

Bachelorarbeit im Studiengang Audiovisuelle Medien

**Alternative Soundempfindung für Gehörlose und Schwerhörige**

---

**Das Sound Shirt**

vorgelegt von Benedikt Vogler  
an der Hochschule der Medien Stuttgart  
am 22. März 2017

Erstprüfer: Prof. Oliver Curdt  
Zweitprüfer: Prof. Dr. Michael Felten

## Danksagungen

Die Bachelorarbeit wäre ohne die Unterstützung vieler nicht möglich gewesen. Daher möchte ich allen Beteiligten meinen großen Dank aussprechen.

Ich danke meinen Betreuern Prof. Oliver Curdt und Prof. Dr. Michael Felten, die mir für Rat und Tat zur Seite standen.

Bedanken möchte ich mich auch bei Anika Bresser und Sandra Martin, die mir nicht nur während der Arbeit jederzeit für Rückfragen zur Verfügung standen, sondern auch ihre bisherigen gesammelten Materialien über das Sound Shirt weitergegeben haben. Außerdem haben sie es mir möglich gemacht, den Prototypen des Sound Shirts selbst zu tragen und zu testen.

Mein weiterer Dank geht an Jung von Matt, allen voran Sarah Lu Meyer, die für persönliche Gespräche stets ein offenes Ohr hatte und mir eine große Hilfe bei der Vermittlung der Zuständigkeiten für das Sound Shirt war.

Weiter bedanke ich mich beim Orchester der Jungen Symphoniker Hamburg und Alexander Dietze für die technische Betreuung.

CuteCircuit genehmigte mir freundlicherweise die Verwendung des unveröffentlichten Interviews mit Jung von Matt.

Zum Schluss möchte ich meinen Eltern, Verwandten und Freunden für die Unterstützung während meiner Bachelorarbeit danken.

## **Abkürzungen**

DAW = Digital Audio Workstation

LED = Light-Emitting-Diode, Leuchtdiode

CI = Cochlear-Implantat

USB = Universal Serial Bus

EDR = Enhanced Data Rate

MIDI = Musical Instrument Digital Interface

BAHA = Bone-Anchored-Hearing-Aid

## **Hinweis**

### **Anmerkung zur geschlechtsneutralen Gleichbehandlung**

Zu Gunsten der Lesefreundlichkeit wurde auf eine durchgehend geschlechtsneutrale Schreibweise verzichtet. Die verwendete männliche Form schließt bei Entsprechung die weibliche Form selbstverständlich mit ein.

## 1. Erklärung

Hiermit versichere ich, Benedikt Vogler, ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „Alternative Soundempfindung für Gehörlose und Schwerhörige - Das Sound Shirt“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Ich habe die Bedeutung der ehrenwörtlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§ 24 Abs. 2 Bachelor-SPO der HdM) einer unrichtigen oder unvollständigen ehrenwörtlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

Stuttgart, 22. März 2017

---

## 2. Kurzfassung

Diese Forschungsarbeit beschäftigt sich theoretisch und praktisch mit dem Musikempfinden von Hörgeschädigten. Die Auswirkung von Vibration wird als Ersatz für das fehlende Gehör in der Theorie näher betrachtet.

Praktisch wird untersucht, ob das Sound Shirt eine alternative Schallwahrnehmung für Gehörlose und Schwerhörige darstellen kann. Darüber hinaus werden verschiedene Einsatzmöglichkeiten des Sound Shirts zur Soundempfindung und -interpretation erörtert.

Schlagwörter: *Sound Shirt, Gehörlosigkeit, Schwerhörigkeit, Musik fühlen, Ton spüren, Junge Symphoniker Hamburg, Orchester, Knochenleitung, Vibration, akustische Wahrnehmung, Körperschall, Studie, Mikrofonierung*

## 3. Abstract

This research is theoretically and practically concerned with the music sensitivity of the hearing impaired. The effect of tactile vibration as a replacement for the missing sense of hearing is examined in the theoretical part of this work. It is practically investigated, if the sound shirt can constitute an alternative sound sensation for the deaf and hard of hearing. In addition, various possibilities for sound sensation and interpretation with the Sound Shirt are discussed.

Keywords: *Sound Shirt, deafness, hardness of hearing, sensing music, feeling sound, Young Symphonic Orchestra of Hamburg, bone conduction, vibration, acoustic perception, structure-borne noise, survey, miking*

## 4. Inhaltsverzeichnis

Danksagungen.....	2
Abkürzungen .....	3
Hinweis .....	3
1. Erklärung .....	4
2. Kurzfassung .....	5
3. Abstract .....	5
4. Inhaltsverzeichnis .....	6
5. Einleitung.....	8
5.1 Einschränkung der Wahrnehmung von Sound.....	9
5.1.1. Schallleitungsstörung .....	10
5.1.2. Schallempfindungsstörung .....	10
5.1.3. Neurale Hörschädigung .....	10
5.1.4. Ab wann gilt ein Hörgeschädigter als gehörlos? .....	11
5.2 Knochenleitung .....	12
5.2.1. Rinne Versuch .....	13
5.2.2. Weber Versuch .....	14
5.3 Pallästhesie .....	14
5.3.1. Vibration als Kommunikationsmittel .....	15
5.3.2. Subjektive Vibrationsempfindung und Vibrationsstörungen .....	17
5.4. Inklusion gehörloser und schwerhöriger Personen .....	18
5.4.1. Lippenlesen.....	19
5.4.2. Logopädie .....	20
5.4.3. Cochlear-Implantat .....	21
5.4.4. BAHA .....	22
5.4.5. Untertitel .....	22
5.4.6. Dolmetscher.....	23
5.4.7. Schulausbildung .....	24

5.4.8. Tanz und rhythmische Musik .....	25
6. Das Sound Shirt .....	26
6.1. Jung von Matt: Werbung für das Sound Shirt .....	26
6.2. CuteCircuit .....	26
6.3. Entwicklung.....	27
6.3.1. Technische Umsetzung.....	28
6.3.2. Aufbau des Sound Shirts .....	29
6.3.3 Softwareumsetzung .....	31
6.3.4 Signalaufnahme-, verarbeitung- und -weiterleitung .....	33
7. Erfahrungsbericht aus der Praxis .....	37
7.1. eigene Erfahrung in Hamburg .....	37
7.1.1. Das Orchester: Junge Symphoniker Hamburg .....	38
7.1.2. Konzertablauf .....	38
7.1.3. Selbstanprobe .....	40
7.1.4. Die hörgeschädigte Gewinnerin Martina Bergmann .....	42
7.1.5 Trailertest: Einsatz des Sound Shirts im Kino .....	43
7.2. Weitere Erfahrungsberichte.....	47
8. Ausblick .....	49
9. Fazit .....	52
10. Literatur .....	53
11. Internetquellen.....	54
12. Darstellungsverzeichnis .....	61
13. Anhang .....	62

## 5. Einleitung

Ton wahrzunehmen und Musik anzuhören ist für die meisten Menschen vollkommen selbstverständlich. Allerdings gibt es allein in Deutschland ca. 80.000 Gehörlose und deutlich mehr schwerhörige Personen.<sup>1</sup> Fortschrittliche Hörtechnik und moderne operative Möglichkeiten erlauben, dass diese an der hörenden Welt teilnehmen können.

Um Musik aber auch ohne Hörhilfe oder alternativ erlebbar zu gestalten, wurde eine bisher einzigartige Neuentwicklung, das Sound Shirt<sup>2</sup> geschaffen. Entwickler des Londoner Modelabels CuteCircuit haben in Zusammenarbeit mit der Werbeagentur Jung von Matt und den Jungen Symphonikern Hamburg ein Projekt verwirklicht, um ein klassisches Konzert mit Hilfe von verschiedenen kleinen Vibrationsmotoren in einem tragbaren Shirt nachfühlen zu können. Mikrofone werden an acht verschiedene Instrumente angebracht, mit Hilfe eines digitalen Audiointerfaces in Vibrationsdaten konvertiert und anschließend drahtlos an das Shirt weitergegeben.<sup>3</sup> Gehörlose und Schwerhörige nehmen an einer Testphase eines Prototypen teil und erzählen von einer neuen Möglichkeit Musik und Ton wahrzunehmen.

Im Laufe dieser Arbeit wird Hörschädigung und die Rolle von Vibration anstelle des Gehörsinns genauer betrachtet. Ein praktischer Test mit dem Sound Shirt und eine Selbstanprobe soll wissenschaftliche Hintergründe erklären und eine Analyse des Prototypen möglich machen. Zusätzlich werden Erfahrungsberichte bisheriger Testeinsätze herangezogen. Das Ergebnis dieser Arbeit soll zeigen, ob das Sound Shirt eine wirkliche Alternative zur Musikempfindung für Hörgeschädigte ist und ob weitere Einsatzmöglichkeiten, zum Beispiel im Kino, mit dem Sound Shirt umzusetzen sind.

---

<sup>1</sup> vgl. <http://www.dsb-lv-sh.com/informationen/stat-d/stat-d.html>

<sup>2</sup> vgl. <http://www.heute.de/projekt-fuer-hoerbehinderte-mit-dem-sound-shirt-die-musik-spueren-statt-hoeren-46492236.html>

<sup>3</sup> vgl. <https://sound-shirt.jimdo.com>

## 5.1 Einschränkung der Wahrnehmung von Sound

Grundsätzlich gibt es verschiedene medizinische Gründe, warum eine Hörschädigung vorliegen kann. Eine Verbesserung oder Rückgewinnung der Hörleistung kann durch Implantate, Hörgeräte oder operativen Einsatz erreicht werden. Hörschädigungen können von Geburt an, aber auch erst später auftreten oder sich verschlimmern. Um eine qualitativ gute Entscheidung treffen zu können, welche Hörhilfe oder Versorgung am besten geeignet ist, muss der Hörschädigungsgrund eindeutig identifiziert werden. Dazu muss der Aufbau des Ohres genauer betrachtet werden.

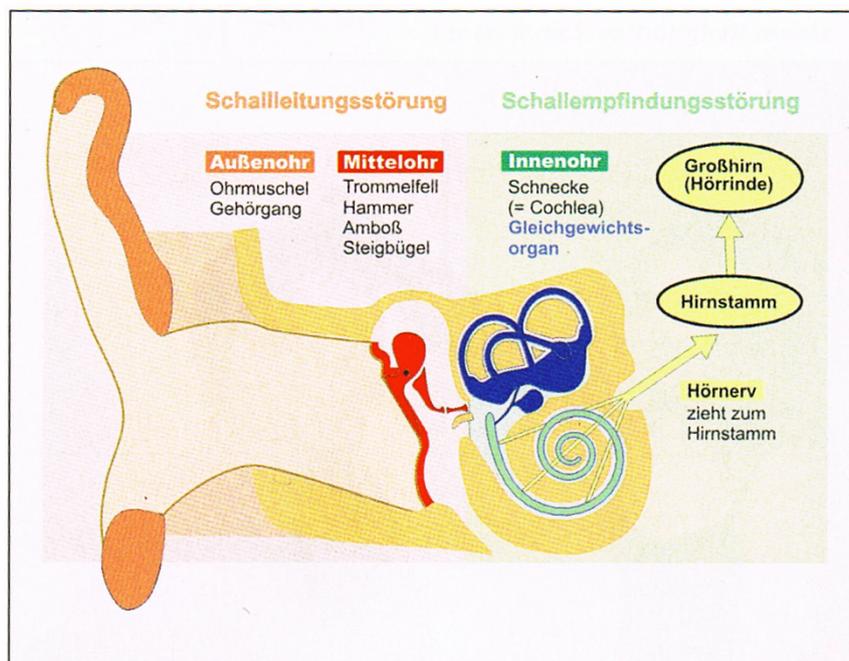


Abb. 1: Menschliches Ohr im Querschnitt, schematisch nach Hörstörung eingeteilt.<sup>4</sup>

In der Abbildung 1 ist ersichtlich, dass das menschliche Ohr in die Teilbereiche Außenohr, Mittelohr und Innenohr aufgeteilt wird. Zusätzlich vermittelt der Hörnerv, die vom Ohr aufgenommen Reize zum Gehirn. In den folgenden Punkten soll erläutert werden, wie sich eine Störung der einzelnen Teilbereiche auf das Gehör auswirkt.

<sup>4</sup> Ulrich & Hoffmann, 2007, Abb. 840: Einteilung der Hörstörungen, S. 597

### 5.1.1. Schalleitungsstörung

Bei der fehlerhafter Aufnahme von Schall im Außenohr und Mittelohr wird von einer Schalleitungsstörung gesprochen. Gründe für eine Schalleitungsstörung können z.B. Ohrmuschelfehlbildung, verknöchertes Gehörgang, Cerumen-pfropf (Ohrenschmalzpfropf), Tubenverschluss (umgangssprachlich auch bekannt unter Druckgefühl auf dem Ohr), Mittelohr-Erguss, Knochenschädigung durch Unfälle, Entzündungen oder auch Tumore sein. Meist bietet sich bei Schalleitungsstörungen eine gute medizinische Behandlung an. Eine gute und verbreitete Möglichkeit bei Einschränkungen am Außen- oder Mittelohr die Hörfähigkeit zu gewährleisten ist die Knochenleitung. Allerdings muss dafür das Innenohr auch intakt sein.<sup>5</sup>

### 5.1.2. Schallempfindungsstörung

Probleme mit dem Innenohr hingegen sind Schallempfindungsstörungen. Eine Innenohrschwerhörigkeit tritt auf, wenn beispielsweise zu wenige oder nur eine geringe Anzahl von Resthärchen in der Hörschnecke bzw. Cochlear vorhanden sind. Eine bekannte Schallempfindungsstörung ist beispielsweise die Altersschwerhörigkeit. Gehörlosigkeit tritt dann auf, wenn kein Schall durch das Innenohr wahrgenommen werden kann. Dies wird auch sensorische Schwer- oder Gehörlosigkeit genannt. Bei Innenohrschwerhörigkeit kann meist eine medizinische Therapie helfen. Durch eine Hörgeräteversorgung kann aber der ankommende Schallpegel am Innenohr verstärkt werden. Somit wird eine höhere Empfindung für den Hörgeschädigten erreicht. Bei Gehörlosigkeit oder minimalen Resthören empfiehlt es sich, einen operativen Eingriff in der Hörschnecke vorzunehmen. Durch diesen ist es beispielsweise möglich ein Cochlear-Implantat, kurz CI einzusetzen.<sup>6</sup>

### 5.1.3. Neurale Hörschädigung

Eine weitere Störung des Innenohrs, auch Schallempfindungsstörung benannt, ist die neurale Hörstörung. Gemeint sind damit die Verbindungen, auch Hörbahnen genannt, mit der die Schallempfindung zum zentralen Nervensystem bzw. Gehirn weitergeleitet wird. Aussicht auf eine Heilung bei

---

<sup>5</sup> vgl. Ulrich & Hoffmann, 2007, S. 529-555

<sup>6</sup> vgl. Ulrich & Hoffmann, 2007, S. 597f.

neuraler Hörschädigung liegt eher selten vor.<sup>7</sup> Die Stärke der einzelnen Störungen ist ausschlaggebend für die Schwäche der Hörempfindung von Hörgeschädigten. Doch wann gilt ein Hörgeschädigter tatsächlich schon als gehörlos? Diese Frage soll ihm nächsten Punkt erläutert werden.

#### 5.1.4. Ab wann gilt ein Hörgeschädigter als gehörlos?

Durch die hohe Komplexität der auftretenden Störungen und einer großen Vielfalt von Hörstörungen werden Hörschädigungen nach der Höhe des Hörverlustes in vier größere Teilbereiche eingeteilt: Die schwächste Form der Schwerhörigkeit ist die leichtgradige Schwerhörigkeit, gefolgt von der mittelgradigen bis zur hochgradigen Schwerhörigkeit. Davon getrennt wird die Taubheit bzw. Gehörlosigkeit betrachtet.<sup>8</sup> Im Bundesversorgungsgesetz ist geregelt, ab wann ein Hörgeschädigter einen Vermerk im Schwerbehindertenausweis beantragen kann: „Gehörlos sind nicht nur Hörbehinderte, bei denen Taubheit beiderseits vorliegt, sondern auch Hörbehinderte mit einer an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeit beiderseits, wenn daneben schwere Sprachstörungen (schwer verständliche Lautsprache, geringer Sprachschatz) vorliegen. Das sind in der Regel Hörbehinderte, bei denen die an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit angeboren oder in der Kindheit erworben worden ist.“<sup>9</sup>

Medizinisch gesehen gilt ein Hörgeschädigter als gehörlos, sobald in dem Frequenzbereich von 125 Hz und 250 Hz eine Dämpfung von mindestens 60 dB und im übrigen Bereich mehr als 100 dB zum Hörverlust führt. Bei hochgradiger Schwerhörigkeit liegt eine Dämpfung zwischen 70 dB und 100 dB vor. Eine Dämpfung von 6 dB verringert die Lautstärke bereits um die Hälfte.<sup>10</sup> Im Bereich zwischen 85 dB und 100 dB tritt bereits nur noch eine Resthörigkeit auf.<sup>11</sup>

---

<sup>7</sup> vgl. Ulrich & Hoffmann, 2007, S. 568

<sup>8</sup> vgl. [http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de](http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de)

<sup>9</sup> <http://www.gesetze-im-internet.de/versmedv/anlage.html>, Teil D: Merkzeichen, Absatz 4

<sup>10</sup> vgl. Dickreiter, Dittel, Hoeg & Wöhr, Band 1, 2014, S. 120f.

<sup>11</sup> vgl. [http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de](http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de)

Daher ist eine diskrete Einstufung oder eindeutige Trennung ohne genaue audiometrische Messung zwischen Gehörlosen und Schwerhörigen mit starker Beeinträchtigung oder Resthörigkeit nicht immer möglich. Es ist eine genauere Betrachtung des individuellen Falls nötig, wobei auch äußere Einflüsse berücksichtigt werden müssen. Beispielsweise, ob die Hörschädigung erst später eingetreten ist oder, ob die Hörschädigung schon im Kindesalter oder von Geburt an vorliegt. Außerdem benötigen Schwerhörige bei Inklusionsfragen, wie beispielsweise bei der Untertitelung von Film, Theater und Fernsehen, ähnliche oder auch gleiche Voraussetzungen wie Gehörlose. Eine alternative Möglichkeit Ton ohne den herkömmlichen Weg der Schallempfindung durch das Ohr wahrzunehmen zu können, ist über Knochenleitung oder das Knochenleitungshören umsetzbar.

## 5.2 Knochenleitung

Luftleitung ist das Gegenteil der Knochenleitung, bei der Schall durch eine Änderung des Luftdrucks das Trommelfell zum Schwingen anregt. Bei einer eingeschränkten oder nicht vorhandenen Luftleitung verhilft die Leitungsfähigkeit von Vibrationen über Knochenverbindungen im Körper. Im Alltag wird ein derartiges Phänomen beispielsweise beim Anlehnen der Schläfe am Fenster eines Zuges oder eines Busses wahrgenommen. Hörbar werden dann Motoren-, Schienen- bzw. Reifengeräusche. Diese Geräusche werden mit angelehnter Schläfe unter Umständen deutlich lauter als nur mit dem bloßen Ohr wahrgenommen. Bei Metallgeländern, wie sie oftmals in Treppenhäusern verbaut sind, tritt dieser Effekt auf, wenn eine Person das Geländer durch Berührung in Schwingung bringt. Fasst eine weitere Person nun mit der Hand an das Geländer, lässt sich aus der Schwingung ein Ton hören bzw. fühlen. Knochenleitung ist also ein Phänomen, die sehr stark mit der Vibrationsempfindung zusammenhängt. „Knochenleitungshören ist Ausdruck der Innenohrfunktion“<sup>12</sup>. Daher ist die direkte Knochenleitung zum Ohr auch nur dann möglich, wenn alle Innenohr spezifischen Organe vorhanden und funktionsfähig sind. Mit der Knochenleitung wird das Außen- bzw. Mittelohr förmlich übersprungen. Daher werden fehlerhafte Störungen bei der Schallleitung über Luft zum Ohr umgangen.

2013 brachte der Bezahlsender Sky in Zusammenarbeit mit der Werbeagentur BBD0 ein Zugfenster zum vibrieren. Bei Berührung des Kopfes an der

---

<sup>12</sup> Lehnhardt, 1996, S. 44

Scheibe, beispielsweise beim Schlafen, ertönte eine Werbestimme. Hervorgerufen wurde sie durch Knochenleitung des Schädelknochens.<sup>13</sup> In der praktischen Anwendung findet Knochenleitung in der Audiometrie oder mit dem sogenannten *bone-conduction* Kopfhörer, also Knochenleitungskopfhörer statt. DJ's nutzen beispielsweise *bone-conduction* Kopfhörer, um einen neuen Track anhand der Knochenleitung, angebracht hinter dem Ohr, auszusuchen und parallel den momentan laufenden Song über die normale Schallaufnahmen des Trommelfells zu hören. Da die Vibration von Knochenleitungskopfhörern für andere nicht hörbar ist, wäre ein Einsatz zum Beispiel bei Audioführungssystemen in Ausstellungen und Museen denkbar.<sup>14</sup> In der Audiometrie gibt es mehrere Möglichkeiten und mehrere Versuche, um festzustellen, ob eine Person unter einer Hörschädigung leidet. Anhand verschiedenen Tests kann dabei die Ursache der Hörminderung von Vergleichen mit der Schall- und Knochenleitungsaufnahme untersucht werden und festgestellt werden, ob eine direkte Knochenleitung möglich ist. Von Ärzten wird oftmals für diesen Vergleich eine Stimmgabel herangezogen, um die folgenden Versuche durchzuführen.

### 5.2.1. Rinne Versuch

Eine Form der Stimmgabelversuche ist der Versuch von Rinne. Dabei wird festgestellt, wie gut die Schallaufnahme eines Patienten ist. Eine angeschlagene Stimmgabel wird dem Probanden auf den Hörknochen gelegt. Sobald der Ton abgeklungen ist und gerade nicht mehr hörbar ist, wird die Gabel vor das Ohr gehalten. Bei keiner Beeinträchtigung des Ohres sollte die Gabel über die Luftleitung länger hörbar sein als über den Hörknochen. Damit kann festgestellt werden, ob das Innenohr noch intakt ist und ob eventuell ein Fehler bei der Schallaufnahme am Außen- oder Mittelohr vorliegt. Grundsätzlich lässt sich somit feststellen, ob bei dem Patienten eine direkte Knochenschallleitung möglich ist. Für eine detailreiche Analyse des Innenohres reicht dieser Test allerdings nicht aus. Daher ist eine genaue Lokalisierung der Fehlstörung im Innenohr, beispielsweise fehlende oder umgeknickte Härchen in der Hörschnecke, mit diesem Versuch nicht möglich.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> vgl. <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/sprechende-zugfenster-diese-werbung-weckt-schlafende-pendler-a-909619.html>

<sup>14</sup> vgl. Dorsch, Clemens, <https://www.hdm-stuttgart.de/~curdt/Dursch.pdf>, S. 26f.

<sup>15</sup> vgl. Ulrich & Hoffmann, 2007, S. 598

## 5.2.2. Weber Versuch

Ein ähnlicher und von HNO-Ärzten oft angewandeter Test ist der Weber Versuch. Hierbei wird die Hörfähigkeit beider Ohren unterschieden. Die Stimmgabel wird bei diesem Versuch nicht an den Hörknochen hinter dem Ohr gehalten, sondern auf den Scheitel des Probanden. Es können auch unterschiedliche Stimmgabeln oder ein Knochenleitungskopfhörer verwendet werden, um über eine größere Auswahl verschiedener Tonfrequenzen zu verfügen. Der Standardton bei einer Stimmgabel ist der Kammerton a1 mit 440 Hz.

Die Testperson muss nun entscheiden, ob sie den Ton beidseitig, diffus oder einseitig in ein Ohr lokalisiert hören kann. Sollte der Proband keine Ungleichheit zwischen beiden Seiten erkennen, gibt es vier verschiedene Ergebnismöglichkeiten: Es liegt keine Hörstörung vor oder eine symmetrische Schallempfindungsschwerhörigkeit, eine symmetrische Schalleitungsschwerhörigkeit oder eine beidseitig kombinierte Schwerhörigkeit.

Sollte eine Lokalisierung in einem Ohr auftreten kann eine ungleiche Schallempfindungsstörung oder Schalleitungsstörung der Grund dafür sein. Allerdings ist bei kombiniert auftretender Schwerhörigkeit das stärker betroffene Organ ausschlaggebend für die Asymmetrie des gehörten Tons. Bei einer Schallempfindungsstörung wird der Proband das besser hörende Ohr als lauter empfinden. Bei der Schalleitungsschwerhörigkeit tritt der Effekt genau gegenteilig ein. Nur eine exakte audiometrische Messung wird ein aussagekräftiges und stichhaltiges Ergebnis liefern.<sup>16</sup>

## 5.3 Pallästhesie

Die Vibrationsempfindung, unter dem Fachbegriff Pallästhesie<sup>17</sup> bekannt, ist messbar und ein essentielles Sinnesorgan, das vor allem bei Hörschädigung zu einer besseren Orientierung verhilft. Die Pallästhesie hängt gleichzeitig mit der Schmerzempfindung und Berührungssensibilität der Haut zusammen. Albert Paul Hirsch untersuchte 1950 als Gebärdensprachlehrer den Zusammenhang zwischen fehlendem Gehör und der Vibrationsempfindung. Seine Erfahrung: „Die Vibration trat als Ersatz für das fehlende Gehör ein.“<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> vgl. Ulrich & Hoffmann, 2007, S. 598f.

<sup>17</sup> vgl. Poeck & Hacke, 2006, S. 59

<sup>18</sup> Hirsch, 1950, S. 3

Unser menschlicher Körper wird ständig durch Vibration durch unterschiedliche Medien, beispielsweise Luft, Boden, innerer oder äußerer Schwingung angeregt. Ausschlaggebend für die subjektive Reizempfindung ist dabei die Stärke der hervorgerufenen Schwingung. Pallästhesie ist also ein Ausdruck für die gesamte Vibrationswahrnehmung. Vibrationen können auch durch hervorgerufene Schallereignisse, die für Menschen nicht hörbar sind, gespürt werden. Frequenzen unterhalb von 20 Hz und oberhalb von 20 KHz können auf diese Weise wahrgenommen werden. Außerdem auch Vibrationen, die außerhalb der Hörschwelle liegen und damit zu leise für das Ohr sind. Ein berühmtes Beispiel für Vibrationssensibilität außerhalb des hörbaren Bereichs sind Ruhestörungen durch Verkehr oder Nachbarn. Über das Mauerwerk können tiefe Frequenzen mit langer Wellenlänge weitergegeben werden und deutlich spürbar über Böden oder Decke wahrnehmbar sein. Eine Fokussierung und höhere Konzentration führt zu einer höheren Vibrationsensibilität. Meditation oder das Schließen der Augen oder Ohren erhöht diese Sensibilität zusätzlich als instinktiver Schutzmechanismus. Der erste Sinn, der sich bei einem Embryo ausprägt und überhaupt vorhanden ist, ist der Tast- bzw. Fühlsinn. Die Vibrationsempfindung ist später ein Zusatz bzw. eine Verstärkung für den gesamten Empfindungseindruck aller Sinne. Bei hörenden Personen wird der Hörsinn durch den Fühlsinn ergänzt, wobei der Höreindruck selbst ausschlaggebend bleibt und feiner ausgeprägt ist. Bei Gehörlosen oder Schwerhörigen ist durch die Einschränkung des Hörsinnes die Vibrationsempfindung vergleichsweise stärker ausgeprägt.<sup>19</sup>

### 5.3.1. Vibration als Kommunikationsmittel

Die Vibration als Kommunikationsmittel beginnt bereits beim primären Gebrauch des menschlichen Sprachtrakts: Der erste Schrei des Neugeborenen nach der Geburt ist eine erste Erfahrung dieses Kommunikationsmittels. Somit wird die erste Vibration außerhalb des Mutterleibes durch den Sprachtrakt hervorgerufen, mit dem eine große Erschütterung des Kindesleibes einhergeht. Das Kind empfindet das Sprechen der Mutter, während es auf ihrer Brust liegt, als angenehm. Später kann es die eigene Ausdruckstärke seiner Sprache oder Lall-Laute durch die Vibration des Kehlkopfes und der hörenden Stimme erkennen und besser einschätzen.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> vgl. Hirsch, 1950, S. 43

<sup>20</sup> vgl. Hirsch, 1950, S. 41

Bei Gehörlosen ist meistens die Sprachkompetenz eingeschränkt, da die eigene Sprache nicht gehört, sondern nur erspürt werden kann. Allerdings wird im Rahmen der Inklusion von Gehörlosen Sprecherziehung angeboten, um die Lautsprache von Gehörlosen und Schwerhörigen zu verbessern und zu trainieren.<sup>21</sup> In der Natur ist Vibration bei Tieren und Pflanzen allgegenwärtig.

Erforscht wurde dies unter anderem von der Zoologin Hildegard Strübing (8. Mai 1922 - 18. Mai 2013) und wurde daher für ihr Lebenswerk, die Untersuchung von Kommunikation durch Vibration, ausgezeichnet. Sie befasste sich in 25 verschiedenen Schriften und Studien ausführlich mit der Vibrationsaufnahme von Tier und Mensch und untersuchte die Auswirkungen der Vibration auf die Kommunikation. Beispielsweise stellte sie fest, dass nach einer Trennung von männlichen und weiblichen Kleinzikaden und anschließender Wiederausführung, die Weiblichen stark zu zittern beginnen und mit ihren Flügelspitzen gegen den Körperrumpf stoßen. Männliche Tiere reagieren sofort auf dieses Zittern, indem sie aufgeregt hin und her laufen. Verstummt das Zittern der weiblichen Tiere, kann das Männchen die weibliche Zikade nicht mehr von Männlichen unterscheiden. Die Frequenz des Zitterns und die Nähe der zusammengehörigen Paare ist dabei ausschlaggebend.<sup>22</sup>

Eine weitere Kommunikationsform ist zwischen Baumwanzen und Pflanzen zu beobachten. Baumwanzen kommunizieren mit Pflanzen, indem sie mit ihren Flügeln oder mit ihrem Abdomen zittern. Baumwanzen besitzen eine sehr bedeutende neurale Sensibilität für Vibrationserzeugung und Eigenfrequenz. Durch präzise steuerbare Vibrationsmuster bilden sie einen effektiven Kodex, der zu einer Kommunikation mit Pflanzen, in diesem Fall speziell mit Bäumen, führt. Pflanzen können sich so beispielsweise vor bösartigen Insektenbefall schützen.<sup>23</sup>

Bei Hörgeschädigten spielt Vibration ebenfalls eine essentielle Rolle für die Verständigung. So kann Lautheit auch erkannt werden, wenn der Boden beispielsweise durch einen lauten Bassverstärker zum Schwingen angeregt wird. Um die sofortige Aufmerksamkeit eines Gehörlosen zu erhalten, zum Beispiel am Esstisch, reicht ein kurzer Klopf mit der flachen Hand auf den

---

<sup>21</sup> vgl. Hirsch, 1950, S. 49f.

<sup>22</sup> vgl. Cocroft, Gogala, Hill & Wessel, 2014, S.47-51

<sup>23</sup> vgl. Cocroft, Gogala, Hill & Wessel, 2014

Tisch. Ein Gehörloser reagiert aus eigener Erfahrung deutlich überraschter oder schneller als ein Normalhörender, sollte er aus einem nicht sichtbaren Bereich berührt bzw. angetippt werden. Hörgeschädigte ordnen diese prägnante Vibrationserscheinung erheblich wichtiger ein als Normalhörende. In der Musik wirkt Vibration als Kommunikationsmittel, um dem Gehörten Emotionen zu vermitteln. Beispielsweise gibt es Musiker, die bei einem Konzert über In-Ear-Monitoring verfügen und damit ihre eigene Musik über einen Ohrstöpsel direkt im Ohr ohne störende Nebengeräusche hören können. Trotzdem empfinden sie eine zusätzliche passive Beschallung über Bühnenlautsprecher für wichtig. Diese, meist über den Bühnenboden, aber auch durch Luftschwankung, spürbare Vibration schafft eine Verbindung zwischen dem Gehörten und einer Emotion, die wie eine Kommunikationsbrücke zu der gespielten Musik wirkt. Diesen Effekt wird auch in Clubs und Diskotheken oder ähnlichen Veranstaltungen festgestellt. Aus weiter Entfernung lässt sich der Bass über den Boden bereits spüren. Ein deutlich intensiveres Empfinden der Musik findet direkt vor der vibrierenden Bassbox statt.<sup>24</sup>

### 5.3.2. Subjektive Vibrationsempfindung und Vibrationsstörungen

Eine subjektive Vibrationsempfindung kommt dann zustande, wenn Schwingungen von Personen individuell unterschiedlich wahrgenommen und interpretiert werden. Allerdings können Vibrationen auch ortsbezogen unterschiedlich aufgenommen werden. Mit einer regulierbaren Stimmgabel können Vibrationen an verschiedenen Körperstellen gemessen werden. Es wird dabei festgestellt, dass sich die Ergebnisse bei gleicher Vibrationsstärke an verschiedenen Körperpunkten unterscheiden. Grundsätzlich gilt, je genauer die Stimmgabel an einen härteren oder knochigeren Körperpunkt ausgewählt wird, zum Beispiel am Knöchel oder am Hüftknochen, desto intensiver ist die Vibrationsempfindung.<sup>25</sup> Eine Vibration ist dort am punktuellsten spürbar. Allerdings wird nicht von einem Vibrationspunkt gesprochen, sondern vielmehr von einem Vibrationszentrum.<sup>26</sup> Dem Vibrationszentrum folgt immer ein Vibrationsherd, ähnlich wie bei einem Erdbeben, das immer von

---

<sup>24</sup> vgl. Simon, J. K., <http://klangschreiber.de/2012/09/14/mit-dem-korper-horen-wie-gehorlose-musik-fuhlen/>

<sup>25</sup> vgl. Poeck & Hacke, 2006, S. 56f.

<sup>26</sup> vgl. Hirsch, 1950, S. 9

einem Epizentrum aus hervorgerufen wird. „Eine Vergrößerung der Intensität oder der Wellenlänge hat eine Weitung des Umfanges und der Tiefenwirkung des Vibrationsherdes im Gefolge [...]“<sup>27</sup>. Daraus folgt, dass auch die Körperbeschaffenheit eine wesentliche Rolle spielt. Vibrationen breiten sich nicht nur über Knochenverbindungen aus, sondern auch über Körperweichteile. Ein Vibrationsherd kann sich auf einer größeren Körperoberfläche oder einem größerem Körpervolumen weiter ausbreiten, als auf einem kompakten Körper.

Eine subjektiv andere Empfindung kann auch eine medizinischen Störung der Sinneswahrnehmung für Vibrationsereignisse sein. Allerdings gibt es keinen vollständigen Verlust, sondern eine „Verminderung der sensiblen Wahrnehmung“<sup>28</sup> von Vibrationen. Sehr drastisch sah das der Taubstummenlehrer Albert Paul Hirsch. „Sagt man von Tauben, er lebe in einer Welt der Stille, vom Blinden, er verbringe sein Leben in ewiger Finsternis, dann müßte man von einem Menschen bei Verlust des Vibrationsempfindens behaupten, er sei in ein Reich körperlicher Starre verbannt.“<sup>29</sup>

Störungen der Wahrnehmungssensibilität können Ausfälle der Temperaturempfindung, Schmerzempfindung, Vibrationsempfindung in bestimmten Körperbereichen oder einer Abschwächung dieser Empfindung sein. Im Sinne der Vibrationswirkung des in dieser Arbeit untersuchten Sound Shirts ist wichtig, dass keine Hyperpathie vorliegt. Sollte eine Hyperpathie vorliegen, würde eine unangenehme oder sogar schmerzhaftige Störung bei der Aufnahme der Vibrationsreize durch das Sound Shirt folgen.<sup>30</sup> Eine Person mit abgeschwächter Vibrationsempfindung ist von einem Versuch nicht ausgeschlossen, da genügend Motoren zur Erzeugung der Vibrationen im Sound Shirt verbaut sind.

## 5.4. Inklusion gehörloser und schwerhöriger Personen

Erfolgreiche Inklusion von Hörgeschädigten funktioniert, sobald die gleichberechtigte Teilhabe an der Kommunikation und Interaktion mit der hörenden Welt wirksam ist.<sup>31</sup> Da Inklusion und Toleranz in der modernen Welt

---

<sup>27</sup> Hirsch, 1950, S. 9

<sup>28</sup> Poeck & Hacke, 2006, S. 59

<sup>29</sup> Hirsch, 1950, S. 47

<sup>30</sup> vgl. Poeck & Hacke, 2006, S. 59f.

<sup>31</sup> vgl. <http://www.duden.de/rechtschreibung/Inklusion>

immer wichtiger werden, gibt es ein immer größeres Angebot zur Einbindung in die normalhörende Umgebung. Inklusion hängt von vielen Faktoren ab. Zum einen ist die Bereitschaft, Offenheit, Geduld und Toleranz der Normalhörenden ebenso wichtig, wie zum anderen die Begeisterungsfähigkeit und der Wille von Hörgeschädigten auch an der hörenden Welt teilzunehmen.<sup>32</sup>

Für viele gehörlose oder schwerhörige Menschen ist nicht jeder Inhalt der hörenden Welt sofort interessant. Der Eindruck, hörgeschädigte Menschen würden ohne den Hörsinn etwas verpassen, entsteht oft nur bei der hörenden Welt.<sup>33</sup>

Die Inklusion unterscheidet sich in der Kommunikations- und der Soundebene. Beispielsweise ist ein Film visuell auch ohne Ton, nur mit Untertitel verständlich und erlebbar, für Normalhörende ist dies aber schwer vorstellbar. Für Sound, speziell Musik, ist daher eine gesonderte Inklusionsbereitschaft nötig. Um Hörgeschädigten Möglichkeiten der Sprach- oder Soundteilhabe zu geben, gibt es bereits verschiedene Anwendungsmöglichkeiten, welche im folgenden Abschnitt vorgestellt werden.

### 5.4.1. Lippenlesen

„Stark Schwerhörige sind nach Erlernung des Absehens der Sprache vom Munde des Glaubens, sie könnten wieder besser hören.“<sup>34</sup> Eine Verhaltensregel beim Sprechen mit Hörgeschädigten ist, nicht mit der Hand vor dem Mund zu reden. Eine weitere, nicht hinter dem Rücken oder ohne Sichtkontakt mit dem Hörgeschädigten zu sprechen. Gebärdensprache ist eine Sprache, die nicht nur über Gestik gesprochen wird, sondern vor allem auch über die Mimik. Fragepronomen werden beispielsweise durch Lippen- und Augenbrauenbewegungen ausgedrückt.

Viele Gehörlose und Schwerhörige verstehen die Lautsprache von Normalhörenden durch Lippenablesen. Allerdings kann beim Ablesen vom Mund nur rund 30% abgelesen werden, daher wird oft darum gebeten einen Satz

---

<sup>32</sup> vgl. Goppelt, 2015, S. 111-115

<sup>33</sup> Diese Erkenntnis wurde mit einer persönlichen Kommunikation mit der hörgeschädigten Iris Meinhardt am 02.02.2017 gewonnen und wird mit der eigenen Erfahrung des Autors geteilt.

<sup>34</sup> Hirsch, 195, S. 41

lieber langsamer als lauter zu sprechen.<sup>35</sup> Die Lippenbewegung kann so besser erkannt und bei Unverständlichkeit der fehlende Rest im Kontext erschlossen werden. Das Ablesen vom Mund hilft, daher Fragmente der Kommunikation über Lautsprache zu sammeln. Um den Gesamtzusammenhang zu erkennen, werden die „wahrgenommenen Fragmente verknüpft, zueinander in Beziehung gesetzt [...], so entsteht ein Mehrwert, der eine gedankliche Ergänzung fehlender Teile ermöglicht [...]“<sup>36</sup>

Bei der Aussprache der Worte *Mutter* und *Butter* wird das identische Mundbild geformt, weshalb derartige Worte erst durch den entsprechenden Kontext zugeordnet werden können.<sup>37</sup>

Sogar im Theater, bei Filmen oder Live-Konzerten kann der Text über Lippen abgelesen werden. Bei Theateraufführungen ist eine deutliche Artikulation oder auch eine übertriebene Artikulation der Schauspieler gewöhnlich.<sup>38</sup> Infolgedessen wird das Ablesen hier erleichtert.

## 5.4.2. Logopädie

An der Sprecherziehung, der Logopädie, nehmen viele Gehörlose teil, um selbst sprechen zu lernen. Anders als bei Normalhörenden findet hierbei die Sprecherziehung nicht über das Erhörte statt, sondern über Vibrationserfahrung am Kehlkopf. Beim Sprechen kann die Stimme oder bestimmte Sprechlaute auch besser nachvollzogen werden, wenn mit den Fingern der Kehlkopf gleichzeitig berührt wird. Mithilfe eines Logopäden, der einem Rat schläge für die Bewertung der eigenen Sprache gibt, kann sich also auch ein Gehörloser über Lautsprache verständigen.

Bei stark Schwerhörigen findet Logopädie meistens bereits in der kindlichen Früherziehung statt. Dort werden Sprachfehler, die dem fehlenden Gehör geschuldet sind, durch Stimmübungen ausgebessert. Durch eine beständige logopädische Betreuung ist das Erlernen des Lippenablesens realisierbar.<sup>39</sup>

---

<sup>35</sup> vgl. [http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de](http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de)

<sup>36</sup> Raffaseder, 2010, S. 274

<sup>37</sup> vgl. [http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de](http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de)

<sup>38</sup> vgl. <http://www.sprechtraining-berlin.de/sprecherziehung-stimmtraining.html>

<sup>39</sup> nach eigener Erfahrung des Autors

### 5.4.3. Cochlear-Implantat

Das Cochlear-Implantat, in der Umgangssprache CI genannt, ist eine Möglichkeit für Gehörlose, bei denen eine Schallempfindungsstörung aufgrund fehlender Sinneszellen in der Hörschnecke vorliegt, eine Rückgewinnung der Schallaufnahme zu ermöglichen. Vom Aufbau erinnert das CI an ein herkömmliches Hörgerät, allerdings fällt im Gegensatz dazu ein zusätzlicher Magnet, der am Hinterkopf befestigt ist, auf. Schall wird von einem Mikrophon im Prozessor aufgenommen und in elektrische Signale konvertiert. Diese werden an die Sendespule weitergegeben. Ein Magnet hält die Sendespule am Kopf außen parallel zu dem in der Schädeldecke befindlichen Implantat fest. Die elektrischen Signale werden nun als Stimulation in die Hörschnecke gegeben, wodurch eine Sinneswahrnehmung entsteht, die an das Gehirn weitergegeben werden kann. Das Gehirn wertet und verarbeitet diese Stimulation als Sprache bzw. Klang.

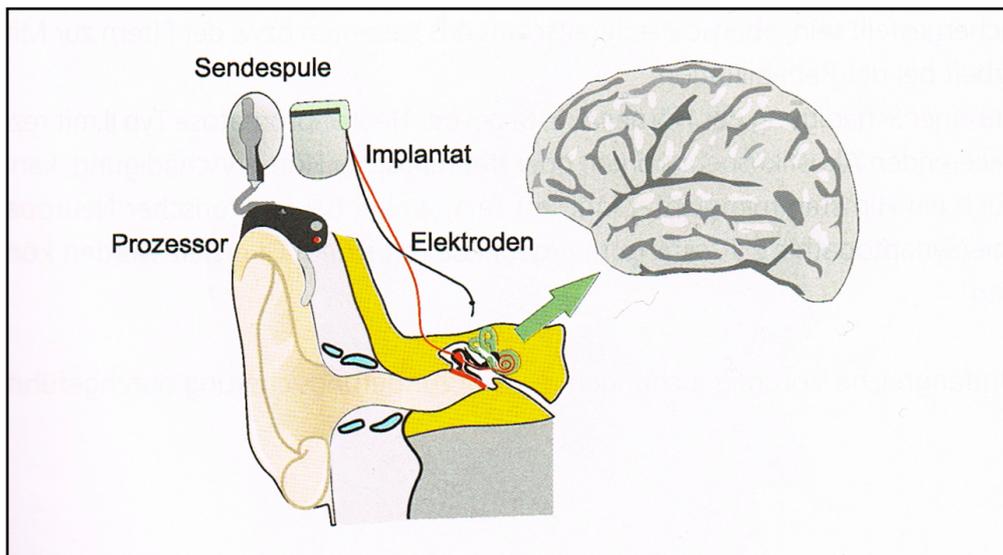


Abb. 2: Das Cochlear-Implantat<sup>40</sup>

Eine Entscheidung für das Cochlear-Implantat kann schon im frühen Kindesalter getroffen werden. Allerdings ist eine Versorgung über ein CI nicht für alle Patienten möglich. Das liegt vor allem daran, dass das Hören über dieses Implantat nicht mit dem normalen oder über ein Hörgerät verstärktes Hörvermögen gleichzusetzen ist. Unter Umständen ist eine Rehabilitation des Gehörs auch mit einem Cochlear-Implantat nicht immer erfolg-

<sup>40</sup> Ulrich & Hoffmann, 2007, Abb. 1084: Prinzipieller Aufbau eines CI, S. 775

reich. Die Fortschritte aus medizinischer und technischer Sicht sind aber sehr vielversprechend mit einem CI wieder Sprache, Ton und Musik wahrnehmen zu können.<sup>41</sup>

#### 5.4.4. BAHA

Das BAHA System (Bone-Anchored-Hearing-Aid) ist ein im Schädelknochen befestigtes Hörsystem. Dieses System funktioniert nach dem Prinzip der Knochenleitung und hilft Patienten mit einer Schalleitungsstörung, indem es das Außen- und Mittelohr umgeht. Das Hörgerät mit eingebautem Mikrofon, Prozessor und Vibrationsmotor kann bei Bedarf, beispielsweise beim Schlafen oder Wasserkontakt, abgenommen werden. Eine Titanschraube ist dabei immer am Schädelknochen befestigt, ähnlich wie ein Zahnimplantat. Durch die direkte Verbindung zum Schädelknochen ohne Umwege über Haut, äußere Einflüsse oder Verschieben des Vibrationspunktes kann eine deutliche Besserung der Hörleistung über den Knochen mit dem Innenohr erzielt werden. Diese Versorgung ist möglich sollten die Knochenleitungsschwellen bei den Frequenzen 500 Hz, 1 kHz, 2kHz und 3kHz nicht unter 45dB Hörverlust gegenüber dem Durchschnitt von Normalhörenden liegen.<sup>42</sup>

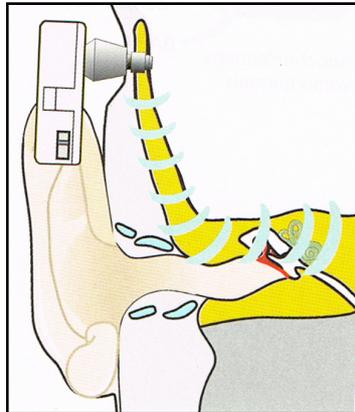


Abb. 3: Das BAHA System<sup>43</sup>

#### 5.4.5. Untertitel

Untertitelung kennen hörende Menschen meist aus dem Kino. Für Hörgeschädigte ist der Untertitel eine wichtige Methode, um für sie eine barriere-

<sup>41</sup> Ulrich & Hoffmann, 2007, S.774-777

<sup>42</sup> vgl. Ulrich & Hoffmann, 2007, S. 772

<sup>43</sup> Ulrich & Hoffmann, 2007, Abb. 1079: Prinzip eines knochenverankerte Hörsystems, S. 772

freie Nutzung von audiovisuellen Medien zu gewährleisten.<sup>44</sup> Allerdings entspricht die Lesegeschwindigkeit nicht der Sprechgeschwindigkeit, „Somit müssen die Texte vom Redakteur hin und wieder umformuliert und gekürzt werden. Der Untertitler achtet aber darauf, dass kein Sinnzusammenhang verloren geht und der gehörlose Zuschauer alle Informationen erhält.“<sup>45</sup> Daher werden im Untertitel nicht nur Sprachinformationen, sondern auch Soundangaben gemacht, die zur Gestaltung des Films oder zur Handlung beitragen.

Untertitel gibt es statistisch gesehen immer häufiger<sup>46</sup> und sind nicht nur in Fernsehen und Kinofilmen, sondern auch in manchen Theaterstücken zu sehen. Allerdings wird der hohe Bedarf an Filmen und Aufführungen und sonstigen Medien noch nicht gedeckt und eine Verbreitung durchaus wünschenswert.<sup>47</sup>

#### 5.4.6. Dolmetscher

Gebärdendolmetscher binden eine einfache Brücke zwischen der normalhörenden und der gehörlosen Welt. Der Vorteil ist, dass sich ein Gehörloser in seiner Sprache ausdrücken und klar verständigen kann und auch die hörende Person keine Einschränkungen in ihrer Ausdrucks- und Verständigungsform hat. „Gebärdensprachdolmetschen entspricht dem Dolmetschen zwischen gesprochenen Sprachen“.<sup>48</sup> Dies kann im direkten Kontakt zwischen zwei oder mehreren Gesprächspartnern geschehen. Eine weitere Möglichkeit ist die gleichzeitige bzw. simultane Übertragung eines Vortrags in die Gebärdensprache oder eine weitere Fremdsprache, wodurch die Zugänglichkeit für verschiedene Personen gewährleistet wird.<sup>49</sup> Gebärdensprachdolmetscher nehmen hierbei eine neutrale Rolle ein und „unterliegen der Schweigepflicht“.<sup>50</sup>

---

<sup>44</sup> vgl. Wedel, J., <http://sign-dialog.de/files/Publikationen/Mit%20den%20Augen%20hören%20-%20Fernsehen%20für%20Gehörlose.pdf>, S. 10

<sup>45</sup> <http://www.daserste.de/specials/service/vorproduktion-von-untertiteln100.html>, Absatz 2

<sup>46</sup> <http://sign-dialog.de/ut-statistik/>

<sup>47</sup> vgl. <http://sign-dialog.de/beschwerdeformular/>

<sup>48</sup> <http://bgsd.de/kundeninformationen>

<sup>49</sup> vgl. <http://bgsd.de/kundeninformationen>

<sup>50</sup> <http://bgsd.de/kundeninformationen>

Neben den Gebärdensprachdolmetschern gibt es auch Schriftdolmetscher, die gesprochene Vorträge in Echtzeit als lesbares Schriftbild niederschreiben. VerbaVoice bietet so beispielsweise hörgeschädigten Studenten an, mithilfe einer Internetverbindung Kontakt zu einem Schriftdolmetscher herzustellen. Der Vortragende Dozent trägt dabei ein unauffälliges Lavaliermikrofon. Die Sprache wird dabei über das Internet direkt in das Büro eines VerbaVoice Mitarbeiter gesendet. Dieser übersetzt dann die gesprochene Sprache in Echtzeit als Schriftbild.<sup>51</sup>

### 5.4.7. Schulausbildung

Für Hörgeschädigte ist eine Förderung der Bildung eine wichtige und essentielle Voraussetzung, um nachhaltig auf das Arbeitsleben vorzubereiten zu werden. In Schulen gibt es dafür Integrationsangebote, bei denen Normalhörende, Schwerhörige und Gehörlose gemeinsam in einer Klasse lernen. Das Gisela-Gymnasium in München Schwabing führt seit über 30 Jahren erfolgreich Hörgeschädigte zu ihrem Abitur. Die Klassenzimmer sind dafür eigens mit einer Schalldämmung und Sprechanlagen ausgerüstet. Die Schüler können ihre Hörsysteme an die Sprechanlage anschließen und profitieren davon, dass alle Schüler im Halbkreis vor dem Lehrer sitzen.<sup>52</sup> So können sie auch gegenseitig von den Lippen ablesen. An anderen Schulen gibt es auch speziell angepasste Klassen, um die individuellen Bedürfnisse von hörgeschädigten Kindern abzudecken. An der Samuel-Heinicke-Realschule in München gibt es dabei verschiedene Einstufungen in Sprachlerngruppen. Daher werden Schüler in unterschiedliche Klassen mit lautsprachigen, gebärdensprachlich unterstützten (LbG) oder bilingualen (DGS/LbG) Unterricht gruppiert.<sup>53</sup> „Je früher die jungen Menschen gefördert werden, umso nachhaltiger wirkt die Ausbildung.“<sup>54</sup>

---

<sup>51</sup> vgl. <http://www.verbavoice.de/studenten/wie-funktioniert-verbavoice>

<sup>52</sup> vgl. Dimplfmeier, M., März 2016, <http://www.giselagym.musin.de/index.php/schule/inklusionsschule/inklusion-am-gisela-gymnasiumn>

<sup>53</sup> vgl. <http://www.augustinum-schulen.de/samuel-heinicke-realschule/mehr-als-schule/schulische-angebote/>

<sup>54</sup> Dimplfmeier, M., März 2016, <http://www.giselagym.musin.de/index.php/schule/inklusionsschule/inklusion-am-gisela-gymnasiumn>, Absatz 5

### 5.4.8. Tanz und rhythmische Musik

Musik ist nicht nur der hörenden Welt vorbehalten. Viele Hörgeschädigte befassen sich bewusst mit Musik und nehmen diese allerdings mit anderen Methoden wahr: sie werden „Mit dem Körper hören“.<sup>55</sup> Ein prominentes Beispiel dafür ist Cassandra Wedel, eine gehörlose deutsche Tänzerin, Hip-Hop-Tanztrainerin und Schauspielerin, die unter anderem aus dem Tatort *Totenstille* bekannt ist.<sup>56</sup> 2016 belegte sie in der Fernsehsendung *Deutschland tanzt* den ersten Platz. Dadurch, dass prägnante Beats ein klares Vibrationsmuster über den Boden widerspiegeln, erkennt sie den musikalischen Rhythmus.<sup>57</sup>

Der Film *Touch the Sound* von Thomas Riedelsheimer, ausgezeichnet mit dem Hauptpreis Semaine de la critique beim Festival Internazionale del Film Locarno 2004, erzählt von der gehörlosen Solo-Perkussionistin Evelyn Glennie und wie sie Musik mit dem ganzen Körper aufnimmt:<sup>58</sup>

If someone asks me:

‘Oh well, how do you hear that?’ – then I simply say: ‘I really don’t know, but I just basically hear that through my body, through opening myself up. How do you hear that?’ – ‘Oh well, I hear it through the ears...’ So, when you try to bounce the question back to a so-called hearing person, then they simply do not know how to answer these questions. So therefore, why should I be put in that position?<sup>59</sup>

---

<sup>55</sup> Simon, J. K., <http://klangschreiber.de/2012/09/14/mit-dem-korper-horen-wie-gehörlose-musik-fühlen/>, Titel

<sup>56</sup> vgl. <http://www.tatort-fundus.de/web/folgen/chrono/ab-2010/2016/972-totenstille.html>

<sup>57</sup> vgl. <http://www.prosieben.de/tv/deutschland-tanzt/die-kandidaten/kassandra-wedel-31-jahre-bayern-100204>

<sup>58</sup> vgl. [http://www.touch-the-sound.de/download/pdf/TTS\\_PH\\_screen.pdf](http://www.touch-the-sound.de/download/pdf/TTS_PH_screen.pdf), Synopsis

<sup>59</sup>[http://www.touch-the-sound.de/download/pdf/TTS\\_PH\\_screen.pdf](http://www.touch-the-sound.de/download/pdf/TTS_PH_screen.pdf), Seitennotiz *how do we hear*

## 6. Das Sound Shirt

„Das Sound Shirt ermöglicht [...] Gehörlosen, Musik zu spüren“.<sup>60</sup> Es ist ein weltweit neuartiger Prototyp. Daher ist es momentan nur für Gehörlose und Hörgeschädigte per Losziehung möglich dieses Shirt auszuprobieren, indem sie sich über die Website [sound-shirt.com](http://sound-shirt.com) registrieren. Anprobieren können sie es dann bei exklusiven Konzerten der Jungen Symphoniker Hamburg. In Kooperation mit den Jungen Symphonikern Hamburg findet daher ein Live-einsatz mit klassischem Orchester statt. Bisher gab es nur wenige ausgewählte Konzerte, wobei die Erlebnisberichte und Eindrücke der Träger jeweils gesammelt und ausgewertet werden, um zu der Verbesserung des Sound Shirts oder des Konzertablaufs beizutragen.<sup>61</sup> Die Entwicklung des Sound Shirts fand dabei in Kooperation mit CuteCircuit, Jung von Matt Hamburg und den jungen Symphonikern Hamburg statt.

### 6.1. Jung von Matt: Werbung für das Sound Shirt

Die Agentur Jung von Matt ist eine namhafte Adresse für Werbung auf internationaler Ebene und hat ihren Hauptsitz in Hamburg. 2016 produzierten sie einen Kurzwerbefilm über den Einsatz des Sound Shirts bei den Jungen Symphonikern Hamburg.<sup>62</sup> Die gehörlose Schauspielerin und Tänzerin Cassandra Wedel aus München vertritt in diesem kurzen Clip die Hauptfigur und erzählt von ihrer Erfahrung. Sie war eine der ersten gehörlosen Probanden, die das Shirt auch live testen durfte. Ihre Erlebnisse werden noch genauer in den Punkten 7. bzw. 7.2 erläutert.

### 6.2. CuteCircuit

CuteCircuit ist ein Modelabel, das seinen Hauptsitz in Shoreditch, einem künstlerischen Viertel in London, hat. Gegründet wurde das Label von Creative Director Francesca Rosella und CEO Ryan Genz. Seit 2004 entwickelt das international bekannte Modehaus tragbare Technologie (wearable technology) und hat einige bahnbrechende neue Ideen in der Modewelt eingeführt, indem es intelligente Mode mit kleinen elektronischen Elementen versieht. Die, in den Kleidungsstücken verbaute Technologie, ist nachhaltig

---

<sup>60</sup> Berger, 2016, S. 68

<sup>61</sup> vgl. Berger, 2016, S. 68-72

<sup>62</sup> vgl. <https://youtu.be/a8fVoJRI7V0>

konzipiert und als Modulsystem aufgebaut. So können einzelne veraltete elektronische Elemente aktualisiert werden. Außerdem ist eine Erweiterung der Funktionen durch Softwareaktualisierungen möglich.<sup>63</sup>

Als einer der ersten Projekte und Vorreiter für das Sound Shirt wurde das Hug Shirt™ entwickelt. Dieses Shirt erkennt anhand von Sensoren die Kraft, Dauer und Position der Berührung, Hautwärme und die Herzschlagrate des Trägers. Das Hug Shirt™ kann so Berührungen, wie zum Beispiel eine Umarmung, aufzeichnen. Diese Daten werden via Bluetoothverbindung mit einem Smartphone auf der zugehörigen Hug Shirt™ App gespeichert und können dann an andere Freunde oder Bekannte weitergeschickt werden. Die Umarmung wird dann auf dem Hug Shirt™ des Empfängers wiedergegeben. Das Senden einer Umarmung ist also ähnlich möglich, wie das Versenden einer herkömmlichen Textnachricht. Über das Sound Shirt sagt Creative Director Francesca Rosella, dass es damit die Möglichkeit gibt, Emotionen der Musik mit Haptik bzw. Vibration zu verknüpfen. Es sei nicht nur eine Möglichkeit für Gehörlose Musik zu fühlen, sondern auch eine neue Idee die Wahrnehmung eines Konzertes eindrucksvoller zu gestalten.<sup>64</sup>

### 6.3. Entwicklung

Von der Idee bis zur Umsetzung des Sound Shirts hat es ungefähr sechs Monate Entwicklungszeit gebraucht.<sup>65</sup> Die technische und gestalterische Umsetzung des Prototypen Sound Shirt übernahm CuteCircuit. Durch die Entwicklung des HugShirts™ wurde technisch bereits ähnliche Funktionalität erreicht. Daher orientierten sich die Entwickler an diesem Modell.<sup>66</sup>

Über private Kontakte zwischen den Jungen Symphonikern Hamburg und Jung von Matt Hamburg reifte die Idee, dass die Vibrationselemente, welche im HugShirt™ verbaut sind, nicht nur für eine Umarmungsempfindung interessant sind, sondern Hörgeschädigten eine alternative Musikempfindung bringen könnte.

---

<sup>63</sup> vgl. <http://cutecircuit.com/about-cutecircuit/>

<sup>64</sup> vgl. Anhang: CuteCircuit\_Interview.mov, 05:00 min - 05:21 min

<sup>65</sup> vgl. <https://youtu.be/a8fVoJRI7V0>

<sup>66</sup> Diese Erkenntnis wurde aus einer persönlichen Kommunikation mit Sarah Lu Marlen Meyer am 09.12.2017 gewonnen

### 6.3.1. Technische Umsetzung

Bei der Gestaltung des Shirts wurden die technischen Funktionen des Shirts berücksichtigt. Die Stellen, an denen Vibrationselemente sitzen, sind im Design des Shirts betont. Dort befinden sich auch Leuchtdioden, die in unterschiedlichen Farben und Intensitäten blinken. Die Intensität der Leuchtdioden hängt ebenfalls von der Intensität der Vibration an dieser Stelle ab. Es besteht die Möglichkeit verschiedene Instrumente bzw. Instrumentensignale an unterschiedliche Vibrationsmotoren zu routen bzw. verteilen. Es ist möglich, Instrumente mit höheren Tönen an höher gelegenen Körperteilen vibrieren zu lassen. Im Gegensatz dazu ist es möglich, tiefe Töne im Bauchbereich fühlbar zu gestalten. Die jeweiligen Instrumente, die als Vibration abgebildet werden sollen, werden an ein digitales Audio Interface angeschlossen. Dieses ermöglicht das Verbinden von acht Mikrofonen, mit denen die verschiedenen Instrumententypen eines Orchesters ausgewählt und abgenommen werden können. Sobald diese Instrumente gespielt werden, wird das aufgenommene analoge Signal direkt in ein digitales Signal konvertiert. Über den Computer werden diese digitalen Signale zugeordnet und in ein drahtloses Datensignal umgewandelt und an das Sound Shirt weitergegeben. Der Träger des Shirts spürt sofort eine Vibration, sobald das Orchester einsetzt. Sollte beispielsweise nur die Viola einen sanften Ton streichen, wird eine sehr weiche Vibration an nur einer Stelle gespürt. Sobald das restliche Orchester einsetzt, werden die Vibrationen plötzlich am ganzen Oberkörper empfunden.<sup>67</sup>

Tiefe Töne werden tieferen Körperregionen zugeordnet. Tiefer klingende Instrumente werden daher auf Vibrationsmotoren gesendet, die im Bauchbereich liegen. Instrumente mit höheren Tonalitäten, werden entsprechend im Schulter und Armbereich zugeordnet. Durch diese Eigenschaft wird eine musikalische Vibrationssprache festgelegt. Bestimmte Bereiche des Shirts werden zu festgelegten Instrumenten zugewiesen. Der Träger kombiniert bestimmte Bereiche der Shirts mit dazu festgelegten Instrumenten. Folglich kann er allein durch die Vibration die Musik oder Komposition verstehen.

Die Benutzung des Shirts ist unkompliziert, da der Anwender es lediglich wie ein übliches Kleidungsstück anzieht. Er kann sich frei bewegen und das Konzert direkt fühlen. Die technische Arbeit findet im Vorfeld und Hintergrund statt. Ein Tontechniker muss also alle 8 Mikrofone vor dem Konzert

---

<sup>67</sup> vgl. Anhang: CuteCircuit\_Interview.mov, 00:29 min - 01:35 min

aufstellen und an den ausgewählten Instrumenten anbringen. Jedes Instrument muss richtig verbunden werden, sodass beispielsweise Mikrofon 1 auf die Vibrationseinheit 1 zugeordnet ist. Sobald das Aufstellen der Mikrofone, die Einstellung am Audio-Interface, die softwareseitige Zuweisung der Mikrofone mit dem Computer beendet und eine drahtlose Verbindung mit dem T-Shirt aufgebaut ist, kann der Träger die Musik empfinden. Theoretisch könnten auch mehrere Träger im Publikum gleichzeitig ein Sound Shirt tragen. Sollte die Reichweite des Senders überschritten werden, weil der Träger eventuell in der Pause den Konzertsaal verlässt, verbindet sich das Shirt automatisch wieder mit dem Sender, sobald die Reichweite wieder für eine erfolgreiche Kopplung ausreicht.<sup>68</sup>

### 6.3.2. Aufbau des Sound Shirts

Der einzige Prototyp des Sound Shirts ist in der Unisex Größe M geschnitten. Daher wird es momentan nicht für alle Probanden in der richtigen Größe angeboten. Das Design des Sound Shirts ähnelt einem futuristischem Overall. Das Material ist von seiner Elastizität und Beschaffenheit ähnlich einem Elastan Shirt. CuteCircuit achtet in der Entwicklung ihrer Textilien auf einen hohen Qualitätsstandard und verwendet daher keine schädlichen Stoffe oder Zusätze.<sup>69</sup>

Die Vibrationseinheiten des Sound Shirts sind auf die acht Körperbereiche Brust, Oberarm, Unterarm (Ellenbogen), oberer Unterarm, Handgelenk, Rücken, Niere, Bauch, beschränkt. Die Reihenfolge, wie in Abbildung 4 ersichtlich, ist hardwareseitig festgelegt. Pro Vibrationseinheit ist auch oberflächlich eine LED-Einheit verbaut. Pro Körperbereich wird ein Signal auf zwei identische Signale verdoppelt, sodass dasselbe Signal auf der rechten und linken Körperhälfte abgespielt wird.<sup>70</sup>

---

<sup>68</sup> vgl. Anhang: CuteCircuit\_Interview.mov, 02:28 min - 03:53 min

<sup>69</sup> vgl. <http://cutecircuit.com/about-cutecircuit/>

<sup>70</sup> Nach Erfahrung des Autors



Abb. 4: Übersicht des Sound Shirts mit festgelegter Signalreihenfolge

Das Shirt besteht dabei grundsätzlich aus zwei Einheiten: dem tragbaren langärmeligen Shirt mit schließbarem Reißverschluss und einer aufsteckbaren Akkueinheit, die zusätzlich einen Bluetooth Empfänger enthält. Der Akku des Empfängers kann wie ein herkömmliches Smartphone über USB am Computer oder USB Ladegerät aufgeladen werden.<sup>71</sup> An der unteren Seite befindet sich zusätzlich ein Startknopf, der den Empfänger aktiviert. Eine LED zeigt an, ob die Kopplung mit dem Sender erfolgreich durchgeführt ist.

<sup>71</sup> vgl. Anhang: CuteCircuit\_Interview.mov, 03:08 min - 03:22 min



Abb. 5: Akku- und Empfängereinheit zum Aufstecken am Sound Shirt Etikett

### 6.3.3 Softwareumsetzung

CuteCircuit stellt seinen Kunden eigene Apps für Smartphones oder Computer zur Verfügung. Für die Steuerung des Sound Shirts stellt CuteCircuit ein Mac-basiertes Computerprogramm zur Verfügung.

Diese Software ist im Prinzip wie eine vereinfachte DAW (Digital Audio Workstation) aufgebaut. Es kann eine Eingangs- und Ausgangshardware ausgewählt und aktiviert werden. Für diese Untersuchung wurde das Clarett 8Pre Audio Interface von Focusrite<sup>72</sup> als Audio Treiber festgelegt, am Ausgangsport wurde ein USB Bluetooth Sender von CuteCircuit aktiviert. Es gibt eine 8-Kanal Anzeige, die den Lautstärkepegel der Mikrofone angibt. Softwareseitig stünden 24 separat ansteuerbare Ausgangskanäle zur Verfügung. Da, wie oben schon erläutert, acht verschiedene Regionen am Sound Shirt zur Verfügung stehen, werden bei der Softwaresteuerung dieses Shirts nur die ersten acht Ausgangskanäle zur Signalverteilung genutzt.

<sup>72</sup> vgl. <https://focusrite.de/thunderbolt-audio-interfaces/clarett-8pre?reload=1#>

Da die Reihenfolge der Zuordnung dieser Mikrofoneingangssignale auf den jeweiligen Vibrationseinheiten des Sound Shirts festgelegt ist, kann sie nicht in der Software verändert werden. Pro Kanalzug, pro Eingangssignal, lassen sich aber per Software zwei Parameter einstellen. Zum einen kann ausgewählt werden, welche LED Einheit pulsieren soll. Zum anderen, mit welcher Farbe diese LED Einheit leuchtet oder ob die LED Einheit in einer ständigen Farbänderung pulsiert. Allerdings sind nicht alle LED Einheiten proportional zur Intensität des Eingangssignals einstellbar. Folgende Möglichkeiten sind auswählbar: rechter und linker Unterarm (1\_Right\_Wrist, 6\_Left\_Wrist), rechter und linker Oberarm (2\_Right\_Arm, 5\_Left\_Arm), rechte und linke Brust (3\_Right\_Chest, 4\_Left\_Chest).

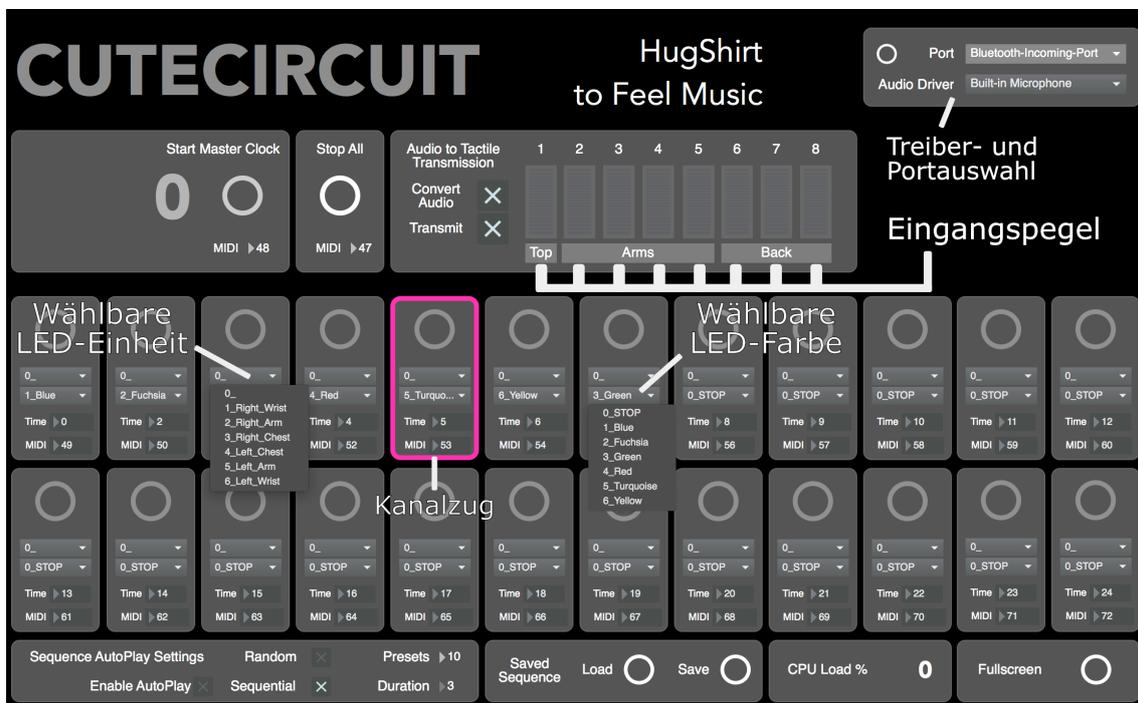


Abb. 6: Softwareübersicht

Wird beispielsweise Mikrofon 1 vor eine spielende Geige positioniert, kann über den Kanalzug 1 entschieden werden, dass dadurch die rechte Brust LED angeregt wird und rot in gleicher Proportionalität zum Eingangssignal pulsiert.

Über die *AutoPlay Settings* können alle LED Einheiten, auch getrennt, eingestellt werden, sodass die Leuchtdioden eine zufällige oder wiederholende Änderung der Leucht- und Farbintensität annehmen.

### 6.3.4 Signalaufnahme-, verarbeitung- und -weiterleitung

„Die physikalische Repräsentation der zu übermittelnden Information wird als Signal bezeichnet.“<sup>73</sup> Während der Übertragung eines Signals in einer Signalkette kann sich die Energieform und die physikalische Begebenheit ändern. Eine Kommunikation in dieser Kette ist allerdings nur dann gewährleistet, sofern die Information am Ende der Signalkette repräsentativ zur Startinformation interpretiert werden kann.<sup>74</sup>

Damit später die einzelnen Instrumente mit dem Sound Shirt erfüllt werden können, sollte die Mikrofonauswahl so getroffen werden, dass ein Instrument möglichst konzentriert aufgenommen wird.

Mikrofone werden zwischen einem Druckempfänger und einem Druckgradientenempfänger unterschieden. Der Unterschied zwischen diesen liegt in der Richtcharakteristik. Ist der Druckempfänger nur von einer Seite auf Schalldruck empfindlich handelt es sich um eine Kugelcharakteristik. Das Mikrofon ist bei dieser kugelförmigen Aufnahme von Schalldruck ungerichtet.<sup>75</sup>

„Beim Druckgradientenempfänger wird die Membran durch die Druckdifferenz zwischen Membranvorderseite und Membranrückseite bewegt, da der Schalldruck auf beiden Membranseiten einwirkt; es können - je nach konstruktiver Gestaltung - verschiedene Richtcharakteristiken erzeugt werden [...]“.<sup>76</sup> Eine sinnvolle Auswahl der Richtcharakteristik, wie sie auch für die Mikrofonierung beim Sound Shirt verwendet wird, ist die Nierencharakteristik. Damit wird das Übersprechen anderer Instrumente auf das Mikrofon bestmöglich verhindert.<sup>77</sup>

In der schematischen Übersicht aus Abbildung 7 geht hervor, dass sich diese Charakteristik eignet, um dahinter oder stark seitlich stehende Instrumente auszublenden. Das direkt mikrofonierte Instrument wird also am konzentriertesten aufgenommen.<sup>78</sup>

---

<sup>73</sup> Raffaseder, 2010, S. 57

<sup>74</sup> vgl. Raffaseder, 2010, S. 57

<sup>75</sup> vgl. Dickreiter, Dittel, Hoeg & Wöhr, Band 1, 2014, S. 139

<sup>76</sup> Dickreiter et al., Band 1, 2014, S. 139

<sup>77</sup> vgl. Dickreiter et al., Band 1, 2014, S. 334

<sup>78</sup> vgl. Dickreiter et al., Band 1, 2014, S. 159

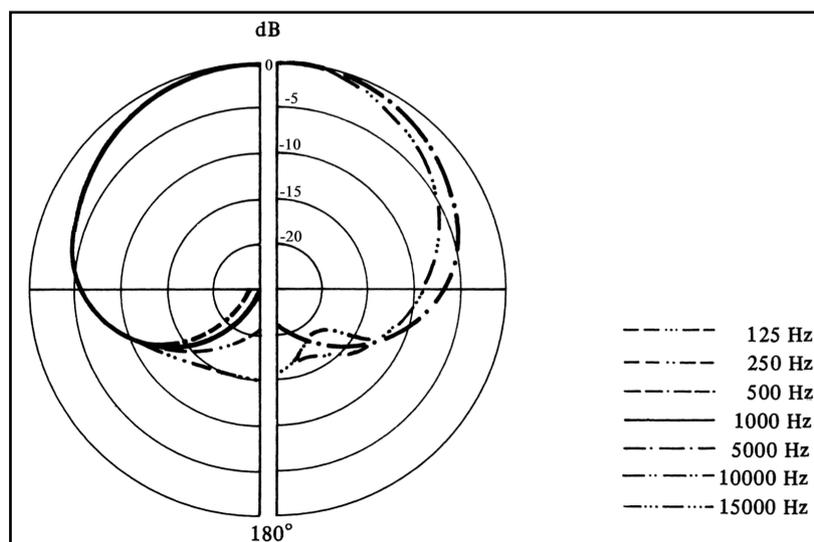


Abb. 7: Darstellung der Nierencharakteristik mit verschiedenen Frequenzen<sup>79</sup>

Über ein XLR Kabel, tontechnischer Standard in der Mikrofonsignalübertragung, wird das analoge Signal zum Audio Interface weitergegeben. Dort wird eine Analog/Digital-(A/D)-Wandlung durchgeführt. Bei dieser wird das analoge Mikrofonsignal in ein digitales und speicherbares PCM-Signal konvertiert. Dieses Signal ist verlustfrei, zeit- und wertdiskret und kann somit durch Computerberechnung ausgelesen, bearbeitet und wiedergegeben werden.<sup>80</sup> Die digitale Abtastung des analogen Signals ermöglicht es, das Signal durch numerische Rechenprozesse weiterverarbeiten zu können.<sup>81</sup> Die Lautstärkeunterschiede des Instrumentes bzw. die Dynamik des am Mikrofon auftreffenden Schalldrucks können so ermittelt werden und zur Weitersendung an das Sound Shirt in ein beliebig anderes numerisches System konvertiert werden.

Die Übertragungsrate per Bluetooth ist 2004 mit dem erweiterten Modulationsverfahren EDR auf 2.178 Mbit/s vergrößert worden.<sup>82</sup> Der aktuelle Standard von Bluetooth 4.2, das beispielsweise beim aktuellen Apple iPhone 7 verbaut wurde, überträgt Daten etwas schneller als 2004.<sup>83</sup> Allerdings ist

<sup>79</sup> Dickreiter et al., Band 2, 2014, Abb, 4/19: Richtcharakteristik eines Druckgradientenmikrofons mit Nierencharakteristik bei verschiedenen Frequenzen, S. 158

<sup>80</sup> vgl. Dickreiter et al., Band 2, 2014, S. 658

<sup>81</sup> vgl. Dickreiter et al., Band 2, 2014, S. 663

<sup>82</sup> Sauter, 2015, S. 378

<sup>83</sup> vgl. <http://www.apple.com/de/iphone-7/specs/>

der Vergleich mit der Datenübertragung von anderen Schnittstellen, wie zum Beispiel Thunderbolt 2, dass einen Datentransfer von 20 Gbit/s ermöglicht, doch sehr gering.<sup>84</sup> Bei einer standardmäßigen Abtastrate von 44,1 KHz, einer Konvertierung im PCM-Verfahren in der Auflösung von 24 bit wird eine Übertragungsrate von 1.0584 Mbit/s pro Mikrofonkanal benötigt.

$$\frac{\text{Datenmenge}}{\text{pro Sekunde}} = 1 \cdot \frac{44100}{s} [\text{Hz}] \cdot 24 \text{ bit} = 1058400 \frac{\text{bit}}{s} = 1.0584 \frac{\text{Mbit}}{s}$$

Daher muss das digitale Eingangssignal in ein anderes numerisches System umgewandelt werden, damit die Datenmenge für eine Übertragung via Bluetooth geeignet ist. Ein passendes Datenformat ist hierfür beispielsweise MIDI.

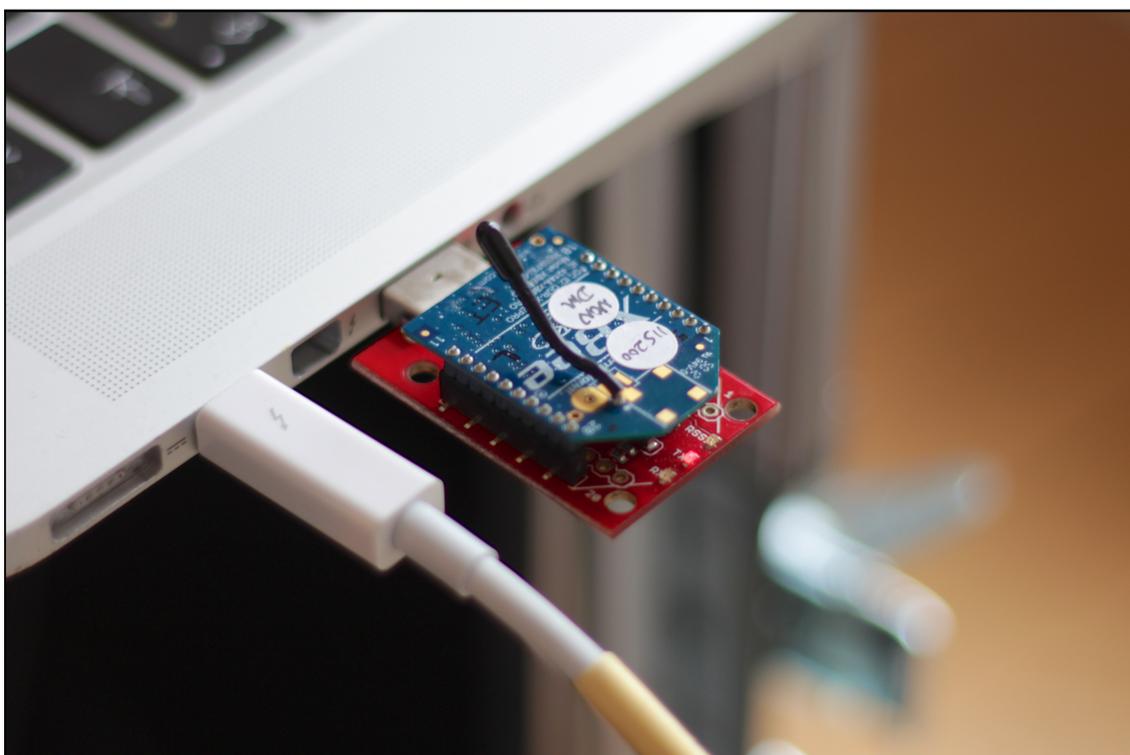


Abb. 8: Bluetooth-Sender

Apple stellte im Sommer 2014 das erste Mal den möglichen Datenaustausch von MIDI über BLE (Bluetooth Low Energy) mit iOS 8 und OS X 10.10 vor. Im Folgejahr 2015 wurden weitere Funktionen hinzugefügt.<sup>85</sup> MIDI ist einfaches musikalisches Steuerformat, das größtenteils als digitale Steuerung

<sup>84</sup> vgl. <http://www.apple.com/de/thunderbolt/>

<sup>85</sup> vgl. <https://www.midi.org/specifications/item/bluetooth-le-midi, rp52public-2.pdf>

von elektronischen Synthesizern genutzt wird. Es kann simple Vorgänge speichern. Zum Beispiel, ob eine Note zu spielen begonnen oder beendet wird. Außerdem kann es angegeben, wie laut (dynamisch begrenzt) diese Note angespielt wird.

Das gespeicherte Mikrofonsignal muss also in einfache Amplitudenwerte bzw. Lautstärkewerte konvertiert werden, damit eine sinnvolle Steuerung über MIDI möglich ist. Dieses Signal kann dann am Empfänger des Sound Shirts interpretiert werden und als dynamisches Signal an die Vibrations-elemente weitergegeben werden.

## 7. Erfahrungsbericht aus der Praxis

Die Rückmeldung der Hörgeschädigten nach den praktischen Live-Einsätzen ist essentiell, um die Frage beantworten zu können: Kann mit dem Sound Shirt eine alternative Musikempfindung geschaffen werden?

Am 7. Juli 2016 fand daher in Hamburg das erste offizielle Konzert statt, bei dem zwei gehörlose Gewinner in den Genuss kamen, das Sound Shirt zu testen. Darauf folgte ein zweites Konzert mit dem gleichen Programm und zwei weiteren Gewinnern am 10.07.2017.<sup>86</sup> Das Programm beinhaltete vielfältige klassische Werke wie *Der fliegende Holländer* von Richard Wagner, *Lieder eines fahrenden Gesellen* von Gustav Mahler und die Sinfonie Nr. 3 von Max Bruch.<sup>87</sup> Diese Kompositionen weisen eine sehr hohe Dynamik auf. Seichten und ruhigen Stellen folgen pompöse Paukeneinsätze und energiegeliche Streicher in Kombination mit Holz- und Blechbläsern.

Im Vorfeld wurde ein technischer Einsatz geprobt. Dieser wurde während des Werbefilmdrehs über das Sound Shirt ohne öffentliches Publikum durchgeführt. Drei Gehörlose, unter anderem auch die unter Punkt 5.4.8 schon genannte gehörlose Schauspielerin und Tänzerin Cassandra Wedel, begleiteten diese Probe. Sie beschrieb ihre Erfahrungen mit dem Sound Shirt als schön, da sie die Violinen nicht nur als zarte Berührung fühlen, sondern auch die Musik in unterschiedlichen Lautstärken am ganzen Körper spüren konnte.<sup>88</sup> Am 04.02.2017 gab es ein weiteres Konzert in der Laiszhalle Hamburg mit der gehörlosen Gewinnerin Martina Bergmann und einer persönlichen Selbstanprobe des Sound Shirts. Insgesamt beteiligten sich an der bisherigen Testphase des Prototyps neun Hörgeschädigte.<sup>89</sup>

### 7.1. eigene Erfahrung in Hamburg

Das Konzert am 04.02.2017 war Höhepunkt einer eigenen Untersuchung des Sound Shirts in Hamburg. Unter Betreuung von Anika Bresser (Junge Symphoniker Hamburg) und dem Tontechniker Alexander Dietze wurde die Funktionsweise des Shirts näher betrachtet. Außerdem konnte ein *Offline-*

---

<sup>86</sup> Diese Erkenntnis wurde aus persönlicher Kommunikation mit Anika Bresser am 16.03.2017 gewonnen.

<sup>87</sup> vgl. <https://www.facebook.com/events/559352187578709/>

<sup>88</sup> vgl. <https://www.youtube.com/watch?v=8V3XQZZCED4>

<sup>89</sup> Stand: März 2017

Test durchgeführt werden. Es wurden statt der Mikrofone am Eingang, eigene Tonsignale verwendet, um damit nachvollziehen zu können, wie sehr Musik und Sound im Allgemeinen nur durch die Vibration erkannt werden kann.

### 7.1.1. Das Orchester: Junge Symphoniker Hamburg

Als Laienorchester möchte das 2001 gegründete Orchester Junge Symphoniker Hamburg Jung und Alt für klassische Musik begeistern. Daher spielen die jungen Musiker im Alter zwischen 20 und 35 Jahren klassische, romantische, aber auch moderne und unterhaltende Orchesterstücke. Es werden jährlich an zwei Konzertprogrammen mit dem Dirigenten Bruno Merse und anderen Gastdirigenten gearbeitet. Während der Probenphase unterstützen unter anderem auch Mitglieder der NDR Elbphilharmonie, des Ensemble Resonanz und Dozenten der Hochschule für Musik und Theater Hamburg die Musiker bei der Einübung der Stücke. Das Orchester wird nicht staatlich subventioniert, wie es in dieser Branche üblich ist, sondern finanziert sich nur durch Spenden und Konzerteinnahmen. Der gemeinnützige Verein Junge Symphoniker Hamburg e.V. wird ausschließlich von Ehrenämtern und dem Engagement der Orchestermmitglieder geführt. Dafür steht das Mitspracherecht der einzelnen Mitglieder zur Philosophie des Orchesters.<sup>90</sup>

### 7.1.2. Konzertablauf

Der Treffpunkt des Sound Shirt Teams war etwa drei Stunden vor Konzertbeginn, um genügend Zeit für den technischen Aufbau zu haben und einen Probedurchlauf während der Einspielprobe des Orchesters durchführen zu können. Das Team, das am Konzerttag das Sound Shirt Projekt begleitete, bestand aus Anika Bresser (Junge Symphoniker Hamburg), Sandra Martin (Junge Symphoniker Hamburg), Alexander Dietze (Tontechniker), Martina Bergmann (hörgeschädigte Gewinnerin bzw. Testerin), eine Gebärdendolmetscherin und ein Kamerateam mit Redakteur Sven Rieken.<sup>91</sup>

Das Konzert fand am 04.02.2017 ab 20 Uhr im großen Saal der renommierten Laieszhalle Hamburg statt. Den dortigen Empfang leitete Anika Bresser und Sandra Martin. Letztere ist selbst Gebärdendolmetscherin und konnte daher auch für Martina Bergmann gelegentlich übersetzen. Allerdings war sie auch in der musikalischen Besetzung des Orchesters, deswegen über-

<sup>90</sup> vgl. <http://www.junge-symphoniker.de/typo3/index.php?id=45>

<sup>91</sup> vgl. <http://www.3sat.de/mediathek/?mode=play&obj=64662>

setzte eine externe Gebärdendolmetscherin während des Konzerts und der Einspielprobe für Martina Bergmann. Um eine möglichst gute Sicht auf das Orchester gewährleisten zu können, wurde ein Platz auf der Empore direkt oberhalb der Bühne gewählt.

Der technische Aufbau wurde zusammen mit Alexander Dietze bewerkstelligt. Die zentrale Steuerung über den Computer und Audio Interface erfolgte ebenfalls auf der Empore, um während des Konzerts eine direkte Korrespondenz zwischen dem Sound Shirt Träger und der tontechnischen Leitung herstellen zu können. Bei der Mikrofonierung wurden acht Neumann KM D mit einer Nierenmikrofonkapsel KK 184 verwendet.<sup>92</sup> Sie wurden auf folgende Instrumente verteilt: Violine 1/Solist, Violine 2, Viola, Cello, Holzbläser, Pauke, Blechbläser, Bässe.

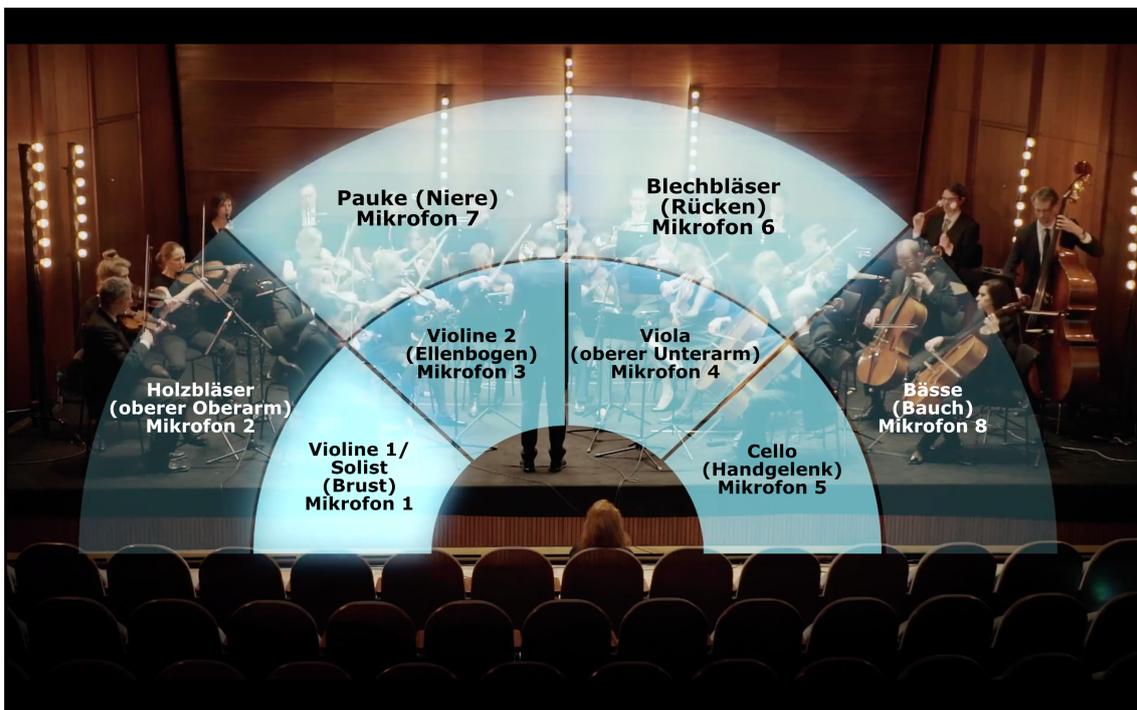


Abb. 9: Mikrofon- und Signalverteilung in der Orchesterübersicht<sup>93</sup>

Das Konzertprogramm wurde in zwei Hälften aufgeteilt. In der ersten Hälfte wurde von Gershwin die Ouvertüre zu *Strike Up the Band* und das *Violinkonzert* von Korngold, in der Zweiten Dvořáks neunte Symphonie *Aus der*

<sup>92</sup> vgl. [http://www.neumann.com/?lang=de&id=current\\_microphones&cid=kmd\\_description](http://www.neumann.com/?lang=de&id=current_microphones&cid=kmd_description)

<sup>93</sup> vgl. <https://www.youtube.com/watch?v=8V3XQZZCED4>, Bildausschnitt wurde um eigene Informationen ergänzt

*Neuen Welt* gespielt.<sup>94</sup> Martina Bergmann durfte den ersten Teil des Konzertabends mit dem Sound Shirt begleiten, während in der zweiten Hälfte eine Selbstanprobe möglich war. Das Interesse der Medien ist an diesem weltweit neuartigen Projekt sehr hoch. Daher begleitete ein Kamerateam unter redaktioneller Führung von Sven Rieken den Konzertaufbau, die technische Einspielprobe mit dem Sound Shirt, die Einführung im Backstagebereich der Laeishalle für Martina Bergmann und auch die gesamte Aufführung. Es entstand unter anderem ein Beitrag, der *im ZDF heute journal* vom 06.02.2017 zu sehen war.<sup>95</sup> Ein weiterer Bericht mit mehr technischen Details wurde für das Wissenschaftsmagazin Nano des Fernsehsenders 3sat produziert. Dieser erschien am 09.02.2017 auf 3sat und beinhaltet eine eigene Stellungnahme bzw. eine kurze Erklärung der technischen und subjektiven Funktionsweise des Sound Shirts.<sup>96</sup>

### 7.1.3. Selbstanprobe

Wie in Punkt 7.1.2 bereits erläutert, wurde dem Sound Shirt eine eigene Selbstanprobe in der zweiten Konzerthälfte unterzogen. Durch einen vorangegangenen Test, der unter Punkt 7.1.5. genauer betrachtet wird, wurde sich an die Vibration des Shirts schon eingewöhnt. Allerdings ist bei einem Live-Einsatz in einem großen Orchester trotzdem eine gewisse Gewöhnungszeit nötig, um zu verstehen, welches Instrument in welchem Körperbereich reagiert. Die optimale Lage auf der Empore ermöglichte eine genaue Beobachtung der Musiker, wodurch visuell schnell das gerade spielende Instrument zugeordnet werden konnte. Außerdem konnte über eine Übersicht, die der aus Abbildung 9 ähnelt, die Instrumentierung der Körperbereiche abgelesen werden, sodass eine schnelle Orientierung möglich war.

Ungefähr 2000 Zuhörer füllten die Publikumsränge. Der Lautstärkepegel des Applauses entsprach in etwa den lautesten Stellen, der vom Orchester gespielten Musik. Der erste Eindruck war deswegen überwältigend, weil alle 16 Vibrationseinheiten beim Anlegen des Shirts gleichzeitig in einer sehr intensiven Art und Weise vibrierten. Es wurde ein Vergleich durchgeführt, indem die Vibrationsempfindung ohne und mit Hörgeräteversorgung getestet wurde. So konnte auch ein direkter Vergleich gezogen werden, wie sich die

---

<sup>94</sup> vgl. <https://www.facebook.com/events/1833648770181767/>

<sup>95</sup> vgl. <https://www.zdf.de/nachrichten/heute-journal/hjo-gesamt-176.html>

<sup>96</sup> vgl. <http://www.3sat.de/page/?source=/nano/technik/191140/index.html>

Empfindung mit akustischer Unterstützung des Orchesters ändert bzw. auswirkt.

Dadurch konnte zum einen festgestellt werden, dass durch den Wegfall der akustischen Wahrnehmung eine tatsächliche Sensibilisierung der Vibrationswahrnehmung deutlich bemerkbar war. Durch den Wegfall des Hörsinns beschränkte sich die Wahrnehmung auf den Seh- und Tastsinn bzw. der Vibrationsempfindung. Durch den Schlag auf die Pauke, wurde beispielsweise ein visueller Reiz erzeugt, dessen Impuls als Vibration im Nierenbereich erwartet wurde. Dieser Effekt tritt zwar auch mit der Unterstützung durch den Hörsinn auf. Allerdings ist die visuelle Auffassungsgabe ohne ihn sehr viel höher.

Zum anderen trägt das Sound Shirt trotz akustischer Wahrnehmung des Orchesters zu einer Unterstützung und einer Intensivierung der Musikempfindung bei. An lauten Stellen wurde eine Anspannung der Muskeln durch die starke Vibration hervorgerufen. Während der sehr ruhigen und seichten Teile entspannten sich diese. Trotzdem war eine direkte Empfindung am Körper spürbar. Technisch wurde eine Latenz von ungefähr 0,3 Sekunden angegeben.<sup>97</sup> Das ist die Zeit, die vom Auftreffen des Schalls an der Membran des Mikrofons bis zur Vibrationsempfindung vergeht.<sup>98</sup> Dieser Latenzwert ist variabel und kann sich je nach Computerleistung, Audio Interface und Sendequalität des BLE-Senders ändern. Während des Konzerts konnte die Latenz tatsächlich vernachlässigt werden. Das lag unter anderem daran, dass der Orchesterplatz und die Empore je nach Instrument ungefähr 20-30 Meter entfernt waren und somit der Ton leicht versetzt auf der Empore zu hören war. Zum anderen war der Saal der Laeiszhalle sehr groß, hoch bzw. geräumig. Die Nachhallzeit war dementsprechend hoch, sodass eine Verzögerung der Vibrationswahrnehmung vernachlässigt werden konnte.

Der Tragekomfort des Shirts war sehr angenehm, sodass ein Verrutschen der Vibrationseinheiten auch in intensiveren Momenten verhindert wurde. Durch eine selbstgewählte Sitzposition konnte zudem die Stärke der Vibrationselemente am Rücken verändert werden, indem die Rückenlehne des Sitzes ausgenutzt oder auf sie verzichtet wurde. Die Vibrationsempfindung war durch den Druck der Rückenlehne dann etwas deutlicher spürbar.

---

<sup>97</sup> Diese Erkenntnis wurde aus einer persönlichen Kommunikation mit Sarah Lu Marlen Meyer am 12.12.2016 gewonnen.

<sup>98</sup> vgl. Dickreiter et al., Band 1, 2014, S. 202

### 7.1.4. Die hörgeschädigte Gewinnerin Martina Bergmann

Martina Bergmann wurde für das Konzert am 04.02.2017 aus ungefähr 500 Interessenten bzw. Bewerbern für die Sound Shirt Anprobe in Hamburg ausgelost. Ihre Hörschädigung ist vermutlich angeboren und grenzt an Taubheit. Daher konnte sie das Orchester nicht akustisch, sondern nur über das Sound Shirt wahrnehmen. Für diese Arbeit und einer möglichen Untersuchung wurde ein Fragebogen gewählt, der ihre Erlebnisse und Eindrücke empirisch zusammenfasst. Diese können im folgenden Abschnitt berücksichtigt werden.<sup>99</sup>

Ungefähr eine Stunde vor dem Konzert wurde die Funktionsweise in einer technischen Einführung mit Alexander Dietze mit Unterstützung einer Gebärdendolmetscherin erklärt. Da Martina Bergmann bisher keine Erfahrung mit Musik oder anderen musikalischen Erlebnissen hatte, wurde zusätzlich von Anika Bresser das Orchester der Jungen Symphoniker Hamburg erklärt und erläutert, welche Stücke gespielt werden. Es wurden die Charakteristika der klassischen Musik mit ihren sehr unterschiedlichen Lautstärken nuances beschrieben. Entsprechend spielen die einzelnen Instrumente selten alle gleich laut. Somit ist eine unterschiedliche Vibrationsempfindung bzw. eine Unterscheidung der einzelnen Instrumente einfacher möglich. Außerdem wurde ihr erklärt, dass sich die Vibrationsintensität während dem Konzert regeln lässt, da eine starke Vibrationsempfindung anfangs ungewohnt sein kann.<sup>100</sup>

Das Sound Shirt wurde während dem lauten Anfangsapplaus angelegt, der ebenfalls über die Mikrofone des Orchesters aufgenommen wurde. Daher wirkte die Gewinnerin zu Beginn etwas überwältigt. Da keine Anprobe vor dem Konzert stattgefunden hatte, war die Eingewöhnung erst während des Konzertbetriebes möglich. Aus diesem Grund wurde die Anprobe auf die erste Konzerthälfte von ungefähr 45 Minuten Spielzeit beschränkt. Nach dieser Zeit war die Teilnehmerin begeistert aber auch erschöpft.<sup>101</sup>

Durch die Nutzung der Instrumentenübersicht wurde anfangs nachvollzogen, von welchem Instrument die Vibrationsempfindung hervorgerufen wur-

---

<sup>99</sup> vgl. Anhang: Fragebogen Martina Bergmann

<sup>100</sup> Dies kann nach Anwesenheit des Autors bestätigt werden.

<sup>101</sup> vgl. <https://www.zdf.de/nachrichten/heute-journal/hjo-gesamt-176.html>

de. Nach einer gewissen Zeit stand der Genuss der unterschiedlichen Vibrationen jedoch im Vordergrund. Für sie war diese Art von Musikempfindung eine völlig neue. Daher würde sie gerne die Chance bekommen, das Sound Shirt öfter zu tragen, um sich daran gewöhnen zu können. Unter anderem nannte sie den Vorschlag, das Sound Shirt in der Oper, Philharmonie oder beim Ballett einzusetzen.<sup>102</sup>

Eine weitere Möglichkeit wäre der Einsatz im Kino. Daher wird im folgenden Punkt näher auf eine eigene empirische Studie eingegangen, die einen Verwendung des Sound Shirts im Kino möglich machen könnte.

### 7.1.5 Trailertest: Einsatz des Sound Shirts im Kino

Um einen Einsatz des Sound Shirts im Kino zu simulieren, wurde für diese Arbeit eine eigene Studie mit zwei aktuellen Kinotrailern von *The Hateful Eight* (2016) und *Das ewige Leben* (2015) durchgeführt. Die zwei Filme decken das Genre *Western* und *Komödie* ab.<sup>103</sup>

Diese beiden Trailer wurden gewählt, um zwei möglichst unterschiedliche Sound-Stereotypen abzudecken. Bei *Western* ist der Einsatz von Schusswaffen und der Klang des Faustschlags, sowie eine raue düstere Soundatmosphäre ein Stilmittel, das wiederkehrend in der Klangstruktur eingesetzt wird. Bei einer *Komödie* steht heitere Musik und der Dialog bzw. die Sprache im Vordergrund.<sup>104</sup>

Das Ziel der Studie war, eine Aussage treffen zu können, ob eine Interpretation des originalen Sounds ohne akustische Wahrnehmung nur über das Sound Shirt möglich ist, um somit auch eine alternative Soundempfindung eines Kinofilms mit Untertitel anbieten zu können. Die Probanden hatten im Vorfeld weder das Bild gesehen, noch den Originalton gehört.

Der technische Aufbau des Sound Shirts war derselbe, wie in Kapitel 6 erläutert. Allerdings wurden am Eingang des Audio Interfaces statt Mikrofone, acht Ausgangssignale eines zweiten Audio Interfaces, das mit einem anderen Computer verbunden war, angelegt. Dadurch wurde ermöglicht, dass über den zweiten Computer beliebige Audiosignale auf das Sound Shirt gegeben werden konnten.

---

<sup>102</sup> vgl. Anhang: Fragebogen Martina Bergmann

<sup>103</sup> vgl. <https://itunes.apple.com/DE/movie/id1024390673> und <https://itunes.apple.com/DE/movie/id1070524671>

<sup>104</sup> vgl. Keutzer, Lauritz, Mehlinger & Moormann, 2014, S. 129

Ein klassisches Soundbild im Kino wird über eine 5.1 Surround Lautsprecherkonfiguration gebildet.<sup>105</sup> Eine übliche Stereoverteilung mit einem linken und rechten Signal wird dabei erweitert. Es stehen insgesamt sechs verschiedene Signale mit folgender Benennung zur Verfügung: Left, Right, Center, LFE, Surround Left, Surround Right.<sup>106</sup> Mithilfe der DAW Logic Pro X von Apple wurde dann die Verteilung - auch Routing genannt - der Surround-Signale für das Sound Shirt festgelegt.



Abb. 10: Übersicht der Surround-Signale und deren Verteilung auf dem Sound Shirt<sup>107</sup>

In Abbildung 10 kann die Zuweisung der einzelnen Surround-Signale detailliert betrachtet werden. Auf der rechten Seite sind die Vibrationseinheiten beschriftet. An diesen Kanalzügen ist auf der oberen Seite der Buskanal als Eingang ersichtlich. Das Surround-Signal *Left* wird beispielsweise über die Busse 14 (B 14), 13 (B 13) und 16 (B 16) geschickt. Daher wird dieses auf den Handgelenken, auf den oberen Unterarmen und auf den Nieren abge spielt. Allerdings kann auch über die Lautstärkereger die Intensität des jeweiligen Surround-Signals auf den einzelnen Vibrationselementen angepasst

<sup>105</sup> vgl. Dickreiter et al., Band 2, 2014, S. 966

<sup>106</sup> vgl. Dickreiter et al., Band 2, 2014, S. 948

<sup>107</sup> Dieses Signalrouting wurde vom Autor für sinnvoll gehalten und im Vorfeld durch eine Selbsttest so festgelegt.

werden. Die folgende Tabelle veranschaulicht einfach, wie die Verteilung der Surround-Signale auf das Shirt verläuft:

Left	Right	Center	Left Surround	Right Surround	LFE
Handgelenke	obere Oberarme	Rücken	Nieren	Nieren	Brust*
oberer Unterarme	Ellenbogen	Brust			obere Oberarme*
Nieren*	Nieren*				Ellenbogen*
					obere Unterarme*
					Handgelenke*
					Rücken*
					Nieren*
					Bauch
* Aussteuerung leiser (-6 dB)					

Die Studie wurde am 03.02.2017 mit zwei normalhörenden Probanden Anika Bresser (Junge Symphoniker Hamburg) und Alexander Dietze (Tontechniker) in Hamburg durchgeführt.<sup>108|109</sup>

Folgende Erklärung wurde den Probanden vor der Durchführung gegeben:

*Es werden Ihnen zwei Filmtrailer mit deutschem Untertitel **ohne Ton** gezeigt. Statt einer Tonausgabe werden Sie den originalen Sound mit dem Soundshirt nachfühlen. Der Sound lag als 5.1 Dolby Surround Material vor. Der Ton wurde sinnvoll auf 8 verschiedene Soundspuren aufgeteilt.*

**Ihre Aufgabe:** Der Trailer wird Ihnen jeweils zweimal gezeigt. Einmal mit dem adaptierten richtigen Ton und einmal mit einer falschen Variante. Erkennen Sie den originalen Ton nur mit Hilfe des Sound Shirts und ohne, dass Sie den Ton vorher gehört haben?<sup>110</sup>

<sup>108</sup> Dadurch, dass das Sound Shirt bisher nur ein Prototyp ist, wurde für den Versuch das Shirt privat und in Begleitung des zuständigen Sound Shirt Teams der Jungen Symphoniker Hamburg und unter Ausschluss der Öffentlichkeit durchgeführt.

<sup>109</sup> vgl. Anhang: Einverständniserklärungen

<sup>110</sup> vgl. Anhang: Qualitativer Fragebogen mit Trailertest

Bei der falschen Variante wurden durch Schnitte oder zeitliche Veränderungen das originale Soundmaterial verfälscht. Da die einzelnen Surround-Signale als Audiospuren individuell verändert werden konnten, wurden sie teilweise auch rückwärts abgespielt. Bei der Verfälschung wurde aber darauf geachtet, dass Peaks bzw. Höhepunkte der Lautstärkeamplituden an denselben Stellen bleiben, damit eine zu leichte Erkennung des verfälschten Materials ausgeschlossen wird.

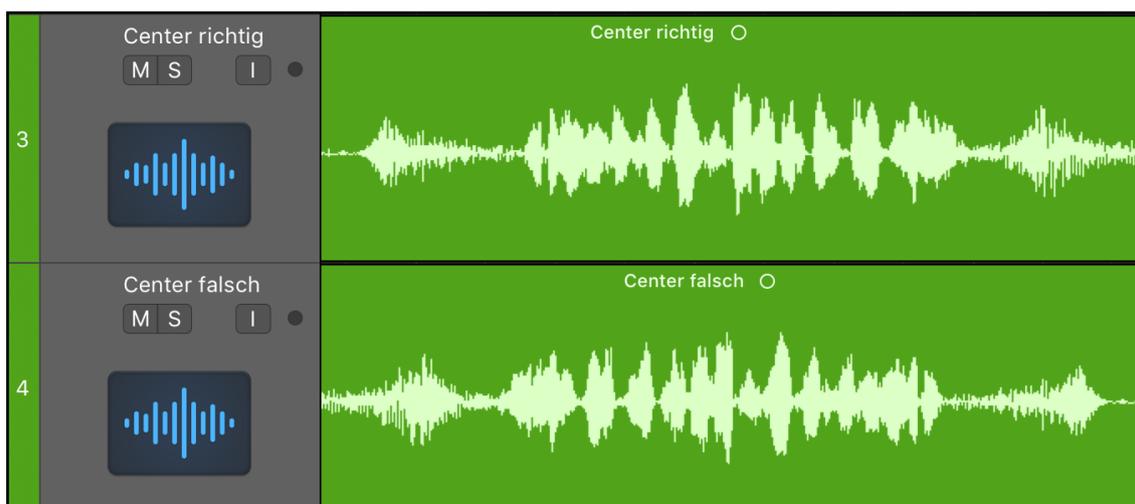


Abb. 11: Richtige und falsche Wellenform des Center-Signals im Vergleich

In der Abbildung 11 wurde das richtige Center-Signal in dieser Schnittauswahl invertiert und rückwärts in der falschen Variante abgespielt. Eine derartige Umkehrung des Originaltons würde Hörenden sofort auffallen.

Auch die beiden Probanden konnten sehr schnell und nur anhand des Sound Shirts diesen Fehler erkennen. Sie wählten beide die zum originalen Sound zugehörige Variante aus, obwohl ihnen der eigentliche Ton des Trailers nicht bekannt war.

Daher kann als Ergebnis dieses Versuchs folgendes gezeigt werden: erstens ist ein Sounderlebnis im Kino mit dem Sound Shirt auch für nicht hörgeschädigte Personen möglich. Zweitens ist eine Interpretation des Kintons ohne großen technischen Aufwand mit dem Sound Shirt möglich. Hörgeschädigte können so tatsächlich das Soundbild eines Kinofilms nachempfinden, anstatt nur den Untertitel zu lesen. Dies führt zu einem größeren Kinoerlebnis für Gehörlose und Schwerhörige.

## 7.2. Weitere Erfahrungsberichte

In diesem Punkt werden weitere Erfahrungsberichte von den bisherigen Sound Shirt Trägern zusammengetragen.

Die erste Gewinnerin, die das Shirt bei einem öffentlichen Konzert tragen konnte, war Stefanie Heitmann. Bisher hatte sie musikalische Erfahrung nur über Vibration bei besonders lauter Musik im Auto oder in der Discothek gesammelt. Die Vibration durch das Sound Shirt erinnerte sie an eine Massage.<sup>111</sup> Ihre Beschreibung erläutert sie folgendermaßen: „Es hat sich sehr schön angefühlt. Ich war innerlich sehr aufgeregt, aber gleichzeitig konnte ich entspannen. Ich kann mir gut vorstellen, dass man mit dem T-Shirt schnell Stress abbauen und einfach mal abschalten kann.“<sup>112</sup>

Roswitha Rother ist CI-Trägerin und schildert ihre Erlebnisse in einem ausführlichen schriftlichen Bericht.<sup>113</sup> Mit der Versorgung über CI musste sich Roswitha Rother erst wieder an Musik gewöhnen. Nach einer 20-jährigen Versorgung ist das Sound Shirt nun eine ganz neue Erfahrung. „Die sehr unterschiedlichen Musikstücke, die mir bisher ebenso wie die meiste Klassik unvertraut waren, ergaben sehr unterschiedliche Eindrücke, sowohl von der akustischen als auch der taktilen Musikempfindung her. Wagners akustische Darstellung der Naturgewalten wie Blitze und Donner sowie der stürmischen Wogen wurde von den taktilen Erfahrungen intensiv unterstützt. Besonders gut wurde die geheimnisvoll düstere Atmosphäre des Geisterschiffs durch die Bassinstrumente als Vibration im seitlichen Bauchraum verstärkt. Gerade der Tieftonbereich, der emotional verstärkend wirkt, ist ja mit CI nicht so gut abzubilden.“<sup>114</sup>

Die Eindrücke von Cassandra Wedel wurden durch ein Interview der Deutschen Gehörlosenzeitung festgehalten.<sup>115</sup> In Punkt 6.1 und 7 wurde erläutert, dass Cassandra Wedel das Sound Shirt für einen Werbefilm getestet hat. Daher war die Besonderheit, dass das Filmteam den ersten Eindruck mit der Kamera einfangen wollte. Im Vorfeld wurde keine genauere Beschreibung oder Einführung gegeben, daher fiel ihre erste Reaktion sehr

---

<sup>111</sup> vgl. Interview mit Stefanie Heitmann: erschienen in Berger, 2016, S. 71

<sup>112</sup> Diese Aussage erschien als Interview mit Stefanie Heitmann in Berger, 2016, S. 71

<sup>113</sup> vgl. Leserbrief von Roswitha Rother: erschienen in Berger, 2016, S. 69

<sup>114</sup> Leserbrief von Roswitha Rother: erschienen in Berger, 2016, S. 69

<sup>115</sup> vgl. [https://www.youtube.com/watch?v=1H0z1vamt\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=1H0z1vamt_E)

überrascht, ein bisschen erschrocken aus, da sie nicht mit so einer Vibration gerechnet hatte. Sie hatte das Gefühl, dass sie überrumpelt wird. Nach kurzer Zeit konnte sie die Geigen an den Armen herausfühlen. Sie beschreibt dieses Gefühl als würde der Geigenbogen direkt auf ihren Armen angesetzt und gespielt werden. Am liebsten hätte sie das Shirt danach mit nach Hause genommen.<sup>116</sup>

Auch Asha Rajashekar hätte das Shirt nach ihrem Erlebnis gerne mitgenommen, obwohl ihr das Shirt kaum gepasst hat. Für sie war es ebenfalls eine neue Erfahrung, da sie bisher nur Musik bzw. Bässe über die Füße gespürt hat oder ihre Mutter die Musik in Gebärden übersetzt hat. Sie war nicht nur überwältigt, sondern konnte einzelne Instrumente, wie etwa die Pauke oder die Streicher einzeln erspüren.<sup>117</sup>

Grundsätzlich stößt das Sound Shirt bei allen bisherigen Trägern auf große Begeisterung. Denn dadurch wird ihnen eine neue Welt, die Welt der Musik eröffnet. Die starken Vibrationsreize sind bei allen anfangs etwas ungewohnt. Allerdings unterscheiden sich die Vibrationsempfindung bzw. -sensibilität individuell. Nach einer gewissen Eingewöhnungsphase löst bei allen Beteiligten die Vibration des Sound Shirts eine angenehme, entspannende Wirkung aus. Gehörlosen ist es möglich, einzelne Instrumente wahrzunehmen, die Musik zu erkennen, und die Komposition zu interpretieren. Daher bietet das Sound Shirt eine tatsächliche Möglichkeit, Musik und Sound für Gehörlose und Schwerhörige wiederzugeben.

---

<sup>116</sup> vgl. [https://www.youtube.com/watch?v=1H0z1vamt\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=1H0z1vamt_E)

<sup>117</sup> vgl. [http://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/hamburg\\_journal/Sound-Shirt-laesst-Gehoerlose-Musik-erleben,hamj49644.html](http://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/hamburg_journal/Sound-Shirt-laesst-Gehoerlose-Musik-erleben,hamj49644.html)

## 8. Ausblick

Aus den gesammelten Erfahrungen der Sound Shirt Träger können für die Zukunft weitere Rückschlüsse gezogen werden, wie sich der Einsatz des Shirts noch ausweiten lässt. Neben technischen Verbesserungsmöglichkeiten wird in diesem Kapitel ein Ausblick gewährt, der das Potential des Sound Shirts mit weiteren Einsatzmöglichkeiten erläutert und welche Schritte noch bis zur Serienanfertigung gegangen werden müssen.

Die Vibrationspads<sup>118</sup> im Shirt reagieren stufenlos auf Lautstärkeunterschiede. Der Selbsttest zeigte allerdings, dass die Dynamik etwas genauer abgebildet werden könnte. Der Übergang zwischen ruhigen und starken Vibrationen ist teilweise relativ schnell erreicht. Die Breite der Dynamik könnte im Zwischenbereich daher etwas vergrößert werden. Dieser Effekt verstärkt sich zudem bei längeren Betriebszeiten, wenn der Akku schon etwas länger beansprucht wurde.

Eine Lösung, die Ryan Genz von CuteCircuit auch im Interview mit Jung von Matt anspricht, wäre die Erweiterung der jeweiligen Vibrationselemente um einen zweiten synchronisierten Vibrationsmotor. So würde bei sehr leichten Vibrationen nur ein kleiner Motor die Vibration erzeugen. Sobald dann ein lauter Ton gespielt werden würde, schaltet dann synchron ein zweiter größerer Vibrationsmotor dazu, um eine sehr intensive Empfindung zu erreichen.<sup>119</sup>

Der Anschluss der Akku- bzw. Empfängereinheit, wie in Abbildung 5 gezeigt, ist mit einem Anschluss aus acht elektrisch durchflossenen Nieten gelöst worden. Zum einen ist für das Aufstecken der Einheit Geschicklichkeit gefragt und zum anderen kann diese sich während dem Betrieb leicht lösen. Besser wäre eine verschraubbare Lösung, mit nur einem Stecker, der alle acht Elektroden bündelt.

Die Softwaresteuerung des Sound Shirts wurde in 6.3.3 erklärt. Allerdings setzt diese Software ein tontechnisches Wissen voraus. Um das Shirt auch als Laie oder mit kürzerer Einführung bedienen zu können, wäre ein benutzerfreundlicheres Softwareinterface zu überdenken. Als Beispiel wären vorgefertigte Softwareeinstellungen, die als Vorlage abrufbar sind, für den jeweiligen Einsatz des Sound Shirts möglich.

---

<sup>118</sup> oder Vibrationselemente

<sup>119</sup> vgl. Anhang: CuteCircuit\_Interview.mov, 01:36 min - 02:06 min

Weiter denkbare Einsatzmöglichkeiten des Sound Shirts, wie sie auch unter Punkt 7.2 und 7.1.4 von den bisherigen Trägern gewünscht werden, wären im Theater, Ballett, Oper, Philharmonie und im Kino.

Eine sinnvolle hardware- und softwareseitige Erweiterung wäre die Aufteilung der acht Signale auf 16 unterschiedlich ansteuerbare Signale. Sodass tatsächlich jedes einzelne Vibrationselement einem Eingangssignal zugewiesen werden kann. Softwareseitig gäbe es dann in den oben angesprochenen Voreinstellungen die Möglichkeit, die Aufteilung der Eingangssignale auf Körperregionen festzulegen. Zum Beispiel wäre bei Orchesterkonzerten die in Punkt 7.1.2 beschriebene Zuweisung der Eingangssignale als Voreinstellung aufrufbar. Im Kino macht eine Aufteilung der Surround-Signale, wie in Punkt 7.1.5 beschrieben, in rechte und linke und mittlere Körperteile Sinn. Die Vibrationseinheiten am Rücken und in der Brust sind sehr zentral im Shirt angelegt. Daher wäre folgende Aufteilung als Voreinstellung im Kino sinnvoll:

<b>Left</b>	<b>Right</b>	<b>Center</b>	<b>Left Surround</b>	<b>Right Surround</b>	<b>LFE</b>
linker oberer Oberarm	rechter oberer Oberarm	Rücken	Niere links	Niere rechts	<i>Brust*</i>
linker Ellenbogen	rechter Ellenbogen	Brust	linkes Handgelenk	rechtes Handgelenk	<i>obere Oberarme*</i>
linke oberer Unterarm	rechter oberer Unterarm				<i>Ellenbogen*</i>
<i>linke Niere*</i>	<i>rechte Niere*</i>				<i>obere Unterarme*</i>
					<i>Handgelenke*</i>
					<i>Rücken*</i>
					<i>Nieren*</i>
					Bauch
<i>* leisere Aussteuerung</i>					

Außerdem wäre der Einsatz bei Bandkonzerten denkbar. Der Vorteil läge darin, dass Bands bei Live-Konzerten bereits mit Mikrofonen verstärkt werden und daher im Gegensatz zu klassischen Konzerten keine zusätzlichen Mikrofone aufgebaut werden müssten.

Denkbar wäre auch ein Therapieeinsatz, vergleichbar mit einer *Klangliege* bzw. *Soundbed*.<sup>120</sup> Eine Klangliege besteht aus einem stabilen Holzkorpus, unter dem 64 Saiten gespannt sind. Die Saiten bilden zwei separate Harmoniestimmungen. Die ersten 32 Saiten ergeben eine *Tamburastimmung* und die Anderen eine *Monochordstimmung*. Ein Patient kann zusätzlich zur akustischen Wahrnehmung liegend die Vibration der Saiten direkt auf seinem Körper spüren. Mit dem Sound Shirt wäre ein ähnlicher Therapieeinsatz zur Entspannung möglich. Mit dem Unterschied, dass sich die Vibration nicht auf zwei verschiedene Schwingungen beschränkt, sondern individuell anpassbar ist. Außerdem wäre es durchaus möglich mehrere Patienten im gleichen Raum zu therapieren, da die Vibrationen des Sound Shirts kaum hörbar sind.

Eine Serienfertigung in verschiedenen Größen wäre wichtig, um für alle Personen eine ideale anliegende Position der Vibrationselemente zu gewährleisten. Zudem muss eine Lösung gefunden werden, das Shirt waschen zu können. Dazu gibt es bereits eine Entwicklung von CuteCircuit, da das Hug Shirt<sup>TM</sup> auch waschbar ist.<sup>121</sup> Dies könnte für das Sound Shirt gleichermaßen konzipiert werden, damit bei der Serienproduktion keine Hygieneschwierigkeiten entstehen.

---

<sup>120</sup> vgl. <http://www.deutz-klangwerkstatt.de/instrumente/klangliege>

<sup>121</sup> vgl. <http://cutecircuit.com/the-hug-shirt/>

## 9. Fazit

Nach einer Einführung in die Grundlagen und Hintergründe von Hörschädigungen wurde verdeutlicht, dass sich zwar Schwerhörigkeit von Gehörlosigkeit im Wortlaut und in der Festlegung trennt, die Anforderungen an Hilfsmittel und die alltäglichen Schwierigkeiten allerdings eng miteinander verbunden sind. Des Weiteren wurde erläutert, welche Rolle die Knochenleitung für Hörgeschädigte einnimmt und gezeigt, welche besondere Stellung die Vibrationsempfindung zum Gehörsinn hat. Als nächstes wurde insbesondere auf die Inklusion von Hörgeschädigten eingegangen und dabei auch erwähnt, dass Musik kein Fremdwort für sie ist, sondern in anderer Form wahrgenommen wird. Es wurden prominente Beispiele gezeigt, dass Gehörlose von Musik genauso begeistert wie Normalhörende sein können.

Als nächster Punkt wurde ausführlich erklärt, wie es zur Idee des Sound Shirts gekommen ist. Dabei wurde dessen Technik veranschaulicht, der Aufbau und die Signalzuweisung, -bearbeitung und -weitergabe genauer betrachtet.

Die weitere Beschreibung des Prototypen wurde mit Erfahrungsberichten aus der Praxis belegt. Dabei wurde ein eigener Test des Shirts während einem klassischen Konzerts durchgeführt. Es wurden Ergebnisse einer eigenen Studie mit zwei Probanden präsentiert, aus denen sich ein alternativer Einsatz des Sound Shirts im Kino schlussfolgern ließe.

Die bisherige Testphase hat gezeigt, dass nicht nur das Interesse an diesem Shirt besteht, sondern eine Tauglichkeit als alternative Musikempfindung für Gehörlose und Schwerhörige bestätigt werden konnte. Zudem kann sogar eine Steigerung der Intensivierung von Musik und Sound für Normalhörende erzeugt werden. Nach Abschluss der Testphase, der Anpassung von Verbesserungsvorschlägen und Findung geeigneter Produktionsprozesse für eine größere Stückzahl des Sound Shirts, ist der weitere Erfolg sehr wahrscheinlich und wünschenswert.

## 10. Literatur

Berger, U. (2016). „Wer nicht hören kann, darf spüren.“ Cochlear Implantat  
Verband Baden-Württemberg e.V. November 16/ Ausgabe 51

Cocroft, R. B., Gogala, M., Hill, P. S. M., & Wessel, A. (2014). Studying Vi-  
brational Communication. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag

Dickreiter, M., Dittel, V., Hoeg, W., & Wöhr, M. (Hrsg.). (2014). Handbuch  
der Tonstudioteknik (Band 1, 8. Auflage). Berlin, Boston: Walter de Gruyter  
GmbH

Dickreiter, M., Dittel, V., Hoeg, W., & Wöhr, M. (Hrsg.). (2014). Handbuch  
der Tonstudioteknik (Band 2, 8. Auflage). Berlin, Boston: Walter de Gruyter  
GmbH

Goppelt M. (2015). Inklusion gehörloser Kinder in frühkindliche Bildungsein-  
richtungen - Anforderungen an eine Kindergartenassistenz. Heidelberg: Me-  
dian-Verlag von Killisch-Horn GmbH

Hirsch, A. P. (1950). Wesensart und Zusammenspiel der Vibrationsempfin-  
dung. Wilhelmsdorf bei Ravensburg: Selbstverl.

Keutzer, O., Lauritz, S., Mehlinger, C., & Moormann, P. (2014). Filmanalyse.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag

Lehnhardt, E. (unter Mitarbeit von Thomas Janssen und Jürgen Kießling)  
(1996). Praxis der Audiometrie (7., überarbeitete und erweiterte Auflage).  
Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag

Poeck, K., & Hacke, W. (2006). Neurologie (12., aktualisierte und erweiterte  
Auflage). Heidelberg: Springer Medizin Verlag

Raffaseder, H.. (2010). Audiodesign (2. Auflage). München: Carl Hanser  
Verlag

Sauter, M. (2015). Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme: LTE-Advan-  
ced, UMTS, HSPA, GSM, GPRS, Wireless LAN und Bluetooth (6. Auflage).  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag

Ulrich, J., & Hoffmann E. (2007). Hörakustik Theorie und Praxis (1.  
Auflage). Heidelberg: DOZ Verlag

# 11. Internetquellen

## Einleitung

Deutscher Schwerhörigenbund Landesverband Schleswig-Holstein e.V.

<http://www.dsb-lv-sh.com/informationen/stat-d/stat-d.html>

[15.02.2017 20:24 Uhr].

Projekt für Hörbehinderte: Mit dem Sound-Shirt die Musik spüren - heute-Nachrichten

<http://www.heute.de/projekt-fuer-hoerbehinderte-mit-dem-sound-shirt-die-musik-spueren-statt-hoeren-46492236.html>

[21.03.2017 11:50 Uhr]

Das Sound Shirt - Klassische Musik für Gehörlose - SOUND SHIRT

<https://sound-shirt.jimdo.com>

[21.03.2017 13:02 Uhr]

## Ab wann gilt ein Hörgeschädigter als gehörlos?

Deutscher Gehörlosen-Bund e. V.

[http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de](http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de)

[14.03.2017 11:56 Uhr]

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz

<http://www.gesetze-im-internet.de/versmedv/anlage.html>

[14.03.2017 12:02 Uhr]

## Knochenleitung

Breithut, Jörg. Sprechende Fenster wecken schlafende Pendler.

In: [www.spiegel.de](http://www.spiegel.de) am 05.07.2013

<http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/sprechende-zugfenster-diese-werbung-weckt-schlafende-pendler-a-909619.html>

[15.02.2017 20:36 Uhr]

Dorsch, Clemens. Knochenschalltechnologie: Qualitative Studie zum Einsatz von Knochenschallkopfhörern an akustischen Führungssystemen in Ausstellungen und Museen. Bachelorarbeit vorgelegt am 19.08.2014

<https://www.hdm-stuttgart.de/~curdt/Dorsch.pdf>

[14.03.2017 14:38 Uhr]

### **Vibration als Kommunikationsmittel**

Simon, Julia Katharina. Mit dem Körper hören – Wie Gehörlose Musik fühlen. In: klangschreiber.de am 14.09.2012

<http://klangschreiber.de/2012/09/14/mit-dem-korper-horen-wie-gehorlose-musik-fuehlen/>

[14.03.2017 15:01 Uhr]

### **Inklusion schwerhöriger und gehörloser Personen**

Dudenverlag online

<http://www.duden.de/rechtschreibung/Inklusion>

[14.03.2017 15:23 Uhr]

### **Lippenlesen**

Deutscher Gehörlosen-Bund e. V.

[http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de](http://gehoerlosen-bund.de/index.php?option=com_content&view=article&id=1736%3Awasistgehoerlos&catid=106%3Ahoerbehinderung&Itemid=152&lang=de)

[14.03.2017 15:28 Uhr]

Sprechtraining Coaching Berlin

<http://www.sprechtraining-berlin.de/sprecherziehung-stimmtraining.html>

[14.03.2017 15.31 Uhr]

### **Untertitel**

Wedel, Julia. Mit den Augen hören - Fernsehen für Gehörlose.

In: Sign-Dialog.de im September 2010

<http://sign-dialog.de/files/Publikationen/Mit%20den%20Augen%20hoeren%20-%20Fernsehen%20fuer%20Gehoerlose.pdf>

[01.03.2017 13:14 Uhr]

## Das Erste

<http://www.daserste.de/specials/service/vorproduktion-von-untertiteln100.html>

[01.03.2017 14:13 Uhr]

## Sign-Dialog: Arbeitsgruppe im Deutschen Gehörlosen-Bund e.V.

<http://sign-dialog.de/beschwerdeformular>

[01.03.2017 15:03 Uhr]

<http://sign-dialog.de/ut-statistik/>

[18.03.2017 15:57 Uhr]

## Dolmetscher

### Bundesverband der GebärdensprachdolmetscherInnen Deutschlands e.V.

<http://bgsd.de/kundeninformationen>

[01.03.2017 15:54 Uhr]

### VerbaVoice GmbH

<http://www.verbavoice.de/studenten/wie-funktioniert-verbavoice>

[01.03.2017 17:20 Uhr]

## Schul Ausbildung

Dimpflmeier, Max. Inklusion am Gisela: Gelebte Inklusion am Gisela Gymnasium. In: [giselagym.musin.de](http://giselagym.musin.de) im März 2016

<http://www.giselagym.musin.de/index.php/schule/inklusionsschule/inklusion-am-gisela-gymnasium>

[02.03.2017 14:02 Uhr]

### Samuel-Heinicke-Realschule Augustinum

<http://www.augustinum-schulen.de/samuel-heinicke-realschule/mehr-als-schule/schulische-angebote/>

[02.03.2017 15:29 Uhr]

## **Tanz und rhythmische Musik**

Tatort-Fundus

<http://www.tatort-fundus.de/web/folgen/chrono/ab-2010/2016/972-totenstille.html>

[14.03.2017 16:29 Uhr]

Simon, Julia Katharina. Mit dem Körper hören – Wie Gehörlose Musik fühlen. In: klangschreiber.de am 14.09.2012

<http://klangschreiber.de/2012/09/14/mit-dem-korper-horen-wie-gehorlose-musik-fuehlen/>

[14.03.2017 15:01 Uhr]

Prosieben. Sie spürt den Beat!. In: prosieben.de am 25.10.2016

<http://www.prosieben.de/tv/deutschland-tanzt/die-kandidaten/kassandra-wedel-31-jahre-bayern-100204>

[14.03.2017 16:40 Uhr]

Touch the Sound: a journey with evelyn glennie

[http://www.touch-the-sound.de/download/pdf/TTS\\_PH\\_screen.pdf](http://www.touch-the-sound.de/download/pdf/TTS_PH_screen.pdf)

[14.03.2017 16:43 Uhr]

## **Jung von Matt**

Youtube. The Sound Shirt | Junge Symphoniker Hamburg

<https://youtu.be/a8fVoJRI7V0>

[14.03.2017 17:02 Uhr]

## **CuteCircuit**

About CuteCircuit

<http://cutecircuit.com/about-cutecircuit/>

[14.03.2017 17:06 Uhr]

## **Entwicklung**

Youtube. The Sound Shirt | Junge Symphoniker Hamburg

<https://youtu.be/a8fVoJRI7V0>

[14.03.2017 17:02 Uhr]

## **Aufbau des Sound Shirts**

About CuteCircuit

<http://cutecircuit.com/about-cutecircuit/>

[14.03.2017 17:06 Uhr]

## **Softwareumsetzung**

Focusrite

<https://focusrite.de/thunderbolt-audio-interfaces/clarett-8pre?reload=1#>

[14.03.2017 17:53 Uhr]

## **Signalaufnahme-, verarbeitung- und -weiterleitung**

Apple

<http://www.apple.com/de/iphone-7/specs/>

[14.03.2017 18:06 Uhr]

<http://www.apple.com/de/thunderbolt/>

[14.03.2017 18:08 Uhr]

Specification for MIDI over Bluetooth Low Energy (BLE-MIDI), kostenlose  
Registrierung nötig

<https://www.midi.org/specifications/item/bluetooth-le-midi>

[14.03.2017 18:14 Uhr]

## **Erfahrungsbericht aus der Praxis**

Facebook

<https://www.facebook.com/events/559352187578709/>

[16.03.2017 13:27 Uhr]

Youtube. The Sound Shirt | Junge Symphoniker Hamburg

<https://www.youtube.com/watch?v=8V3XQZZCED4>

[16.03.2017 16:40 Uhr]

## **Das Orchester: Junge Symphoniker Hamburg**

Junge Symphoniker Hamburg

<http://www.junge-symphoniker.de/typo3/index.php?id=45>

[16.03.2017 20:32 Uhr]

## **Konzertablauf**

3sat Mediathek. Fühl' die Musik

<http://www.3sat.de/mediathek/?mode=play&obj=64662>

[17.03.2017 13:31 Uhr]

Georg Neumann GmbH - Produkte/Aktuelle Mikrofone/KM D/Beschreibung

[http://www.neumann.com/?lang=de&id=current\\_microphones&cid=kmd\\_description](http://www.neumann.com/?lang=de&id=current_microphones&cid=kmd_description)

[17.03.2017 14:06 Uhr]

Facebook

<https://www.facebook.com/events/1833648770181767/>

[17.03.2017 19:30 Uhr]

ZDF heute journal vom 06.02.2017 - ZDFmediathek

<https://www.zdf.de/nachrichten/heute-journal/hjo-gesamt-176.html>

[17.03.2017 19:57 Uhr]

Fühl' die Musik - Das "Soundshirt" verwandelt Töne in Vibrationen

<http://www.3sat.de/page/?source=/nano/technik/191140/index.html>

[17.03.2017 21:42 Uhr]

The Sound Shirt | Junge Symphoniker Hamburg - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=8V3XQZZCED4>

[17.03.2017 22:27 Uhr]

## **Die hörgeschädigte Gewinnerin Martina Bergmann**

ZDF heute journal vom 06.02.2017 - ZDFmediathek

<https://www.zdf.de/nachrichten/heute-journal/hjo-gesamt-176.html>

[17.03.2017 19:57 Uhr]

### **Trailertest**

„Das Ewige Leben“ in iTunes

<https://itunes.apple.com/DE/movie/id1024390673>

[18.03.2017 23:16 Uhr]

„The Hateful 8“ in iTunes

<https://itunes.apple.com/DE/movie/id1070524671>

[18.03.2017 23:18 Uhr]

### **Weitere Erfahrungsberichte**

Kassandra Wedel und das Sound Shirt - YouTube

[https://www.youtube.com/watch?v=1H0z1vamt\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=1H0z1vamt_E)

[20.03.2017 00:09 Uhr]

"Sound Shirt" lässt Gehörlose Musik erleben | NDR.de - Fernsehen - Sendungen A-Z - Hamburg Journal

[http://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/hamburg\\_journal/Sound-Shirt-laesst-Gehoerlose-Musik-erleben,hamj49644.html](http://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/hamburg_journal/Sound-Shirt-laesst-Gehoerlose-Musik-erleben,hamj49644.html)

[20.03.2017 11:57 Uhr]

### **Ausblick**

Klangliege | Klangwerkstatt Deutz

<http://www.deutz-klangwerkstatt.de/instrumente/klangliege>

[20.03.2017 17:11 Uhr]

The HugShirt – CUTECIRCUIT

<http://cutecircuit.com/the-hug-shirt/>

[20.03.2017 17:38 Uhr]

## 12. Darstellungsverzeichnis

### Abbildungen

Abb. 1: Menschliches Ohr im Querschnitt, schematisch nach Hörstörung eingeteilt. ....	9
Abb. 2: Das Cochlear-Implantat .....	21
Abb. 3: Das BAHA System .....	22
Abb. 4: Übersicht des Sound Shirts mit festgelegter Signalreihenfolge .....	30
Abb. 5: Akku- und Empfängereinheit zum Aufstecken am Sound Shirt Etikett.....	31
Abb. 6: Softwareübersicht .....	32
Abb. 7: Darstellung der Nierencharakteristik mit verschiedenen Frequenzen.....	34
Abb. 8: Bluetooth-Sender .....	35
Abb. 9: Mikrofon- und Signalverteilung in der Orchesterübersicht .....	39
Abb. 10: Übersicht der Surround-Signale und deren Verteilung auf dem Sound Shirt..	44
Abb. 11: Richtige und falsche Waveform des Center-Signals im Vergleich.....	46

## 13. Anhang

### Interview<sup>122</sup> Francesca Rosella und Ryan Genz.

#### Co-Founder von CuteCircuit.

(Bestandteil der Produktion für das Werbevideo „The Sound Shirt“)

#### **Credits: The Sound Shirt.**

**18.03.2016**

Datum der ersten Schaltung: 24.03.2016

#### **Auftraggeber:**

**Junge Symphoniker Hamburg**

Werbeleitung Anika Bresser, Jan Wulf

#### **Produkt:**

**The Sound Shirt**

Produktmanagement „CuteCircuit“: Francesca Rosella & Ryan Genz

#### **Agentur:**

**Jung von Matt/Alster Werbeagentur GmbH**

Geschäftsführung: Tobias Grimm, Jens Pfau, Thim Wagner

Projektmanagement: Sarah Lu Marlen Meyer, Tobias Freundlieb

Creative Director Art: Jonas Keller

Creative Director Text: Robert Herter

Idee: Dany Rothemund, Hannah Liffler

Art Director: Hannah Liffler

Texter: Dany Rothemund, Heiner Twenhäfel

#### **Darsteller:**

#### **Gehörlose & Begleitung:**

Kassandra Wedel

Matthew Harrison & Louisa Pethke

Meike Wicht & Ann-Kathrin Wicht

#### **Postproduktion:**

**- Infected Postproduktion GmbH**

Producer: Sven Bensemann

Colorist: Sönke Heuer

**- Markenfilm Crossing GmbH**

Editing: Yannis Panther

<sup>122</sup> Das Video ist auf der beigefügten CD als *CuteCircuit\_Interview.mov* abgespeichert.

**- NHB video GmbH | NHB ton GmbH**

Sound Design: Felix Lamprecht

**- Jung von Matt /basis**

Producer: Michael Haller

3D Motion Designer: Tilmann Fabel & Jan Hendrik Behne

**Produktion:****- Markenfilm GmbH & Co. KG**

Managing Partner: Johannes Bittel

Regie/Kamera: Maximilian Kempe (VIRUS)

2. Kamera: Ludwig Linnekogel

Producer: Lorenz Marcus

Assistant Producer: Svenja Albers

Line Producer: Michael Hahn

Produktionsassistenz: Lennart König

Runner: Ole Bernhardi, Bennit Plettner; Emily Ewerwahn; Roland Puknat

**- Technischer Stab:**

1st AC: Fritz Butze

Kameraassistent, 2. Kamera: Lukas Willasch (VIRUS)

DIT: Yannis Panther

Oberbeleuchter: Rolf Volckmann (TV Studio GmbH)

Beleuchter: Steve Thompson (TV Studio GmbH), Claus Fliege

**- Sound:**

Tonmeister: Thomas Keller

**- Make up**

Maske: Diana Ramovic

**- Sonstige:**

Catering: Hollywood Diner

Kameraequipment: TV Studio GmbH; AVT plus media service; 711 rent service GmbH, VIRUS

Gebärdensprachdolmetscherin: Ferry Ahrens

## E-Mail Kontakt mit Martina Bergmann

### (Verwendeter Fragebogen)

Von: **Bergmann, Martina** [Martina.Bergmann@museumsdienst-hamburg.de](mailto:Martina.Bergmann@museumsdienst-hamburg.de)  
 Betreff: AW: Soundshirt: Testfragebogen mit wissenschaftlichem Zweck  
 Datum: 8. Februar 2017 um 18:15  
 An: Benedikt Vogler [bv011@hdm-stuttgart.de](mailto:bv011@hdm-stuttgart.de)



Hallo Herr Vogler,

entschuldige bitte, dass ich jetzt nur kurz antworten kann!

Siehe unten!

Viele Grüße

Martina Bergmann

-----  
 Martina Bergmann  
 Bildung und Kunstvermittlung in Deutscher Gebärdensprache

Stiftung Historische Museen Hamburg  
 Museumsdienst Hamburg  
 Holstenwall 24  
 20355 Hamburg  
 Skype: museumsdienstHH  
 Bildtelefon: +49 (0)40 - 311 08 003  
 Fax: +49 (0)40 - 427 925 324  
[Martina.Bergmann@museumsdienst-hamburg.de](mailto:Martina.Bergmann@museumsdienst-hamburg.de)  
[www.museumsdienst-hamburg.de](http://www.museumsdienst-hamburg.de)

Von: Benedikt Vogler [<mailto:bv011@hdm-stuttgart.de>]  
 Gesendet: Dienstag, 7. Februar 2017 19:48  
 An: Bergmann, Martina  
 Betreff: Soundshirt: Testfragebogen mit wissenschaftlichem Zweck

Hallo Frau Bergmann,

ich hoffe sie sind am Samstagabend noch gut nach Hause gekommen.

Vielen Dank, dass Sie mir vor Ort bereits eine gute Rückmeldung gegeben haben.

Der gestrige Heute Journal Bericht habe ich mir natürlich auch direkt angeschaut.

Ich würde Ihre Aussagen sehr gerne für meine Bachelorarbeit wissenschaftlich nutzen. Daher habe ich einen kleinen Fragebogen vorbereitet. Ich würde mich sehr freuen, wenn Sie mir Ihre Antworten per E-Mail zurücksenden könnten.

1. Sind Sie von Geburt an gehörlos?  
 Wahrscheinlich ja und ich bin nicht voll taub.
2. Hatten Sie bereits vor dem Test des Sound Shirts musikalische Erlebnisse? Wenn ja, können Sie sie beschreiben?  
 nein
3. Konnten Sie die einzelnen Instrumente unterscheiden? Können Sie beschreiben, welches Instrument an welchem Körperteil spürbar war?  
 Schwer zu sagen, ich habe manchmal auf das Papier angeschaut. Für mich war unnötig und ich lasse es einfach spüren und geniessen.
4. Klassische Musik ist eine sehr dynamische Musik. Sie kann impulsiv und laut sein, aber auch verhalten und leise. Konnten Sie unterschiedlich laute und leise Teile der Musikstücke erkennen? Falls ja, welcher Teil hat Ihnen persönlich besser gefallen?  
 Ja natürlich. Alle Blasinstrumente sowie Cello, aber auch Schlagzeug wie Trommel

5. Hatten Sie das Orchester auch über den Boden gespürt?

ja

Falls ja, verstärkte Ihnen das Sound Shirt dieses Gefühl oder haben Sie sich nur auf die Vibration des Sound Shirt konzentriert bzw. nur dieses wahrgenommen?

Schwer zu sagen, aber ich habe versucht, beides zu konzentrieren. Schwierig, weil ich besonders von scout shirt gespürt habe. Es war völlig neu für mich und ich denke, je öfters ich trage, desto besser. Ich kenne schon von früher vom Hörapparat, so könnte ich unterschiedliche Töne spüren

6. Gab es ein oder mehrere Instrumente, die ihnen besonders „laut“ also intensiv vorkamen?

kaum

7. Welches Instrument war sehr leise oder weniger spürbar?

Weiss nicht

8. Könnten Sie sich vorstellen das Shirt länger zu tragen?

ja

9. Würden Sie gerne mehr Musik oder Ton, vielleicht auch außerhalb eines Orchesters, mit Hilfe des Sound Shirts spüren können?

Gut vorstellbar

Haben Sie spezielle Ideen, wo Sie das Sound Shirt anziehen würden?

Für mich wäre Oper, Philharmonie sowie Ballett ganz toll. Aber nicht aggressive POP sowie Hart Rock.

10. Glauben Sie, dass Sie mit Hilfe des Sound Shirts Ton bzw. Musik nachvollziehen können?

Ich denke schon

Vielen Dank!

Viele Grüße aus Stuttgart,  
Benedikt Vogler

## Einverständniserklärung Alexander Dietze

### Einverständniserklärung

Ich, Name: Alexander Dietze geb. am 4.11.82  
bin damit einverstanden, dass Schrift- ggb. Bild- und Tonmaterial  
im Sinne eines Interviews oder eines Fragebogens aufgenommen  
werden. Weiter stimme ich der wissenschaftlichen Nutzung meiner  
Aussagen, im Rahmen der Bachelorarbeit von Benedikt Vogler, zu.

Datum: 3.2.17

Ort: Hamburg

Unterschrift:

A. Dietze

## Versuchsergebnis Alexander Dietze

Name:

Datum: 03.02.2017

### Qualitativer Fragenbogen zum Test des Soundshirts

Es werden Ihnen zwei Filmtrailer mit deutschem Untertitel **ohne Ton** gezeigt. Statt einer Tonausgabe werden Sie den originalen Sound mit dem Soundshirt nachfühlen. Der Sound lag als 5.1 Dolby Surround Material vor. Der Ton wurde sinnvoll auf 8 verschiedene Soundspuren aufgeteilt.

**Ihre Aufgabe:** Der Trailer wird Ihnen jeweils zweimal gezeigt. Einmal mit dem adaptierten richtigen Ton und einmal mit einer falschen Variante. Erkennen Sie den originalen Ton nur mit Hilfe des Soundshirts **und ohne**, dass Sie den Ton vorher gehört haben?

Trailer „<sup>Hateful</sup>~~Das ewige Leben~~“ (Kreuzen Sie Ihre Auswahl an):

erstes Screening		zweites Screening	
richtig	falsch	richtig	falsch

Trailer „<sup>Das ewige Leben</sup>~~The Hateful 8~~“ (Kreuzen Sie Ihre Auswahl an):

erstes Screening		zweites Screening	
richtig	falsch	richtig	falsch

## Einverständniserklärung Anika Bresser

### Einverständniserklärung

Ich, Name: Bresser geb. am ~~08~~ 23.06.77  
bin damit einverstanden, dass Schrift- ggb. Bild- und Tonmaterial  
im Sinne eines Interviews oder eines Fragebogens aufgenommen  
werden. Weiter stimme ich der wissenschaftlichen Nutzung meiner  
Aussagen, im Rahmen der Bachelorarbeit von Benedikt Vogler, zu.

Datum: 3.02.2017

Ort: Hamburg

Unterschrift: Anika Bresser

## Versuchsergebnis Anika Bresser

Name:

Datum: 03.02.2017

### Qualitativer Fragenbogen zum Test des Soundshirts

Es werden Ihnen zwei Filmtrailer mit deutschem Untertitel **ohne Ton** gezeigt. Statt einer Tonausgabe werden Sie den originalen Sound mit dem Soundshirt nachfühlen. Der Sound lag als 5.1 Dolby Surround Material vor. Der Ton wurde sinnvoll auf 8 verschiedene Soundspuren aufgeteilt.

**Ihre Aufgabe:** Der Trailer wird Ihnen jeweils zweimal gezeigt. Einmal mit dem adaptierten richtigen Ton und einmal mit einer falschen Variante. Erkennen Sie den originalen Ton nur mit Hilfe des Soundshirts **und ohne**, dass Sie den Ton vorher gehört haben?

Trailer „Das ewige Leben“ (Kreuzen Sie Ihre Auswahl an):

erstes Screening		zweites Screening	
<del>richtig</del>	falsch	richtig	<del>falsch</del>

Trailer „The Hateful 8“ (Kreuzen Sie Ihre Auswahl an):

erstes Screening		zweites Screening	
richtig	<del>falsch</del>	<del>richtig</del>	falsch