

**SÜDWESTRUNDFUNK  
SWR2 WISSEN - Manuskriptdienst**

**„Der Klang einer Armbewegung -  
Wie Sonifikation motorisches Lernen unterstützt“**

Autorin und Sprecherin: Silvia Plahl  
Redaktion: Sonja Striegl  
Sendung: Mittwoch, 3. Juli 2013, 08.30 Uhr, SWR2

---

**Bitte beachten Sie:**

*Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.*

*Mitschnitte auf CD von allen Sendungen der Redaktion SWR2 Wissen/Aula (Montag bis Sonntag 8.30 bis 9.00 Uhr) sind beim SWR Mitschnittdienst in Baden-Baden für 12,50 € erhältlich. Bestellmöglichkeiten: 07221/929-26030!*

*SWR2 Wissen können Sie auch als Live-Stream hören im SWR2 Webradio unter [www.swr2.de](http://www.swr2.de) oder als Podcast nachhören: <http://www1.swr.de/podcast/xml/swr2/wissen.xml>*

**Manuskripte für E-Book-Reader:**

*E-Books, digitale Bücher, sind derzeit voll im Trend. Ab sofort gibt es auch die Manuskripte von SWR2 Wissen als E-Books für mobile Endgeräte im so genannten EPUB-Format. Sie benötigen ein geeignetes Endgerät und eine entsprechende „App“ oder Software zum Lesen der Dokumente. Für das iPhone oder das iPad gibt es z. B. die kostenlose App „iBooks“, für die Android-Plattform den in der Basisversion kostenlosen Moon-Reader. Für Webbrowser wie z. B. Firefox gibt es auch so genannte Addons oder Plugins zum Betrachten von E-Books. <http://www1.swr.de/epub/swr2/wissen.xml>*

**Kennen Sie schon das neue Serviceangebot des Kulturradios SWR2?**

*Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert.*

*Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder [swr2.de](http://swr2.de)!*

---

### **O-Ton 1 - Alfred Effenberg:**

Wenn Sie sich zum Beispiel die Zähne putzen, dann klingt das bei uns so:

**Atmo:** Klangfolge Zähneputzen

### **O-Ton 2 - Alfred Effenberg:**

Hier die Bewegung zur Zahnbürste vom Rumpf weg macht den Ton etwas tiefer, etwas dumpfer. Wenn Sie dann den Arm zum Mund hin nehmen oder die Zahnbürste zu den Zähnen führen, dann haben Sie eben diese beschleunigte Bewegung, die in die Höhe gerichtet ist. Und das eigentliche Putzen wird hier als relativ hochfrequente Tonhöhen- und Lautstärke-Veränderung wahrnehmbar. (oben)

**Atmo:** Klangfolge Zähneputzen

### **Ansage:**

„Der Klang einer Armbewegung - Wie Sonifikation motorisches Lernen unterstützt“ - eine Sendung von Silvia Plahl.

### **O-Ton 3 - Alfred Effenberg:**

Das bedeutet nichts anderes, als dass wir versuchen, Bewegungstechniken systematisch in Klangfolgen umzusetzen.

### **Autorin:**

So erklärt der Sportwissenschaftler Alfred Effenberg seine Arbeit mit der sogenannten Sonifikation. Er vertont Bewegungen. Es entsteht eine Klangfolge, die der Körper selbst erzeugt. Beim Zähne putzen. Oder beim schnellen Kreisen mit den Armen: beim Anheben, Anwinkeln, Strecken und Senken.

**Atmo:** Klangfolge Armkreisen

### **Autorin:**

Alfred Effenberg untersucht, wie solche Bewegungsabläufe optimal gelernt und trainiert werden können. Das ist für Sportler hilfreich, kann aber auch Schlaganfall-Patienten zugutekommen, die versuchen, die Kontrolle über ihre Arme und Beine zurückzugewinnen. Meist führen Trainer und Ergotherapeuten das Arm heben oder den Tennisaufschlag einfach vor. Die Schüler schauen zu und lernen über den Weg des Sehens. Eine Bewegung ist jedoch immer auch ein körperliches *Ereignis*. Der Trainer *erlebt* beim Tennisaufschlag das Hochwerfen des Balles, das Ausholen mit dem Tennisschläger und den Schlag. Wie kann er diese innere Wahrnehmung und Technik nun mitteilen, fragte sich Effenberg schon vor zwanzig Jahren. Indem die Armbewegung *hörbar* wird, so lautete die Antwort. Der Sportwissenschaftler lehrt heute als Professor an der Leibniz-Universität in Hannover. Bewegungslernen und Sonifikation sind Schwerpunkte seiner Forschung.

**Atmo:** Klangfolge Armkreisen

#### **O-Ton 4 - Alfred Effenberg:**

Wir haben einen Kanal gesucht, über den wir solche individuellen Empfindungen kommunizieren können. Und da schien uns tatsächlich die Akustik in hohem Maße geeignet. Wir sprechen von nem bewegungsdefinierten Sound. Und das kann man sich dann anhören, das heißt, man hört quasi hier die eigene Bewegung. (oben)

#### **Autorin:**

Eine Bewegung hörbar machen. Sie den Lernenden vorspielen, die über dieses Hören neben dem Sehen mehr über die Bewegung erfahren und sie besser umsetzen können. Mit dem Einsatz von Sonifikation. Sie bedeutet ganz allgemein eine Verklanglichung. Der Kulturwissenschaftler Holger Schulze beschreibt den Grundgedanken:

#### **O-Ton 5 - Holger Schulze:**

Ich nehme etwas her, das erst mal nicht selber klingt, in den Forschungen der Technikwissenschaften geht es darum, dass ich Datenströme nehme, Wetterdaten, Börsendaten, Daten aus statistischen Umfragen, Messungen - und ordne denen so Klänge zu, dass ich am Ende vielleicht durch die Klänge, die sich da ergeben, mehr erfahre von diesen Daten, als ich erfahren würde, wenn ich zum Beispiel auf eine Grafik schauen würde oder mir die Zifferntabellen anschauen würde. Das ist das Ziel, das ist das Ideal der Sonifikation von Datenströmen.

#### **Autorin:**

Um komplizierte Sachverhalte wie einen Börsenkurs oder den Wetterbericht zu veranschaulichen, nutzen Grafiker vor allem visuelle Abbildungen oder Schaubilder mit Linien, Punkten oder Tortendiagrammen, damit die unübersichtlichen, verwobenen Daten leichter erfasst werden können. Die Sonifikation der Akustiker, sagt Holger Schulze, erlaube daneben ganz neue Informationen - weil sie diese Daten ganz anders aufbereitet und das Ohr sie als zusätzliches Sinnesorgan nun aufnimmt. Das Beispiel eines Wetterberichts, vertont von Thomas Hermann, einem Kollegen Holger Schulzes: Ein Frühlingstag, der zu einem Spaziergang einlädt...

**Atmo:** Wetterbericht Frühling Sonifikation

#### **O-Ton 6 - Holger Schulze:**

Dem Klänge zuzuordnen, ist eben eine andere Form der Darstellung über einen anderen Sinn, die wiederum auch andere Erkenntnisse über diese Daten erlaubt.

**Atmo:** Wetterbericht Sonifikation

#### **O-Ton 7 - Holger Schulze:**

Also wo sind beispielsweise überraschende Spitzen in der Entwicklung? Wo sind Rhythmen erkennbar? Was für merkwürdige Muster zeichnen sich ab oder eben nicht?

#### **Autorin:**

Professor Holger Schulze leitet das „SoundStudiesLab“ der Humboldt-Universität in Berlin. Er erforscht in diesem Laboratorium das wissenschaftliche und künstlerische

Arbeiten mit Klängen. Sonifikation ist dabei ein Kernthema. Eine Tongestaltung, ein akustisches Design in moderner Musik oder in Videoinstallationen und Hörspielen einzusetzen, ist naheliegend. Schulze betont jedoch auch die enge Verknüpfung von Kunst und Naturwissenschaft in diesem Bereich: Ein Künstler, der Schweizer Florian Dombois, habe in den 1990er Jahren gezeigt, wie man die oszillierenden, schwingenden Daten eines Erdbebens so aufbereiten kann, dass sie klingen.

**Atmo:** Erdbeben Sonifikation

### **O-Ton 8 - Holger Schulze:**

Und tatsächlich - und das ist sehr überraschend für die Kollegen damals gewesen - durch diese Verklanglichung erkennen Sie die klassischen Typen der Erdbebenforschung schon am Hören. Das heißt, Sie müssen nicht lange Bahnen dieser Grafiken sich anschauen, mühselig die Daten durchpflügen und irgendwann herausfinden: Aja, hier liegt ein Erdbeben dieses Typus oder jenes Typus vor. Sie hören es sofort.

**Atmo:** Erdbeben Sonifikation

### **Autorin:**

Die Sonifikationsforschung ist ein relativ junges Gebiet. Erst am Ende des letzten Jahrhunderts gründeten Künstler, Musiker, Naturwissenschaftler und Techniker neue Institute und internationale Fachgesellschaften. Sie befassen sich mit der Macht der Töne und der Ästhetik der Klänge. In Maastricht gehen die Forscher den Hörpraktiken von Ingenieuren nach: Welche Informationen gibt zum Beispiel ein Autogeräusch an unser Ohr weiter. Können Töne eine akustische Kontrolle übernehmen - fragen Wissenschaftler der Hochschule für Künste in Bern. Wie sich die Logistik einer Fabrik verklangeln lässt, wird in Bremen und Berlin untersucht. Der Kulturwissenschaftler Schulze gibt seit 2008 die Buchreihe „SoundStudies“ heraus. Er zitiert den Bielefelder Neuroinformatiker Thomas Hermann. Dieser legt vier Hauptmerkmale für die Sonifikation in den Wissenschaften fest und zeigt so auch ihre Möglichkeiten und Grenzen auf:

### **O-Ton 9 - Holger Schulze:**

Die vorliegenden Daten müssen objektivierbar sein. Also sprich: es müssen klar benennbare Ziffern, Daten, Werte vorliegen. Das Zweite ist, dass ich für ne Sonifikation ganz klar benennen muss, wie nun die Klänge sich durch die Daten verändern. Also sprich: Dieser Ziffer ist vielleicht dieser Klang zugeordnet, dieser Entwicklung ist jene Klangbearbeitung zugeordnet oder jener Hall, jener Halleffekt oder jener rhythmische Effekt. Das Dritte: Wenn ich die gleichen Daten zweimal sonifizieren lasse, dass die gleichen Klänge entstehen müssen. Und schließlich der große Schritt ist natürlich: Wenn ich das mit anderen Daten mache, dann höre ich dennoch was, aber eben was ganz anderes.

**Autorin:**

Erst die exakte, detailgenaue Vertonung führt auch zu neuen Erkenntnissen beim Hören. Wir vernehmen Klänge, die den Dax-Kurs veranschaulichen und ihn mit dem Dow Jones-Index vergleichbar machen. Töne, die ein Erdbeben typisieren können. Und daneben den Sound einer Armbewegung. Einige Sportwissenschaftler haben die enge Verbindung zwischen Akustik und *Motorik* bereits in ihre Arbeit integriert. Ihre Begründung: Akustik und Schall werden stets durch ein kinetisches Ereignis, eine Bewegung, ausgelöst. Die Hamburger Bewegungsforscherin Nina Schaffert, die seit einigen Jahren auf dem Gebiet forscht, hat dies auch persönlich erfahren.

**O-Ton 10 - Nina Schaffert:**

Wenn ich Laufen gehe, hört man ja den Fußaufsatz ziemlich deutlich. Und ich hatte letztes Jahr ne Verletzung am rechten Fuß und hab mir offensichtlich ein etwas gestörtes Gangbild angewöhnt. Was sichtbar war durch ein Hinken. Was aber auch beim Laufen, als es dann wieder ausgeheilt war, noch hörbar war durch einen leicht verstärkten Einsatz des linken Fußes, und dadurch ein stärkeres Auftretgeräusch.

**Autorin:**

Eine Bewegung erzeugt ein Geräusch, dieses Geräusch wiederum bildet die Bewegung hörbar ab. Setzt man das Laufen in Töne um, bestimmen Tempo, Kraft, das Ausmaß der Bewegung und die Winkel die Tonfolge. Die Bewegungsstruktur gibt Takt und Rhythmus vor und daraus ergibt sich eine Art musikalischer Struktur. Tatsächlich sind dies am Synthesizer produzierte ungewohnte, neuartige Klangformen, die Wissenschaftler sprechen von „funktionaler Musik“.

**Atmo:** Klangfolge Ruderbewegung

**Autorin:**

Eine Ruderbewegung auf dem Ergometer. Ihr Beispiel zeigt sehr deutlich, wie die Sonifikation viele verschiedene Messgrößen in Klänge umsetzt. So detailliert wie möglich. Sensoren am Ergometer messen, wann ein Ruderer mit wie viel Kraft am Griff des Ruderblattes zieht. Wie weit er den Griff nach hinten bewegt. Man kann hören, wo sich der Rollstuhl im Boot befindet. Ist er in der vorderen Umkehr oder in der hinteren. Die Tonfolge gibt außerdem wieder, wie viel Kraft auf das Stembrett ausgeübt wird, an dem der Ruderer mit den Füßen fixiert ist und sich davon abstößt und wieder heranzieht. Die Raumposition der Gelenke und auch ihr Winkel kann berechnet werden. Eine exakt definierte und schnelle technische Umsetzung der Töne kann all diese Vorgänge und Verbindungen quasi in Echtzeit akustisch wiedergeben. Die Bewegung ist in ihrem vielschichtigen Zusammenspiel zu hören und erzeugt sogar eine Art Melodie. Auf diese Weise kann Sonifikation dabei helfen, die Rudertechnik zu verstehen und auch, wie sich das Rudern im besten Falle anfühlt.

**O-Ton 11 - Klaus Mattes:**

Die Teilchen, die in Schwingung versetzt werden durch die Bewegung, das ist eigentlich genau das Bewegungsergebnis. Und das hört man. Und das war mir nicht ganz so klar.

Also alle Geräusche, die mit Bewegung verbunden sind, haben einen Inhalt auch für das Lernen.

**Autorin:**

Diesen Lernprozess wollen die Forscher belegen. Professor Klaus Mattes arbeitet zusammen mit Nina Schaffert seit fünf Jahren mit der Sonifikation. Die Sportwissenschaftler der Uni Hamburg begleiten deutsche Rudermannschaften in der Vorbereitung auf Weltmeisterschaften und Olympische Spiele - mittlerweile mit einem Sonifikations-Gerät. Sportarten mit zyklischen, sich laufend wiederholenden Abläufen eignen sich besonders gut dafür, mithilfe einer zugespielten Soundkomposition eine Bewegung zu verinnerlichen und zu reproduzieren. Die Wahrnehmung wird prägnanter, die Bewegung präziser. Sie schleift sich ein. Langläufer, Radfahrer, Eisschnellläufer, Schwimmer und Kanuten können davon profitieren. Und Ruderer.

**Atmo:** Rudergeräusch im Wasser

**Autorin:**

Ein Ruderboot im Wasser.

**O-Ton 12 - Klaus Mattes:**

Die Ruderer sind gewohnt, zu hören: Wie läuft das Boot? Wenn ein Boot läuft, erzeugt es Geräusche. Man kann aus diesen Geräuschen als erfahrener Athlet erkennen: Läuft das Boot gut, läuft es gut durch oder stockt es?

**Atmo:** Rudergeräusch im Wasser

**O-Ton 13 - Klaus Mattes:**

Die Beschleunigung des Bootes, die hört man. Und die wird eben erzeugt durch die Kraftabgabe und Bewegungsausführung des Ruderers, der Mannschaft. Und hinzu kommen die äußeren Einflüsse wie Wind und Wellen. Und das haben wir eigentlich jetzt unterstützt, indem wir unmittelbar eben die Beschleunigung vertonen. Alles das ist dann integriert in den Ton.

**Autorin:**

Einen solchen Boots-Ton, einen künstlichen Ton, der all das berücksichtigt, konnte sich der Leistungsruderer Kai-Kristian Kruse überhaupt nicht vorstellen.

**O-Ton 14 - Kai-Kristian Kruse:**

Bis ich halt dann das erste Mal mit diesem Gerät, mit dem Sonifikationsgerät im Boot saß.

**Autorin:**

Kai-Kristian Kruse trainierte in einem Vierer-Boot mit Steuerfrau. Nina Schaffert saß mit im Boot des Trainers und nahm zunächst die Bootsbeziehung der Vierermannschaft auf. Das ergab folgende Soundmelodie:

**Atmo:** Rudern, anfängliche Klangfolge

**O-Ton 15 - Kai-Kristian Kruse:**

Der Ton hat halt ganz stark variiert, selbst wenn das Boot nach rechts und links gewackelt hat, hat das schon ne Auswirkung gehabt auf diesen Ton. Und das hat einen am Anfang echt ein bisschen konfus gemacht.

**Autorin:**

Dann demonstrierte die Sportwissenschaftlerin den Ruderern, was sie verbessern sollten:

**Atmo:** Rudern, optimale Klangfolge

**O-Ton 16 - Nina Schaffert:**

Ich hab ihnen auch ein Video gezeigt, dass synchronisiert war mit dem Ton. Und hab ihnen dann gesagt, dass sie versuchen sollen, den Ton möglichst lange möglichst hoch zu halten. Und die Zeit in der vorderen Bewegungsumkehr, also der Moment, wo sozusagen der neue Schlag wieder beginnt, möglichst kurz zu halten. Weil zwischen den Schlägen - entsteht ne Tonpause. Und die haben wir versucht, zu verkürzen, indem sie das Setzen der Blätter früher machen sollen. Aber ohne hektisch zu sein.

**Autorin:**

Das Viererboot ...

**Atmo:** Rudern, anfängliche Klangfolge

**Autorin:**

... sollte dem Optimum so nah wie möglich kommen.

**Atmo:** Rudern, optimale Klangfolge

**O-Ton 17 - Nina Schaffert:**

Zuerst war das ohne Sonifikation, dann habe ich die Sonifikation dazu geschaltet, wieder ohne, mit und ohne, und das jeweils für drei bis fünf Minuten. Dass die Athleten in sich gehen sollten, das Bewegungsgefühl aufnehmen, dann das Rudern mit der Sonifikation.

**O-Ton 18 - Kai-Kristian Kruse:**

Es hat alle verrückt gemacht. Alle fangen an, es zu versuchen über Kraft. Jeder hat versucht, möglichst doll vorne das Blatt ins Wasser zu hauen. Und möglichst schnell zu sein in der vorderen Umkehr, damit der Ton nicht ausgeht.

**Autorin:**

Kai-Kristian Kruse erinnert sich, dass die ganze Mannschaft am Anfang vor allem irritiert war. Alle spürten nur den Druck, auf einmal schneller sein zu müssen. So ging es nicht. „Wir mussten uns da ran trauen und uns darauf einlassen“, erzählt der Ruderer.

### **O-Ton 19 - Kai-Kristian Kruse:**

Dann fahren wir halt fünfhundert Meter mal mit Sonifikation deutlich langsamer! Kriegen aber dadurch das Gefühl für die vordere Umkehr zum Beispiel. Und man hat ja gesehen, wir sind dadurch schneller geworden. Es hat nachher geklappt, dass wir halt nachvollziehen konnten, wo die Fehler saßen, und dass wir das wirklich geschafft haben, dann diese gehörten Fehler innerhalb der nächsten Schläge umzusetzen, also die zu korrigieren.

### **Autorin:**

Der Leistungssportler ist 21 Jahre alt. Er gewann mit seiner Mannschaft eine Silbermedaille bei den Paralympics 2012 in London. Kai-Kristian Kruse ist stark sehbehindert. Der junge Mann ist es gewohnt, vor allem hörend zu rudern und auf die Boots- und Umgebungsgeräusche zu achten. Die Sonifikation war aber auch für ihn eine ganz neue Erfahrung. Ein neuer Ton für sein Körpergefühl.

### **O-Ton 20 - Kai-Kristian Kruse:**

Also er muss von unten kommen, ansteigen, wenn man zieht, und wird dann halt wieder leiser und darf nicht abreißen. Erst mal fährt man los, hört sich das an, was da so passiert, muss sich ja auch selber erst mal orientieren. Und kann dann feststellen: Okay, die Sonifikation zeigt mir ja quasi das Optimum, und ich müsste mich jetzt vorne zum Beispiel noch ein bisschen mehr zusammenreißen, vorne ein bisschen schneller setzen. Dann versucht man's ein paar Schläge mit einer Technik, hört natürlich sofort: Klappt oder klappt nicht. Es sorgt halt quasi nicht dafür, dass man sein Bild komplett üben Haufen wirft, man poliert es ein bisschen auf, und probiert halt mehr verschiedene Sachen aus.

### **Autorin:**

Der sehbehinderte Ruderer beschreibt den Idealfall, den auch die Wissenschaftler anstreben. Sie sprechen davon, die Sportler an den Ton zu „kalibrieren“.

### **O-Ton 21 - Klaus Mattes:**

Wir achten darauf, dass die Athleten sich nicht auf das Gehör verlassen und gar nicht mehr ihre Eigenwahrnehmung verarbeiten. Deswegen ist das ja nur Mittel zum Zweck. Sie sollen eigentlich die Eigenwahrnehmung verbessern über das Hören. Und sehr schnell weg vom Hören und wieder auf die Eigenwahrnehmung zurückgehen.

### **Autorin:**

Das persönliche Bewegungsgefühl zu verfeinern - und sich gleichzeitig mit der Mannschaft synchronisieren und rhythmisieren - ist die Aufgabe der Leistungssportler. Je harmonischer ein Team rudert, desto schneller läuft das Boot. Mithilfe der Sonifikation sollen die Ruderer beides erreichen, und der sportliche Erfolg gibt dem Soundkonzept der Hamburger Bewegungswissenschaftler Recht. Sie konnten bei Juniorenmannschaften zum Beispiel nachweisen, dass ein Boot im Durchschnitt 0,25 Meter pro Sekunde schneller war, wenn es mit dem Sonifikationsgerät trainiert hatte. Auch bei Handicap-Ruderern wie im Team von Kai-Kristian Kruse geht es vor allem darum, die Mitglieder einer Mannschaft aufeinander einzuspielen. In einem



Handicap-Vierer etwa sitzen immer zwei sehbehinderte und zwei körperbehinderte Athleten. Hier kommt also noch hinzu: Sie haben ihre Sinnesorgane extrem unterschiedlich ausgeprägt. Sehbehinderte und blinde Menschen sind auf ihr Gehör angewiesen und fokussieren sich darauf. Darin sind die körperbehinderten Athleten meist ungeübt. Doch auch Sehende können sich bei einer größeren Geräuschkulisse sehr schnell sehr genau auf einen Laut konzentrieren. Davon ist Nina Schaffert überzeugt.

### **O-Ton 22 - Nina Schaffert:**

Ein Beispiel ist der sogenannte Cocktailparty-Effekt. Wenn ne große Menschenmenge anwesend ist, lautes Stimmengewirr ist, aber man kann sich trotzdem auf das Gespräch vor einem konzentrieren, kann aber auch, wenn ein Schlüsselreiz fällt, beispielsweise der eigene Name, auf das Gespräch in der Nachbargruppe oder am Nachbartisch konzentrieren. Und da sozusagen reinlauschen.

### **Autorin:**

Die Sonifikation, so das Resümee der Sportwissenschaftler, verstärkt die Sinneswahrnehmungen und optimiert durch das zusätzliche Trainingsorgan Ohr die Körperbewegungen. Schüler ahmen eine Bewegung nach und passen sich daran an. Das Team der Universität Hannover hat in einer Hock-Streck-Sprung-Studie gezeigt, wie dieser Vorgang wirkt.

**Atmo:** Klangfolge Hock-Streck-Sprung-Bewegung

### **O-Ton 23 - Alfred Effenberg:**

Das ist einfach ein Vokal, der hier über die Bodenreaktionskraft dieser Bewegung moduliert wird. Und man hört halt diese Pause, die charakterisiert die Flugphase *Klangfolge* also jetzt springt er ab, da fliegt er kurz und dann landet er wieder.

### **Autorin:**

Alfred Effenberg und sein Team konstruierten folgenden Ablauf: Sportstudenten sollten beim Hockstrecksprung die Sprunghöhe eines Vorspringers möglichst exakt treffen. Sie sahen sich dazu Videos an. Ein paar von ihnen bekamen den Sprung jedoch auch in einer Tonfolge zu hören: Die Wissenschaftler hatten zuvor die Kraftstruktur der vorgeturnten Hock-Streck-Sprung-Bewegung gemessen. Diese Kraft wurde am Synthesizer sonifiziert, und die modulierten Klänge gaben wieder, wie viel Kraft der Vorspringer auf den Boden ausgeübt hatte. Je stärker die Kraft war, desto lauter und höher war dann auch der Ton. Die Aufgabe an die Studenten lautete nun, entweder nur den visuellen, oder neben dem visuellen auch den akustischen Ablauf in der Bewegung nachzuahmen.

**Atmo:** Klangfolge Hock-Streck-Sprung-Bewegung

### **Autorin:**

Tatsächlich konnten die sehenden *und* hörenden Studenten den vorgeturnten Hock-Streck-Sprung zeitlich und auch in der Höhe präziser imitieren. Sie hatten einen

Genauigkeitserfolg von zwanzig Prozent. Das Team aus Hannover bezeichnet diesen Effekt als audio-visuo-motorisches Lernen. Die Sportwissenschaftler wollen jetzt zeigen, dass die Sonifikation damit auch Personen unterstützen kann, die ihre Bewegungen nicht mehr unter Kontrolle haben. Sie starteten im Frühjahr 2013 eine Pilotuntersuchung in einer Rehabilitationsklinik in Hessisch-Oldendorf in Niedersachsen und begleiteten in einer ersten Stichprobe zehn Schlaganfall-Patienten zwischen 40 und 70 Jahren während der Ergotherapie.

**O-Ton 24 - Alfred Effenberg:**

Wir sind im Augenblick dabei, diesen Patienten zusätzlich akustische Arme anzubieten. Wir haben also eine Woche lang dort täglich allerdings nur im Umfang von ungefähr zwanzig, fünfundzwanzig Minuten mit der Bewegungssonifikation die Therapie unterstützen können.

**Autorin:**

Die Patientinnen und Patienten hatten nach einem Schlaganfall einseitige Lähmungen in den Armen. Konnten sie zum Beispiel ihren linken Arm noch ziemlich gut steuern, war ihr rechter Arm kaum zu kontrollieren. Er bewegte sich überaus langsam und unkoordiniert mit fahrigem Ausrutschen in die falsche Richtung.

**O-Ton 25 - Alfred Effenberg:**

Und wir haben diesen Patienten nun sowohl die betroffene wie die nicht betroffene Seite akustisch dargestellt ...

**Atmo:** Klangfolge Zähneputzen

**Autorin:**

...durch die so genannte Spiegeltherapie. Der gesunde Arm zeigt dem kranken Arm, wie etwa das Zähneputzen vor sich geht.

**O-Ton 26 - Alfred Effenberg:**

Also wir haben beide Arme in vergleichbarer gespiegelter Weise vertont. Und ein Anheben des Armes hat zum Beispiel zu einer Erhöhung der Tonhöhe geführt. Und sie haben darüber zunächst einmal also überhaupt wieder sensorisches Feedback in Abhängigkeit zu der Bewegung auch der betroffenen Extremität. Und sie haben dieses Feedback aber nicht zufällig, sondern eben in systematischer Kombination mit der Art und Weise, wie Sie diesen Arm bewegen können.

**Atmo:** Klangfolge Trinken

**Autorin:**

So klingt der Bewegungsablauf Trinken. Genauer definiert ist dies „eine Bewegung der rechten Hand aus der Neutralposition frontal am Tisch sitzend, beide Arme vor dem Oberkörper auf dem Tisch ruhend mit einem Ellenbogenwinkel von circa 90 Grad ausgeführt und in diese Position wieder zurück geführt“. Das Nachahmen und Üben dieser Abfolge soll dem zentralen Nervensystem im Gehirn wieder Reize und

Ansatzpunkte geben, damit die dort verbliebenen Neuronen die Informationen über die Bewegung aufnehmen und neu verknüpfen können. Eine Forschergruppe mit Sportwissenschaftlern, Neurologen und Psychiatern aus Hannover, Lübeck und Erlangen hat dazu gerade Messungen aus einem vergleichbaren Versuch veröffentlicht: 17 Schwimmerinnen und Schwimmer bekamen die Brustschwimmbewegung gezeigt und mittels Sonifikation zu hören. Dies führte zu einer verstärkten Neuronenaktivität im Gehirn. Die Wissenschaftler folgern daraus: Die doppelte Sinnesaufnahme und die ständige Wiederholung einer Bewegung bilden sich auch im Gehirn ab. Ähnlich wie bei Musikern, bei denen das permanente Üben dieser engen Verbindung von Handbewegung, erzeugtem und gehörtem Klang viele Hirnzentren anregt. So sollen nun auch die Schlaganfall-Patienten von diesem Vorgang profitieren.

### **O Ton 27 - Marc Harenkamp:**

Wir versuchen ja bei den Patienten oder Rehabilitanten nach einem Schlaganfall ihr Gehirn mit zahlreichen Bewegungen zu stimulieren.

#### **Autorin:**

Marc Harenkamp ist Therapieleiter der neurologischen Abteilung in der Reha-Klinik in Hessisch-Oldendorf. Er wusste nichts über die Sonifikation und hatte anfangs große Zweifel daran, sie mit den Patienten zu testen. Inzwischen ist er gespannt auf weitere Durchläufe. Obwohl diese Versuchsreihe noch ganz am Anfang ist, war der Physiotherapeut bereit, einen kurzen Bericht von seinen ersten Eindrücken abzugeben.

### **O Ton 28 - Marc Harenkamp:**

Wir nehmen Bewegungen mit konkretem Alltagsbezug: Kleidung anziehen, Gurken schneiden, Schreiben, oder auch Schlucktraining, oder Sprechtraining. Jetzt bekamen die Rehabilitanten also auf drei Kanälen ein Feedback darüber, was für eine Bewegung sie gerade machten: Sie sehen, wie sie die Arme bewegen, sie hören, wie sie die Arme bewegen und sie fühlen es. Sie fühlen die Muskelspannung oder die Gelenkstellung.

#### **Autorin:**

Welche Muskeln angespannt sind, in welchem Winkel die Gelenke stehen, wird in der Tonfolge des gesunden Armes abgebildet. Damit auch der rechte Arm diese Klangfolge verinnerlicht und letztlich selbst erzeugt. Und der Patient wieder lernt, aus einem Glas zu trinken.

**Atmo:** Klangfolge Trinken

### **O-Ton 29 - Alfred Effenberg:**

Sie lernen das wirklich implizit, dass eben ein Heben der Arme die Tonhöhe nach oben bringt oder ein Beugen dann den Ton härter und heller macht. Also wenn Sie plötzlich über Ihren Rücken mit der Hand kommen, um das Glas zu greifen, dann haben Sie erst mal ne dramatische Erhöhung der Tonhöhe, ne wesentlich höhere Dynamik, also ne höhere Bewegungsgeschwindigkeit.

### **O Ton 30 - Marc Harenkamp:**

Die Patienten waren erst auch skeptisch. Dann haben sie es aber als interessant empfunden und waren überrascht, wie sie das beeinflusst. Bei einer Patientin hat sich das Bewegungsmuster wirklich deutlich verbessert: Ihre selektiven, einzelnen Bewegungen waren besser und sie hatte auch weniger Ausweichbewegungen. Insgesamt haben drei Personen gesagt, dass die Sonifikation ihnen was gebracht hat.

### **Autorin:**

Das Team um Alfred Effenberg strebt nach dem ersten Anlauf nun eine kontrollierte Studie mit Schlaganfall-Patienten an. Die Forscher kooperieren dabei mit dem Institut für Musikphysiologie und Musikermedizin in Hannover, um Erfahrungen aus der Musiktherapie mit einzubinden. - Sonifikation als innere Klangroute für das Bewegungslernen. Tonforscher verschiedener Fachrichtungen sind bereits davon überzeugt. Und die Testpersonen erleben sie als hilfreich. Wenngleich der Handicap-Ruderer Kai-Kristian Kruse eine kleine Kritik anmerkt:

### **O-Ton 31 - Kai-Kristian Kruse:**

Diese hundertprozentige Genauigkeit, würd ich mir wünschen, dass man die so ein bisschen runterschraubt, damit das ein bisschen mehr Fehler verzeiht, dieses Gerät.

### **Autorin:**

Eine Skepsis, die auch der Kulturwissenschaftler Holger Schulze teilt. Die Bewegungs-Sonifizierer entgegen: Auch wenn sie ein Ideal des Bewegungsablaufs herstellen, zielen sie nicht darauf ab, eine Bewegung zu verallgemeinern oder zu konfektionieren. Jeder Mensch müsse immer auch seinem eigenen Empfinden vertrauen. Sich dabei auf ein Gerät zu verlassen, birgt in Holger Schulzes Augen dennoch die Gefahr:

### **O-Ton 32 - Holger Schulze:**

Dass es in ner gewissen Weise der externen Autorität, also der technischen Verstärkung meines Handelns mehr Wahrheit, mehr Stimmigkeit und auch mehr Überzeugungskraft zuspricht als meinem eigenen körpereigenen Gespür. Andererseits muss man natürlich sagen, indem ich dieses Feedback habe, erwerbe ich Wissen darüber: Aha ich beweg mich immer so und so. Wenn ich so mache, geht's ja viel geschmeidiger, viel stimmiger. Wenn ich das trainiere, dann kann ich vielleicht irgendwann dieses Feedback auch weglassen.

### **Autorin:**

Dem Kulturwissenschaftler Schulze schwebt vor, dass wir alle lernen, im Alltag auf unsere Bewegungen zu hören. Und zwar nicht nur mit den Ohren. Wir hören die Bässe im Bauch und die Straßenbahn mit den Füßen, wie Schulze sagt.

### **O-Ton 33 - Holger Schulze:**

Durch unser Körpergespür und unser Gefühl, das viel über Hören, über Resonanzen, über Vibrationen funktioniert, kann ich so viel über meine Umgebung erschließen, dass ich blind Fahrrad fahren kann, ohne mich oder andere zu verletzen. Weil ich einfach so

viel Orientierung erwerbe, durch Hitze, durch Wärme, durch Windströme, durch Vibrationen, dass das Hören und die Vibration des Körpers mir ausreicht.

**Atmo:** Klangfolge Armkreisen

\*\*\*\*\*

**Literatur:**

°Das geschulte Ohr: Eine Kulturgeschichte der Sonifikation. Hrsg. v. Andi Schoon und Axel Volmar. Reihe „SoundStudies“ Vol. 4, transcript Verlag, 2012

°[Funktionale Klänge. Hörbare Daten, klingende Geräte und gestaltete Hörerfahrungen.](#) Hrsg. v. Georg Spehr, transcript Verlag, 2009

**Links:**

°<http://www.soundstudieslab.org/>

°<http://www.rudern.de/nachricht/news/2012/05/18/sonifikation-mit-der-handicap-national-mannschaft-des-drv/>

°[http://www.sportwiss.uni-hannover.de/multisensorische\\_integration.html](http://www.sportwiss.uni-hannover.de/multisensorische_integration.html)

°[http://www.ims.uni-hannover.de/en/research/medical\\_technology/sonifikation\\_komplexer\\_bewegungen/](http://www.ims.uni-hannover.de/en/research/medical_technology/sonifikation_komplexer_bewegungen/)

°<http://www.sonifyer.org/home/>