

Kapitel 05.07: Die weiteren Sinne des Menschen



Freies Lehrbuch der anorganischen Chemie von H. Hoffmeister und C. Ziegler
(unter GNU Free Documentation License, Version 1.2 (GPL)).
Die jeweils aktuellste Fassung finden Sie unter: <https://hoffmeister.it/index.php/biologiebuch>

Inhalt

Kapitel 05.07: Die weiteren Sinne des Menschen..... 1

 Inhalt..... 2

 Der Gehörsinn..... 3

 Was hört das Ohr, wenn man von Lärm spricht?..... 3

 Der Aufbau des Ohres..... 5

 Das Mittel- und das Innenohr..... 6

 Die drei Bereiche des menschlichen Ohres..... 7

 Schallübertragung auf das Trommelfell und die Gehörknöchelchen..... 7

 Nachweis der Knochenleitung des Schalls..... 7

 Informationen zum Gehör..... 8

 Der Hörvorgang..... 8

 Richtungshören..... 8

 3) Warum schädigt Lärm das Gehör?..... 8

 Der Hörvorgang..... 9

 Zusatzinformation: Was ist ein Knalltrauma..... 10

 Der Gleichgewichtssinn (Bewegungs- und Lagesinn)..... 11

 a) Lagesinn (Vestibulum)..... 11

 b) Bewegungssinn..... 11

 Der Tastsinn..... 12

Der Gehörsinn

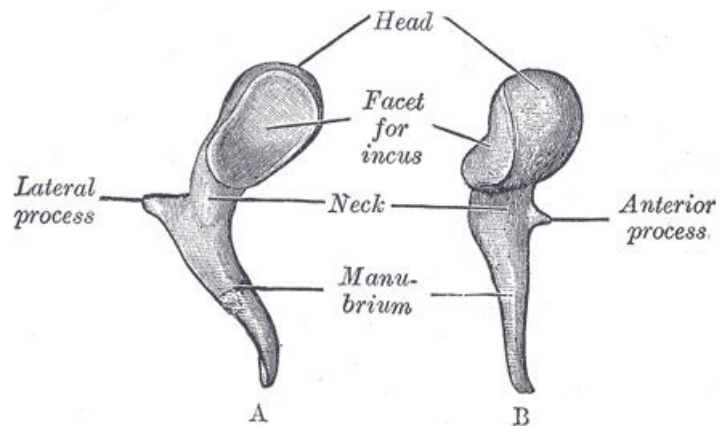
Nach einer Studie aus Bayern haben drei von vier Jugendlichen im Alter von 16-18 Jahren nicht mehr rückgängig zu machende Hörschäden. Erstaunlicherweise haben sich die Jugendlichen in der Regel diese Schäden selbst zugeführt und bemerken sie auch selbst nicht.

Ursachen sind Konzert- und Discobesuche und übergroße Lautstärke beim Musikhören unterwegs.

=> **Lärm verursacht Schwerhörigkeit (erkennbar zuerst am Pfeifen z.B. nach dem Diskobesuch)**

=> **Ursache liegt in der Anatomie des Ohrs begründet**

Gehörknöchelchen: Der Hammer



Quelle Bild: Public domain by Wikipedia & Gray's Anatomy of the Human Body, originally published in 1918:
http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Malleus_Gray.jpg

Was hört das Ohr, wenn man von Lärm spricht?

V1: Fühle beim Sprechen mit den Fingern an Deinem Hals.

V2: Schlage eine Stimmgabel und stelle sie auf den Tisch.

V3: Erzeuge mit einem Tamburin oder dem Mülleimer Töne. Fühle die Schallwelle.

S: **Schall** beruht auf mechanischen Schallwellen (Frequenzen von 16 Hz - 20 000 Hz¹)

Man unterscheidet zwischen Ton, Klang, Geräusch und Sprache:

Töne sind Schallwellen einer bestimmter Frequenz, ein **Klang** ist ein Gemisch von Tönen².

Geräusche sind Gemische von Tönen wechselnder Frequenz. **Sprache** ist noch komplexer, sie besteht aus Klängen und Geräuschen.

V5: Vergleich der Schallfortleitung einer Stimmgabel an der Luft und auf dem Tisch³

S: Der Schall wird z.B. durch die Luft zu unseren Ohren übertragen. Er kann sich aber auch in anderen Medien ausbreiten (in festen Stoffen, Flüssigkeiten, Luft usw.)

=> **Je fester das Medium, desto besser ist die Schallfortleitung.**

=> **Im Vakuum kann Schall nicht übertragen werden.**

1 1Hz = 1 Schwingung pro Sekunde

2 Vorsicht Umgangssprache: Musikinstrumenten erzeugen Klänge und keine Töne

3 Entspricht dem Prinzip bei der Schallfortleitung im Gehörknöchelchen.

Funktion des Gehörorgans

- Aufnahme des Schalls durch die Ohrmuschel (Äußere Ohr)
- Weiterleitung des Schalls durch den Gehörgang zum Trommelfell
- Übertragung der Trommelfellschwingungen im Mittelohr auf die Gehörknöchelchen und von dort auf das ovale Fenster der Schnecke. Zusammenfassend kann man sagen, dass der Schall zuerst durch ein Gas, dann durch einen Feststoff und schließlich auf eine Flüssigkeit geleitet wird.
- Die Ohrlymphe wird durch den Schall in Schwingungen versetzt. Es entstehen Wanderwellen in der Flüssigkeit, vergleichbar mit den Wellen in einem See, wenn man einen Stein hineinwirft.
- Die Wanderwellen drücken nun auf den Hautschlauch (in der Schnecke) und die auf der Grundmembran sitzenden Sinneszellen werden dabei mechanisch abgelenkt und gebogen (Reiz). Dies führt zur Erregung der Sinneszellen
- Weitergabe der Information über den Hörnerv an das Gehirn.

Leistungen des Gehörs

- tiefste hörbare Frequenz: 20 Hz
- höchste hörbare Frequenz: 20 kHz (Jugendlicher)
 - 15 kHz (45jähriger)
 - 5 kHz (65jähriger)

Sprache: 200 Hz - 5 kHz

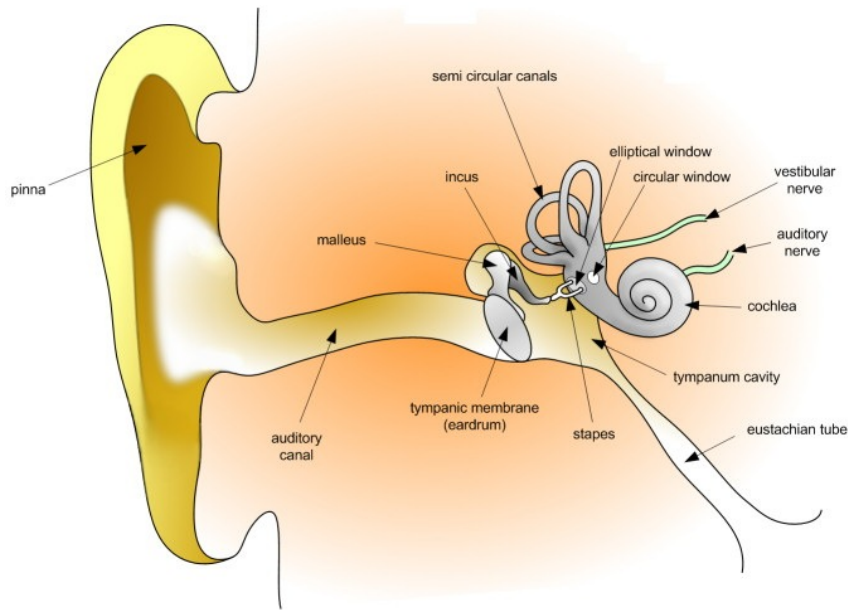
Aufgaben:

1. Beschreibe anhand des Modells den Aufbau des menschlichen Ohres.
2. Beschreibe die Schwingungsübertragung von der Schallaufnahme bis zur Schnecke.
3. Wozu dienen die Gehörknöchelchen im Mittelohr?
4. Wozu dienen das runde Fenster bzw. die Eustachische Röhre?

Der Aufbau des Ohres

Welche Strukturen müssten vorhanden sein?

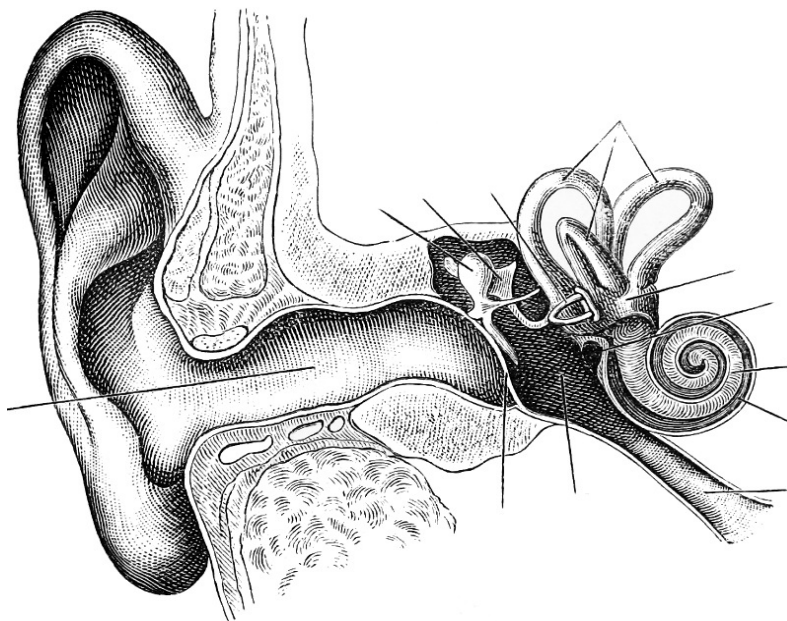
- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Trichter als Schallsammler | => Ohrmuschel |
| 2. Schallfortleitendes Rohr | => Gehörgang |
| 3. evtl. Verstärker | => Trommelfell und Gehörknöchelchen |
| 4. Empfangseinheit | => mittlerer Schneckengang mit Hörzellen |
| 5. Signalfortleitung | => Hörnerv |



Quelle Bild: public domain - wikipediauser dpickard - <http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:HumanEar.jpg>

Zusatzinformationen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ohr>

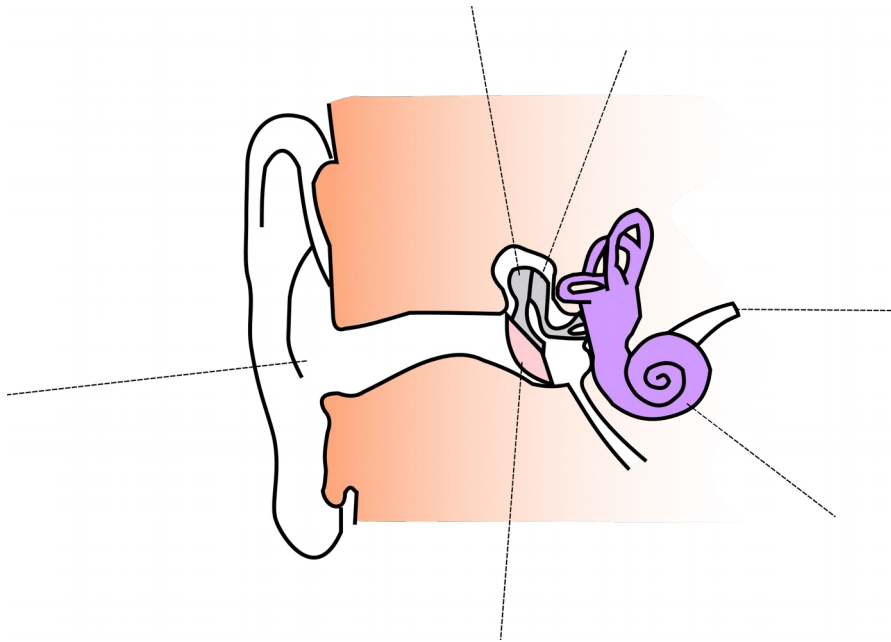
Beschrifte die Zeichnung:



Quelle Bild: public domain - http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Tidens_naturl%C3%A6re_fig40.png - from "Tidens naturlære" (Nature of time) 1903 by Poul la Cour, Ill. 40. and wikipediauser - Morten Bisgaard - thank you

Das Mittel- und das Innenohr

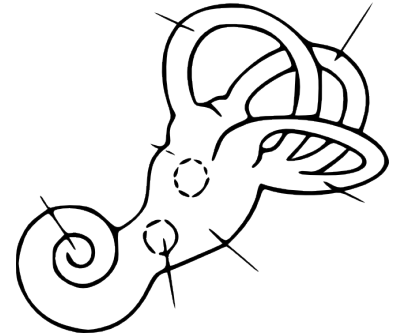
Beschrifte die Grafik:



Quelle Bild: [GNU Free Documentation License](#) und [Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported](#) license.by Wikicommonsuser Iain;
Thank you. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ear-anatomy-notext-small.svg>

Die drei Bereiche des menschlichen Ohres

- Das Außenohr ist der einzige von außen sichtbare Bereich. Es besteht aus der Ohrmuschel, den Ohr läppchen und dem äußeren Gehörgang. Schall wird hier aus dem Medium Luft aufgenommen.
- Das Mittelohr umfasst Trommelfell und die anschließenden Gehörknöchelchen (Hammer, Amboss und Steigbügel). Der Schall wird dabei vom Trommelfell auf einen festen Gegenstand übertragen.
- Im Innenohr findet man die Gehörschnecke, welche den Schall auf eine Flüssigkeit überträgt, die selbst dann die sensorischen Sinneshärchen in Schwingung versetzt. Diese Sinneszellen geben die Hörinformation dann als Nervenimpulse zum Gehirn weiter.



Im Innenohr befinden sich auch die Bogengänge, welche als Gleichgewichtsorgan dienen. Auch sie sind mit einer Flüssigkeit gefüllt und besitzen auch feine Mechanorezeptoren, welche bei Bewegungen des Körpers diese stimulieren. Die Härchen der Haarsinneszellen werden „gebogen“ und lösen dabei Nervenimpulse aus.

Zwischen Mittelohr und Nasenrachenraum befindet sich noch die eustachische Röhre. Sie ist für den Druckausgleich zuständig.

Schallübertragung auf das Trommelfell und die Gehörknöchelchen

V1: Hinter einem Tamburin wird ein Tischtennisball so gehängt, das er die Membran berührt. Mit einem Mülleimer wird ein Schallimpuls gegeben

B: Bei Schall erfolgt Ausschlag

S: Der Schall wird vom Trommelfell auf die Gehörknöchelchen übertragen.

Nachweis der Knochenleitung des Schalls

V2: Eine Stimmgabel wird nach dem Anschlagen an das Kinn oder die Wangenknochen gehalten.

B: Der Ton ist lauter hörbar

S: Schall pflanzt sich auch in festen Medien, wie z.B. den Knochen fort.

Aufgaben

1. Beschreibe die Schallübertragung im Ohr, von der Ohrmuschel, bis zu den Sinneszellen

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ohr>

Informationen zum Gehör

Der Hörvorgang

Das Gehör von Tieren und Menschen besteht aus der Ohrmuschel, dem Hörapparat, dem Hörnerv und dem Hörzentrum im Gehirn.

Ohrmuschel → Trommelfell → Gehörknöchelchen → ovales Fenster → Schnecke → Hörnerv

Zusatzinformationen

http://de.wikipedia.org/wiki/Auditive_Wahrnehmung

Richtungshören

Zum Bestimmen der Richtung, aus der ein Ton kommt, muss das Gehirn den Winkelabstand und die Entfernung aus dem Signal der beiden Ohren ermitteln. Dazu wertet das Gehirn Laufzeit- und Pegeldifferenzen zwischen beiden Ohren aus.

Vorn und hinten werden durch Raumresonanzen unterschieden, welche durch die gewinkelten Ohren von hinten und vorn unterschiedlich klingen. Die Entfernungsdifferenz führt zu einer zeitlichen Verzögerung und wird durch Reflexionsmuster und Klangfarben aus der Erinnerung ausgewertet.

Zusatzinformationen

http://de.wikipedia.org/wiki/Lokalisation_%28Akustik%29

3) Warum schädigt Lärm das Gehör?

Ermüdung der Haarsinneszellen in der Ohrschnecke führt zu einer geringeren Sensibilität. Besonders Töne oberhalb der Schmerzschwelle (z.B. in Konzerten, Diskos, lauten Montagehallen usw.)

Zusatzinformationen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Hörschädigung>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Schwerhörigkeit>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Gehörlosigkeit>

Der Hörvorgang

Ein lauter Ton entsteht beim Platzen einer Papiertüte. Das **Außenohr** nimmt die Schallwellen über die _____ auf. Der Schall wird weiter an das _____ geleitet. Dieses schwingt nun stark.

Im **Mittelohr** wird die Schwingung des **Trommelfells** auf die _____ übertragen. Der Bereich, in dem sich die Gehörknöchelchen befinden heißt **Paukenhöhle**. Von hier gibt es eine direkte Verbindung, die _____ mit dem Rachenraum. Dies dient dem Druckausgleich im Kopf - überschreitet nämlich die Druckdifferenz zwischen Mundraum und Mittelohr einen bestimmten Wert, so kommt es zum **Druckausgleich**. Dies geschieht täglich viele Male wie z.B. beim Schlucken aber auch beim Überwinden größerer Höhenunterschiede (Gebirgsfahrten).

Die Gehörknöchelchen münden an das ovale Fenster der Schnecke. Sie wird auch als **Innenohr** bezeichnet. Die **Gehörknöchelchen** übertragen die Schallimpulse auf die Flüssigkeit im Inneren der Schnecke und weiter auf die Flüssigkeit des _____ und des _____. In der Flüssigkeit entsteht eine **Wanderwelle**, welche die **Basilarmembran** in Schwingung versetzt und dadurch die _____ der Sinneszellen gegen die _____ drückt. Je nach Tonhöhe geschieht dies an einer anderen Stelle der Basilarmembran. Hohe Töne werden dabei am Anfang der Schnecke registriert, tiefe Töne hingegen an deren Ende.

Der Schall wird zusammenfassend also auf dem Weg vom Trommelfell (Fläche: ca. 85 mm²) zum nur ca. 3,5mm² große ovale Fenster um ca. um das **20fache** verstärkt, da die Fläche immer kleiner wird und der Schall so auf eine immer kleinere Fläche wirkt (Vergleich: Ein Tritt mit Schuhen mit spitzen Absätzen oder mit breiter Sohle schmerzt auf dem eigenen Fuß mehr, als ein Tritt mit flacher Sohle).

Die Gehörknöchelchen übertragen besonders die **mittleren Frequenzen** gut. Das ist auch gut so, da in diesem Bereich die menschliche Sprache liegt und somit das Ohr dafür eine besonders niedrige _____ hat.

Lösung: Ohrmuschel, Trommelfell, Gehörknöchelchen, Eustachische Röhre, Verstärkung, Hörschwelle, Steigbügel, ovale, oberen Gangs, unteren Gangs, Härchen, Deckmembran, Hörschwelle

Zusatzinformation: Was ist ein Knalltrauma

Ein Knalltrauma ist eine akute Erkrankung der Gehörorgane, welche durch ein sehr lautes Schallereignis ausgelöst wird. Die erste Folge ist in der Regel ein Pfeifen im Ohr. Weiterhin ist im Anschluss an den lauten Knall die Hörschwelle deutlich herabgesetzt, man hört also deutlich schlechter.

Während sich das Gehör nach einem Diskobesuch in der Regel erst innerhalb von 3-4 Tagen (!) regeneriert, ist die Wahrscheinlichkeit eines dauerhaften Gehörschadens bei 2-3 lauten Ereignissen pro Woche schon sehr hoch.

Nach einem normalen Club-/Diskobesuch ist das Gehör oft bis zu 80% schlechter!

Auch ein leichtes Knalltrauma kann das Gehör schon schädigen.

Ursachen eines Knalltraumas:

Jedes Geräusch und jeder Ton, der einen gewissen Schalldruckpegel übersteigt, kann ein Knalltrauma auslösen. z.B.:

- Pistolen- oder Gewehrschüsse (auch aus Schreckschusswaffen!)
- Sprengungen
- zufallende Türen
- Silvesterknaller
- sehr laute Musik (in der Diskothek oder in Konzerten)
- Schläge auf das Ohr

Der Schalldruck, bei dem ein Mensch ein Knalltrauma erleidet, kann jedoch je nach Person und Art des Geräusches ganz verschieden sein und ist nicht so leicht vorhersagbar. Es ist jedoch beobachtet worden, dass Ohren, die bereits durch Lärm geschädigt wurden, wesentlich empfindlicher sind und nun leichter Knalltraumata erleiden können.

Mögliche Symptome

- kurzfristiger Hörverlust um bis zu 80% => Schwerhörigkeit
- Tinnitus (Pfeifen im Ohr)
- Schwindel
- Bewusstseinsverlust

Mögliche organische Folgen:

- Riss des Trommelfells
- Beschädigung des Mittelohrs
- Zerstörung der äußeren Haarzellen im Innenohr => Nachlassen des Gehörs

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Knalltrauma>

Geräusch: <http://de.wikipedia.org/wiki/Geräusch>

Ton: http://de.wikipedia.org/wiki/Ton_%28Musik%29

Klang: <http://de.wikipedia.org/wiki/Klang>

Der Gleichgewichtssinn (Bewegungs- und Lagesinn)

Der Gleichgewichtssinn misst die Körperhaltung und die Orientierung im Raum. Er kann in zwei Sinne unterteilt werden:

a) Lagesinn (Vestibulum)

Er befindet sich beim Menschen in den Innenohren (im so genannten Vorhof) und misst unerwartete Stöße und kann so Reflexe auslösen. Dazu hat der Mensch das so genannte Statolithenorgan, welches in dem Hohlraum unterhalb des Ohrlabyrinthes liegt. In ihm liegen Kalkkristalle (=Statolithen) auf einem Gallertpolster. Wenn der Kopf sich neigt, werden sie durch die Schwerkraft zur Seite gezogen. Diese Abweichung wird von Mechanorezeptoren registriert.

b) Bewegungssinn

Die 3 Bogengänge der Schnecke sind miteinander verbundene ringförmige Gefäße. Sie sind teilweise mit Lymphe gefüllt und enthalten so genannte Gallertkissen. Bei Drehungen des Kopfes fließt die Lymphe im jeweils betroffenen Bogengang wegen der Trägheit der Flüssigkeiten an eine andere Stelle. Dabei reizt sie Haarsinneszellen an der Innenseite der Bogengänge (ein Mechanorezeptor). Jedes dieser Sinneshaare ist mit einem Nerv verbunden und schickt die Reizung weiter ins Kleinhirn, das daraus die aktuelle Stellung im Raum ermittelt und an die Augenmuskeln und die Wirbelsäule weiterleitet.

Bei Aufhören der Drehbewegung rotiert die Flüssigkeit weiter und ruft den Eindruck einer entgegengesetzten Drehung hervor. Durch den Widerspruch zu anderen Sinneseindrücken kann Schwindelgefühl oder Desorientierung entstehen.

Zusatzinformationen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Gleichgewichtssinn>

Der Tastsinn

Mit den Fingern kann man Stoffe unterscheiden: klebrig, sandig, warm, kalt, feucht, fest, glatt usw.

In der Haut sind Berührungsrezeptoren, welche uns melden, wie eine Oberfläche ist. Der Tastsinn ist dabei sehr präzise, da wir keine einzelnen Rezeptoren für jeden Stoff haben. Werden die Rezeptoren aber zu stark belastet, so spüren wir Schmerzen.

Dabei ordnet unser Gehirn den taktilen Eindrücken oft auch Emotionen wie angenehm oder unangenehm zu.

Die Dicke der Haut ist dabei maßgeblich für die Sensibilität der Haut und des Tastsinnes verantwortlich. Außerdem ist die Anzahl der Rezeptoren in der Haut unterschiedlich. Besonders viel Rezeptoren haben wir an den Stellen, wo die Haut dünn ist. Hier sind wir am sensibelsten. Typische Stellen sind die Hände, Lippen und die Geschlechtsorgane.

Einen weiteren Einfluss hat die Einstellung zum Schmerz. In einem Experiment wurde Freiwilligen Tabletten ohne einen Wirkstoff gegeben. Allerdings wurden den Freiwilligen mitgeteilt, dass die Tablette jeweils schmerzverstärkend oder schmerzdämpfend wirken. In einem anschließenden Versuch mussten die Freiwilligen sagen, bei welcher (ansteigenden) Stromstärke ein Stromstoß zu Schmerzen beginnt. Die Erwartung eines starken Schmerzes steigerte tatsächlich die Schmerzsensibilität. Man spürt bei Angst vor Schmerzen also tatsächlich mehr Schmerzen. Daraus folgt, dass man durch eine richtige Einstellung die eigene Schmerzgrenze deutlich verschieben kann. Dies kann zum Beispiel beim nächsten Zahnarztbesuch nützlich sein :-)