

Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten
Staatsprüfung für das Lehramt für die Sekundarstufe II

**Eine empirische Untersuchung zur Analyse
durch akustische oder musikalische
Darbietungen**

dem Staatlichen Prüfungsamt Dortmund vorgelegt von

Eva Sickinger

Technische Universität Dortmund

Juli, 2008

Themensteller: Prof. Dr. Günther Rötter

Fachbereich: Institut für Musik und Musikwissenschaft

Einleitung	3
I Theoretischer Teil	5
A. Schmerz	5
1. Schmerz und Nozizeption	5
2. Theorien zum Schmerz.....	11
3. Analgesie.....	14
4. Thermorezeption und Mechanorezeption.....	16
5. Studien zur Schmerzforschung	17
B. Wirkung von Musik (vgl. Rötter, 2005).....	33
C. Empirische Studien zur Beeinflussung von Schmerz durch Musik	38
1. Studie zur analgetischen Wirkung von Musik.....	38
2. Weitere Studien zur Schmerzforschung im Zusam- menhang mit Musik	42
3. Vergleichende Zusammenfassung und neue For- schungsfragen	75
D. Hypothesen.....	77
1. Hypothesen: Korrelationen.....	77
2. Hypothesen: Mittelwertsunterschiede	78
II Empirischer Teil.....	79
A. Versuchsbeschreibung	79
1. Kurzbeschreibung des Versuchs	79
2. Probanden.....	79
3. Versuchsraum	80
4. SOM Biofeedback 8000	84
5. Hörbeispiele	85
6. Versuchsanordnung.....	88
7. Ablauf des Versuchs.....	89
8. Datenerhebung.....	94
9. Beobachtung.....	94
B. Ergebnisse	95
1. Verfahren	95

2.	Darstellung der Ergebnisse.....	97
III	Interpretation der Ergebnisse	103
IV	Fazit	107
V	Literatur	110

Einleitung

„Wir streben mehr danach, Schmerz zu vermeiden als Freude zu gewinnen.“

(Sigmund Freud)

Schmerz ist nach wie vor die Empfindung, die der Mensch am wenigsten ertragen kann und will. Schmerz beeinflusst den Menschen derart stark, dass er dadurch in allem, was er tut, extrem eingeschränkt wird. Schon Sigmund Freud sagte, dass der Mensch sehr viel Zeit dafür verwendet, Schmerz zu vermeiden oder auszuschalten, wohl deshalb, da die Angst so groß ist, diesen nicht aushalten zu können.

Die moderne Medizin ist nach wie vor bemüht, die Analgesie (das Ausschalten von Schmerzen) auszubauen und weiter zu entwickeln. Die Palette der analgetischen Medikamente ist äußerst reichhaltig. Gerade aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten der Medikation stellt sich die Frage, ob das Ausschalten von Schmerzen nicht auf eine den Körper schonendere Art und Weise vonstatten gehen kann.

Mehrmals wurde im Vorfeld bei musikpsychologischen Experimenten assistiert, bei denen das im empirischen Teil genannte SOM Biofeedback 8000 verwendet wurde. Mit diesem Gerät wurde ein weiteres Experiment zur Untersuchung der Wirkung von akustischen und musikalischen Darbietungen entwickelt zur Beantwortung der Frage, ob sich die Schmerzschwelle des Menschen bei akustischen Reizen, speziell bei Musik, erhöht.

Im ersten Teil der Arbeit werden die Nozizeption und die Theorien zum Schmerz behandelt und es wird auf die Analgesie eingegangen. Es folgt die Beschreibung einiger empirischer Studien zur Schmerzforschung. Weiterhin befasst sich die Arbeit mit der Wirkung von Musik. Empirische Studien zur Beeinflussung von Schmerz durch Musik werden aufgezählt

und beschrieben. Im letzten Abschnitt des Theorie-Teils werden die im Vorfeld überlegten Hypothesen dargestellt.

Der zweite, empirische Teil behandelt die Versuchsbeschreibung, was den Aufbau des Experiments, die Durchführung und die Datenerhebung umfasst. Des Weiteren werden die Ergebnisse vorgestellt, indem das Verfahren und die Darstellung erläutert werden. Schließlich werden die Ergebnisse interpretiert und es folgt als letzter Teil dieser Arbeit ein Fazit.

I Theoretischer Teil

A. Schmerz

1. Schmerz und Nozizeption

Im Allgemeinen wird der Schmerz als Empfindung definiert. Die Hauptmerkmale einer Empfindung sind

- die Existenz eines Reizes,
- die Möglichkeit, ihn in einem Experiment wieder herzustellen und auszulösen und
- die quantitative Bestimmung desselben.

„Schmerz ist ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potentieller Gewebsschädigung verknüpft ist oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird“¹.

Diese Definition stellt fest, dass Schmerz mehr als eine reine Sinnesempfindung ist, nämlich ein Sinnes- und gleichzeitig ein meist unlustbetontes Gefühlserlebnis. Schmerzen treten dann auf, wenn Gewebe so stark gereizt wird, dass eine Schädigung droht oder auftritt. Darüber hinaus werden zwar alle Schmerzen so erlebt, als ob eine Gewebeschädigung stattfindet oder droht stattzufinden. Sie können aber auch dann auftreten, wenn eine solche Gewebeschädigung überhaupt nicht stattfindet².

Als Beispiel kann die Tastempfindung genannt werden. Grundsätzlich ist als Auslöser immer eine Deformierung des Hautgewebes zu nennen durch eine von außen einwirkende Kraft. Sowohl leichter, als auch starker Druck auf die Haut löst immer dasselbe Gefühl als Antwort beim Rezi-

¹ Schmerzcharakterisierung einer internationalen Expertenkommission, übersetzt aus: *Pain* 6, 1979, S. 248-252

² Robert F. Schmidt, Gerhard Thews und Florian Lang, *Physiologie des Menschen*, 28.Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 2000, S. 236

pienten aus. Diese Art von Reiz, die Tastempfindung, ist in einem Experiment reproduzierbar. Die Reizschwellen sind durch registrierende Apparate messbar. Dadurch, dass Tastempfindungen mit Gefühlen von verschiedenem Niveau vergleichbar sind, sind sie auch quantitativ messbar. Man misst nicht den absoluten Wert des Gefühls, sondern den vergleichenden Wert.

Allerdings sind diese Merkmale beim Schmerz nicht zu finden, denn es existiert kein spezifischer, adäquater Reiz für den Schmerz. Jeder Reiz kann schmerzhaft sein. Streicht man mit schwachem Druck mit einem Nagel über die Haut, wird eine Tastempfindung vermittelt, verstärkt man den Druck, wird Schmerz vermittelt. In beiden Fällen handelt es sich aber um einen Druck auf die Hautoberfläche. Auch bei Wärmeeinstrahlung ist entsprechend der Stärke entweder Wärme oder Schmerz auf der Haut zu spüren. Man sieht also die Schwierigkeiten, den Reiz des Schmerzes genau zu bestimmen. Die Terminologie ist nicht genau zu definieren, da ein Gefühl, ein Reiz oder auch eine Eigenschaft schmerzhaft sein kann. Zudem ist dies auch noch äußerst subjektiv.

Das zweite Problem, was sich beim Schmerzempfinden ergibt, ist, dass es in einem Experiment sehr schlecht reproduzierbar ist. Es gibt wenige Methoden, die Schmerz gut reproduzieren können, mit Ausnahme von Infrarot-Strahlungen oder Injektionen ins Gewebe mit hypertonen Lösungen, die Gewebedruck erzeugen. Tast- oder Wärmeempfindungen, Ortsveränderungen und Bewegungen sind hingegen im Experiment durchaus reproduzierbar.

Verantwortlich für die schlechte Reproduzierbarkeit von Schmerz sind die unterschiedlichen Schmerzschwellen der Menschen. Auch bei dem selben Menschen variiert die Schmerzschwelle von Augenblick zu Augenblick.

Zum dritten Aspekt einer Empfindung, dass sie quantitativ messbar sein muss, ist zu sagen, dass auch hier Probleme auftauchen. Die Gründe sind

die schlechte Reproduzierbarkeit des Schmerzempfindens und vor allem die Schwankungen der Schmerzschwelle des Menschen, die abhängig von der aktuellen Situation und der augenblicklichen Gefühlslage sind. Die Begleiterscheinungen bestimmen zu einem großen Teil das Schmerzempfinden mit, weshalb Schmerz häufig eher durch diese Begleiterscheinungen bestimmt werden kann als durch sich selbst³.

Die Funktion der Schmerzempfindung ist das Warnen des Körpers vor Gefahren, wie zum Beispiel vor schweren Verletzungen. Dabei ist das Empfinden der Schmerzen selbst sehr unterschiedlich und abhängig von psychischen Faktoren. Ein ängstlicher Mensch empfindet oft bei leichten Verletzungen den Schmerz stärker als ein ausgeglichener Mensch. Die *Nozizeption* bezeichnet die Reizaufnahme durch die Nozizeptoren, die Weiterleitung und die zentrale Verarbeitung von Reizen. Die Wahrnehmung der Empfindung des Schmerzes selber ist allerdings subjektiv, wie bereits oben erwähnt.

In der Haut und in fast jedem anderen Gewebe des Körpers befinden sich die *Nozizeptoren*, die freien Nervenendigungen. Diese sind Endaufzweigungen afferenter (zum Zentralen Nervensystem hinlaufender) Dendriten von Spinalganglienzellen, die größtenteils von Schwann-Zellen umgeben sind und nur mit feinen Endausläufern frei im Gewebe liegen (s. Abb. 1). Sie sind in allen Bereichen der Haut zu finden, von der Subkutis über das Korium bis in die basale Epidermis hinein. Sie dienen als Rezeptoren für die meisten Sinnesqualitäten, vor allem aber der *Thermo-* und *Schmerzrezeption*⁴. Die freien Nervenendigungen dienen zur Aufnahme des Schmerzreizes (was eigentlich eine ungenaue Formulierung ist, denn

³ Jacques Bricout, *Schmerz*, Presse- Druck- und Verlags- GmbH, Augsburg, 1969, S.24-27

⁴ Martin Trepel, *Neuroanatomie – Struktur und Funktion*, 3. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München, Jena, 2004, S. 330

durch diese Rezeptoren werden lediglich Aktionspotentiale zum Gehirn gesendet, die dann dort als Schmerz erkannt werden). Es handelt sich hauptsächlich um langsam leitende *C-Fasern*, die *multi-* oder auch *polymodal* sensorisch sind, was bedeutet, dass sie auf mehrere Reizarten reagieren. Ihre Schwelle ist hoch, das heißt, dass sie nur auf solche Reizarten reagieren, die mit Gewebeerstörung in Verbindung stehen (mechanische Verletzungen, chemische Irritationen oder thermische Schädigungen). Dabei kann die Empfindlichkeit auf Reize moduliert werden: Ist das Gewebe krankhaft entzündet, so kommt es zur Überempfindlichkeit und die Schmerzschwelle sinkt deutlich. Man nennt dies Sensibilisierung, da Reize, die sonst nicht schmerzhaft wären, nozizeptives Antwortverhalten auslösen. Im gesunden Gewebe werden die Nozizeptoren durch dieselbe Reizung nicht aktiviert. Diese Sensibilisierung kann in allen Gewebebereichen vorkommen und stellt die biochemische Grundlage für die erhöhte Schmerzempfindlichkeit (Hyperpathie, Hyperalgesie) von Muskel- oder Gelenkerkrankungen.

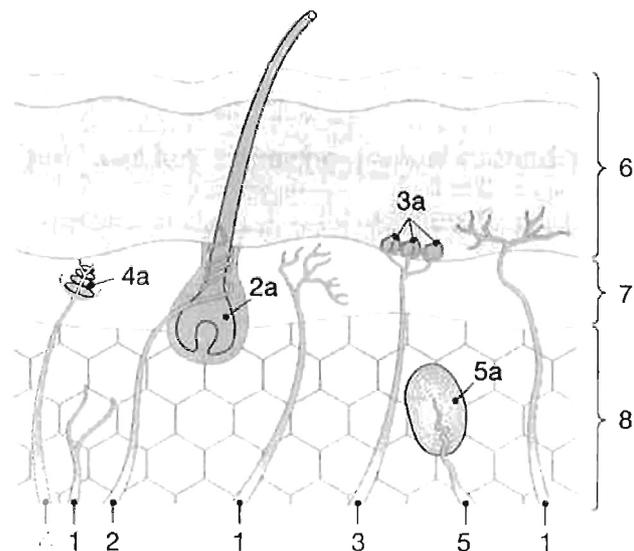


Abb. 1: Sinnesorgane der Haut

1 Freie Nervenendigungen der Haut in Subkutis, Korium und basaler Epidermis
 2-5 Nervenendigungen an: 2a Haarfollikeln, 3a Merkel-Rezeptoren, 4a Meissner-Rezeptoren, 5a Vater-Pacini-Rezeptoren
 6 Epidermis, 7 Korium, 8 Subkutis⁵

⁵ Martin Trepel, *Neuroanatomie – Struktur und Funktion*, 3. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München, Jena, 2004, S. 330

Man unterscheidet zwischen dem *somatischen Schmerz* (Oberflächenschmerz und Tiefenschmerz) und dem *viszeralen Schmerz* (schlecht lokalisierbarer, in die Umgebung ausstrahlender Schmerz). Speziellere Formen des Schmerzes sind der projizierte Schmerz (Schmerzimpulse, die nicht am ausgelösten Ort entstehen, beispielsweise kommen durch Reizung des Nervus ulnaris am Ellenbogen Missempfindungen im Versorgungsgebiet dieses Nervs, der Hand, zustande) und der übertragene Schmerz (Schmerzempfindungen der Haut, die durch Schmerzreize der Organe ausgelöst werden).

Schmerz wird über das Vorderseitenstrangsystem des Rückenmarks zentralwärts (afferent) geleitet und ist somit Bestandteil der protopathischen Sensibilität. Über die *Formatio reticularis* (Neuronennetzwerk im Hirnstamm) und die unspezifischen *intralaminären Thalamuskern*e (sozusagen das Zentrum des Gehirns für die Interaktion des Individuums mit seiner Umwelt) werden dann vegetative Alarmreaktionen ausgelöst.

Die Schmerzleitung beginnt mit der Transduktion, der Aktivierung der Nozizeptoren. Hierbei werden noxische (gewebescheidigende) Reize in elektrische Aktivität umgewandelt, in so genannte Rezeptorpotentiale. Bei der Transduktion werden wahrscheinlich auch chemische Substanzen ausgeschüttet, die die Erregungsschwelle der Nozizeptoren senken können.

Bei der Transmission wird die Reizung der Nozizeptoren peripher weitergeleitet durch *markhaltige A- δ -Fasern* und *marklose C-Fasern*. Die A- δ -Fasern werden mit hellem, klar lokalisierbarem Schmerz in Verbindung gebracht (erster spürbarer Schmerz), die C-Fasern mit dumpfem, brennendem, un- deutlich lokalisierbarem (zweiter spürbarer Schmerz).

Die dritte Phase der Schmerzleitung, der Modulation, bezeichnet das Ankommen des Reizes im Hinterhorn des Rückenmarks und in supraspinalen Zentren. Von dort aus wird der Reiz zentralwärts über schmerzspezifische Neurone (wide-dynamic-range-Neuron = WDR; nozizeptivspezifisches Neuron = NR) weiter geleitet. Das Hinterhorn ist eine wichtige Verarbeitungsstation der nozizeptiven Afferenzen. Von dort aus wird der Reiz über afferente Bahnen über den Vorderseitenstrang in die *Formatio reticularis* und in den *Thalamus* geleitet. Letzterer steuert vor allem die Erregbarkeit und stellt eine Verteilerfunktion dar. Noxische Reize über diese aufsteigenden Bahnen aktivieren nozizeptive Neurone im Thalamus und im Kortex. Die Aktivierung dieser Hirnregionen ist eine wesentliche Voraussetzung für das bewusste Schmerzerlebnis. Umgekehrt können Läsionen von Thalamus- und Kortexarealen eine Reduzierung von Schmerzen auslösen.

Gleichzeitig finden Hemmungen statt, die vor Erregungsausbreitungen schützen und bedeutsam für die Modulation schmerzbezogener Informationen sind. Zwei Möglichkeiten der Modulation sind möglich: Die direkte afferente Hemmung (Sensibilisierung) und die deszendierende, zentrifugale Hemmung. Die afferente Hemmung ist wechselseitig durch Afferenzen untereinander und die deszendierende Hemmung findet durch elektrische Stimulation oder systemische Injektion, wie z.B. Morphin statt (Grundlage der Analgesie).

Die Wahrnehmung des Reizes als Schmerz ist die vierte Phase der Schmerzleitung^{6 7}.

⁶ Jens Huppelsberg und Kerstin Walter, *Kurzlehrbuch Physiologie*, 2., korrigierte Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2005, S. 322-325

⁷ Wolfgang Larbig, *Physiologische Grundlagen von Schmerz und die Gate-Control-Theorie*, in: U. T. Egle und S. O. Hoffmann, *Der Schmerzkranken*, Schattauer GmbH, Stuttgart, 1993, S. 42-59

Grundsätzlich wird zwischen dem kurzzeitigen, *akuten* Schmerz und dem lang andauernden, *chronischen* Schmerz unterschieden. Während der akute Schmerz nur kurz anhält und durch die körpereigenen, morphinähnlichen Stoffe, die Endorphine, gehemmt wird, versagen diese, wenn der Schmerz zu lange fortwährt. Das Endorphinsystem ist überlastet und reicht nicht mehr aus. Diese dauernd wiederkehrenden Schmerzreize führen zur Veränderung der Nervenzellen, was wiederum dazu führt, dass schwache Reize oder Berührungen als starke Schmerzen empfunden werden. Die Folge ist, dass sich ein Schmerzgedächtnis ausbildet. Das Gehirn kann Schmerzsignale aussenden, ohne dass es letztlich einen konkreten Anlass dafür gibt⁸.

Um auf die Analgesie eingehen zu können, müssen zunächst die verschiedenen Schmerztheorien genannt werden, auf die im folgenden Kapitel eingegangen wird.

2. Theorien zum Schmerz

Die Spezifitätstheorie geht auf Max von Frey (1894) zurück. Sie besagt, dass freiliegende, spezifische Schmerzrezeptoren die Schmerzimpulse generieren, sie durch A- und C-Fasern in die peripheren Nerven leiten und sie von dort aus durch das Rückenmark zum *Thalamus* weiterleiten. Diese Theorie erscheint einfach, enthält aber psychologische Aussagen und solche über physiologische Besonderheiten. Die Haut soll also Rezeptoren enthalten, die auf eine bestimmte Reizart spezialisiert sind (den Schmerz), was die physiologische Tatsache ist. Die psychologische Aussage ist die,

⁸ <http://www.planetwissen.de/pw/Artikel,,,,,,,,C6D4669CA69CC79AE030DB95FBC35FFA,,,,,,,,,,,,,html>

dass dieser Rezeptor mit einem bestimmten Hirnzentrum in Verbindung steht, demjenigen, in dem der Schmerz wahrgenommen wird. Die Reizung genau dieses Rezeptors verursacht also nur die Wahrnehmung des Schmerzes. Diese Theorie stellt sich vor, dass es eine feste Verbindung zwischen Haut und Gehirn gibt. Der Name dieser Theorie geht darauf zurück, dass hier eine physiologische Spezialisierung der Rezeptoren vorliegt⁹.

D.C. Sinclair entwickelte die Patternthorie (*pattern* > engl. *Muster, Bild*) des Schmerzes. Sie besagt, dass die Weiterleitung von Nervenimpulsen auf einem räumlich-zeitlichen Muster beruht und nicht auf spezifischen Rezeptoren. Laut dieser Theorie sind alle Nervenendigungen ähnlich (außer denen der Haarzellen), so dass die Übertragung des Schmerzreizes durch intensive Reizung dieser nicht-spezifischen Rezeptoren erfolgt. Der Grad der Spezifizierung ist also nicht besonders hoch. Bezüglich des Schmerzes ist diese Theorie allerdings unbefriedigend, da sie eben nicht die physiologische Spezialisierung der Rezeptoren berücksichtigt¹⁰.

Die *Gate-Control-Theorie* (Ronald Melzack, Patrick Wall), oder auch Kontroll-Schranken-Theorie, bezieht sich auf die Untrennbarkeit von körperlichen und seelischen Prozessen bei der Schmerzempfindung. Schmerz ist multidimensional sichtbar, das heißt, dass die Intensität und die Art der Wahrnehmung des Schmerzes nicht nur von somatosensorischen Charakteristika abhängen, sondern insbesondere auch von psychologischen und sozialen Variablen.

Grundlegend nimmt man an, dass es in der *Substantia gelatinosa* des Rückenmarks eine Art Tor gibt, das die Übertragung der Schmerzimpulse

⁹ Wolfgang Keeser; Ernst Pöppel und Petra Mitterhusen, *Schmerz. Fortschritte der Klinischen Psychologie* 27, Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 1982, S. 8-15

¹⁰ ebd.

kontrolliert. Dabei spielt das Gehirn mit seiner dynamischen Bedeutung eine entscheidende Rolle, denn dieses Öffnen und Schließen des Tores kann sowohl afferent (zum ZNS hin) als auch efferent (vom Gehirn aus) erfolgen. Wenn also die Erregung eine gewisse Schwelle übersteigt, dann blockieren *inhibitorische Neurone der Substantia gelatinosa* die *schmerzübertragenden T-Zellen* und das Tor wird sozusagen verschlossen. Schmerzhaft Impulse zum Gehirn werden abgeschwächt oder gehemmt.

Ist die Erregung nur schwach, führt dies zur Öffnung des Tores, so dass die nozizeptiven T-Zellen ungehindert einströmen können. Die inhibitorischen Neurone der Substantia gelatinosa werden gehemmt, was zur einer verstärkten Übertragung der nozizeptorischen Informationen führt und somit zu einer Schmerzzunahme.

Weiterhin geht die Gate-Control-Theorie von der Existenz supraspinaler absteigender Schmerzhemmsysteme aus. Für diese Regulation werden Gebiete des Hirnstamms (*Formatio reticularis*) und der *Kortex* verantwortlich gemacht, die hemmende Efferenzen zum Hinterhorn leiten. Vor allem die kortikalen Anteile beeinflussen die einströmenden Schmerzinformationen im Rückenmark. Hierbei spielt das körpereigene schmerzhemmende Endorphinsystem eine entscheidende Rolle. Die absteigenden Hemmsysteme wirken mittels biochemischer Schmerzmediatoren, besonders durch Serotonin, auf den Tormechanismus des Hinterhorns ein. Es ist zu vermuten, dass die Hirngebiete, die für die Schmerzhemmung verantwortlich sind, durch aufsteigende Nervenbahnen erregt werden und dies wiederum deszendierende Bahnen aktiviert. Durch diese negative Feedback-Schleife wird der Kreislauf der Schmerzkontrolle in Gang gesetzt.

Zum Dritten geht die Theorie hypothetisch davon aus, dass durch afferente, schnellleitende Bahnen über den Kortex kognitive Prozesse angeregt werden, die das Torsystem beeinflussen können.

Kritisch ist an dieser Theorie zu sehen, dass es teilweise widersprüchliche Ergebnisse von Studien gibt und dass die Details der oben genannten Annahmen nur teilweise empirisch belegt worden sind. Einige Studien haben die Hypothesen zwar bestätigt, andere wiederum nicht

Trotz vieler Kritik und Verbesserungsvorschläge ist diese Theorie bisher das einzige Modell, was auf vielfältige Weise die Befunde der Schmerzfor- schung integriert, was sowohl die Schmerzphysiologie und die Schmerz- verarbeitung als auch die schmerzhemmenden Wirkungen betrifft. Sie weist nicht nur auf physiologische und neuropharmakologische Erkennt- nisse hin, sondern auch auf den Einfluss schmerzmodulatorischer und psychologischer Prozesse, wie z. B. elektrische Stimulation oder Akupunk- tur.

Diese Theorie erklärt außerdem die Wirkung von anderen Analgetika wie beispielsweise Opiaten, Autosuggestion oder sogar Placebos^{11 12}.

3. Analgesie

Als Analgesie wird ein aufgehobenes Schmerzempfinden bezeichnet oder auch das Ausschalten von Schmerzen, abgeleitet vom griechischen Wort *algos* > *Schmerz*. Dies kann auf krankhafte Weise entstehen durch die Schä- digung des Rückenmarks, also durch Nervenverletzung oder Quer- schnittslähmung, oder auch durch angeborene Defekte. Wird auch die epikritische Sensibilität, also die Feinwahrnehmung, ausgeschaltet, so

¹¹ Ronald Melzack und Patrick Wall, *Pain mechanismus: A new theory*, in: *Science*, 150, S. 971-979

¹² Wolfgang Larbig, *Physiologische Grundlagen von Schmerz und die Gate-Control-Theorie*, in: U. T. Egle und S. O. Hoffmann, *Der Schmerzkranken*, Schattauer GmbH, Stuttgart, 1993, S. 42-59

spricht man von der Anästhesie. Analgetiker sind Menschen, die krankhaft unter dem aufgehobenen Schmerzempfinden leiden (oben genannte Nerven- oder ZNS-Verletzungen), aber deren epikritische Sensibilität erhalten bleibt. In solchen Fällen ziehen sich diese Menschen häufig schwere Verletzungen zu, da die warnenden Schmerzreize nicht wahrgenommen werden.

Die medikamentöse oder pharmakologische Analgesie greift auf Mittel zurück, die direkt am Ort der Schmerzentstehung einsetzen (peripher wirkend). Medikamente, die die Leitung von Schmerzsignalen im Zentralen Nervensystem hemmen, werden zentral wirksame Analgetika genannt. Zu den peripher wirkenden Mitteln gehören beispielsweise die Lokalanästhetika. Diese blockieren die Na⁺-Kanäle, so dass an den Nozizeptoren keine Aktionspotenziale aufgebaut werden können. Lokalanästhetika müssen am Schmerzort selbst injiziert werden. Ein Beispiel für die zentral wirksamen Anästhetika wäre das Opiat Morphin. Es wirkt im Hinterhorn des Rückenmarks (sensibler Teil des Rückenmarks) und im zentralen Höhlengrau (Ansammlung von Nervenzellkörpern) schmerz- und entzündungshemmend.

Andere Formen der Analgesie sind die physikalische Schmerztherapie (generelle Ruhe oder Ruhigstellung), die Krankengymnastik oder Bewegungstherapie (Massage und Förderung von Heilungsprozessen), die Akupunktur (Teilgebiet der Traditionellen Chinesischen Medizin, TCM, Einstechen mit Nadeln in spezifische Punkte der Körperoberfläche), die psychologische Therapie (Autogenes Training, Hypnose, Suggestion) oder

die neurochirurgische Therapie (das Durchtrennen der betreffenden Nerven und somit das Beenden der Schmerzen)^{13 14 15}.

4. Thermorezeption und Mechanorezeption

Die Rezeptoren des thermalen Gebietes decken einen Temperaturbereich von 10-55°C ab, wobei sechs verschiedene Rezeptormoleküle aktiviert werden können. Je nach Erwärmung oder Abkühlung der Haut, auch im noxischen Bereich, werden diese spezifischen Moleküle aktiviert und zur Informationsverarbeitung in das neurale Netz weitergeleitet. Die Rezeptoren für die extremen Temperaturen sind allerdings eher auf den Nozizeptoren zu finden.

Bei den Mechanosensoren handelt es sich um die Sensoren des Vibrations-sinnes. Wird ein Druck erzeugt, so werden Aktionspotentiale in den Nervenendigungen selber erzeugt und nicht in den Zellen, die die Nervenendigungen umgeben. Über die Axone der Neuronen werden diese Druckreize dann weitergeleitet zur weiteren Verarbeitung¹⁶.

¹³ Jens Huppelsberg und Kerstin Walter, *Kurzlehrbuch Physiologie*, 2., korrigierte Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2005, S. 326

¹⁴ http://www.zwai.net/pflege/Anaesthesie/Journal/Anaesthesiepflege/PCA_-_die_patientenkontrollierte_Analgesie_im_Klinikalltag/Teil_1/

¹⁵ <http://www.akupunktur-tcm.ch/>

¹⁶ Robert Schmidt und Florian Lang, *Physiologie des Menschen*, 30., neu überarbeitete und aktualisierte Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2007, S282- 283

5. Studien zur Schmerzforschung

Im Folgenden werden mehrere Studien aufgezeigt, die sich mit der besseren Kontrollierbarkeit von Schmerzen oder der Analgesie beschäftigen. Dabei wird die Methode, Musik dafür zu verwenden, erst in den nächsten Teilen der Arbeit erwähnt.

Zunächst wird eine Studie von Hardy et al. (1953) zusammengefasst, die sich mit Schmerzschwellen und dem Flexorreflex als Antwort auf schädigende Stimulationen beschäftigt. Es ist bekannt, dass Schmerz in der Haut bei einer applizierten Temperatur von 45°C ausgelöst wird. Gleichzeitig ist die Gefahr einer Gewebeerletzung bei dieser Temperatur hoch. Dass sich die Schmerzempfindung analog mit der Ernsthaftigkeit der Verletzung erhöht, kann durch eine Beobachtung von Beecher widerlegt werden. Er stellte fest, dass nur 50% der stark verwundeten Männer an der Kriegsfrente über heftige Schmerzen berichteten. Sowohl Verletzungen ohne Schmerzen als auch Schmerzen ohne sichtbare Verletzungen waren dort festzustellen. Daraus lässt sich schließen, dass der Zusammenhang zwischen Schmerzen und Gewebeerletzung sehr kompliziert sein muss und nicht ohne weiteres ersichtlich.

Die Experimente dieser Studie wurden durchgeführt, um die Effekte auf die Hauttemperatur zu erforschen. Weiterhin wurden die Effekte der Dauer und Intensität eines thermalen Reizes auf die Schmerzschwelle, auf die Schwelle des Flexorreflexes bei Menschen und auf das Ansprechen des Flexorreflexes bei Ratten und Meerschweinchen untersucht.

Der Flexorreflex ist ein Messinstrument für die spinale (auf das Rückenmark bezogene) Nozizeption. Beim Menschen heißt das, dass das kontralaterale (also auf der entgegengesetzten Körperseite)¹⁷ Bein zum Schmerz-

¹⁷ <http://www.textlog.de/15589.html>

ursprung reflektorisch gestreckt wird zur Erhaltung des Gleichgewichts. Beim Tier wird beim Kneifen in den Fußbereich das gesamte selbe Bein reflektorisch gebeugt. Diese Reflexe werden über das Rückenmark gesteuert. Bleibt dieser Reflex aus, so heißt das, dass das Rückenmark geschädigt ist. Beim Menschen ist dieser Reflex immer ein gekreuzter Fremdreflex, also ein Ansprechen auf der Gegenseite des Körpers. Beim Tier findet der Reflex immer auf der selben Seite statt, ein Fremdreflex deutet ebenfalls auf eine Schädigung hin^{18 19}.

Insgesamt wurden vier Experimente realisiert, wovon eines bereits im Vorfeld durchgeführt wurde.

Der Abschnitt der Studie, der sich mit der Schmerzschwelle des Flexorreflexes beschäftigt, steht nicht im Zusammenhang mit dem Thema der vorliegenden Arbeit. Deshalb wird hier nicht weiter auf die Experimente eingegangen, die sich mit dem Flexorreflex beschäftigen.

Das erste Experiment von Bigelow et al. (1945) behandelte den zeitlichen Effekt auf die Schmerzschwelle. Es nahmen sechs Versuchspersonen teil. Benutzt wurde ein thermaler Stimulus, der auf die geschwärmte (zur verstärkten Reflektion) Stirn appliziert wurde innerhalb einer Zeit, die von 25-300 Sekunden variierte. Dabei wurden die Daten der Zeit und die Intensität der Stimulation mit Messgeräten erfasst, so wie die Hauttemperatur per Thermometer. Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass die Schmerzschwelle erreicht ist, sobald die Hauttemperatur 45,7°C beträgt, unabhängig von Dauer und Intensität des thermalen Stimulus.

Die Bestimmung der Hauttemperatur zum Erreichen der Schmerzschwelle war Thema des zweiten Experiments. Auch hier wurde mit thermaler Bestrahlung der Zusammenhang zwischen Hauttemperatur und hervorgeru-

¹⁸ Niels Bierbaumer und Robert Schmidt, *Biologische Psychologie*, 6. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2006, S. 275- 280

¹⁹ André Jaggy, *Atlas und Lehrbuch der Kleintierneurologie*, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 2007, S. 23- 26

fenen Schmerzen erforscht. Wieder wurde die geschwärzte Stirn der sechs Versuchspersonen mit Hitze bestrahlt, deren Intensität gemessen und erfasst wurde. Die Bestrahlung dauerte so lange, bis die Probanden das Eintreten des Schmerzempfindens berichteten. Die Durchschnitts-Temperatur der Haut, bei der Schmerz empfunden wurde, betrug 45,5°C. Unterhalb dieser Hauttemperatur wurde auch nach einer Stimulation von über 300 Sekunden kein Schmerz empfunden. Dabei muss beachtet werden, dass die Haut der jeweiligen Probanden nicht in der gleichen Zeitspanne diese Temperatur erreichte. Die Reaktion auf die Stimulation war von Person zu Person verschieden.

Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass die durchschnittliche Schmerzschwelle bei etwa 45°C liegt und nur von der Hauttemperatur abhängt und nicht von der Dauer des applizierten Stimulus. Dabei muss beachtet werden, dass die Gefahr der Gewerbeverletzung bei einer Hauttemperatur von 45°C äußerst hoch ist. Nicht ersichtlich in dieser Studie ist allerdings, wie genau die Schmerzschwelle ermittelt wurde. Von einer Befragung der Versuchspersonen nach ihrer subjektiven Empfindung ist nicht die Rede²⁰.

Greene und Hardy (1962) untersuchten in ihrer Studie, ob sich die Haut an thermischen Schmerz gewöhnt oder nicht. Zum einen zeigten vorherige Studien, dass bei kontinuierlicher Schmerzinduktion von den Versuchspersonen eine Anpassung berichtet wurde und die Schmerzwahrnehmung während des Experiments abnahm. Wiederum andere Studien zeigten, dass es keine Gewöhnung an den Schmerz gab. So wurde eine Studie entwickelt, die die Gewöhnung der Haut an den Schmerz untersuchte. Das Medium Haut schien angemessen, da die Induktion durch Strahlung

²⁰ James Hardy et al., *Thresholds of pain and reflex contraction as related to noxious stimulation*, in: *Journal of Applied Physiology*, Vol 5 (12), 1953, S. 725- 739

und das Messen der Hauttemperatur beobachtet werden konnte. Es war im Vorfeld bekannt, dass der Schmerz auf der Haut bei einer Temperatur von etwa 45°C eintreten würde.

Das Experiment diente zur Beantwortung zweier Fragen:

1. Muss die Hitzestrahlung erhöht werden, um den Schmerz aufrecht zu erhalten, bzw. um eine Gewöhnung zu vermeiden?
2. Wird der Schmerz als solcher empfunden oder nimmt die Empfindung ab, wenn die Hitzestrahlung vorher von den Probanden eingestellt wird, um sie konstant zu halten?

Auf die Stirn wurde durch eine Linse verstärktes Licht gestrahlt. Auf den mit Tusche geschwärzten Unterarm zur erhöhten Absorbierung wurde per Infrarot-Lampe die Strahlung gegeben. Es nahmen sechs Probanden am Experiment teil.

In der ersten Gruppe kontrollierten die Versuchspersonen selber den Hitzereiz. Der Regler, mit dem die Bestrahlung kontrolliert wurde, konnte nicht gesehen werden und wurde von den Probanden voreingestellt. 20 Sekunden nach Beginn der Bestrahlung durfte die Versuchsperson per Regler die Bestrahlung kontrollieren. Es schien, dass die Tendenz bestand, erst beachtlich herunter zu regeln, dann wieder herauf und schließlich wurden kaum noch Korrekturen vorgenommen. Die geplanten fünf Minuten eines experimentellen Durchlaufs wurden zur besseren Beobachtung auf 13 Minuten gesteigert.

In der zweiten Gruppe wurde die Bestrahlungsintensität ebenfalls voreingestellt, allerdings wurde diese Voreinstellung konstant gehalten, ohne dass die Probanden selbst regeln durften. Alle 30 Sekunden, nachdem die Schmerzempfindung zum ersten Mal auftrat, wurden die Versuchspersonen über ihre Schmerzempfindung befragt.

Die Betätigung des Reglers wurde als Kurve in einem Diagramm angezeigt.

Bei den Durchläufen der ersten Gruppe konnte beobachtet werden, dass der Schmerz bei einer Hauttemperatur von $44,9^{\circ}\text{C}$ eintrat. Bei Beendigung der Regelung lag die Schmerzschwelle (also Grenze des gerade eintretenden Schmerzes) bei einer Temperatur von $43,8^{\circ}\text{C}$. Es konnte durch das Beobachten der Hauttemperatur eine Abnahme der Schmerzschwelle festgestellt werden. Scheinbar gab es keine Tendenz zur Erhöhung der Wärmestrahlung oder der Hauttemperatur, um die Schmerzschwelle konstant zu halten.

Eine Schmerzschwelle mit einer Hauttemperatur von $43,7^{\circ}\text{C}$ wurde in der zweiten Gruppe festgestellt. Die Versuchspersonen empfanden Schmerz nach 13-23 Minuten. Dieser veränderte sich in seiner Qualität. Während einige abwechselnd Stechen und brennende Schmerzen spürten, die am Schluss die Oberhand gewannen, nahmen andere nur einen stechenden Schmerz wahr. Diese Gruppe berichtete über eine Zunahme in der Schmerzwahrnehmung, die allerdings nicht immer im Zusammenhang stand mit einer Erhöhung der Hauttemperatur.

Bei den Hautbereichen, wo Erythema (Röte, Entzündung) zu sehen waren, empfanden die Versuchspersonen leichten Schmerz bei Hautkontakt mit einem Objekt. Diese Hyperalgesie war jedoch minimal und binnen einer Stunde wieder vorbei. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Schmerzschwelle im Experiment und postexperimenteller Hyperalgesie festgestellt werden, da diese nicht bei allen Versuchspersonen auftrat.

Da es wahrscheinlich war, dass es zu einer Empfindlichkeit der Haut nach einer gewissen Zeit kam, wurde das Experiment erneut mit einer niedrigeren Strahlungsintensität durchgeführt über einen Zeitraum von 50 Minuten. Die Versuchspersonen berichteten über eintretenden Schmerz nach 29 Minuten, der nach weiteren acht Minuten kontinuierlich bei einer Hauttemperatur von $42,2^{\circ}\text{C}$ anhielt.

Es scheint also, dass es keine Gewöhnung der Haut an Schmerzen gibt. Zum einen verschwindet der Schmerz während konstanter Reizdarbietung nicht und der Reiz muss auch nicht erhöht werden, um eine konstante Schmerzschwelle aufrecht zu erhalten während einer Zeit von länger als zwölf Minuten. Gleichzeitig wird klar, dass Schmerz in seiner Intensität zunimmt, wenn er konstant gehalten wird. Auch ein weniger intensiver Reiz kann schmerzhaft werden, wenn er über einen längeren Zeitraum dargeboten wird. Es ist anzunehmen, dass Schmerz entstehen kann, wenn beispielsweise zu lange in unveränderter Position auf einem Stuhl gesessen wird.

Schlussfolgernd kann man sagen, dass es keine Gewöhnung an Schmerzen gibt, die durch Hitzestrahlung niedriger Intensität in bis zu einer Stunde verursacht werden. Des Weiteren senkt sich die Schmerzschwelle während einer verlängerten Reizdarbietung um $1-2^{\circ}\text{C}$ ²¹.

Eine weitere Studie von Barber und Cooper (1972) untersuchte, inwieweit experimentelle und spontane Ablenkungsmanöver einen Einfluss auf das Schmerzempfinden haben.

Im Vorfeld ergaben Untersuchungen, dass das Hören von einem „weißen Rauschen“, einer Wortassoziation und einer Geschichte effektiv sind, um Schmerzen zu reduzieren. Im Allgemeinen werden Studien benötigt, um herauszufinden, welche Methoden anzuwenden sind, die keine spezielle Ausrüstung benötigen und ohne Aufwand durchzuführen sind, um Schmerzen zu senken.

Es wurden 56 weibliche Versuchspersonen einzeln untersucht. Sie wurden über den wahren Hintergrund des Experiments nicht informiert. Zur Schmerzinduktion wurde ein Forgiione-Barber Schmerzstimulator benutzt,

²¹ Leon Greene und James Hardy, *Adaptation of thermal pain in the skin*, in: *Journal of Applied Physiology*, 17, 1962, S. 693- 697

der so funktionierte, dass ein Plexiglas-Keil von 2000 gr. auf einen Finger aufgelegt wurde, um Schmerzen zu erzeugen. Diese Situation musste zwei Minuten lang ausgehalten werden. Nach diesen zwei Minuten wurden die Probanden per Fragebogen über ihre Schmerzempfindung während der ersten und der zweiten Minute konsultiert, die mithilfe einer Skala von 0-10 angegeben werden konnte. Des Weiteren wurde ihre persönliche Zeiteinschätzung erfragt, während der sie über ihren Finger nachdachten. Nach der Befragung wurden die Personen wieder einem zweiminütigen Schmerztest unterzogen, der allerdings am selben Finger der anderen Hand durchgeführt wurde. Bei diesem Durchgang wurde eine von vier Ablenkungsstrategien gegeben: Die erste Gruppe hörte eine interessante Geschichte über das Leben einer Schauspielerin. Die zweite Gruppe hatte die Aufgabe, das 7er-Einmaleins laut durchzugehen und die dritte Gruppe sollte während der zwei Minuten laut die Zahlen *eins, zwei, drei* und *vier* wiederholen. Der Kontrollgruppe wurde ohne Ablenkungsmechanismen wiederholt der Schmerz induziert. Nach diesem zweiten Durchlauf wurden die Probanden erneut über ihr Schmerzempfinden und die persönliche Zeiteinschätzung befragt. Zum Schluss wurde ein kurzes Interview mit den Versuchspersonen durchgeführt.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass das Hören einer Geschichte und das laute Addieren während der ersten Minute des Experiments signifikant am meisten Schmerzen reduzierte. Unter den selben Ablenkungsmechanismen dachten die Versuchspersonen am wenigstens über ihren Finger nach, allerdings ist dieses Ergebnis nicht signifikant.

Das postexperimentelle Interview ergab allerdings, dass sich die Versuchspersonen lieber mit eigenen, spontanen Methoden von den Schmer-

zen ablenkten, wie z. B. durch schöne Gedanken, durch das Betrachten eines Bildes oder durch das Hinausschauen aus einem Fenster²².

Die Hypothese, dass Analgesie durch Aufmerksamkeitsteilung stattfindet und nicht unbedingt durch das Darbieten von speziellen Mitteln untersuchten Farthing et al. (1984). Vorherige Studien zeigten, dass Schmerzen durch hypnotische Eingebungen reduziert werden können. Der höchste Erfolg zeigte sich bei Personen, die sehr empfänglich für Hypnose waren. Farthing wollte mit seiner Studie beweisen, dass Schmerzen nicht unbedingt durch Hypnose reduziert werden müssen, sondern dass eine Eingebung von Analgesie reicht. Hier stimmte man mit der Annahme überein, dass dies am besten bei Personen möglich sei, die gut hypnotisierbar sind. Es geht also um das Gegenüberstellen von zwei Hypothesen. Das Besondere an dem Verfahren der Eingebung von Analgesie ist, dass die Aufmerksamkeit nicht auf äußere Stimuli gelenkt wird, sondern inwärts auf die eigenen Gedanken. Die zweite Hypothese beruft sich auf das Nutzen spezieller Mittel, über das bloße Ablenken der Aufmerksamkeit hinausgehend. Bei der ersten Hypothese ist allerdings zu beachten, dass zwei gegebene ablenkende Stimuli um die Aufmerksamkeit konkurrieren könnten, so dass der Schmerz gar nicht reduziert wird. Die andere Hypothese besagt, dass auf mehrere Mittel zur Ablenkung der Aufmerksamkeit zurück gegriffen werden sollte. Zwei konkurrierende Aufgaben würden sich nur insoweit behindern, als dass dieselben Aufnahmezentren, von denen es mehrere gibt, angesprochen werden würden.

Bei der Schmerzwahrnehmung arbeiten manche Subsysteme mit bewusster Erkenntnis von Schmerzen, manche ohne. Wenn einmal analgetische Eingebungen initiiert wurden, so die Annahme vorheriger Studien, so

²² Theodore X. Barber und Barbara J. Cooper, *Effects on pain of experimentally induced and spontaneous distraction*, in: *Psychological Reports*, 31, S. 647- 651, 1972

müssen solche Gedanken und Bilder nicht kontinuierlich eingegeben werden. Das funktioniert allerdings am besten bei gut hypnotisierbaren Menschen.

Die Idee dieser Studie war die Überprüfung, ob die schmerzreduzierenden Effekte von Eingebung und Ablenkung zusammen noch schmerzlindernder wirken würden oder welche Methode besser den Schmerz lindern würde. Beide Hypothesen bestätigten die Wirksamkeit von Eingebung und Ablenkung einzeln genutzt. Nur die Hypothese der speziellen Mittel besagte, dass die Kombination dieser Methoden einen noch höheren Effekt haben würde. Beide Hypothesen stimmten überein, dass die Überprüfung an gut hypnotisierbaren Probanden getestet werden müsste, aber auch im Vergleich zu Probanden, die schlecht zu hypnotisieren sind. Diese Probanden befanden sich während des Experiments im wachen Zustand unter anderem aus dem Grund, dass die Durchführung einfacher ist, wenn vorher keine Hypnose durchgeführt werden müsste. Zur Schmerzinduktion wurde eine Hand zweimal jeweils 50 Sekunden in Eiswasser getaucht. Der erste Durchgang diente zur Erfassung der subjektiven Schmerzerfahrung, beim zweiten Durchgang wurden Konditionen hinzugefügt. Die 96 Probanden wurden je nach Hypnotisierbarkeits-Level in zwei Gruppen aufgeteilt, die wiederum in vier analoge Gruppen eingeteilt wurden. Die ersten Gruppen erhielten eine analgetische Eingebung, die zweiten Gruppen sollten vorgelesene Wörter behalten als ablenkende Kondition, die dritten Gruppen wurden einer kombinierten Kondition von Ablenkung und Eingebung ausgesetzt und die vierten Gruppen dienten als Kontrollgruppen. Nach dem zweiten Durchgang wurde ein Fragebogen ausgefüllt, um festzustellen, ob die Zeit, in der über Schmerz nachgedacht wurde, im Zusammenhang steht mit dem Level des Schmerzempfindens.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei gut hypnotisierbaren Probanden die ersten drei Gruppen signifikant weniger Schmerzen empfanden als die Kontrollgruppe. Aber die Kombination zweier Konditionen wies keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zu den einzeln dargebotenen Konditionen auf. Auch die einzeln dargebotenen Konditionen unterschieden sich nicht signifikant untereinander.

Die schlecht hypnotisierbaren Versuchspersonen zeigten nur bei der Methode des Ablenkens signifikant weniger Schmerzempfinden. Die restlichen drei Gruppen unterschieden sich nicht voneinander.

Die gut hypnotisierbaren Probanden in den ersten drei Gruppen dachten weniger über Schmerzen nach als die Kontrollgruppe. Die schlecht hypnotisierbaren Probanden dachten nur in der Gruppe mit der Methode der Ablenkung signifikant weniger über Schmerzen nach, im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Die Studie zeigt mehr positive Effekte für die Hypothese der Aufmerksamkeitsteilung als für die Hypothese der kombinierten Methoden. Die analgetischen Effekte sind wohl generell darauf zurück zu führen, dass das Bewusstsein grundsätzlich vom Schmerzempfinden abgelenkt wird. Wahrscheinlich führt eine Kombination beider Methoden zu einer sensorischen Überlastung.

Alle drei Gruppen zeigten im Gegensatz zu den Kontrollgruppen weniger Nachdenken über Schmerzen, was die Annahme der Hypothese der Aufmerksamkeitsteilung stützt, da dies die Gedanken vom Schmerz ablenkt. Dass die Kombination zweier Methoden keine besseren Ergebnisse erzielt, könnte allerdings daran liegen, dass die Probanden nicht hypnotisiert waren. Zukünftige Studien könnten die Wirkung der Kombination zweier Methoden an hypnotisierten Personen überprüfen.

Schlecht hypnotisierbare Probanden zeigten nur in der Gruppe mit der Methode der Ablenkung signifikant weniger Schmerzempfindung. Die

Frage stellt sich, wenn doch Ablenkung und Eingebung generell mit Ablenkung arbeiten, warum bei schlecht hypnotisierbaren Probanden nur die Ablenkung funktioniert und nicht die analgetische Eingebung. Wahrscheinlich können gut hypnotisierbare Menschen besser mit intern geleiteten Gedanken abgelenkt werden als schlecht hypnotisierbare. Auf äußere Stimuli können sich beide Probandengruppen gut konzentrieren, daher gibt es auch keinen Unterschied in der Schmerzempfindung in den Gruppen mit der Methode der Ablenkung.

Obwohl bei gut hypnotisierbaren Menschen beide Methoden, die der Eingebung und der Ablenkung funktionieren, ist die Methode der Eingebung in klinischen Situationen beliebter, da sie von den Patienten auch allein durchgeführt werden kann. Schlecht hypnotisierbare Patienten können allerdings nur Schmerzen mit Ablenkungsmethoden reduzieren. Da keine erhöhte Effektivität mit der Kombination beider Methoden festgestellt wurde, zumindest im nicht-hypnotisierten Zustand, ist davon in klinischen Situationen abzusehen.

In zukünftigen Studien könnte die Effektivität aller Methoden mit erhöhter Zeit der Schmerzinduktion geprüft werden, anhand von zwei Probanden-Gruppen, von denen sich die eine im hypnotisierten Zustand befindet, die andere aber nicht²³.

Die Wirkung von nicht-pharmakologischen Mitteln in der Behandlung von Schmerzen bei Frühgeburten und Säuglingen untersuchten Cignacco et al. (2007). Wenn Säuglinge zu früh oder krank geboren werden, ist oft ein Aufenthalt im Krankenhaus von mehreren Wochen oder Monaten notwendig. Dort sind diese vielen Reizen ausgesetzt, wie grelles Licht oder laute Geräusche von medizinischen Geräten oder der Umgebung der

²³ William Farthing, Michael Venturio und Scott Brown, *Suggestion and distraction in the control of pain: Test of two hypotheses*, in: *Journal of abnormal Psychology*, Vol 93, No. 3, 1984, S. 266- 276

Station, auf der sie liegen. Es kann kein Bezug zu einer betreuenden Person aufgebaut werden, da diese ständig wechselt. Die hohe Anzahl der Behandlungen in den ersten Lebenswochen ist oft mit Schmerzen verbunden (z. B. durch die Benutzung einer Kanüle beim Blutabnehmen), ganz abgesehen von chronischen Schmerzen oder postoperativen Schmerzen, die eventuell hinzukommen. Diese Schmerzen können langfristige Folgen für die neurologische Entwicklung und auf das Verhalten der Neugeborenen haben. Besonders der lange Zeitraum der schmerzlichen Belastung ist schädlich, da es eventuell zu einer Fehlentwicklung in der Nozizeption kommen kann, charakterisiert durch eine abgesenkte Schmerzschwelle, der Hypoalgesie nach der Pubertät und der Hyperalgesie im Erwachsenenalter. Strategien zur Stressreduktion sind daher von großer Bedeutung. Nicht nur die pharmakologische Schmerzbehandlung, sondern auch die Behandlung ohne Medikamente ist von großer Bedeutung, um Schäden, hervorgerufen durch Schmerzen, möglichst gering zu halten.

Für die adäquate Schmerzbehandlung ist eine korrekte Beurteilung der Schmerzen die Voraussetzung. Zwar gibt es Messmethoden zur Schmerzerfassung durch verschiedene Instrumente, doch werden oft die kontextuellen Faktoren nicht mit einbezogen und erklärt. Studien ergaben, dass es keine oder kaum Korrelationen zwischen den physiologischen Schmerzmerkmalen und den Verhaltensmerkmalen von Schmerzen gibt. Die Verbindung zwischen dem physiologischen und dem behavioristischen System ist zudem gering. Dadurch ist es schwierig, die Effektivität von Interventionen komplett zu erschließen, da beide Systeme in Betracht gezogen werden müssen. Das Nutzen multidimensionaler Instrumente steht deshalb zur Diskussion. Studien ergaben, dass anhand des Nutzens dieser Instrumente Korrelationen zwischen zwei physiologischen und sieben behavioristischen Faktoren festgestellt werden konnten. Es scheint also, dass diese multidimensionalen Skalen zur Erfassung der physiologi-

schen und der behavioristischen Faktoren angemessen sind, um die nicht-pharmakologischen Interventionen in der Schmerzbehandlung einzuschätzen.

80-90% der Medikamente, die den Säuglingen zur Schmerzminderung verabreicht werden, sind entweder nicht anerkannt oder sie werden in einer anderen Form als der anerkannten verabreicht. Hierbei stehen die langfristigen Effekte im Vordergrund, die die Medikationen, auf welche Art und Weise auch immer, bewirken. Eine Alternative bilden die nicht-pharmakologischen Methoden, die zwar eher kurzfristige Effekte zeigen, aber empfohlen sind für Schmerzprävention und Schmerzbewältigung. Sie sind besonders für weniger starke Schmerzen empfohlen. Ein Beispiel ist das Verabreichen von Saccharose im Zusammenhang mit nicht-ernährendem Nuckeln der Säuglinge. Wahrscheinlich werden opioide Leitungen durch den süßen Geschmack aktiviert. Der langfristige Effekt dieser Methode ist allerdings umstritten. Genauso ist fragwürdig, ob nicht damit ein Risiko bezüglich einer ungeraden neurologischen Entwicklung besteht. Über den Effekt von anderen nicht-pharmakologischen Methoden für die Schmerzlinderung gibt es leider kaum Angaben.

Es ist anzunehmen, dass diese nicht-pharmakologischen Methoden das Gate-Control-System aktivieren und so die Schmerzaufnahme modulieren. Genauso kann die Aufmerksamkeit der Säuglinge vom Schmerz durch diese Methoden abgelenkt werden. Andere Bewältigungsstrategien, wie „mütterliche Berührung“, „nicht-ernährendes Nuckeln“, „Känguru-Fürsorge“ oder bestimmte Gerüche führen wahrscheinlich zur Aktivierung von neuropeptiden Systemen, die dann opioid-modulierende Substanzen freisetzen.

In dieser Revision wird die Wirkung von u. a. folgenden Schmerz-Interventionen anhand von Untersuchungen von 13 Studien und zwei Meta-Analysen (Zusammenfassung von Primär-Untersuchungen) überprüft:

„nicht-ernährendes Nuckeln“, Musik“, „wickeln“, „umpositionieren“, „olfaktorische und multisensorische Stimulation“, „Känguruh-Fürsorge“ und „mütterliche Berührung“.

Das „nicht-ernährende Nuckeln“ reduziert das Schreien der Neugeborenen und sie werden ruhiger und aufmerksamer. Ebenso wird der Pulsschlag gesenkt. Dabei spielt es zusätzlich eine Rolle, an welchem Material genuckelt wird und ob dieses Material eventuell mit zusätzlichen Stoffen, wie destilliertes Wasser oder Glukose, getränkt ist.

Musik reduziert und reguliert den Pulsschlag und lässt die physiologischen Parameter schneller zu den anfänglichen Werten zurückkehren. In Kombination mit Nuckeln werden die Reaktionen auf Schmerzen teilweise gesenkt. Es sollte aber nicht mehr als 15 Minuten lang Musik dargeboten werden, da sonst die Gefahr von sensorischer Überlast besteht.

Das „Einwickeln in ein Tuch“ war ebenfalls effektiv bei der Linderung von Schmerzen. Signifikant wurde der Pulsschlag gesenkt und die Zeit zwischen Schreien und Verstummen wurde ebenfalls signifikant reduziert.

„Wickeln“ reduzierte den Pulsschlag und erhöhte die Sauerstoffsättigung.

Der Effekt des „Umpositionierens“ blieb ergebnislos.

Die „olfaktorische Stimulation“ hat geringe Effekte auf das Modulieren von Schmerzen. „Multisensorische Stimulation“, wie tasten, riechen, schmecken hat allerdings signifikante Auswirkungen auf das Lindern von Schmerzen, wie z. B. das Reduzieren von Weinen.

„Känguruh-Fürsorge“ meint das Liegen des Säuglings auf der nackten Haut der Mutter oder des Vaters, zugedeckt mit Handtüchern. Hier wurde eine signifikante Reduktion von Reaktionen auf Schmerzen festgestellt, wie z. B. das Reduzieren der Aktivität der Gesichtsmuskeln. Einige Stu-

dien beschrieben die besten Ergebnisse dieser Intervention, mehr sogar als die „mütterliche Berührung“.

Zum größten Teil sind die nicht-pharmakologischen Interventionen hilfreich für Neugeborene, wenn sie schmerzhaftes Prozeduren durchlaufen. Allerdings stellt sich die Frage, wie diese Methoden auf kranke Säuglinge oder auf Frühgeburten wirken. Zukünftige Studien sollten das Augenmerk darauf legen, welche Methoden hilfreich sind, um eine normale kognitive und motorische Entwicklung zu unterstützen. Trotz allem können Medikamente nicht durch diese Alternativ-Methoden bei Säuglingen ersetzt werden, besonders nicht, wenn sie unter ernsthaften und chronischen Schmerzen leiden²⁴.

Um die Kontrolle von Schmerzen zu erhöhen, wurde von Malenbaum et al. (2008) überlegt, die Umgebung, in der sich Patienten befinden, mit Sinnesreizen auszustatten. Dies kann bei der Beeinflussung des Schmerzempfindens eine große Rolle spielen. Der übliche Behandlungsraum ist weiß, hat so gut wie keine Dekoration, ist spärlich möbliert und hat keine Fenster. Werden Sinnesreize in die Umgebung und den Hintergrund eingebettet, kann das von den Geräuschen der Umgebung, wie dem Summen des Oberlichtes, den Funkgeräuschen und den Leidensgeräuschen der anderen Patienten ablenken und dazu beitragen, dass diese Patienten ihre Schmerzen besser kontrollieren können. Dabei sind sowohl visuelle als auch auditive Reize von Wichtigkeit, wie z. B. Licht, Naturgeräusche und -szenen, Videos und die Darstellung der Wirklichkeit mit ihren physikalischen Eigenschaften per Computer (Virtuelle Realität, VR).

Da Studien ergaben, dass Patienten in Räumen mit natürlichem Licht weniger analgetische Medikamente brauchen, eine kürzere Verweildauer im

²⁴ Eva Cignacco, Jan P. H. Hamers, Lilian Stoffel, *The efficacy of non-pharmakological interventions in the management of procedural pain in preterm and term neonates. A systematic review.* in: *European Journal of Pain*, Vol 11 (2), Feb 2007, S. 139- 152

Krankenhaus und weniger Stressempfindungen haben als Patienten in dunklen Räumen, erscheint es logisch, dass die Behandlungs- und Aufenthaltsräume im Krankenhaus mit viel Licht ausgestattet werden sollten. Des Weiteren sollten Krankenzimmer die Möglichkeit bieten, einen Ausblick auf die Natur genießen zu können. Auch hier ergaben Studien, dass Patienten mit Blick auf die Natur weniger medikamentös behandelt werden mussten und eine kürzere Verweildauer im Krankenhaus hatten. Da nicht immer der Blick auf natürliche Landschaften verfügbar ist, ist es auch möglich, Bilder mit Naturmotiven im Zimmer zu deponieren. Weiterbringende Ergebnisse erzielten Studien, die Naturbilder mit passenden Geräuschen verbanden. Diese Patienten empfanden weniger Anspannung und Beklemmung und waren in der Lage, ihr Schmerzempfinden besser zu kontrollieren als solche Patienten, die den gewöhnlichen Behandlungsmethoden ausgesetzt waren.

Wurden Patienten audiovisuell beim Krankenhausaufenthalt abgelenkt (beispielsweise bei der Präsentation eines Videos in Verbindung mit Musik), so berichteten sie über weniger empfundene Schmerzen. Auch die Medikation konnte herabgesetzt werden.

All diese Ergebnisse tragen dazu bei, dass über eine Involvierung von Licht, Natur, Video und VR während des Krankenhausaufenthaltes nachgedacht werden sollte. Auch die Überlegung, generell solche Methoden „serienmäßig“ für Patienten während ihres Aufenthaltes verfügbar zu machen, liegt äußerst nahe²⁵.

²⁵ Sara Malenbaum, Francis Keefe, Amanda de C. Williams, Roger Ulrich und Tamara Somers, *Pain in its environmental context: Implications for designing environments to enhance pain control*, in: *Pain*, Vol. 134 (3), Feb. 2008, S. 241- 244

B. Wirkung von Musik (vgl. Rötter, 2005)

Musik, die komponiert, präsentiert oder gehört wird, um einen Zweck zu erfüllen, nennt man funktionale Musik. Solche Musik findet man in Kaufhäusern, in der Werbung, am Arbeitsplatz, als Filmmusik, beim Autofahren und in vielen anderen Bereichen.

Für das Autofahren gibt es in der Regel keine speziell komponierte Musik, denn der Autofahrer hört meistens nur die Musik, die ihm auch selber gefällt. Experimente zu diesem Thema ergaben, dass Musik die Aufmerksamkeit im Straßenverkehr verändert, was auf die Stimulation zur optimalen Aktivierung zurückzuführen ist. Leicht zu bewältigende Strecken werden durch Musik mit erhöhter Reaktionszeit gemeistert, hingegen bei komplizierten, kurvenreichen Strecken (z. B. im Stadtverkehr) sinkt dieser Effekt wieder ab. In Situationen, die starke Aufmerksamkeit verlangen, wird Instrumentalmusik der Vokalmusik vorgezogen. Laute Musik wirkt auf Personen mit selbstunsicherer Persönlichkeit, emotionaler Unreife oder Nervosität gefährdend für den Straßenverkehr. Die Reaktionszeit ist bei leiser Musik höher als bei lauter Musik. Allerdings erhöht leise klassische Musik die Fahrfehler beim Autofahren. Grundsätzlich begünstigt eine mittlere Musiklautstärke von etwa 70dba die Reaktionszeit beim Fahren, was zu verkürzten Bremswegen führt. Werden die hohen und tiefen Frequenzen der Musik unhörbar angehoben, kann dies ebenfalls zu einer erhöhten Aktivierung führen.

Der Einfluss von Musik auf das Autofahren ist sehr komplex, weil sie sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf das Fahrverhalten haben kann. Insbesondere bei schwierigen Verkehrssituationen sollte mit der Handhabung von Musik, besonders mit lauter Musik, sehr vorsichtig umgegangen werden.

Der Versuch der Industrie, spezielle Musik für das Autofahren zu komponieren, ist bis jetzt gescheitert.

Musik am Arbeitsplatz ist seit den Gesängen der Sklaven in Amerika bekannt, die damit ihre Haltung zur Arbeit und zum Arbeitgeber ausdrückten und ihre Situation erträglicher machen wollten.

Seit 1915 wird versucht, die Produktivität in der Industrie mit Musik zu steigern. So wurde beispielsweise ausgewählte Musik per Telefonleitung übertragen, um Leistungstiefs zu überwinden. Zwar zeigten einige Studien einen Produktivitätswachstum im Zusammenhang mit Musik, allerdings wurde auch erwiesen, dass die Produktivität wieder abnahm, wenn Musik überdosiert wurde. Bei monotoner Arbeit zeigte sich eine positive Wirkung von Musik, aber insgesamt kann der leistungssteigernde Effekt von Musik nicht verallgemeinert werden, denn es gibt Meinungen, die dieser These widersprechen. Sowohl in der Forschung als auch in der Produktion hat das Interesse an Musik am Arbeitsplatz heutzutage nachgelassen.

Im Bereich der funktionellen Musik findet man einige Firmen, die Musik für unterschiedliche Bereiche produzieren. Sie bieten diese mit unterschiedlichem Tempo und als unterschiedliche Musikarten an. Sowohl über Satellit kann diese Musik empfangen werden, als auch als CD gekauft werden. Der Zweck ist meist die Umsatzsteigerung oder aber die Schaffung einer angenehmen Atmosphäre. Direkt belegbar ist dies aber nicht.

Sehr widersprüchliche Ergebnisse ergaben Untersuchungen zum Thema der Musik im Kaufhaus. Untersuchungen zeigten, dass laute Musik zu einer kürzeren Verweildauer im Kaufhaus führt, allerdings verringert sich dabei nicht der Umsatz. Leise Hintergrundmusik bewirkt eher eine Ent-

spannung der Kunden als laute Vordergrundmusik. Generell bewirkt Musik keine Umsatzsteigerung, auch wenn oft die gegenteilige Annahme vertreten wird. Die Stimmung der Kunden lässt sich, genauso wenig wie die Verweildauer, ebenfalls nicht durch Musik beeinflussen. Musik hat einzig auf die subjektiv eingeschätzte Einkaufsmenge einen Einfluss, ohne dass eine Wirkung bei der Umsatzsteigerung festgestellt wurde, denn Kunden meinten nach einem von Musik beschallten Einkauf mehr eingekauft zu haben, als auf dem Besorgungszettel stand.

Filmmusik soll die emotionale Wirkung des Films steigern und die Umsätze erhöhen. Mit verschiedenen Techniken werden entweder die Vorkommnisse der Bildebene nachvollzogen, das Auftreten einer Person mit einem bestimmten Motiv verbunden, eine Szene mit einer Grundstimmung untermalt oder die Technik des Filmschnitts rhythmisch und melodisch nachvollzogen. Gerade das Verbinden einer Szene oder einer Person mit Musik löst oft die gewünschte emotionale Wirkung aus. Die Funktionen der Musik im Film sind äußerst umfangreich. Beispielsweise schaffen sie eine Atmosphäre, füllen den Hintergrund, schaffen eine Kontinuität oder verhelfen zur dramaturgischen Steigerung einer Szene. Zum einen werden durch Musik die Sinneinheiten abgegrenzt und zum anderen werden Passagen zusammen gefasst. Sie soll nicht nur rühren oder bewegen, sondern auch oft die Distanz zum Bild verringern, um das emotionale Erleben zu steigern. Darüber hinaus soll das Bildgeschehen in seiner Intensität gesteigert werden und die Identifikation mit den gezeigten Personen soll gefördert werden. In Bezug auf die emotionale Bedeutung wird die musikalische Untermalung nicht bewusst wahrgenommen, sondern sie trägt zum emotionalen Gesamteindruck bei. Psychologisch gesehen ist für das Wahrnehmen oder Nicht-Wahrnehmen der Musik das Lang- bzw. Kurzzeitgedächtnis verantwortlich. Entweder wird die Musik mit bereits

gewonnenen Erfahrungen verknüpft oder nicht und dann auch nicht in der eigentlichen Form erfahren.

Auch in der Werbung spielt Musik eine große Rolle. In Verbindung mit Musik erhalten die Produkte einen größeren Wiedererkennungswert, besonders durch den „Ohrwurmcharakter“ bekannter Melodien in der Radiowerbung. Bei der Fernsehwerbung steht der zusätzliche Vorteil der Visualisierung zur Verfügung. Der Einsatz von Musik und Geräuschen wird benutzt, um die Absenz der Aufmerksamkeit wieder auf die Werbung und somit auf die vermarkteten Produkte zu lenken. Durch diesen Einsatz wird der Erinnerungswert an das Produkt gesteigert. Gleichzeitig werden durch die Musik bestimmte Konsumentengruppen angesprochen, indem Assoziationen geweckt werden, was zum Kauf des Produktes führen soll. Wenn Musik im Zusammenhang mit Bildern und Farben steht, dann beeinflusst dies die emotionale Bewertung des potentiellen Käufers. Negativ wirkt sich aus, wenn die Musik entweder falsch gewählt ist oder sie nicht das richtige Zielpublikum anspricht. Sie hat einen großen Einfluss auf die Konsumenten, obwohl sie gar nicht bewusst wahrgenommen wird. Meist ist dieser Einfluss positiv. Die Zielgruppen, Männer, Frauen, Jugendliche, Ältere, sprechen auf ganz unterschiedliche Typen von Musik an. Durch die gewählte Musik wird also auch von Anfang an deutlich gemacht, welche Zielgruppe angesprochen werden soll. Einfache, schnell zugängliche Melodien werden schnell in Verbindung mit dem Produkt gebracht. Melodien oder Stücke ohne Text werden oft schneller wiedererkannt als solche mit Gesang. Der Unterhaltungscharakter der Werbung wird deutlich, wenn ein eigens für eine Werbung komponierter Jingle schnell auswendig gesungen werden kann oder so ansprechend ist, dass er auch ohne die Werbung gehört werden kann. Auch Werbung ohne Musik kann einen Wiedererkennungswert haben, da sie den allgemein übli-

chen Klangteppich plötzlich unterbricht. Allerdings kann Stille nicht reproduziert werden. Wenn auch Werbung nicht bewusst mitverfolgt wird, so ist doch mit Musik wenigstens eine akustische Produktdifferenzierung möglich und die Werbebotschaft wird anhand der Musik deutlich unterstrichen.

Des Weiteren wirkt sich Musik auf das Empfinden von Wartezeit in verschiedenen Situationen aus. Sie wird als weniger anstrengend im Zusammenhang mit Musik empfunden. Sie beeinflusst die Ess- und Trinkgeschwindigkeit insofern, als dass schnelle Musik diese Geschwindigkeit erhöht. Klassische Musik, Jazz oder Popmusik führt im Restaurant zu einer höheren Bereitschaft, mehr Geld auszugeben. In Bezug auf Hintergrundmusik bei Erledigung von Hausaufgaben durch Schüler wirkt diese bei einfachen Aufgaben leistungssteigernd, bei schwierigen Aufgaben allerdings belastend. Beim Sport wirkt als positiv empfundene Musik leistungssteigernd und motivierend, denn Probanden hielten bei solcher Musik Leistungen länger durch. Musik wirkt schmerz- und stressreduzierend, was eine Befragung von Versuchspersonen in einer Zahnarztpraxis ergab. In einer anderen Studie war der gemessene Blutdruck unmittelbar vor einer Operation mit Musik weitaus stabiler.

Sogar auf das Verhalten von Tieren hat Musik einen Einfluss. Zu vermuten ist, dass Hunde bei klassischer Musik weniger Zeit zum Bellen verwenden und Kühe eine erhöhte Milchleistung haben.

Einige Wissenschaftler stellen sich allerdings die Frage, ob nicht häufig Musik wirkungslos ist, da es sicherlich viele Studien gibt, die aufgrund der Bestätigung der Null-Hypothese gar nicht erst veröffentlicht werden. Oder aber es besteht die Möglichkeit, dass nicht die Musik einen positiven

Einfluss hat, sondern dass das Wahrnehmen der Veränderung der Umgebung dazu führt, dass an einen eventuellen Effekt geglaubt wird. Vielleicht führt eher die Tatsache dazu, dass der Proband an den positiven Wirkungseffekt der Musik glaubt, dass er sich dementsprechend verhält²⁶.

C. Empirische Studien zur Beeinflussung von Schmerz durch Musik

Im Folgenden werden verschiedene Studien beschrieben, die den Einfluss von funktionaler Musik auf den psychophysiologischen Zustand von Probanden und Patienten zeigen. Hierbei ist zu sehen, welche bemerkenswerten Erfolge Musik in der Behandlung von körperlichen und psychischen Erkrankungen hat.

1. Studie zur analgetischen Wirkung von Musik

Im Jahr 2002 wurde von Diana Karow und Günther Rötter eine „Studie zur analgetischen Wirkung von Musik“ (Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie, 2002) durchgeführt. Ziel war es herauszufinden, ob Musikhören die thermische Schmerzschwelle verändert und die Sensibilisierung, also das Absinken der Schmerzschwelle durch kontinuierliche Reizeinwirkung, beeinflusst. Ob weitere Variablen wie Geschlecht, Musiker/Laie, Schmerzverarbeitungsmerkmale, Coping-Strategien (Bewältigungsstrategien) und Stilrichtung, Tempo und Lautstärke der Musik e-

²⁶ Günther Rotter, *Funktionale Musik*, in: Helga de la Motte- Haber und Günther Rötter, *Musikpsychologie*, Laaber- Verlag, Laaber, 2005, S. 311- 338

benfalls eine Rolle spielten hinsichtlich des Empfindens des Schmerzes, wurde ebenfalls untersucht.

Hier war ein Hardy-Dolorimeter (ein Gerät, das Strahlungshitze erzeugt und diese misst, vgl. H.O. Handwerker and G. Kobal, *Psychophysiology of experimentally induced pain*, *Physiol Rev*, 73, Jul 1993; S. 639 – 671) der Schmerzerezeuger. Man überprüfte durch das Messen der Hauttemperatur die Intensität des Schmerzes.

Die Fragestellungen zu diesem Experiment waren, ob sich die thermische Schmerzschwelle eines Menschen durch Musikhören verändert und ob Musik den Sensibilisierungsvorgang beeinflusst, also ob die Schmerzschwelle bei kontinuierlicher Reizeinwirkung absinkt.

Es wurden 34 Probanden untersucht im Alter von 22 bis 30 Jahren. Die Gruppe der Musiker (mindestens ein Instrument spielend mit musiktheoretischer Ausbildung) setzte sich aus neun männlichen und neun weiblichen Personen zusammen. Die zweite Gruppe der Laien (ohne musiktheoretische Ausbildung und nicht aktiv musizierend) bestand aus acht männlichen und acht weiblichen Personen. Die Intention des Versuchs wurde nicht genannt, damit ein Placebo-Effekt vermieden werden und die Musik beiläufig in das Experiment einfließen konnte.

Die Schmerzschwelle wurde als subjektive Empfindung des Übergangs von Wärmeempfindlichkeit zur Schmerzempfindung definiert. Als Schmerzschwelle galt eine Hauttemperatur von 40-45°C.

Im ersten Teil des Versuchs ermittelte der Proband durch kontinuierliches Erhöhen der Leistung des Wärme-Strahlers seine individuelle Schmerzgrenze. Dieser Temperaturwert wurde notiert. Ausgehend von diesem ermittelten Wert sollte die Versuchsperson im zweiten Teil des Versuchs durch eigenes Korrigieren des Reglers immer wieder die Schmerzschwelle einstellen, also den Übergang vom Wärme- zum Schmerzempfinden. Die Versuchsleiterin notierte im Abstand von einer Minute 14 Minuten lang

die sich ergebenden Hauttemperaturen. So wurde die sich eventuell verändernde Schmerzschwelle ermittelt. Es wurden zwei Durchgänge mit einem Abstand von mindestens 24 Stunden vollzogen. Ein Durchgang beinhaltete Musikbeschallung via Kopfhörer und individuell eingestellter Lautstärke, der andere Durchgang wurde ohne Musik durchgeführt. Weiterhin musste der Sensibilisierungsvorgang beachtet werden. An einer bereits gereizten Hautstelle wird ein normalerweise nicht als unangenehm empfundener Reiz nach der Sensibilisierung als schmerzhaft empfunden.

Um die Annahme zu verhindern, dass die Versuchspersonen eventuell die an sie gestellte Aufgabe nicht korrekt durchführten, gab es eine Kontrollgruppe von fünf Personen, mit denen zwei Durchgänge ohne Musik vollzogen wurden, die zeigte, dass Schmerzschwelle und Sensibilisierungsverhalten jeweils intraindividuell gut reproduzierbar waren.

Hinsichtlich der Musik gab es eine Auswahlliste mit ruhiger Musik, d. h. mit langsamem Tempo und eine mit lebhafter Musik, also mit schnellem Tempo. Innerhalb dieser Musikgruppen konnte aus verschiedenen Musikrichtungen gewählt werden. Eine Gruppe der Versuchspersonen wurde mit ruhiger Musik beschallt, die andere Gruppe mit schneller Musik.

Um die emotionalen und kognitiven Schmerzverarbeitungsmerkmale und die Formen von Schmerzbewältigung zu erfassen (Coping-Strategien), wurde der „Kieler Schmerzinventar“-Test (KSI) verwendet.

Die statistische Methode war die fünffaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen auf zwei Faktoren, die untersuchte, ob Musik die thermische Schmerzschwelle des Menschen verändert und ob sie den Sensibilisierungsvorgang beeinflusst. Ebenfalls wurde untersucht, ob die Variablen Geschlecht, Musiker/Laie und Tempo einen Einfluss auf die gemessene Hauttemperatur haben.

Um den Einfluss der zwei Musiktempi zu überprüfen, wurde die zweifaktorielle Varianzanalyse verwendet, die auch die Faktoren Messzeitpunkte und Musikrichtung beinhaltet.

Zusammenhänge zwischen der Lautstärke und der Hauttemperatur stellte die Korrelationsanalyse dar, solche zwischen den Ergebnissen des KSI und der Hauttemperatur die Faktorenanalyse.

Die thermische Schmerzschwelle hat sich durch Musikhören um durchschnittlich $1,63^{\circ}\text{C}$ erhöht, von $43,81^{\circ}\text{C}$ auf $45,55^{\circ}\text{C}$.

Bei den Messungen ohne Musik wurde ein Sensibilisierungsvorgang festgestellt, hingegen wurde bei den Messungen mit Musik ein Desensibilisierungsvorgang festgestellt, der die zweite Fragestellung insofern beantwortet, als dass man sagen kann, dass Musikhören eine zeitweise Desensibilisierung bewirkt.

Bei Frauen bewirkte die schnelle Musik eine Erhöhung der Schmerzschwelle, bei Männern bewirkte dies die langsame Musik. Weiterhin interessant war der Aspekt, dass schnelle Musik bei Frauen den Sensibilisierungsvorgang verhinderte. Langsame Musik bewirkte bei Männern sogar einen Desensibilisierungsvorgang.

Bei Laien wurde durch langsame Musik die Sensibilisierung weitestgehend verhindert, die ohne Musik deutlich stattfand. Weiterhin konnte eine Desensibilisierung mit Musik festgestellt werden. Diese Desensibilisierung wurde bei Musikern registriert, die Musik mit schnellem Tempo hörten.

Die zweifaktorielle Varianzanalyse zeigte keine Ergebnisse hinsichtlich der Stilrichtung der Musik. Auch bestand weder eine Korrelation zwischen der Lautstärke und der gemessenen Hauttemperatur noch eine Korrelation zwischen den durch den KSI ermittelten Werten und der gemessenen Hauttemperatur.

Zusammenfassend konnte gesagt werden, dass Musikhören die Schmerzschwelle erhöhte²⁷.

2. Weitere Studien zur Schmerzforschung im Zusammenhang mit Musik

Das perioperative Befinden mit anxiolytischer Musik und Rohypnol untersuchten Spintge und Droh (1982) in der Sportklinik Hellersen in Lüdenscheid bei 1910 Spinalanästhesien (Teilanästhesie bei wachem Zustand)²⁸. Dabei wurden 1910 Patienten im Alter von 14 bis über 66 Jahren untersucht. 513 der Patienten waren weiblich und 1397 der Patienten männlich. Rohypnol ist ein Schlafmittel, das hauptsächlich vor chirurgischen und diagnostischen Einsätzen angewendet wird und zur Beruhigung des Patienten dient. Dieses Medikament erhielten die Patienten der Sportklinik am Vorabend der Operation und eine Stunde vor Operationsbeginn. Während der Wartezeit vor Beginn der Operation, sowie während der Operation konnten die Patienten Musik auswählen, die sie gerne hören wollten. 24 Stunden nach der Operation wurde ein Fragebogen von den Patienten ausgefüllt, in dem sie ihre subjektiven Eindrücke zur abgelaufenen Anästhesie darlegen sollten.

Vergleicht man die Angaben der Patienten mit vorherigen Angaben von Patienten, die nicht mit anxiolytischer Musik behandelt wurden, so stellt man fest, dass mit Musik die Häufigkeit von präoperativer Angst signifikant von 22,2% auf 12,4% sank. Des Weiteren musste eine weitere Präme-

²⁷ Diana Karow und Günther Rötter, *Eine Studie zur analgetischen Wirkung von Musik*, in: Klaus-Ernst Behne, Helga de la Motte-Haber, Günther Kleinen, *Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie*, Band 16, Hogrefe Verlag, Göttingen, 2002, S. 84- 101

²⁸ <http://www.netdokter.de/ratschlaege/untersuchungen/spinalanaesthesiae.htm>

dikation von Psyquil (Beruhigungsmittel) erfolgen bei Patienten, die nicht mit anxiolytischer Musik behandelt wurden.

55% der Patienten berichteten über eine Erleichterung der prä- und intraoperativen Wartezeit durch Musik. Die Ärzte selber beurteilten die Patienten während der Operation als wach, entspannt, geduldig das Ende der Operation abwartend und jederzeit ansprechbar. Gerade bei länger andauernden und aufwendigen Operationen, bei denen Geräte wie Hammer, Säge und Meißel verwendet wurden, war dieser Effekt offensichtlich. Dabei wurde als besonders angenehm empfunden, dass durch die Musik die operative Geräuschkulisse ausgeschaltet werden konnte. 86% der operierten Patienten berichteten, dass sie sich im Falle einer erneuten Operation wieder einer Spinalanästhesie unterziehen würden. Vergleicht man diese Prozentzahl mit den Daten von Patienten, die ohne anxiolytische Musik und unter der Prämedikation von Psyquil behandelt wurden, so sieht man, dass sich von ihnen nur 69% im Falle einer erneuten Operation wieder einer Spinalanästhesie unterziehen würden.

Es ist also aus dieser Studie ersichtlich, dass die Prämedikation mit Rohypnol in der Kombination mit prä- und intraoperativem Einsatz von anxiolytischer Musik eine psychophysische Harmonisierung des Patienten bewirkt, so dass eine zusätzliche Sedierung (Beruhigung) während der Operation nicht mehr nötig ist²⁹.

Die Schwangerschaft einer Frau ist in der Regel mit hohem körperlichen und physischen Stress verbunden. Aus dem 17. Jahrhundert sind Schriften des Eisenacher Stadtphysicus, Christian Franz Paullini, bekannt, in denen er im Jahr 1692 Bemühungen beschreibt, den Frauen durch Musik das Gebären ihrer Kinder zu erleichtern. Bis in die heutige Zeit wird versucht,

²⁹ Ralph Spintge und Roland Droh, *Perioperatives Befinden mit anxiolytischer Musik und Rohypnol (Flunitrazepam) bei 1919 Spinalanästhesien*, in: R. Droh und R. Spintge (Hrsg.), *Angst, Schmerz, Musik in der Anästhesie*, Editiones <Roche>, Basel, 1982, S. 193- 196

die Geburt ohne schmerzhemmende Medikamente leichter zu gestalten, beispielsweise durch Entspannungs- oder Atemtechniken.

Bekannt ist der erfolgreiche Einsatz von Musik in anderen medizinischen Bereichen, wie z. B. in der Anästhesie, der Intensivmedizin oder der Zahnmedizin. Daher ist es interessant zu überprüfen, welche Effekte und Erfolge in der Gynäkologie erzielt werden können.

An 202 gebärenden Frauen wurde von Droh et al. (1988) die Wirkung von Musik vor, während und nach der Geburt untersucht. Dazu war keine Vor- oder Ausbildung der betreffenden Frauen notwendig. Ebenso wenig bedeutete diese Untersuchung, dass die Probandinnen sich hätten aktiv einsetzen oder zeitlichen Aufwand in Kauf nehmen müssen.

Das subjektive Erleben von Angst, Schmerz und Stress wurde anhand der drei Ebenen der Kognition, der Physiologie und der Beobachtung durch den Versuchsleiter objektiv erfasst anhand von Befragungen oder Tests und physiologischen Messungen. Durch Verweilkatheter wurden zu bestimmten Messzeitpunkten Blutproben entnommen.

Die Versuchspersonen wurden in zwei Gruppen eingeteilt, Gruppe A war die Kontrollgruppe und Gruppe B war diejenige, die Musik zu hören bekam. Die Altersverteilung in diesen beiden Gruppen war homogen, ebenso wie die Anzahl der Vorgeburten und die Nationalität. Zusätzlich wurden die Beschwerden während der Schwangerschaft, die Wahrnehmung der Schwangerschaftsgymnastik nach READ, die Vorsorgeuntersuchungen und eventuelle andere Methoden der Geburtserleichterung untersucht.

Per Lautsprecher wurden die Teilnehmerinnen der Musikgruppe mit sanfter und ruhiger Musik beschallt, die sich aus klassischer Musik im Pop-Stil, leichter Unterhaltungsmusik o. ä. zusammensetzte. Diese Musik wurde in Instrumentation, Frequenz und Dynamik speziell ausgewählt. Sie war im Aufnahmezimmer, im Badezimmer und im Kreißaal zu hören.

Es war den Probandinnen möglich, im Falle einer besonderen Belastung oder aus ethischen Gründen die Beschallung abzulehnen. Über die Untersuchung der Wirkung dieser Musik als Axiolytikum wurden die Patientinnen nicht unterrichtet.

Aufgrund von vorherigen Befragungen der Patientinnen, inwieweit sie sich eine Wirkung von der Musik versprochen, konnte festgestellt werden, dass die erwartete Wirkung sogar übertroffen werden konnte. Die Wartezeit bis zur Entbindung konnte durch die Musik angenehmer gestaltet werden und sie wurde als ablenkend und entspannend empfunden. Mehr als 80% der Frauen konnten mit der Musikauswahl zufrieden gestellt werden. Nicht nur die Patientinnen, auch die anwesenden Ärzte und Hebammen fanden die Situation mit Musik durchweg positiv. Die Probandinnen, die sich in der Musikgruppe befanden, empfanden statistisch signifikant wesentlich häufiger Gefühle wie Erleichterung, Geborgenheit, Ruhe und Entspannung als die Kontrollgruppe.

Weiterhin wurde in der Musikgruppe die Entbindung um 26% häufiger als angenehm empfunden im Gegensatz zu der Empfindung der Personen in der Kontrollgruppe. Es wurden allerdings nicht unbedingt zur Musik Angaben gemacht, sondern zur Atmosphäre, die als sehr herzlich empfunden wurde. All diese subjektiven Aussagen wurden durch die physiologischen Messungen bestätigt.

In der Kombination der Anwendung von Periduralanästhesie und Musik konnte festgestellt werden, dass sich der Blutdruck innerhalb der physiologischen Grenzen senkte. Ebenso wurde eine verminderte Ausschüttung der Hypophysenhormone Plasma-ACTH und Plasma- β -Endorphin gemessen. Diese beiden Ergebnisse beziehen sich auf die Patienten der Musikgruppe. Die verminderte Ausschüttung der Hormone lässt Rückschlüsse zu bezüglich der Angst-Schmerz-Spirale. Der Körper benutzt diese Hormone, um ihn an maximale Anforderungen dieser Spirale anzupassen.

Die physiologische Belastung der Gebärenden war also geringer in der Musikgruppe als in der Kontrollgruppe, da dort weniger dieser Hormone ausgeschüttet wurden.

Bezüglich der Beobachtungen der Probandinnen ließ sich feststellen, dass die Patientinnen der Musikgruppe signifikant entspannter waren. Dies wurde einmal vor Applikation der Periduralanästhesie und während der Geburt, also zu zwei verschiedenen Zeitpunkten, festgestellt.

Ingesamt kann man sagen, dass der Einsatz von Musik zum einen die Atmosphäre im Kreißaal verbessert und zum anderen den psychophysiologischen Zustand einer Gebärenden. Faktisch ist die Entspannung und die Kooperation höher und die Erinnerungen an den Geburtsverlauf sind positiv.

Nach Abschluss dieser Studie wurde weiterhin im Kreißaal Musik zur Geburtserleichterung eingesetzt³⁰.

Die Wirksamkeit von äußerer Ablenkung, in diesem Fall von Musik, als Strategie für geringeres Stressempfinden und mehr Kontrolle über die Situation, untersuchten Anderson et al. (1991). In vorherigen Studien zeigte sich, dass das Lenken der Aufmerksamkeit auf andere Stimuli als den des Stressors zur Reduktion von Stress in manchen Situationen führt. Allerdings wurde in Experimenten nur eine belastende Situation von einer Minute oder weniger erzeugt. Deshalb haben weitere Studien ergeben, dass Ablenkung nicht immer effektiv ist.

In dieser Studie ergaben sich im Vorfeld zwei Fragen:

1. Kann äußere Ablenkung eine effektive Ablenkung sein für einen Stressfaktor von unbegrenzter Dauer?

³⁰ R. Droh, B-B. Halpaap und R. Spintge, *Musik als Anxiolytikum in der Geburtshilfe*, in: Georg Hoermann, *Musiktherapie aus medizinischer Sicht*, Hettgen-Verlag, Münster, 1988, S. 209- 217

2. Wie erklärt sich die Wirksamkeit der Ablenkung, durch Aufmerksamkeitsmechanismen oder durch das Gefühl von Kontrolle?

Hierzu wurden Experimente in einer zahnärztlichen Einrichtung durchgeführt. Die dort registrierten Patienten besuchten die Einrichtung für zwei dentale Behandlungen. Die erste Behandlung wurde nicht interveniert, für die zweite Behandlung wurden die Probanden in drei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe hörte wie zufällig Musik während der Behandlung. Die zweite Gruppe hörte Musik und zusätzlich wurde ihr suggeriert, dass Musik Stress reduzieren würde. Die Kontrollgruppe, die keine Musik hörte, war Gruppe drei. Zusätzlich wurde von den Probanden ihr Befinden bewertet und von den Zahnärzten das Befinden und die Kooperationsfähigkeit der Patienten. Man vermutete, dass die Patienten, denen Musik in Kombination mit Suggestion dargeboten wurde, die meiste Reduktion in der Belastung erfahren würden. Des Weiteren ging man davon aus, dass Situationskontrolle, die erfahren werden würde, zusätzlich die Effektivität der Stressreduktion erhöhen würde.

Musik wurde bereits in vorherigen Studien verwendet, da sie einfach dargeboten werden kann, die Anschaffung nicht teuer ist und bereits mit positiven Ergebnissen im Vorfeld erforscht wurde. Den Versuchspersonen wurde freigestellt, ob sie aus einem erstellten Pool Musik auswählen, oder ob sie sich selbst Musik mitbringen wollten.

Es nahmen 16 männliche und 22 weibliche Personen an dieser Studie teil mit einer Altersspanne von 19 bis 48 Jahren.

Vor dem ersten Zahnarztbesuch sollten die Probanden Fragebögen ausfüllen, die herausstellen sollten, wieviel Schmerz während der Behandlung erwartet wurde. Nach der ersten Behandlung sollten die Patienten erneut Fragebögen ausfüllen, in denen das Empfinden der Behandlung genau festgehalten werden sollte. Gleichzeitig sollte der behandelnde Arzt seine Eindrücke über das Empfinden des Patienten beschreiben.

Als nächstes wurden die Patienten den drei Gruppen zugeteilt. Die Probanden der ersten Gruppe hörten während ihrer Behandlung Musik ohne weitere Instruktionen. Dabei sollte die Lautstärke der dargebotenen Musik immer dann verändert werden, wenn Anspannung, Angst oder Schmerz gespürt wurde. Probanden der zweiten Gruppe wurde die Möglichkeit gegeben, Musik selbst auszuwählen und ihnen wurde mitgeteilt, dass diese Musik ihre entstehende Belastung extrem senken würde. Auch Beweise von Studien, die diesen Effekt zeigten, wurden den Patienten demonstriert. Genauso sollte in dieser Gruppe die Lautstärke der Musik per Regler am Zahnarztstuhl verändert werden, wenn Unannehmlichkeiten gefühlt wurden. In der dritten Gruppe wurden den Patienten keine Musik dargeboten, aber auch sie sollten im Falle einer Belastung den Regler an der Seite des Stuhls bedienen. Wiederholt wurden nach der zweiten Behandlung Fragebögen bezüglich des Empfindens ausgefüllt, sowohl von den Probanden als auch von den Zahnärzten.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass Probanden in den ersten beiden Gruppen mit Musik weniger Schmerz fühlten, weniger Unannehmlichkeiten und mehr Kontrolle über die Situation empfanden als die Probanden der Gruppe, die keine Musik hörte. Sie empfanden außerdem den zweiten Zahnarztbesuch als angenehmer und genossen ihre Teilnahme daran mehr als die Patienten der dritten Gruppe. Die Ärzte unterstützen diese Aussagen insoweit, als dass sie die Patienten der ersten beiden Gruppen als weniger Schmerz, Unannehmlichkeit und Angst empfindend bewerteten als Probanden, die keine Musik hörten. Sie berichteten weiterhin, dass Probanden der ersten beiden Gruppen bessere Bewältigungsstrategien nutzten als die der dritten Gruppe.

Diese Studie zeigt also, dass externe Ablenkung effektiver für das Reduzieren von Stress und Schmerzen ist als gar keine Ablenkung. Ein zusätzlicher Effekt war, dass die Patienten durch die Musik von der zahnärztli-

chen Behandlung abgelenkt wurden, sie durch die Musik entspannt waren und die Ablenkung als unterhaltend empfanden. Wahrscheinlich ist der Effekt der ablenkenden Musik so hoch, weil die Musik selbstgewählt werden konnte. Ein Eingehen auf den individuellen Geschmack der Patienten ist wohl unumgänglich. Die Ergebnisse vorheriger Studien besagten, dass Ablenkung ineffektiv sei bei einer belastenden Situation von länger als einer Minute. Diese Aussage konnte widerlegt werden, da jede Behandlung eine Dauer von mindestens 20 und höchstens 50 Minuten hatte.

Ein weiterer Faktor zur Reduktion der Empfindung von Schmerzen und Belastung ist der Faktor der Kontrollempfindung. Diese Empfindung kommt nicht dadurch zustande, dass Patienten bestimmen können, wann genau es weh tut, sondern vielmehr, dass sie selbst über die Musik, die sie hören möchten, bestimmen. Dieser eigentlich geringe Kontrollfaktor lässt sich allerdings auf die gesamte Situation übertragen. Man nahm zunächst an, dass deshalb die zweite Gruppe am meisten von der Belastungsreduktion profitieren würde. Allerdings ergaben die Auswertungen, dass beide Gruppen, die der Musik ausgesetzt waren, mehr Kontrolle über die Situation erlebten als die Probanden der Gruppe, die keine Musik hörten. Dass also Musik die Empfindung von Kontrolle erhöht und explizite Suggestion dafür nicht zwingend notwendig ist, ist offensichtlich. Interessant wäre allerdings zu wissen, in welcher Art und Weise die Kontrolle durch Ablenkung erhöht wird und warum genau Kontrolle notwendig und verantwortlich für die Effektivität der Ablenkung ist.

Diese Ergebnisse sind besonders für medizinische Fachleute von Bedeutung, da sie den Aufenthalt der Patienten, nicht nur in einer zahnmedizinischen, sondern auch in einer klinischen Umgebung, durch Musik we-

sentlich angenehmer gestalten können, was sich wiederum auch auf die Behandelnden selbst überträgt³¹.

Eine empirische Studie zur Bewertung von Musik als nicht-invasive (also nicht in den Körper eindringende) Methode zur Kontrolle von Schmerzen führten Whipple und Nahama (1992) durch. Der häufigste Grund, warum Menschen in das Gesundheitswesen eintreten, ist die Absicht, Schmerzen entgegenzuwirken. Viele Krankenpfleger, die am meisten Kontakt zu den Patienten in klinischen Einrichtungen haben, benutzen häufig nicht-invasive Methoden wie Musik, Entspannung oder Bilder, um den Patienten die Schmerzen zu erleichtern. Diese Methoden dringen nicht in den Körper ein und können in solchen Situationen verwendet werden, in denen kurzweiliger Schmerz auftritt und analgetische Medikamente in der Regel nicht gegeben werden oder zu wenig Zeit dafür bleibt. Daher ist die Erforschung der alternativen Schmerztherapie für das Feld der Krankenpflege von einschlägiger Wichtigkeit.

Die theoretische Basis für diese Theorie ist die Gate-Control-Theorie, die die Sichtweise von Musik als Ablenkung unterstützt. Kognitive Prozesse können das Empfinden von Schmerzen reduzieren, wie z. B. Verhaltenskonditionierung, Suggestion oder Ablenkung. Eins der Ziele der Krankenpflege ist das Unterstützen des Patienten, um innere und äußere Kontrolle über die schmerzhafteste Situation zu gewinnen. Diese Studie zeigt, inwiefern Schmerzschwellen durch das Hören von Musik während schmerzhafter Stimulation beeinflusst werden.

Eine der Methoden, um Schmerzen zu lindern, ist die Entspannung. Die Toleranz für schmerzhafteste medizinische Eingriffe kann durch kognitive und entspannende Techniken erhöht werden.

³¹ Robin Anderson, Robert Baron und Henrietta Logan, *Distraction, Control and Dental Stress*, in: *Journal of Applied Psychology*, Vol 21 (2), 1991, S. 156- 171

Musik kann das Empfinden von Beklemmung, Angst und negativer Stimmung, die Faktoren des Schmerzerlebens sind, erheblich verbessern. Die Aufmerksamkeit des Probanden wird auf angenehmere Empfindungen gelenkt. Auch auf physiologische Faktoren hat Musik einen Einfluss. So vermindert sie die Blutzirkulation, beeinflusst den Herzschlag und den Pulsschlag je nach Tempo zum schnelleren oder langsameren Schlagen und ändert den Blutdruck, um nur einige Faktoren zu nennen. Des Weiteren entspannt Musik die Patienten mental und den Muskeltonus, was wiederum eine erhöhte Schmerztoleranz fördert, wie in vorherigen Studien herausgefunden wurde. Bei Krebspatienten wurde herausgefunden, dass diese weniger Schmerzbewusstsein mit Musik empfanden. Sie benötigten auch weniger schmerzhemmende Medikamente. Anderen Patienten verhalf Musik zu einer positiveren Sichtweise ihres Krankenhausaufenthaltes. Doch sollte die Musik vorsichtig ausgewählt werden und genau an die Stimmung des Patienten angepasst werden. Diese beschriebene Studie versucht, die genauen Effekte, durch Musik verursacht, zu charakterisieren, wie das Wirken auf die Schmerzschwelle, die Schwelle des Tastempfindens und die autonome Aktivität.

Bei diesem Experiment muss zunächst geklärt werden, welche Schmerzschwellen untersucht wurden:

1. Schmerz-Entdeckungs-Schwelle: Der Punkt bei Druck- oder Temperaturerzeugung, an dem es weh tut.
2. Schmerz-Toleranz-Schwelle: Der Punkt bei Druck- oder Temperaturerzeugung, der aufgrund des zu heftigen Schmerzempfindens nicht mehr überschritten werden kann.
3. Taktile Schwelle: Bei drei Berührungen dreimal das erste Empfinden einer Berührung durch minimalen Druck mit Fasern.

Die Konditionen bestanden aus keiner Musik, aus beruhigender Musik und erregender Musik. Es nahmen zehn weibliche Versuchspersonen an

dem Experiment teil. Der Druckschmerz wurde anhand von Gewichten erzeugt, die auf die Finger der rechten Hand drückten. Der Hitzeschmerz wurde durch eine Sonde erzeugt, die maximal 26 Sekunden auf den Handrücken der rechten Hand mit einer Höchsttemperatur von 51°C gedrückt wurde. Um die taktile Schwelle zu testen, wurde ebenfalls der Handrücken der rechten Hand mit Fasern berührt. Die Versuchspersonen sollten bei drei Berührungen angeben, sobald sie den Druck bemerkten. Beruhigende und erregende Musik wurde per Tonband abgespielt.

Zunächst wurden den Versuchspersonen Messgeräte angelegt, um den Blutdruck und den Herzschlag zu erfassen. Schmerzen durch Druck und Temperatur wurden zur gleichen Zeit an der rechten Hand erzeugt. Die Schmerz-Entdeckungsschwelle wurde dadurch festgelegt, dass die Versuchspersonen „jetzt“ sagten, sobald sie Schmerzen spürten. Durch das Wort „stop“, das die Probandinnen sagten, wenn Druck und Temperatur nicht mehr erhöht werden durften, wurde die Schmerz-Toleranz-Schwelle erfasst. Die Daten von Druck- und Temperaturerzeugungen wurden mit Messgeräten festgehalten.

Es wurden pro Probandin fünf Versuchsdurchgänge mit verschiedenen Konditionen durchgeführt.

1. Kontroll-Durchgang ohne Musik mit einer Dauer von fünf Minuten. Die sensorischen Stimulationen wurden vier Minuten lang erzeugt.
2. Durchgang mit beruhigender Musik von 15 Minuten, wobei die sensorischen Stimulationen zehn Minuten erzeugt wurden.
3. Kontroll-Durchgang ohne Musik, wiederholt sensorische Stimulation von vier Minuten.
4. Durchgang mit erregender Musik und einer sensorischen Stimulation von zehn Minuten.
5. Letzter Kontroll-Durchgang ohne Musik und wieder sensorische Stimulation von vier Minuten.

Die Gesamtdauer des Experiments betrug pro Versuchsperson maximal 45 Minuten. Keine der Probandinnen konnte Vermutungen anstellen, warum das Experiment durchgeführt wurde.

Betrachtet man die Ergebnisse, so zeigt sich, dass bei beruhigender Musik die Schmerz-Entdeckungs-Schwelle und die Schmerz-Toleranz-Schwelle signifikant erhöht sind. Die taktile Schwelle zeigte keine signifikante Veränderung. Bei erregender Musik sind beide Schmerzschwellen ebenfalls signifikant erhöht, genauso wie die taktile Schwelle. Beide Musik-Konditionen bewirkten, dass die Schmerz-Entdeckungs-Schwelle sogar über dem Maximum lag, das normalerweise bei Versuchspersonen gemessen wurde. Nahezu jeder verspürt Schmerzen mindestens bei einem Stimulus von 45°C, aber auf jeden Fall bei 47°C. Die Schmerzen wurden unter der Musik-Kondition erst bei 46,2°C, bzw. bei 47,4°C verspürt. Die autonome Aktivität, also der Blutdruck und der Herzschlag, zeigte keine signifikante Veränderung. Das könnte daran liegen, dass die Versuchspersonen während des gesamten Experiments durchweg entspannt waren, wie sie selbst nach dem Experiment berichteten.

Interessant ist zu sehen, dass Musik sowohl Effekte beim Mildern von Druckschmerz als auch von Hitzeschmerz hat. Das heißt, dass sowohl die Stimulation der mechanorezeptiven Sensoren als auch die der thermorezeptiven Sensoren beeinflusst wird. Wahrscheinlich geschieht dies durch den Tor-Mechanismus der Gate-Control-Theorie.

Die Grenzen der Wirksamkeit, die in dieser Studie erwiesen wurde, könnten darin liegen, dass sich die klinische Situation von einer experimentellen durchaus unterscheidet. Auch der experimentelle Schmerz ist wahrscheinlich im Empfinden anders als der endogene akute und der chronische Schmerz.

Diese Studie sollte durch männliche Versuchspersonen erweitert werden. Auch könnten weitere verschiedene schmerzhaft stimuli hinzugenom-

men werden. Ob Personen verschiedenen Alters und aus verschiedenen Kulturen gleich auf Musikhören reagieren, wäre ebenfalls interessant zu erforschen.

Grundsätzlich sollte der Effekt von Musik auf Patienten mit akuten klinischen Schmerzen angewendet werden. Alleine oder zusammen mit analgetischen Medikamenten kann Musik helfen, Kontrolle über die Schmerzen zu bekommen und den Schmerz besser zu handhaben. Die Kenntnis über nicht-invasive Methoden der Schmerzmilderung kann Krankenpflegern helfen, individuell auf die Patienten einzugehen. Dabei muss ihnen natürlich bewusst sein, wie Patienten auf welche Arten von Musik ansprechen³².

Ob Lieblingsmusik im Gegensatz zu nicht-selbstgewählter Musik einen Unterschied in der Schmerzensenkung darstellt, untersuchten Hekmat und Hertel (1993). Generell erzeugen Coping-Strategien positive emotionale Zustände bei Patienten. Musik hat sich dabei als effektiver erwiesen als die meisten anderen Strategien, wie z. B. positive Aussagen über sich selbst. Durch Studien erkannte man, dass Musik Schmerzen lindert durch Ablenkung und Veränderung der Gefühle. Weiterhin entspannt Musik, sie verbessert die Stimmung und erhöht das Gefühl der Selbstkontrolle. Musik hat ebenfalls motivierende Fähigkeiten, die ebenfalls durch die erzeugte Stimmung zustande kommt. Sie stützt durch diese positiven Effekte bereits erlernte Coping-Strategien. Selbst ausgewählte Strategien zur Schmerzbewältigung werden oft von den Patienten bevorzugt, da sie glauben, dass diese den Schmerz signifikant abschwächen können. Trotz dieser positiven Effekte gibt es noch zu wenig Studien, die die Schmerzlinderung durch musikalische oder emotionale Eingriffe erforschen. Diese

³² Beverly Whipple und Glynn Nahama, *Quantification of the effects of listening to music as a noninvasive method of pain control*, in: *Scholarly Inquiry for Nursing Practice*, (6) 1, 1992, S. 43-58

Studie beschreibt die Effekte von Lieblingsmusik oder nicht-selbstgewählter Musik bei Probanden, die ihre Hand für kurze Zeit in Eiswasser tauchen (Cold-Pressor).

Es nahmen 80 Probanden an dieser Studie teil. Für die Cold-Pressor-Methode wurde ein Behälter mit Eiswasser gefüllt, dessen Temperatur ca. 0-1°C betrug. Weiterhin wurde eine Skala benutzt, anhand derer die Patienten das subjektive Schmerzerleben bewerten konnten. Die Schmerztoleranz wurde anhand der Zeit, die die Hand ins Wasser eingetaucht wurde, gemessen. Die Versuchspersonen wurden in vier Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe hörte Lieblingsmusik und die zweite Gruppe hörte nicht-selbstgewählte Musik. Die dritte Gruppe war die erste Kontrollgruppe, die keine Musik hörte und die vierte Gruppe hörte ebenfalls keine Musik und führte einen Durchlauf des Experiments in Abwesenheit des Versuchsleiters durch.

Die Probanden tauchten ihre dominante Hand zum ersten Mal in das Eiswasser, während die Zeit mit einer Stoppuhr gemessen wurde, wobei das Maximum der Zeit sechs Minuten betrug. Dann sollte das Schmerzempfinden in die erste Skala eingetragen werden. Nach einer etwa 15-minütigen Pause wurde die Hand ein zweites Mal eingetaucht. Währenddessen wurden vier verschiedene Musikstücke gezeigt, die nach dem am ehesten empfundenen Lieblingsstück und dem am wenigsten empfundenen Lieblingsstück bewertet werden sollten. Je nach der ersten oder zweiten Gruppe wurde das Stück, was sich am oberen oder unteren Extrem der Bewertung befand, vom Versuchsleiter ausgewählt. Nach dem zweiten Eintauchen wurde wieder das Schmerzempfinden in eine Skala eingetragen. Zu erwarten war, dass Musik, und besonders selbstgewählte Musik, helfen würde, die Coping-Strategien der Schmerzbewältigung zu fördern. Weiterhin nahm man an, dass die Abwesenheit des Versuchsleiters auch die Coping-Strategien beeinflussen würde.

Alle Gruppen zeigten eine Erhöhung des Schmerzempfindens, wobei die vierte Gruppe am meisten diese Erhöhung empfand, gefolgt von der zweiten Gruppe. Allerdings ist das Ergebnis nur bei der vierten Gruppe signifikant.

Bezüglich der Schmerztoleranz ist zu erkennen, dass bei der zweiten und dritten Gruppe die Schmerztoleranz anhand des Vergleichs der beiden Skalen etwa gleich blieb. In der ersten Gruppe stieg die Schmerztoleranz an, während bei der vierten Gruppe eine Abnahme der Schmerztoleranz vorzufinden war. Generell zeigen die Gruppen mit Musik signifikant höhere Toleranz-Level als die Gruppen ohne Musik.

Während die erste Gruppe mit der Lieblingsmusik einen signifikanten Anstieg der Schmerztoleranz zeigte, ist bei den anderen drei Gruppen ein nicht-signifikanter Abfall der Schmerztoleranz zu sehen, wobei bei der vierten Gruppe dieser Abfall nahezu signifikant ist.

Grundsätzlich ist zu erkennen, dass der Eingriff mit dem Hören von Lieblings-Musik positive Auswirkungen hat. Musik ist äußerst effektiv in der Erhöhung der Schmerztoleranz und der Coping-Strategien, wenn sie selbstgewählt ist. Jede der Gruppen zeigte außerdem eine leichte Erhöhung in der subjektiven Schmerzempfindung im Vergleich der ersten zur zweiten Skala.

Wahrscheinlich erweckt Lieblingsmusik positive Emotionen, während nicht-selbstgewählte Musik negative Emotionen weckt. Diese positiven Emotionen motivieren wahrscheinlich die Coping-Strategien zur Schmerzbewältigung. Hinzu kommt, dass Lieblingsmusik das Gefühl gibt, die Kontrolle über die Situation zu haben, in der man sich befindet. Zukünftige Studien sollten die genauen kognitiven und emotionalen Vorgänge erforschen, die aus der Lieblingsmusik resultieren und die zu den schmerzlindernden Coping-Strategien führen.

Diese Ergebnisse sollten in klinischen Situationen dazu verwendet werden, um Patienten vor ihren Behandlungen selbst Musik aussuchen zu lassen, die sie dabei hören möchten. Dadurch werden, wie oben genannt, ihre Coping-Strategien unterstützt und sie gewinnen das Gefühl von Selbst-Kontrolle über die Situation. Das Alleinlassen des Patienten in der schmerzhaften Erfahrung würde wahrscheinlich zu erhöhter Konzentration auf die Schmerzen führen und zu einem Absinken der Schmerzschwelle.

Die Grenzen dieser Studie liegen darin, dass die Versuchspersonen meist zu einer speziellen Personengruppe gehörten, den Studenten. Eventuell ist dadurch die Generalisierung dieses Experiments auf mehrere Personengruppen gefährdet. Weiterhin stellt sich die Frage, ob von der Wirksamkeit bei den akuten Schmerzen im Experiment auf die Wirksamkeit von chronischen Schmerzen geschlossen werden kann. Zudem ist die Frage nach der Wirksamkeit in einer realen klinischen Situation berechtigt. Die affektive und ablenkende Wirkung von Musik im Zusammenhang mit Schmerztoleranz und Coping-Strategien sollte weiterhin untersucht werden³³.

Im Gemeinschaftskrankenhaus Herdecke wurden eigene Untersuchungen bei Patienten mit chronischen Schmerzen anhand von aktiver Musiktherapie durchgeführt. Müller-Busch (1997) hatte die Vorstellung, dass aktive musikalische Betätigung bei chronischen Schmerzpatienten dazu verhelfen könnte, die durch die Schmerzen gestörte Körperwahrnehmung zu verändern und damit eine bessere Schmerzbewältigung und eine bessere Einstellung dem Schmerzerleben gegenüber zu erreichen. Musizieren kann eine spezielle Form der Körpertherapie sein, die zur Veränderung

³³ Hamid Hekmat und James Hertel, *Pain attenuating effects of preferred versus non-preferred music interventions*, in: *Psychology of Music*, 21 (2), 1993, S. 163- 173

der körperlichen Befindlichkeit beitragen kann. Genauso soll durch die Musik eine andere Lebensperspektive entwickelt werden, die eine positive Lebenseinstellung trotz der Schmerzen ermöglichen soll. Bei der Betrachtung von vorherigen Krankengeschichten fällt auf, dass bei musiktherapeutisch behandelten Patienten eine Reduktion des Schmerzempfindens festgestellt werden konnte, oder zumindest eine veränderte Einstellung zum Schmerzerleben. Dabei handelte es sich um solche Patienten mit Schmerzsyndromen aufgrund von personalen oder psychodynamischen Faktoren oder aufgrund von toxischen und mechanischen Faktoren, wie z. B. Spannungskopfschmerzen, chronische Rückenschmerzen oder Thalamusschmerzen nach einem Hirninfarkt. Allerdings sind diese Beobachtungen von Ärzten und dem Pflegepersonal nicht aufgrund einzelner Therapieformen gemacht worden, sondern eher im Hinblick auf den gesamten stationären Aufenthalt. Daher ist nicht eindeutig im Vorfeld beantwortet worden, ob die Musiktherapie verantwortlich für die positive Beeinflussung der Patienten war. Die innerhalb von zwei Jahren durchgeführte Studie sollte zum einen die Bedeutung der Musiktherapie für einzelne Schmerzpatienten darstellen und andererseits bei einem Vergleich der behandelten Patienten die gesundheitlichen und musikalischen Entwicklungen nachvollziehbar machen können.

Es nahmen 22 Patienten an dieser Studie teil, die vor Beginn der Musiktherapie systematisch auf ihre Schmerzen untersucht wurden. Zehn Patienten bildeten die Kontrollgruppe, da sie aufgrund von technischen Schwierigkeiten keine musiktherapeutischen Maßnahmen durchführen konnten. Anhand von Fragebögen wurde die Bewertung der Schmerzintensität vor und nach der Therapie festgestellt, sowie schmerzbedingte Funktionseinschränkungen und Behinderungen und Depressions- und Angstzustände. Die Musiktherapie wurde vom Therapeuten des Kran-

kenhauses in maximal 14 Einzelsitzungen durchgeführt, die audio- und videodokumentiert wurden.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass die Schmerzintensität vor und nach der Musiktherapie signifikant vermindert werden konnte. Außerdem verringerte sich der Gesamtwert der Schmerzbewertung und die Funktionseinschränkungen und Behinderungen konnten ebenfalls signifikant verbessert werden, im Gegensatz zu den Werten der Kontrollgruppe. Keine Veränderung zeigte sich allerdings bei den Bewertungen der Depressions- und Angstzustände, was darauf zurückzuführen ist, dass die Musiktherapie primär das Schmerzerleben veränderte und nicht die Faktoren von Depression und Angst. Es zeigte sich, dass je häufiger die Therapiesitzungen durchgeführt wurden, desto mehr sich die Bewertung der Schmerzintensität verminderte.

Welche Formen der Therapie für welche Schmerzpatienten wirkungsvoll waren, konnte allerdings nicht geklärt werden und wäre ein Aspekt, der in zukünftigen Studien weiter untersucht werden sollte. Weiterhin ist ein wesentlicher Faktor für das Ansprechen dieser therapeutischen Form, dass die Patienten bereit sind, sich darauf einzulassen. Es sollten auch, anhand dieser positiven Entwicklungen, die sich nach kurzer Zeit schon gezeigt haben, weitere Untersuchungen geplant werden, die sich auf eine langfristige Behandlungsdauer konzentrieren, um festzustellen, inwieweit die Ergebnisse noch verbessert werden können³⁴.

Von Siedliecki (2006) wurde untersucht, welchen Effekt Musik auf Energie, Schmerz, Depression und Unzulänglichkeit hat. Dabei wurde die Wirkung von Musik einer Suchmaschine, sozusagen Standard-Musik, mit selbstgewählter Musik, Muster-Musik, verglichen. Der Hintergrund dieser

³⁴ Christof Müller-Busch, *Schmerz und Musik. Musiktherapie bei Patienten mit chronischen Schmerzen*, in: Volker Bolay (Hrsg.), *Praxis der Musiktherapie*, Bd. 15, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm, 1997, S. 122- 147

Untersuchung war, dass sich chronischer, nicht-bösartiger Schmerz trotz der üblichen Interventionen hartnäckig bei den Patienten hielt. Vorherige Studien zeigten, dass die Wirkung von Musik sehr effektiv für die Senkung von Schmerz und Beklemmung bezüglich postoperativer Schmerzen sein konnte und auf solche Schmerzen bezogen, die auf Krebs zurück zu führen sind. Allerdings ist vorher nicht die Wirkung von Musik auf Energie, Schmerz, Depression und Unzulänglichkeit bei Erwachsenen im arbeitsfähigen Alter mit nicht-bösartigen Schmerzen nachgewiesen worden. Hierzu wurden 60 Afro-Amerikaner und Kaukasier von 21-65 Jahren zufällig ausgewählt, die unter chronischen, nicht-bösartigen Schmerzen litten. Sie wurden zufällig drei Gruppen zugewiesen: eine Gruppe von 22 Personen hörte Standard-Musik, eine Gruppe von 18 Personen hörte die Muster-Musik und die dritte Gruppe von 20 Personen war die Kontroll-Gruppe. Schmerz, Depression, Unzulänglichkeit und Energie wurden mit entsprechenden Fragebögen und Skalen festgestellt und gemessen.

Das Experiment stellte heraus, dass bei den Probanden der beiden Gruppen, die mit Musik arbeiteten, mehr Energie und weniger Schmerz, Depression und Unzulänglichkeit auftraten. Es wurden allerdings keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der verschiedenen Musik in den beiden Gruppen festgestellt. Die Annahme bestätigte sich, dass Musik einen direkten und indirekten Effekt haben würde.

Mit diesen Ergebnissen kann im medizinischen Bereich mit Patienten gearbeitet werden, die unter oben beschriebenen Schmerzen leiden. Beispielsweise können Krankenschwestern solchen Patienten den Umgang mit Musik nahe bringen, damit diese vom Effekt der Schmerzensenkung profitieren können, um Schmerz, Depression, und Unzulänglichkeit zu mindern und um ihre Energie zu fördern³⁵.

Der Vergleich der Effekte von Lieblingsmusik, Arithmetik (also das Rechnen mit natürlichen Zahlen) und Humor bezogen auf Schmerzen durch Cold-Pressor wurde von Mitchell et al. (2006) angestellt. Cold-Pressor bezeichnet das Eintauchen der Hand in Eiswasser, wodurch durch die Unterkühlung Schmerzen hervorgerufen werden³⁶. Durch die Gate-Control-Theorie ist bereits bekannt, dass das sensorische und emotionale Schmerzempfinden gemäßigt werden kann durch die Ablenkung der Aufmerksamkeit anhand psychologischer Methoden. Es wurde in Studien festgestellt, dass Arithmetik, sofern sie ein mittleres Schwierigkeitslevel aufwies, ablenkend bezogen auf das Schmerzempfinden wirkt. Beim Vergleich der Wirksamkeit mathematischer Aufgaben mit der Darbietung von humoristischen Filmen oder Tonbändern zeigte sich letzteres bei der Erhöhung der Schmerzschwelle erfolgreich. Humor reduziert also das Empfinden des affektiven und sensorischen Schmerzes dadurch, dass das Gehirn einen Mechanismus kennt, den Schmerz durch Aufmerksamkeitsmodulation abzulenken. Bei der Kondition Musik wurde nachgewiesen, dass sie erregt und die Aufmerksamkeit konstant hält. Studien zeigten, dass Musik, die von den Probanden selbst ausgewählt wurde, noch bessere Ergebnisse in Bezug auf die Reaktionen auf den Stimulus erzielte. Musik erweckt aber nicht nur die Aufmerksamkeit, sondern auch Emotionen, die allerdings bei gleicher Musik von Proband zu Proband sehr unterschiedlich sein können. Das liegt unter anderem daran, dass Musik nicht nur mit Gefühlen, sondern oft auch mit bestimmten Situationen und Kontexten verbunden wird. Sie erregt also physiologisch und entspannt mental, wobei sie immer variabel durch verschiedene Modi, Tempi, Rhythmen usw. ist. Den Schmerz einfach zu ignorieren, funktioniert erwiesenermaßen nicht.

³⁵ Sandra L. Siedliecki, *Effect of music on power, pain, depression and disability*, in: *JAN Journal of Advanced Nursing*, Vol 54 (5), Jun 2006, S. 553- 562

³⁶ <http://www.tk-online.de/rochelexikon/ro05000/r06300.000.html>

Bekannt ist ebenfalls, dass Aufgaben, die zuviel Aufmerksamkeit abverlangen, kontraproduktiv wirken und den Probanden schnell ermüden lassen.

Die hier beschriebene Studie beruft sich also auf oben genannte Ergebnisse, um herauszufinden, inwieweit der Effekt von Arithmetik, Humor und Lieblingsmusik auf die Toleranz, die Empfindung und die Kontrolle von Schmerzen bei Geschlechtsunterschieden wirkt. Die Erwartung ist, dass Lieblingsmusik die Toleranz und die Kontrolle der Schmerzen erhöht im Gegensatz zu Arithmetik und Humor. Ebenfalls wird erwartet, dass Frauen das Schmerzempfinden während der Musikkondition geringer bewerten werden, da vorherige Ergebnisse zeigten, dass sie im Vergleich zu Männern bei der Darbietung von Musik weniger Schmerzen empfinden.

Es wurden 44 Teilnehmer (20 männlich, 24 weiblich) getestet unter den Konditionen mentale Arithmetik, humorvolles Tonband und Lieblingsmusik. Die abhängigen Variablen waren die Zeit der Schmerztoleranz, die Schmerzintensität und die Schmerzbewertung. Für den Kältereiz wurde ein Wasserbad mit zirkulierendem 5°C kalten Wasser benutzt. Die Handtemperatur wurde mit einem digitalen Thermometer gemessen. Per Kopfhörer mit normaler Lautstärke wurden die Konditionen den Probanden dargeboten. Die Lieblingsmusik sollte selbst mitgebracht werden und anhand von drei Auswahlmöglichkeiten sollte ein Stück mit komödiantischer Darbietung gewählt werden. Weiterhin wurden den Probanden Ziffern vorgelesen, die logisch in eine Reihe zusammengefügt werden sollten. Die Toleranzzeit des Schmerzes wurde ab dem Eintauchen der Hand in das Wasser gemessen, bis zum Wiederauftauchen. Die Schmerzintensität wurde anhand von zwei Fragebögen nach der Bewertung der Unannehmlichkeit evaluiert. Die Fähigkeit, den Schmerz zu bewältigen, wurde ebenfalls per Fragebogen erfasst, wobei eine Skala von „völliger“ Bewältigung bis „gar keine“ Bewältigung anzukreuzen war.

Der Ablauf des Experiments begann mit einem Wasserbad der seltener gebrauchten Hand von 32°C, damit jeder der Probanden die gleiche Handtemperatur haben würde. Es erfolgte eine Messung dieser Handtemperatur. Erreichte sie 32°C, so sollten die Probanden die Hand in das kalte Wasser tauchen, bis sie es nicht mehr aushielten. Die Musik, die Comedy-Darbietung und die arithmetische Aufgabe wurde während der Zeit des Eintauchens dargeboten, wobei die maximale Eintauchzeit fünf Minuten betrug. Gemessen wurde die Dauer des Eintauchens der Hand und jeder Teilnehmer wurde über die Schmerzintensität befragt. Weiterhin wurde die Fähigkeit, den Schmerz zu bewältigen, erfragt.

Die Ergebnisse zeigten, dass es signifikante Effekte der Toleranzzeit gab, auch bezüglich des Geschlechts. Bei selbstgewählter Lieblingsmusik wurde signifikant länger die Hand in das kalte Wasser eingetaucht. Bezüglich der Bewertung des Schmerzempfindens gab es keine signifikanten Ergebnisse. Die Schmerzbewältigung zeigte signifikante Ergebnisse, allerdings nicht bezüglich des Geschlechtsunterschiedes. Mit Musik wird signifikant besser Schmerz bewältigt als mit Humor.

Musik wirkt effektiver als Arithmetik oder Humor bei der Ablenkung der Aufmerksamkeit von Schmerzen. Durch Musik kann besser die Schmerzbewältigung interveniert werden als durch Humor oder durch Arithmetik. Allerdings führt unerwartet keine der drei Konditionen zur Reduktion des Schmerzempfindens.

Sieht man sich vorherige Studien genauer an, so zeigt sich, dass sich oft erst nach Beendigung der humoristischen Darbietung die Toleranz erhöht. Es wäre also interessant herauszufinden, wann genau diese positiven Effekte im Bezug auf Aufmerksamkeitsablenkung durch Humor stattfinden, bzw. wie lange sie anhalten. Auch werden wahrscheinlich bessere Ergebnisse erzielt, wenn sich die Versuchspersonen selbst aussuchen können, was sie gerne an komödiantischen Darbietungen hören möchten.

Weiterhin wurde herausgefunden, dass Musik wesentlich effektiver als das Lösen von Mathematik-Aufgaben ist. Das könnte daran liegen, dass diese entweder zu einfach oder so kompliziert sind, dass das Lösen der Aufgaben zu schnell aufgegeben wird. Gesichert ist, dass ein Stimulus, der Emotionen wachruft, was bei Musik der Fall ist, wesentlich mehr Aufmerksamkeit erhält als andere Stimuli.

Bei dieser Studie war die Musik, die von den Probanden ausgewählt wurde, bezüglich des Stils, sehr gemischt. Es konnte keine Struktur des Rhythmus oder der Instrumentation festgestellt werden. Sie wurde von den Probanden anhand ihrer Beziehung, die sie zu dem Musikstück hatten, ausgesucht.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass Männer signifikant länger Schmerzen aushielten als Frauen, wobei aber die Bewertung des Schmerzes nicht unterschiedlich war. Die Geschlechtsunterschiede sind also eher gering. Es hätte sein können, dass bei einer Studie mit größerer Probandenzahl Geschlechtsunterschiede entdeckt worden wären.

Lieblingmusik lenkt also die Aufmerksamkeit vom experimentellen Schmerz ab, mehr als eine neutrale Aufgabe zur Ablenkung. Ebenfalls lässt sie eine bessere Schmerzkontrolle zu als eine humoristische Darbietung. Allerdings reduziert keine der gegebenen Konditionen die Schmerzintensität. Ein Grund dafür könnte sein, dass ein Experiment die Komplexität des klinischen Schmerzes nicht eins zu eins nachahmen kann. Es gilt weiterhin, den Focus auf die Wirkung von Musik auf chronische Schmerzen und generell auf das Schmerzempfinden zu untersuchen und zu erforschen³⁷.

³⁷ Laura A. Mitchell, Raymond A. R. McDonald und Eric E. Brodie, *A comparison of the effects of preferred music, arithmetic and humour on cold pressor pain*, in: *European Journal of Pain*, Vol 10 (4), May 2006, S. 343- 351

Kenntner-Mabiala et al. (2006) untersuchten die physiologischen Reaktionen auf das Verändern des Tempos und des Modus (Dur und Moll) von klassischer Musik und die Effekte, die diese Veränderungen auf die Wahrnehmung von Schmerzen haben, die durch Hitze erzeugt wurden. Da Musik ein Komplex von Parametern ist, wurde überlegt, welche von ihnen das Potential haben könnten, Schmerzen zu reduzieren. Als Vorgehensweise wurde die Manipulation von diesen Parametern geplant. Bekanntlich beeinflussen Emotionen das Wahrnehmen von Schmerzen (z.B. das Ansehen eines mit positiven Affekten versehenen Bildes). Musik kann genauso arbeiten, wenn sie als Hersteller eines affektierten Hintergrundes wirkt. Verschiedene Emotionen können in der Musik festgestellt werden, genauso wie umgekehrt Musik diese Emotionen im Menschen erzeugen kann. Zwei dieser Gefühlsausdrücke, Glück und Traurigkeit, sind am häufigsten in der Musik wahrzunehmen und besonders durch zwei Parameter nachzuweisen: durch den Modus und das Tempo. Intensiv wurden die Einflüsse von Dur und Moll auf die Gefühlslage erforscht. Dur wird fast ohne Ausnahme mit einer glücklichen Gefühlslage verbunden und Moll mit einer traurigen. Genauso verhält es sich mit den Tempi: schnelle Tempi werden mit Fröhlichkeit assoziiert und langsame mit Schwermütigkeit. Manche weitere Studien belegen diese Annahmen, andere wiederum nicht. Es wurden ebenfalls Zusammenhänge gefunden, die zeigten, dass variierendes Tempo den Herzschlag oder die Atmung beeinflusst, was den Effekt von Musik bei Entspannungstechniken in der Schmerztherapie untermauert. Allerdings ist die Reaktion auf das Tempo und den Modus der Musik geschlechtsspezifisch. Frauen reagieren sensibler auf solche Veränderungen. Studien zeigten auch, dass Frauen mehr Sensibilität in Bezug auf induzierten Schmerz haben. Diese beschriebene Studie wurde also durchgeführt, um den Effekt von Modus und Tempus von Musik auf die Schmerzwahrnehmung festzustellen. Es wurde erwartet, dass beim

Moll-Modus die Schmerzbewertung höher war, genauso wie bei schneller Musik, da sie erregend wirkt.

Es nahmen 38 Versuchspersonen an diesem Experiment teil. Vier klassische Sonaten wurden in Modus und Tempus per Computer verändert. Für die Schmerzinduktion wurde ein Thermal-Stimulator verwendet (SENSE-Lab), der Hitzereize von 36°C bis zu einer individuellen Höhe erzeugte. Den Probanden wurden 24 Musikstücke vorgespielt und während jedes Musikstücks wurde zu irgendeiner Zeit ein Schmerzreiz in Form von Hitze gegeben. Danach hatten die Versuchspersonen die Aufgabe, die Intensität und die Unannehmlichkeit des Hitzeschmerzes zu bewerten, genauso wie ihre emotionale Stimmung.

Die Ergebnisse zeigten, dass es grundsätzlich eine signifikante Interaktion zwischen dem Geschlecht und dem Tempo gab, allerdings war der Effekt stärker bei Frauen ausgeprägt als bei Männern. Bei Männern gab es signifikante Unterschiede bei den Bewertungen der Erregung bezüglich der langsamen und der schnellen Version der Musik. Bei Frauen waren diese Bewertungsunterschiede bei allen Veränderungen der Musik signifikant. Bezüglich des Affektes wurde herausgestellt, dass die Bewertung für Glück wie erwartet höher bei Musik in Dur als in Moll war. Genauso wurde schnelle Musik eher mit Glück assoziiert als langsame Musik. Diese beiden Ergebnisse sind signifikant.

Entsprechend war die Assoziation mit Musik im Moll-Modus und mit langsamem Tempo, beide Veränderungen wurden mit Traurigkeit in Verbindung gebracht. Auch diese Ergebnisse waren signifikant. Diese Affekt-Bewertungen waren nicht abhängig vom Geschlecht der Versuchspersonen.

Die Bewertung der Intensität des Schmerzes war während der schnellen Musik höher, allerdings war nur bei den weiblichen Versuchspersonen ein signifikanter Wert festzustellen, bei den Männern nicht. Auch bei der Be-

wertung der Unannehmlichkeit des Schmerzes konnte die Signifikanz nur bei Frauen festgestellt werden. Sie bewerteten die Unannehmlichkeit am höchsten bei Musik mit langsamen Tempo.

Bei der Untersuchung der Ergebnisse von Herzschlag und Atmung konnte festgestellt werden, dass die Atmung sich signifikant bei schneller Musik erhöhte. Der Herzschlag war ebenfalls bei schneller Musik erhöht, allerdings war dies kein signifikantes Ergebnis.

Es ist also zu schlussfolgern, dass der Effekt des Tempos der Musik auf Schmerzen auf die Erregung zurückzuführen ist. Entweder entspannt die Musik oder sie erregt. Deswegen kann man Musik in der Schmerztherapie einsetzen, um diese Erregung zu reduzieren. Dass bei Männern kein signifikanter Effekt gefunden wurde, untermauert die Annahme, dass Musiktherapie mehr Effizienz bei Frauen als bei Männern hat.

Bekannt ist, dass der Menstruationszyklus Auswirkungen auf die Empfindsamkeit von Schmerzen und Emotionen hat. Interessant wäre es, in künftigen Studien herauszufinden, wie weit diese Auswirkungen ~~weiterhin~~ stellt sich die Frage, inwieweit Ablenkung im Zusammenhang mit Musik eine Rolle spielt, um Schmerzen zu reduzieren.

Es ist also zu vermuten, dass musikalische Parameter individuell manipuliert, während die anderen konstant gehalten werden sollten. So könnte auch die Frage nach den verantwortlichen Parametern für die Schmerzreduktion beantwortet werden, genauso wie die nach den psychologische Faktoren, die einen Effekt auf das Schmerzempfinden haben³⁸.

Dass die emotionale Bewertung zur durch Musik induzierten Analgesie beisteuert, untersuchten Roy et al. (2008). Musik war schon immer ein Teil von Heilungsprozessen und präsent in primitiven Formen der medizini-

³⁸Ramona Kenntner-Mabiala, Susanne Gorges und Georg Alpers, *Musically induced arousal affects pain perception in females but not in males: A psychophysiological examination*, in: *Biological Psychology*, Vol. 75 (1), Apr 2007, S. 19- 23

schen Heilung. Heutzutage soll Musik mehr und mehr ein modernes medizinisches Mittel zur Therapie werden. Bekannt ist durch mehrere Studien, dass Musik Schmerzen reduziert, wenn sie anstelle der üblichen analgetischen Methoden verwendet wird. Die Mechanismen, weshalb das so ist, sind allerdings trotzdem nicht bekannt. Musik erweckt starke positive Emotionen, die wiederum kognitive Fähigkeiten beeinflussen, denn Musik ist einer der stärksten Emotionsbeeinflusser. Durch diese emotionalen Reaktionen ist wahrscheinlich die Analgesie erklärbar. Studien zeigten, dass angenehme Gefühle Schmerz reduzieren und unangenehme Gefühle diesen erhöhen. Diese Ergebnisse der Schmerzreduktion können nicht nur durch den Effekt der Ablenkung erklärt werden, denn auch unangenehme Gefühle lenken die Aufmerksamkeit ab, reduzieren aber nicht den Schmerz. In dieser Studie wurde die Musik ausgewählt anhand von der Bewertung als angenehm und unangenehm und durch die Wirkung auf die Erregung als entspannend und erregend. Als Hypothese wurde angenommen, dass angenehme Musik den Schmerz reduziert, während unangenehme Musik diesen erhöht.

Es nahmen neun Männer und neun Frauen an der Studie teil. Drei Auszüge aus angenehmer Musik und drei Auszüge aus unangenehmer Musik wurden als Konditionen aus einem Pool von 30 Musikstücken von den Probanden ausgewählt, die vorher von 20 unabhängigen Probanden als angenehm und unangenehm, entspannend und erregend bewertet und sortiert wurden. Der Schmerz wurde mit einer Thermode auf die Haut induziert. Eine Thermode erzeugt Wärme und überträgt diese per Kontaktdruck auf die Haut³⁹. Es wurden vier Temperaturen ausgewählt, eine nicht-schmerzhaft (40°C) und drei schmerzhaft (45,5°C, 47°C und 48,5°C), die auf den Unterarm appliziert wurden. Diese Hitzestimuli soll-

³⁹

http://74.125.39.104/search?q=cache:iQkhenouUvQcJ:www.iags.info/index.php%3Fid%3D13,22,0,0,1,0+thermode&hl=de&ct=clnk&cd=1&gl=de&lr=lang_de

ten von den Probanden bewertet werden als schmerzhaft oder nicht. Wurden sie als schmerzhaft bewertet, so musste in zwei weiteren Skalen die Schmerzintensität und die Unannehmlichkeit bewertet werden. Zusätzlich zum Hitzestimulus sollten die Musikstücke als angenehm oder unangenehm bewertet werden, um sicher zu gehen, dass die vorherige Einschätzung zutreffen würde. Der Gemütszustand der Probanden wurde ebenfalls nach jeder Kondition erfragt. Des Weiteren wurde nach der vermeintlichen Emotion, die das Musikstück wohl auslöste, gefragt. Einerseits wurde also im Allgemeinen das Gemüt der Versuchspersonen erfasst, andererseits wurde festgestellt, welche Emotionen die Musikstücke erweckten.

Die Probanden wurden im Vorfeld darüber informiert, dass die Effekte von Musik auf Schmerz untersucht werden würden und dass sie über ihre Erlebnisse während des Musikhörens befragt werden würden. Die Musik wurde per Kopfhörer präsentiert. Die Konditionen bestanden in 3 x 5 minütiger Stille, in 3 x 5 Minuten der angenehmen Musik und in 3 x 5 Minuten der unangenehmen Musik. Diese Konditionen wurden immer wieder in der Reihenfolge vertauscht. Während jeder Kondition wurde zunächst 140 Sekunden lang kein Stimulus gegeben. Während der nächsten 160 Sekunden wurden acht Stimuli in ungeordneter Reihenfolge gegeben. Danach sollten die Schmerzintensität und die Unannehmlichkeit bewertet werden. Nach jeder fünfminütigen Kondition wurde die Emotion und die Erregung bewertet, die während dieser Kondition wahrgenommen wurde. Nach der 15-minütigen Kondition sollte die allgemeine Stimmungslage der Probanden bewertet werden. Als das Experiment beendet wurde, wurden erneut die fünfminütigen Musikstücke gehört, denn es sollte die Emotion bewertet werden, die dort vermeintlich zum Ausdruck gebracht wurde.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass wie erwartet die Musikstücke Emotionen herbeiführten. Angenehme und unangenehme Musik wurde als mehr und weniger angenehm bewertet als die Kondition ohne Musik. Sie unterschieden sich allerdings nicht in ihrer Wirkung auf die Erregung, jedoch signifikant erregender als die Stille. Musik hat ebenfalls Auswirkungen auf die Gemütslage. Nach der angenehmen Musikkondition war Ärger und Beklemmung geringer als nach der Kondition ohne Musik. Die angenehmen Musikstücke wurden mit positiven emotionalen Intentionen verbunden, wie Glück und Frieden und die unangenehmen Musikstücke mit negativen, wie Trauer, Angst und Ärger.

Wie erwartet, steigerten sich die Schmerzbewertungen mit der Temperatur, was bezeugte, dass die Probanden die unterschiedlichen thermalen Stimuli unterscheiden konnten. Die Schmerzintensität und die Bewertungen für die Unannehmlichkeit waren während der angenehmen Musik geringer als bei der unangenehmen Musik und bei der Kondition ohne Musik. Die unangenehme Musikkondition und die Stille unterschieden sich allerdings nicht signifikant bezüglich der Schmerzbewertung. Die Hypothese wurde also in ihrer Annahme bestärkt, dass die Bewertung von Musik einen Effekt auf die Schmerzwahrnehmung hat. Durch die Korrelationskoeffizienten wurde herausgestellt, dass der analgetische Effekt von angenehmer Musik am höchsten bei den Teilnehmern war, die in dieser Kondition über sehr angenehme Gefühle berichteten. Weiterhin zeigte sich, dass Teilnehmer, die am wenigsten Erregung während der Musik spürten, am meisten den Effekt der Schmerzreduktion empfanden. Diese Studie demonstriert, dass Musik Schmerz reduziert. Dabei zeigt sich, dass die Personen, die die höchsten Bewertungen abgaben, auch den geringsten Schmerz empfanden. Unangenehme Musik wiederum zeigte keine Wirkung auf Schmerzen. Es ist also bestätigt, dass der analgetische Effekt der Musik im Zusammenhang steht mit einer positiven Bewertung

der Musik. Teilnehmer, die wenig Erregung während der angenehmen Musik empfanden, berichteten auch über geringeres Schmerzempfinden. Das traf allerdings nicht bei der unangenehmen Musikkondition zu. Da die angenehme Musik größtenteils als erregend empfunden wurde, sollten zukünftige Studien den Unterschied zwischen angenehmer entspannender und angenehmer erregender Musik erforschen.

Dass die Aufmerksamkeit einzig für den analgetischen Effekt verantwortlich ist, scheint als Erklärung unzureichend, denn die Teilnehmer sollten ihre Aufmerksamkeit direkt auf den Schmerz wenden, um ihn zu bewerten. Viele Studien haben den Ablenkungseffekt getestet, wo die Probanden ihre Aufmerksamkeit vom Schmerz ablenken sollten auf konkurrierende Stimuli. Außerdem wurde erforscht, dass die Zweiteilung der Aufmerksamkeit zum einen auf Schmerz und zum anderen auf einen konkurrierenden Stimulus dazu führt, dass der Ablenkungseffekt von Schmerzen nahezu verschwindet. In der oben beschriebenen Studie wirkt wahrscheinlich die Musik eher im Hintergrund als Emotionseingabe als ein konkretes Ablenkungsmanöver. Die emotionale Bewertung scheint mehr als der Ablenkungseffekt für den analgetischen Effekt der Musik verantwortlich zu sein.

Die Erwartungshaltung kann ebenfalls eine Rolle beim Schmerzempfinden spielen. Wird Schmerz in einer gewissen Stärke erwartet, wirkt sich das wahrscheinlich auf die Gemütslage aus, was sich dann wiederum auf das Schmerzempfinden auswirkt. Diesen Zusammenhang zwischen Erwartung und Gemütslage gilt es in künftigen Studien zu erforschen.

Diese beschriebene Studie ist die erste, die die Effekte von angenehmer und unangenehmer Musik vergleicht und dabei die Erregung mit einbezieht. Außerdem bewirkt das Selbstwählen der Musik als Kondition ein Gefühl von Kontrolle. Weiterhin sollte zukünftig die Interaktion zwischen

Erregung, Bewertung und Erwartung im Zusammenhang mit Musik untersucht werden.

Unangenehme Musik erhöht Schmerzen nicht signifikant. Die Gründe dafür können zum einen sein, dass unangenehme Musik nicht genügend negative Stimmung verursacht. Oder aber sie fördert vermeidende oder vermittelnde Schmerzprozesse, die den Effekten der Schmerzerhöhung durch negative Emotionen entgegenarbeiten.

Die Bewertung der Unannehmlichkeit war durch die Emotionen, die die Musik erweckte, nicht mehr beeinflusst als die Bewertung der Schmerzintensität. Das könnte auf die sehr kurze Zeit zurückzuführen sein, die die Probanden zur Bewertung zur Verfügung hatten. Es sollte bei weiteren Studien auf einen konsequenteren Test der Unterschiede zwischen Schmerzintensität und Unannehmlichkeit geachtet werden.

Musik wirkt auf physiologischer Ebene zusätzlich analgetisch, was in unten genannter Studie des Krankenhauses in Lüdenscheid beschrieben wird.

Musik ist also aufgrund der starken positiven Gefühle, die sie erwecken kann, mehr als nur eine Ablenkung. Vergleichbar mit einigen Schmerzmitteln auf der Medikationsebene, reduzierte angenehme Musik die Schmerzen bis zu 18% bei der schmerzhaftesten Temperatur. Da sie leicht zu beschaffen, einfach zu handhaben und mit wenig Kosten verbunden ist und zusätzlich keine Nebenwirkungen hat, steht sie im Fokus des Interesses für die Handhabung von Schmerzen⁴⁰.

Die perioperative Situation ist durch den psychophysiologischen Teufelskreis von Stress, Angst und Schmerzen gekennzeichnet. Oftmals sind Medikamente in solch einer Situation nicht mehr wirksam, da die Dosierung

⁴⁰ Mathieu Roy, Isabelle Peretz und Pierre Rainville, *Emotional valence contributes to music-induced analgesia*, in: *Pain*, Vol 134 (1-2), Jan 2008, S. 140- 147

so hoch sein müsste, dass die Zusammenarbeit mit dem Patienten nicht mehr möglich wäre. Deshalb wurde von den Mitarbeitern des Krankenhauses für Sportverletzte in Hellersen, Lüdenscheid der Einsatz anderer als pharmakologischer Mittel erprobt. Als Ergebnis zeigte sich, dass Musik als Hilfe gegen die Angst- und Schmerzbekämpfung die wirksamste Methode ist.

Die ältesten Zeugnisse von Musik als Heilmittel sind 10.000 Jahre alt. In der Steinzeit wurden mit einem zu einer Trommel umfunktionierten Mammutschädel Heil-Zeremonien durchgeführt.

Die moderne Musikwirkungsforschung hat festgestellt, dass die Angriffspunkte der angst- und schmerzlösenden Musik besonders die rhythmische Struktur ist.

Die messbaren Effekte der musikalischen Reize sind signifikant in der Stress- und Schmerzreduktion nachweisbar. Denn einerseits wirkt Musik so, dass andere Umweltreize kaum oder gar nicht mehr wahrgenommen werden und andererseits werden durch Musik subcorticale Zentren auf dämpfende Weise beeinflusst. Wahrscheinlich werden auch die absteigenden, hemmenden Bahnen im Sinne der Gate-Control-Theorie aktiviert. Hinzu kommen die muskelentspannende Wirkung der Musik, die schmerzdämpfende Wirkung auf die Formatio reticularis und die Thalamischen Zentren und die subjektive Neueinschätzung einer Situation als weniger gefährlich und schmerzhaft beim Hören von Musik. Des Weiteren sind die Mechanismen in der Verarbeitung musikalischer Reize noch nicht vollständig durchschaubar.

Die Ergebnisse der Forschungen des Lüdenscheider Krankenhauses, die im Rahmen von Doktor-, Diplom- oder Staatsarbeiten durchgeführt wurden, zeigen zusammenfassend, dass Musik im Rahmen des psychophysiologischen Verhaltens einen Ablenkungseffekt hat, die Stressreaktion dämpft im Sinne von verminderter Ausschüttung von Stresshormonen im

Blut, die Schmerzschwelle anhebt bzw. die Schmerzwahrnehmung auf kortikaler und subkortikaler Ebene dämpft, den Muskeltonus senkt und bei entsprechendem „Design“ die Motivation verbessert. Soll Musik bei chronischen Schmerzen eingesetzt werden, so muss eine gleichzeitige Verbindung mit Entspannungsübungen und emotionalem Abspanntraining einher gehen. Neben den Zielen des Einsatzes von Musik in der Prävention, der Gesundheitsförderung und der Rehabilitation ist die Erhöhung der Lebensqualität ein essentieller Zielparameter in der Arbeit der Musik-Medizin, die die üblichen medizinischen Verfahren zu komplementieren versucht, dabei aber die individuelle Gesundheitsstörung in keinem Fall unberücksichtigt lässt. Die Dimensionen der Lebensqualität, definiert nach dem Quality of Life Score QOL, wie die funktionale und berufliche Leistungsfähigkeit, das Ausmaß der Störungen im Sozialleben, die Körperwahrnehmung („body image“) und die Ausmaße der physischen Beeinträchtigungen sind durch Musik beeinflussbar.

Um die Wirkung der Musik wie beabsichtigt erfahren zu können, ist eine hohe Qualität der Wiedergabe von immenser Wichtigkeit. Auch das Einstellen der Lautstärke durch den Patienten, die kontinuierliche Wiedergabe und das Nutzen eines Kopfhörers anstelle eines Lautsprechers sind für das Erzielen der optimalen Wirksamkeit von Bedeutung.

In der praktischen Anwendung des Krankenhauses in Lüdenscheid heißt das, dass die Patienten vor und während einer Behandlungssitzung die Musik hören sollen. Auch für die Selbstanwendung zuhause oder am Arbeitsplatz ist Musik vorgesehen, dafür werden Hinweise zur Handhabung mitgegeben.

In der Anästhesie selbst haben sich zehn Musik-Kategorien von Klassik bis New-Age Jazz als Angebot bewährt. Es wird den Patienten empfohlen, eine Musik zu wählen, die persönlich gefällt. Um den Prinzipien von Ent-

spannung und Aufbau treu zu werden, werden Musikpaare gebildet, die diesen Charakter widerspiegeln⁴¹.

3. Vergleichende Zusammenfassung und neue Forschungsfragen

Wie sich in den oben beschriebenen Studien zeigt und auch durch die Gate-Control-Theorie deutlich wird, kann grundsätzlich Schmerz psychologisch abgelenkt werden. Im vergleichenden Querschnitt der Studien erkennt man einige Gemeinsamkeiten, die die Wirkung von Musik ausmachen. Musik wirkt sowohl als Hintergrundmusik als auch als direktes Ablenkungsmanöver anxiolytisch und entspannend. Die Schmerzschwelle erhöht sich durch Musik, da Musik analgetisch wirkt, ebenso wie die Schmerztoleranz. Medikamente können herabgesetzt werden, wenn Musik eingesetzt wird, da sich das Schmerzempfinden verändert insofern, als dass es als geringer wahrgenommen wird. Auch physische Faktoren, wie Herzschlag, Pulsschlag oder der Blutdruck werden durch Musik positiv beeinflusst. Vergleicht man mehrere Konditionen, wie Mathematikaufgaben, Musik oder Geschichten, die als Ablenkung dargeboten werden, so stellt sich heraus, dass Musik am effektivsten wirkt. Auch Emotionen werden durch Musik beeinflusst, so dass die Stimmung aufgehellt wird, was auch auf die entspannende Wirkung zurückzuführen ist. Externe Ablenkung wirkt grundsätzlich besser als interne Suggestion. Das Gefühl von Kontrolle über eine Situation, das ebenfalls sehr wichtig für ein vermindertes Schmerzempfinden ist, wird durch Musik erhöht.

Im Bezug auf eine zukünftige Versuchsplanung ergeben sich folgende Überlegungen: Oftmals ist bei einem Experiment nicht die Wirkung von

⁴¹ <http://www.sportkrankenhaus.de/Artikel/schmerz.htm>

mehreren verschiedene Konditionen auf einmal erforscht worden. Dass die Musik von den Probanden selbstgewählt sein muss, ist augenscheinlich, denn der Geschmack jedes Individuums ist unterschiedlich im Vergleich zu dem von anderen Individuen. Doch was passiert beim Vergleich von selbstgewählter Musik und von im Vorfeld bewerteter angenehmer Musik? Was passiert also, wenn man selbstgewählte und nicht-selbstgewählte, aber angenehme Musik als Kondition innerhalb eines Versuchsablaufs darbietet? Wie wird das Ergebnis aussehen, wenn komödiantische Geschichten als weitere Konditionen hinzu kommen? Wird das Schmerzempfinden von allen Probanden bei Musik am effektivsten gesenkt? Die Bewertung der verschiedenen Konditionen spielt bei der Schmerzempfindung eine große Rolle, daher wird diese in Planung des durchzuführenden Versuches als ein wesentliches Merkmal mit einfließen. Zur Kontrolle wird jede Versuchsperson zwei Konditionen ohne Musik durchlaufen.

Als Schmerzinduktion sollte die Hitzebestrahlung dienen, denn anhand moderner Messmethoden, die im weiteren Verlauf dargestellt werden, können Bestrahlungsintensität und resultierende Hauttemperatur datentechnisch festgehalten werden. Wie bereits festgestellt wurde, liegt die Schmerzschwelle etwa bei 45°C, die Gefahr einer Gewebeerletzung ist allerdings bei dieser Temperatur recht hoch. Da außerdem das Schmerzempfinden trotzdem subjektiv ist, ist es wichtig, dass die Probanden ihre eigene Schmerzschwelle selbst feststellen und daraufhin die Bestrahlung einstellen. Ob dann die Hauttemperatur oder die Bestrahlungsintensität oder sogar beides als Indikator für die Schmerzschwelle gelten werden, ist bis dato noch ungewiss und wird aufgrund der Beobachtungen bei der Durchführung des Experiments Klarheit schaffen, spätestens jedoch bei der Auswertung der Ergebnisse.

D. Hypothesen

Aufgrund der vorherigen Behandlung der empirischen Studien und der Versuchsplanung ergeben sich Hypothesen, die im weiteren Verlauf formuliert werden.

1. Hypothesen: Korrelationen

1. H_1 : Es besteht ein Zusammenhang zwischen der selbstgewählten Schmerzintensität (Lichtintensität) und dem Gefallen der Hörbedingungen.

H_0 : Es besteht kein Zusammenhang zwischen der selbstgewählten Schmerzintensität (Lichtintensität) und dem Gefallen der Hörbedingungen.

2. H_1 : Es besteht ein Zusammenhang zwischen der gewählten Lichtintensität und der gemessenen Hauttemperatur.

H_0 : Es besteht kein Zusammenhang zwischen der gewählten Lichtintensität und der gemessenen Hauttemperatur.

3. H_1 : Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Gefallen der Hörbedingungen und der gemessenen Hauttemperatur.

H_0 : Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Gefallen der Hörbedingungen und der gemessenen Hauttemperatur.

2. Hypothesen: Mittelwertsunterschiede

1. H_1 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben einen Einfluss auf das Gefallen der Hörbedingungen.

H_0 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben keinen Einfluss auf das Gefallen der Hörbedingungen.

2. H_1 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben einen Einfluss auf die selbstgewählte Schmerzintensität (Lichtintensität).

H_0 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben keinen Einfluss auf die selbstgewählte Schmerzintensität (Lichtintensität).

3. H_1 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben einen Einfluss auf die gemessene Hauttemperatur.

H_0 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben keinen Einfluss auf die gemessene Hauttemperatur.

II Empirischer Teil

A. Versuchsbeschreibung

1. Kurzbeschreibung des Versuchs

Das Experiment diente zur Untersuchung der körperlichen Reaktionen eines Menschen auf Schmerz in Verbindung mit Musik. Hierzu wurden einem Probanden mehrere Hörbeispiele gegeben, während derer er mittels einer Infrarot-Lampe, die auf seinen schwarz angemalten linken Arm schien, selbst anhand eines Reglers diese so einstellte, dass er sich an seiner Schmerzgrenze befand. Diese beschriebene Schmerzinduktion nennt sich Hardy-Dolorimeter (vgl.: H. O. Handwerker and G. Kobal, *Psychophysiology of experimentally induced pain*, *Physiol Rev*, 73, Jul 1993, S. 639 – 671). Die körperlichen Reaktionen und Veränderungen wurden mit dem SOM Biofeedback 2000 gemessen. Folgende biologische Signale wurden erfasst: Atmung, Puls, phasischer und tonischer Hautwiderstand, Hauttemperatur und Muskelaktivität an der Stirn (EMG). Ein weiterer Eingang des Geräts wurde zur Messung der Stärke der Infrarot-Lampe verwendet.

2. Probanden

Die Kriterien zur Auswahl der Versuchspersonen bezogen sich einzig auf das Geschlecht und auf die Sympathie der Person in Bezug auf die Versuchsleiterin. Sympathie war wichtig, da sowohl Versuchsperson als auch Versuchsleiterin sich etwa eine Stunde zusammen in einem engen Raum aufhielten und wenig Abstand zueinander hatten, bzw. sogar Körperkon-

takt bestehen musste. Die Anzahl der männlichen Versuchspersonen betrug 16, die Anzahl der weiblichen 17.

Die Versuchspersonen wurden in drei Gruppen aufgeteilt: Musikstudent, Student mit Musikbildung und Laie. Es wurde keine Anzahl von Personen innerhalb dieser Gruppen festgesetzt, die Auswahl war zufällig. Es wurden sieben Musikstudenten untersucht, 16 Studenten mit Musikbildung und elf Laien.

Der jüngste Proband hatte ein Alter von 20 Jahren, der älteste Proband war 32 Jahre alt.

3. Versuchsraum

Das Schmerzexperiment fand in einem ca. 15 qm² großen Kellerraum der ehemaligen Pädagogischen Hochschule der Universität Dortmund statt.

Im Versuchsraum standen zwei Tische an der von der Tür aus gesehenen linken Wand nebeneinander und zwar so, dass jeweils die kurzen Seiten der Tische zueinander zeigten. Der linke der beiden Tische war für die Versuchsleiterin bestimmt, an dem rechten Tisch saß die Versuchsperson. Beide saßen sich nicht gegenüber, sondern nebeneinander, mit dem Gesicht zur Wand. Wichtig war eine bequeme Haltung des Körpers beider Personen, da sie sich, wie oben bereits erwähnt, eine Stunde im Raum in einer nahezu unveränderten Körperhaltung verhielten. Hierzu wurden zwei bequeme Schreibtischstühle verwendet.

Der Tisch der Versuchsleiterin war mit einem Bildschirm bestückt, der mit einem Personal Computer verbunden war. Unterhalb des Tisches befand sich eine Stereo-Anlage mit zwei Kopfhörern, mit welcher die Hörbeispiele abgespielt wurden. Der eine Kopfhörer war für den Probanden be-

stimmt, mit dem anderen Kopfhörer kontrollierte die Versuchsleiterin das korrekte Abspielen der Hörbeispiele.

Auf dem Tisch der Versuchsperson befand sich eine Infrarot-Lampe der Marke PETRA. Diese war an einem auf dem Tisch stehenden Ständer befestigt, so dass sie mit etwa 30 cm Abstand auf den darunter liegenden Arm der Versuchsperson scheinen konnte, welcher zur Verstärkung des Hitzeeffekts am Unterarm mit schwarzer Plakafarbe bemalt wurde. Die Lampe konnte durch einen vom Leiter des Tonstudios, Gerhard Raschke, selbst hergestellten Regler stufenlos stärker und schwächer gestellt werden. Der Arm des Probanden lag auf einem medizinischen Kissen, das zum Stützen des Arms beim Blutdruckmessen oder Blutabnehmen verwendet wird. Die Sicht auf die Infrarot-Lampe und den Arm wurde durch ein aufrecht stehendes Holzbrett verhindert, das sich zwischen Arm und Körper der Versuchsperson befand, also genau im Sichtfeld. Dadurch sollte verhindert werden, dass der Proband das selbstständige Regeln bis zur Schmerzgrenze durch einen visuellen Reiz (also die Sicht auf den Arm und das Beobachten der Lampe) beeinflusste. Vor der Versuchsperson auf dem Tisch befand sich das SOM Biofeedback 8000, mit welchem die körperlichen Reaktionen des Probanden gemessen wurden. Im weiteren Verlauf wird die Funktionsweise des Geräts erläutert.

An der Wand, an denen beide Tische standen, war ein weißes Plakat aufgehängt, das als Leinwand diente. In der Zeit zwischen den Hörbeispielen, als kein Stimulus gegeben wurde, wurde eine Minute lang ein Dia auf dieses Plakat projiziert, was den Zweck der Regulierung der Haut und der Entspannung und Ablenkung der Versuchsperson hatte. Außerdem wurde so zur Baseline zurückgekehrt, also die Basal-, bzw. Grundfrequenz des Herzschlags. Die Dias stammten aus dem Fachbereich Kunst der Universität Dortmund und zeigten schwarz-weiß fotografierte Landschaftsbilder, sowie Menschen in künstlich dargestellten alltäglichen Situationen.



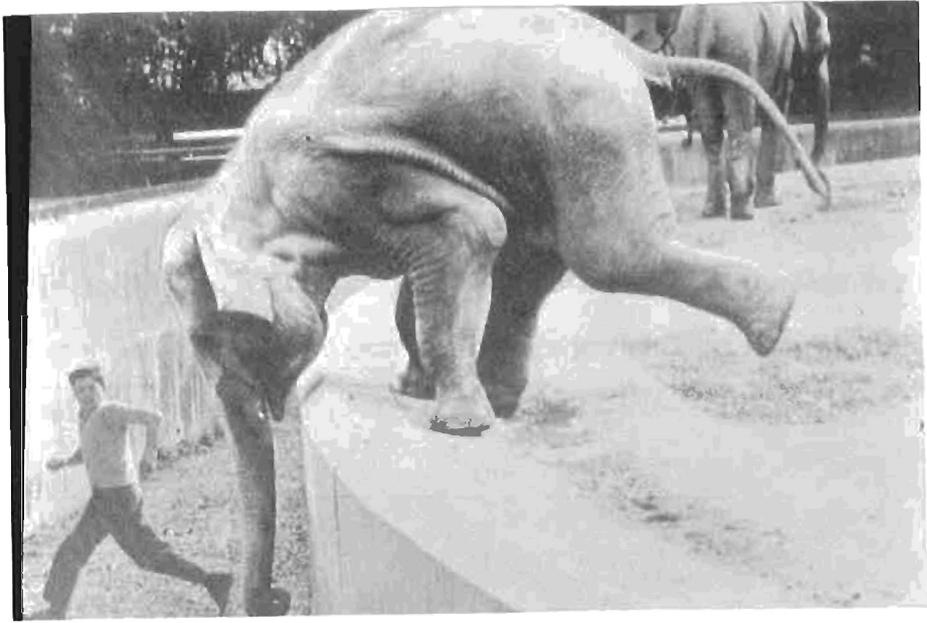


Abb. 2-5: Vier Beispiele für die Dias, die in den Pausen zwischen den Hörbedingungen an die Wand geworfen wurden. Alle Dias stammen aus dem Archiv des Fachbereichs Kunst der Universität Dortmund.

Regale, die im Raum standen und mit diversen Materialien des Fachbereichs bestückt waren, sind mit blauen Tüchern verhängt worden, um jegliche Anlenkung des Probanden zu vermeiden. Der Raum selbst war abgedunkelt, so dass die Dias problemlos gezeigt werden konnten und die Infrarot-Lampe und der Computer die einzigen Lichtquellen im Raum darstellten. Auch dies hatte den Zweck der gerichteten Konzentration auf das Experiment.

4. SOM Biofeedback 8000

Das SOM Biofeedback 8000 ist ein Mehrkanal-Biofeedback-Gerät, das durch einen Computer gestützt wird. Zum Gerät gehören Module und Sensoren, mit denen wahlweise Puls, Atmung, Hautwiderstand, zweimal Muskelaktivität, EEG und Hauttemperatur gemessen werden können. Anhand einer Software-Entwicklung können die biologischen Signale dargestellt und ausgewertet werden. Per USB-Anschluss oder per seriellem Anschluss ist das SOM mit dem Computer verbunden. Es verfügt über kein Netzkabel oder einen Stromanschluss, es ist batteriebetrieben⁴².

⁴² <http://www.apparatezentrum.de/content/0013.html>

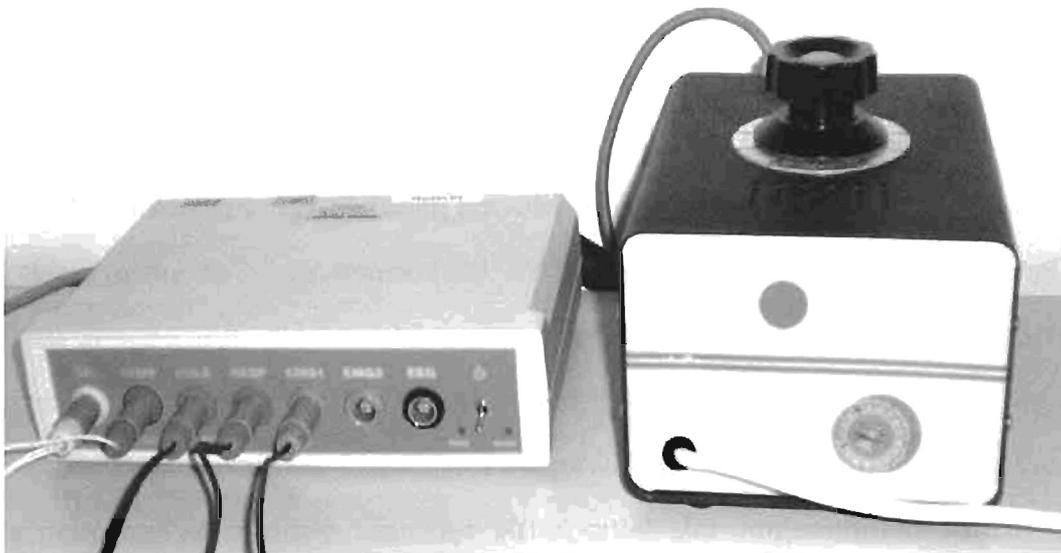


Abb. 6: SOM Biofeedback 8000 mit dem sich daneben befindenden Regler der Infrarot-Lampe

5. Hörbeispiele

Die acht festgelegten Hörbeispiele waren wie folgt benannt: *Geräusch angenehm* (GA); *Geräusch unangenehm* (GU); *Instrumentalmusik angenehm* (IA); *Instrumentalmusik unangenehm* (IU); *Stimme männlich* (SM); *Stimme weiblich* (SW); *Musik angenehm 1* (MA1); *Musik angenehm 2* (MA2). Jedes Hörbeispiel dauerte eine Minute. Zusätzlich sollten die Versuchspersonen zu Beginn und zum Abschluss des Versuchs jeweils eine Minute ohne Musik den Regler betätigen. Dies diente zum Vergleich der Versuchsabläufe mit und ohne Hörbeispiel, ob gravierende Unterschiede bezüglich des Ergebnisses mit und ohne Musik bestanden.

Als angenehmes Geräusch (GA) wurde Vogelgezwitscher benutzt, das in der Natur aufgenommen wurde. Für das unangenehme Geräusch (GU) wurde das Mikrophon des Aufnahmegerätes während einer Fahrt durch einen Autobahntunnel aus dem Fenster in den Luftzug gehalten, so dass ein unangenehmes, lautes Rauschen auf der Aufnahme zu hören war. Die angenehme Instrumentalmusik (IA) war ein Tango. Derselbe Tango wur-

de auch für die unangenehme Instrumentalmusik (IU) verwendet, allerdings gleichzeitig dazu die phasenverschobene und um einen Halbton tiefer versetzte Version des Stücks.

Für die Hörbeispiele, bei denen sowohl eine männliche als auch eine weibliche Stimme zu hören waren (SM; SW), wurden ein Mann und eine junge Frau ausgewählt, die sowohl angenehme Sprechstimmen hatten, als auch deutlich sprachen. Beide Personen benutzten zu diesem Zeitpunkt ihre Stimmen im Beruf. Sie lasen zwei ausgewählte geistliche humorvolle Geschichten. Pat Meteny war der Komponist der angenehmen Musik 1 (MA1), die angenehme Musik 2 (MA2) war ein von den Probanden selbstgewähltes Stück, zumeist aus der Rock- und Pop-Szene.

Die selbst ausgewählten Hörbeispiele waren die folgenden (aufgelistet nach Interpret – *Titel*):

- Ana Johnson – *Don't cry for pain*
- Anastacia – *Left outside alone* Moony – *Dove*
- Aventura – *Obsesión* (viermal)
- Black Eyes Peas – *Hey Mama*
- Black Eyed Peas – *Shut up*
- Cypress Hill – *What's your number*
- Daft Punk – *Around the world*
- Destiny's Child – *Soldier*
- Die Ärzte – *Westerland* (zweimal)
- Farin Urlaub – *Glücklich*
- Gentleman – *Intoxication*
- Haiducii – *Dragostei din tei*
- Juli – *Perfekte Welle* (zweimal)
- Junior Jack – *E Samba*
- Maroon 5 – *This love* (dreimal)
- Mia – *Hungriges Herz* (zweimal)

- Milk & Sugar – *Let the sunshine in* (zweimal)
- One T, Cool T – *Magic Key*
- Outcast – *Hey ya*
- Outcast – *Roses*
- The Disco Boys – *For you*
- Usher – *Yeah* (zweimal)

Hörbeispiel der männlichen Stimme:

Die Begebenheit, von der ich berichte, spielte sich nicht in Deutschland ab. Sie können also ganz beruhigt sein. Erstens predigt höchstwahrscheinlich auf keiner deutschen Kanzel jemand so drastisch und plastisch, wie jener betagte Baptistenprediger in Amerika. Und zweitens redet bei uns kein Mensch dem Mann auf der Kanzel hinein. Thema dieser Predigt war die Herrlichkeit des ewigen Lebens. In leuchtenden Farben, die uns scheinbar abhanden gekommen sind, malte der fromme Mann das große Fest der unvergänglichen Freude. Mag sein, dass er es an kräftigen irdischen Beispielen nicht fehlen ließ. Ein vorlauter junger Mann fragte: „Eins ist mir nicht klar. Wie werde ich bloß das weiße Hemd über die Flügel kriegen?“ Peinliche Stille. Ohne im geringsten verlegen zu sein, antwortete der Prediger freundlich und bestimmt: „Das ist gar nicht Deine Sorge. Deine Sorge ist vielmehr, wie Du den Hut über die Hörner kriegst.“⁴³

Hörbeispiel der weiblichen Stimme:

Am Straßenrand steht ein Motorradfahrer, der sein Fahrzeug nicht in Gang bekommt. Immer wieder tritt er auf den Anlasser und flucht dabei gottserbärmlich. Da kommt der Pfarrer vorbei und sagt: „Fluchen Sie doch nicht so schrecklich, Mann! Sagen Sie ‚mit Gott‘, und dann wird’s schon

⁴³ Gerd Heinz- Mohr, *Das vergnügte Kirchenjahr. Heitere Geschichten und schmunzelnde Wahrheiten*, 1. Aufl., Eugen Diederichs Verlag, Düsseldorf und Köln, 1974, S. 164

gehen.“ „Ich kann's ja mal probieren“, sagt der Mann ohne Hoffnung, tritt auf den Anlasser, sagt „mit Gott“, und siehe da: Der Motor springt an. „Verdammt noch mal“, sagt der Pfarrer, „das hätte ich nicht gedacht!“

Ein berüchtigter Trunkenbold trifft auf der Dorfstrasse den Pfarrer. „Ich hätte Sie gern einmal was gefragt, Herr Pastor.“ sagt er. „Was ist eigentlich Ischias?“

„Ha“, denkt sich der Pfarrer, „der hat Ischias? Dem mach ich mal die Hölle heiß.“ „Du lieber Himmel“, sagt er, „das ist eine ganz schlimme Krankheit! Das bekommen alle Leute, die sich immer besaufen und zu fremden Weibern gehen. Und wenn sie nicht damit aufhören, nimmt's ein qualvolles Ende bis zum Tod.“

„Was Sie nicht sagen“, meint da der andere. „Gestern hab ich nämlich im Kreisblatt gelesen, dass unser Bischof an Ischias erkrankt ist.“⁴⁴

6. Versuchsanordnung

Folgendes wurde jedem Probanden mitgeteilt:

„Sie werden gleich acht Klangbeispiele hören. Vor und nach diesen Beispielen gibt es eine Messung ohne Stimulus, die mir zur Kontrolle dient. Alle Messungen haben die Dauer einer Minute. Sie brauchen währenddessen lediglich den Regler, der die Stärke der Infrarot-Lampe beeinflusst, während der Messungen bis zu Ihrer Schmerzgrenze einzustellen; das heißt, Sie müssen die Wärme-Strahlung gerade noch ertragen können. Bei Beginn der Hörbeispiele drehen Sie bitte zügig den Regler hoch, zum Ende der Beispiele drehen Sie ihn wieder herunter.“

⁴⁴ Hans Bemmann (Hrsg.), *Der klerikale Witz*, 1. Auflage, Walter-Verlag AG, Olten, 1979, S.92-94

Es ist ihnen erlaubt, während der Messung weiterhin die Stärke des Reglers zu verändern. Zwischen jedem Klangbeispiel werden Sie zur Entspannung ein Dia sehen. Zur Orientierung bei den Messungen ohne Musik werde ich ‚Start‘ bzw. ‚Stopp‘ sagen, damit Sie wissen, wann Sie den Regler betätigen sollen. Nach jedem Hörbeispiel frage ich Sie nach einer Note für das Gehörte von eins bis sechs, wobei eins sehr angenehm und sechs sehr unangenehm bedeutet.“

7. Ablauf des Versuchs

Die Versuchsleiterin führte den Probanden in den Kellerraum der Universität Dortmund. Dort angekommen nahm die Versuchsperson auf dem rechten der beiden Stühle Platz. Zunächst wurde der Fragebogen zur Erfassung der persönlichen Daten von der Versuchsleiterin ausgefüllt. Im Anschluss setzten Versuchsleiterin und Proband die Kopfhörer auf. Zur Justierung der Lautstärke wurde ein Jazz-Stück abgespielt. Der Proband stellte manuell an der Stereo-Anlage die Lautstärke ein. Die am Regler angegebene Zahl wurde von der Versuchsleiterin auf dem Fragebogen der persönlichen Daten notiert, ebenso wie die Raumtemperatur, Datum, Uhrzeit, Alter der Versuchsperson, Kategorie (Musikstudent, Student mit Musikbildung, Laie), Art des Instruments, was eventuell gespielt wurde und Häufigkeit des Spielens.

Anschließend wurde der Ablauf der Hörbeispiele auf diesem Fragebogen notiert, allerdings in unbestimmter Reihenfolge, wobei zu Beginn und am Ende des Versuchs eine Minute ohne Musik gemessen wurde.

Fragebogen

Vor dem Experiment:

Probanden-Nummer:

Datum:

Geschlecht:

Spielen Sie ein Instrument? Nein Ja, welches:

Schmerzschwelle:

Uhrzeit:

Alter:

Wie häufig:

Während des Experiments:

Bewertung mit der Ziffer 1-6, wobei 1 „gefällt“ und 6 „gefällt überhaupt“ nicht bedeutet.
Die Angaben in Klammern zeigen die Standard-Reihenfolge, das Handgeschriebene die veränderte Reihenfolge der Hörbeispiele.

Hörbeispiel (Musik angenehm 1) 1: Note:

Hörbeispiel (Musik unangenehm 2) 2: Note:

Hörbeispiel (Musik angenehm 2) 3: Note:

Hörbeispiel (Musik unangenehm 2) 4: Note:

Hörbeispiel (Sprache männlich interessant) 5: Note:

Hörbeispiel (Sprache weiblich interessant) 6: Note:

Hörbeispiel (Sprache männlich uninteressant) 7: Note:

Hörbeispiel (Sprache weiblich uninteressant) 8: Note:

Hörbeispiel (Geräusch angenehm) 9: Note:

Hörbeispiel (Geräusch unangenehm) 10: Note:

Nach dem Experiment:

Bewertung mit der Ziffer 1-6, wobei 1 „gut ertragbar“ und 6 „sehr schlecht ertragbar“ bedeutet.

Wie ertragbar war der Schmerz insgesamt? Note:

Welche war die Situation mit dem größten Schmerzempfinden, die Sie jemals erlebt haben?

Besondere Beobachtungen:

Abb. 7: Fragebogen zur Erfassung der persönlichen Daten und der Bewertung der Hörbeispiele, sowie zur Schmerzbewertung selbst

Die Versuchsleiterin verkabelte den Probanden mit dem SOM, wobei jeder Schritt beschrieben und erläutert wurde. Anschließend wurde ein kurzer

Testdurchlauf ohne Musikbeispiel aber mit Regelung der Infrarot-Lampe durchgeführt, um die vollständige Funktion aller Kabel und Eingänge des SOM zu gewährleisten. Dieser Testdurchlauf diente ebenfalls dazu, dass die Probanden sich an das ungewohnte Gefühl der Einwirkung der Infrarot-Lampe auf die schwarz bemalte Haut gewöhnten. Die Schmerzgrenze sollte so schon einmal ausgetestet werden. Da auf jeden Fall eine ernsthafte Verletzung vermieden werden sollte, war folgende Anordnung der Versuchsleiterin notwendig:

„Bitte stellen Sie die Infrarot-Lampe so ein, dass Sie sich an Ihrer Schmerzgrenze befinden, was heißen soll, dass Sie den Schmerz gerade noch aushalten können. Es geht nicht darum, sich den Arm zu verbrennen und Wunden davon zu tragen, das ist für diesen Versuch unnötig bis nicht förderlich.“



Abb. 8: Am Tisch befestigte Infrarot-Lampe, auf den rechten Arm der Versuchsperson scheinend.

(Anm.: nachgestelltes Bild, daher keine Schwärzung des Armes, die normalerweise vorgenommen wurde)

Aufgrund dieser Anordnung, die allerdings erst nach dem zweiten Versuch aufgrund eines Zwischenfalls mit Brandwunde (der Proband versuchte die Versuchsleiterin durch besonders hohes Aufdrehen der Lampe zu beeindrucken) angegeben wurde, lief der Versuch in den folgenden Fällen so gut wie reibungslos, also ohne bleibende Verletzungen, ab.

Der erste Versuchsdurchlauf fand, wie oben angegeben, 60 Sekunden ohne Hörbeispiel statt. Zur Kontrolle der Zeit wurde eine Stoppuhr verwendet.



Abb. 9: Proband bei einem Versuchsdurchgang

Nach diesem Durchlauf, so wie nach allen folgenden Versuchsdurchläufen, wurde auf dem als Leinwand fungierenden weißen Plakat, das an der Wand hing, ein Dia an die Wand projiziert. Der Proband hatte auch hier etwa eine Minute Zeit, um sich zu erholen und die Gedanken abzulenken. Die Kontrolle durch den Zeitmesser fand hier nicht statt, da dies den Anschein einer gezwungenen Pause hatte und eventuell die Versuchsperson an der Entspannung hindern könnte. In der Zeit der Projektion des Dias stellte die Versuchsleiterin das entsprechende Hörbeispiel an der Stereoanlage ein und traf die nötigen Vorbereitungen für den folgenden Versuchsablauf.

Die weiteren acht Durchläufe unterschieden sich vom ersten und letzten Versuchsdurchlauf durch das Abspielen der Hörbeispiele, die bereits im Vorfeld auf 60 Sekunden gekürzt beziehungsweise begrenzt worden waren. Dadurch war es dem Probanden möglich, durch das Ausfaden des entsprechenden Beispiels das Ende desselben festzumachen und sofort die Infrarot-Lampe herunter zu drehen. Im Anschluss wurde sofort nach der Note des Hörbeispiels gefragt, was die Bewertung darstellen sollte (siehe oben, Schulnote von eins bis sechs).

Nach Beendigung aller Versuchsdurchläufe, der letzte fand wieder ohne Hörbeispiel statt, wurde nach dem schmerzhaftesten Erlebnis gefragt, was je im Leben erlebt wurde. Auch dieses Empfinden des Schmerzes sollte mit einer Schulnote von eins bis sechs bewertet werden. Mit der Bitte, sich den Arm abzuwaschen, betrat der Proband den sich außerhalb befindenden, nahe gelegenen Waschraum und kehrte kurz darauf mit gesäubertem Arm zurück. Nachdem sich die Versuchsleiterin vergewisserte, ob keine Verletzungen am Arm aufzufinden waren und auch auf Wunsch eine Brandsalbe auf den betreffenden Arm auftrug, war das Experiment beendet und Versuchsleiterin und Versuchsperson verließen den Raum. Teilweise kamen Fragen der Probanden auf, welchen Zweck dieser Versuch

hatte, welche wahrheitsgemäß beantwortet wurden. Auch Wünsche einiger Probanden, sich die abgeschlossene Arbeit ansehen zu können, wurden bejaht.

8. Datenerhebung

Die physiologischen Daten und Messwerte wurden mit dem bereits oben erwähnten SOM Biofeedback erhoben und gespeichert. Während des Versuchs konnten die körperlichen Veränderungen in zugehörigen Diagrammen sofort angezeigt und eingesehen werden. Beispielsweise war es möglich, in dem Diagramm „Licht“ mitzuverfolgen, wie die Versuchsperson den Regler der Infrarot-Lampe betätigte.

9. Beobachtung

Häufig war eine hohe Risiko-Bereitschaft der männlichen Versuchspersonen zu beobachten, was nicht zuletzt auf eine Art *machismo* (Macho-Verhalten) zurückzuführen ist. Beispielsweise verletzte sich eine männlich Versuchsperson an ihrem Unterarm sehr stark durch Brandwunden. In einer nachfolgenden Unterhaltung wurde der Versuchsleiterin erklärt, dass diese Verletzungen durch Imponiergehabe zustanden kamen. Die Versuchsperson hat schlichtweg durch zu hohes Aufdrehen des Reglers die Versuchsleiterin beeindruckend wollen.

Bei einigen der Versuchspersonen war eine gewisse Spannung während des Versuchs bemerkt worden, was wahrscheinlich auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass nicht alle Probanden dieselbe Sympathie auf die

Versuchsleiterin ausübten. Allerdings führte dies nicht zu nachhaltigen Folgen oder Änderungen während des Versuchsablaufs.

B. Ergebnisse

1. Verfahren

Es wird im weiteren Verlauf von den abhängigen und von den unabhängigen Variablen gesprochen werden. Die abhängigen Variablen sind die physiologischen Signale (Puls, Atmung, Hautwiderstand (SRR, SRL), EMG, Hauttemperatur und Licht). Als unabhängige Variable gilt die Hörbedingung. Bei den folgenden Analysen wird die unabhängige Variable auch Faktor genannt.

Aufgrund der oben aufgestellten Hypothesen werden die abhängigen Variablen des Lichtes und der Hauttemperatur untersucht werden. Weiterhin wird die subjektive Bewertung der Hörbeispiele betrachtet werden und es wird der Unterschied zwischen den Geschlechtern untersucht werden.

Im Statistik Programm SPSS wurden die Mittelwerte der physiologischen Messungen des Lichts und der Hauttemperatur gespeichert. Weiterhin wurde das Geschlecht der Versuchspersonen eingegeben, sowie die persönliche Bewertung der jeweiligen Hörbeispiele.

Zunächst wurde der Korrelationskoeffizient (oder auch Pearson-Korrelation) zwischen dem Licht, der Hauttemperatur und der persönlichen Bewertung (Gefallen) berechnet. Hiermit ist die Enge des Zusam-

menhanges zwischen den Mittelwerten zweier Merkmalsausprägungen gemeint, die zeitgleich gemessen wurden. Das heißt, dass unter den zehn verschiedenen Hörbedingungen jeweils der Korrelationskoeffizient zwischen Licht und Hauttemperatur, zwischen Licht und Gefallen und zwischen Hauttemperatur und Gefallen berechnet wurde. Bei dieser empirischen Studie wurden also 30 Korrelationskoeffizienten berechnet, denn unter jeder der zehn Hörbedingungen sind drei Zusammenhänge interessant. Der errechnete Wert kann theoretisch im Extremfall +1; -1 oder 0 betragen. Erhält man ein Ergebnis, das in Richtung +1 geht, so ist der Zusammenhang positiv. Ein Wert, der in die Richtung von -1 geht, zeigt einen negativen Zusammenhang. Beträgt der Korrelationskoeffizient 0, so gibt es keinen Zusammenhang zwischen den Messwerten.

Beispiel: Würde der Korrelationskoeffizient bei Licht und Hauttemperatur bei der Hörbedingung *Geräusch angenehm* +1 betragen, so hieße dies, je höher das Licht aufgedreht werden würde, desto höher wäre die gemessene Hauttemperatur. Würde der Wert -1 betragen, so hieße dies beim angenehmen Geräusch, je höher das Licht aufgedreht werden würde, desto niedriger wäre die gemessene Hauttemperatur.

Des Weiteren wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen angewandt. Der Faktor Geschlecht enthielt zwei Stufen, da es sich bei den Versuchspersonen um weibliche und männliche Probanden handelte. Die Messwiederholungen kamen durch die zehnfache Stufung des Faktors Hörbedingung zustande. Die Varianzanalyse ermittelt die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der abhängigen Variablen bei den Hörbeispielen.

Bei allen statistischen Überprüfungen der Hypothesen wurde ein Signifikanztest durchgeführt. Hierbei wird die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit

der das gefundene empirische Ergebnis auftreten kann. Wird dabei ein Wert ermittelt, der $< 5\%$, bzw. $p=0,05$ ist, so ist das Ergebnis signifikant. Ist der Wert $< 1\%$, bzw. $p=0,01$, dann ist das Ergebnis hochsignifikant. p wird auch mit Irrtumswahrscheinlichkeit bezeichnet. Einfach ausgedrückt: Wird das empirische Experiment 100 mal durchgeführt, so wird bei $p=0,05$ nur fünfmal ein anderes Ergebnis herauskommen, beziehungsweise bei $p=0,01$ nur einmal⁴⁵.

2. Darstellung der Ergebnisse

Die Errechnung des Korrelationskoeffizienten ergab wenig signifikante Ergebnisse. Zu erwarten gewesen wären Zusammenhänge zwischen der Temperatur und dem Licht, da so beide dieser abhängigen Variablen als Indikatoren für Schmerz gesehen werden könnten. Wie in Abbildung 10 zu sehen ist, ist die Signifikanz bei drei der zehn Hörbedingungen gegeben. Beim angenehmen Geräusch beträgt $p=0,056$, bei der angenehmen Musik 1 ist $p=0,066$ und bei der männlichen Stimme ist $p=0,027$. Bei jeder dieser drei Hörbedingungen beträgt $r\approx 0,4$.

Trotz des Zusammenhanges von Licht und Temperatur bei den drei oben genannten Hörbedingungen hängen diese beiden abhängigen Variablen vorwiegend nicht voneinander ab. Nun ist die Frage zu stellen, welche der beiden physiologischen Messungen als Indikator für den Schmerz, beziehungsweise für die Schmerzintensität gelten soll.

Vergleicht man die gemessene Hauttemperatur mit der gemessenen Prozentzahl des Lichtes, so kann man beobachten, dass die Reaktion der Probanden bezüglich ihrer Schmerzschwelle im Hinblick auf das Licht viel

⁴⁵ Jürgen Bortz und Nicola Döring, *Forschungsmethoden und Evaluation*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1995, S. 463; 476; 496

unmittelbarer und direkter erfolgte als bei der gemessenen Hauttemperatur. Offensichtlich hängt dies damit zusammen, dass die Reaktion der Haut sehr viel träger und langsamer erfolgt, als die Veränderung der Lichtintensität. Die Haut braucht eine gewisse Zeit, um sich zu erhitzen oder wieder abzukühlen. Hingegen ist bei der Betätigung des Reglers der Infrarot-Lampe eine sofortige Veränderung bei den Messwerten im Diagramm zu erkennen.

Somit ist nicht die Hauttemperatur als Indikator für die Schmerzschwelle zu sehen, sondern die Lichtintensität, da sie viel genauer und direkter die Reaktion der Versuchspersonen anzeigt.

Weiterhin ergaben die Berechnungen, dass es keine Korrelationen zwischen dem Licht und dem Gefallen gab und auch nicht zwischen dem Gefallen und der gemessenen Hauttemperatur.

Geräusch angenehm

	Licht	Temperatur
Temperatur	,434 ,056 20	
Gefallen	,012 ,961 20	,094 ,601 33

Musik angenehm 1

	Licht	Temperatur
Temperatur	,418 ,066 20	
Gefallen	-,164 ,490 20	,136 ,450 33

Stimme männlich

	Licht	Temperatur
Temperatur	,495 (*) ,027 20	
Gefallen	-,342 ,140 20	,007 ,972 32

Abb. 10: Die Korrelationen von Temperatur und Licht sind bei den Hörbedingungen *Geräusch angenehm*, *Musik angenehm 1* und *Stimme männlich* signifikant.

Betrachtet man die Mittelwertsunterschiede des Gefallens unter Einfluss des Faktors Hörbedingung, so sieht man, dass dieser Faktor hochsignifi-

kant ist ($F_{(df; 217)}=41,07; p=0,000$). Die Interaktion von Geschlecht und Hörbedingung ist allerdings nicht signifikant, den $p=0,092$.

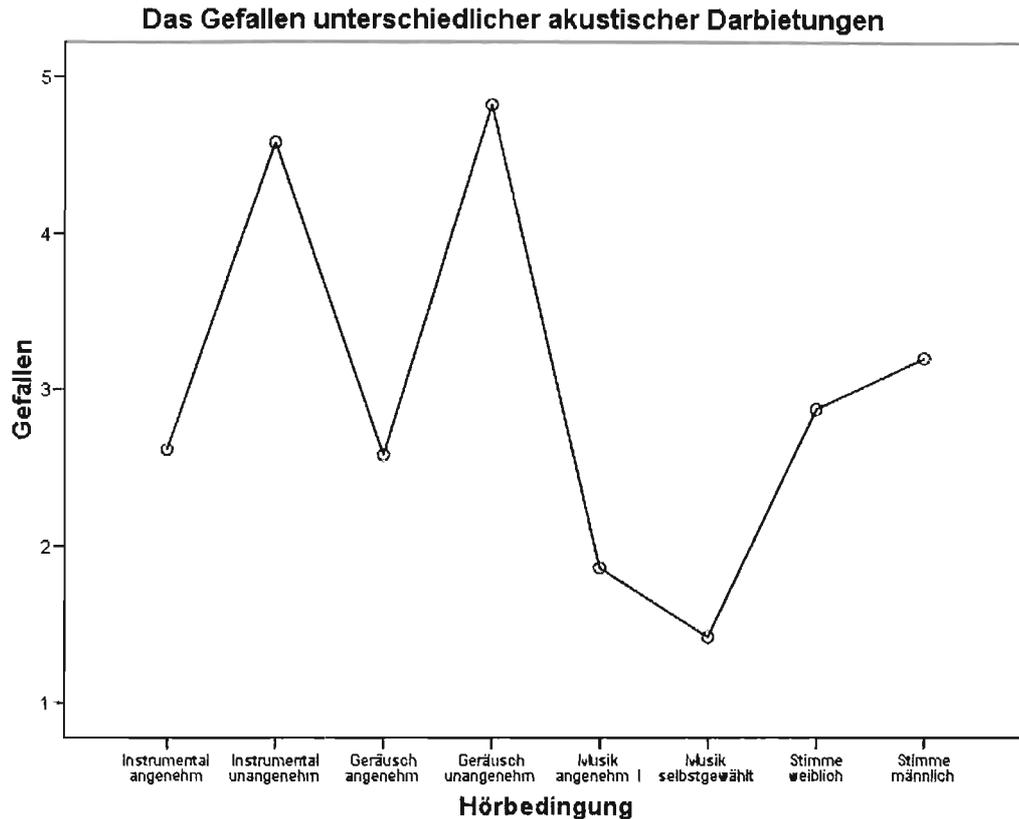


Abb. 11: Bei unterschiedlichen akustischen Darbietungen zeigen sich deutliche Unterschiede in der Bewertung, insbesondere die von der Versuchsleiterin als unangenehm eingeschätzte Musik wurde auch als unangenehm bewertet. Die selbstgewählte Musik wurde als angenehm bewertet. Dieses Ergebnis bestätigt die Versuchsplanung.

Zu erkennen ist also in Abbildung 11, dass das selbstgewählte Musikstück am höchsten bewertet wurde. Auch die angenehme Musik 1 wurde hoch bewertet. Sehr schlecht in der Bewertung schnitten das unangenehme Geräusch und die unangenehme Instrumentalmusik ab.

Der Einfluss des Faktors Hörbedingung auf die Mittelwertsunterschiede des Lichtes (Schmerzintensität) ist signifikant mit der Tendenz zu hochsignifikant, denn $F_{(df; 162)}=2,397; p=0,014$. Bei dieser Varianzanalyse ist zu

sehen, dass die Interaktion von Hörbedingung und Geschlecht nicht signifikant ist ($p=0,661$).

Die Schmerzintensität (Licht) bei unterschiedlichen akustischen Darbietungen

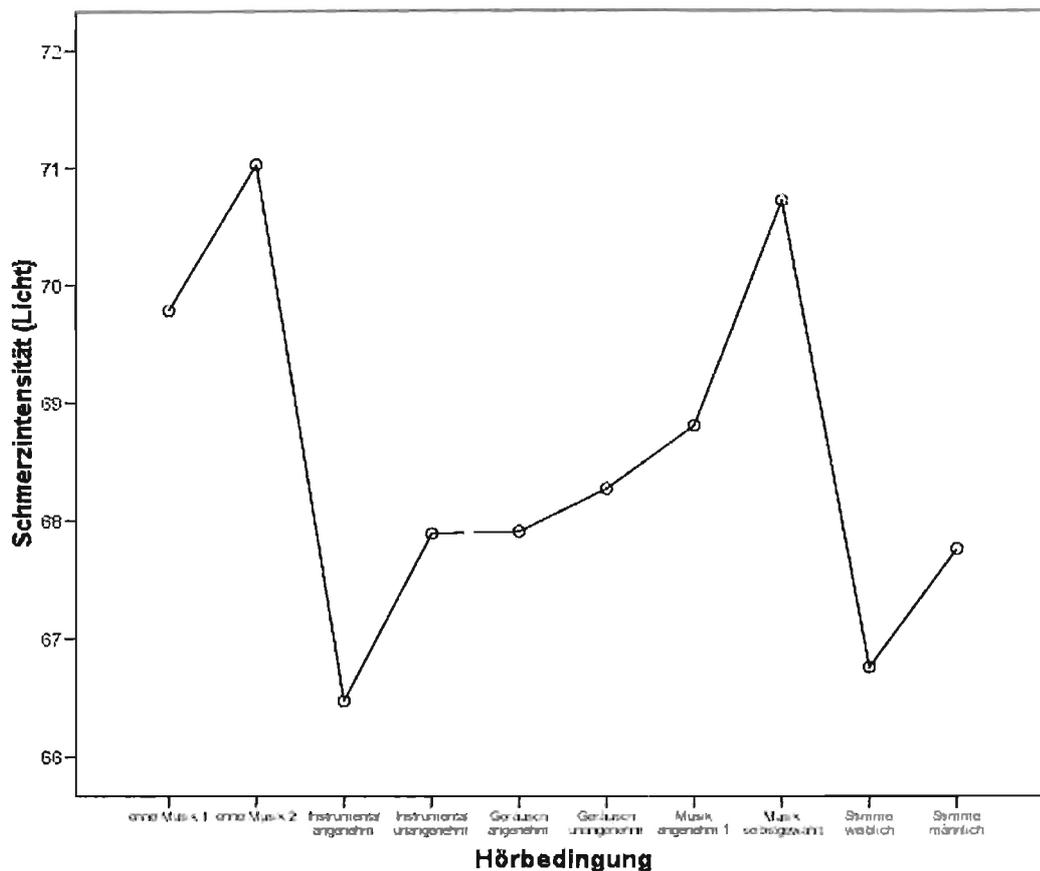


Abb. 12: Auch dieses Ergebnis bestätigt die Versuchsplanung: Bei der selbstgewählten Musik war die Schmerzintensität am höchsten.

Abbildung 12 zeigt, dass bezüglich der Hörbeispiele, die abgespielt wurden, die Schmerzintensität bei der selbstgewählten Musik am höchsten war. Doch auch bei den beiden Hörbedingungen am Anfang und am Ende des Experiments ohne Musik wurde der Regler des Lichtes erkennbar hoch aufgedreht.

Die Mittelwertsunterschiede der gemessenen Hauttemperatur zeigen keinen signifikanten Einfluss des Faktors Hörbedingung ($F_{(df; 270)}=1,145$; $p=0,331$). Auch die Interaktion von Hörbedingung und Geschlecht ist tendenziell nicht signifikant, den $p=0,47$; beziehungsweise 0,135; 0,126 und 0,175.

Die gemessene Hauttemperatur bei unterschiedlichen akustischen Darbietungen

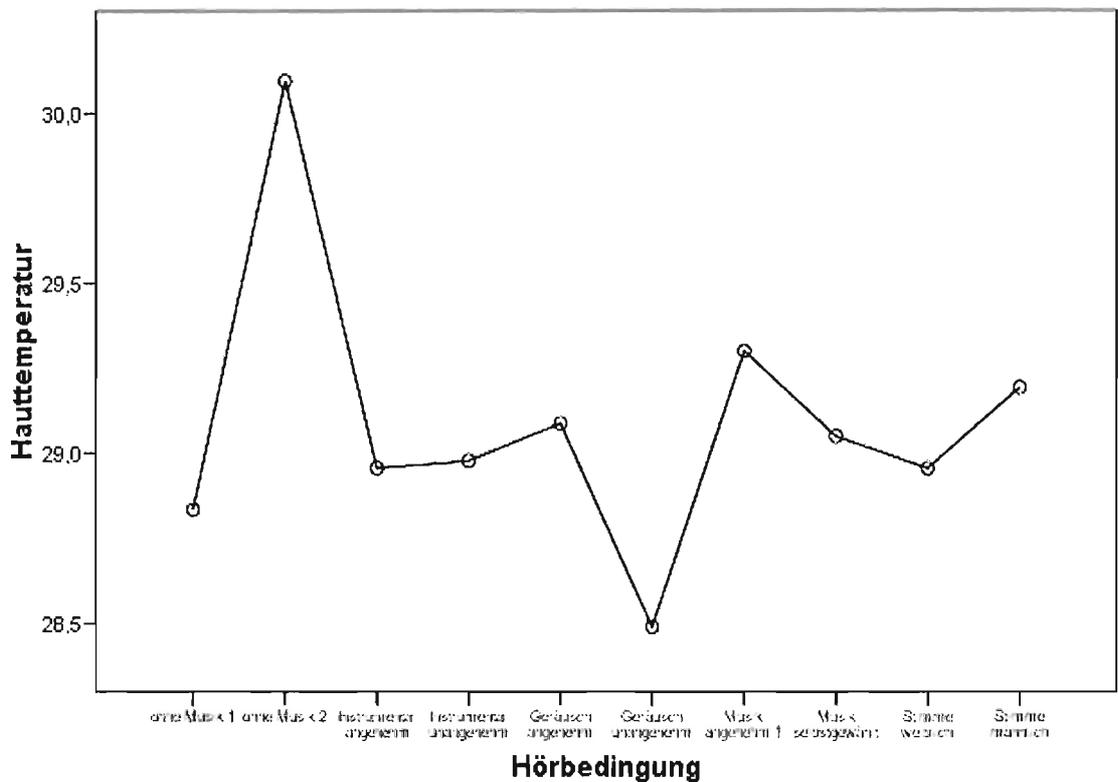


Abb. 13: Die Hauttemperatur ist beim letzten Durchgang des Experiments, ohne Musik, am höchsten. Allerdings haben die Hörbedingungen keinen signifikanten Einfluss auf die Hauttemperatur.

Zu sehen ist in Abbildung 13, dass die gemessene Hauttemperatur bei der Hörbedingung *Geräusch unangenehm* am niedrigsten ist und beim letzten Durchgang ohne Musik am Schluss des Experiments, der Hörbedingung *ohne Musik 2*, am höchsten ist. Die Ergebnisse dieser Varianzanalyse lassen keine Interpretationen zu, da die Ergebnisse nicht signifikant sind.

III Interpretation der Ergebnisse

Da es, wie oben bereits dargestellt, keine Korrelationen zwischen dem Licht, dem Gefallen und der Schmerzintensität gibt, sind alle drei H_0 der Korrelations-Hypothesen bestätigt:

1. H_0 : Es besteht kein Zusammenhang zwischen der selbstgewählten Schmerzintensität (Lichtintensität) und dem Gefallen der Hörbedingungen.
2. H_0 : Es besteht kein Zusammenhang zwischen der gewählten Lichtintensität und der gemessenen Hauttemperatur.
3. H_0 : Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Gefallen der Hörbedingungen und der gemessenen Hauttemperatur.

Da der Faktor Hörbedingung einen hochsignifikanten Einfluss auf das Gefallen hat, ist die erste H_1 der Mittelwertshypothesen verifiziert:

1. H_1 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben einen Einfluss auf das Gefallen der Hörbedingungen.

Die zweite H_1 der Mittelwerts-Hypothesen wird ebenfalls verifiziert, da es einen signifikanten Einfluss des Faktors auf die Mittelwertsunterschiede des Lichtes (Schmerzintensität) gibt:

2. H_1 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben einen Einfluss auf die selbstgewählte Schmerzintensität (Lichtintensität).

Bei der dritten Überprüfung des Einflusses der unterschiedlichen akustischen Darbietungen wird die H_0 verifiziert, da dieser nicht signifikant auf die gemessene Hauttemperatur einwirkt:

3. H_0 : Unterschiedliche akustische Darbietungen haben keinen Einfluss auf die gemessene Hauttemperatur.

Bei der Betrachtung der Auswertungen fallen drei Ergebnisse ins Auge:

1. Während des selbstgewählten Lieblingsstückes wurde das Licht besonders hoch aufgedreht.
2. Beim ersten und zweiten Kontrolldurchlauf ohne Musik wurde das Licht relativ bzw. sehr hoch aufgedreht.
3. Das selbstgewählte Lieblingsstück wird so gut wie immer gut bewertet.

Die Vermutung lag zwar nahe, dass während des selbstgewählten Musikstückes das Licht hoch aufgedreht werden würde. Allerdings verwundert es, dass dies ebenfalls beim ersten und zweiten Kontrolldurchlauf ohne Musik der Fall ist. Weiterhin stellt sich die Frage, warum nicht bei der angenehmen Musik (Ma1) oder bei der angenehmen Instrumentalmusik (Ia) das Licht hoch aufgedreht wurde, obwohl dort die Bewertung ebenfalls hoch ausfiel.

Zu vermuten ist, dass beim ersten Kontrolldurchlauf ohne Musik (immer am Anfang des Experiments stattfindend) eine Art „Exciting-Effekt“ bei den Probanden stattgefunden hat. Es handelte sich um eine für die Versuchspersonen neue, unbekannte Situation, die erst einmal ausgetestet werden musste. Wahrscheinlich wurde die Situation, in der sich die Probanden befanden, nicht als risikoreich oder gefährlich eingestuft. Deshalb wurden sozusagen Grenzen ausgetestet, indem die Personen das Licht hoch aufdrehten. Das Argument, dass die Wirkung der Infrarot-Lampe noch nicht eingeschätzt werden konnte, kann deshalb verworfen werden, da alle Versuchspersonen einen Probedurchlauf machen sollten, um genau diese Wirkung kennen zu lernen.

Beim zweiten Kontrolldurchlauf ohne Musik kann davon ausgegangen werden, dass sich die Personen zum einen an das Licht und die Situation

gewöhnt hatten, zum anderen aber in freudiger Erwartung und Dankbarkeit dem Ende des Experiments entgegen sahen. Daher ist auch die Beobachtung logisch, dass das Licht hier ebenfalls hoch aufgedreht wurde. Zu vermuten ist, dass das Ergebnis wahrscheinlich ein anderes gewesen wäre, wenn der zweite Durchgang ohne Musik nicht am Ende, sondern an variabler Stelle während des Experimentdurchlaufes statt gefunden hätte. Das Licht wäre wahrscheinlich nicht so hoch aufgedreht worden. Es hätte keine Vorfreude auf das bevorstehende Ende des Experiments gegeben, die, wie oben erwähnt, sonst dazu geführt hat, sich noch einmal anzustrengen und das Licht hochzudrehen. Die Vermutung, dass sich die Haut an die Wärmeeinwirkung gewöhnt hat, ist deshalb zu verwerfen, da dauerhaft zugefügter Schmerz dazu führt, dass die Haut sensibilisiert wird und überempfindlich auf diesen Reiz reagiert⁴⁶. Ist das Gewebe geschädigt, so sinkt die Schmerzschwelle deutlich ab, so dass nicht schmerzhaft Reize das nozizeptive Antwortverhalten auslöst.

Der Zusammenhang zwischen der hohen Bewertung und dem hohen Aufdrehen des Lichtes beim selbstgewählten Lieblingsstück erklärt sich wie von selbst. Das gesamte Experiment fußt auf der Annahme, dass Musik, die subjektiv gut gefällt, einen schmerzlindernden Effekt hat. Diese Annahme wäre hiermit bestätigt.

Bleibt die letzte Frage zu klären, warum dies nicht bei der anderen angenehmen Musik (Ma1) und der angenehmen Instrumentalmusik (Ia) ebenfalls der Fall ist. Die Bewertung dieser Stücke ist ebenfalls hoch, warum also wird das Licht hier nicht hoch aufgedreht?

Es handelt sich zwar bei den oben genannten Musik-Bedingungen (Ma1, Ia) um Stücke, die positiv bewertet wurden. Allerdings war diese Musik den Probanden unbekannt und nicht vertraut. Dieser Bekanntheits- und Vertrautheitsfaktor scheint eine große Rolle bei der Reduktion der

⁴⁶ http://www.schmerz-therapie-deutschland.de/pages/zeitschrift/z2_03/art_208.html

Schmerzempfindung zu spielen. Wird unbekannte Musik abgespielt, so ist das Bewusstsein damit beschäftigt, diese Musik kennen zu lernen und zu erforschen. Es wird erst im Nachhinein klar, ob diese Musik gefällt oder nicht. Daher kann auch keine totale Entspannung direkt zu Anfang des Stückes stattfinden. Außerdem würde unbekannte Musik dazu führen, dass die Situation als unkontrollierbar erscheinen würde, denn schließlich hat der Proband keinen Einfluss darauf, was er hören wird. Wenn die Musik allerdings bekannt ist und aus Gefallensgründen selbstgewählt wurde, so findet eine Vorfreude auf die Musik statt. Der Körper entspannt sich und die Person kann sich direkt zu Anfang völlig fallen lassen. Diese Grundentspannung führt dann letztendlich zur Erhöhung der Schmerzschwelle.

IV Fazit

Musik wirkt sich ganz offensichtlich auf die emotionale Stimmungslage von Menschen aus. Von enormer Wichtigkeit ist allerdings, dass das Musikstück, was gehört wird, gut gefällt. Nur dann ist die Wirkung auf den Gemütszustand positiv. Die damit verbundene Grundentspannung führt wiederum zu einer Verminderung des Schmerzempfindens. Daraus folgt, dass das Ausmaß physischer Beeinträchtigungen - im Fall der vorliegenden Untersuchungen: der Schmerzwahrnehmung - durch gezielt eingesetzte musikalische Stimuli beeinflussbar ist.

Daraus folgend ist im Gesundheitswesen eine präventive, therapeutische und rehabilitative Anwendung musikalischer Reize bei stress-, angst- und schmerzbetonten Störungen denkbar mit der Absicht, übliche medizinische Verfahren zu komplementieren. Ein herausragender Zielparameter des praktischen Einsatzes musikalischer Stimuli in der medizinischen Arbeit mit Musik ist die Erhöhung der Lebensqualität, was u.a. bedeutet, das Schmerzerleben eines Patienten individuell erträglich zu gestalten. Ausgehend von den oben aufgeführten Ergebnissen und ihrer Interpretation ist der Einsatz der Musik bei der Behandlung chronischer Erkrankungen und des chronischen Schmerzes denkbar. Positive Wirkungen lassen sich bei der Reduzierung psychischer prä- und perioperativer Stresszustände erzielen.

In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass viele Patienten unter ihrer Angst vor medizinischen Eingriffen leiden und deshalb den unbedingt notwendigen Gang zum Arzt vermeiden. Daraus folgend können möglicherweise leichte Beschwerden, die solche Patienten zunächst empfinden, in heftige oder sogar chronische, irreversible Erkrankungen konvertieren. Als Beispiel hierfür ist die Zahnbehandlung zu nennen.

Recherchiert man im Internet mit Hilfe einer Suchmaschine zu dem Stichwort „Zahnarztangst“, so finden sich zahlreiche Internetseiten, die sich mit dieser Thematik beschäftigen und Bewältigungsstrategien und Therapiemöglichkeiten (wie z. B. Hypnose) anbieten.

Laut der Deutschen Gesellschaft für Zahnbehandlungsphobie leiden etwa 5 Mio. Menschen in Deutschland aus unterschiedlichen Gründen wie zum Beispiel traumatischen Erlebnissen bei der Behandlung, Angst vor Schmerzen, ungewohnten Behandlungssituationen u. ä. unter einer oft unerträglichen Angst vor einer Zahnbehandlung, die sich bis zur Phobie steigern kann. In der Folge lösen notwendige Besuche bei einem Zahnarzt beim Patienten Angstschweiß, Panikattacken und Zittern aus⁴⁷. Da allgemein der Gang zum Zahnarzt aus vielfältigen Gründen häufig negativ konnotiert ist, erleben viele Patienten durch Ängste und innere und äußere Verspannungen heftigeren physischen Schmerz, als er in Wirklichkeit vorhanden ist.

Hier könnte eine Beeinflussung des Schmerzgeschehens durch den gezielten Einsatz der Musik ansetzen. Die betroffenen Patienten, die unter einem heftigen physischen Schmerz leiden, könnten ihre Lieblingsmusik zum Arzt mitbringen. Durch das Hören dieser Musik würde das eigene Bewusstsein mit angenehmen Reizen versorgt und die möglicherweise angsterfüllte Anspannung sinken. Während der Behandlung würde die Musik auf die Schmerzempfindung der betroffenen Patienten einwirken und ihre Schmerzschwelle senken. Ein Herabsetzen der Schmerzschwelle durch die eigene Lieblingsmusik wäre eine Hilfe sowohl für den Patienten wie auch für den behandelnden Arzt. Dadurch könnte der Besuch beim Zahnarzt nicht mehr als schlimm, unerträglich und angstvoll erlebt werden, sondern die Patienten würden in einem ausgeglicheneren und entspannteren psychischen Zustand mit ihrer Lieblingsmusik zum Zahnarzt

⁴⁷ <http://www.zahnbehandlungsphobie.com/>

gehen und die notwendige Behandlung als weniger unangenehm empfinden, was wiederum prophylaktische Auswirkungen hat.

Die praktische Anwendung wäre zudem unproblematisch, da die Musik per Kopfhörer übertragen werden kann, ohne beim Untersuchungs- und Behandlungsablauf hinderlich zu sein.

Zusammenfassend lässt sich anhand der Ergebnisse des durchgeführten Versuchs sagen, dass Musik als Medium der Schmerztherapie auf vielfältige Weise wirkt und eine ganz erhebliche Hilfe ist, nicht nur, um Schmerzen zu reduzieren, sondern auch, um eine positive Lebenseinstellung durch verbesserte Lebensqualität (durch die Schmerzreduktion) zu bekommen.

V Literatur

- Anderson, Robin; Baron, Robert und Logan, Henrietta, *Distraction, Control and Dental Stress*, in: *Journal of Applied Psychology*, Vol 21 (2), 1991, S. 156-171
- Barber, Theodore X. und Cooper, Barbara J., *Effects on pain of experimentally induced and spontaneous distraction*, in: *Psychological Reports*, 31, 1972, S. 647-651,
- Bemann, Hans (Hrsg.), *Der klerikale Witz*, 1. Auflage, Walter-Verlag AG, Olten, 1979, S.92-94
- Bierbaumer, Niels und Schmidt, Robert, *Biologische Psychologie*, 6. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2006, S. 275-280
- Bortz, Jürgen und Döring, Nicola, *Forschungsmethoden und Evaluation*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1995, S. 463; 476; 496
- Bricout, Jacques, *Schmerz*, Presse-Druck- und Verlags-GmbH, Augsburg, 1969, S.24-27
- Cignacco, Eva; Hamers, Jan P. H. und Stoffel, Lilian, *The efficacy of non-pharmakological interventions in the management of procedural pain in preterm and term neonates. A systematic review*. in: *European Journal of Pain*, Vol 11 (2), Feb 2007, S. 139-152
- Droh, R.; Halpaap, B.-B. und Spintge, R., *Musik als Anxiolytikum in der Geburtshilfe*, in: Georg Hoermann, *Musiktherapie aus medizinischer Sicht*, Hettgen-Verlag, Münster, 1988, S. 209-217
- Farthing, William; Venturio, Michael und Brown, Scott, *Suggestion and distraction in the control of pain: Test of two hypotheses*, in: *Journal of abnormal Psychology*, Vol 93, No. 3, 1984, S. 266-276
- Greene, Leon und Hardy, James, *Adaptation of thermal pain in the skin*, in: *Journal of Applied Physiology*, 17, S. 693-697

- Handwerker, H. O. und Kobal, G., *Psychophysiology of experimentally induced pain*, *Physiol. Rev.*, 73, Jul 1993, S. 639-671
- Hardy, James et al., *Thresholds of pain and reflex contraction as related to noxious stimulation*, in: *Journal of Applied Physiology*, Vol 5 (12), 1953, S. 725-739
- Heinz- Mohr, Gerd, *Das vergnügte Kirchenjahr. Heitere Geschichten und schmunzelnde Wahrheiten*, 1. Aufl., Eugen Diederichs Verlag, Düsseldorf und Köln, 1974, S. 164
- Hekmat, Hamid und Hertel, James, *Pain attenuating effects of preferred versus non- preferred music interventions*, in: *Psychology of Music*, 21 (2), 1993, S. 163-173
- Huppelsberg, Jens und Walter, Kerstin, *Kurzlehrbuch Physiologie*, 2., korrigierte Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2005, S. 322-326
- Jaggy, André, *Atlas und Lehrbuch der Kleintierneurologie*, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 2007, S. 23-26
- Karow, Diana und Rötter, Günther, *Eine Studie zur analgetischen Wirkung von Musik*, in: Behne, Klaus- Ernst; de la Motte-Haber, Helga und Kleinen, Günther, *Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie*, Band 16, Hogrefe Verlag, Göttingen, 2002, S. 84-101
- Keeser, Wolfgang; Pöppel, Ernst und Mitterhusen, Petra, *Schmerz. Fortschritte der Klinischen Psychologie 27*, Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 1982, S. 8-15
- Kenntner-Mabiala, Ramona; Gorges, Susanne und Alpers, Georg, *Musically induced arousal affects pain perception in females but not in males: A psychophysiological examination*, in: *Biological Psychology*, Vol. 75 (1), Apr 2007, S. 19-23

- Larbig, Wolfgang, *Physiologische Grundlagen von Schmerz und die Gate-Control-Theorie*, in: U. T. Egle und S. O. Hoffmann, *Der Schmerz- kranke*, Schattauer GmbH, Stuttgart, 1993, S. 42-59
- Malenbaum, Sara; Keefe, Francis; de C. Williams, Amanda; Ulrich, Roger und Somers, Tamara: *Pain in its environmental context: Implications for designing environments to enhance pain control*, in: *Pain*, Vol. 134 (3), Feb. 2008, S. 241-244
- Melzack, Ronald und Wall, Patrick, *Pain mechanismus: A new theory*, in: *Science*, 150, S. 971-979
- Mitchell, Laura A.; McDonald, Raymond A. R. und Brodie, Eric E., *A comparison of the effects of preferred music, arithmetic and humour on cold pressor pain*, in: *European Journal of Pain*, Vol 10 (4), May 2006, S. 343-351
- Müller-Busch, Christof, *Schmerz und Musik. Musiktherapie bei Patienten mit chronischen Schmerzen*, in: Bolay, Volker (Hrsg.), *Praxis der Musiktherapie*, Bd. 15, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm, 1997, S. 122-147
- Rötter, Günther, *Funktionale Musik*, in: de la Motte- Haber, Helga und Rötter, Günther, *Musikpsychologie*, Laaber- Verlag, Laaber, 2005, S. 311-338
- Roy, Mathieu; Peretz, Isabelle und Rainville, Pierre, *Emotional valence contributes to music-induced analgesia*, in: *Pain*, Vol 134 (1-2), Jan 2008, S. 140-147
- Schmerzcharakterisierung einer internationalen Expertenkommission, übersetzt aus: *Pain*, Vol 6, 1979, S. 248-252
- Schmidt, Robert und Lang, Florian, *Physiologie des Menschen*, 30., neu überarbeitete und aktualisierte Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2007, S. 282-283

- Schmidt, Robert F.; Thews, Gerhard und Lang, Florian, *Physiologie des Menschen*, 28. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 2000, S. 236
- Siedliecki, Sandra L., *Effect of music on power, pain, depression and disability*, in: *JAN Journal of Advanced Nursing*, Vol 54 (5), Jun 2006, S. 553-562
- Spintge, Ralph und Droh, Roland, *Perioperatives Befinden mit anxiolytischer Musik und Rohypnol (Flunitrazepam) bei 1919 Spinalanästhesien*, in: Droh, R. und Spintge, R. (Hrsg.), *Angst, Schmerz, Musik in der Anästhesie*, Editiones <Roche>, Basel, 1982, S. 193-196
- Trepel, Martin, *Neuroanatomie – Struktur und Funktion*, 3. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München, Jena, 2004, S. 330
- Whipple, Beverly und Nahama, Glynn, *Quantification of the effects of listening to music as a noninvasive method of pain control*, in: *Scholarly Inquiry for Nursing Practice*, (6) 1, 1992, S. 43-58

Internetquellen

- <http://www.apparatezentrum.de/content/0013.html>, gefunden am 14. 04. 2008
- <http://www.zahnbehandlungssphobie.com/>, gefunden am 11. 05. 2008
- http://www.schmerz-therapie-deutschland.de/pages/zeitschrift/z2_03/art_208.html, gefunden am 22. 05. 2008
- http://www.zwai.net/pflege/Anaesthesie/Journal/Anaesthesiepflege/PCA_-_die_patientenkontrollierte_Analgesie_im_Klinikalltag/Teil_1/, gefunden am 03. 03. 2008

- <http://www.akupunktur-tcm.ch/>, gefunden am 07. 06. 2008
- <http://www.sportkrankenhaus.de/Artikel/schmerz.htm>, gefunden am 29. 06. 2008
- <http://www.tk-online.de/rochelexikon/ro05000/r06300.000.html>, gefunden am 29. 06. 2008
- http://74.125.39.104/search?q=cache:iQkhenouUvQcJ:www.iags.info/index.php%3Fid%3D13,22,0,0,1,0+thermode&hl=de&ct=clnk&cd=1&gl=de&lr=lang_de, gefunden am 02. 07. 2008
- <http://www.textlog.de/15589.html>, gefunden am 22. 04. 2008
- <http://www.netdokter.de/ratschlaege/untersuchungen/spinalanaesthesie.htm>, gefunden am 11. 07. 2008
- <http://www.planet-wis-sen.de/pw/Artikel,,,,,,,,C6D4669CA69CC79AE030DB95FBC35FFA,,,,,,,,,,,,,html>, gefunden am 3. 04. 2008

Anhang

- CD Rom mit Internetquellen