Experimente im Biologieunterricht: Lohnt sich der Aufwand?

Eine Feldstudie im Biologieunterricht der 6. Schulstufe

Bachelorarbeit

zur Erlangung des Lehramtes für den Studiengang

Neue Mittelschule

Eingereicht an der Pädagogischen Hochschule Tirol

Betreuerin: Mag. Silvia Hirsch

Betreuerin: Mag. Dipl.-Päd. Petra Bucher-Spielmann

Eingereicht von: Bianca Tritscher

Innsbruck, den 30.03.2016

PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE TIROL

Vorwort

Wenn ich mich an meine eigene Schulzeit in der AHS Unterstufe zurückerinnere, muss ich leider feststellen, dass Versuche nicht Teil des Biologieunterrichts waren. Erst an der PHT konnte ich erkennen, welchen Nutzen Experimente für mein eigenes Lernen und Denken haben und wie wichtig es ist, selbst Versuche durchzuführen und Kenntnisse daraus zu gewinnen. Darum habe ich mich entschlossen, meine Bachelorarbeit dem Gebiet der sinnesphysiologischen Experimente im Unterricht zu widmen und mich genauer mit dem Thema zu beschäftigen.

Ganz besonders möchte ich mich bei der Neuen Mittelschule Reith im Alpbachtal bedanken, die mich während des dreiwöchigen Praktikums im fünften Semester so herzlich aufgenommen hat. Ein besonderes Dankeschön gebührt auch meiner Praxislehrerin Frau Lisa Kern, welche mich bei den Experimenten und der Durchführung der Untersuchungen in der 6. Schulstufe tatkräftig unterstützt hat.

Abstract

In meiner Bachelorarbeit wird am Beispiel von sinnesphysiologischen Experimenten zum Hören die Sinnhaftigkeit von Experimenten im Biologieunterricht erforscht und der Frage nachgegangen, wie sich Untertitel auf das Verständnis von Filmen auswirken. Dabei wird auf folgende Fragestellungen eingegangen:

Was sollen Experimente im Biologieunterricht bewirken?
Wirkt sich die Durchführung von Experimenten im Biologieunterricht auf das Verständnis der dahinter liegenden Konzepte aus?
Wie sinnvoll sind Experimente im Biologieunterricht – zahlt sich der Aufwand aus?
Sind Untertitel bei Schulfilmen für das Verständnis von Inhalten hilfreich?
Um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, werden zwei Klassen der 6. Schulstufe miteinander verglichen. Die Klasse 2a führt sinnesphysiologische Experimente zum menschlichen Gehör durch, während die Kontrollklasse 2b mittels konventionellen Unterrichts über das Thema informiert wird. Ziel beider Unterrichtseinheiten ist es, den anatomischen Aufbau des menschlichen Ohres, die Leistungen des Hörsystems, das räumliche Hören und die Funktion des Hörnervs zu vermitteln. Zu den dabei ausgewählten sinnesphysiologischen Experimenten zählen das Richtungshören, die Schallleitung im Mund und im Knochen. In beiden Klassen wird der LeOn Film „Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn – Hören 1“ mit Untertiteln gezeigt. Im Schüler-Lehrer-Gespräch werden die gesehenen Inhalte nochmals besprochen. Abschließend wird eine schriftliche Befragung beider Klassen durchgeführt, welche Aufschluss über das Verständnis der Inhalte geben soll. Die SchülerInnen der Klasse 2a füllen zusätzlich einen Fragebogen zu den Experimenten aus, welcher Erkenntnisse zur Durchführbarkeit, Gefallen, Ablauf und Verständnis der Experimente geben soll. Auch der LeOn Film wird mittels eines Fragebogens bewertet. Allerdings wird dieser erst nach einer Zeitspanne von 90 Tagen von den SchülerInnen ausgefüllt, um zu testen, wieviel von dem Gesehenen im Langzeitgedächtnis der SchülerInnen gespeichert wurde. Diese

Arbeit leistet somit einen Beitrag zur Durchführung von Experimenten im Unterricht und untersucht die Sinnhaftigkeit von Untertiteln bei Schulfilmen.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitende Bemerkungen 1

2 Welche Bedeutung haben Versuche im Biologieunterricht? 2

2.1 Kriterien für die Unterrichtsqualität 2

2.2 Was macht guten Biologieunterricht aus? 2

2.3 Fachgerechte Denk- und Arbeitsweisen für den Biologieunterricht 3

2.4 Lehrplanbezug 6

3 Die Rolle von Schulfilmen im Unterricht 6

3.1 Die Arbeit mit Medien 6

3.2 Funktionen der Medien im Lehr-Lern-Prozess 7

3.3 Risiken und Gefahren von Medien 8

3.4 Was leistet der Unterrichtsfilm? 9

3.5 Schwierigkeiten beim Filmeinsatz 9

3.6 Auswahlkriterien für den Unterrichtsfilm 11

3.7 Integration des Films in den Unterricht 12

4 Welche Auswahlkriterien sind bei Versuchen im Unterricht zu beachten? 14

5 Versuche zum menschlichen Gehör 15

5.1 Wissensgrundlagen 15

5.1.1 Begriffserklärung Sinnesphysiologie 15

5.1.2 Anatomischer Aufbau des Hörorgans 18

5.1.3 Die Leistungen des Hörsystems 21

5.1.4 Die Aufgaben des Mittel- und Innenohres 23

5.1.5 Der Hörnerv 24

5.1.6 Räumliches Hören 26

5.1.7 Otoakustische Emissionen 27

6 Welche Methoden wurden verwendet und warum 28

6.1 Versuche zum menschlichen Gehör 29
6.1.1 Schallleitung im Mund 29
6.1.2 Schallleitung über die Knochen 31
6.1.3 Experiment Richtungshören 32
7 Fragebögen 33
7.1 Fragebogen zu den Experimenten 33
7.2 Fragebogen zum LeOn Film 34
8 Ergebnisse 34
8.1 Auswertung der schriftlichen Überprüfung Klasse 2a 34
8.2 Auswertung der schriftlichen Überprüfung Klasse 2b 35
8.3 Bewertung der Versuche durch die SchülerInnen 36
8.4 Bewertung des LeOn Films durch die SchülerInnen 37
9 Diskussion 39
10 Abschließende Bemerkungen 41
11 Literaturverzeichnis 43
12 Eidesstattliche Erklärung 45
13 Anhang
13.1 Fragebögen
13.2 Stundenbilder
13.3 Fragen zum LeOn Film
13.4 Overheadfolie
13.5 Arbeitsblätter
13.6 Schriftliche Überprüfung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau des menschlichen Ohres 20
Abbildung 2: Schematische Darstellung der zentralen Hörbahn 26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Filmeinsatz in den Unterrichtsphasen 12
Tabelle 2: Dynamikbereich des Ohres 22
Tabelle 3: Gesamtergebnis Klasse 2a 35
Tabelle 4: Gesamtergebnis Klasse 2b 35
Tabelle 5: Ergebnisse des Fragebogens zu den Experimenten 36
Tabelle 6: Ergebnisse des Fragebogens zum LeOn Film 37

1 Einleitende Bemerkungen

Es ist mir ein persönliches Anliegen, meinen eigenen Unterricht anschaulich und spannend zu gestalten, so dass das Interesse der SchülerInnen geweckt wird. Aufgrund meiner Praxiserfahrung habe ich bemerkt, wie wichtig es ist, SchülerInnen zu motivieren und für das Fach zu begeistern. Nur interessierte SchülerInnen sind bereit, sich mit den Themen auseinanderzusetzen und mehr darüber in Erfahrung zu bringen. Das Fach Biologie und Umweltkunde eignet sich besonders gut, den Unterricht mit Hilfe von Experimenten lebendig und anschaulich zu gestalten. Daher soll in meiner Bachelorarbeit festgestellt werden, ob sich die Durchführung von Experimenten im Unterricht auf das Verstehen der dahinterliegenden Konzepte auswirkt. Anhand des Vergleichs von zwei Klassen sollen die Auswirkungen auf das Verständnis der Lerninhalte aufgezeigt werden. Was sollen Experimente im Biologieunterricht bewirken? Sind sie überhaupt sinnvoll und zahlt sich der Aufwand für die Lehrpersonen aus? Des Weiteren wird untersucht, ob Untertitel bei Schulfilmen für das Erfassen von Inhalten hilfreich sind. Um diese Fragen zu beantworten stütze ich mich bei der empirischen Forschung auf mehrere Methoden, der sogenannten Triangulation. Es kommen Fragebögen und Tests zum Einsatz und es werden selbst konzipierte Unterrichtsstunden gehalten. Meine Arbeit wird folgendermaßen gegliedert:

- Welche Bedeutung haben Versuche im Biologieunterricht?
- Die Rolle von Schulfilmen im Unterricht
- Welche Auswahlkriterien sind bei Versuchen im Unterricht zu beachten?
- Versuche zum menschlichen Gehör
- Welche Methoden wurden verwendet und warum?
- Fragebögen
- Ergebnisse

Ziel der Arbeit ist, Erkenntnisse über die Auswirkungen von Experimenten im Biologieunterricht auf das Verständnis der dahinterliegenden Konzepte zu finden und herauszufinden, ob Untertitel hilfreich für das Verständnis von Filmen sind.

2 Welche Bedeutung haben Versuche im Biologieunterricht?

2.1 Kriterien für die Unterrichtsqualität

Rahmenbedingungen, wie z.B. die Zusammensetzung der Schulklasse, die Einbeziehung der Eltern in die Bildungsprozesse ihrer Kinder, die gesellschaftliche Bedeutung, die dem Unterrichtsfach beigemessen wird usw. beeinflussen die Qualität des Biologieunterrichts. Drei Faktoren sind jedoch besonders maßgebend für die Bestimmung der Unterrichtsqualität: die Kompetenz der Lehrperson, die Qualität der Unterrichtsprozesse und die Qualität von Unterricht (Weitzel & Schaal, 2012, S. 8).

2.2 Was macht guten Biologieunterricht aus?

Weitzel und Schaal (2012, S. 9-14) nennen die folgenden Kriterien für guten Biologieunterricht. Guter Biologieunterricht baut Kompetenzen auf und SchülerInnen lernen biologisches Wissen zu nutzen, um Lösungen für alltagsnahe naturwissenschaftliche Aufgabenstellungen zu entwickeln. Außerdem sollen sie ihr Wissen und ihre Lösungen anderen mitteilen und diese reflektieren. Das Ziel des Biologieunterrichts ist zudem, dass die SchülerInnen die Fähigkeit zum handelnden Umgang mit Fachwissen in variablen Situationen, in denen dieses Fachwissen produktiv eingesetzt werden kann, erlernen. Guter Biologieunterricht braucht konzeptuelles Fachwissen und die Qualität des Biologieunterrichts hängt vom Wissen der Lehrkraft ab. Konzeptuelles Wissen bedeutet, Detailkenntnisse in ein übergeordnetes funktionelles Netz einzubinden, damit das Wissen zur Beantwortung von Fragen anwendungsbezogen eingesetzt werden kann. Des Weiteren soll Biologieunterricht an Vorwissen anknüpfen. Die SchülerInnen haben zu vielen Themen des Unterrichts eigene Vorstellungen, die sich jedoch erheblich von den im Unterricht zu erlernenden Vorstellungen unterscheiden können. Daher muss im Biologieunterricht gelernt werden, in welchen Kontexten Alltags- oder fachliche Vorstellungen produktiv verwendet werden können. Es ist sinnvoll auf Kontexte zurückzugreifen, die dem Erfahrungsraum der SchülerInnen

entsprechen. Guter Biologieunterricht geht produktiv mit Fehlern um, denn aus Fehlern lernt man. Die Fehler sollen vielmehr als Lernchance gesehen werden. Das ist z. B. möglich, indem man im Unterricht bewertungsfreie Phasen schafft, welche durch einen respektvollen Umgang miteinander, zu einem lernförderlichen Unterrichtsklima beitragen. Außerdem soll im Biologieunterricht zum Denken herausgefordert werden. Biologieunterricht, der sich am Aufbau von Kompetenzen orientiert, ist durch die Festlegung auf einen Kompetenzschwerpunkt gekennzeichnet. Den Lernenden soll dabei die Möglichkeit geboten werden, handelnd mit ihrem Wissen umzugehen und zu Lernprodukten zu kommen, welche den Lernenden ermöglichen, ihre Lernleistung zu reflektieren. Ausreichende Übungsphasen erhöhen die Qualität des Biologieunterrichts. Es ist der Lehrkraft überlassen, welche inhaltlichen Schwerpunkte gesetzt werden und wie viel Zeit sie für die Schwerpunkte aufwendet. Guter Biologieunterricht zeichnet sich durch methodische Variation aus, welche durch das Setzen von Schwerpunkten auf ausgewählte Kompetenzen begründet ist. Fachbegriffe sollen gut überlegt und sparsam verwendet werden, da Fachwörter Lernhindernisse darstellen können, die das Erlernen fachlicher Konzepte erschweren können. Die vorschnelle Einführung von Fachwörtern kann die Anbindung der aufgebauten Kompetenzen an die Alltagserfahrungen der SchülerInnen behindern und sie demotivieren (Weitzel & Schaal, 2012, S. 9-14).

2.3 Fachgerechte Denk- und Arbeitsweisen für den Biologieunterricht

Für einen zeitgemäßen Biologieunterricht sollen biologisches Denken und „biologisch-ethisch legitimiertes“ Handeln im Vordergrund stehen und dabei spielen die Erkenntnismethoden und Arbeitsweisen eine ganz zentrale Rolle. Im Biologieunterricht kommt es entscheidend darauf an, biologische Erkenntnisse nahe an der Natur zu gewinnen und ihre Relevanz für die Lernenden erfahrbar zu machen. Im Biologieunterricht kann man die sechs Arbeitsweisen Erkunden, Betrachten, Beobachten, Untersuchen und Experimentieren in der Natur unterscheiden (Graf, 2004, S. 120).

Das Betrachten ist ein interessegeleitetes, zielorientiertes, aufmerksames Anschauen eines ruhenden Objektes. Beim Beobachten werden, im Gegensatz zum Betrachten, Eigenschaften und Merkmale, sowie räumliche Beziehungen oder zeitliche Abfolgen der jeweiligen biologischen Erscheinung gemacht, ohne dabei grundlegend veränderte Eingriffe an den Objekten vorzunehmen (Graf, 2004, S. 121-122).

Dem Experimentieren wird in der biologiedidaktischen Literatur eine recht hohe Wertschätzung bei der Erkenntnisgewinnung im Biologieunterricht entgegengebracht. „Die Forderung von Galileo Galilei, alles, was messbar ist, zu messen und was nicht messbar ist, messbar zu machen, hat das isolierende, logisch-analytische Denken insbesondere in den Naturwissenschaften fortwährend bestimmt.“ (Graf, 2004, S. 125 f.). Im schulischen Biologieunterricht werden zwar keine neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse gewonnen, sondern nur bereits gefundene Erkenntnisse nachentdeckt, dafür ist für die SchülerInnen das Experimentieren im Unterricht subjektiv gesehen ein Forschungsprozess. Die Unsicherheit, Ungewissheit und Unklarheit der Sachlage führt bei den SchülerInnen zu einer intrinsischen, sachbezogenen Motivation, die nach Klärung und Gewissheit verlangt. Die entscheidenden Faktoren, die den didaktischen Wert des Experimentierens ausmachen, sind folgende: Die SchülerInnen lösen durch ihr Eingreifen bestimmte Vorgänge aus und initiieren bzw. stören so bestimmte Vorgänge. Die Eingriffe der SchülerInnen in ein System sind ganz gezielt, isolierend und im echten Sinn des Wortes ‚ungewiss‘. Die ‚Machtförmigkeit‘ des Wissens kann gezielt erkundet werden. Die Unterscheidung von ‚Ursache‘ und ‚Wirkung‘ wird besonders deutlich, wodurch das empirisch-analytische Vorgehen klar erkennbar wird. Die ritualisierte Vorgehensweise hat sich beim problemorientierten Unterricht gut bewährt, um Besonderheiten beim Experimentieren zu verdeutlichen (Graf, 2004, S. 126).

Außerdem gibt das biologische Schulexperiment Einblick in die Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und zeigt Wege zu allgemeinen Gesetzmäßigkeiten auf (Hiering et al, 2013, S. 147).

Das Experimentieren ist für einen zeitgemäßen Biologieunterricht unerlässlich und hat zum Ziel, das Wesen der Naturwissenschaft Biologie und ihre Denk-

und Arbeitsweisen den SchülerInnen zu vermitteln. Das Experimentieren stellt dabei eine der anspruchsvollsten Arbeitsmethoden dar, denn es muss auf zahlreiche Arbeitsweisen- und Techniken, wie z. B. den sachgerechten Umgang mit Naturobjekten, die sichere Handhabung von Versuchsgeräten, die Umsetzung von Versuchsvorschriften in ein Experiment, auf Protokollieren und gezieltes Beobachten, zurückgegriffen werden. Experimente haben viele Vorteile. Sie ermöglichen den SchülerInnen Original- oder Primärerfahrungen, die für das Entwickeln von Einstellungen und Haltungen von großem Wert sind. Dies geschieht, da sich methodisches Wissen und Sachwissen ergänzen. Außerdem vereinigen sich beim Experimentieren kognitive, affektive, psychomotorische und soziale Elemente. Komplexe theoretische Sachverhalte lassen sich veranschaulichen und erst durch das Experimentieren werden diese für die SchülerInnen fassbar und durchschaubar. Beim arbeitsteiligen Experimentieren wird zudem dem Prinzip der inneren Differenzierung entsprochen. Sorgfältiges Arbeiten und Verantwortung werden durch selbstständige Arbeit gefördert. Die Durchführung von Experimenten wird von den SchülerInnen positiv erlebt und das Neugierverhalten wird gefördert (Graf, 2004, S. 127.).

Ein weiterer positiver Aspekt ist, dass die biologische Fragehaltung und das Interesse der SchülerInnen für biologische Themen durch die Anschaulichkeit und Selbsttätigkeit gefördert wird (Hiering et al, 2013, S. 147).

Soziale Fähigkeiten, wie Hilfsbereitschaft und Teamfähigkeit können beim Experimentieren gezielt gefördert werden. Des Weiteren wird die Möglichkeit zur Hinführung zum logisch abstrakten Denken und wissenschaftlichen Arbeiten gefördert. Auch der sichere Umgang mit Versuchsobjekten- und Geräten wird unterstützt. Experimente schulen die Sachlichkeit und Kritikfähigkeit der Lernenden. Das Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Vorgehensweisen wird geweckt und gefördert. Allerdings müssen die SchülerInnen wissen, warum im Unterricht experimentiert wird, um den Lern- und Bildungserfolg zu garantieren (Graf, 2004, S. 127-128).

Experimentieren ist aber nur dann effektiv, wenn es sinnvoll in das didaktische Konzept der Unterrichtsstunden eingebaut ist. Eine bloß manuelle

Betriebsamkeit ohne gedankliche Beteiligung der SchülerInnen geht am Wesen des Experimentierens vorbei und bei einigen Themen ist es auch sinnvoller auf andere Arbeitsweisen, wie das Beobachten oder Untersuchen, zurückzugreifen (Hiering et al, 2013, S. 148).

2.4 Lehrplanbezug

Bezogen auf den Lehrplan, soll im Biologieunterricht unter anderem folgendes Ziel realisiert werden:

Die SchülerInnen sollen zentrale biologische Erkenntnisse gewinnen, Prinzipien, Zusammenhänge, Kreisläufe und Abhängigkeiten sehen lernen und Verständnis für biologische bzw. naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erwerben. Außerdem soll die Achtung vor der Natur und dem Leben, sowie das Bewusstsein über Verantwortung für die Folgen von Eingriffen in Ökosysteme geweckt werden. Die Grenzen der Machbarkeit wissenschaftlichen Experimentierens und wirtschaftlicher Nutzung sollen aufgezeigt werden. Ein weiteres Ziel ist es, die Kreativität durch den Umgang mit Lebewesen und Naturobjekten zu fördern (Bundesministerium für Bildung und Frauen, 2015).

3 Die Rolle von Schulfilmen im Unterricht

3.1 Die Arbeit mit Medien

Viele Phänomene der Natur sind so komplex, dass sie durch Sprache alleine nicht angemessen durchdrungen werden und grundlegende Konzepte stattdessen aufgebaut werden können (Weitzel & Schaal, 2012, S. 118). Daher ist ein problem- und handlungsorientierter, sowie sach- und schülerorientierter Biologieunterricht, der sich gemäß seinem Bildungsauftrag mit lebenden Systemen, ihren Wechselbeziehungen mit der Umwelt und der Verantwortung des Menschen beschäftigt, auf den Einsatz von Medien zwingend angewiesen. Sinnvoll und didaktisch reflektiert eingesetzt, können die vielfältigen Medien, die dem Lehrer für den unterrichtlichen Einsatz zur Verfügung stehen, nachhaltig

wirksames Lernen fördern (Graf, 2004, S. 186 f.). Der Einsatz von Medien sollte vor allem didaktischen Überlegungen folgen und auf die Ziele des Biologieunterrichts reflektiert sein. Medien sollen bei der planvollen Gestaltung von Lehr-Lern-Umgebungen sowohl die Voraussetzungen der Lernenden berücksichtigen als auch die fachspezifischen Arbeitsweisen und Erkenntnismethoden unterstützen (Weitzel & Schaal, 2012, S 118).

3.2 Funktionen der Medien im Lehr-Lern-Prozess

Medien haben über die Veranschaulichungsfunktion hinaus vielfältige weitere Funktionen, wobei bestimmte Medien besser geeignet sind, um effektive Lehr-Lern-Prozesse anzuregen und zu fördern (Graf, 2004, S. 188). Im Biologieunterricht dienen Medien grundsätzlich als Erlebnis- und Erfahrungshilfen (z. B. Lebewesen, Naturfilme, Geräte zur Beobachtung), aber auch als Erkenntnishilfen (z. B. Modelle, Experimentiermaterial, Computersimulation, Schemata). Sie können aber auch als Informationshilfen (z. B. Texte, Bilder, Computeranimationen) und Kommunikations- und Produktionshilfen (z. B. Anregen des gemeinsamen Austauschs im Unterrichtsgespräch) dienen. „Damit kann man Unterrichtsmedien auch als Lernobjekte bezeichnen, die Lernenden helfen, Erkenntnisse zu biologierelevanten Inhalten zu gewinnen, Unterrichtsziele zu erreichen oder aber den Erkenntnisweg zu unterstützen.“ (Weitzel & Schaal, 2012, S. 119).

Medien übernehmen auch verschiedene grundlegende Funktionen im Lehr-Lern-Prozess. Prozesse und Sachverhalte lassen sich durch sie veranschaulichen und/oder sichtbar machen und strukturieren. Indirekte Erfahrungen werden ermöglicht, wenn direkte Erfahrungen nicht möglich sind (z. B. da zu zeitaufwändig, zu teuer). Die Kommunikation lässt sich durch Medien vereinfachen, wenn unmittelbare persönliche Kontakte schwer möglich sind (z. B. Experten im Unterricht) oder wenn ein längerfristiger, zeit-/raumunabhängiger Austausch sinnvoll ist. Außerdem wecken sie das Interesse der Lernenden und motivieren diese. Flexible, bedarfsgerechte Lehr-Lern-Arrangements werden durch die Medien ermöglicht und man kann auch eigene Medien herstellen (Graf, 2004, S. 186-199).

Außerdem sollen Medien die aktive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand unterstützen. Die nachfolgenden Punkte erläutern die Unterstützung der Lehr-Lern-Prozesse durch Unterrichtsmaterialien und begründen die Auswahl. Als Hilfsmittel unterstützen Medien die Erkenntnisgewinnung bei der Anwendung und Auswertung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen. Dadurch bleibt Zeit sich aktiv mit dem Lerngegenstand auseinander zusetzen. Medien stellen verschiedene Repräsentationsformen zur Verfügung, die Lerngegenstände aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten und damit unterschiedliche, flexible Zugänge zum Lerngegenstand erlauben. Des Weiteren helfen Unterrichtsmedien die Lerngegenstände in authentische Kontexte einzubetten. Mit Hilfe von Unterrichtsmedien können Sachverhalte strukturiert dargestellt oder insgesamt strukturiert werden (Weitzel & Schaal, 2012, S. 125).

3.3 Risiken und Gefahren von Medien

Medien haben auch eine negative Seite und bergen daher auch bestimmte Risiken und Gefahren. Medien können die Lernenden in die passive Konsumentenrolle drängen. Sie können das Vorgehen im Frontalunterricht fördern und verfestigen. Attraktive Medien können die Lehrperson entmündigen und unkritisch machen, wenn der Inhalt nur deshalb behandelt wird, da ein gutes Medium zur Verfügung steht. Überholtes Wissen und alte Inhalte können durch Medien konserviert werden und zu einer Fortschrittshemmung führen. Das Medium repräsentiert einen Ausschnitt aus der Wirklichkeit und stellt diesen akzentuiert dar, was zu Einseitigkeit führen kann. Viele Medien verführen dazu, reproduzierbares und leicht abfragbares Einzelwissen zu vermitteln. Medien sollten auch nur dann in den Unterricht eingebaut werden, wenn sie den Unterrichtszielen entsprechen und das Lernen effektiver machen (Graf, 2004, S. 189 f.).

3.4 Was leistet der Unterrichtsfilm?

Filme haben laut Maier (1998, S. 84-85) vielfältige Funktionen und Merkmale. Zum einen sind sie realitätsnahe, da sie die realitätsgetreueste Wiedergabe von Wirklichkeit sind und Form, Farbe, Bewegungen, sowie Ton zum Bild zeigen. Zum anderen ist der Film aufgrund seiner Informationsdichte der Sprache weit überlegen, da die Optik der Filmkamera alles mit einer sehr hohen Auflösung erfasst, was in ihrem Blickwinkel erscheint. Außerdem erscheinen viele Informationen gleichzeitig und in einer raschen Abfolge. Sie stellen auch einen Zeitbezug dar und können Vorgänge in Echtzeit abbilden, indem die gefilmte Zeit und die Zeit im Film identisch sind. Dadurch können zeitgebundene Abläufe, Handlungen, dynamische Prozesse und Bewegungsformen, sowie Zusammenhänge und Vergleiche dargestellt werden. Die Folge vieler einzelner Bilder ermöglicht eine räumliche Darstellung und ein Gegenstand kann in all seinen Facetten gezeigt werden. Durch Veränderung gewisser Bedingungen und die Wirklichkeitsnähe wird der Film sehr anschaulich. Es können Gegenstände beliebig vergrößert und verkleinert werden, wobei Verkleinerungen einen Überblick schaffen. Durch den Zeitraffer kann z. B das Wachstum einer Pflanze als schnelle Bewegung gezeigt werden, wohingegen die Zeitlupe Bewegungen auf eine für den Menschen wahrnehmbare Geschwindigkeit reguliert. Zooms können Details hervorbringen und die Aufmerksamkeit lenken. Die meisten Filme sind natürlich auch an eine gewisse Emotionalität gebunden. Das Leistungsspektrum des Films ist weitreichend, jedoch wird im Unterricht meist nur ein geringer Teil dessen genutzt. Z. B. die Eigenproduktion eines Filmes eröffnet dem Unterricht viele Chancen und es kann beobachtet, dokumentiert, erzählt, informiert und erkundet werden (Maier, 1998, S. 84-85).

3.5 Schwierigkeiten beim Filmeinsatz

Es gibt drei wesentliche Punkte, welche den Filmeinsatz beeinflussen. Erster Punkt ist die individuelle Wahrnehmungsleistung der SchülerInnen. Der zweite Punkt sind die medienspezifischen Merkmale des Films und als dritter Punkt sind die gesellschaftlich-kulturellen Phänomene zu nennen. Die Wahrnehmung

ist abhängig von den persönlichen Erfahrungen, der gesellschaftlichen Stellung, der Erziehung, der Bildung und von aktuellen Anlässen oder Stimmungen. Daher kann beim Filmeinsatz nicht damit gerechnet werden, dass alle die gleiche Wahrnehmung haben. Die selektive Wahrnehmung von Nebensächlichkeiten kann den Unterrichtserfolg beeinträchtigen, wenn der Film nicht auf die Unterrichtsziele abzielt bzw. diese verdeutlicht und die SchülerInnen nicht auf den Film vorbereitet sind. Somit trifft das unterrichtliche Filmangebot auf eine Vielzahl unterschiedlich motivierter Individuen mit unterschiedlichsten Vorerfahrungen. Filme gelten allgemein als leicht verständliche Medien, die keine große Anstrengung erfordern. Wenn sie die Anstrengungsbereitschaft aber reduzieren, kann auch der Lernerfolg verringert werden. So stellen Gleichgültigkeit, Freude über eine willkommene Abwechslung oder der Kontrolle der Lehrperson zu entgehen, Hoffnung auf Entspannung und Unterhaltung Faktoren dar, welche den Erfolg des Filmeinsatzes gefährden. Des Weiteren gilt es die Informationsvielfalt und Vieldeutigkeit des Films zu beachten, da die Informationsdichte eine sehr hohe Wahrnehmungsleistung des Betrachters erfordert. Da der Betrachter nur sieben bis neun Elemente einer Einstellung erkennen und speichern kann, kommt es schnell zu einer Überforderung, was wiederum zum Abschweifen auf das Unwesentliche und Belanglose führt. Der Unterrichtsfilm verbindet Bild und Ton miteinander, wobei der Ton meist in Form von Erklärungen, Kommentaren und Hinweisen erscheint. Daraus ergibt sich das Problem der Text-Bild-Schere. Das bedeutet, dass sich die SchülerInnen sowohl auf Bilder, aber auch auf geistig anspruchsvolle Erklärungen konzentrieren müssen. Gewinnt das Bild, so wird der informative Text nicht wirklich wahrgenommen und der Lernerfolg minimiert. Allgemein kann gesagt werden, dass die Attraktivität des Films auf seiner emotionalen Wirkung beruht. Auf Filmszenen die stark erregen, erfolgt zunächst jedoch eine Aufmerksamkeitslücke, welche umso größer ist, je stärker die Erregung ausfällt. In dieser Zeit findet daher eine Informationsaufnahme nur eingeschränkt statt. Dafür sind danach erhöhte Aufmerksamkeit und verbesserte Lernleistungen zu erwarten. Auch auf die Verständlichkeit des Films und den Adressatenbezug ist zu achten. Die Verständlichkeit geht unmittelbar mit den Adressaten, dessen Alter und seinen Vorkenntnissen

einher. Bei Schnitten mit wechselnden Räumlichkeiten, Kameraschwenks und parallelen Handlungen ist eine rasche Orientierung gefragt, um den Zusammenhang zu erkennen. Außerdem ist auf eine kritische Haltung gegenüber dem Filmmaterial zu achten, denn der Film verführt durch seine naturgetreue Abbildung zu einer unkritischen Arglosigkeit. Um eine naive Gleichsetzung von Abbild und Wirklichkeit zu vermeiden, wird beim Filmeinsatz eine kritische Haltung und Distanz erfordert (Maier, 1998, S. 85- 89).

3.6 Auswahlkriterien für den Unterrichtsfilm

Für einen guten Filmeinsatz ist Planung notwendig, welche bereits bei der Auswahl des geeigneten Materials beginnt. So ergeben sich laut Maier (1998, S. 89) folgende Auswahlpunkte:

Lernziele: der Unterrichtsfilm beinhaltet Lernziele, welche zunächst den Auswahlprozess bestimmen. Aufgrund der unterschiedlichen Zielsetzungen gibt es auch keine allgemein gültigen Auswahlkriterien.

Einsatz im Unterrichtsverlauf: je nach Unterrichtsphase ändern sich auch die Auswahlkriterien für den Film, da z. B. zur Motivation eher emotional gestaltete Filme und zur Präsentation eher Sachlichkeit gefordert wird.

Verständlichkeit der Sprache: Die Sprache muss dem Niveau der SchülerInnen entsprechen und sie sollte auch dem Bildinhalt angepasst sein. Inhaltlich liegen Text und Bild oft weit auseinander. Wird nur der Bildinhalt wiederholt, so werden keine neuen Informationen geliefert und sind überflüssig. Die Verstehensleistung der SchülerInnen kann überfordert werden, wenn der Kommentar eine abstrakte Darstellung zu einem mit Bildern veranschaulichten, konkreten Beispiel bietet. Daher eignen sich Kommentare, die auf den Bildinhalt verweisen und so ergänzen, dass keine Text-Bild-Schere entsteht.

Adressatenbezug: Eine vollkommene Anpassung der Filme an die SchülerInnen kann nie erreicht werden, da die Erwartungen, Interessen, Bedürfnisse und Vorkenntnisse zu unterschiedlich sind. Filme, die auf eine genau bestimmte Zielgruppe abgestimmt sind, erfüllen die Forderung nach Verständlichkeit.

Besser eignen sich adressatenspezifische Filme, da sie viel Neues bieten und einen höheren mentalen Aufwand erfordern.

Bildgestaltung: Die Gestaltung muss, aufgrund unserer beschränkten Aufnahmekapazität, Wesentliches herausarbeiten. Hierbei muss erwähnt werden, dass Zooms auf ein Objekt den Lernerfolg unterstützen, da die SchülerInnen den Lerngegenstand in seinem Kontext und seiner Eigenart erfahren (Maier, 1998, S. 91).

Wetzel et al (1994, S. 138 f.) fügen als weiteren Punkt die Filmlänge hinzu. Für SchülerInnen kann die maximale Filmdauer auf 20 Minuten reduziert werden, wohingegen die als effektiv ermittelte maximale Filmdauer bei Erwachsenen bei 25-30 Minuten liegt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Filmeinsatz abhängig von den Unterrichtszielen, den Voraussetzungen der SchülerInnen und den Gestaltungsmitteln ist.

3.7 Integration des Films in den Unterricht

„Ein Film allein ergibt noch keinen Unterricht.“ (Maier, 1998, S. 92). Filme können die Lehrperson kurzfristig entlasten, aber nicht ersetzen. Besonderes Augenmerk sollte auf die Eingliederung des Films in den Unterricht gelegt werden. Anhand der unten angeführten Tabelle 1 wird gezeigt für welche Unterrichtsphasen ein Film eingesetzt werden kann und welche mediale Funktion er damit einnimmt (Maier, 1998, S. 92).

Unterrichtsphase	**Medienfunktion**	**Leistung des Unterrichtsfilms**
Motivation	motivieren	Emotionale Betroffenheit: Spannung, Humor
Präsentation	informieren	Informationsdichte, Realitätsbezug
Veranschaulichung	intensivieren	Lupeneffekt durch Vergrößerung, Zeitdehnung, Zeitraffer
Übungs-, Selbstlernphase	aktivieren, individualisieren	Eigene Videobearbeitung durch Vertonen, Kommentieren, Schneiden usw.
Wiederholung	memorieren	Erinnerungshilfe durch Wiedererkennen

Kontrolle	rückmelden	Ergänzen des Films, Feedback durch Videoaufzeichnung, Verhaltenstraining
Anreicherung, Enrichment	bereichern	Unterhaltungswert, Abwechslung

Tabelle 1: Filmeinsatz in den Unterrichtsphasen (Maier, 1998, S.92)

Zur Motivation eignen sich besonders kurze Filme, die ein Thema oder eine Problematik anreißen und bewusst machen und verschiedene Standpunkte verdeutlichen. Es sind aber auch Filme geeignet, die durch ihre emotionale Färbung auf das Thema einstimmen, Interesse oder Betroffenheit wecken. Außerdem sollen durch sie die Lernziele unterstützt werden. Zur Präsentation von Lerninhalten eignen sich Filme, die durch ihre Informationsdichte und ihren Realitätsbezug zu direkten Erfahrungen führen. Sie sollen zudem reale Ereignisse zugänglich machen, welche sonst unerreichbar bleiben. Zur Veranschaulichung dienen Filme, die unsere Wahrnehmungsfähigkeit oder Veränderungen der Realzeit verstärken (z. B. durch Lupeneffekt, Zeitlupe, Zeitraffer) und welche, die Details und Kontext verbinden (z. B. durch Zoomeffekte). Sie sollen auch den zentralen Gegenstand hervorheben (z. B. durch Farbe, Kontrast, Zoom, Größe,...). Für Übungs- und Selbstzwecke sind besonders Videos günstig, welche einen aktiven Zugriff zulassen (z. B. Vertonen, Kommentare verfassen etc.) und durch Eigenproduktionen das Gelernte auf neue Situationen übertragen. Außerdem sollen sie als Gebrauchsanleitung die Eigentätigkeit der SchülerInnen anleiten. Zur Wiederholung und Vertiefung eignen sich Filme, die aufgrund der guten Behaltensleistung bei Bildern die Erinnerung der SchülerInnen unterstützen und einen Transfer von Vertrautem in neue Zusammenhänge ermöglichen. Zur Kontrolle und für Feedback eignen sich Videoaufzeichnungen von Bewegungsabläufen im Sport, die Wiedergabe von Diskussionen, Dokumentationen von Projekten usw. Aufzeichnungen von Verhaltensweisen sind für Trainingszwecke besonders geeignet. Es können aber auch Filmausschnitte ohne Ton, welche neu betextet werden sollen, verwendet werden. Enrichment bieten Filme, welche eine Bereicherung darstellen und die Unterrichtsinhalte auf erzählende Weise bearbeiten. Zusätzliche Informationen

zur Vertiefung sollen geliefert werden und auch Spaß und Spannung sollen im Unterricht nicht zu kurz kommen. Begleitende Maßnahmen, welche den Film in den Unterricht integrieren, dienen nicht nur der Verbesserung der Wahrnehmungsleistung der SchülerInnen, sondern steigern zugleich den Unterrichtserfolg. Dabei darf die Aktivierung von Vorwissen nicht außer Acht gelassen werden, denn sie spielt dabei eine wichtige Rolle. Stellt man außerdem ausgehend vom Filmtitel Vermutungen zum Inhalt an, so steigert man ebenfalls die anschließende Wahrnehmung. Durch Arbeits- oder Beobachtungsaufträge wird zusätzlich die Anstrengungsbereitschaft der SchülerInnen gefordert, welche das Lernergebnis sichern. Auch das Wiederholen bedeutender Sequenzen intensiviert die Wahrnehmung. Filminformationen, welche bei den SchülerInnen Unverständnis auslösen, sind laut Maier durch die Lehrperson zu erläutern und nach der Filmvorführung soll der Lernerfolg gesichert werden (Maier, 1998, S. 92- 94).

4 Welche Auswahlkriterien sind bei Versuchen im Unterricht zu beachten?

Die richtige Auswahl des Versuchs ist meist ein schwieriges Unterfangen. Dabei sollte sich die Lehrperson bei der Entscheidung immer die Frage stellen, welches Experiment unter welchen Voraussetzungen für den Unterricht am sinnvollsten ist. Das ausgewählte Experiment muss in jedem Fall für die entsprechende Altersstufe der SchülerInnen angemessen sein. Des Weiteren soll es auf die vorhandenen Kenntnisse der SchülerInnen aufbauen. Es ist sinnvoll die Vorkenntnisse der SchülerInnen nochmals aufzufrischen und, falls notwendig, vorangegangene Versuche nochmals zu wiederholen, denn bei fehlendem Hintergrundwissen kann das Experiment seinen Sinn verlieren (Rinschede, 2005, S. 279 f.). Ein weiteres Auswahlkriterium ist die fachwissenschaftliche und didaktische Ergiebigkeit. Das wiederum bedeutet, dass ein Versuch das Erarbeitete auch tatsächlich zeigen soll. Der Versuch soll mit der von der Schule zur Verfügung gestellten Ausrüstung, den Räumlichkeiten und den geeigneten Geräten realisierbar sein. Zudem soll der Versuch eine hohe Wahrscheinlichkeit des Gelingens aufweisen. Hier empfiehlt

es sich, den Versuch vor der Durchführung im Unterricht zu testen. Speziell in der Sekundarstufe I soll der Versuch einen deutlich erkennbaren Effekt aufzeigen (Barke & Harsch, 2001, S. 115).

5 Versuche zum menschlichen Gehör

5.1 Wissensgrundlagen

5.1.1 Begriffserklärung Sinnesphysiologie

Um auf Umwelteinflüsse reagieren zu können, braucht der Mensch spezialisierte Sinnesorgane. Diese Sinnesorgane reagieren auf einen gewissen Bereich von Umwelteinflüssen und geben die Informationen an das Zentralnervensystem weiter. Zu diesen Sinnesorganen gehören das Auge, das Ohr, das Geschmacksorgan der Zunge, die Nase und das Tastorgan der Haut. Es werden die Umwelteinflüsse aufgenommen, die für das Überleben in der Umwelt relevant sind (Schmidt et al, 1973, S. 2). Dabei werden die Grundtypen der Empfindung Sinnesmodalitäten genannt und innerhalb einer Sinnesmodalität werden wiederum verschiedene Qualitäten unterschieden, z. B beim Gesichtssinn die Farben Rot, Grün und Blau. Beim Geschmack sind die entsprechenden Qualitäten süß, sauer, salzig, bitter und neuerdings umami und beim Gehör sind es die Töne (Schmidt et al, 1973, S. 4). Ihren Ausganspunkt haben Empfindungen in Erregungen der Sensoren unserer Sinnesorgane durch physikochemische Reize. Dabei vermitteln die Sensoren ihre Erregung an die Nervenfasern, welche Aktionspotentialfolgen übertragen. Diese Nervenfasern müssen daher in ganz bestimmten zentralnervösen Bahnen geordnet sein und an bestimmten, für die Vermittlung der Sinnesmodalität zuständigen Neuronengruppen im Hirn enden (Schmidt & Schaible, 2006, S. 183). Laut Schmidt (1973, S. 4) wird die Art des Sinneseindruckes durch den Begriff Modalität beschrieben, seine Intensität wird als Quantität bezeichnet. Beim Sehorgan sind solche Quantitäten z. B. die Intensität der Helligkeitsempfindung oder für das Gehör die Lautheit eines Tones. Neben ihren Eigenschaften der Modalität, Qualität und Quantität, werden Sinneseindrücke auch einem bestimmten Zeitpunkt und einem Ort in der Umwelt oder des Organismus

zugeordnet. Die Kombination von Sinneseindrücken wird Sinnesempfindung genannt. Dabei enthalten diese nur Aussagen über unmittelbar über die Sinne Erfahrenes, ohne Wertungen oder Verknüpfungen mit den Erfahrungen des Subjektes. In der Regel nimmt das Subjekt aber eine Deutung der Sinnesempfindungen und eine Einordnung in Erfahrenes und Gelerntes vor, wodurch dann aus der Sinnesempfindung eine ‚Wahrnehmung' wird. Wahrnehmungen sind nicht nur durch den Sinneseindruck, sondern auch durch unsere Erfahrungen, also durch Lernvorgänge bestimmt und aus der Wahrnehmung können wir dann erst die Empfindung abstrahieren (Schmidt & Schaible, 2006, S. 196). Wahrnehmungen unterliegen vielen extrasensorischen Einflüssen. Sie können durch Fokussierung der Aufmerksamkeit verstärkt oder abgeschwächt werden. Die Forschungsrichtung, bei der die physikochemische Welt der Reize mit der subjektiven Welt der Wahrnehmungen in Beziehung gesetzt wird, nennt man Psychophysik. Psychophysische Experimente wurden im 19. Jahrhundert meist von den Forschern im Selbstversuch gemacht und sie verglichen dann ihre eigene Wahrnehmung mit der Reizgröße. Heute wird gefordert, dass der Proband unvoreingenommen, d. h. ohne eigene Erwartungen über den Ausgang an ein Experiment herantritt. Daher werden psychophysische Experimente am besten an Versuchspersonen vorgenommen denen die Hypothesen des Forschers nicht bekannt sind (Schmidt & Schaible, 2006, S. 195 f.).

Die Verhältnisse von Phänomenen in der Umwelt bis hin zu den Integrationsvorgängen im sensorischen Zentralnervensystem lassen sich im Prinzip als physikalische und chemische Vorgänge an den Strukturen des Organismus beschreiben und werden deshalb als ‚objektive Sinnesphysiologie' bezeichnet. Wohingegen der Bereich der Empfindungen und Wahrnehmungen in seiner Relation zu den Sinnesreizen als ‚subjektive Sinnesphysiologie' bezeichnet wird. Es kann also gesagt werden, dass sich die Sinnesphysiologie aufteilt in die Beschreibung der Reaktionen des Nervensystems auf den Reiz (objektive Sinnesphysiologie) und die Darstellung der Aussagen, die vom Subjekt über seine Empfindungen und Wahrnehmungen gemacht werden (subjektive Sinnesphysiologie) (Schmidt et al, 1973, S. 6 f.). Spezialisierte Nervenzellen, die auf einen bestimmten Reiz aus der Umwelt oder dem

Organismus durch Potentialänderung reagieren, werden als Rezeptoren bezeichnet (Schmidt et al, 1973, S. 9). Altner (1973, S. 9 f.) beschreibt, dass die dadurch hervorgerufene Potentialänderung als Rezeptorpotential bezeichnet wird. Dabei wird durch die Erhöhung der Leitfähigkeit der Zellmembran für verschiedene Ionen dieses Potential hervorgerufen. Einzelne Rezeptoren sind darauf bestimmt, auf bestimmte Reize besonders empfindlich zu reagieren. Dabei wird diese spezifische Reizform als adäquater Reiz bezeichnet. Den jeweils adäquaten Reizen des Rezeptors sind sinnesphysiologisch Modalitäten und Qualitäten korreliert. Dabei ist der adäquate Reiz nicht die einzige Reizform, auf die ein Rezeptor antwortet. So reagiert ein Grün-Rezeptor der Netzhaut auf starkes blaues oder rotes Licht. Auf ähnliche Weise reagieren auch die Rezeptoren des Innenohres, denen man eine bestimmte Tonhöhe als adäquaten Reiz zuordnen kann, bei lauten Tönen verschiedener Tonhöhen (Schmidt et al, 1973, S. 10).

Die Reizschwelle ist abhängig von der Art des Sinnessystems, von der Reizdauer und anderen Reizeigenschaften. Die praktische Bestimmung der Reizschwelle ist aber nicht einfach, da es keine scharfe Grenze von ‚wahrnehmbaren' zu ‚nicht wahrnehmbaren' Reizen gibt. Definiert wird die Reizschwelle als kleinste Intensität eines Reizes bestimmter Qualität, die gerade noch eine Empfindung hervorruft (Schmidt & Schaible, 2006, S. 197-199).

Des Weiteren beschreibt Altner (1973, S. 11), dass Reize mit steigender Stärke Rezeptorpotenziale mit steigender Amplitude auslösen, während aber das Rezeptorpotential eines Reizes mit konstanter Stärke nicht konstant groß ist. Dieser Abfall des Rezeptorpotentials wird als Adaption bezeichnet. Man spricht, je nach Adaptionsgeschwindigkeit, von sehr rasch, rasch oder langsam adaptierenden Sensoren. Wird dabei die Schwelle des Rezeptorpotenzials überschritten, so werden Aktionspotenziale ausgelöst (Schmidt et al, 1973, S. 11).

Einzelne afferente Nervenfasern sind niemals nur mit einem einzigen zentralen Neuron verbunden. Vielmehr verzweigen sich die zentralen Enden jedes Axons und bilden Synapsen mit sehr vielen sekundären Neuronen. Diese Divergenz ist

wichtig, da sie zur Sicherheit der Informationsübermittlung in vielen Millionen parallelen Kanälen im ZNS beiträgt. Dank ihr wird die Information in verschiedene Arten zentralnervöser Kanäle gespeist, so gelangt z. B. die Information aus Muskel- und Gelenksensoren in mehrere Zielgebiete des Hirns (Schmidt & Schaible, 2006, S. 193).

Die Divergenz hat also bei schwachen Reizen eine Verstärkung der Erregung auf dem Übertragungsweg zur Folge (Schmidt et al, 1973, S. 13).

Außerdem kann ein sensorisches Neuron von einer Vielzahl von Rezeptoren erregt werden. Diese Projektion vieler afferenter Nervenfasern auf einzelne zentrale Neurone nennt man Konvergenz. Die Konvergenz trägt zur ‚Datenübertragungssicherheit' bei. Neben der synaptischen Erregung spielt aber auch die synaptische Hemmung eine wichtige Rolle. Sie dient der Verbesserung der Lokalisation der Sinneszellen und verhindert die unkontrollierte Ausbreitung der Erregungen im Gehirn. Die sensorische Information kann durch Rückkopplungskreise in mannigfaltiger Weise verändert werden. Negative Rückkopplung kann ein Signal abschwächen oder zeitlich verkürzen, wobei die positive Rückkopplung dazu dienen kann, ein Signal zu verstärken und zu verlängern (Schmidt & Schaible, 2006, S. 193).

5.1.2 Anatomischer Aufbau des Hörorgans

In diesem Kapitel wird der anatomische Aufbau des äußeren, mittleren und inneren Ohres erläutert. Die Ohrmuschel (Auricula auris) und der Gehörgang (Meatus aucusticus externus) sind Teil des äußeren Ohres. Die trichterförmige Ohrmuschel besteht aus elastischen, mit Haut überzogenen Knorpeln, wobei nur das Ohrläppchen frei von Knorpeln ist. Das Trommelfell (das man sowohl dem äußeren, als auch dem mittleren Ohr zurechnen kann) grenzt den äußeren Gehörgang vom mittleren Ohr, auch Mittelohr genannt, ab (Paradisi Redaktion, 2014, o. S.).

Das Mittelohr ist ein mit Luft gefüllter Hohlraum, der auch Paukenhöhle genannt wird. Wie Abbildung 1 zeigt, befinden sich hier die drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel. Sie sind die kleinsten Knochen im

menschlichen Körper und über Gelenke miteinander verbunden. Der Hammer ist am Trommelfell angewachsen. Die Paukenhöhle wird nach innen vom ovalen und runden Fenster des Innenohrs abgetrennt (Gumpert, 2016, o. S.). Der Schall erreicht das Trommelfell durch die Luft des äußeren Gehörganges. Man spricht von der Luftleitung (Schmidt & Schaible, 2006, S. 291). Um zu einer Empfindung zu führen muss der Schall jedoch an die Rezeptoren des Innenohres gelangen. Dabei wird der Schall vom Trommelfell aufgenommen, von dort auf die Kette der Gehörknöchelchen weitergegeben und das letzte von ihnen, der Stapes, gibt die Schallenergie schließlich an das Innenohr ab (Schmidt et al, 1973, S. 162 f.). Der sogenannte Trommelfell-Gehörknöchelchenapparat wird durch den Schall in Schwingungen versetzt. Die Schallwellen kommen über die Luft an das äußere Ohr, die Rezeptoren des Innenohres sind in Flüssigkeit gebettet. Um den Verlust der Schallenergie möglichst klein zu halten, hat die Natur zwischen der Luft der Umwelt und der Flüssigkeit des Innenohres den Trommelfell-Gehörknöchelchenapparat geschaltet. Druck = Kraft/Fläche und daher wird durch die Gehörknöchelchen eine Druckerhöhung erreicht. Die Gehörknöchelchen haben eine Hebelwirkung, welche den Druck der Steigbügelfußplatte noch weiter verstärken soll (Schmidt & Schaible, 2006, S. 293).

„Das innere Ohr ist in die Knochen des Felsenbeins eingebettet.“ (Schmidt et al, 1973, S. 163). Es wird durch seine drei übereinanderliegenden Kanäle auch Schnecke (Cochlea) genannt. Die Hauptaufgabe der Cochlea ist die Hörwahrnehmung. Die drei Kanäle werden als Scala vestibuli, Scala media und Scala tympani bezeichnet. Das Innenohr bildet einen geschlossenen, mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum. Die Flüssigkeit der Scala vestibuli wird Perilymphe, die der Scala media Endolymphe genannt. Auch die Scala tympani enthält Perilymphe, da sie mit der Scala vestibuli in Verbindung steht. Wobei die Perilymmphe natriumreich und die Endolymphe kaliumreich ist. Zwischen der Scala tympani und der Paukenhöhle befindet sich ebenfalls eine Öffnung, das sogenannte runde Fenster, welches durch eine dünne Membran verschlossen ist. Dieses Fenster ist für den Druckausgleich wichtig. Außerdem wird die Scala media durch die Reissnersche Membran von der Scala vestibuli und durch die Basilarmembran von der Scala tympani abgegrenzt. Dabei muss man sich

immer vor Augen halten, dass die Reissnersche Membran, Basilarmembran und die dazwischen befindlichen Endolymphe in Wirklichkeit schlauchförmige Gebilde sind, welche spiralförmig aufgewickelt sind. Auf der Basilarmembran, welche den eigentlichen Sinnesapparat trägt, befinden sich Stützzellen (Schmidt et al, 1973, S. 164).

Die Hörsinneszellen werden von den Stützzellen getragen. Am oberen Ende der Hörsinneszellen befinden sich Sinneshärchen (Stereozilien), denen die Zellen ihren Namen – Haarzellen – zu verdanken haben. Beim Menschen findet man drei Reihen außen gelegener Haarzellen, welche auch als äußere Haarzellen bezeichnet werden. Diese sind zahlreicher, als die sich innen befindenden Haarzellen. Die Basilarmembran bildet zusammen mit den Haarzellen und Stützzellen das Corti-Organ (Schmidt & Schaible, 2006, S. 294). Über das Cortische Organ deckt sich die Tektorialmembran. Die sekundären Sinneszellen (Rezeptorzellen) bilden selbst keine Nervenfortsätze aus und werden stattdessen von anderen Nervenfasern versorgt. Die Nervenfasern übertragen Informationen, genauer gesagt, handelt es sich hier um Meldungen über den Erregungszustand des Cortischen Organs von den Haarzellen an die Zellen des Nucleus cochlearis im verlängerten Mark. In ihrer Gesamtheit bilden sie den Nervus acusticus, den Hörnerven (Schmidt et al, 1973, S. 165).

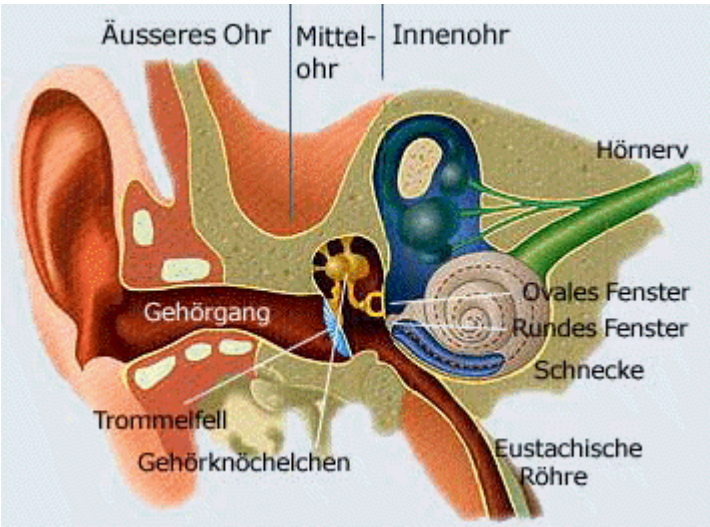


Abbildung 1: Aufbau des menschlichen Ohres.
https://www.google.at/search?q=menschliches+ohr&biw=1231&bih=594&tbm=isch&imgil=vHxe_mq8bGLlXM%253A%253BDwEwm3cmdq4_EM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.hoerberatung-studer.ch%25252Fdas-menschliche-ohr.html&source=iu&pf=m&

5.1.3 Die Leistungen des Hörsystems

Dieses Kapitel befasst sich mit den physikalischen Eigenschaften des Schalles und psychophysischen Zusammengängen, also mit den Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung.

Schwingende Körper regen die umgebende Luft ebenfalls zu Schwingungen an, indem sie die Luftmoleküle in Schwingung versetzen. Diese schwingenden Luftmoleküle geben ihre Energie an die weitere Umgebung weiter und zwar mit einer Geschwindigkeit von 340 m/sec. Dieses Phänomen wird als Schall bezeichnet und der Ursprungsort als Schallquelle. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nennt man Schallgeschwindigkeit (Schmidt et al, 1973, S. 168).

Der adäquate Reiz für das Ohr ist die Schallwelle (Schmidt & Schaible, 2006, S. 287). Die Luftmoleküle schwingen in einem Schallfeld um ihre Ruhelage hin und her und führen dabei winzige Bewegungen aus.

Sind die Moleküle dichter gepackt, entsteht erhöhter Druck, sind weniger Moleküle vorhanden, so ist der Druck vermindert. Die dadurch entstehende Druckamplitude wird als Schalldruck bezeichnet. Die Schallwellen werden als Longitudinalwellen bezeichnet, da die Ausbreitungsrichtung der Welle und die Richtung, in welche die Moleküle schwingen, die gleiche ist (Schmidt et al, 1973, S. 169).

Die Stärke einer Schallwelle heißt Schalldruck. Dieser wird, wie auch jeder andere Druck, in Pascal (1 Pa = 1 N/m) angegeben. Die große dynamische Breite des menschlichen Ohres führt bei Angabe von Schallintensität und Schalldruck zu umständlich großen Zahlen, weshalb in der Regel der Schalldruckpegel angegeben wird. Wie in Tabelle 2 dargestellt wird dieser in der Maßeinheit Dezibel (dB) angegeben und dabei werden die Zahlenwerte von 0 bis 120 verwendet. Der Schalldruck p_x steht zu einem einheitlich festgelegten Bezugsschalldruck p_0 in einem logarithmischen Verhältnis und ist mathematisch definiert als:

L = 20 log px/p0(= 10 log lx/10)

In Wirklichkeit verbirgt sich also hinter wenigen Dezibel eine Vervielfachung des tatsächlichen Schalldrucks. Wenn also der Schalldruckpegel um 20 Dezibel steigt, so hat er sich eigentlich verzehnfacht. Bei 80 Dezibel verzehnfacht er sich bereits viermal. Wenn sich bei einem kranken Menschen das Hörvermögen um 80 Dezibel verringert, so braucht er für die Wahrnehmung eines Tones einen zehntausendfach höheren Schalldruck, als ein gesunder Mensch (Schmidt & Schaible, 2006, S. 288).

Jeder Ton muss einen bestimmten Schalldruckpegel überschreiten, bevor man ihn hören kann. Der Schalldruckpegel, bei dem ein Ton hörbar wird, nennt man Hörschwelle (Schmidt et al, 1973, S. 171). Tabelle 2 zeigt das Verhältnis zwischen Schalldruck und Schalldruckpegel.

In der linken Spalte wird angegeben, um wie viel Mal der Schalldruck bei bestimmten Schallquellen stärker ist, als an der Hörschwelle. Es ergeben sich dabei sehr hohe Zahlenwerte, weshalb man die Werte des Schalldruckes in dB verwendet (ganz rechts).		
Zunahme des Schalldruckes	Schalldruckpegel (SPL) in dB	dB
1	Bezugsschalldruck	0
1,41	mittlere Hörschwelle bei 1000 Hz	3
10	ländliche Ruhe	20
100	leises Gespräch	40
1.000	normales Gespräch	60
10.000	lauter Straßenlärm	80
100.000	lauter Industrielärm	100
1.000.000	Schuss, Donner	100
10.000.000	Düsentriebwerk	140

Tabelle 2: Dynamikbereich des Ohres (Schmidt & Schaible, 2006, S. 289)

Hörbare Schallwellen treten in der Regel als Druckschwankungen der Luft auf und ihre Frequenz wird in Hertz (Hz) angegeben (Schmidt & Schaible, 2006, S. 287).

Wobei Schall und Schallquelle im ruhenden Medium immer die gleiche Frequenz haben (Schmidt et al, 1973, S. 171).

Unter dem Begriff Ton bezeichnet man eine Sinusschwingung, welche aus einer einzigen Frequenz besteht. Somit stellen Töne im täglichen Leben eine Ausnahme dar. Es handelt sich hierbei vielmehr um Klänge oder Geräusche, da die Schallereignisse praktisch alle Frequenzen des Hörbereiches umfassen (Schmidt & Schaible, 2006, S. 287).

Der Lautstärkepegel wird in phon angegeben, wobei die Skala des Lautstärkepegels auf subjektiven Angaben aufbaut. Dadurch wird ein psychophysischer Zusammenhang dargestellt. Im mittleren Intensitätsbereich kann man zwei Töne dann als unterschiedlich laut wahrnehmen, wenn sich ihre Schalldruckpegel um mindestens 1 Dezibel unterscheiden. Hierbei ist zu beachten, dass das Schallereignis oberhalb eines bestimmten Schalldruckpegels als schmerzhaft empfunden wird, also bei etwa 130 phon. Bei diesem Lautstärkepegel liegt daher die Schmerzwelle des Ohres und es kann zu Hörschäden kommen. Alles was der Mensch als Schall empfindet liegt zwischen 4 und 130 phon und zwischen 20 und 16000 Hz. Niedrigere und höhere Frequenzen können von einem Erwachsenen nicht gehört werden. Auch die Umgangssprache liegt genau in diesem Hörbereich (zwischen 40 und 70 phon; 250 und 4000 Hz). Das gesunde menschliche Ohr kann Tonhöhen gut unterscheiden. Bei 1000 Hz beträgt die Frequenzunterschiedswelle 0,3%, also 3 Hz. Es können also im optimalen Bereich, um 1000 Hz noch Töne unterschieden werden. Ein Ton von 1000 Hz kann noch von einem mit 997 Hz unterscheiden werden (Schmidt et al, 1973, S. 172-174).

5.1.4 Die Aufgaben des Mittel- und Innenohres

Wie vollbringt der Organismus nun die bereits genannten Leistungen? Im Kapitel 5.1.2 wurde erwähnt, dass der Schall vom Trommelfell aufgenommen wird und über die Gehörknöchelchenkette zur Perilymphe der Scala vestibuli geleitet wird und die Schallreize von der Fußplatte des Stapes dabei auf die Perilymphe übertragen werden. Neben der beschriebenen Luftleitung gibt es aber auch noch die Knochenleitung, bei der die schwingenden Schädelknochen selbst die Schallenergie an das Innenohr weiterleiten.

Der Trommelfell-Gehörknöchelchenapparat dient der Anpassung des Schallwellenwiderstandes. Würde nämlich der Schall direkt aus der Luft auf die Flüssigkeit der Scala vestibuli übertragen, so würde der größte Teil der Schallenergie reflektiert werden (Schmidt et al, 1973, S. 177 f.).

Die Anpassung des Schwellenwertwiderstandes wird durch einen Zwei-Schritt-Mechanismus in der Cochlea erzeugt. Die kochleäre Trennwand wird durch die Schwingungen eines Tones in eine ständige Auf- und Abwärtsbewegung versetzt (Schmidt & Schaible, 2006, S. 300). Professor Dr. Schaible beschreibt, dass diese Bewegungen unmittelbar hinter dem Steigbügel beginnen, aber nicht auf einen Ort beschränkt sind. Sie bilden eine Welle, die sich in Richtung Cochleaspitze ausbreitet. Die Amplitude der Wanderwelle wird dabei drastisch verstärkt, um unmittelbar danach wieder abzufallen. Dieses Wanderwellenmaximum wird für jede Tonhöhe an einem anderen Ort entlang der Cochlea produziert. Je höher der Ton, desto näher am Steigbügel befindet sich der Ort des Wanderwellenmaximus. Für mittlere Töne findet man es daher an der mittleren Cochlea und für tiefe Töne in der Nähe der Cochleaspitze. Daher spricht man beim Ohr vom Ortsprinzip der Wanderwelle. Eine einzelne Frequenz reizt also nur an einem bestimmten Ort einige wenige Haarzellen. Beim zweiten Schritt der Frequenzselektivität wird die Fähigkeit der Haarzellen sich schnell zu verkürzen und zu verlängern genutzt. Bei niedrigem und mittlerem Schalldruckpegel erzeugen sie dadurch mechanische Energie, die zu einer fast 1000fachen Verstärkung der Wanderwelle und damit zu einem extrem spitzen Wanderwellenmaximus führt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Wanderwelle in einem sehr eng umschriebenen Bereich der kochleären Trennwand verstärkt und zugespitzt wird und dadurch ausschließlich die für eine bestimmte Frequenz zuständigen inneren Haarzellen reizt (Schmidt & Schaible, 2006, S. 301).

5.1.5 Der Hörnerv

Der Hörnerv besitzt neben einer großen Anzahl von afferenten Fasern, auch efferente Nervenfasern (Schmidt & Schaible, 2006, S. 306).

Altner (1973, S. 185) beschreibt, dass jede dieser Nervenfasern von einem bestimmten Ort der Cochlea kommt. Bestimmten Orten der Cochlea sind bestimmte Frequenzen zugeordnet, das heißt, dass jede dieser Nervenfasern durch eine ganz bestimmte Frequenz optimal erregt werden kann. Diese Frequenz wird als charakteristische Frequenz einer Faser bezeichnet. Wird nun das Ohr mit der charakteristischen Frequenz beschallt, so ist eine der afferenten Nervenfasern des Nervus acusticus am leichtesten zu erregen. Wird der Schalldruck entsprechend erhöht, so können auch Nervenfasern durch Nachbarfrequenzen der charakteristischen Frequenz erregt werden. Neben der Frequenz eines Schalles ist auch noch seine Dauer und Intensität im Nervus acusticus zu kodieren. Die Dauer eines Schallereignisses kann und wird durch die Dauer der Aktivierung der betroffenen Nervenfasern kodiert. Des Weiteren beschreibt Altner (1973, S. 186), dass, je höher der Schalldruckpegel ist, desto größer ist auch die Aktivierung der Fasern. Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass ein Schall meist viele Frequenzen enthält und die enthaltenen Frequenzen diejenigen Gruppen afferenter Nervenfasern erregen, die diese Frequenzen repräsentieren. Das wiederum bedeutet, dass der Schall auf der primären Ebene der afferenten Fasern in seine Frequenzkomponenten zerlegt wird.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, besteht die Hörbahn aus mehreren Stationen, wobei die primären Fasern zunächst in den Nucleus cochlearis laufen, der in zwei Teile, den dorsalen und ventralen Kern unterteilt ist. Die Umschaltung der einlaufenden primären Fasern auf das zweite Neuron erfolgt im Nucleus cochlearis. Von diesem ventralen Kern nimmt eine ventrale Bahn ihren Ausgang, welche zum Olivenkomplex der gleichen, sowie der gegenüberliegenden Seite führt. Auf dieser neuronalen Ebene ist es erstmals möglich, die akustischen Signale beider Ohren miteinander zu vergleichen und dies geschieht insbesondere im Nucleus accessorius (Schmidt et al, 1973, S. 186-187). Vom Nucleus cochlearis ausgehend entspringt eine dorsale Bahn. „Die Fasern kreuzen auf die andere Seite und werden im lateralen Schleifenkern der Gegenseite umgeschaltet.“ (Schmidt et al, 1973, S. 187). Die Hörbahn läuft weiter über den Colliculus inferior und schließlich zur Hörrinde, wobei jeweils eine neue Umschaltung auf andere Neurone erfolgt. Die Hörbahn

besteht aus mindestens fünf hintereinander geschaltenen Neuronen. Die Neuronen im Nervus acusticus können durch recht einfache Reize, wie z. B. reine Töne, erregt werden. Bei Neuronen in höheren Stationen der Hörbahn müssen komplexere Schalle verwendet werden, wie z. B. amplitudenmodulierte Töne, bei denen sich der Schalldruckpegel ständig ändert, um sie zu erregen. Denn Schallreize, denen wir im täglichen Leben ausgesetzt sind, setzen sich meist aus komplexeren Schallen zusammen. Offenbar extrahieren die Neurone der höheren Hörbahnanteile jeweils bestimmte Charakteristika, etwa die Änderung der Frequenz, aus einem komplexen Schall, z. B. einem Sprachlaut, und identifizieren so bestimmte Reizkonstellationen (Schmidt et al, 1973, S. 187).

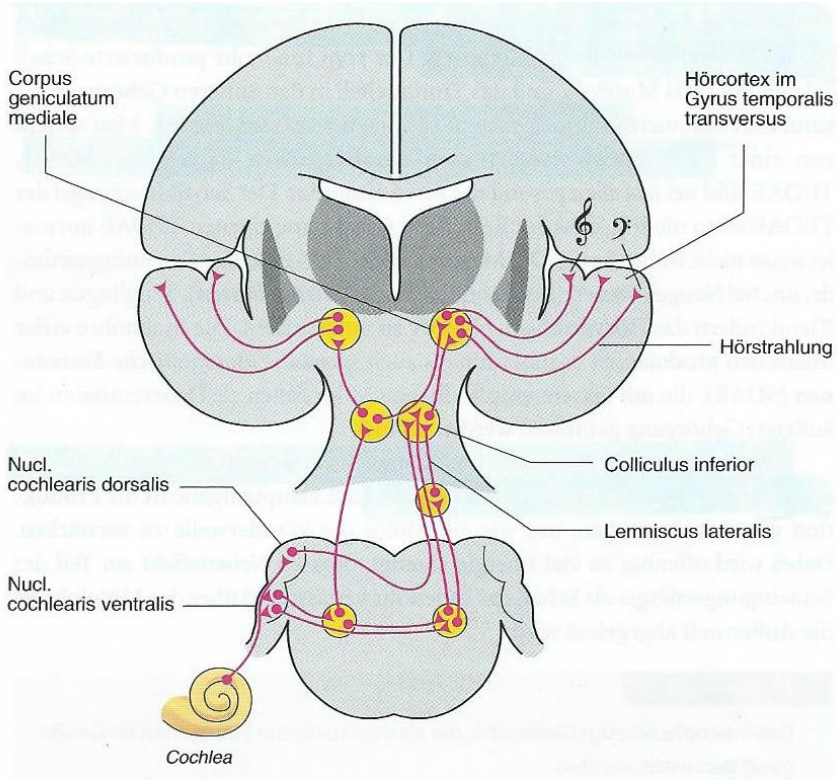


Abbildung 2: Schematische Darstellung der zentralen Hörbahn

5.1.6 Räumliches Hören

Das räumliche Hören ist für den Menschen notwendig, um ich in der Umgebung orientieren zu können. Zum räumlichen Hören zählen das Richtungshören und Entfernungshören. Durch Wahrnehmung der Intensitäts- und

Laufzeitunterschiede zwischen linkem und rechtem Ohr kann der Mensch akustische Ereignisse aus verschiedenen Richtungen orten. Der Schall dringt, je nach Position des Kopfes, in das eine Ohr früher, in das andere später ein. Wenn sich z. B. eine Schallquelle links befindet, so ist der von ihr ausgehende Schall auf dem linken Ohr früher zu hören. Da das rechte Ohr weiter von der Schallquelle entfernt liegt, wird es erst später erreicht (Ulrich, 2006, S. 108). Schall pflanzt sich mit einer Geschwindigkeit von 340m/ sec. fort und trifft am entfernteren Ohr später ein. Je weiter ein Ohr von der Schallquelle entfernt ist, desto mehr nimmt auch die Schallintensität ab. Die Nervenzellen, die Zeit- und Intensitätsdifferenzen zwischen den beiden Ohren auswerten und so für die räumliche Lokalisation einer Schallquelle nutzen, liegen insbesondere im Nucleus accessorius. Durch sinnesphysiologische Experimente kann nachgewiesen werden, dass zur Bildung eines Richtungseindruckes tatsächlich Laufzeit- als auch Intensitätsunterschiede genutzt werden. So kann die Richtung einer Schallquelle noch angegeben werden, wenn der Wegunterschied zu den beiden Ohren 1 cm beträgt, was wiederum einem Zeitunterschied von $3x10^{-5}$ Sekunden entspricht. $3x10^{-5}$ Sekunden können beim binauralen Hören noch aufgelöst werden und unter optimalen Bedingungen sogar noch kleinere Zeiten (Schmidt et al, 1973, S. 190-192).

5.1.7 Otoakustische Emissionen

Schmidt & Schaible (2006, S. 303) beschreiben, dass wenn das Ohr mit einem nur wenige Millisekunden dauernden Geräusch, einem sogenannten Klick, gereizt wird, dann antwortet das Innenohr nach einer kurzen Pause mit einem vorübergehenden Geräusch. Dabei gelangt der vom Innenohr produzierte Schall über das Mittelohr und das Trommelfell in den äußeren Gehörgang. Mit hochempfindlichen Mikrophonen kann dieses Geräusch, welches transitorisch evozierbare otoakustische Emission (TEOAE) genannt wird, gemessen werden. TEOAE sind bei fast allen gesunden Ohren auslösbar. Dabei ist der Schalldruckpegel der TEOAE so niedrig, dass der Betroffene selbst seine eigenen TEOAE normalerweise nicht wahrnimmt. Die Messung von TEOAE wird vor allem bei Neugeborenen (insbesondere nach Risikogeburten),

Säuglingen und Kleinkindern durchgeführt, um das Hörvermögen objektiv zu untersuchen. Darüber hinaus gibt es auch spontane otoakustische Emissionen (SOAE), welche von den Innenohren vieler Menschen produziert werden und als Daueremission im äußeren Gehörgang gemessen werden können. Als Ursache der otoakustischen Emissionen werden meist die schnellen Bewegungen der äußeren Haarzellen angegeben, da ihre Hauptaufgabe die Produktion von Schwingungen ist, um die Wanderwelle zu verstärken. Dabei wird so viel Energie erzeugt, dass als Nebeneffekt ein Teil der Schwingungsenergie als Schall das Innenohr verlässt (Schmidt & Schaible, 2006, S. 303).

6 Welche Methoden wurden verwendet und warum

Um die zentralen Fragestellungen meiner Bachelorarbeit (siehe Abstract) beantworten zu können, habe ich zwei Klassen der 6. Schulstufe, der NMS Reith im Alpbachtal, miteinander verglichen. In beiden Klassen wurde das Thema menschliches Gehör unterrichtet. Die beiden Unterrichtseinheiten unterscheiden sich jedoch maßgebend. In Klasse 2a wurden sinnesphysiologische Experimente durchgeführt, welche im Kapitel 6.1 noch weiter erläutert werden. Klasse 2b wurde mittels konventionellem Unterricht über das menschliche Gehör informiert. In beiden Klassen wurde zu Beginn der Unterrichtseinheit im Schüler-Lehrer-Gespräch das Vorwissen über das Gehör aktiviert. Im Anschluss dazu wurde der LeOn Film ‚Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn – Hören 1‘ gezeigt. Der Film wurde dann mit den SchülerInnen gemeinsam besprochen und anhand einer Grafik (siehe Anhang) wurde der genaue Aufbau des menschlichen Gehörs noch einmal gezeigt und den SchülerInnen verständlich gemacht. Die SchülerInnen der 2a Klasse wurden dann in drei Gruppen geteilt. Jede dieser Gruppen führte ein Experiment durch und nach einer genauen Zeitvorgabe wurde im Uhrzeigersinn gewechselt, sodass jede(r) Schüler(in) die Chance erhielt, alle Experimente selbst durchzuführen. Der genaue Ablauf der Experimente wurde im Vorfeld besprochen. Die SchülerInnen erhielten an jeder Station Aufgabenblätter zu

den entsprechenden Versuchen mit klar formulierten Aufgabenstellungen (siehe Anhang). Die Versuche wurden dann von den SchülerInnen mittels Fragebogen (siehe Anhang) bewertet. Klasse 2b hingegen führte keine Experimente durch. Die SchülerInnen erhielten ein von mir zusammengestelltes Arbeitsblatt mit Fragen zum gezeigten Film, welches im Anschluss gemeinsam korrigiert wurde. Im nächsten Schritt wurde von den SchülerInnen das Arbeitsblatt ‚Das Ohr – Bau und Funktion' (siehe Anhang) selbstständig ausgefüllt. In beiden Klassen wurde am Ende der Unterrichtseinheit eine kurze schriftliche Überprüfung mit Fragen zum Gehör durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Kapitel 8 genau dargelegt. Um zu entsprechenden Ergebnissen zu kommen, habe ich mich für die empirische Methode der Triangulation entschieden. Da in vielen Fällen ein methodischer Zugang nicht ausreicht, um die Komplexität empirisch zugänglich zu machen, bekommt der Ansatz der Triangulation in diesem Kontext besondere Bedeutung. Der Begriff ‚Triangulation' bedeutet, dass ein Forschungsgegenstand von mindestens zwei Punkten aus betrachtet wird. Dabei wird die Analyse durch die Verwendung verschiedener methodischer Zugänge realisiert. Bei der Beantwortung von Forschungsfragen beinhaltet die Triangulation die Einnahme unterschiedlicher Perspektiven auf einen untersuchten Gegenstand. Dabei können diese Perspektiven in unterschiedlichsten Methoden, welche zur Anwendung kommen, und/oder in unterschiedlich gewählten theoretischen Zugängen konkretisiert werden. Ein prinzipieller Erkenntniszuwachs sollte durch die Triangulation möglich sein, dass also Erkenntnisse auf unterschiedlichen Ebenen gewonnen werden und damit weiter reichen, als es mit nur einem Zugang möglich wäre (Flick, 2008, S. 12).

6.1 Versuche zum menschlichen Gehör

6.1.1 Schallleitung im Mund

Ziel: Wir untersuchen die Knochenleitung des Schalles

Versuchsdauer: 5 Minuten

Benötigtes Vorwissen: Bau und Funktion des Ohres; Schall

6.1.1.1 Einführung

Das menschliche Hörorgan besteht aus drei Teilen: dem Außenohr mit Gehörmuschel und äußerem Gehörgang, dem Mittelohr mit der Paukenhöhle und den Gehörknöchelchen und dem Innenohr mit der Schnecke. Die Schnecke ist das eigentliche Gehörorgan und ist im Schädelknochen eingebettet. Schallwellen können daher auch durch die Schallleitung im Knochen zum Gehörorgan kommen (zitiert nach Stammler, 2003, S. 125).

6.1.1.2 Material

Versuchsperson

Laut tickende Taschen- oder Armbanduhr

6.1.1.3 Durchführung

Die Versuchsperson nimmt eine laut tickende Taschen- oder Armbanduhr und nimmt sie in den Mund. Dabei wird die Uhr mit den Zähnen im Mund festgehalten. Die Versuchsperson hält sich mit den Händen die Ohren zu und verschließt somit beide Gehörgänge.

6.1.1.4 Ergebnisse

Wenn man die Uhr zwischen den Zähnen festhält, so hört man die Uhr im Kopf ticken. Die Schallwellen pflanzen sich über das Gebiss und die Schädelknochen zum Innenohr fort, welches im Schädelknochen eingebettet ist.

6.1.1.5 Verwendbarkeit im Unterricht

Benötigt wird für das Experiment eine Schulstunde. Der Zeit- und Materialaufwand ist gering. Das geringe Vorhandensein von tickenden Taschenuhren könnte zu Problemen führen. Es wurde, aufgrund der Gruppeneinteilung, eine Uhr für den Versuch bereitgestellt. Das Ticken der Uhr war jedoch nicht sehr gut zu hören, daher empfiehlt es sich eine sehr laut tickende Uhr zu verwenden. Einige SchülerInnen fanden das Experiment auch unhygienisch.

6.1.2 Schallleitung über die Knochen

Ziel: Wir untersuchen die Knochenleitung des Schalles

Versuchsdauer: 2 Minuten

Benötigtes Vorwissen: Bau und Funktion des Ohres

6.1.2.1 Einführung

Der Gehörsinn besteht bei den Wirbeltieren aus zwei Organen, welche beidseitig im Kopf liegen. Die Richtung der Schallwellen kann aufgrund der räumlichen Trennung der Organe genau bestimmt werden. Das menschliche Hörorgan besteht aus drei Teilen: dem Außenohr mit Gehörmuschel und äußerem Gehörgang, dem Mittelohr mit der Paukenhöhle und den Gehörknöchelchen und dem Innenohr mit der Schnecke. Die Schnecke ist das eigentliche Gehörorgan und ist im Schädelknochen eingebettet. Schallwellen können daher auch durch die Schallleitung im Knochen zum Gehörorgan kommen (zitiert nach Stammler, 2003, S. 125). Da das Trommelfell die Schallwellen nochmals verstärkt und zum Innenohr weiter leitet, werden die Schallwellen in der Luft besser wahrgenommen. Beim Weg der Schallwellen durch die Schädelknochen erfolgt keine Verstärkung (zitiert nach Stammler, 2003, S. 127).

6.1.2.2 Material

Versuchsperson

Stimmgabel

6.1.2.3 Durchführung

Durch einen Schlag wird die Stimmgabel in Schwingungen versetzt und mit dem Griffende auf den Nasenrücken oder das Schädeldach der Versuchsperson gehalten. Dabei hält die Versuchsperson abwechselnd ein Ohr oder beide Ohren zu. Wenn kein Ton mehr hörbar ist, die Stimmgabel dem Ohr nähern. Der Ton klingt wieder auf, weil die Luftleitung auf kurze Entfernung den bereits stark abgeschwächten Schall wieder hörbar macht.

6.1.2.4 Ergebnisse

Nachdem sich die Versuchsperson die Stimmgabel an den Nasenrücken oder das Schädeldach gehalten hat, bis kein Ton mehr hörbar war, wurde die Stimmgabel an das Ohr gehalten und wieder ein Geräusch wahrgenommen. Die Schallwellen setzen sich über die Knochen bis hin zum Innenohr fort, welches in den Schädelknochen eingebettet ist. Dabei wird der Ton aber nicht vom Trommelfell-Gehörknöchelchenapparat verstärkt und der Ton ist somit über die Luft besser wahrnehmbar.

6.1.2.5 Verwendbarkeit im Unterricht

Benötigt wird für das Experiment eine Schulstunde. Der Zeit- und Materialaufwand ist gering. Wenn keine Gruppeneinteilung der SchülerInnen erfolgt und mehrere SchülerInnen den Versuch gleichzeitig durchführen, dann sollte auf die Anzahl der Stimmgabeln geachtet werden. Um ein gutes Ergebnis zu erzielen, muss es in der Klasse sehr ruhig sein.

6.1.3 Experiment Richtungshören

Ziel: Wir können die Schallquelle lokalisieren

Versuchsdauer: 10 Minuten

Benötigtes Vorwissen: Bau und Funktion des Ohres

6.1.3.1 Einführung

Der Gehörsinn besteht aus zwei Organen, welche beidseitig im Kopf liegen. Die Richtung der Schallwellen kann aufgrund der räumlichen Trennung der Organe genau bestimmt werden (zitiert nach Stammler, 2003, S. 123).

6.1.3.2 Material

2 Versuchspersonen

Plastik- oder Gummischlauch mit einer Länge von ca. 1 m

Filzstift und Lineal

6.1.3.3 Durchführung

Die Mitte des Gummischlauches wird mit einem dicken Strich auf dem Schlauch markiert. Die Versuchsperson steckt sich je ein Schlauchende in jedes Ohr. Die Versuchsperson sitzt dabei mit dem Rücken zum Tisch auf dem der Schlauch gut zugänglich liegt. Nun wird mit einem Stift auf den Schlauch geklopft und die Versuchsperson soll angeben, ob die Klopfstelle links oder rechts von der Schlauchmitte liegt. Bereits ein Abstand von 1 cm von der Mitte reicht gewöhnlich aus, um die Seite korrekt bestimmen zu können.

6.1.3.4 Ergebnisse

Die Versuchsperson kann genau angeben, auf welcher Seite des Schlauches geklopft wurde. Durch das Schlagen des Stiftes auf den Schlauch wird die Luft komprimiert und es entsteht ein Geräusch. Dieses wird mit den Schallwellen über die Luft zu den Gehörgängen weitergeleitet. Dabei setzt sich der Schall mit einer Geschwindigkeit von 343 m pro Sekunde fort. Das Geräusch gelangt zu unterschiedlichen Zeiten an das Außenohr und dieser geringe Laufzeitunterschied reicht aus, um das Klopfgeräusch korrekt einer Seite zuordnen zu können.

6.1.3.5 Verwendbarkeit im Unterricht

Benötigt wird für das Experiment eine Schulstunde. Der Zeit- und Materialaufwand ist gering. Das Experiment kann aber nur nacheinander durchgeführt werden.

7 Fragebögen

7.1 Fragebogen zu den Experimenten

Der von mir erstellte Fragebogen über die durchgeführten Experimente enthält eine kurze Einleitung, in der ich den SchülerInnen erläutere, welche Fragen auf sie zukommen und wieviel Zeit sie für die Beantwortung dieser zur Verfügung haben. Außerdem versichere ich ihnen, dass die Auswertung anonym erfolgt und dass es keine richtigen oder falschen Antworten gibt. Es werden Fragen zu den drei verschiedenen Versuchen: Richtungslokalisation der Schallquellen

beim Menschen, Schallleitung im Mund und Schallleitung im Knochen gestellt. Dabei handelt es sich um allgemeine Fragen, wie z. B wie ihnen das Experiment gefallen hat, ob das Experiment gut gelungen ist, ob es ihnen möglich war, selbst beim Experiment mitzumachen und ob sie dadurch das dahinterstehende Konzept besser verstanden haben. Dabei sollen die SchülerInnen die Experimente mit Schulnoten von eins bis fünf bewerten. Wobei die Eins einem ‚Sehr Gut' entspricht und die Fünf einem ‚Nicht Genügend'.

7.2 Fragebogen zum LeOn Film

Auch dieser Fragebogen beginnt wieder mit einer Einleitung, bei der die SchülerInnen direkt angesprochen werden. Ich weise nochmals auf den im Unterricht verwendeten Film hin, über den anschließend die Fragen gestellt werden. Zudem wird wieder absolute Anonymität versichert und ich bedanke mich nochmals bei den SchülerInnen für ihre große Hilfe. Im ersten Teil des Fragebogens werden Fragen zu dem im Film eingeblendeten Untertitel gestellt. Der zweite Teil beinhaltet Fragen über den Inhalt des Films. Dabei sollen die SchülerInnen die zutreffende Antwort ankreuzen und nicht mehr, wie beim Fragebogen zu den Experimenten, mit Noten bewerten.

8 Ergebnisse

8.1 Auswertung der schriftlichen Überprüfung Klasse 2a

In Tabelle 3 wird das Gesamtergebnis der Klasse 2a dargestellt. Bei der schriftlichen Überprüfung gibt es keine ‚Sehr Gut' und keine ‚Genügend'. Von den insgesamt zwölf SchülerInnen der Klasse sind die meisten notenmäßig im Mittelfeld angesiedelt, sprich es gibt fünf ‚Befriedigend'. Drei SchülerInnen haben ein ‚Gut' bei den Tests erreicht. Obwohl in der Klasse Experimente zum Thema Gehör durchgeführt wurden, hat ein Drittel der SchülerInnen ein ‚Nicht Genügend'.

Gesamtergebnis Klasse 2a	
Note	Anzahl SuS
1	-
2	3
3	5
4	-
5	4

Tabelle 3: Gesamtergebnis Klasse 2a

8.2 Auswertung der schriftlichen Überprüfung Klasse 2b

In Tabelle 5 wird das Gesamtergebnis der Klasse 2b, welche keine Experimente durchgeführt hat, dargestellt. Ein Drittel der insgesamt zwölf SchülerInnen hat die Note ‚Sehr Gut' und ein(e) Schüler(in) ist mit der Note ‚Befriedigend' beurteilt worden. Wie in Klasse 2a, haben auch hier fünf SchülerInnen die Note ‚Befriedigend' bei der schriftlichen Überprüfung erreicht. Je ein(e) Schüler(in) ist mit der Note ‚Genügend' bzw. ‚Nicht Genügend' beurteilt worden. Im Vergleich zu Klasse 2a, welche keine ‚Sehr Gut' bei den Tests hatte, hat bei Klasse 2b ein Drittel der SchülerInnen die Note ‚Sehr Gut' erreicht. Außerdem gibt es nur ein ‚Nicht Genügend' anstatt vier ‚Nicht Genügend' wie in Klasse 2a.

Gesamtergebnis Klasse 2b	
Note	Anzahl SuS
1	4
2	1
3	5
4	1
5	1

Tabelle 4: Gesamtergebnis Klasse 2b

8.3 Bewertung der Versuche durch die SchülerInnen

Die SchülerInnen der 2a Klasse wurden nach der Durchführung der Experimente gebeten, diese mittels Fragebogen zu bewerten. Alle zwölf SchülerInnen der Klasse waren bei der Befragung anwesend. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Befragung dargelegt.

Benotung erfolgt von 1 – 5 (wie bei Schulnoten: 1 = sehr gut; 5 = nicht genügend); zutreffendes bitte ankreuzen					
Versuch 1: Richtungslokalisation der Schallquellen beim Menschen					
	1	2	3	4	5
Das Experiment ist gut gelungen.	7	5			
Der Ablauf des Experiments war klar verständlich.	6	4	2		
Ich konnte selbst beim Experiment mitmachen.	11	1			
Durch das Experiment weiß ich jetzt, wie wir Menschen Schallquellen lokalisieren.	4	3	3	2	
Das Experiment hat mir gut gefallen.	4	4	3	1	
Versuch 2: Schallleitung im Mund					
Das Experiment ist gut gelungen.	5	4	1		2
Der Ablauf des Experiments war klar verständlich.	10	1	1		
Ich konnte selbst beim Experiment mitmachen.	11	1			
Durch das Experiment weiß ich jetzt, wie die Schallleitung im Mund funktioniert	4	4	4		
Das Experiment hat mir gut gefallen.	7	2	1	2	
Versuch 3: Schallleitung im Knochen					
Das Experiment ist gut gelungen.	5	6	1		
Der Ablauf des Experiments war klar verständlich.	6	3	3		
Ich konnte selbst beim Experiment mitmachen.	9	2	1		
Durch das Experiment weiß ich jetzt, wie die Schallleitung im Mund funktioniert.	2	3	5	1	1

Das Experiment hat mir gut gefallen.	6	1	2	2	

Tabelle 5: Ergebnisse des Fragebogens zu den Experimenten

Wie in Tabelle 3 dargestellt, gibt der überwiegende Teil der SchülerInnen der 2a Klasse an, dass die Experimente gut gelungen sind. Bei Versuch 2 ist jedoch sehr auffallend, dass das Gelingen von zwei SchülerInnen mit der Note 5 beurteilt wurde. Die Versuche 1 und 2 sind hinsichtlich des Ablaufs gut benotet worden, wohingegen es bei Versuch 3 Unklarheiten gegeben hat. Dem Großteil der SchülerInnen war es möglich, selbst am Experiment teilzunehmen. Bei Frage 4, welche auf das Verständnis der dahinterliegenden Konzepte abzielt, ist zu erkennen, dass ca. 2/3 der SchülerInnen die Theorie verstanden hat, 1/3 gibt hierfür aber nur ein Befriedigend bzw. Genügend. Ein(e) Schüler(in) gibt an, das Konzept bei Versuch 3 gar nicht verstanden zu haben. Ca. 2/3 der Befragten geben an, dass ihnen die Experimente gut gefallen haben und bewerten diese mit Note 1 bzw. 2. Ca. 1/3 der SchülerInnen war jedoch nicht besonders begeistert von den Versuchen und gibt hier nur ein Zufriedenstellend bzw. Genügend bei der Bewertung ab.

8.4 Bewertung des LeOn Films durch die SchülerInnen

Nach einem Zeitraum von 90 Tagen, bewerteten die SchülerInnen der 2a und 2b Klasse den Film ‚Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn 1‘ mittels Fragebogen. Bei der Befragung war eine Schülerin abwesend und ein(e) Schüler(in) hat sich bei der 2. Frage ‚Das Lesen der Untertitel war anstrengend‘ der Stimme enthalten. In Tabelle 5 sind die Ergebnisse dargestellt.

Ergebnis Klasse 2a + 2b		
Fragen zum Film „Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn 1“		
	ja	**nein**
Hatte der Film Untertitel?	12	10
Das Lesen der Untertitel war anstrengend.	1	20

Die Untertitel haben geholfen den Film zu verstehen.	5	17
Ich schaue öfter Filme mit Untertitel.	2	20
Ich habe die Untertitel gelesen.	11	11
Ich mag Untertitel.	5	17
Untertitel stören.	16	6
Fragen zum Inhalt des Filmes		
Handelt der Film vom Aufbau und der Funktion des menschlichen Ohres?	21	1
Ist das Trommelfell ein kleiner Knochen, der sich im Gehörgang befindet?	5	17
Wirkt die Ohrmuschel wie ein Trichter, der die Schallwellen verstärkt?	19	3
Werden in der Schnecke die Stöße der Gehörknöchelchen in elektrische Signale umgewandelt?	12	10
Leitet der Hörnerv die elektrischen Signale der Schnecke zum Rückenmark?	5	17
Liegt das Hörzentrum des Menschen in der Wirbelsäule?	1	21

Tabelle 6: Ergebnisse des Fragebogens zum LeOn Film

Bei den Fragen eins bis fünf handelt es sich um Fragen, die den Film betreffen. Knapp über die Hälfte der SchülerInnen hat sich erinnern können, dass der gezeigte Film Untertitel hatte. Zwanzig der insgesamt zweiundzwanzig SchülerInnen sind der Meinung, dass das Lesen der Untertitel nicht anstrengend war. Hier muss allerdings hinzugefügt werden, dass alleine schon zehn dieser zwanzig SchülerInnen der Meinung sind, dass der Film gar keine Untertitel hatte und das Ergebnis dieser Frage eigentlich nicht aussagekräftig ist. Lediglich fünf SchülerInnen sind der Meinung, dass Untertitel helfen, den gezeigten Film zu verstehen. Sogar zwanzig SchülerInnen geben an, dass Filme mit Untertitel eher selten sind. Frage fünf steht in direktem Zusammenhang mit Frage eins und die Hälfte der SchülerInnen, welche auch angegeben haben, dass der Film Untertitel hatte, geben auch an, diese gelesen zu haben. Über zwei Drittel sagen, dass sie Untertitel nicht mögen und diese

sogar störend wirken. Die Fragen elf bis dreizehn geben Auskunft über den Inhalt des Filmes. Einundzwanzig SchülerInnen haben die Frage elf richtig beantwortet und angegeben, dass der Film vom Aufbau und der Funktion des menschlichen Ohres handelt. Auch die nächste Frage wurde von siebzehn SchülerInnen richtig beantwortet und es wurde angegeben, dass das Trommelfell kein kleiner Knochen ist, der sich im Gehörgang befindet. Über zwei Drittel gaben auch an, dass die Ohrmuschel wie ein Trichter wirkt, der die Schallwellen verstärkt. Frage elf hat etwas für Verwirrung gesorgt, denn es konnte sich nur noch die Hälfte der SchülerInnen an die Funktion der Schnecke erinnern. Der Großteil ist sich auch sicher, dass der Hörnerv die elektrischen Signale der Schnecke nicht zum Rückenmark leitet. Ganze einundzwanzig SchülerInnen gaben bei der letzten Frage an, dass das Hörzentrum des Menschen nicht in der Wirbelsäule liegt.

9 Diskussion

Guter Biologieunterricht soll, wie in Kapitel 2.2 bereits beschrieben, an Vorwissen anknüpfen und den Lernenden die Möglichkeit geben, handelnd mit ihrem Wissen umzugehen und zu Lernprodukten zu kommen. Dafür eignen sich auch Experimente besonders gut. Wie in Kapitel 2.3 beschrieben, bin ich durchaus der Meinung, dass Experimente für fachgerechte Denk- und Arbeitsweisen und um biologische Erkenntnisse erfahrbar zu machen, unabdingbar sind im Unterricht. Bei der Durchführung der Experimente ist mir aufgefallen, dass die vorherrschende Ungewissheit, Unsicherheit und Unklarheit der Sachlage bei den SchülerInnen zur intrinsischen, sachbezogenen Motivation und zu einer sehr positiven Arbeitshaltung geführt hat. Hier wurde gezielt das Neugierverhalten gefördert. Allerdings bedarf es bei der Durchführung von Experimenten einer ritualisierten Vorgehensweise, welche stets mit den SchülerInnen geübt werden sollte. Man kann nicht erwarten, dass die Durchführung der Experimente bei SchülerInnen, welche nicht an diese Rituale gewohnt sind, reibungslos abläuft. Ich stimme Graf (2004, S. 127) völlig zu, dass es sich beim Experimentieren um die anspruchsvollste Arbeitsmethode handelt, denn es muss auf zahlreiche Arbeitsweisen- und

Techniken, wie z. B. der sicheren Handhabung von Versuchsgeräten, der Umsetzung von Versuchsvorschriften, auf Protokollieren und gezieltes Beobachten zurückgegriffen werden. Bei der Durchführung der drei verschiedenen sinnesphysiologischen Experimente hat sich gezeigt, dass sich kognitive, affektive, psychomotorische und vor allem soziale Elemente vereinigen. Die SchülerInnen mussten in von mir gewählten Gruppen zusammenarbeiten und konnten sich ihre Gruppenmitglieder nicht aussuchen. Dadurch wurde sowohl die Teamfähigkeit, als auch die Hilfsbereitschaft gefördert, denn sie mussten lernen, mit weniger beliebten SchülerInnen zu kooperieren. Des Weiteren beschreibt Graf (2004, S. 127), dass durch das Experimentieren komplexe Sachverhalte fassbar und durchschaubar werden. Leider kann ich dem aufgrund meiner Erfahrungen nur bedingt zustimmen. Denn auch hier bin ich davon überzeugt, dass dies nur dann gelingt, wenn die dahinterliegenden Konzepte von den SchülerInnen völlig verstanden worden sind. Auch das sorgfältige Arbeiten und Verantwortung übernehmen kann gezielt gefördert werden, bedarf aber ebenfalls der Übung. Ich schließe mich der Meinung von Graf (2004, S. 127-128) an, dass die SchülerInnen wissen müssen, warum im Unterricht experimentiert wird, um den Lern- und Bildungserfolg zu garantieren. Auch der Aussage von Hiering (2013, S. 148) kann ich nur zustimmen, denn Experimente sind nur dann effektiv, wenn sie sinnvoll in das didaktische Konzept der Unterrichtsstunde eingebaut sind. So hätte es vor der Durchführung meiner Experimente auf jeden Fall Wiederholungen und Festigung des Stoffes gebraucht.

Wie in Kapitel drei beschrieben, spielen Medien auch im Biologieunterricht eine wichtige Rolle. Der Auswahlprozess wird dabei laut Maier (1998, S. 89) nicht nur von den Lernzielen, sondern auch von der Verständlichkeit der Sprache und dem Adressatenbezug bestimmt. Hiermit kann ich Maier nur zustimmen, denn auch ich habe den passenden Film unter Berücksichtigung dieser Kriterien ausgewählt. Laut Wetzel (1994, S. 138 f.) beträgt die effektive Filmlänge bei SchülerInnen 20 Minuten. Diese habe ich mit dem Film ‚Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn 1‘ und einer Filmdauer von nur 5 Minuten weit unterschritten. Ich bin aber dennoch der Meinung, dass es sinnvoll ist, die Filmsequenzen nicht zu lange zu gestalten, um die Konzentration der

SchülerInnen aufrecht zu erhalten. Der Film hat mir geholfen, das komplexe Thema über das menschliche Gehör den SchülerInnen nahe zu bringen und nachhaltiges Lernen zu fördern. Durch den Fragebogen habe ich gesehen, dass selbst nach drei Monaten noch viele Fragen über das menschliche Gehör von den SchülerInnen richtig beantwortet werden konnten. Der gezeigte Film wurde als Informationshilfe eingesetzt und hat das Interesse der SchülerInnen geweckt und sie motiviert. Der Film ist der Sprache aufgrund seiner Informationsdichte weit überlegen und es konnte das menschliche Gehör in all seinen Facetten gezeigt werden. Der Film hat sehr bei der Veranschaulichung des Themas geholfen und war mit dem Kontext verbunden. Aufgrund der Auswertung kann in diesem Fall gesagt werden, dass Untertitel von den SchülerInnen als störend empfunden werden und der Großteil Filme ohne Untertitel bevorzugt.

10 Abschließende Bemerkungen

Ganz besonders motiviert hat mich bei meiner Bachelorarbeit die Zusammenarbeit mit den SchülerInnen. Es war sehr spannend, dasselbe Thema auf zwei völlig unterschiedliche Weisen zu unterrichten und zu sehen, wie die SchülerInnen die Konzepte auffassen. Natürlich war ich auch sehr neugierig darauf, wie die Ergebnisse ausfallen werden und ob SchülerInnen, welche Experimente durchführten, die dahinterliegenden Konzepte besser verstehen, als SchülerInnen, die keine Experimente durchführen. Allerdings gestaltete sich die Durchführung der Experimente in der Klasse 2a etwas schwierig, da die SchülerInnen nicht an das Experimentieren gewöhnt waren und der Ablauf und Umgang mit den Materialien für sie völlig neu war. Für die SchülerInnen war das Experimentieren eine willkommene Abwechslung zum konventionellen Unterricht. Sie hatten sehr viel Spaß mit dem Hantieren der Materialien, wodurch aber der Zusammenhang mit den dahinterliegenden Konzepten eher außer Acht gelassen wurde. Dies wiederum hat sich auch auf die Ergebnisse ausgewirkt. Durch die Arbeit habe ich auch gelernt, dass es essentiell ist, dass die SchülerInnen die dahinterliegenden Konzepte verstehen, bevor man Experimente durchführt. Experimentieren, ohne wirklich den Sinn

dahinter zu verstehen, führt nicht zu den gewünschten Ergebnissen. Die Theorie muss so verstanden werden, dass die SchülerInnen einen Zusammenhang zwischen der Theorie und den jeweiligen Experimenten herstellen können. Bei der Durchführung der Experimente bedarf es daher einer genauen Planung, wie und wann Experimente am sinnvollsten eingesetzt werden. Daher werde ich mir in meinem künftigen Beruf mehr Zeit für das Einführen der Theorie nehmen. Eine Unterrichtsstunde Theorie ist meiner Meinung nach nicht genug, um anschließend gleich Experimente durchzuführen, speziell wenn es sich um ein völlig neues Thema, wie in diesem Fall das Gehör, handelt. Nur Input alleine ist nicht genug, denn die Theorie muss vorher nochmals wiederholt und gefestigt werden. Die Ergebnisse des ausgewerteten Fragebogens zum gezeigten LeOn Film, ‚Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn 1‘, hat mir in meiner Annahme, dass Untertitel wenig beliebt sind und eher als störend eingestuft werden, Recht gegeben. Ich bin der Meinung, dass Untertitel für die SchülerInnen der 6. Schulstufe eher eine Herausforderung darstellen, da sich die SchülerInnen auf den Film und das Lesen gleichzeitig konzentrieren sollen. Überrascht hat mich allerdings, wie viel die SchülerInnen noch über den Inhalt des Films wussten, denn die Befragung hat erst drei Monate später stattgefunden. Somit ist doch relativ viel des Inhalts im Langzeitgedächtnis der SchülerInnen gespeichert worden.

11 Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Bildung und Frauen (Hrsg.) (2015). *Lehrplan für Biologie und Umweltkunde.* Abgerufen am 27. Dezember 2015 von https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40172654/NOR40172654.html

Barke, H., Harsch, G. (2001). *Chemiedidaktik heute. Lernprozesse in Theorie und Praxis.* Berlin [u.a.]:Springer-Verlag.

Flick, U. (2008). *Triangulation: Eine Einführung* (2. Auflage). Wiesbaden.

Gumpert, N. (18.02.2016). *Das menschliche Ohr.* Abgerufen am 19. Februar 2016 von https://www.dr-gumpert.de/html/ohr.html

Graf, E. (Hrsg.) (2004). *Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis* (1. Auflage). Donauwörth: Auer Verlag.

Hiering, P., Killermann, W. & Starosta, B. (2013). *Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik.* (15. Auflage). Donauwörth: Auer Verlag.

Maier, W. (1998). *Grundkurs Medienpädagogik Mediendidaktik. Ein Studien- und Arbeitsbuch.* Weinheim: Beltz.

Rinschede, G. (2005). *Geographiedidaktik.* (2. Auflage). Paderborn; Wien [u.a.]:Schöningh.

Paradisi Redaktion (2014). *Aufbau, Aufgabe und Funktionsweise der Ohren.* Abgerufen am 20. Februar 2016 von http://www.paradisi.de/Health und Ernaehrung/Anatomie/Ohr/Artikel/8929.php#Aufgaben.

Stammler, S. (2003). *Die Methodik und Didaktik ausgewählter biologischer Experimente im Unterricht.* (Diplomarbeit). Universität Innsbruck.

Schmidt, R. (Hrsg.) (1973). *Sinnesphysiologie programmiert.* Berlin: Springer-Verlag.

Schmidt, R., Schaible, H. (2006). *Neuro- und Sinnesphysiologie.* (5. neu bearbeitete Auflage). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Ulrich, J. (2006). *Binaurales und räumliches Hören.* Abgerufen am 22. Februar 2016 von

http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwihuuznoa_LAhUDVRQKHdBYBWwQFgghMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.doz-verlag.de%2Farchivdownload%2F%3Fartikelid%3D2336&usg=AFQjCNF-LL0oQhFIF6aYtT8wIPBnL2gdkA.

Weitzel, H., Schaal, S. (2012). *Biologie unterrichten: planen, durchführen, reflektieren.* (1. Auflage). Berlin: Cornelsen Verlag..

Wetzel, C., Radtke, P. & Stern, H. (1994). *Instructional Effectiveness of Video Media.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates 1994.

12 Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbst verfasst und keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet habe. Ich bin damit einverstanden, dass meine Arbeit öffentlich zugänglich gemacht wird.

Innsbruck, Datum .....

Eigenhändige Unterschrift

13 Anhang

13.1 Fragebögen

Liebe Schüler und Schülerinnen der 6. Schulstufe!

Es hat mich wirklich gefreut, dass ich mit euch zusammenarbeiten durfte und ich bin euch für eure Mitarbeit sehr dankbar. Abschließend habe ich euch noch einmal einen Fragebogen zusammengestellt, in dem euch Fragen zu den Experimenten „Richtungslokalisation der Schallquellen", „Schallleitung im Mund" und „Schallleitung im Knochen" gestellt werden. Natürlich erfolgt die Auswertung der Fragen anonym. Es gibt bei den Fragen keine richtigen oder falschen Antworten. Ich möchte nur wissen, wie euch die Experimente gefallen haben und ob ihr euch dadurch mehr Wissen über das jeweilige Thema aneignen habt können. Für den Fragebogen sind 15 – 20 Minuten eingeplant. Ihr seid mir eine wirklich große Hilfe für meine Bachelorarbeit.

Vielen Dank!

¶

Benotung erfolgt von 1 – 5 (wie bei Schulnoten: 1 = sehr gut; 5 = nicht genügend); zutreffendes bitte ankreuzen					
Versuch 1: Richtungslokalisation der Schallquellen beim Menschen					
	1	2	3	4	5
Das Experiment ist gut gelungen.					
Der Ablauf des Experiments war klar verständlich.					
Ich konnte selbst beim Experiment mitmachen.					
Durch das Experiment weiß ich jetzt, wie wir Menschen Schallquellen lokalisieren.					
Das Experiment hat mir gut gefallen.					
Versuch 2: Schallleitung im Mund					
Das Experiment ist gut gelungen.					
Der Ablauf des Experiments war klar verständlich.					
Ich konnte selbst beim Experiment mitmachen.					
Durch das Experiment weiß ich jetzt, wie die Schallleitung im Mund funktioniert					
Das Experiment hat mir gut gefallen.					
Versuch 3: Schallleitung im Knochen					
Das Experiment ist gut gelungen.					

Der·Ablauf·des·Experiments·war·klar·verständlich.¤	¤	¤	¤	¤	¤
Ich·konnte·selbst·beim·Experiment·mitmachen.¤	¤	¤	¤	¤	¤
Durch· das· Experiment· weiß· ich· jetzt,· wie· die· Schallleitung·im·Mund·funktioniert.¤	¤	¤	¤	¤	¤
Das·Experiment·hat·mir·gut·gefallen.¤	¤	¤	¤	¤	¤

¶

Liebe Schüler und Schülerinnen der 6. Schulstufe!

Es hat mich wirklich gefreut, dass ich mit euch zusammenarbeiten durfte und ich bin euch für eure Mitarbeit sehr dankbar. Abschließend habe ich euch noch einmal einen Fragebogen zusammengestellt, in dem ich euch Fragen zum Film „Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn 1" stelle. Natürlich erfolgt die Auswertung der Fragen anonym. Es gibt bei den Fragen keine richtigen oder falschen Antworten. Ich möchte nur wissen, wie euch der Film gefallen hat und ob ihr euch noch an Informationen aus dem Film erinnern könnt. Für den Fragebogen sind ca. 15 Minuten eingeplant. Ihr seid mir eine wirklich große Hilfe für meine Bachelorarbeit.

Vielen Dank!

Beantwortung der Fragen durch ankreuzen der zutreffenden Antwort.		
Fragen zum Film „Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn 1"		
	ja	**nein**
Hatte der Film Untertitel?	☐	☐
Das Lesen der Untertitel war anstrengend.	☐	☐
Die Untertitel haben geholfen den Film zu verstehen.	☐	☐
Ich schaue öfter Filme mit Untertitel.	☐	☐
Ich habe die Untertitel gelesen.	☐	☐
Ich mag Untertitel.	☐	☐
Untertitel stören.	☐	☐
Fragen zum Inhalt des Filmes		
Handelt der Film vom Aufbau und der Funktion des menschlichen Ohres?	☐	☐
Ist das Trommelfell ein kleiner Knochen, der sich im Gehörgang befindet?	☐	☐
Wirkt die Ohrmuschel wie ein Trichter, der die Schallwellen verstärkt?	☐	☐
Werden in der Schnecke die Stöße der Gehörknöchelchen in elektrische Signale umgewandelt?	☐	☐
Leitet der Hörnerv die elektrischen Signale der Schnecke zum Rückenmark?	☐	☐
Liegt das Hörzentrum des Menschen in der Wirbelsäule?	☐	☐

13.2 Stundenbilder

Biologie·und·Umweltkunde → 18.11.15 → 7:40·–·8:30 → Klasse·2a¶

Stundenthema¶	**Das·menschliche·Gehör·(Sinnesphysiologische·Experimente·zum·Gehör)¤**
Lehrplanbezug¤	8.·Schulstufe:·Themenbereich·→·Mensch·und·Gesundheit:¶ Die·Kenntnisse·über·Bau·und·Funktion·des·menschlichen·Körpers·(einschließlich·der·Themenfelder·Gesundheit·und·Krankheit,·Psychosomatik·und·Immunsystem)·sind·zu·erweitern·und·zu·vervollständigen.¤
Kompetenzen¤	W2·–·aus·unterschiedlichen·Medien·und·Quellen·fachspezifische·Informationen·entnehmen¶ W3·–·Vorgänge·und·Phänomene·in·Natur,·Umwelt·und·Technik·in·versch.·Formen·(Grafik,·Tabelle,·Bild,·Diagramm,..)·darstellen,·erklären·und·adressatengerecht·kommunizieren.¶ W4·–·die·Auswirkungen·von·Vorgängen·in·Natur,·Umwelt·und·Technik·auf·die·Umwelt·und·Lebenswelt·erfassen·und·beschreiben.¶ E2·–·zu·Vorgängen·und·Phänomenen·in·Natur,·Umwelt·und·Technik·Fragen·stellen·und·Vermutungen·aufstellen¶ S1·–·Daten,·Fakten·und·Ergebnisse·aus·versch.·Quellen·aus·naturwissenschaftlicher·Sicht·bewerten·und·Schlüsse·daraus·ziehen¶ S2·–·Bedeutung,·Chancen·und·Risiken·der·Anwendungen·von·naturwissenschaftlichen·Erkenntnissen·für·mich·persönlich·und·für·die·Gesellschaft·erkennen,·um·verantwortungsbewusst·zu·handeln.¤
Individueller·Schwerpunkt¤	Selbsttätigkeit¤
Stundenziele¤	Lernziele¶ SµS·sollen¶ •→…erkennen,·wie·die·Schalleitung·im·Mund·funktioniert¶ •→…erkennen,·wie·die·Schalleitung·über·die·Knochen·funktioniert¶ •→…erkennen,·wie·die·Richtungslokalisation·der·Schallquellen·beim·Menschen·funktionieren¶ •→…selbstständig·Experimente·durchführen·und·die·wichtigen·Erkenntnisse·in·einfachen·Worten·wieder·geben·können¤

¶
¶
¶

Methodischer·Verlauf/·Begründung·des·Verlaufs¶ WAS?·WIE?·WARUM?¤	**Lernaktivitäten·und·Schülererkenntnisse¶ WAS?·WIE?·Wie·erfolgt·Lernzielkontrolle?¤**	**Medien¶ WOMIT?¤**
•·Begrüßung·der·SchülerInnen¶ •·Einstieg:·anhand·des·Spiels·Hangman·wird·das·Wort·„Gehör"·gesucht¶	•→SchülerInnen·werden·auf·das·neue·Thema·eingestimmt·und·können·ihr·Vorwissen·bekanntgeben¶ •→Aktivierung·von·Vorwissen¤	•·Tafel¤

• Im S-L-Gespräch wird erarbeitet, was die SuS bereits über das menschliche Gehör wissen		
• SuS sollen sich einen kurzen Film („Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn – Hören 1) zum menschlichen Gehör ansehen und dabei Fragen zum Film beantworten • Gemeinsam werden die Fragen korrigiert	• SchülerInnen verstehen, wie das menschliche Gehör funktioniert • SchülerInnen beantworten Fragen zum menschlichen Gehör	• Internetseiten • Computer • Internet • Arbeitsblatt („Fragen zum Film“)
• SuS werden in 5 Gruppen geteilt (Gruppen werden ausgelost) • Jede Gruppe bekommt eine Experimentieranleitung (Stationenbetrieb) • SuS führen selbstständig in den Gruppen Experimente zum Gehör durch	• SuS führen selbstständig Experimente durch und verstehen wie das Gehör funktioniert	• Experimentier-anleitung • Gummischlauch • Taschenuhr • Stimmgabel
• SuS geben ihr Wissen in einer kurzen <u>schriftlichen</u> Überprüfung wieder	• SuS geben ihr Wissen wieder	• Arbeitsblatt („Fragen zum menschl. Gehör“)
• Auswertung der Experimente mittels Fragebogen		• Fragebogen

Biologie·und·Umweltkunde → 24.11.15 → 8:35·–·9:25 → Klasse·2b¶

Stundenthema¶	**Das·menschliche·Gehör·(Sinnesphysiologische·Experimente·zum·Gehör)**
Lehrplanbezug	8.·Schulstufe:·Themenbereich·→·Tiere·und·Pflanzen:¶ Die·Kenntnisse·über·Bau·und·Funktion·des·menschlichen·Körpers·(einschließlich·der·Themenfelder·Gesundheit·und·Krankheit,·Psychosomatik·und·Immunsystem)·sind·zu·erweitern·und·zu·vervollständigen.
Kompetenzen	W2·–·aus·unterschiedlichen·Medien·und·Quellen·fachspezifische·Informationen·entnehmen¶ W3·–·Vorgänge·und·Phänomene·in·Natur,·Umwelt·und·Technik·in·versch.·Formen·(Grafik,·Tabelle,·Bild,·Diagramm,..)·darstellen,·erklären·und·adressatengerecht·kommunizieren.¶ W4·–·die·Auswirkungen·von·Vorgängen·in·Natur,·Umwelt·und·Technik·auf·die·Umwelt·und·Lebenswelt·erfassen·und·beschreiben.¶ E2·–·zu·Vorgängen·und·Phänomenen·in·Natur,·Umwelt·und·Technik·Fragen·stellen·und·Vermutungen·aufstellen¶ S1·–·Daten,·Fakten·und·Ergebnisse·aus·versch.·Quellen·aus·naturwissenschaftlicher·Sicht·bewerten·und·Schlüsse·daraus·ziehen¶ S2·–·Bedeutung,·Chancen·und·Risiken·der·Anwendungen·von·naturwissenschaftlichen·Erkenntnissen·für·mich·persönlich·und·für·die·Gesellschaft·erkennen,·um·verantwortungsbewusst·zu·handeln.
Individueller·Schwerpunkt	Selbsttätigkeit
Stundenziele	Lernziele¶ SuS·sollen¶ •→…erkennen,·wie·die·Schalleitung·im·Mund·funktioniert¶ •→…erkennen,·wie·die·Schalleitung·über·die·Knochen·funktioniert¶ •→…erkennen,·wie·die·Richtungslokalisation·der·Schallquellen·beim·Menschen·funktionieren¶ •→…selbstständig·Experimente·durchführen·und·die·wichtigen·Erkenntnisse·in·einfachen·Worten·wieder·geben·können

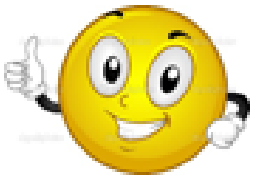
¶
¶
¶

Methodischer·Verlauf/·Begründung·des·Verlaufs¶ WAS?·WIE?·WARUM?	**Lernaktivitäten·und·Schülererkenntnisse¶ WAS?·WIE?·Wie·erfolgt·Lernzielkontrolle?**	**Medien¶ WOMIT?**
•·Begrüßung·der·SchülerInnen¶ •·Einstieg:·anhand·des·Spiels·Hangman·wird·das·Wort·„Gehör"·gesucht¶	•→SchülerInnen·werden·auf·das·neue·Thema·eingestimmt·und·können·ihr·Vorwissen·bekanntgeben¶ •→Aktivierung·von·Vorwissen	•·Tafel

• Im S-L Gespräch wird erarbeitet, was die SuS bereits über das menschliche Gehör wissen		
• SuS sollen sich einen kurzen Film zum menschlichen Gehör ansehen und dabei Fragen zum Film beantworten • Gemeinsam werden die Fragen korrigiert	• SchülerInnen verstehen, wie das menschliche Gehör funktioniert • SchülerInnen beantworten Fragen zum menschlichen Gehör	• Internetseiten • Computer • Internet • Arbeitsblatt
• Im S-L Gespräch wird nochmals genau erklärt, wie das menschliche Gehör funktioniert	• SuS verstehen, wie das menschliche Gehör funktioniert	• Grafik
• SuS füllen Arbeitsblatt „Das Ohr_Bau- und Funktion" aus	• SuS geben ihr Wissen wieder	• Arbeitsblatt
• SuS beantworten Fragen zu den durchgeführten Versuchen (schriftlich)	• SuS geben ihr Wissen wieder	• Arbeitsblatt
• Auswertung der schriftlichen Befragung		

¶

13.3 Fragen zum LeOn Film



Fragen zum Film: „Ohr – Hören und Gleichgewichtssinn – Hören 1" (Film mit Untertitel)

1) Aus welchen Teilen besteht das menschliche Gehör?

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

2) Wie werden Töne übertragen?

_____ → _____

3) Wie werden die drei Gehörknöchelchen genannt?

_____ → _____

4) Was passiert in der Hörschnecke?

_____ → _____

5) Über welchen Nerv gelangen die elektrischen Impulse ins Gehirn?

_____ → _____

6) Wie funktioniert das Richtungshören?

_____ → _____

7) Warum sind laute Geräusche auf Dauer gesundheitsschädlich?

_____ → _____

Bild: http://de.depositphotos.com/8943042/stock-photo-okay-smiley.html

13.4 Overheadfolie

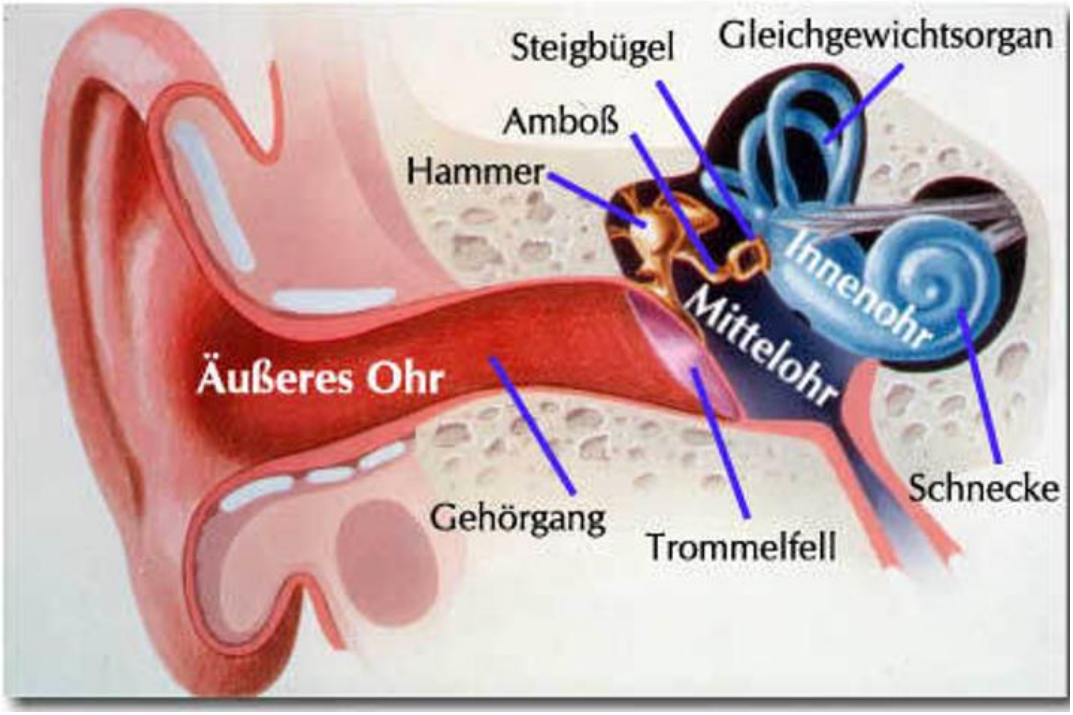


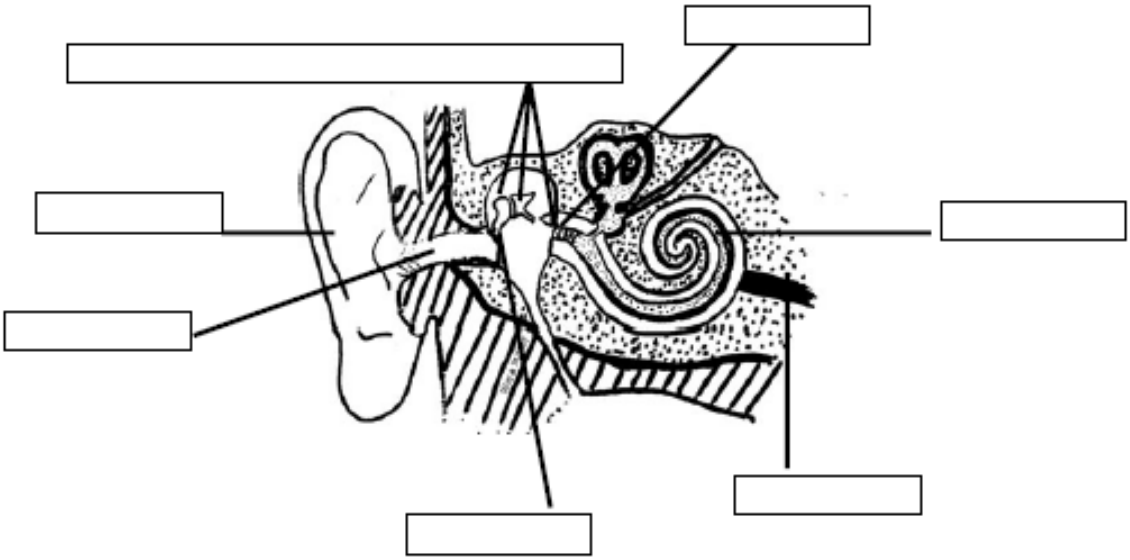
Bild: http://www.cosmiq.de/qa/show/3192179/Ich-brauch-die-Die-Funktion-des-Auges-mit-dem-Folgendem-Woerter-die-drinn-stehen-muessen-Ohlymphe-Gehoergang-Grundemembran-Deckmemebran-Sinneshaerchen-Sinneszellen-Hoernerv-und-Gehirn/

13.5 Arbeitsblätter

Biologie **Sinnesorgane / Ohr**

Datum: Lerngruppe: Name: _____

1 Beschrifte die Zeichnung!



2 Ergänze den Lückentext mit den Worten aus dem Wortspeicher.

Wortspeicher

Amboss | Gehörgang | Hammer | Hörnerv | Hörschnecke | Hörsinnes | Mittelohr | Ohrmuschel | ovale | runden | Schneckengang | Steigbügel | Trommelfell | Vorhof

Gelangen Schallwellen an unser Außenohr, werden sie von der _____ in den etwa 3 cm langen _____ geleitet und verstärkt. An seinem Ende sitzt das _____, ein dünnes Häutchen. Dahinter liegt das _____, ein etwa vier Millimeter breiter Raum, der durch die Ohrtrompete mit dem Rachenraum in Verbindung steht. Die ankommenden Schallwellen versetzen das Trommelfell in Schwingungen, die auf drei kleine Gehörknöchelchen übertragen werden. Die Gehörknöchelchen heißen _____, _____ und _____. Sie leiten die Schwingungen vom Trommelfell zum Innenohr. Durch die Hebelwirkung der Gehörknöchelchen und durch die Übertragung auf die wesentlich kleinere Fläche des Steigbügels wird der weitergeleitete Druck verstärkt. Zum Innenohr gehört die knöcherne und mit Flüssigkeit gefüllte _____. Sie ist von einem Hautschlauch durchzogen, der ihren Innenraum in drei Längsgänge unterteilt. Überträgt der Steigbügel die Schwingungen auf das _____ Fenster der Hörschnecke, entsteht im _____gang eine Druckwelle. Diese breitet sich bis zur Schnecken-spitze aus. In der Spitze geht der Vorhofgang in den Paukengang über. In ihm wird die sich abschwächende Druckwelle wieder aus der Hörschnecke herausgeleitet. Am

Datum: Lerngruppe: Name:

_____ Fenster erfolgt der Druckausgleich zum Mittelohr bzw. durch die Ohrtrompete zum Rachenraum. Der mittlere Gang der Hörschnecke ist der _____. Er enthält das eigentliche Hörorgan, die etwa 16 000 _____zellen. Über ihren Sinneshärchen liegt die Deckmembran. Die Flüssigkeitsschwingungen im Vorhofgang und im Paukengang übertragen sich auf die Deckmembran. Sie wird verschoben und verbiegt dabei die Sinneshärchen. Dieser mechanische Reiz erregt die Hörsinneszellen und ihre benachbarten Nervenzellen. Diese senden die elektrische Erregung durch die ableitenden Nervenfasern, die sich zum _____ zusammenlagern. Über diesen Nerv laufen die Erregungen zum Gehirn. Dort entsteht der jeweilige Höreindruck.

3 Kreuze die richtige Antwort an! Wie wird der Schall weiter geleitet ...

im Außenohr durch	☐ Luft ☐ Flüssigkeit ☐ Knochen ☐ elektrische Erregung
im Mittelohr durch	☐ Luft ☐ Flüssigkeit ☐ Knochen ☐ elektrische Erregung
im Innenohr durch	☐ Luft ☐ Flüssigkeit ☐ Knochen ☐ elektrische Erregung
vom Hörnerv durch	☐ Luft ☐ Flüssigkeit ☐ Knochen ☐ elektrische Erregung

Quelle Arbeitsblatt: www.4teachers.de

Dateiname: Ohr_LZK_Funktion_4teachers.doc

Experiment – Schalleitung im Mund

Versuchsdauer: 10 Minuten

Material: tickende Armbanduhr

Durchführung des Versuchs:

Wechselt euch bei diesem Versuch ab. Jeder nimmt einmal die Armbanduhr in den Mund. Die Uhr soll mit den Zähnen festgehalten werden. Gleichzeitig sollst du dir mit den Handflächen die Ohren zuhalten, damit die Gehörgänge fest geschlossen sind.

Ergebnis:

Was passiert wenn ihr die Uhr in den Mund nimmt?

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

Versucht anhand des Textes oberhalb zu erklären wie die Schallwellen durch die Knochen wandern:

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

Bild Ohr: http://www.michellehenry.fr/listen.htm

Bild Uhr: http://www.canstockphoto.de/illustration/armbanduhr.html

Experiment – Schalleitung über Knochen

Versuchsdauer: 10 Minuten

Material: Stimmgabel

Durchführung des Versuchs:

Wechselt euch bei diesem Versuch ab. Versetzt die Stimmgabel durch einen Schlag in Schwingung. Setzt sie dann auf den Nasenrücken oder an das Schädeldach der Versuchsperson. Die Versuchsperson soll sich dabei entweder abwechselnd ein Ohr oder beide Ohren zuhalten. Es sollen Unterschiede im Hörvermögen zu erkennen sein. Wenn kein Ton mehr hörbar ist soll die Stimmgabel an das Ohr gehalten werden.

Ergebnis:

Was passiert sobald man sich die Stimmgabel an das Ohr hält?

_____ → _____

_____ → _____

Warum sind am Ohr wieder Töne zu hören?

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

Bild: http://www.apotheken-umschau.de/Hoertest-Audiometrie

Bild: http://www.edesheim.de/start/veranstaltungen.html

Experiment – Richtungshören

Versuchsdauer: 10 Minuten

Material: Gummischlauch, Stift

Durchführung des Versuchs:

Wechselt euch bei diesem Versuch ab. Die Mitte des Gummischlauchs wird mit einem Stift markiert. Die Versuchsperson setzt sich mit dem Rücken zum Tisch, auf welchem der Gummischlauch liegt. Danach steckt sich die Versuchsperson je ein Schlauchende in ein Ohr. Mit einem Stift wird anschließend auf den Schlauch, welcher auf dem Tisch aufliegt, geklopft. Die Versuchsperson soll nun angeben, ob rechts oder links von der Schlauchmitte aus geklopft wird.

Ergebnis:

Kann die Versuchsperson erkennen, auf welcher Seite des Schlauchs geklopft wird?

_____ → _____

Warum kann die Versuchsperson erkennen auf welcher Seite des Schlauchs geklopft wird?

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

Bild: http://www.tjfbg.de/downloads/experimente/akustik/richtungshoeren/

13.6 Schriftliche Überprüfung

Schriftliche Überprüfung → Männlich ○ → Weiblich ○

Klasse 2a

1) → Aus welchen Teilen besteht das menschliche Hörorgan?

_____ → _____

_____ → _____

_____ → _____

2) → Wie heißen die drei Gehörknöchelchen?

_____ → _____

3) → Wie werden Töne übertragen?

_____ → _____

4) → Wo liegt die Schnecke bzw. wo ist sie eingebettet?

_____ → _____

5) → Warum werden Schallwellen in der Luft besser wahrgenommen?

_____ → _____

_____ → _____

6) → Warum wissen wir, aus welcher Richtung Schallwellen kommen?

_____ → _____

_____ → _____

Viel Glück!

Bild: http://de.depositphotos.com/8943042/stock-photo-okay-smiley.html