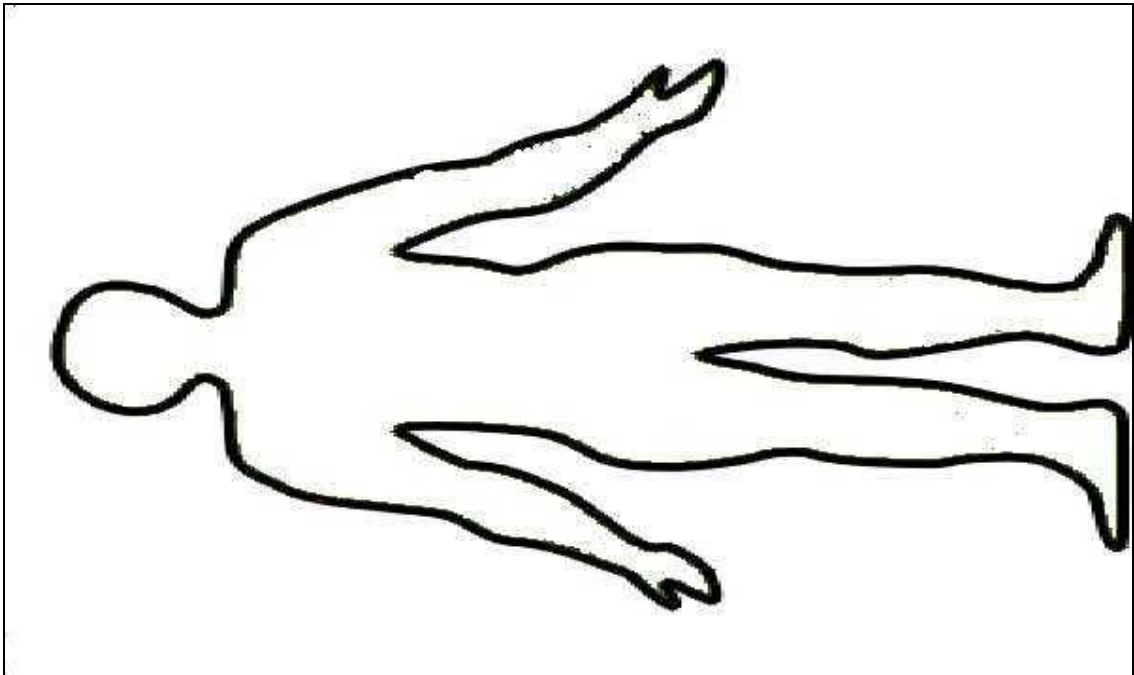


Abbildung 2.1-a: Vorlage - leer

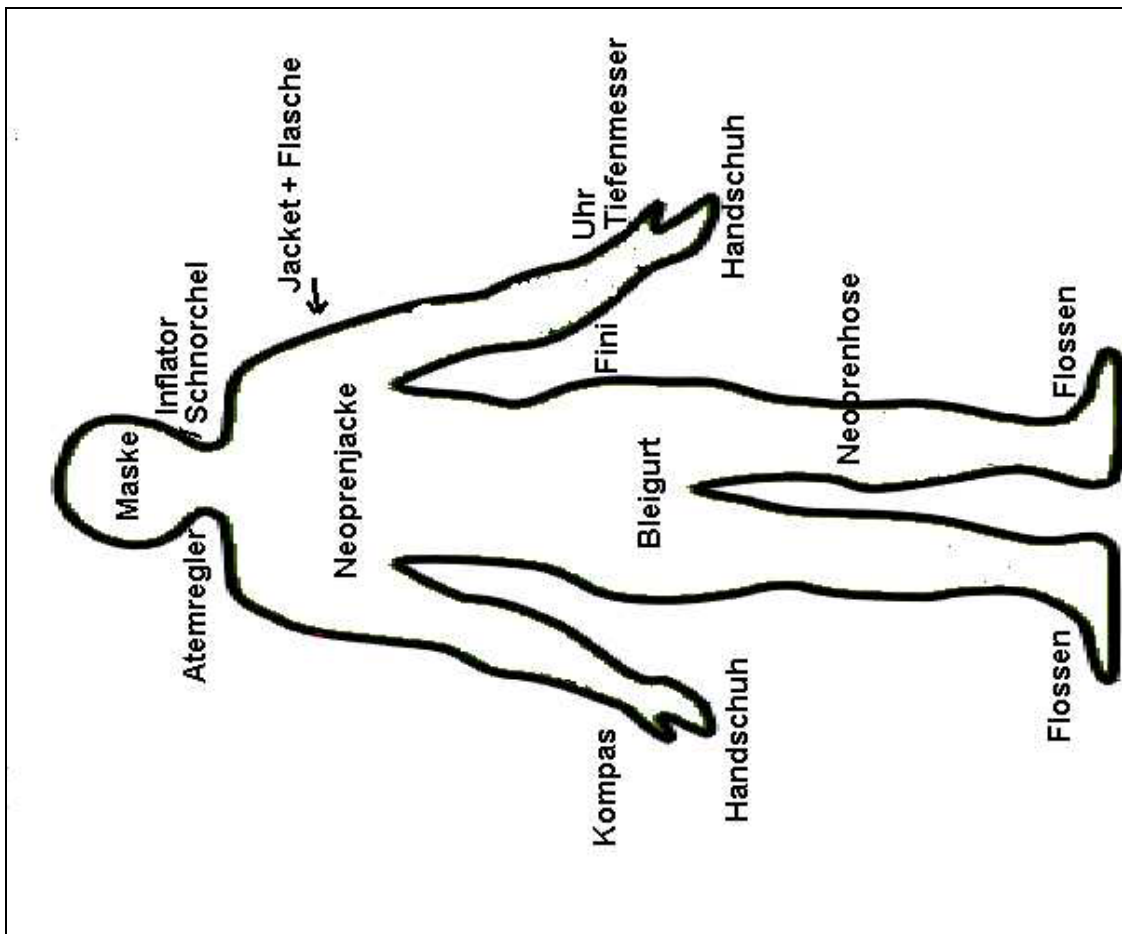


Abbildung 2.1-b: Vorlage – ausgefüllt

2.2 2. Stunde – Wasser-Nase Reflex/ physikalische Grundlagen

2.2.1 Themenanalyse

2.2.1.1 Themenbereich

Grundlagen zum Verständnis der Tauchphysik und erste medizinische Phänomene

2.2.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

- Der Wasser-Nase Reflex und seine Bedeutung für den Tauchsport
- Physikalische Grundlagen

2.2.1.3 Vorausgegangenes Thema

Ausrüstungsgegenstände erkennen und zuordnen können

2.2.1.4 Folgendes Thema

- Zusammenhang von Druck und Volumen, Gesetz von Boyle-Mariotte
- Anatomie der Schädelhöhlen
- Barotraumata der Ohren, der Nasennebenhöhlen und der Maske

2.2.1.5 Stundenziel

Die Schüler sollen erklären können, was ein Wasser-Nase Reflex ist und welche Bedeutung er beim Tauchen hat.

Die Schüler sollen die Herkunft des Wasserdruckes erklären können und dementsprechende Rechenaufgaben lösen können.

2.2.2 Didaktische Analyse

2.2.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Die Unterrichtsreihe ist zur Vermittlung des gesamten theoretischen Hintergrundes der Tauchausbildung ausgelegt. Um ein Umfassendes Wissen zu erlangen sind physikalische Grundlagen notwendig, die bei Kindern in diesem Alter nicht vorausgesetzt werden können. Die nächsten beiden Doppelstunden werden sich mit diesen Grundlagen beschäftigen.

2.2.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Das Verständnis für den Wasserdruck wird maßgeblich für alle weiteren Unterrichtseinheiten sein. Alle medizinischen Folgen basieren auf der veränderten Umgebung, die den Taucher umgibt.

2.2.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Erklärung der Begriffe Masse, Kraft und Druck
- Wasser als Ursache für Druck erklären
- Wasser-Nase Reflex kennenlernen
- Gesamtdruck als Summe von Luftdruck und Wasserdruck erklären

2.2.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

Durch Bleigewichte unterschiedlicher Masse und der Vergleich von Erde und Mond wird der Unterschied von Masse und Kraft erklärt.

Ein Pyramide die abwechselnd mit der spitzen oder stumpfen Seite auf den Handrücken gelegt wird, erkennt der Schüler die Bedeutung von Druck. Im Schwimmtraining hat jeder Schüler den zunehmenden Druck auf seinen Ohren bereits gespürt.

2.2.3 Fachanalyse

2.2.3.1 Wasser-Nase Reflex

Im Wasser muss die Funktion der Nase als Einatmungsventil unterdrückt werden, denn die Einwirkung des Wassers auf die höher gelegenen Nasenschleimhäute löst reflektorisch eine Schutzreaktion aus, die zum Atmungsstopp führt. Dieser Reflex erschwert den Atmungsprozess bei Wasserkontakt, in einzelnen Fällen verhindert er ihn gänzlich. Verliert ein Taucher seine Maske unter Wasser, ist ihm ein Weiteratmen verwehrt. Dieser Reflex kann durch Training reduziert werden.

2.2.3.2 Masse

Jeder Körper hat eine bestimmte Masse, die in Kilogramm gemessen wird. Die Masse ist eine Grundeinheit und wird nicht aus anderen Größen hergeleitet. üblicherweise wird die Masse eines Körpers mit Hilfe einer Waage festgestellt. Beispielsweise hat ein Liter Wasser eine Masse von ca. 1 kg. Die Abkürzung für Massen in Formeln ist m.

2.2.3.3 Kraft

Durch die Erdanziehung wird auf jeden Körper eine Kraft in die Richtung zum Erdmittelpunkt ausgeübt. Diese Gewichtskraft ergibt sich aus der Masse und der Erdbeschleunigung. Die Kraft wird in Formeln mit F bezeichnet, die Erdbeschleunigung mit g. Die Erdbeschleunigung beträgt 9.81 m/s^2 . Für den Tauchsport reicht es aber, sie näherungsweise mit 10 m/s^2 anzusetzen. Die Einheit der Kraft ist Newton.

2.2.3.4 Druck

Physikalisch gesehen ist der Druck die Kraft, die auf eine bestimmte Fläche wirkt. Das bedeutet: je größer die Fläche ist, auf die eine Kraft wirkt, desto kleiner ist der Druck und umgekehrt. Der Druck wird in bar gemessen ($1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2$). Ein bar entspricht dem Druck eines 1kg schweren Körpers auf eine Fläche von 1 cm^2 oder einer Wassersäule von 10m.

2.2.3.5 Luft- und Wasserdruck

Der Luftdruck ist abhängig von der Höhe, in der das Tauchgewässer liegt. Für normale Tauchgänge wird als Grundlage für weitere Berechnungen ein hinreichend genauer Druck von 1 bar angenommen.

Der Wasserdruck entsteht durch „Übereinanderstapeln“ von Wasser. Jeweils 10m Wassersäule ergeben einen Wasserdruck von 1bar. Hinzu kommt in jeder Wassertiefe der Luftdruck von 1bar. Der Druck wird mit dem Buchstaben p abgekürzt.

2.2.4 Methodik

2.2.4.1 Vorüberlegungen

Durch den Umfang an physikalischen Formeln ist mit einer Überforderung und einem Konzentrationsabbau zu rechnen. Der Unterricht wird daher geteilt. Nach dem ersten Teil, in dem Masse, Kraft und Druck erklärt wird, kommt ein Einschub mit dem praktischen Versuch zum Wasser-Nase Reflex. Anschließend werden die begriffe Luft- und Wasserdruck erklärt. Als Einstieg wird der bekannte Druck auf den Ohren beim Abtauchen genommen.

Der Wasser-Nase Reflex wird anhand einer praktischen Übung verdeutlicht. Der Schüler taucht sein Gesicht mit Schnorchel in eine Wanne mit Wasser. Dies führt bereits zu einer Erschwerung der Atmung.

2.2.4.2 Lernerfolgssicherung

Die Schüler erhalten Unterrichtsblätter, die während des Unterrichtes auszufüllen sind. Auf ihnen sind Zeichnungen zu finden, die mit Platzhaltern versehen sind.

2.2.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

In erste Linie wird Frontal Unterricht mit dem Medium Folie durchgeführt. Als Anschauungsobjekte werden Bleigewichte und eine kleine Pyramide benutzt. Zur Durchführung des Experimentes zum Wasser-Nase Reflexes wird ein mit Wasser gefüllte Wanne benutzt.

2.2.5 Geplanter Stundenverlauf

2.2.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0'	Einleitung	3' 2'	Einstieg (Druck auf Ohren) Zielsetzung der Stunde erklären	Frontal	
5'	1.Hauptteil	20'	Masse, Kraft und Druck	Lehrer Gruppe	Bleigewichte Flipchart
	„	10'	Erfolgsicherung		
35'	2.Hauptteil	20'	Wasser-Nase Reflex	Lehrer Gruppe	Wanne
55'	3.Hauptteil	20'			
	„	10'	Erfolgsicherung		
85'	Schluss	5'	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.2.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Der Lehrer wird im ersten drittel der Stunde die Begriffe Masse, Kraft und Druck erklären. Hierzu benutzt er als Beispiel aus dem Tauchsport Bleigewichte. Die Frage, wie sich das Bleigewicht auf dem Mond verhalten würde, wird erwartungsgemäß von den Schülern erklärt werden. Zum Thema Druck wird eine kleine Pyramide herumgereicht und abwechselnd auf der spitzen und der flachen Seite auf den Handrücken gestellt. Die Formeln werden in die vorbereitete Folie eingetragen.

Zur Abwechslung darf jeder Schüler den Versuch mit dem Schnorchel durchführen und seine Eindrücke erzählen.

Anschließend wird an den ersten Teil der Stunde angeknüpft und der Gesamtdruck in unterschiedlichen Tiefen erklärt. Gemeinsam mit den Schülern wird eine Folie ausgefüllt.

2.2.5.3 geplantes Schülerverhalten

Die Schüler werden im ersten Teil ihr physikalisches Verständnis erweitern indem sie die begriffe Masse, Kraft und Druck erfahren. Im zweiten Teil sollen sie praktisch mit einem physiologischen Phänomen konfrontiert werden und ihre dabei gemachten Erfahrungen weitergeben.

Die Problematik der Druckzunahme, die sie bereits beim Schwimmtraining gemacht hatten, wird ihnen nunmehr physikalisch erklärt werden und sie lernen komplexere Zusammenhänge zu verstehen.

2.2.6 Tafelbilder

$$\text{Gewichtskraft} = \text{Masse} \quad * \quad \text{Erdbeschleunigung}$$

$$F = m \quad * \quad g$$

$$F = m \quad * \quad 10 \frac{m}{s^2}$$

Ein Liter Wasser hat eine Masse von 1kg

$$F = 1 \text{ kg} \quad * \quad 10 \frac{m}{s^2}$$

$$F = \underline{\underline{10 \text{ N}}}$$

Abbildung 2.2-c: Gewichtskraft-Folie

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$$

1 kg
auf kleine Fläche
großer Druck

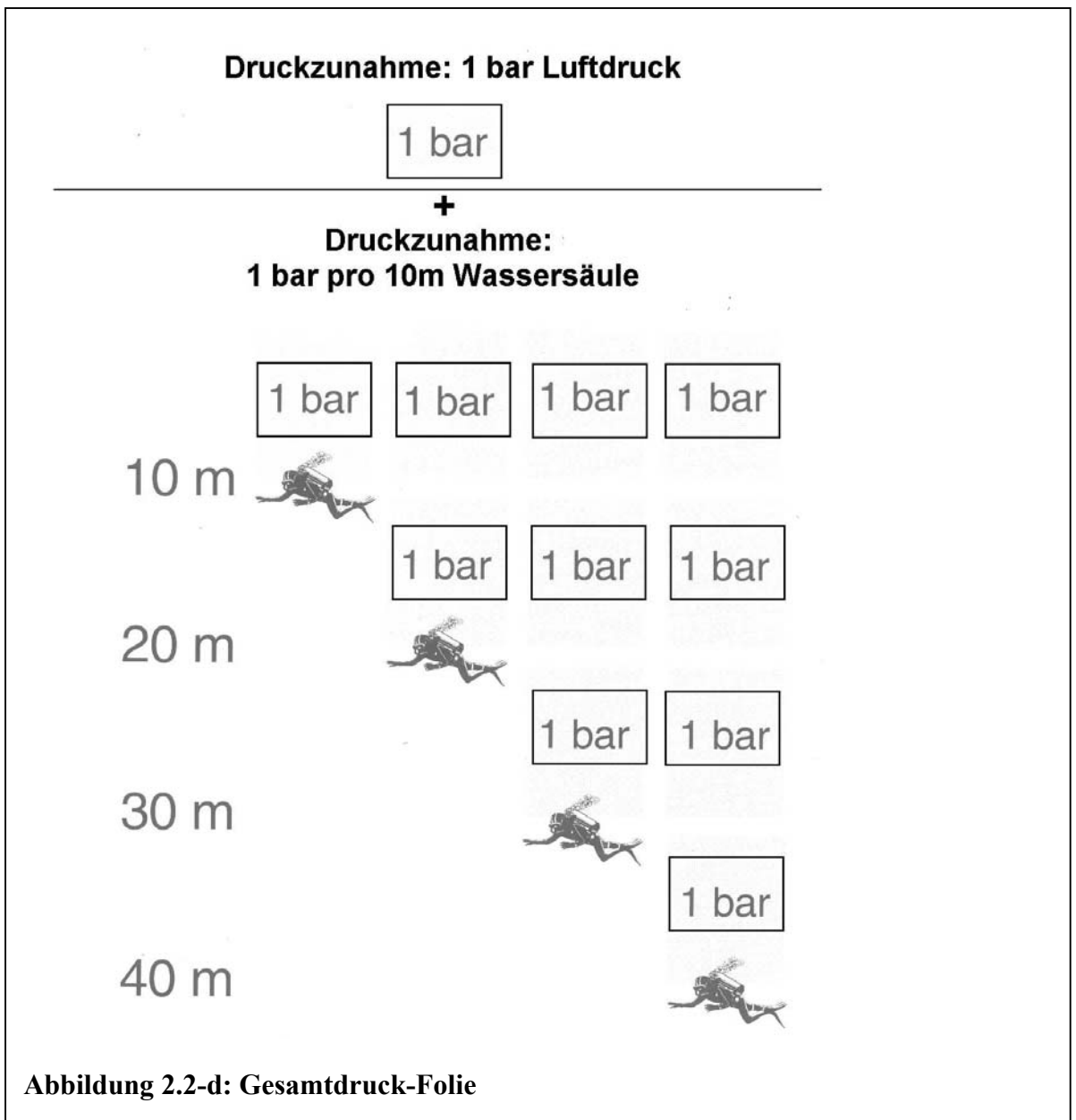
gleiche Kraft

1 kg
auf große Fläche
kleiner Druck

$$1 \text{ bar} = \frac{10 \text{ N}}{\text{cm}^2}$$

1 kg $\hat{=}$ 10 N
auf 1 cm² Fläche

10 m Wassersäule
1 kg $\hat{=}$ 10 N
entsprechen 10 N
auf 1 cm² Fläche



2.3 3. Stunde – Gesetz von Boyle-Mariotte / Barotraumata

2.3.1 Themenanalyse

2.3.1.1 Themenbereich

Grundlagen zum Verständnis der Tauchphysik und erste medizinische Phänomene

2.3.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

- Zusammenhang von Druck und Volumen, Gesetz von Boyle-Mariotte

2.3.1.3 Vorausgegangenes Thema

- Der Wasser-Nase Reflex und seine Bedeutung für den Tauchsport
- Physikalische Grundlagen

2.3.1.4 Folgendes Thema

- Anatomie der Schädelhöhlen
- Barotraumata der Ohren, der Nasennebenhöhlen und der Maske
- Physiologie und Aufbau der Lunge, Atmung Herz Kreislauf
- Einführung in Atemregler, Drucklufttauchgerät und Jacket

2.3.1.5 Stundenziel

Die Schüler sollen den Zusammenhang von Druck und Volumen erkennen und die besonderen medizinischen Auswirkungen beschreiben können

2.3.2 Didaktische Analyse

2.3.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Die Unterrichtsreihe ist zur Vermittlung des gesamten theoretischen Hintergrundes der Tauchausbildung ausgelegt. Um ein umfassendes Wissen zu erlangen sind physikalische Grundlagen notwendig, die bei Kindern in diesem Alter nicht vorausgesetzt werden können.

Erste Anwendungen im Tauchbereich werden angesprochen

2.3.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Mit dem ersten Teil werden die physikalischen Grundlagen vorerst abgeschlossen und deren Anwendung auf bestimmte Situationen im Tauchsport angewendet. Hierzu wird ein erster Einblick in die Medizin gegeben.

2.3.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Messung des Volumens einer Luftpumpe mit Wasser
- Unterschied zwischen kompressibler Luft und inkompressiblem Wasser darstellen
- Messung des komprimierten Volumens der Luft messen

2.3.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

Anhand von Versuchen, die die Schüler selber durchführen sollen die Schüler erkennen, was mit Luft unter Druck geschieht. Hierzu sollen die Schüler das Volumen einer Luftpumpe bei unterschiedlichen Drücken bestimmen. Die Gewichte werden so gewählt, dass ein Druck von 1 bar bzw. 2 Druck entsteht. Anschließend wird der mögliche Zusammenhang von Druck und Volumen diskutiert. Die Schüler sollen so selbst eine Gesetzmäßigkeit erkennen und später anwenden können

2.3.3 Fachanalyse

2.3.3.1 Zusammenhang von Druck und Volumen, Gesetz von Boyle-Mariotte

Das Volumen eines hohlen Körpers lässt sich durch Wiegen einer Flüssigkeit bestimmen, die sich in seinem Inneren befindet, sofern das spez. Gewicht bekannt ist. Markiert man die Position des Druckkolbens vor und nach der Kompression, und misst das Volumen erneut, so lässt sich das Volumenverhältnis bestimmen. Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte ($p \cdot V = \text{const.}$) kann man bei einer vorgegebenen Größe die andere bestimmen.

Eine Verdopplung des Druckes hat demnach eine Halbierung des Volumens zur Folge. Das Gesetz von Boyle-Mariotte ist ein Spezialfall, gleichbleibende Temperatur, der universellen Gasgleichung.

2.3.4 Methodik

2.3.4.1 Vorüberlegungen

Mit einer Gruppenarbeit und einem selbst durchgeführten Versuch soll das physikalische Gesetz anschaulich vermittelt werden. Die Schüler sollen eines der wichtigsten Gesetze, die den Tauchsport betreffen, verinnerlichen und deren Anwendung beherrschen. Als Einstieg wird wiederum das Ohr genommen, da dies in der nächsten Stunde genauer untersucht wird.

2.3.4.2 Lernerfolgssicherung

Die Schüler erhalten zwei Blätter auf denen sie während der Stunde Rechenergebnisse eintragen.

2.3.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

- Luftpumpe
- Waage zur Gewichts und Volumenbestimmung
- Bleigewicht (3kg, 6kg)

2.3.5 Geplanter Stundenverlauf

2.3.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0'	Einleitung	3' 2'	Einstieg (Druck auf Ohren) Zielsetzung der Stunde erklären	Frontal	
5'	1.Hauptteil	5'	Beschreibung des Vorgehens	Lehrer	
	„	5'	Versuchsaufbau	Lehrer Gruppe	Pumpe Waage Wasser
15'	„	20'	Versuchsdurchführung – Gewicht	Lehrer Gruppe	Pumpe Waage Wasser
35'	2.Hauptteil	20'	Versuchsauswertung – Volumen – Druck	Lehrer Gruppe	Folie
	„	10'	Erfolgsicherung		
65'	3.Hauptteil	10'	Ableitung des Gesetzes	Lehrer Gruppe	Folie
	„	10'	Erfolgsicherung		
85'	Schluss	5'	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.3.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Der Lehrer stellt die Aufgabe, das Volumen einer Luftpumpe im unbelasteten Zustand und unter Belastung von 3kg (6kg) zu ermitteln. Bei dem Versuch wird wenn nötig Hilfestellung gegeben. In erster Linie hält sich der Lehrer im Hintergrund.

2.3.5.3 geplantes Schülerverhalten

Die Schüler sollen Wasser in eine Pumpe gießen bis diese voll ist und anschließend das Gewicht ermitteln. Da sie wissen, das 1Liter Wasser 1kg wiegt sollte es Ihnen möglich sein anschließend das Volumen zu bestimmen.

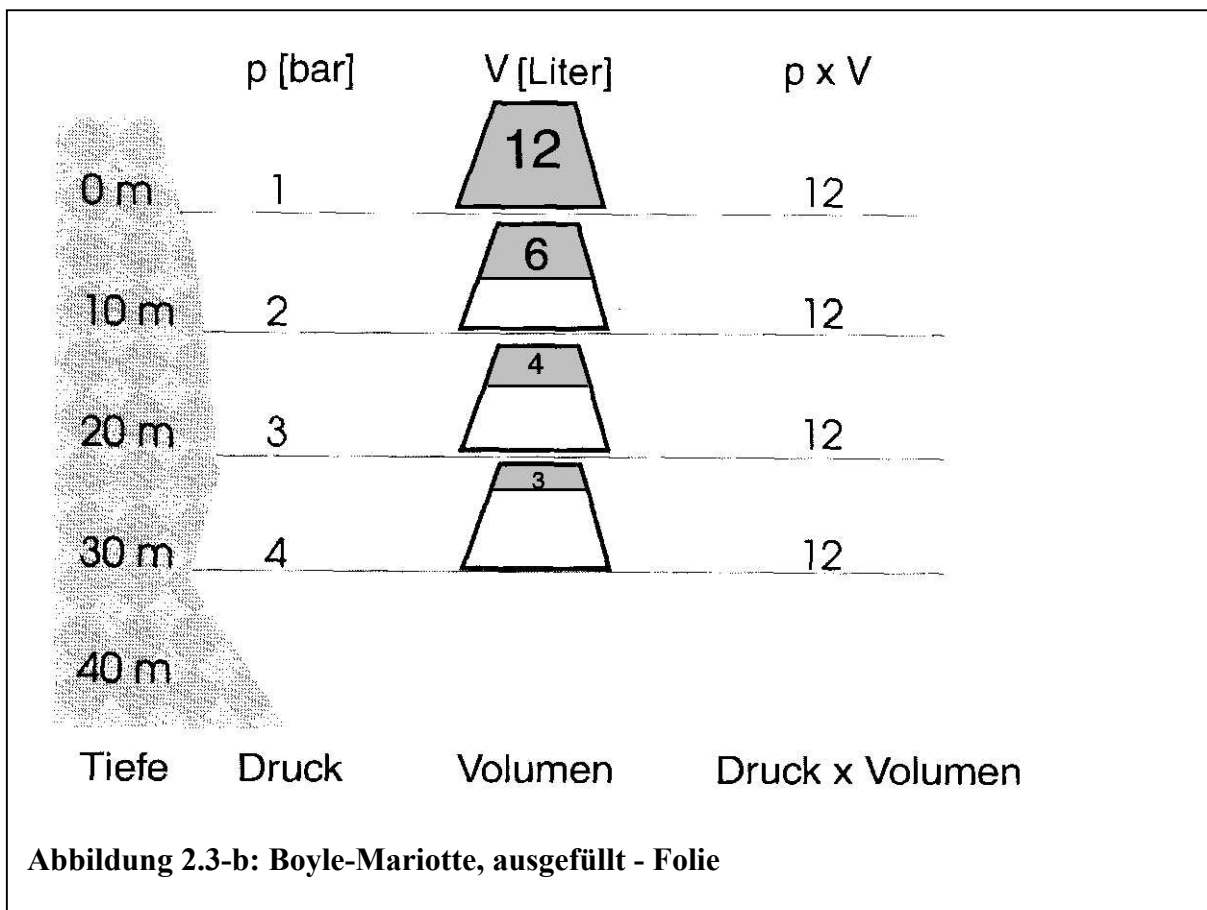
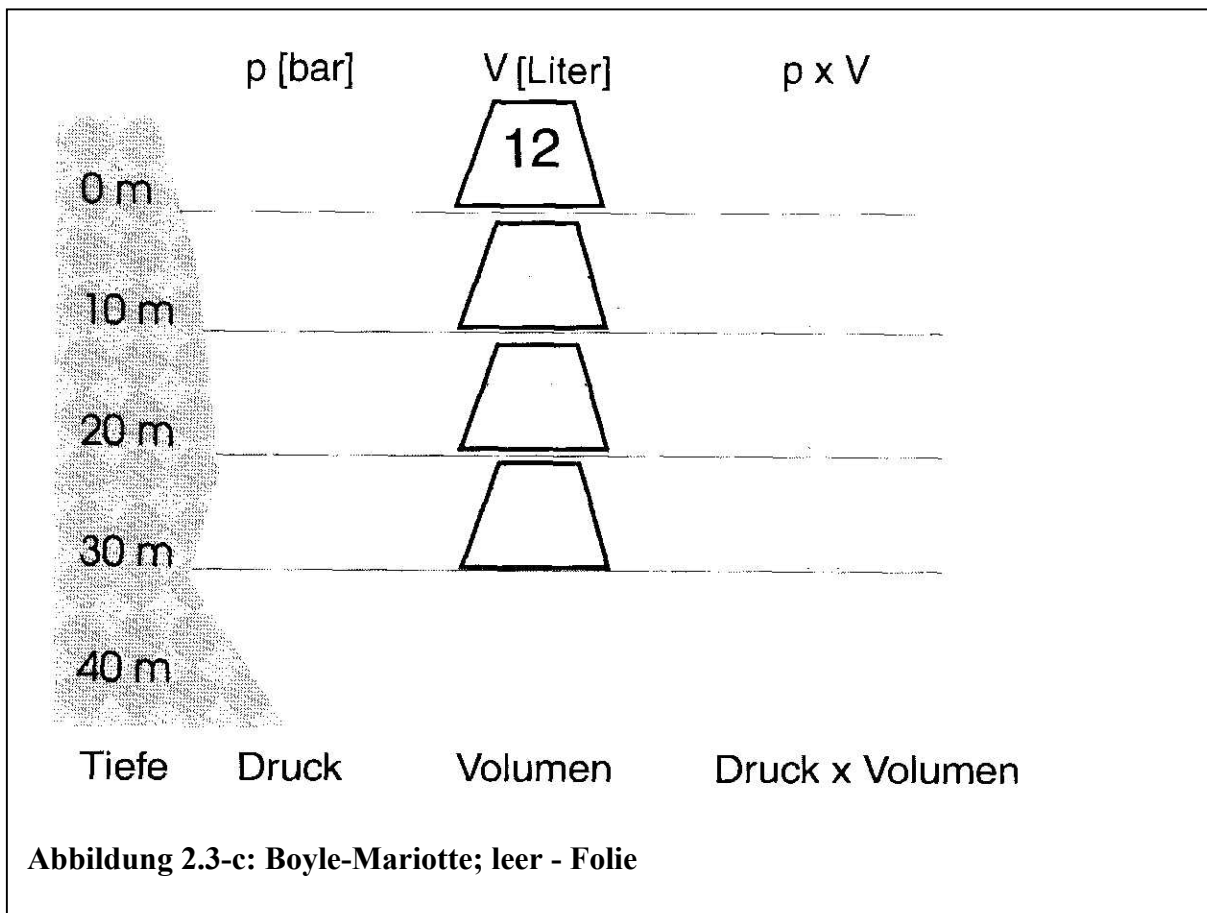
Die Pumpe wird danach verschlossen und mit einem Gewicht von 3kg bzw. 6kg belastet. Die Stellung des Kolbens wird gemessen und das Volumen nach Entlastung mit der bekannten Methode wiederholt. Die Schüler sollen nun feststellen welcher Druck bei den Belastungen entstand. Hierzu wird die Kolbenfläche mit 3 cm^2 angegeben, woraus ein Druck von 1 bzw. 2 bar folgt.

Es soll diskutiert werden wie der Zusammenhang aussehen könnte.

2.3.5.4 Tafelbilder

0 Kg	
Gewicht	= <u> </u>
Volumen	= $\frac{1000 \text{ ml}}{1000 \text{ g}} \cdot \text{_____}$
	= <u> </u>
Druck	= Luftdruck + $\frac{\text{Masse} \cdot \text{Erdbeschleunigung}}{\text{Fläche}}$
	= + $\frac{\text{_____}}{3 \text{ cm}^2}$
	= <u> </u>
3 Kg	
Gewicht	= <u> </u>
Volumen	= $\frac{1000 \text{ ml}}{1000 \text{ g}} \cdot \text{_____}$
	= <u> </u>
Druck	= Luftdruck + $\frac{\text{Masse} \cdot \text{Erdbeschleunigung}}{\text{Fläche}}$
	= + $\frac{\text{_____}}{3 \text{ cm}^2}$
	= <u> </u>
6 Kg	
Gewicht	= <u> </u>
Volumen	= $\frac{1000 \text{ ml}}{1000 \text{ g}} \cdot \text{_____}$
	= <u> </u>
Druck	= Luftdruck + $\frac{\text{Masse} \cdot \text{Erdbeschleunigung}}{\text{Fläche}}$
	= + $\frac{\text{_____}}{3 \text{ cm}^2}$
	= <u> </u>

Abbildung 2.3-a: Berechnung – Folie



2.4 4. Stunde –Übungsaufgaben, Schädelhöhlen, Barotraumata

2.4.1 Themenanalyse

2.4.1.1 Themenbereich

Grundlagen zum Verständnis der Tauchphysik und erste medizinische Phänomene

2.4.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

- Übungsaufgaben
- Anatomie der Schädelhöhlen
- Barotraumen der Ohren, der Nasennebenhöhlen und der Maske

2.4.1.3 Vorausgegangenes Thema

- Zusammenhang von Druck und Volumen, Gesetz von Boyle-Mariotte

2.4.1.4 Folgendes Thema

- Anatomie und Physiologie der Lunge, Atmung, Herz und Kreislauf
- Lungenüberdruck- und Unterdruckbarotrauma
- Einführung in Atemregler, Drucklufttauchgerät und Jacket

2.4.1.5 Stundenziel

Es sollen die bisherigen Inhalte der Stunden mit Übungen vertieft werden. Diese Übungen sollen in Gruppenarbeit gelöst werden.

Ohr, und Schädelhöhlen sollen als luftgefüllte Hohlkörper verstanden und mit der Problematik eines Barotrauma verbunden werden. Das Ohr soll in Außen- Mittel- und Innenohr unterteilt werden können.

Die Bedeutung von Erkältungskrankheiten für einen Tauchgang soll verstanden werden.

2.4.2 Didaktische Analyse

2.4.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Nachdem die Grundlagen geschaffen wurden, wird nun parallel die Ausbildung in Richtung Medizin und Ausrüstung gehen. Die Schüler sollen Kenntnis darüber erlangen wie Zusammenhänge im Körperinnern funktionieren und welche Auswirkung mit einer Veränderung der Lebensumgebung einhergeht.

2.4.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Hohlräume im Körperinnern bilden immer die Gefahr von Barotraumata. Speziell das Ohr ist das am häufigsten benachteiligte Körperteil, da die herabgesetzte Temperatur ein Schmerzempfinden herabsetzt.

2.4.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Erklärung des Begriffes Schädelhöhlen
- Erklärung des Ohraufbaus
- Erklärung des Begriffes Barotrauma anhand von Beispielen
- Erklärung des Druckausgleich im Ohrinneren

2.4.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

Anhand von Folien, auf denen die Schädelhöhlen, das Ohr und die Veränderung des Trommelfells unter Druckeinwirkung skizziert sind wird die Anatomie erklärt.

2.4.3 Fachanalyse

2.4.3.1 Anatomie der Schädelhöhlen

Beim Tauchen sind die luftgefüllten Hohlräume von Bedeutung, da sich unter verändertem Umgebungsdruck spezifische Taucherkrankheiten hervorrufen können.

Zu den luftgefüllten Hohlräumen des Körpers zählen die Schädelhöhlen, die Brustkorbhöhle mit den Lungenflügeln sowie die Bauchhöhle mit den Hohlräumen im Magen-Darm-Bereich.

Die Schädelhöhlen sind luftgefüllte Hohlräume innerhalb der Knochensubstanz des Schädels, die ähnlich einer Tapete mit einer schützenden Epithelschicht ausgekleidet sind. Sie stehen über ein Kanalsystem mit dem Nasen-Rachen-Raum, teilweise aber auch miteinander in Verbindung. Sind diese Verbindungswege durch entzündliche Veränderungen verlegt, so kann es beim Tauchen zum Barotrauma kommen.

Die für uns wichtigste Verbindung ist die Eustachische Röhre zwischen dem Mittelohr und dem Rachenraum.

Von großer Bedeutung beim Tauchen ist auch das Ohr. Es besteht anatomisch aus dem äußeren Ohr mit Ohrmuschel und dem äußeren Gehörgang bis zum Trommelfell, dem Mittelohr mit den in der Paukenhöhle gelegenen Gehörknöchelchen und der Eustachischen Röhre sowie dem Innenohr mit der Gehörschnecke und dem Gleichgewichts-Organ.

Schließlich können sich im Kopfbereich auch Hohlräume im Bereich der Zähne befinden, wenn z.B. eine Füllung nicht richtig eingearbeitet wurde.

Bei der Druckzunahme während des Abtauchens (d.h. in der Kompressionsphase) und bei der Druckabnahme während des Auftauchens (d.h. in der Dekompressionsphase) kann es nun durch die Druckunterschiede an den luftgefüllten Hohlräumen zu Schädigungen (Barotraumen) kommen.

2.4.3.2 Barotraumen der Ohren, der Nasennebenhöhlen und der Maske

Ein Barotrauma ist eine organspezifische Schädigung des Tauchers aufgrund von Druckunterschieden zwischen der Umgebung und den luftgefüllten Körperhöhlen sowie ausrüstungsbedingten Hohlräumen um seinen Körper (z.B. Maskenraum).

In der Kompressionsphase steigt der Umgebungsdruck, der Druck in der betreffenden Körperhöhle sinkt. Schon eine Druckdifferenz von nur 0,07 bar ist ausreichend, damit Schäden am Epithelgewebe auftreten können. Bei nicht oder nicht ausreichend erfolgtem Druckausgleich kann es zu Schleimhautschwellungen (Ödem) mit Austritt von Wasser und sogar von Blut kommen, wenn kleine Gefäße durch den Unterdruck verletzt werden. Es treten Schmerzen auf.

2.4.4 Methodik

2.4.4.1 Vorüberlegungen

Die Kinder lernen im ersten Teil des Unterrichtes Grundlagen der menschlichen Anatomie. Im zweiten Teil, Barotrauma, werden die bisher gemachten Unterrichtseinheiten zusammengeführt und die Kinder lernen die Verbindung zweier Fachgebiete zu verbinden. Physikalische Veränderungen unserer Umgebung führen bei unsachgemäßer Ausübung des Sportes zu Verletzungen. Da sie bereits beim Schwimmtraining die Druckzunahme und möglicherweise das Schmerzgefühl bei einem zu spät durchgeführten Druckausgleich gemacht hatten, ist ihnen der Bezug verständlich. Sie selbst sind anschließend in der Lage Zusammenhänge zu erkennen und gegebenenfalls zu extrapolieren. Die Folgen der Volumenänderung werden ihnen immer wieder begegnen und sie sollen letztendlich in der Lage sein Schlussfolgerungen selbst zu ziehen.

2.4.4.2 Lernerfolgssicherung

Die Schüler erhalten Kopien der benutzten Folien, die sie selbst ausfüllen.

2.4.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

Da kein anatomisches Anschauungsmaterial vorhanden ist werden Folien mit Skizzen verwandt.

2.4.5 Geplanter Stundenverlauf

2.4.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0´	Einleitung	3´ 2´	Einstieg (Druck auf Ohren) Zielsetzung der Stunde erklären	Frontal	
5´	Übung	10´	Übung des Erlernten	Lehrer Gruppe	Flipchart
15´	1.Hauptteil	10´	Beschreibung: Körperhöhlen Beschriftung: Körperhöhlen	Lehrer	Folie
	„	5´	Erfolgsicherung	Schüler	
30´	2.Hauptteil	15´	Beschreibung: Ohr Druckausgleich erklären Beschriftung: Ohr	Lehrer	Folie
45´	„	5´	Erfolgsicherung	Schüler	
50´	3.Hauptteil	15´	Beschreibung: Barotrauma Am Beispiel: Ohr Am Beispiel: Maske Am Beispiel: Ohr	Lehrer	Folie
65	„	5´	Erfolgsicherung	Schüler	
70´	3.Hauptteil	10´	Beschreibung: Barotrauma Am Beispiel: Körperhöhlen	Lehrer	Folie
80´	„	5´	Erfolgsicherung	Schüler	
85´	Schluss	5´	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.4.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Der Lehrer erklärt anhand von Folien den Schädel- und Ohraufbau. Dabei wird die zunächst unbeschriftete Folie ausgefüllt. Beim Ohr wird auf die Unterteilung in Außen- Mittel- und Innenohr gelegt. Beim Schädel auf die gutdurchbluteten Schleimhäute innerhalb der Höhlen.

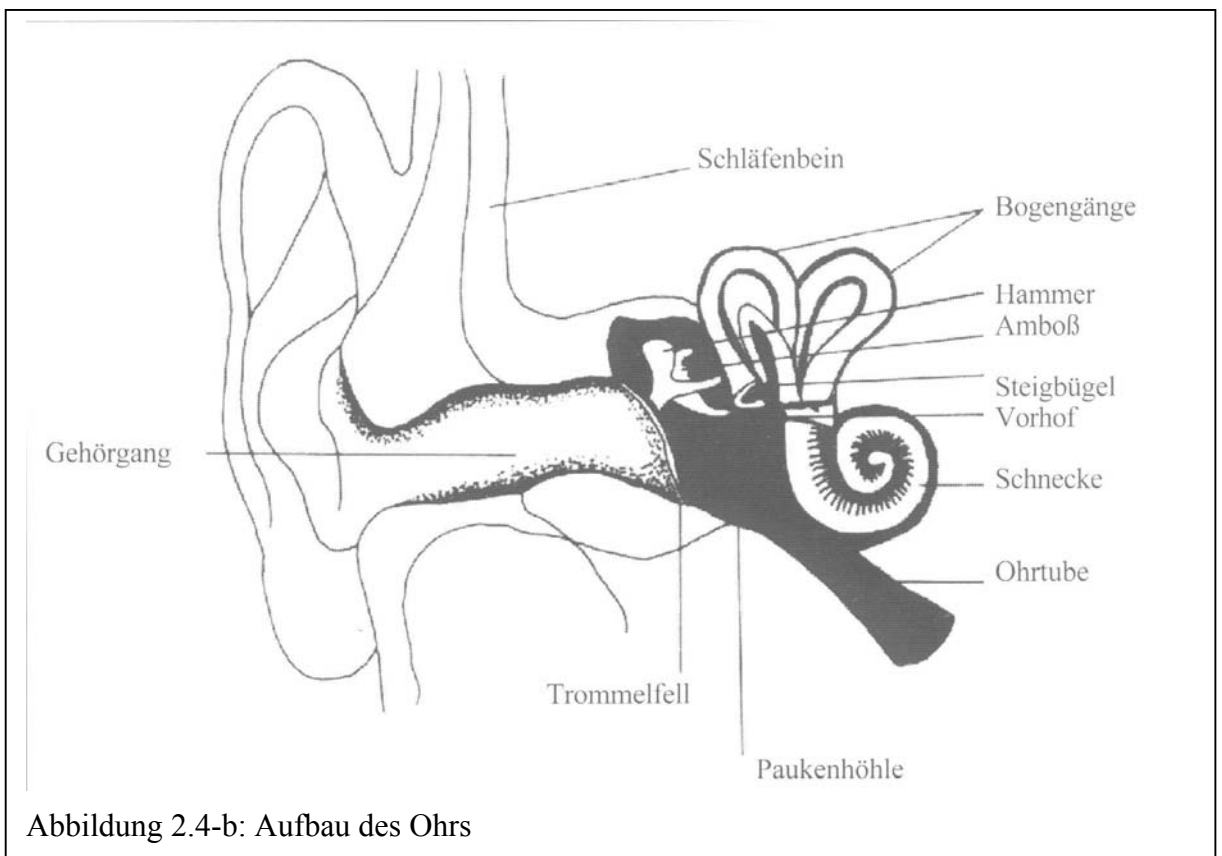
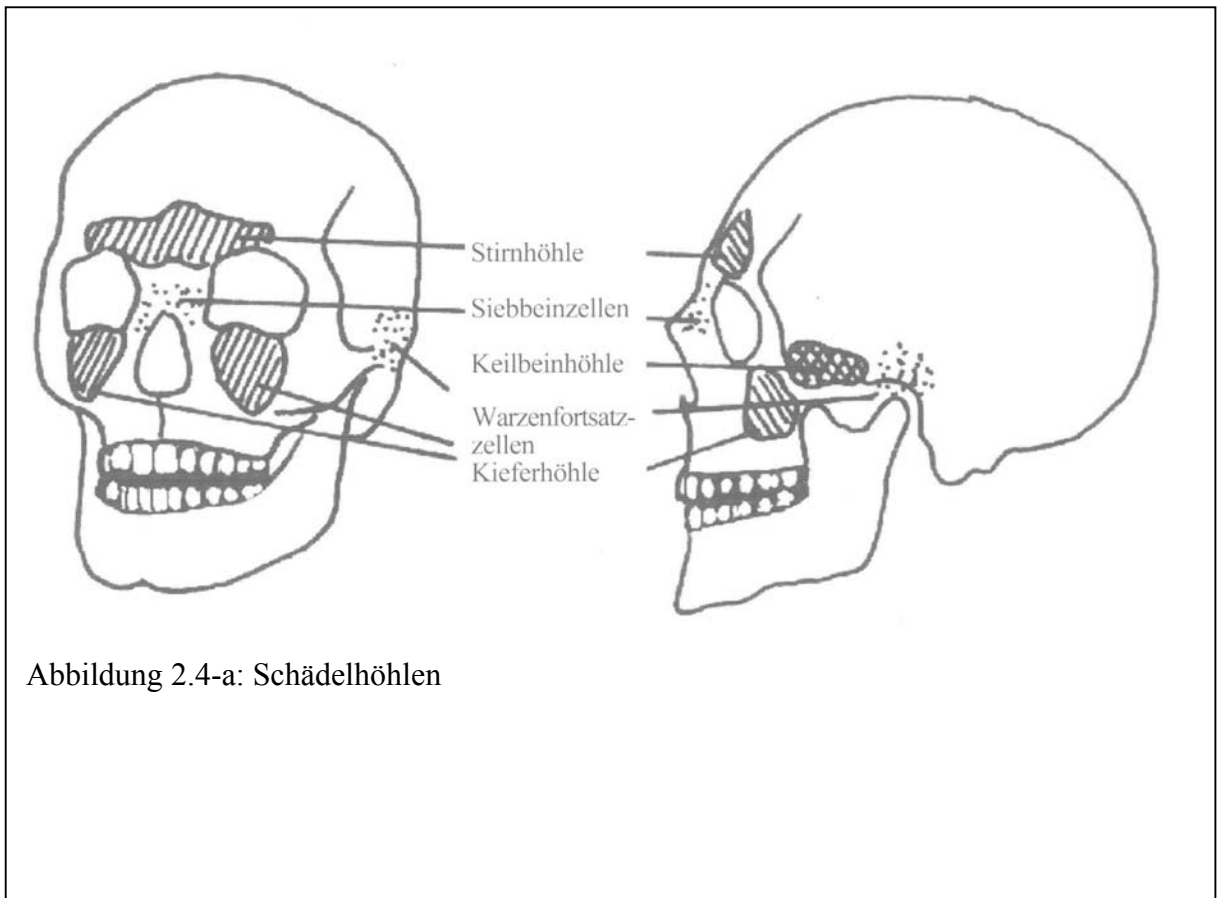
Gemeinsam mit den Schülern, die das Boyle-Mariotte'sche Gesetz kennen, werden die Auswirkungen des Abtauchens auf das Trommelfell diskutiert.

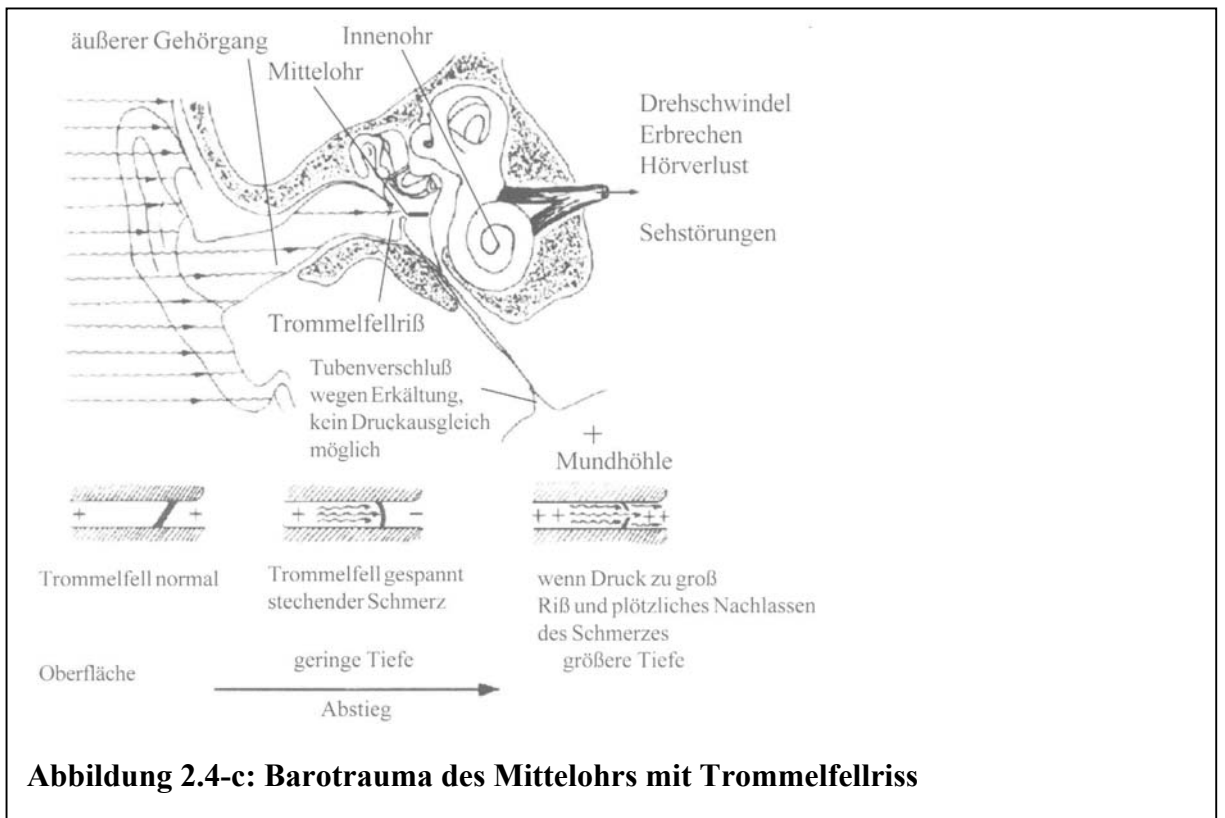
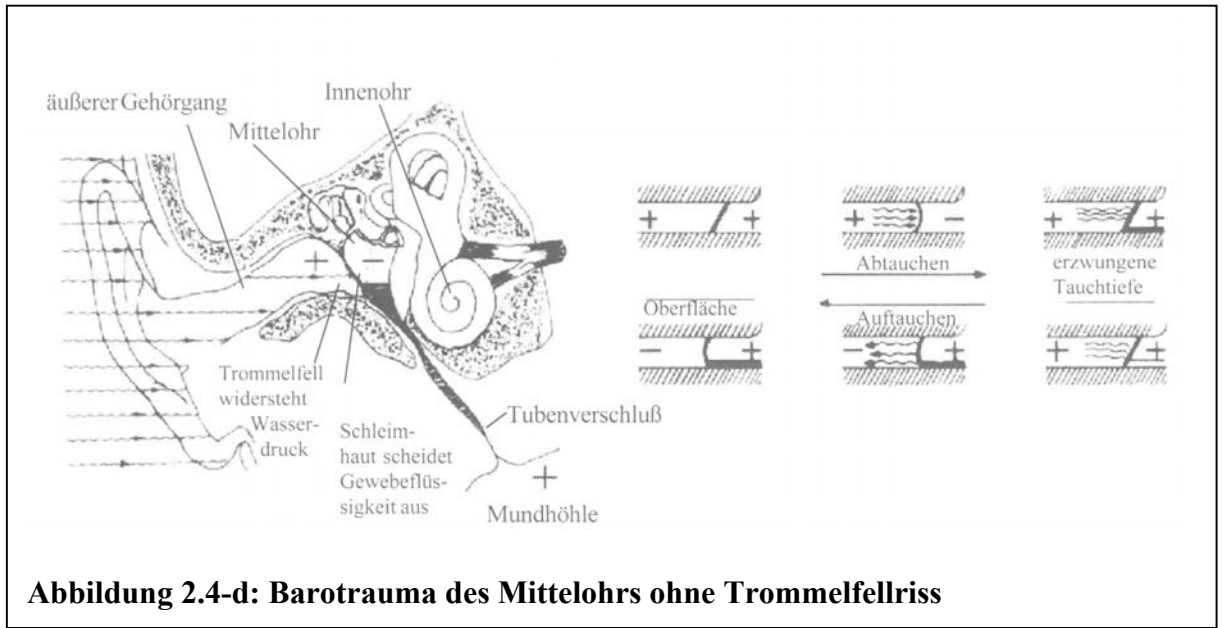
Ist der Ablauf des Barotraumas verstanden, kann auf den Vorgang beim Barotrauma der Maske und der Schädelhöhlen geschlossen werden.

2.4.5.3 geplantes Schülerverhalten

Die Schüler sind im ersten Teil reine Zuhörer. Diese Position soll später durch Fragen des Lehrers aufgegeben werden. Sie sollen das bisherige Wissen anwenden um Lösungen für ähnliche Probleme zu finden, Ursachen und Wirkungen zu verbinden.

2.4.5.4 Tafelbilder





2.5 5. Stunde – Atmung / Atemregler

2.5.1 Themenanalyse

2.5.1.1 Themenbereich

Grundlagen der Medizin und erste Einführung in die Ausrüstung.

2.5.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

- Anatomie und Physiologie der Lunge, Atmung, Herz und Kreislauf
- Einführung in Atemregler, Drucklufttauchgerät und Jacket

2.5.1.3 Vorausgegangenes Thema

- Übungsaufgaben
- Anatomie der Schädelhöhlen
- Barotraumen der Ohren, der Nasennebenhöhlen und der Maske

2.5.1.4 Folgendes Thema

- Zusammensetzung der Atemluft

2.5.1.5 Stundenziel

Die Schüler sollen die Aufgabe der Atmung und die mögliche diesbezügliche Gefahr beim Tauchen erkennen.

Die Schüler sollen Funktion und Bestandteile von Flasche, Atemregler und Jacket kennen.

2.5.2 Didaktische Analyse

2.5.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Das Thema Medizin wird fortgesetzt, und mit Ausrüstung erweitert.

2.5.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Die grundlegende Problematik des Tauchsportes ist abgeschlossen. Die Schüler werden nun mit weitergehenden Informationen zum Thema Medizin versehen und erfahren, wie Atmung unter Wasser funktioniert und welche Hilfsmittel benötigt werden. Die Schüler sollen Verantwortung für ihre eigene Ausrüstung entwickeln, da ihr Leben von einer Funktionsfähigkeit abhängen kann.

2.5.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Aufbau und Funktion der Lunge
- Lungenüberdruck- und Unterdruckbarotrauma der Lunge
- Aufbau und Funktionsweise von Atemregler und Jacket

2.5.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

Anhand von Skizzen wird der Aufbau der Lunge erklärt. Als Anschauungsmodelle werden Lungenautomaten verschiedener Hersteller, Flaschen und Jackets mitgebracht.

2.5.3 Fachanalyse

2.5.3.1 Anatomie und Physiologie der Lunge, Atmung, Herz und Kreislauf

Die Lunge besteht aus zwei Lungenflügel, die in einem aus zwölf Rippenpaaren gebildeten Brustkorb liegen. Die Lungenoberfläche ist mit einem dünnen Häutchen, dem Lungenfell bedeckt. An der Lungenwurzel schlägt dieses Häutchen um und geht in das Rippenfell über, das den Brustraum tapetenartig auskleidet. Zwischen den beiden Fellen liegt der Pleuraspalt. Der allseits geschlossen ist und einen Unterdruck aufweist. Beide Felle können widerstandsarm gegeneinander verschoben werden.

Die Atmung hat die Aufgabe, alle Körperzellen mit Sauerstoff zu versorgen und das durch die Stoffwechselfvorgänge entstehende Kohlendioxid zu entfernen. Dies geschieht durch Anspannung des Zwerchfells wodurch der Raum darüber vergrößert wird. Die Lunge muss dieser Bewegung folgen und saugt Atemluft über den Mund (Nase) ein. Die Ausatmung erfordert keine Muskelarbeit da sich die Lunge wieder in ihren Ausgangszustand zurückzieht. Die Atmung geschieht automatisch nach einem Atemreiz, der durch die CO₂-Konzentration im Blut ausgelöst wird.

In der Lunge wird das Sauerstoffarme Blut mit Sauerstoffangereichert und strömt über die linke Herzkammer durch den Körper zu den Zellen wo der Sauerstoff verbraucht wird und das Kohlendioxid als Stoffwechselprodukt wiederum vom Blut aufgenommen wird. Das Blut strömt zurück zur rechten Herzkammer und von dort zur Lunge. Der Kreislauf ist geschlossen.

Bei einer Druckabnahme, wie beim Auftauchen, vergrößert sich das Volumen der Luft in unserer Lungen wie in allen anderen Hohlräumen. Kann die Luft nicht entweichen, kann es zu einer Beschädigung der Alveolen kommen. Diese Bläschen bilden das Ende der sich immer mehr verzweigenden Lufträume. Durch sie wird der O₂ bzw. CO₂ Austausch vollzogen. Bei einer Zerstörung der Alveolen dringt Luft in den arteriellen Blutkreislauf und es kommt zu einer Embolie. Kommt es zu einem Riss am äußeren Rand der Lunge fällt die Lunge zusammen, da sich die elastischen Fasern der Lunge zusammenziehen. Dieses Phänomen wird Pneumothorax genannt.

Die Lunge kann aufgrund ihres Aufbaus nur zu einem bestimmten Maß zusammengedrückt werden. Nimmt der Außendruck weiter zu, so entsteht ein Druckunterschied zwischen Lungeninnen- und Außenseite. Der Körper versucht durch Flüssigkeitsausstoß in die Lunge das Volumen anzupassen. In diesem Fall wird von einem Lungenunterdruckbarotrauma gesprochen. Dies tritt auf wenn ein Apnoetaucher zu tief taucht.

2.5.3.2 Einführung in Atemregler, Drucklufttauchgerät und Jacket

Das Drucklufttauchgerät dient als Vorratsbehälter für unsere Atemluft. Es gibt verschieden gebräuchliche Flaschengrößen von 7 bis 15 L aus den Materialien Aluminium und Stahl. Der zulässige Fülldruck, ihr TÜV-Termin und verschiedene andere Informationen sind auf dem Flaschenhals eingestanz. Üblicherweise wird mit Stahlflaschen einer Größe von 10 oder 12l getaucht. Flaschen müssen alle zwei Jahre durch den TÜV überprüft werden. Flaschen sollten immer hingelegt werden, wenn man sich von ihnen entfernt um eine Beschädigung beim Sturz zu vermeiden. Werden Flaschen langfristig gelagert, sollten sie, gegen Umstürzen geschützt, aufrecht gestellt werden.

Atemregler haben die Aufgabe, den Flaschendruck auf den Umgebungsdruck zu reduzieren. Dies geschieht bei heute üblichen Modellen in zwei Stufen, die durch einen Schlauch miteinander verbunden sind. Man spricht von zweistufigen Einschlauchautomaten. Die erste Stufe wird an die Flasche geschraubt, die Zweite beinhaltet das Mundstück.

Das Jacket hat neben seiner Funktion als Trage für die Flasche noch weitere Aufgaben. Als Trierhilfe zum Erreichen eines Schwebestandes, im Notfall zum Erreichen der Oberfläche, zur Rettung von anderen Tauchern, als Bergungshilfe beim Transport von schweren Gegenständen und als Schwimmhilfe.

Es sollte neben einem Volumen von mindesten 15L und einer Signalfarbe über eine Reihe von Anbauteilen verfügen wie:

Eine Mundaufblasvorrichtung, einem Inflatoranschluß, einem Überdruckventil und aus seewasserbeständigem Material gefertigt sein.

2.5.4 Methodik

2.5.4.1 Vorüberlegungen

Der Hauptteil der Stunde wird dem Thema Medizin vorbehalten sein. Es sollte versucht werden, den Respekt der Kinder vor dem Tauchsport durch die plastische Darstellung von möglichen Tauchunfällen zu erhöhen. Im Allgemeinen wird die Auswirkung von Fehlverhalten unter Wasser von Kindern unterschätzt. Es muss aber auf jeden Fall vermieden werden, Angst zu schüren.

Die Ausrüstung wird in der nächsten Praxisstunde benutzt und stellenweise noch einmal erklärt. Sie werden in Zukunft bei jedem Gerätetraining selbst für den Zusammenbau und die Funktionsfähigkeit ihrer Ausrüstung verantwortlich sein.

2.5.4.2 Lernerfolgssicherung

Die Schüler erhalten Blätter mit Skizzen der Anatomie und vorgefertigte, auszufüllende Vorlagen für die Materialkunde

2.5.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

Neben Folien für die Anatomie werden Ausrüstungsgegenstände mitgebracht und den Schülern zur Verfügung gestellt.

2.5.5 Geplanter Stundenverlauf

2.5.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0'	Einleitung	3' 2'	Einstieg (Warum atme ich?) Zielsetzung der Stunde erklären	Frontal	
5'	1.Hauptteil	15'	Entwicklung des Kreislaufs	Lehrer	Flipchart
	„	10'	Erfolgssicherung	Schüler	
30'	2.Hauptteil	20'	Beschreibung: Lunge Funktion: Lunge Beschr.: Lungenbarotrauma	Lehrer	Folie
50'	„	5'	Erfolgssicherung	Schüler	
55'	3.Hauptteil	25'	Ausrüstung zusammenbauen wichtige Teile aufzählen Funktion erkennen	Schüler	Ausrüstung
80'	„	5'	Erfolgssicherung	Schüler	
85'	Schluss	5'	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.5.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Auf der Flipchart wird vom Lehrer der Kreislauf (mehrfarbig) gezeichnet und mit der Lokomotivenanalogie erklärt.

Anhand der Folien wird der Aufbau der Lunge erklärt. Um den Zusammenhang von Rippen- und Lungenfell zu veranschaulichen, wird eine Plastiktüte benutzt. Die Kinder füllen dabei die freigelassenen Platzhalter aus und notieren sich zu den einzelnen Organen Beschreibungen.

Die einzelnen Ausrüstungsteile werden vorgestellt und unter Anleitung von den Schülern zusammengesetzt. Die Schüler sollen anhand von Beispielen selbständig auf den Aufgaben eines Jackets kommen. Die Daten der Flasche werden aufgenommen und ebenso wie eine Aufzählung der Bedeutungen der Teile notiert.

2.5.5.3 geplantes Schülerverhalten

Beim Erstellen der Skizze auf der Flipchart sollen die Schüler zusammen mit dem Lehrer Ihr Wissen einbringen.

Bei den Ausrüstungsteilen sollen die Schüler selbständig die Geräte zusammenfügen und sich dabei Gedanken über Funktion und richtige Anordnung machen. Ihre Erfahrungen aus der ersten Stunde und den Trainingseinheiten im Schwimmbad kommt ihnen hierbei zu Gute. Das Ausfüllen der Folie ist von den Schülern selbst vorzunehmen.

2.5.5.4 Tafelbilder

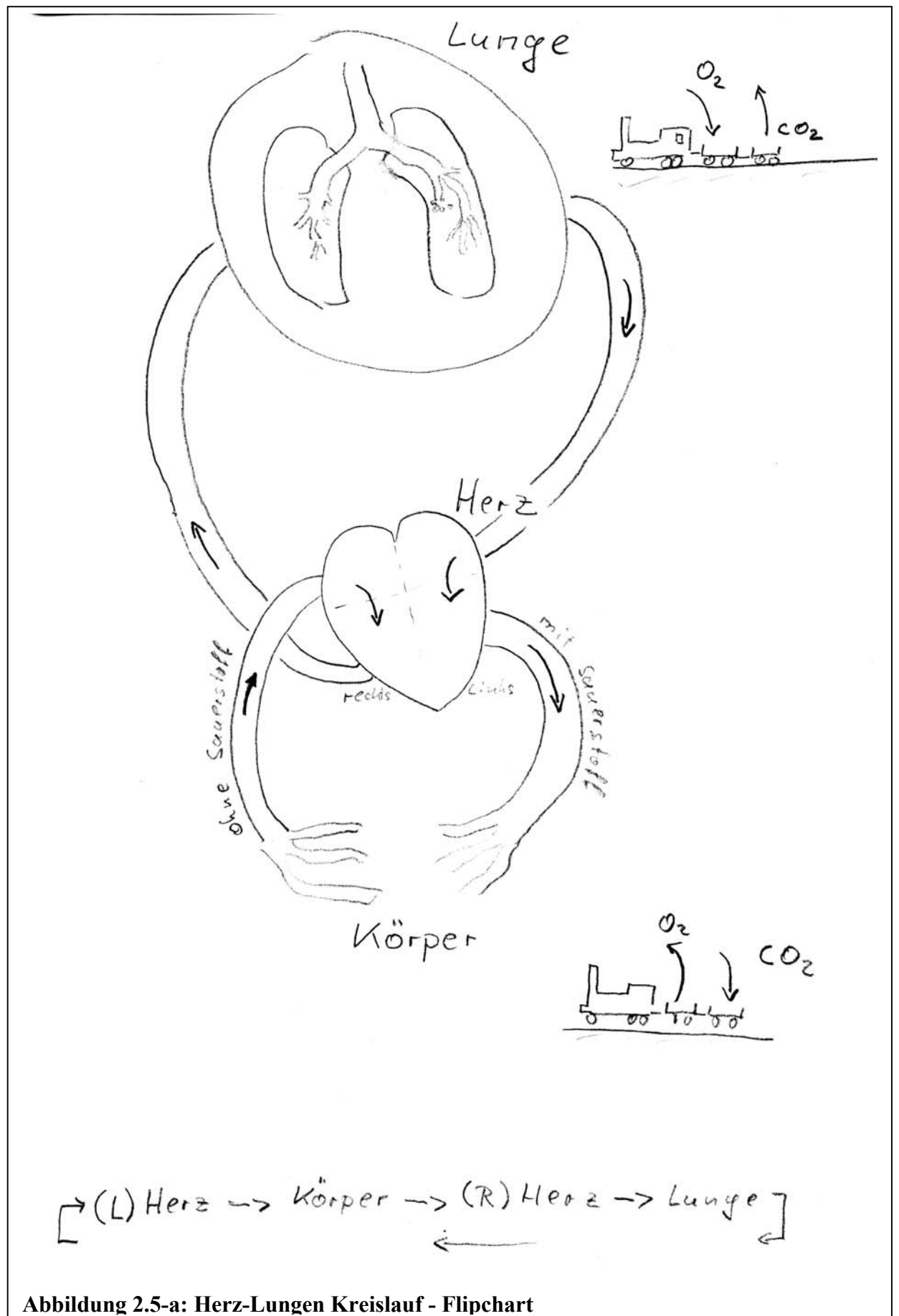


Abbildung 2.5-a: Herz-Lungen Kreislauf - Flipchart

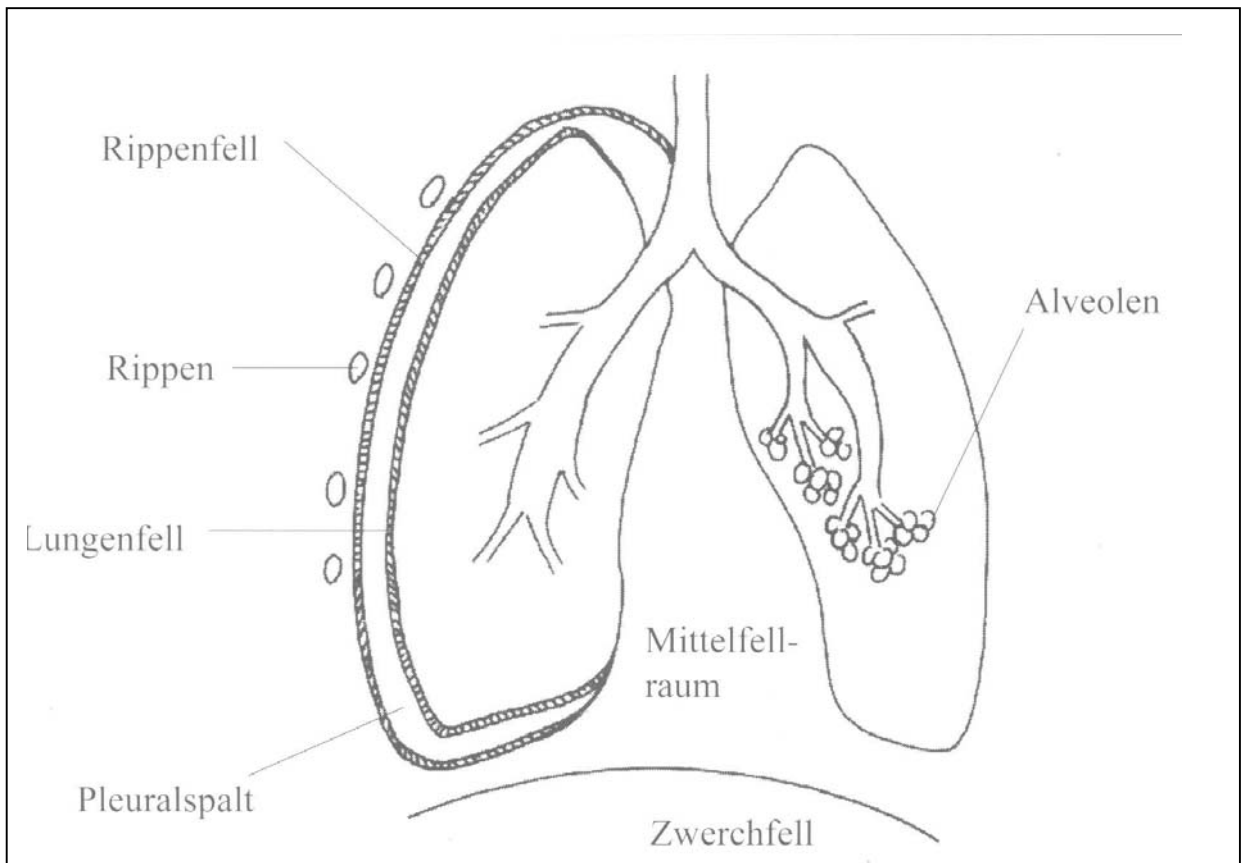


Abbildung 2.5-c: Lungenaufbau – Folie

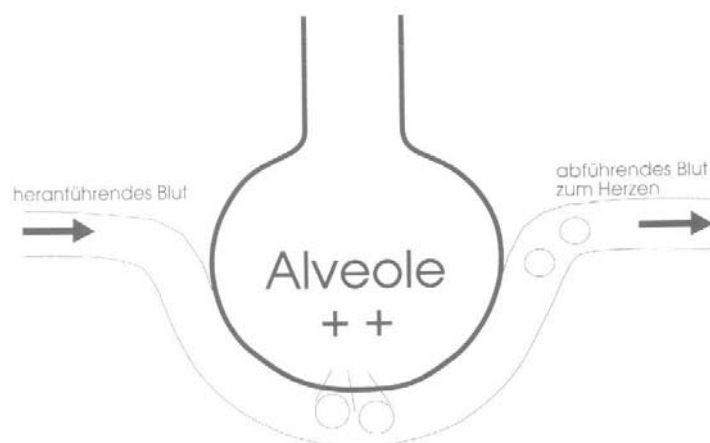


Abbildung 2.5-c: Alveole - Folie

Lunge:

Aufgabe: Versorgung der Zellen mit Sauerstoff
Entsorgung von Kohlendioxid

Drucklufttauchgerät (Flasche):

TÜV: 2002
Volumen: 10 l
Gewicht: 12.2 kg
Zul. Fülldruck: 200 bar

Atemregler:

Aufgabe: Reduziert den Flaschendruck auf den Umgebungsdruck
In 25 m: 3,5bar

Jacket:

Aufgaben: als Tarierhilfe zum Erreichen eines Schwebeszustandes
im Notfall zum Erreichen der Oberfläche
zur Rettung von anderen Tauchern

als Bergungshilfe beim Transport von schweren Gegenständen
als Schwimmhilfe.

Zubehör: Volumen von mindesten 15L
Signalfarbe
Mundaufblasvorrichtung
Inflatoranschluß
Seewasserbeständiges Material

Abbildung 2.5-d: Ausgefüllte Folie

2.6 6. Stunde – Atemluft / CO₂ /Gay-Lussac

2.6.1 Themenanalyse

2.6.1.1 Themenbereich

Grundlagen der Medizin. Vertiefung der Physik

2.6.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

- Zusammensetzung der Atemluft
- Das Gesetz von Gay-Lussac

2.6.1.3 Vorausgegangenes Thema

Anatomie und Physiologie der Lunge, Atmung, Herz und Kreislauf

2.6.1.4 Folgendes Thema

- Zusammensetzung der Atemluft
- Das Archimedische Prinzip

2.6.1.5 Stundenziel

- Die Schüler sollen die Zusammensetzung der Luft kennen und die Teildrücke der einzelnen Gase in jeder Tiefe bestimmen können.
- Die Schüler sollen den Begriff Hyperventilation erklären können und die Folge kennen.
- Die Schüler sollen das Gesetz von Gay-Lussac verstehen

2.6.2 Didaktische Analyse

2.6.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Die bisherigen Informationen im Bereich Medizin werden durch physikalische Erklärungen verständlich gemacht.

2.6.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Die Ansätze zum Verständnis der Atmung wurden in der letzten Stunde gemacht. Dieses Thema wird mit physikalischen Erläuterungen fortgesetzt, da aus der tauchspezifischen Situation Gefahrenpotential entstehen können, die es zu vermeiden gilt. Einzelne Gase werden unter verändertem Druck toxisch.

2.6.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Zusammensetzung der Luft in Prozentangaben
- Erklärung des Begriffes Teil-(Partial)-druck (Gesetz von Dalton)
- Erklärung des Begriffes Hyperventilation, Ursachen und Folgen
- Beschreibung des Gesetzes von Gay-Lussac

2.6.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

In Form von Zeichnungen soll den Schülern die Zusammensetzung der Luft veranschaulicht werden. Mittels eines Experimentes soll ihnen der Begriff Partialdruck erklärt werden. Gleichsam werden die Gesetze von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac dadurch erklärbar. Hierzu stellen sich alle Schüler in einen durch Tische abgetrennten ca. 3qm² Raum und hüpfen. Dieses Hüpfen soll die Bewegungsenergie der Moleküle symbolisieren. Beim Hüpfen stoßen die Schüler gegeneinander und an die Tische und erzeugen somit Druck. Nacheinander werden nun verschiedene Szenarien durchgespielt:

- Verringerung der Schüleranzahl (Sauerstoffmoleküle werden entfernt)

- Verringerung des Raumes (Volumenverkleinerung -> Schüler stoßen häufiger gegeneinander)
- Schüler hüpfen stärker (Temperaturerhöhung -> Schüler stoßen häufiger gegeneinander)

Die Folgen einer Hyperventilation wird durch Luftanhalten von verschiedenen Schülern demonstriert, wobei die eine Hälfte vorher hyperventiliert. Anhand einer Folie wird der tatsächliche Ablauf einer Hyperventilation veranschaulicht.

2.6.3 Fachanalyse

2.6.3.1 Das Gesetz von Gay-Lussac

Ähnlich wie das Gesetz von Boyle-Mariotte ist auch das von Gay-Lussac aus der Gasgleichung ableitbar. In diesem Fall ist das Verhältnis von Druck zur absoluten Temperatur des Gases proportional bei gleichem Volumen. Im Tauchsport ist dieses Phänomen beim Flaschenfüllen zu beobachten. Die frisch gefüllte Flasche hat eine Temperatur von ca. 40°C und einen Druck von 220bar. Nach dem Abkühlen auf Umgebungstemperatur sinkt der Druck. Dies ist bei der Berechnung des benötigten Luftvorrates zu beachten.

2.6.3.2 Zusammensetzung der Luft

Unsere Einatemluft ist ein Gemisch verschiedener Gase mit folgender Zusammensetzung:

- | | | | |
|---|-------------------|-----------------|---------|
| - | Stickstoff | N ₂ | 78,00% |
| - | Sauerstoff | O ₂ | 21,00 % |
| - | Kohlendioxid | CO ₂ | 0,03 % |
| - | Rest und Edelgase | | 0,97 % |

Für Taucher sind diese Zahlen gerundet. In unserer Ausatemluft sind diese Anteile verändert, weil Sauerstoff im Körper verbraucht wird und Kohlendioxid dabei entsteht. In der Ausatemluft haben wir deshalb nur noch ca. 17 % Sauerstoff dafür aber ca. 4 % Kohlendioxid. Der Stickstoffanteil verändert sich nicht.

Der Sauerstoff dient dabei der Erhaltung unserer Lebensvorgänge im Körper, während der Stickstoff nur als Füllgas dient und keine chemische Reaktion im Körper eingeht. Er wird daher auch als „Inertgas“ bezeichnet.

Entsprechend diesem Anteil haben die Gase auch einen Anteil an ihrem Umgebungsdruck. Auf Meereshöhe (1 bar) hat beispielsweise der Sauerstoff einen Teildruck von 21 %, also 0,21 bar, und der Stickstoff einen Teildruck (auch Partialdruck genannt) von 0,78 bar.

Bei der Hyperventilation atmet man bewusst schnell aufeinanderfolgend tief ein und aus. Dadurch wird der CO₂-Gehalt der Alveolarluft und des Blutes stark herabgesetzt, ohne das eine Steigerung der Sauerstoffaufnahme möglich ist. Dadurch tritt der Atemreiz verspätet ein. Sinkt der Sauerstoffgehalt unter einen bestimmten Wert, setzt Bewusstlosigkeit ein. Durch Hyperventilation kann dieser Zeitpunkt vor Erreichen der Atemreizschwelle erreicht werden.

Andererseits kann bei einer flachen Atmung unter Wasser der CO₂-Gehalt stark ansteigen und zu Lufthunger und letztlich Bewusstlosigkeit führen. Dies kann der Fall bei einem Tauchgang in größeren Tiefen auftreten bei dem die Atemmuskulatur stärker beansprucht wird und ermüdet. In diesem Fall spricht man von Essoufflement.

2.6.4 Methodik

2.6.4.1 Vorüberlegungen

Durch die spielerische Behandlung des Problems erfahren die Schüler einen Wiedererkennungswert und können bisherige Erfahrungen besser verstehen. (Anm.: Ich hatte diesen Versuch in meiner bisherigen Ausbildung an den Anfang gestellt und konnte das Boyle-Mariotte'sche Gesetz damit erklären. Ich halte mich in diesem Fall an die Reihenfolge des Begleitbuches in dem dieser Versuch nicht beschrieben wird, ziehe aber Gay-Lussac, eigentlich Lektion ,9 vor.)

Durch den praktischen Versuch erkennen die Schüler die Bedeutung von Hyperventilation. In diesem Zusammenhang werden ihnen auch einige Sicherheitsregeln beim Apnoetauchen nahegebracht.

2.6.4.2 Lernerfolgssicherung

Die Ergebnisse des ersten Versuchs werden von den Schülern auf der Flipchart geschrieben. (Ursache -> gemachte Beobachtungen)

Auf einer Folie werden die Gesetzmäßigkeiten vom Lehrer niedergeschrieben und von den Schülern kopiert.

Die Skizze zur Hyperventilation soll von den Schülern selber abgezeichnet werden.

2.6.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

Inventar des Schulungsraums wird zum Abgrenzen des Versuchsraumes benutzt. Für den zweiten Versuch ist eine Stoppuhr nötig. Flipchart und Overheadprojektor sind für die Erfolgsicherung nötig.

2.6.5 Geplanter Stundenverlauf

2.6.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0'	Einleitung	3' 2'	Einstieg (Was atme ich?) Zielsetzung der Stunde erklären	Frontal	
5'	1.Hauptteil	30'	Versuchsdurchführung – Boyle-Mariotte – Gay-Lussac – Dalton	Schüler	Flipchart
	„	10'	Erfolgsicherung	Schüler	
45'	2.Hauptteil	15'	Versuchsdurchführung – ohne Hyperventilation – mit Hyperventilation	Schüler	Flipchart
60'	„	15'	Erklärung Hyperventilation	Lehrer	Folie
75'	„	10'	Erfolgsicherung	Schüler	
85'	Schluss	5'	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.6.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Der Lehrer beschreibt den Versuch, skizziert ihn wenn nötig kurz auf und lässt die Schüler den Aufbau vollziehen. Er gibt jeweils Anweisungen welches Verhalten die Schüler aufweisen sollen. Die gemachten Beobachtungen werden von den Schüler notiert. Nach dem Versuch fasst der Lehrer die gemachten Beobachtungen in Form von Formeln zusammen (Boyle-Mariotte, Gay-Lussac, Dalton)

Im zweiten Teil lässt der Lehrer die zweigeteilte Gruppe, mit und ohne Hyperventilation die Luft anhalten. Die Beobachtungen werden diskutiert. Anschließend wird die relevante Folie erstellt.

2.6.5.3 geplantes Schülerverhalten

Die Schüler sollen im selbst aufgebauten Areal springen und dabei gegeneinander und an die Wand stoßen. Die Schüler sollen sich selber beobachten und Schlüsse aus ihrem Verhalten ziehen. Diese Beobachtungen sollen niedergeschrieben werden und mathematisch beschrieben werden. Dies ist zumindest im Falle von Boyle-Mariotte möglich. Durch Hilfestellung könnten auch die beiden anderen Gesetze definiert werden.

Die Schüler sollen erkennen welche Veränderung durch einfache Übungen mit ihrem Körper vollzogen werden. Ihnen soll die Gefahr bewusst werden in die sie sich durch falsches Verhalten selber bringen können.

2.6.5.4 Tafelbilder

1	Raum wird kleiner/größer	Volumenab/zunahme	Druckzu/abnahme
2	Schüler hüpfen schneller/langsamer	Temperaturab/zunahme	Druckzu/abnahme
3	Schüler betreten/verlassen Raum	Zu/Abnahme der Moleküle	Druckzu/abnahme

Abbildung 2.6-a: Ergebnis des Versuchs - Flipchart

Aus 1 (Boyle-Mariotte): $p \cdot V = const.$

Aus 2 (Gay-Lussac): $\frac{p}{T} = const.$

Aus 3 (Dalton): $p_{ges.} = p_1 + p_2 + p_3 \dots$

Abbildung 2.6-b: Ergebnisse in math. Form - Folie

Gesamtdruck	Sauerstoffdruck	Stickstoffdruck	Restdruck
100%	21%	78%	1%
1 bar	0,21 bar	0,78 bar	0,1 bar
2 bar	0,42 bar	1,56 bar	0,2 bar
3 bar	0,63 bar	2,34 bar	0,3 bar
4 bar	0,84 bar	3,12 bar	0,4 bar

Abbildung 2.6-c: Teildrücke – Folie

Schüler	Mit Hyperventilation	Ohne Hyperventilation
Schülername 1	60 sec	
Schülername 2		40 sec
Schülername 3	75 sec	
Schülername 4		55 sec

Abbildung 2.6-d: Apnoezeiten – Flipchart

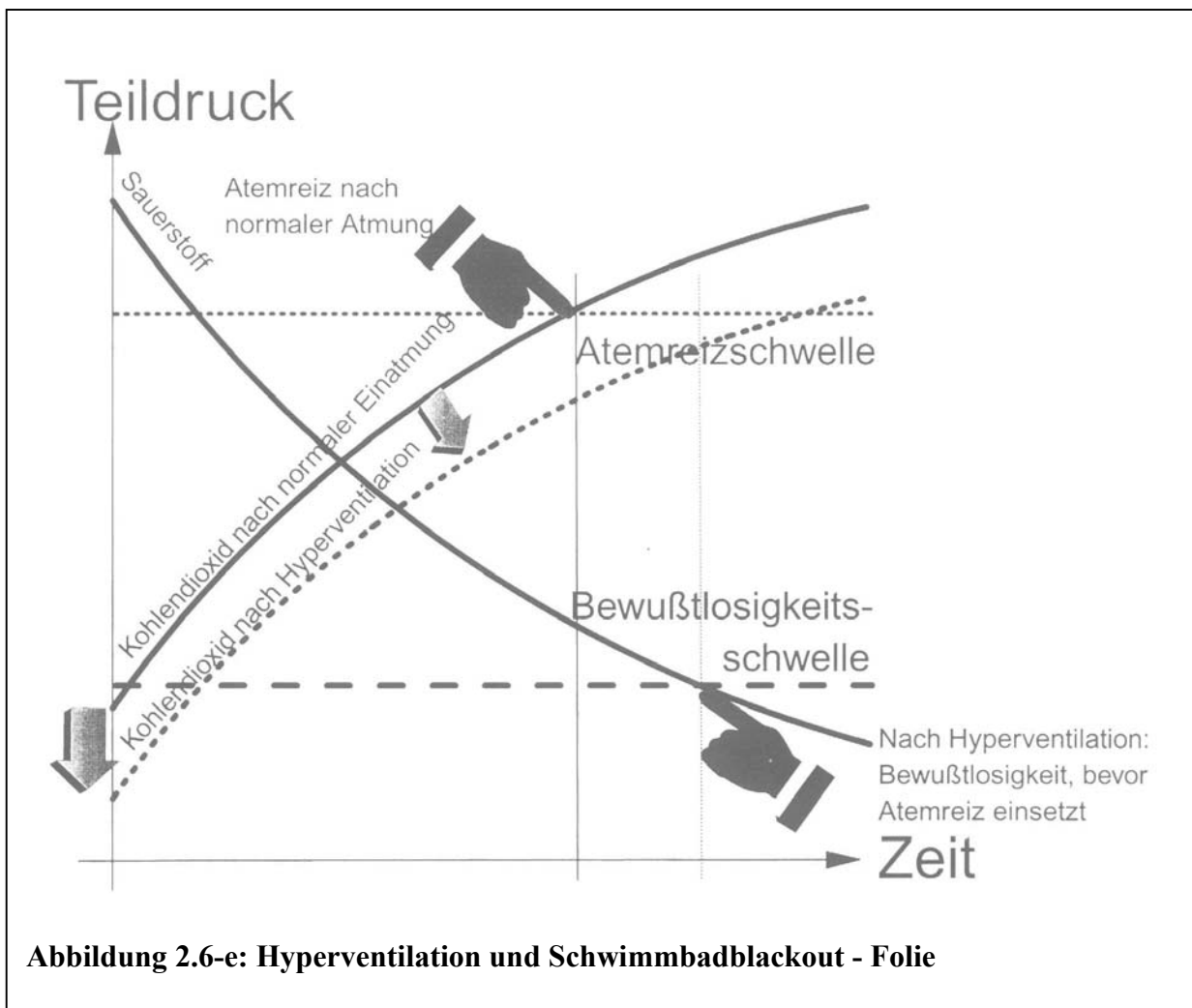


Abbildung 2.6-e: Hyperventilation und Schwimmbadblackout - Folie

2.7 7. Stunde – Sehen und Hören / Archimedisches Prinzip

2.7.1 Themenanalyse

2.7.1.1 Themenbereich

Abschluß der Tauchphysik und Bezug zur Praxis des Tauchsport herstellen.

2.7.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

- Sehen und Hören unter Wasser
- Auf- und Abtrieb, Schweben im Wasser, Prinzip des Archimedes

2.7.1.3 Vorausgegangenes Thema

- Zusammensetzung der Atemluft
- Das Gesetz von Gay-Lussac

2.7.1.4 Folgendes Thema

- Einführung in die Dekompressionskrankheit
- Umweltgerechtes Verhalten beim Tauchen

2.7.1.5 Stundenziel

- Die Schüler sollen die verschiedenen Auswirkungen des Wassers auf die Wahrnehmung kennen und mit Beispielen beschreiben können.
- Die Schüler sollen das Archimedische Prinzip begreifen und die aufgrund dieses Phänomens auftretenden Probleme beim Tauchen verstehen.

2.7.2 Didaktische Analyse

2.7.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Die Grundlagen der Physik werden abgeschlossen. Mit dem erworbenen Wissen ist es den Schülern nun möglich komplexere Zusammenhänge unter Wasser zu verstehen. Damit können den Schülern notwendige Verhaltensweise unter Wasser plausibel gemacht werden.

2.7.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Ein Eintauchen in die Unterwasserwelt verändert sich unsere Wahrnehmung. In welcher Weise und mit welchen möglicherweise gefahrbringenden Folgen dies geschieht soll in dieser Stunde vermittelt werden.

Das archimedische Prinzip erklärt den Auf- und Abtrieb unter Wasser. Mit diesem Wissen ist es den Schülern möglich, Steigen und Absinken im Wasser zu erklären und mit geeigneten Mitteln einen Schwebezustand herzustellen. Sie sollen verstehen warum sie durch Atmen ihre Position verändern können und wann und warum sie ein Jacket bedienen müssen.

2.7.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Sehen unter Wasser anhand von Bildern erklären
- Hören unter Wasser anhand von einer Skizze erklären
- Versuch zum archimedischen Prinzip durchführen

2.7.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

Zur Demonstration der Spektrumsveränderung des Lichtes werden Fotos aus unterschiedlichen Tiefen gezeigt, die teilweise mit und ohne Blitzlicht gemacht wurden. Anhand von Skizzen werden die Reflektion und Lichtbrechung bzw. der Laufzeitunterschied von Schallwellen erklärt.

Zur Veranschaulichung des archimedischen Prinzips wird ein Versuch durchgeführt.

2.7.3 Fachanalyse

2.7.3.1 Sehen und Hören unter Wasserⁱⁱ

Das Sehen beruht auf der Fähigkeit des Auges, Licht zu empfangen. Der Lichtreiz auf der Netzhaut wird vom Gehirn zum Seheindruck verarbeitet. Damit ein Gegenstand sichtbar wird, muß von ihm Licht ausgehen und in unser Auge gelangen. Um Bildeindrücke und Farben erkennen zu können, sind Linsen und Sehzellen erforderlich.

Unter Wasser liegen für das Sehen des Tauchers etwas andere Verhältnisse als in der Luft vor.

Lichtstrahlen, die auf die Wasseroberfläche auftreffen und in das Wasser eindringen, unterliegen folgenden Einflüssen:

- Refraktion (Brechung)
Trifft ein Lichtstrahl schräg auf die Oberfläche des Wassers, so wird ein Teil ins Wasser hinein gebrochen, der andere Teil in die Luft reflektiert.
- Streuung
Die Streuung wird hauptsächlich durch feinste Teilchen im Wasser bewirkt. Dadurch hat der Taucher den Eindruck, vor den im Blickfeld liegenden Gegenständen liege ein Schleier, der die Kontraste herabsetzt und die Sichtweite begrenzt.
- Absorption
Die Durchlässigkeit des Wassers für Licht nimmt mit zunehmender Wasserschicht deutlich ab. Die Helligkeit wird geringer, weil die Intensität des Lichtes vom Wasser vermindert wird. Das Wasser absorbiert verschiedene Lichtfarben (verschiedene Wellenlängen) unterschiedlich stark. Rotes (langwelliges) Licht wird stärker absorbiert als blaues (kurzwelliges) Licht.

Schallwellen gehen von der Schallquelle, einem schwingenden Körper, aus. Der Schall pflanzt sich am schnellsten in einem wenig zusammendrückbaren Medium fort, denn gut mechanisch gekoppelte Moleküle übertragen die Stöße rascher. Aufgrund der Unterschiede der Kompressibilität wird deshalb der Schall auch im Wasser schneller übertragen als in der Luft.

2.7.3.2 Das archimedische Prinzip

Ein in Wasser getauchter Körper verliert scheinbar soviel an Gewicht, wie das von ihm verdrängte Wasser wiegt. $F_{\text{Auftrieb}} = V \cdot g \cdot (\rho_2 - \rho_1)$. (Auch anhand eines doppelten Ringintegrals zu erklären ;-)). Um im Wasser das bevorzugte Schweben zu erreichen ist ein Auf- und Abtriebsfreier Zustand zu erreichen. Durch Kompression des Anzugs und des Jackets muß dies bei jeder Tiefenänderung nachjustiert werden. Bei jeder Änderung des Druckes ändert sich das Volumen von kompressiblen Hohlkörpern wie die Luftblase im Jacket oder den eingeschlossenen Luftblasen im Neopren. Es kommt bei einer Druckabnahme zu einem Auftrieb, was den Prozeß der Volumenzunahme fördert. Es findet eine Verstärkung des einmal eingeleiteten Vorgangs statt. Es gilt in diesem Fall schnellstmöglich einzugreifen. Hierzu wird Preßluft aus dem Jacket abgelassen. Umgekehrt wird bei einem Absinken das Volumen zusammengedrückt, was einen Auftriebsverlust zur Folge hat. Es muß Luft eingelassen werden.

2.7.4 Methodik

2.7.4.1 Vorüberlegungen

Sehen und Hören unter Wasser ist ein Phänomen welches die Schüler bereits durch (Fernseh-) Bilder kennengelernt haben. Durch realitätsnahe Anekdoten, wie dem Griff am Ankerseil vorbei, läßt sich dieses begreifbar machen. Anhand einer Skizze wird die Physik näher erläutert. Ein Bleistift wird senkrecht in einen Behälter mit Wasser getaucht und die Brechung des Lichtes beobachtet. Auch das Hören unter Wasser ist durch die Skizze weitestgehend leicht verstehbar. Der Hauptaspekt wird deshalb mittels eines Experimentes auf das Verstehen des archimedischen Prinzips gelegt.

Hierzu werden Bleigewichte, welche an einem Newtonmeter befestigt sind, in einen Wasserbehälter getaucht. Das überlaufende Wasser wird aufgefangen. Die auftretenden Gewichtskräfte vor und nach dem Eintauchen werden ebenso notiert wie das Gewicht des übergelaufenen Wassers. Alle Werte werden in einer Tabelle notiert. Es wird über das Ergebnis diskutiert. Die Durchführung wird unter Anleitung von den Schülern selber durchgeführt.

2.7.4.2 Lernerfolgssicherung

Die angefertigten Skizzen werden von den Schülern abgezeichnet. Die beim Experiment gewonnenen Werte sind in eine Tabelle einzutragen.

2.7.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

Neben Flipchart und Overheadprojektor sind für die Versuchsdurchführung ein Newtonmeter, Bleigewichte, zwei Wasserbehälter und eine Küchenwaage notwendig.

2.7.5 Geplanter Stundenverlauf

2.7.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0'	Einleitung	3' 2'	Einstieg (Warum ist es im Wasser dunkel?) Zielsetzung der Stunde erklären	Frontal	
5'	1.Hauptteil	5'	Sammlung von Auswirkungen	Schüler	Flipchart
	„	5'	Bilder zeigen	Lehrer	
	„	10'	Diskussion	Gruppe	
	„	5'	Erfolgssicherung	Schüler	
30'	2.Hauptteil	5'	Erklärung von Schall UW	Lehrer	Flipchart
	„	5'	Erfolgssicherung	Schüler	
40'	3.Hauptteil	5'	Versuchsbeschreibung	Lehrer	Flipchart
	„	20'	Versuchsdurchführung	Schüler	
	„	10'	Diskussion Ableitung eines Gesetzes	Schüler	Flipchart
	„	10'	Erfolgssicherung	Schüler	
85'	Schluß	5'	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.7.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Der Lehrer fragt nach veränderten Lichtverhältnissen unter Wasser und notiert diese. Anschließend werden Bilder aus unterschiedlichen Tiefen gezeigt an denen man den Farbverlust erkennen kann. Ein weiteres Foto mit starker Lichtquelle in schwebstoffreichem Wasser wird gezeigt. Der Versuch mit einem in Wasser getauchtem Bleistift wird durchgeführt. Die Ergebnisse werden diskutiert und von den Schülern notiert. Die Skizze zur Brechung wird gezeichnet und mögliche Folgen daraus abgeleitet. Nach der Erläuterung des Problems wird die Schwierigkeit beim Zugriff auf ein Ankerseil erläutert.

Die Folgen des schlechteren Hörens, wie schlechtere Ortbarkeit von Motorgeräuschen, unter Wasser werden erörtert.

Der Lehrer erklärt das Experiment und fertigt eine Skizze an. Nachdem die Schüler dieses durchgeführt haben, werden die Ergebnisse notiert, das Prinzip in seiner Aussage angeschrieben und Beispiele vorgestellt:

- Plötzlicher Beginn des Aufstiegs / Absackens
- Änderung bei Tauchgängen ohne Anzug
- Folgen von langsamen Ein- und Ausatmen

Die Schüler sollen die Folgen der Beispiele selbst erläutern.

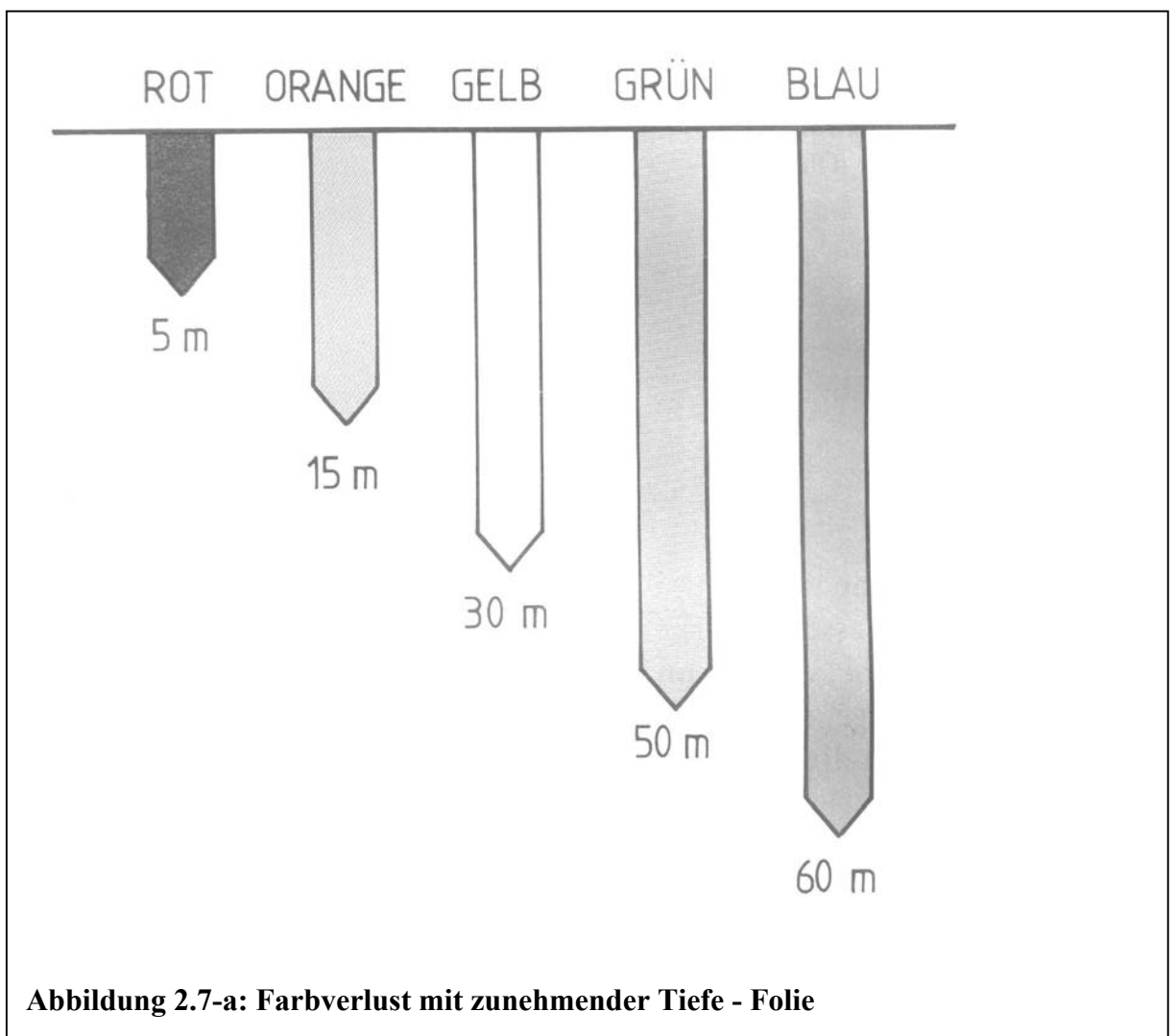
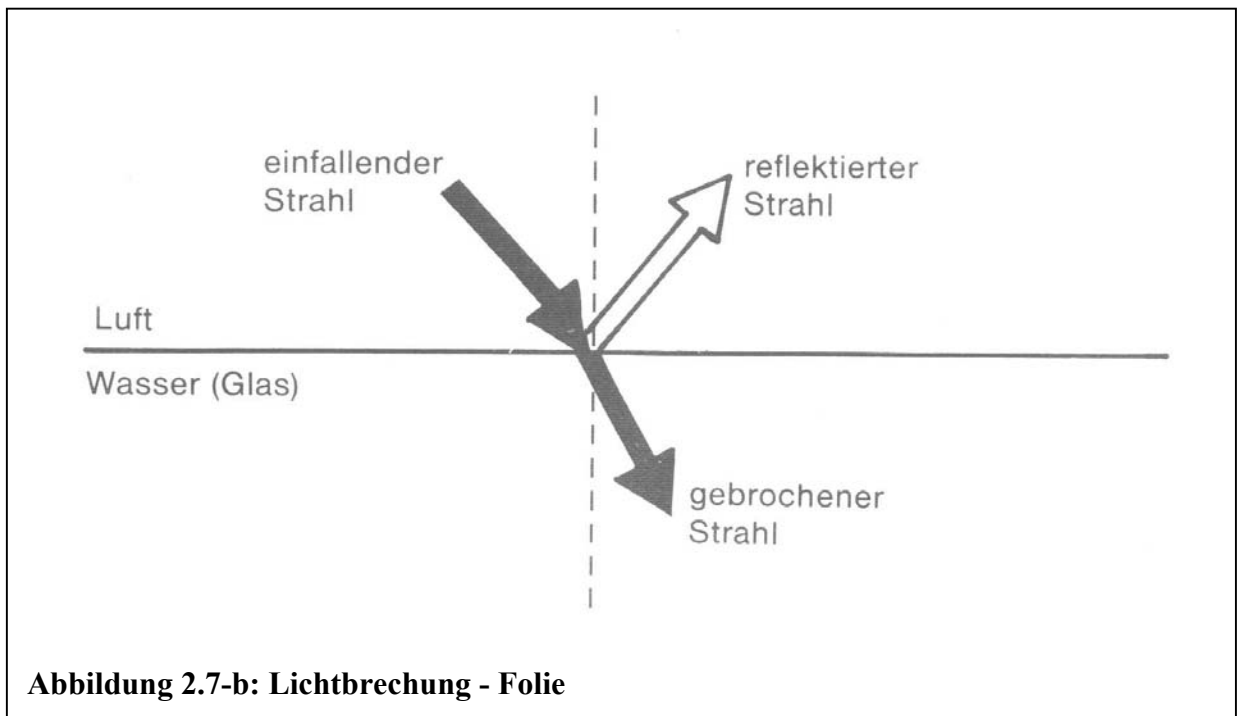
2.7.5.3 geplantes Schülerverhalten

Die Schüler sollen ihre Erfahrungen äußern. Dabei helfen Ihnen die Bilder. Es wird erwartet das bis auf die scheinbare Änderung der Größe und Entfernung alle Punkte aufgezählt werden. Dies wird nach dem Brechungsexperiment und der Skizze als herleitbar erachtet.

Die Schallgeschwindigkeit im Wasser wird als viermal so hoch wie an Luft bekanntgegeben. Nach der Skizze sollen die Schüler über die Folgen diskutieren.

Nach der Erläuterung des Archimedes-Experimentes führen die Schüler dieses mit drei verschiedenen Gewichten durch. Die Ergebnisse werden auf eine Folie notiert und das Ergebnis diskutiert. Die Schüler sollen eine Definition erarbeiten. Im Anschluß sollen die Folgen der gestellten Beispiele erörtert werden.

2.7.5.4 Tafelbilder



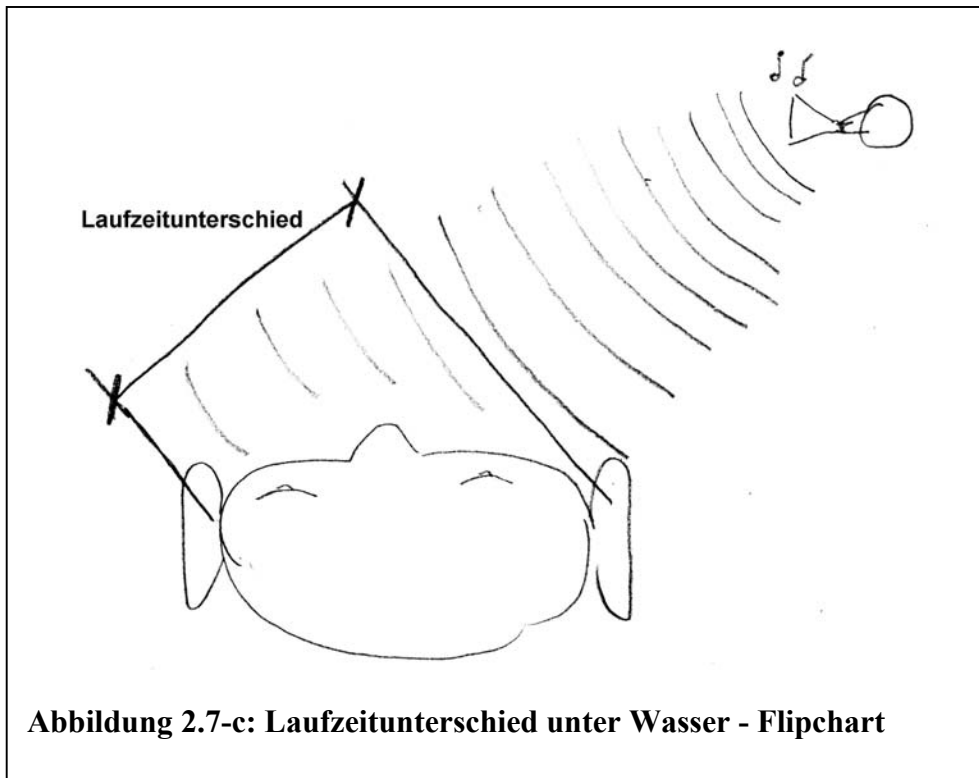


Abbildung 2.7-c: Laufzeitunterschied unter Wasser - Flipchart

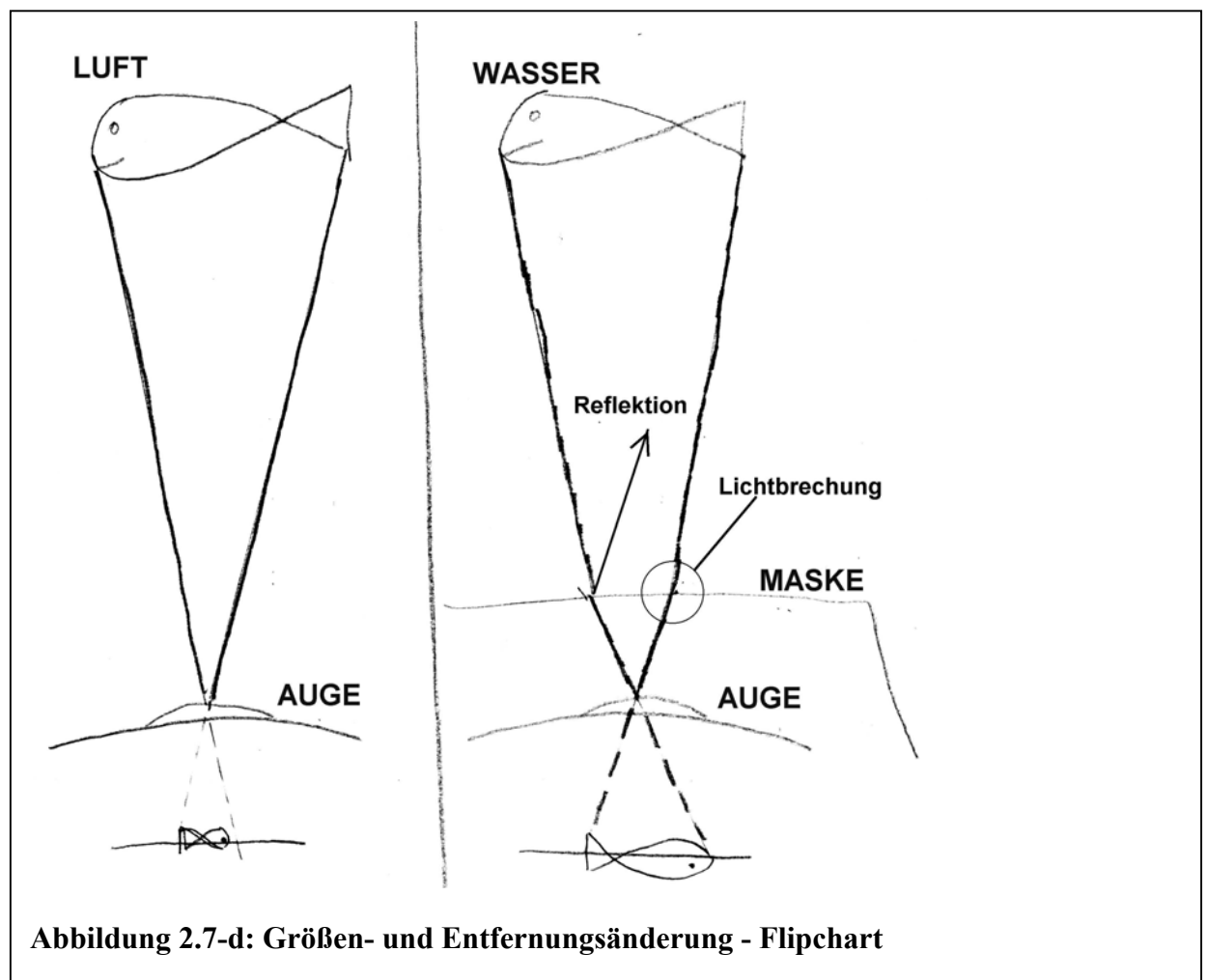
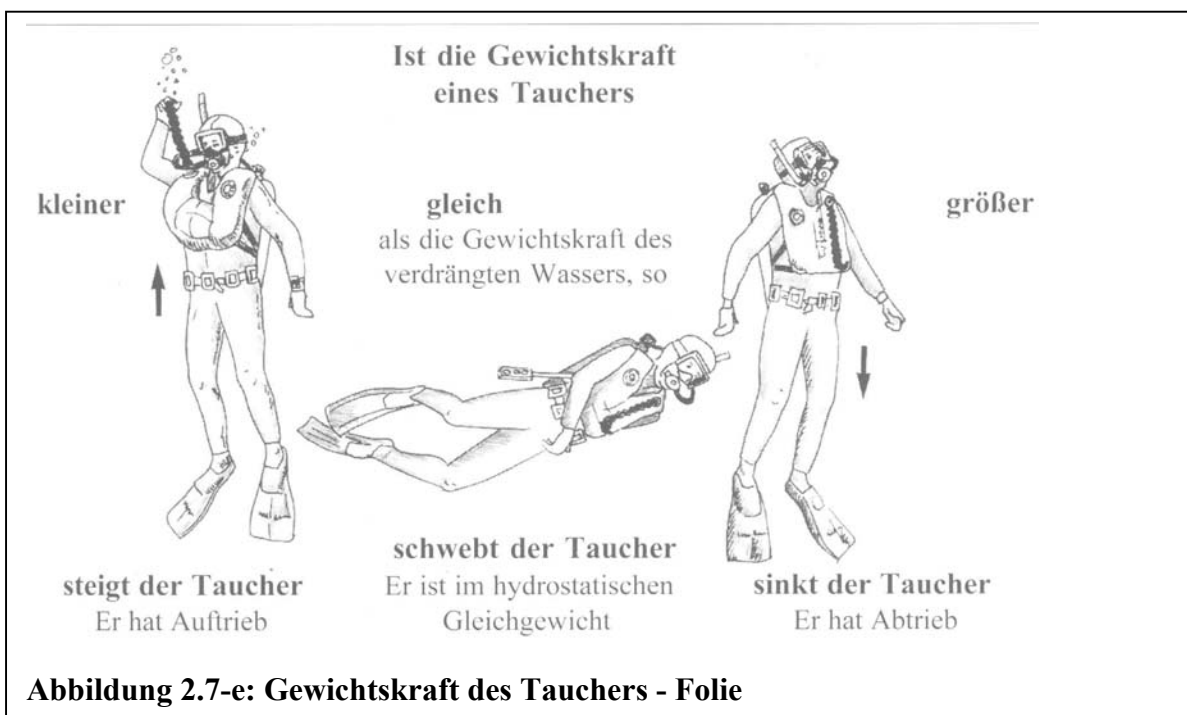
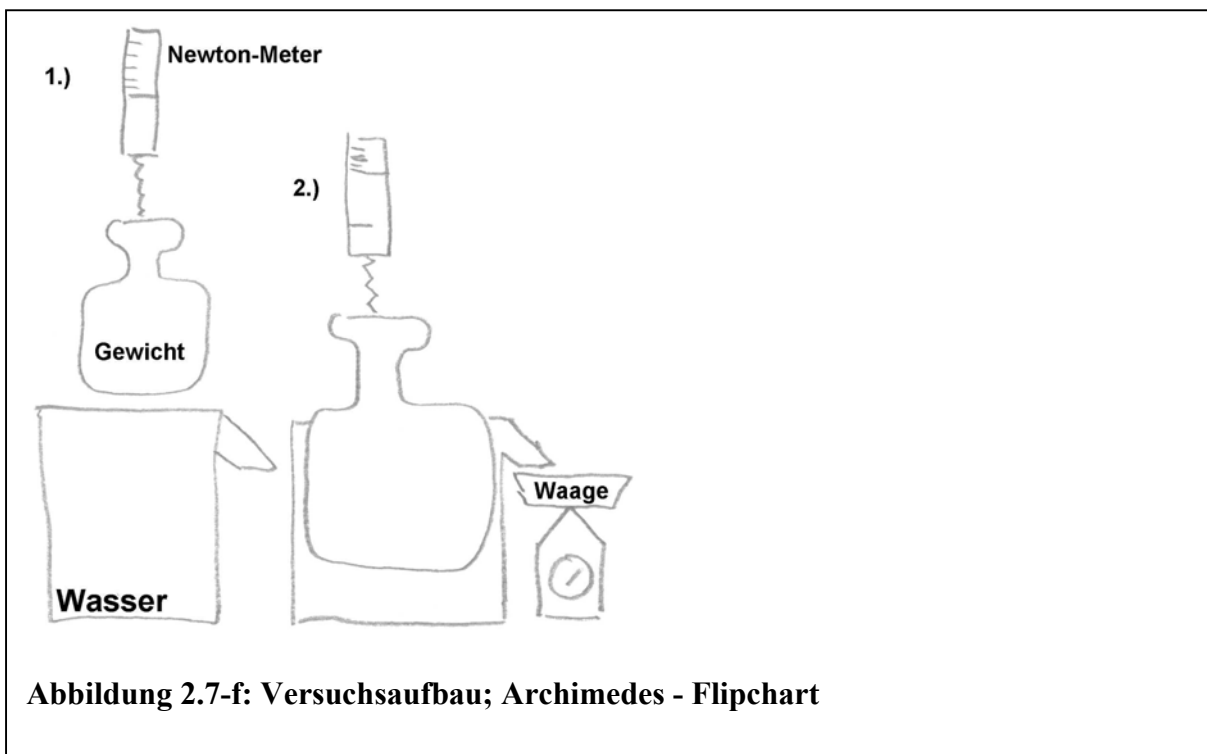


Abbildung 2.7-d: Größen- und Entfernungsänderung - Flipchart



Gewicht	Anzeige, außen	Anzeige, Innen	Gewicht, Wasser
1			
2			
3			

Ein in Wasser getauchter Körper verliert scheinbar soviel an Gewicht, wie das von ihm verdrängte Wasser wiegt.

2.8 8. Stunde – Dekompressionskrankheit / Umwelt

2.8.1 Themenanalyse

2.8.1.1 Themenbereich

Tauchmedizin und Tauchphysik. Biologie

2.8.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

- Einführung in die Dekompressionskrankheit
- Umweltgerechtes Verhalten beim Tauchen

2.8.1.3 Vorausgegangenes Thema

- Sehen und Hören unter Wasser
- Auf- und Abtrieb, Schweben im Wasser, Prinzip des Archimedes

2.8.1.4 Folgendes Thema

- Die drei Phasen des Tauchgangs
- Handhabung der Tauchtabelle

2.8.1.5 Stundenziel

- Die Schüler sollen Stickstoff als Ursache und die Folgen einer Taucherkrankheit aufzählen können und sie grob einordnen können.
- Die Schüler sollen wissen wie man die Taucherkrankheit verhindert.
- Die Schüler sollen einige gefährliche Tiere und die von ihnen ausgehende Gefahr kennen und ihr eigenes Verhalten darauf ausrichten können.

2.8.2 Didaktische Analyse

2.8.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Bisher gewonnene Kenntnisse über Physik werden vervollständigt und in Zusammenhang mit der Tauchpraxis gebracht. Mögliche Probleme während des Tauchgangs werden vorgestellt.

2.8.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Die Taucherkrankheit stellt die größte Gefahr während eines Tauchgangs dar. Ihr Ausbrechen ist aufgrund der heutigen Kenntnisse nur noch durch fehlerhaftes Verhalten zurückzuführen. Mit moderner Technik und dem dazugehörendem Wissen lassen sich Tauchgänge planen und gefahrlos durchführen. Dieses Wissen soll hier vermittelt werden. Dazu gehört auch die Einstellung, Tauchgänge geistig vor dem eigentlichen Abtauchen beginnen zu lassen, also Tauchgänge zu planen.

Hinzu kommt die Gefahr durch Lebewesen der man unter Wasser ausgesetzt sein kann.

2.8.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Beschreibung des Stickstoffverhaltens während des Tauchgangs
- Beschreibung einer Embolie und den Folgen
- Aufzählung von Tieren / Pflanzen anhand von Bildern und deren Gefahr sowie der ersten Behandlung

2.8.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

Anhand der Lokomotivenanalogie soll den Schülern das Verhalten von Stickstoff als Inertgas im Gegensatz zu Sauerstoff oder Kohlendioxid erklärt werden. Da es sich um eine bereits benutzte Darstellungsform handelt, die nur um eine weitere Komponente erweitert wird kann mit einem raschen Verständnis gerechnet werden. Mittels einer Sprudelwasserflasche wird den Schülern das Verhalten des Stickstoffs praktisch vorgeführt.

Da die Schüler bereits den Kreislauf mit seinen sich verkleinernden Arterien kennengelernt haben, können sie selbständig Rückschlüsse auf die Folgen einer Gasembolie ziehen.

Anhand von Bildern werden den Schülern verschiedene Tiere, ihre Gefahr und das taucherische Verhalten beim Kontakt erklärt.

2.8.3 Fachanalyse

2.8.3.1 Dekompressionskrankheit (auch: Taucher- oder Caissonkrankheit)

Die Dekompressionskrankheit stellt die klassische Taucherkrankheit dar. Sie kann in der Dekompressionsphase bei zu schnellem Aufstieg oder Nichteinhalten vorgeschriebener Austauschpausen entstehen. Es können sich dabei Stickstoffblasen im Körper bilden, die unter Umständen Blutgefäße verstopfen und so die weitere Sauerstoffzufuhr zu den dahinter liegenden Bezirken verhindern. Da jedoch jede Zelle Sauerstoff benötigt, kommt es je nach betroffenem Gebiet zu mehr oder weniger starken Schädigungen.

Bei der Zusammensetzung der Atemluft wurde der Anteil des Stickstoffs mit 78% angegeben. Tauchen wir ab, so nimmt der Umgebungsdruck zu, und auch der Stickstoff befindet sich unter einem erhöhten Druck in den Lungenbläschen. Im Blut dagegen befindet sich nur Stickstoff entsprechend dem geringeren Druck vor dem Abtauchen. Deshalb geht der Stickstoff vom Ort des höheren Drucks (Lungenbläschen) zum Ort des niedrigeren Drucks (Blut) über. Diesen Vorgang nennt man Diffusion. Mit dem Blut wird der Sauerstoff in alle Bereiche des Körpers transportiert, so daß sich der Körper unterschiedlich schnell (unter anderem abhängig von der Durchblutung) mit Stickstoff sättigt.

Tauchen wir auf, so läuft dieser Vorgang umgekehrt ab: da wir „mehr“ Stickstoff im Körper als in der Atemluft haben, geht der Sauerstoff wieder vom Blut in die Lungenbläschen über und wird abgeatmet.

Das geht aber nur, wenn die Aufstiegsgeschwindigkeit nicht zu hoch ist. Stellt man sich eine Mineralwasserflasche vor, so kann folgender Vergleich gezogen werden. Im Wasser ist das Gas Kohlendioxid gelöst, so wie der Stickstoff in unserem Körper. Wird die Mineralwasserflasche langsam geöffnet, so passiert fast nichts. Läßt man sie längere Zeit offen stehen, so entweicht das Kohlendioxid mit der Zeit.

Wenn dagegen die Flasche eventuell noch vorher geschüttelt und dann schnell geöffnet wird, perlen die Gasblasen schon im Wasser aus - es sprudelt. Die Druckentlastung war so schnell, daß das Kohlendioxid nicht an der Oberfläche, sondern schon im Wasser wieder in den gasförmigen Zustand übergegangen ist. Das gleiche passiert in unserem Körper, aber mit Stickstoff. Tauchen wir zu schnell aus, so ist die Druckentlastung so hoch, daß der Stickstoff schon im Körper wieder in den gasförmigen Zustand übergeht. Die entstehenden Stickstoffblasen verursachen die Dekompressionskrankheit.

2.8.3.2 Verletzungen durch Meerestiere

Man kann Verletzungen in nesselnd, beißend und stechend einteilen. Je nach Giftigkeit führen Vernesselungen vom leichtem Brennen bis zu Bewußtlosigkeit oder Tod. Zur Behandlung ist der Verletzte möglichst schnell aus dem Wasser zu retten und wegen der immer bestehenden Bewusstlosigkeit flach hinzulegen. Einige Tiere besitzen Gifte die Krämpfe auslösen und dadurch das Gifte weit im Körper verteilen. Die betroffenen Stellen sind mit alkalischen Substanzen ca. 2 bis 3 min abzuwaschen (z.B. Seifenlauge). Die weitere Behandlung muß in den meisten Fällen durch den Arzt fortgesetzt werden.

Bei Bißverletzungen durch Haie, Barrakudas oder Muränen steht die mechanische Schädigung des Gewebes im Vordergrund. Die Therapie sollte nach der Rettung aus dem Wasser aus sterilen Verbänden, Blutstillung und möglichst schneller ärztlicher Behandlung bestehen.

Seeigel kommen häufig vor und erzeugen beim eindringen in die Haut einen scharfen, brennenden Schmerz, sowie eine Rötung und Schwellung der Haut. Zur Behandlung versucht man, die Stacheln mit Hilfe einer Pinzette zu entfernen. Stachelreste können auch mit Hilfe von Essig- oder Zitronensaftumschlägen über längere Zeit aufgelöst werden.

2.8.4 Methodik

2.8.4.1 Vorüberlegungen

Da als Zielgruppe eine Altersspanne von 14 –16 Jahren vorgesehen ist, kann als Veranschaulichung die verspielte Lokomotivenanalogie herangezogen werden. Sie ist zwar, speziell in Hinsicht auf die Stickstoffdiffusion, als keineswegs wissenschaftlich zu bezeichnen, läßt aber ein Begreifen des Gaseverhaltens zu. In Hinsicht auf den Stickstoff ist das Ziel der Stunde den Schülern das Verhalten des Gases bei Druckveränderung und nicht die genauen physiologischen Veränderungen zu erläutern.

Sie sollen auch nicht als Mediziner bei der Behandlung von Verletzungen durch Meerestiere ausgebildet werden, sondern Kenntnis über deren Existenz erhalten.

2.8.4.2 Lernerfolgssicherung

Die Schüler sollen eine an der Flipchart erstellte Zeichnung abzeichnen, und eine Folie mit den Symptomen, der Therapie und der Prophylaxe abschreiben.

2.8.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

Eine Kohlensäureflasche dient zur Versinnbildlichung einer Embolie. Ansonsten werden Flipchart, Overheadprojektor und Diaprojektor benutzt.

2.8.5 Geplanter Stundenverlauf

2.8.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0´	Einleitung	3´ 2´	Einstieg (Was machen die Gase der Atemluft?) Zielsetzung der Stunde erklären	Frontal	
5´	1.Hauptteil	10´	Anzeichnen der Lok-Analogie	Gruppe	Flipchart
	„	5´	Wasserflaschenversuch	Lehrer	
	„	10´	Diskussion	Gruppe	Flipchart

	„	10´	Weiterführung; Zeichnung	Gruppe	
	„	10´	Erfolgsicherung	Schüler	
50´	2.Hauptteil	20´	Diashow	Lehrer	Diaprojektor
	„	10´	Sammlung von Tauchverhalten	Lehrer	Flipchart
	„	5´	Erfolgsicherung	Schüler	
85´	Schluß	5´	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.8.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Der Lehrer motiviert die Schüler zur Mitarbeit an der Zeichnung der Lokomotivenanalogie. Er zeichnet diese nach Vorgabe durch die Schüler. Diese Zeichnung beinhaltet sowohl den Bereich Lunge als auch den des Körpers bei Druckzunahme und langsamer Druckabnahme. Anschließend wird durch ihn der Stickstoff als „blinder Passagier“ eingezeichnet, der sich an den letzten Wagen anhängt und mit transportiert wird.

Mittels der Wasserflasche wird das Verhalten des Gases bei langsamer (langsames Öffnen der Flasche) und plötzlicher Druckentlastung vorgeführt. Die Schüler sollen die Zeichnung durch Vorschläge vervollständigen.

Der Lehrer zeichnet eine sich verengende Arterie. Er motiviert die Schüler, sich die Folgen einer Embolie und vorbeugende Maßnahmen auszumalen. Der Lehrer notiert sie.

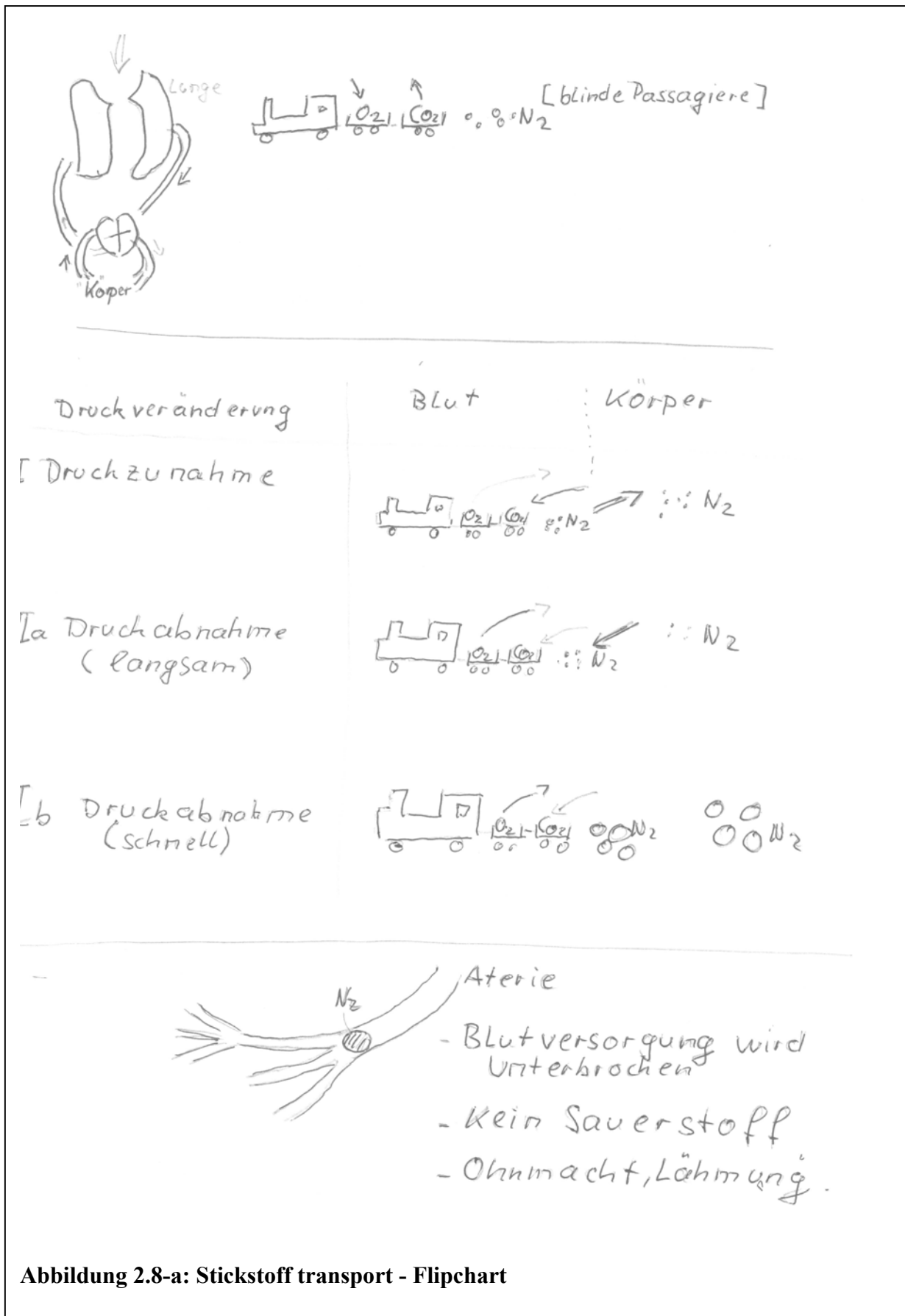
Im zweiten Teil der Stunde werden Dias von verschiedenen Tieren gezeigt, die sich mit unterschiedlichen Mechanismen wehren. Diese Mechanismen werden anschließend auf der Flipchart notiert und mit geeigneten Hilfsmaßnahmen und Vorbeugenden Verhaltensweisen versehen. Der Vergleich mit dem eigenen Wohnzimmer, in das jeden Tag mehrere Taucher einstürmen, alles anfassen und umstürzen, soll den Schülern ein Gefühl für Lebewesen und deren Bedürfnisse geben. Ziel ist, den Schüler klarzumachen, daß sie Gast in einem anderen Lebensraum sind und sich die dortigen Bewohner eventuell wehren. Der Lehrer sammelt Vorschläge für ein umweltgerechtes Verhalten beim Tauchen.

2.8.5.3 geplantes Schülerverhalten

Die Schüler sollen ihr erworbenes Wissen einbringen und aus dem gelernten weiterführende Schlüsse ziehen. Die Zeichnung zur Lokomotivenanalogie ist ihnen bekannt und kann deshalb von ihnen beschrieben werden. Sie sollen, durch Fragen des Lehrers gesteuert; die Folgen eines zu schnellen Aufstiegs erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen vorschlagen.

Im zweiten Teil sollen die Schüler entspannen und sich in erster Linie den Bildern widmen. Ziel ist nicht die Kenntnis der medizinischen Versorgung sondern der Vorbeugung. Dazu zählt in erster Linie die Regel „Finger Weg“. Die Schüler sollen ihrerseits Vorschläge machen wie man sich beim Tauchen verhalten soll.

2.8.6 Tafelbilder



Sporttaucher benutzen Parkplätze und vorhandene Einstiege ins Gewässer!

*

Sporttaucher dringen nicht in Schilf- und Wasserpflanzenbestände ein!

*

Sporttaucher bleiben den Nist-, Laich- und Ruheplätzen fern!

*

Sporttaucher achten auf einen ausreichenden Abstand zum Gewässergrund und wirbeln kein Sediment auf!

*

Sporttaucher berühren und füttern keine wildlebenden Tiere!

*

Sporttaucher harpunieren nicht; sie kaufen und sammeln keine Tiersouvenirs!

*

Sporttaucher beobachten kritisch ihren See und halten die Tauchgewässer und ihre Uferzonen sauber!

*

Sporttaucher befolgen die Arten- und Naturschutzbestimmungen!

*

Sporttaucher lassen ihren Kompressor nur dort laufen, wo er niemanden stört!

*

Sporttaucher halten ihre Kameraden an, sich ebenfalls umweltbewußt zu verhalten!

Abbildung 2.8-b: Umweltgerechtes Tauchen - Folie

2.9 9. Stunde – Dekompressionstabelle

2.9.1 Themenanalyse

2.9.1.1 Themenbereich

Tauchpraxis. Vertiefung von Medizin und Physik

2.9.1.2 Thema der Unterrichtsstunde

- Die Benutzung der Dekompressionstabelle
- Die drei Phasen des Tauchgangs aus medizinischer Sicht

2.9.1.3 Vorausgegangenes Thema

- Einführung in die Dekompressionskrankheit
- Vergiftungen durch Tiere und Pflanzen

2.9.1.4 Folgendes Thema

- Dekompressionstabelle
- Umwelt

2.9.1.5 Stundenziel

- Die Schüler sollen die Gefahren während der drei Tauchphasen kennen.
- Die Schüler sollen die Fachausdrücke der Dekompressionstabelle und die zur Benutzung notwendige Ausrüstung kennen.
- Die Schüler sollen die Dekompressionstabelle benutzen können.

2.9.2 Didaktische Analyse

2.9.2.1 Einordnung des Themas in die Unterrichtsreihe

Anwendung von bereits Gelerntem. Praktische Umsetzung der physikalischen und Medizinischen Kenntnisse.

2.9.2.2 Allgemeiner Sinnzusammenhang des gewählten Themas

Je nach Tauchphase wird der Taucher mit unterschiedlichen physikalischen Phänomenen und den daraus resultierenden Gefahren konfrontiert. In jeder Phase müssen die jeweiligen Probleme bekannt sein und durch geeignete Maßnahmen einen Unfall zu vermeiden. Zu den bereits bekannten Gefahren kommt die Taucherkrankheit hinzu.

2.9.2.3 Strukturierung des Inhalts

- Unterteilung des Tauchgangs in drei (fünf Phasen)
- Zuordnung von Druckänderungen
- Zuordnung von möglichen medizinischen Gefährdungen
- Beschreibung der Dekompressionskrankheit

2.9.2.4 Veranschaulichung des Gegenstandes für die Schüler

Anhand einer Skizze wird ein Tauchgang versinnbildlicht. Zu jeder der Phasen wird die Bezeichnung die physikalische Veränderung und die Risikofaktoren dargestellt.

Die Dekompressionskrankheit wird anhand einer Sprudelwasserflasche veranschaulicht. Hierzu wird zusätzlich auf die Lokomotivanalogie zurückgegriffen.

2.9.3 Fachanalyse

2.9.3.1 Handhabung der Austauschtablelle

In dem Abschnitt über die Dekompressionskrankheit wurde erklärt, warum die Einhaltung der Aufstiegsgeschwindigkeit und der Austauschpausen so wichtig ist. Da die im Körper gelöste Menge des Stickstoffs von dem Umgebungsdruck abhängig ist, kann es beim Nichteinhalten dieser Regeln zur Bildung von Gasblasen im Blut und in allen Körperbereichen kommen. Damit der Taucher unter Wasser eine Möglichkeit hat, diese Austauschpausen zu berechnen, gibt es sogenannte Dekompressions- oder Austausch Tabellen. Wie man auch mit Hilfe von Dekompressionscomputern diese Werte bestimmen kann, wird nun erläutert.

Die von Sporttauchern heute verwendete und hier abgedruckte Tabelle DECO ,92 wurde von Dr. Max Hahn berechnet. Die hier abgebildete Tabelle ist gültig für Gewässer bis 700 m über dem Meeresspiegel. Für höher gelegene Seen muß eine spezielle Bergseetabelle verwendet werden. Dann muß ggf. auch der Tauchcomputer für Bergseen geeignet sein, es sollte vor dem ersten Tauchgang eine ausreichende Adaptionszeit (Anpassungszeit) an die Höhe eingehalten werden, und es ist besonders auf Schutzmaßnahmen gegen Auskühlung und Flüssigkeitsverlust zu achten.

Bei Verwendung der Tabelle DECO ,92 ist eine Aufstiegsgeschwindigkeit von 10 m/ min einzuhalten. Aus Tiefen unterhalb von 25 m kann auch schneller aufgestiegen werden. Oberhalb von 10 in Tiefe wird eine Aufstiegsgeschwindigkeit von 6 m/min empfohlen.

Zum Verständnis der Tabelle müssen einige Begriffe erklärt werden:

- **Austauchen** ist das Auftauchen unter Einhaltung der Dekompressionsregeln.
- **Grundzeit** ist der Zeitraum vom Verlassen der Oberfläche beim Abtauchen bis zum Beginn des Austauchens.
- **Nullzeit** ist die maximale Grundzeit, bei der noch keine Austauschpausen eingehalten werden müssen.
- **Austauchpausen** sind die Zeiten, die gemäß Tabelle auf bestimmten Tiefen verbracht werden müssen.
- **Austauchstufen** sind die Wassertiefen, in denen die Austauschpausen verbracht werden müssen.
- **Wiederholungstauchgänge** sind Tauchgänge, für die sich ein Zeitzuschlag gemäß Tabelle ergibt.
- **Oberflächenpause** ist die zwischen zwei Tauchgängen nicht unter Wasser verbrachte Zeit.

Die Tabelle ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt. Auf der Vorderseite befindet sich der Hauptteil, aus dem sich die Austauschpausen, die Nullzeit und die Wiederholungsgruppe ablesen lassen. Auf der Rückseite befindet sich die Tabelle zur Bestimmung des Zeitzuschlags bei Wiederholungstauchgängen, in die die Oberflächenpause, die Wiederholungsgruppe und die Tiefe des Wiederholungstauchgangs einfließen.

In der ersten Spalte sind die Tauchtiefe und die zugehörige Nullzeit ablesbar. In der zweiten Spalte befinden sich die Grundzeiten, und in der letzten Spalte der Buchstabe, der die Wiederholungsgruppe kennzeichnet. Zwischen der ersten und der letzten Spalte befinden sich die Angaben, auf welchen Tiefen wie lange dekomprimiert werden muß. Auf der Tabelle für Wiederholungstauchgänge befindet sich im oberen Teil für jede Wiederholungsgruppe eine Zeile mit Oberflächenpausen und darunter eine Tabelle mit Zeitzuschlägen für die jeweilige Tiefe.

Die Nullzeit ist in Minuten unter der Tauchtiefe angegeben. Ist die tatsächliche maximale Tauchtiefe nicht auf der Tabelle aufgeführt, so wird bei der nächsthöheren Tiefe abgelesen.

Zuerst wird in der Spalte Tauchtiefe die maximale Tiefe des Tauchgangs aufgesucht. Auch hier wird bei der nächsthöheren Tiefe abgelesen, wenn die tatsächliche maximale Tauchtiefe nicht aufgeführt ist. In dem so bestimmten Tiefenbereich der Tabelle muß in der Spalte „Grundzeit“ die unter Wasser verbrachte Grundzeit gesucht werden. Auch hier wird, falls die tatsächliche Grundzeit nicht aufgeführt ist, unter der nächsthöheren Zeitstufe nachgesehen. Anschließend geht man in der durch die Grundzeit bestimmten Zeile nach rechts und findet in der Spalte „Dekopausen“ eine oder mehrere Eintragungen. Dies sind die Zeiten in Minuten, die auf der oberhalb der Spalte angegebenen Tiefe verbracht werden müssen, um einer Dekompressionskrankheit vorzubeugen.

Werden an einem Tag mehrere Tauchgänge durchgeführt, so ist der Stickstoffgehalt des vorangegangenen Tauchgangs bei dem Folgetauchgang in der Regel noch nicht vollständig abgebaut. Dieser erhöhte Stickstoffgehalt des Körpers muß bei der Berechnung des nachfolgenden Tauchgangs berücksichtigt werden. Entsprechend der Zeit und Tiefe des ersten Tauchgangs wird in der zugehörigen Zeile unter der Spalte „Wiederholungsgruppe“ ein Buchstabe abgelesen.

In der Wiederholungstauchgang-Tabelle findet man den Buchstaben der Wiederholungsgruppe wieder. In der zugehörigen Zeile sind verschiedene Zahlen aufgeführt, die Zeitangaben darstellen. Die Zahl vor dem Punkt bedeutet Stunden, die Zahl hinter dem Punkt Minuten. Man muß nun nachsehen, zwischen welchen beiden Zeitangaben die Oberflächenpause liegt. Ist die Oberflächenpause länger als die größte Zeitangabe, so ergibt sich kein Zeitzuschlag zu der Grundzeit des zweiten Tauchgangs. Falls die Oberflächenpause genau so lang sein sollte wie eine der Zeitangaben in der ‚Oberflächenpausentabelle‘ so nimmt man aus Sicherheitsgründen den links davon stehenden Pfeil. Man sucht nun in der unter dem Pfeil befindlichen Spalte die Zahl, die in der zu der Tiefe des zweiten Tauchgangs gehörigen Zeile steht.

Ist die Tiefe des zweiten Tauchgangs nicht aufgeführt, so wird in der Zeile mit der nächstkleineren Tiefenstufe abgelesen. Die so ermittelte Zahl gibt den sogenannten „Zeitzuschlag“ in Minuten an, den man zu der Grundzeit des zweiten Tauchgangs addieren müssen, bevor man die Dekompressionspausen des Wiederholungstauchgangs abliest.

Wie bei dem ersten Tauchgang suchen man bei einem Wiederholungstauchgang die Tiefe bzw. die nächsthöhere Tiefe in dem Hauptteil der Tabelle auf und geht in der Zeile der betreffenden Zeitstufe nach rechts. Dort kann dann die Austauschpause gelesen werden.

Im Unterschied zum ersten Tauchgang berücksichtigt man zur Bestimmung der Stufe jetzt jedoch nicht die Grundzeit sondern die Summe aus Grundzeit und Zuschlag.

2.9.3.2 Die drei Phasen des Tauchgangs aus medizinischer Sicht

Aufgrund der bisherigen Unterrichtsinhalte, kann man einen Tauchgang in die Phasen Abstieg, Tauchgang und Aufstieg unterteilen. Dieser Einteilung liegt die Druckveränderung in jeder Phase zugrunde. Dementsprechend werden die Phasen auch als Kompressionsphase, Isopressionsphase und Dekompressionsphase bezeichnet. Ihnen können Barotraumen (Unterdruck und Überdruck), Gasvergiftungen (N_2 , CO_2) und die Dekompressionskrankheit zugeordnet werden.

Hinzu kommen die während des ganzen Tauchgangs herrschenden Gefahren durch Tiere und Pflanzen, sowie durch Unachtsamkeit. Nimmt man die Zeit vor und nach dem eigentlichen Tauchgang hinzu, in denen Kälte bzw. Hitze zu Schäden führen können erhält man fünf Phasen.

2.9.4 Methodik

2.9.4.1 Vorüberlegungen

Die folgende Unterrichtsstunde besteht zum größten Teil aus Aufgaben die von den Schülern selbst gelöst werden sollen. Die Grundlagen der Dekotabelle wird im ersten Teil vom Lehrer vorgestellt. Die Handhabung dieser Tabelle erlernen die Schüler jedoch am besten durch häufige Übung. Diese Übung ist wichtig im Hinblick auf eine automatische Benutzung der Tabelle, da dies in den meisten Fällen unter Wasser geschieht. Es muß deshalb gewährleistet sein, daß die Schüler ohne lange Überlegung in der Lage sind die Tabelle zu benutzen. Die Durchführung in Gruppenarbeit soll verwandt werden.

Im zweiten Teil erhalten die Schüler ein Unterrichtsblatt, auf dem die Schüler in Gruppenarbeit alle problemauslösenden Faktoren beim Taucher notieren sollen. Dies stellt eine Zusammenfassung aller bisherigen Unterrichtseinheiten dar.

2.9.4.2 Lernerfolgssicherung

Die Schüler benutzen ihr Logbuch, das sie bei Eintritt in den Verein erhalten haben. Darin ist eine Dekotabelle abgedruckt. Zusätzlich erhalten die Schüler ein Blatt mit aufgedrucktem Tauchgangsverlauf. Sie führen die einzelnen Rechnungen selbstständig durch und notieren die Ergebnisse auf den Blättern.

2.9.4.3 Unterrichtsmittel / Medien / Materialien

Es werden Unterrichtsblätter, Overheadprojektor und Flipchart für eventuelle Rechnungen benutzt.

2.9.5 Geplanter Stundenverlauf

2.9.5.1 zeitlicher Ablauf

Zeit, ges.	Phase	Zeit, Teil	Inhalt	Kommentar	Material
0'	Einleitung	3' 2'	Einstieg (Dekokrankheit) Zielsetzung der Stunde erklären	Frontal	
5'	1.Hauptteil	10'	Erklärung der Fachausdrücke	Lehrer	Folie
	„	10'	Beispielrechnung eines TG's	Lehrer	Flipchart
	„	20'	Beispielrechnung TG's	Gruppe	Blatt
	„	10'	Erfolgsicherung auf Folie	Schüler	
55'	2.Hauptteil	15'	Tauchgangsverlauf	Gruppe	Blatt
	„	10'	Erfolgsicherung auf Folie	Lehrer	
	„	5'	Erfolgsicherung	Schüler	
85'	Schluß	5'	Ausblick auf nächste Stunde	Frontal	

2.9.5.2 geplantes Lehrerverhalten

Der Lehrer erklärt die für die Benutzung der Dekotabelle notwendigen Fachausdrücke und gibt den Schülern ein Unterrichtsblatt mit den Begriffen aus.

Anschließend wird der Gebrauch der Dekotabelle inkl. Wiederholungstauchgänge anhand von Beispielen erklärt.

Im weiteren Verlauf erhalten die Schüler verschiedene Tauchgänge und sollen daraus die Dekostopps ermitteln. Hierbei hält sich der Lehrer zurück und gibt nur in ausweglosen Situationen Ratschläge. Die Beispiele beinhalten auch Tauchgänge die mit überlangen Dekostopps geführt werden sollen. Die Schüler sollen selbst über den Sinn dieser Tauchgänge urteilen.

Im zweiten Teil erhalten die Schüler den Vordruck der drei Tauchphasen, die sie selbständig ausfüllen sollen. Auch hierbei hält sich der Lehrer in Hintergrund und überläßt die Lösung der Gruppenarbeit.

2.9.5.3 geplantes Schülerverhalten

Die Schüler sollen die Handhabung der Dekotabelle verinnerlichen um auch unter Streß zu einem gefahrlosen Ergebnis kommen. Durch Übung in Gruppenarbeit sollen sie Teamarbeit lernen und sich in der Handhabung der Tabelle versiert zeigen. Durch die Bearbeitung verschiedener Tauchgänge sollen sie die Folge von längeren Tauchgängen in großen Tiefen kennen lernen und sich ein Urteil über deren Sinn machen. Insbesondere ist hier die Kälte bei zu langen Dekostopps zu berücksichtigen. Die Ergebnisse werden auf der Folie eingegeben.

2.9.5.4 Tafelbilder

Austauchen

ist das Auftauchen unter Einhaltung der Dekompressionsregeln

Grundzeit

ist der Zeitraum vom Verlassen der Oberfläche beim Abtauchen bis zum Beginn des Austauchens

Nullzeit

ist die maximale Grundzeit, bei der noch keine Austauschpausen eingehalten werden müssen.

Austauchpausen

sind die Zeiten, die gemäß Tabelle auf bestimmten Tiefen verbracht werden müssen.

Austauchstufen

sind die Wassertiefen, in denen die Austauschpausen verbracht werden müssen.

Wiederholungstauchgänge

sind Tauchgänge, für die sich ein Zeitzuschlag gemäß Tabelle ergibt.

Oberflächenpause

ist die zwischen zwei Tauchgängen nicht unter Wasser verbrachte Zeit.


Abbildung 2.9-a: Fachbegriffe - Folie

Tauchtiefe (m) Nutzzeit (min)	Grundzeit (min)	Dekompassen			Wiederholungsgr		
		6	3				
9 653	20				B		
	40				C		
	80				D		
	120				E		
12 192	15				B		
	30				C		
	45				D		
	60				E		
	90				F		
15 99	15				C		
	30				D		
	45				E		
	60				F		
	90				G		
	18 65	10				B	
20					C		
30					D		
40					E		
60					F		
70		2			G		
80		6			G		
90		12			G		
21 40	10				B		
	20				D		
	30				E		
	40				F		
	50	2			F		
	55	4			G		
	60	8			G		
	65	10			G		
	70	14			G		
75	18			G			
24 27	10				C		
	20				D		
	30		1		E		
	40		3		F		
	45		6		F		
	50		10		G		
	55		13		G		
	60		18		G		
	65	1	22		G		
	70	2	25		G		
75	5	27		G			
27 21	10				C		
	20				D		
	25		1		F		
	30		3		F		
	35		5		F		
	40		8		F		
	45	1	12		F		
	50	2	16		G		
	55	4	20		G		
	60	6	24		G		
	30 17	10				C	
15					D		
20			1		D		
25			3		E		
30			5		F		
35		1	8		F		
40		3	13		G		
45		5	17		G		
50		7	22		G		
55		10	26		G		
60		13	28		G		
33 15		5				B	
	10				C		
	15				D		
	20		3		E		
	25		5		F		
	30		7		F		
	35		13		G		
	40	1	18		G		
	45	2	23		G		
	50	3	27		G		
	36 9	5				B	
		10		1		C	
		15		2		D	
20			4		E		
25			6		F		
30		1	11		G		
35		2	16		G		
40		3	23		G		
45		5	27		G		
39 7		5				C	
		10			1	D	
		15			4	F	
		20		3	4	F	
		25		1	4	8	G
	30		3	5	14	G	
	35	1	3	8	21	G	
	40	1	5	11	26	G	
	42 6	5				C	
		10			1	D	
		15		1	4	E	
		20		1	3	6	F
		25		3	4	12	G
		30	1	4	6	18	G
		35	2	5	10	25	G
45 5		3				B	
		6			1	D	
		9			1	E	
		12			4	E	
		15		3	4	E	
		18		1	4	5	F
		21		3	4	9	G
		24	1	3	5	14	G
		27	2	3	6	18	G
	30	3	4	8	23	G	
	48 4	3				C	
		6			1	D	
		9			2	E	
		12		1	4	E	
		15		4	5	F	
		18		2	4	7	F
		21	1	3	5	12	F
24		2	4	5	17	G	
27		3	4	8	22	G	
51 4		3				C	
		6			1	D	
		9			3	E	
		12		3	4	F	
		15		2	4	5	F
		18		4	4	9	F
		21	2	4	5	15	G

**Austauchtabelle
Bühlmann / Hahn
0-250m ü.b. N.N.**

Aufstiegsgeschwindigkeit 10 m/min

Abbildung 2.9-b: Dekotabelle 1 - Folie

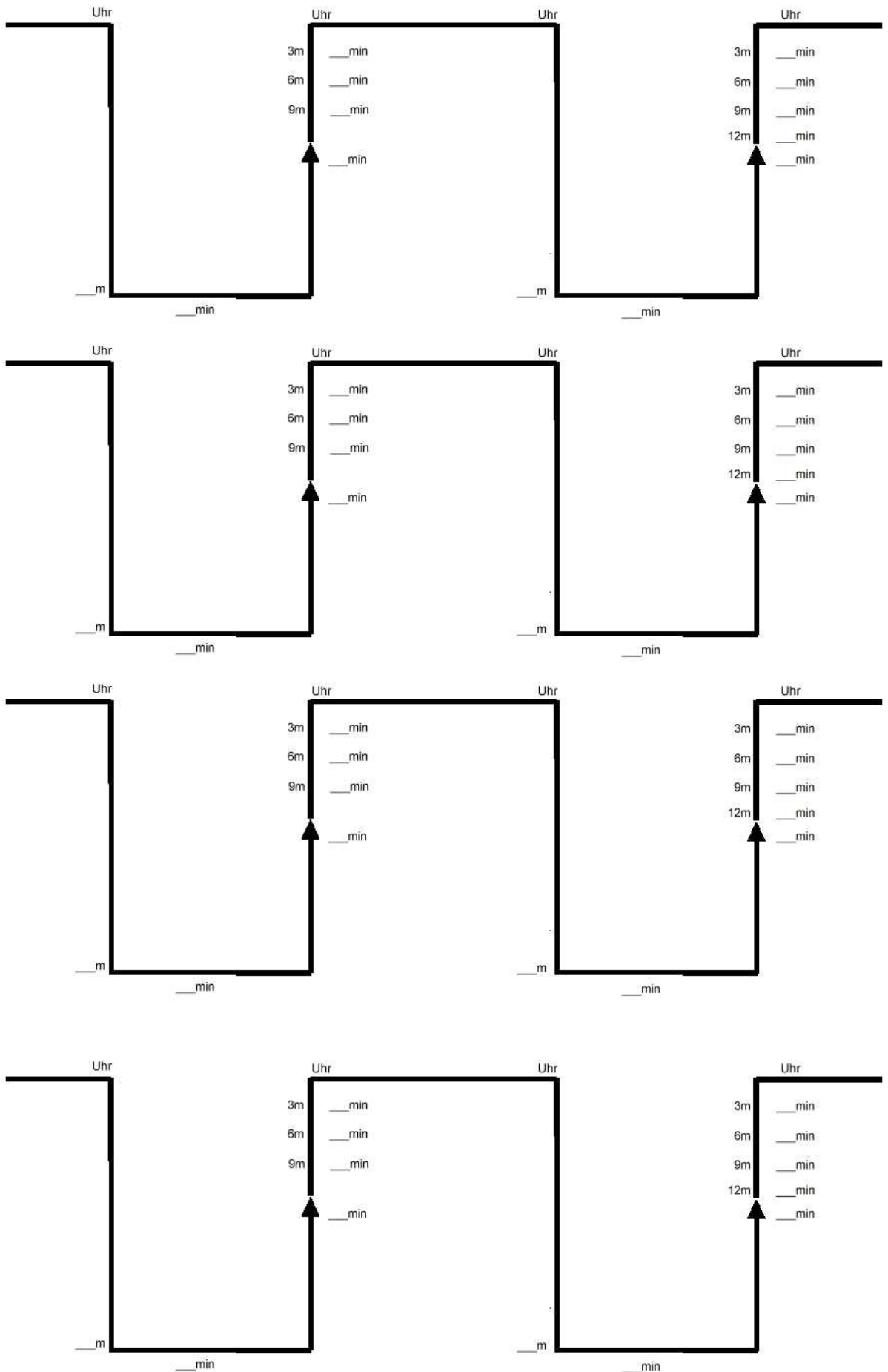
		Oberflächenpause (h.min.)							
Wiederholungs- Gruppe	G	.15	.30	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00	36 h
	F		.15	.30	1.30	2.15	3.00	4.00	30 h
	E			.15	.30	1.00	2.00	3.00	24 h
	D				.15	.30	1.00	2.00	18 h
	C					.15	.45	2.00	12 h
	B						.30	1.30	6 h

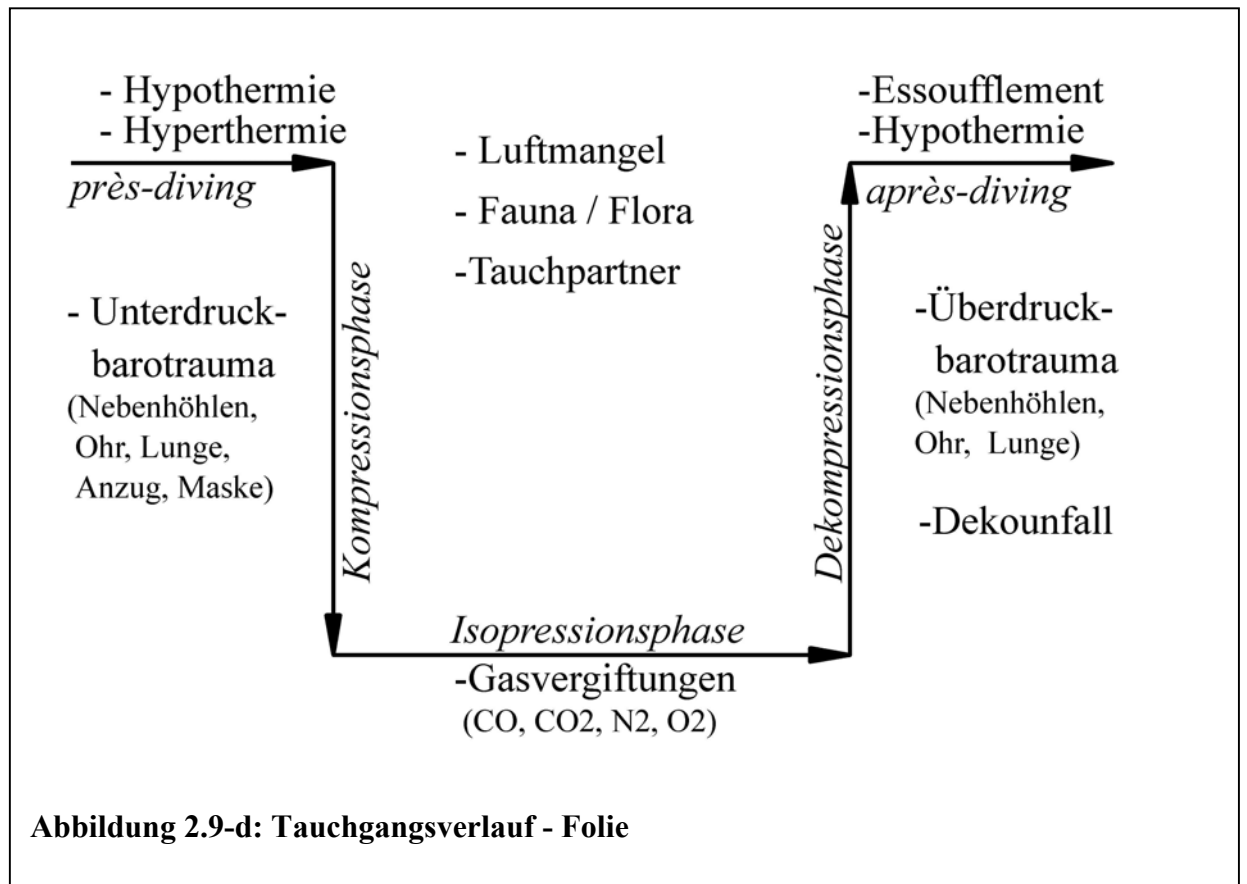
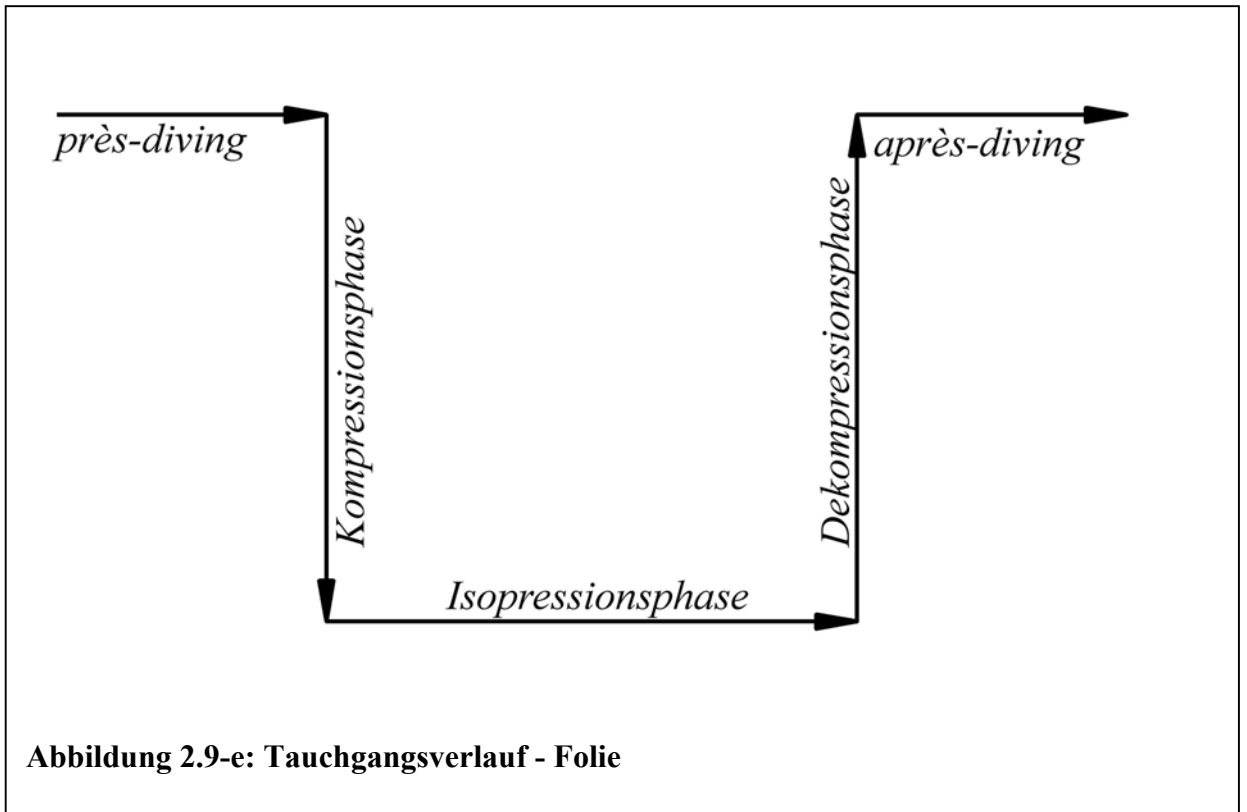
Tiefe des Wiederholungstauchgangs (m)	9	163	158	149	134	103	70
	12	80	79	75	56	28	19
	15	61	50	47	32	13	10
	18	39	37	34	22	11	8
	21	31	29	27	17	9	7
	24	26	24	23	14	8	6
	27	23	21	19	12	8	5
	30	20	18	17	10	7	5
	33	18	16	15	9	6	4
	36	16	15	13	7	5	4
	39	14	13	12	6	5	3
	42	13	12	11	5	5	3
	45	12	11	10	5	4	3
	48	11	10	9	4	4	3
	51	11	9	8	3	3	2
	54	10	8	7	3	3	2
	57	9	7	6	2	2	2
	60	8	7	6	2	2	2
	63	7	6	5	2	2	2

Zeitzuschlag zur Grundzeit (min.)

Abbildung 2.9-c: Dekotabelle 2 - Folie

9. Stunde – Dekompressionstabelle





Ergebnis

3 Anhang

-
- ⁱ Kromp/Roggenbach/Bredebusch Praxis des Tauchens, Delius Klasing-Verlag 2001
ⁱⁱ Stibbe, Axel Sporttauchen, Heinrich Schreck KG, 2001