

Nützliche Emissionen im Infrasschallbereich

Winfried Morgner

MDZWP c/o Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

(Beitrag zum 18.Kolloquium Schallemission Wetzlar 2011)

Kurzfassung. Für die Außenhautüberwachung von Gebäuden und die Schlafstimulierung in der Humanmedizin lassen sich erfolgreich Infrasschallemissionen im Bereich von ca. 1-10 Hz einsetzen. Es wird über Erfahrungen bei der Anwendung handelsüblicher Geräte berichtet.

Einführung

Infrasschall tritt in einem Frequenzbereich unterhalb des Hörbereichs, also unterhalb 16 Hz auf. Es ist nicht ganz ausreichend, Ultraschall und Infrasschall nur als die nicht hörbaren Schallbereiche zu bezeichnen. Man muß zur Festlegung des Hörbaren und Unhörbaren noch die Schalldruckpegel hinzuziehen, dann erst ergibt sich die sogenannte Hörfläche von Abb.1 [1]. Aus diesem Bild kann man entnehmen, daß die Hörbarkeitsgrenze sowohl bei sehr tiefen als auch bei sehr hohen Frequenzen stark vom Schallpegel abhängt. Sie nimmt sowohl bei hohen als auch tiefen Tönen stark mit fallendem Schallpegel ab oder andersherum, sowohl sehr tiefe als auch sehr hohe Töne erfordern eine immense Verstärkung, um sie gleich gut wie im mittleren Frequenzbereich wahrnehmen zu können.

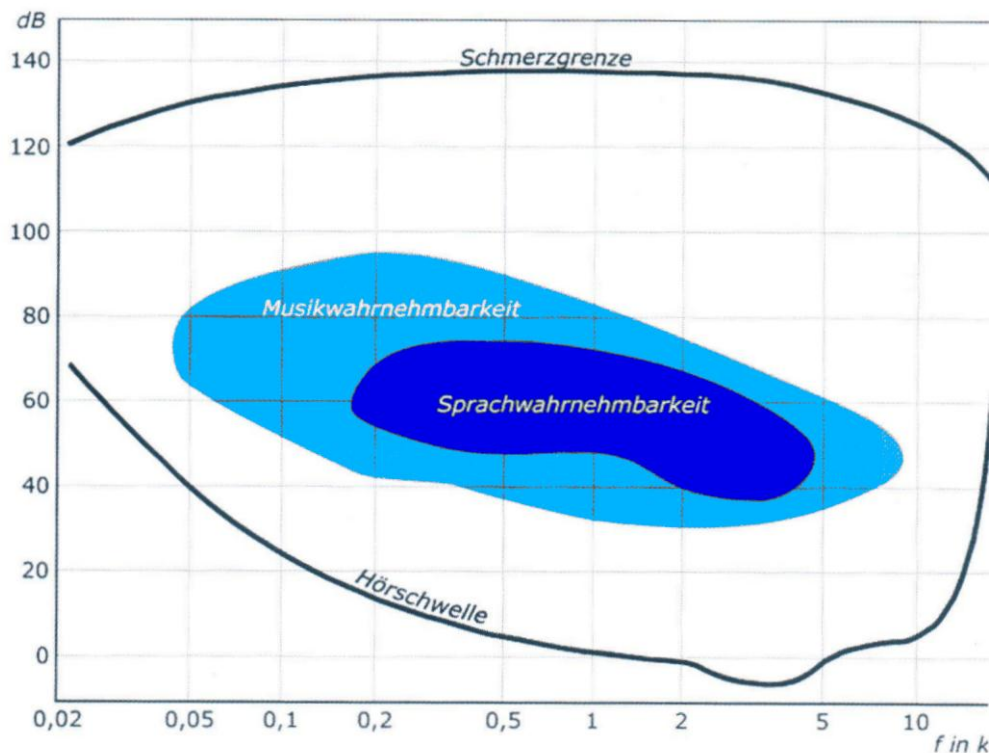


Abb.1: Die Hörfläche eines normal hörenden Menschen (entnommen aus [1])

Die „Hörfläche“ wird nach oben hin noch von der Schmerzgrenze abgeschlossen, wobei diese, bei etwa 140 db liegende, Schmerzgrenze relativ wenig von der Frequenz abhängt. Die Hörfläche ist individuell unterschiedlich ausgeprägt und auch noch altersabhängig.

Natürliche Infraschallquellen stellen z.B. Erdbeben und Vulkanausbrüche dar. Aber auch extreme Wetterlagen wie Sturm, Gewitter und die bei Föhn auftretenden Luftdruckschwankungen sind mit der Erzeugung von Infraschall verbunden. Tiere wie Elefanten, Tiger und Wale können im Infraschallbereich miteinander kommunizieren, Vögel werden durch Infraschallereignisse aufgeschreckt.

Infraschall entsteht auch durch Quellen, die auf den Menschen zurückgehen. Dazu gehören die tiefsten Töne großer Orgelpfeifen, Windkraftanlagen, Atombombenexplosionen, Maschinen- und Fahrzeuggeräusche. Durch heftiges Öffnen und Schließen von Türen und Fenstern, aber auch durch das unerlaubte Eindringen von Einbrechern in Gebäude werden unbewußt Infraschall-Wellen erzeugt. Es gibt militärtechnische Versuche, Infraschall bei kriegerischen Auseinandersetzungen einzusetzen und es gibt positive Erfahrungen beim Einsatz von Infraschall in der Medizin.

Der folgende Beitrag beschreibt zwei nützliche Anwendungen von Infraschall und zwar bei Alarmanlagen zur Abwehr von Einbrüchen und in der Medizin zur Schlaftherapie.

Infraschallsensoren in Einbruch-Alarmanlagen

In Ihrer Ausgabe vom 17.5.2011 hat M. Lutz in der Zeitung „Die Welt“ Deutschland als ein Paradies für Einbrecher bezeichnet. Nach der dort veröffentlichten Kriminalstatistik stieg in Deutschland die Zahl der Wohnungseinbrüche im vorigen Jahr um 6,6% auf rund 123.000. Läßt man die Stadtstaaten weg, war von den deutschen Bundesländern besonders in Sachsen ein Anstieg von 21,2% zu verzeichnen. Die Aufklärungsquote für Wohnungseinbrüche liegt nur bei knapp 16 %. Besonders häufig sind Einbrüche in Einfamilienhäusern und Villen. Schwerpunkte sind Lagen in der Nähe von Autobahnen.

Spätestens dann, wenn im Nachbarhaus oder gar im eigenen Haus eingebrochen wurde, überlegt man, ob man sich nicht doch neben besonderen mechanischen Schutzmaßnahmen an Fenstern und Türen zusätzlich durch eine Alarmanlage wirksam gegen Einbruch schützen sollte. Das kann durch

- eine Schwerpunkt- oder Fallenüberwachung.
- durch eine Raumüberwachung und durch
- eine Außenhautüberwachung

realisiert werden.

Ein Häuslebauer, der keinen Geldschrank zu sichern hat und von vornherein das Eindringen in **jedweden** Raum verhindern will, entscheidet sich für die Außenhautüberwachung. Wenn ein Haus beispielsweise 13 Fenster und 15 Türen (davon 8 Innentüren) aufweist, dann wird die Überwachung durch Bewegungsmelder oder Kontakte an Fenstern teuer, besonders, wenn man Funkmelder verwendet - und aufwendig, wenn man alles verkabeln will. Völlig frei von Kabeln und mit sehr wenig Montageaufwand verbunden ist der Einsatz von Infraschallsensoren. Ihr besonderer Vorteil besteht zudem noch darin, dass bereits ein Einbruch signalisiert wird, bevor die Einbrecher überhaupt ins Haus eingedrungen sind, sie also von ihrem Vorhaben abgeschreckt werden können, bevor Verwüstungen, Personenschäden und psychische Folgeschäden auftreten können.

Es gibt eine Unzahl von Alarmanlagen und Alarmanlagen-Anbietern. Es werden fast alle Gebiete der Physik ausgenutzt, um Sensoren für Alarmanlagen zu entwickeln. Vor

etwa 10 Jahren kamen auch Anlagen auf den Markt, welche Infrasschallsensoren, auch Druck- oder Druckdifferenzsensoren genannt, verwendeten. Sie basieren auf der Tatsache, daß beim zerstörungsfreien oder zerstörenden Eindringen in ein Haus durch Fenster, Türen, Wände und Dächer Druckwellen freigesetzt werden, die sich mit Schallgeschwindigkeit ausbreiten. Aus der Größe der in Schwingung versetzten Flächen, dem in die Schallausbreitung integrierten Volumen und der Schallgeschwindigkeit ergibt sich, daß die Frequenz dieser Wellenausbreitung in einem Frequenzbereich unter 16 Hz liegen muß, also im Infrasschallbereich. Die den Infrasschall auslösenden Druckdifferenzen sind nicht groß und müssen 10 bis 1000fach verstärkt werden und erfordern die Integration von Tiefpaßfiltern, um Störungen aus dem Schallbereich, z. B. Reibgeräusche, Klopfgeräusche, Klappern von Türen, Fenstern und Dachziegeln, Bewegung von Menschen und Tieren, auszuschließen. Wie im Schall- und Ultraschallbereich, ist es zweckmäßig, zur eindeutigen Signalerkennung von Einbruchereignissen, mehrere voneinander möglichst weitgehend unabhängige Parameter auszuwerten.

Das scheinbar geräuschlose Auftreten dieser durch Druckdifferenzen ausgelösten Wellen wird man bereits gewahr, wenn die Tür eines Hausvorraums betreten wird. Wenn die Außentür geöffnet wird, öffnet sich automatisch, wie von Geisterhand bewegt, auf Grund des sich wellenförmig ausbreitenden Unter- oder Überdrucks auch die Innentür, vorausgesetzt, sie wird nur durch ein Schnappschloß gehalten.

Wie alle anderen Typen von Alarmanlagen wären solche, allein auf der Registrierung von Luftdruckdifferenzen arbeitenden Alarmanlagen, keine Wunderwaffen, die eine absolute Sicherheit garantieren könnten. Erst bei Mehrparameterauswertung und einer Kombination mit anderen Meldeeinrichtungen für Brand, Bewegung, Überfall (Panik) und Sabotage sowie der intelligenten Weitergabe der Meldungen an Angehörige, Sicherheitsdienste, Feuerwehr und Polizei nähert man sich einer nahezu 100%igen Sicherheit.

Dem Verfasser liegen positive Erfahrungen mit einer Anlage vom Typ Apollo 11 [2] der WE-Elektronik GmbH Norden vor, dessen Schema Bild 2 zeigt. Der Input der für ein Eigenheim konzipierten Alarm-Anlage kommt von einem Brandmelder, einem Bewegungsmelder, einem Infrasschallsensor, einem Panikmelder (Überfall) und einem Sabotagemelder. Da die Meldungen von Brand, Bewegung und Panik über Funk an die Zentraleinheit gemeldet werden und der Infrasschallsensor und der Sabotagesensor direkt in die Zentraleinheit integriert wurden, ist für den Input keinerlei Verkabelung erforderlich. Die Überfallmeldung kann per Hand vom Fernbedienteil (Handsender) ausgelöst werden, der auch für die Schärfung oder Entschärfung der Anlage dient. Der Output geht innerhalb von Sekunden an eine 110 dB laute (Innen-oder/und Außen-)Alarmsirene und an ein in unmittelbarer Nähe der Zentraleinheit befindliches GMS¹⁾ – Sprachwahlgerät, hergestellt bei der Fa. ABUS Security-Center GmbH & Co. KG Affing, das im Ereignisfall, unbemerkt vom Täter, eine oder mehrere Telefonnummern anwählt, um sie über den Alarmfall mit vorher gespeicherten Fallmeldungen zu informieren. Dabei kann das Telefonwahlgerät entweder als Digitalwahlgerät im Alarmfall ein ebenfalls digitales Informationsprotokoll an eine 24 Stunden besetzte Notrufleitstelle übertragen oder – als Sprachwahlgerät, zuvor gespeicherte Sprachmitteilungen, an das eigene Telefon oder andere Telefone (Nachbar, Angehörige, Sicherheitsdienst) absetzen. Sowohl die Zentraleinheit als auch das Telefonwahlgerät und alle Meldeeinrichtungen verfügen über eine batteriegespeiste Notstromversorgung, falls beim Einbruch die Stromzufuhr unterbrochen wird. Außer der vom Telefonwahlgerät im Alarmfalle sofort automatisch abgesetzten telefonischen Benachrichtigung erfolgt kurze Zeit später ein Rückruf vom Sicherheitsdienst, der nach Entgegennahme eines Codewortes mit dem Betroffenen die nächsten erforderlichen Maßnahmen berät, die Feuerwehr oder die Polizei benachrichtigt und ggf. selbst vor Ort erscheint.

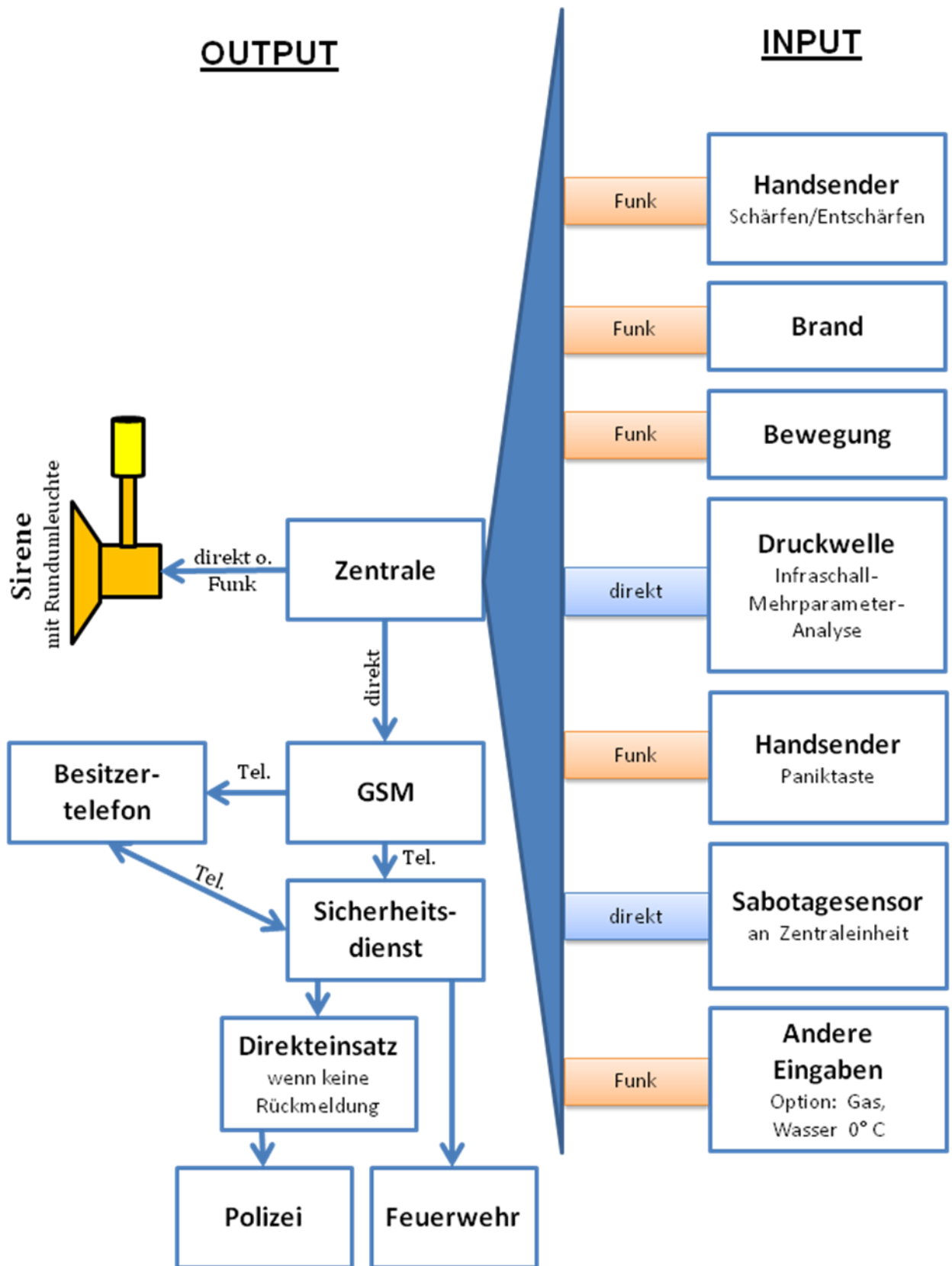


Abb.2: Wirkungsweise einer Alarmanlage vom Typ Apollo 11

Bisherige Erfahrungen nach 5-monatigem Betrieb zeigten, daß das Öffnen aller Fenster und Türen, auch der entferntesten, angezeigt wird, daß man bei scharfer Anlage sich normal im Hause bewegen kann, wenn man heftiges Öffnen und Schließen vermeidet oder, falls erforderlich, die Anlage kurzzeitig mit dem Handsender entschärft. Es gab einen zu Recht angezeigten Alarm, bei welchem der potentielle Eindringling verscheucht wurde und es gab einen Fehlalarm, der aber durch Fehlverhalten des Betreibers verursacht wurde und recht-zeitig abgebrochen werden konnte. Starker Sturm und Gewitter lösten keinen Fehlalarm aus.

Es wäre begrüßenswert, wenn sowohl von den Herstellern solcher Anlagen als auch den Überwachungsgesellschaften VSA und BHE²⁾ die Zertifizierung der infraschallbasierten Alarmanlagen vorangetrieben würde, um noch vorhandene und offensichtlich un gerechtfertigte Vorbehalte gegenüber diesen Anlagen auszuräumen.

¹⁾ GSM = **G**lobal **S**ystem for **M**obile communication. Das ist eine Standardlösung des European Telecommunications standards institute (ETS)

²⁾ VDS = Verband der Schadensversicherer; BHE = **B**undesverband der **H**ersteller und **E**rrichter von Sicherheitssystemen.

Infraschallanwendung in der Medizin

Fast die Hälfte der Menschen schläft schlecht, was zu Bluthochdruck und Diabetes führen kann. Diese Menschen haben nach Untersuchungen in den USA (zitiert in [3]) ein fünfmal höheres Risiko, krank zu werden, als Menschen, welche durchschlafen. Sekundenschlaf ist in einem von 4 Fällen die Ursache von Verkehrsunfällen! Daher ist ein gesunder Schlaf auch eine wichtige volkswirtschaftliche Notwendigkeit. Das menschliche Gehirn erzeugt ständig, sowohl im Wach- als auch im Schlafzustand, durch Potentialschwankungen verursachte elektromagnetische Schwingungen, die man im Enzephalogramm (früher: Elektrenkephalogramm) messen kann. Das wurde bereits 1924 von Hans Berger an der Jenaer Universität entdeckt und von ihm 1929 publiziert [4]. Besonders interessant ist, daß die Schwingungen im Zustand des Tiefschlafs im Bereich von 1-4 Hz auftreten, während die Frequenzen mit zunehmend wachem Bewußtsein zunehmen und im vollwachen Zustand eine Frequenz von 14-30 Hz aufweisen. Bild 3 (Entnommen aus [5]) zeigt die unterschiedlichen Frequenzbereiche in Zusammenhang mit verschiedenen Bewußtseinszuständen.

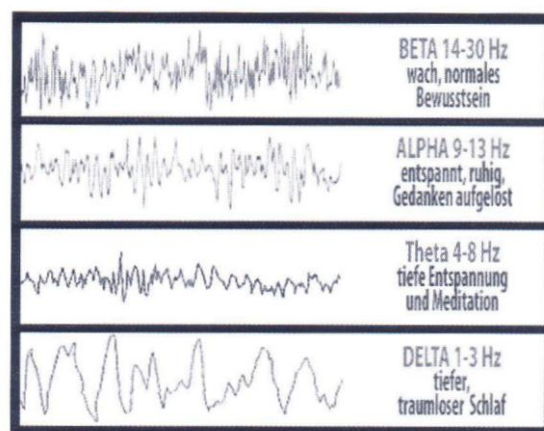


Abb.3: Gehirnwellen des Menschen für 4 beispielhafte Bewußtseinszustände

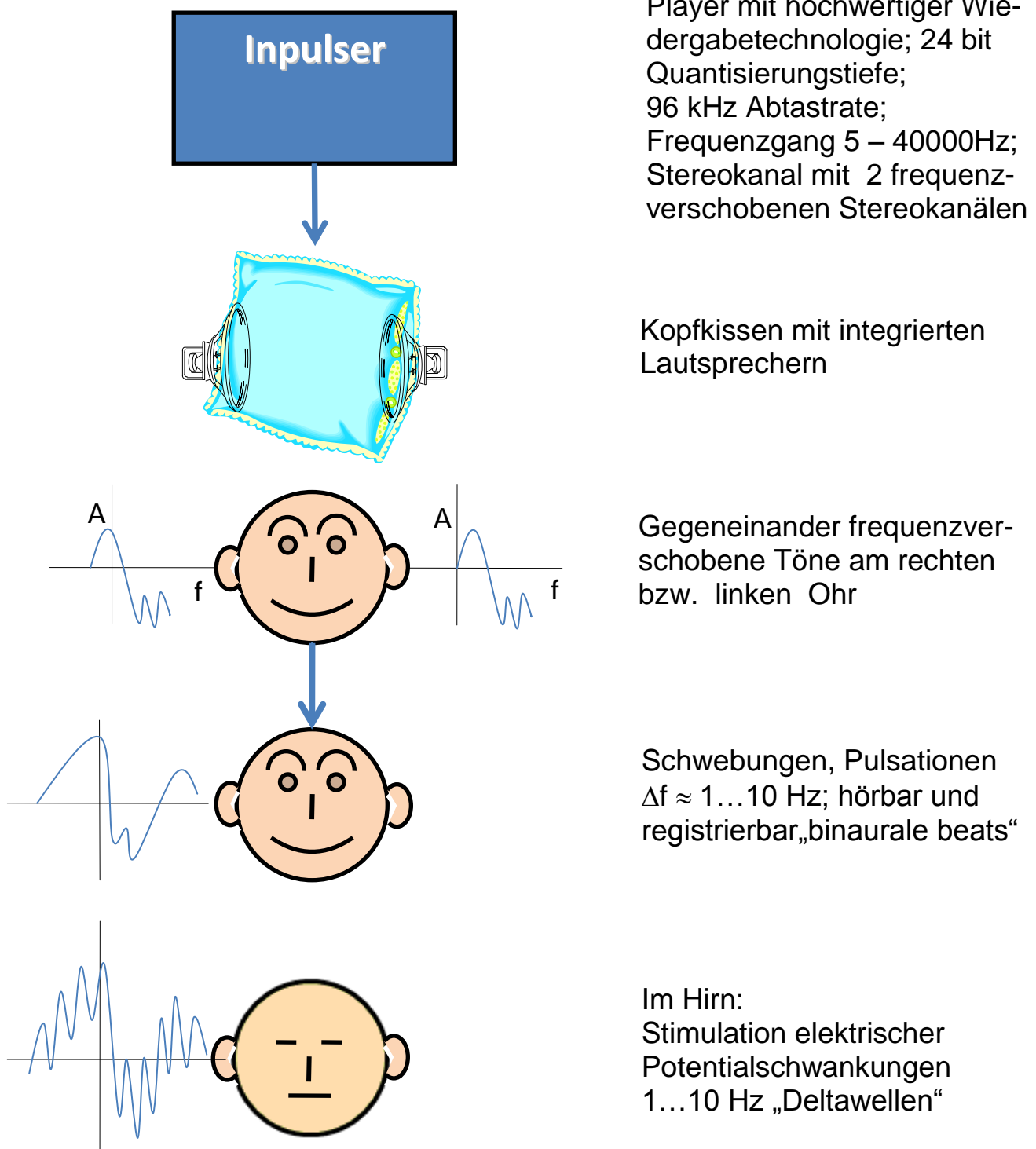


Abb.4: Schematischer Ablauf einer Neurostimulation mittels Infraschall

Bereits 1839 fand H.W. Dove, [6], dass scheinbar Schläge zu hören sind, wenn dem rechten und linken Ohr getrennt, aber simultan zwei unterschiedliche Töne zugeführt werden. H.W. Dove schreibt in [6]: „Hält man die Zinken zweier durch Resonanz Stöße gebender Stimmgabeln über ein mit ihnen nahe gleich gestimmtes Fläschchen, so hört man die Stöße mit einer Deutlichkeit, wie sie die Resonanz nie hervorzubringen vermag, ja man nimmt oft Stöße vollkommen deutlich wahr, welche auf einem anderen Wege nur undeutlich erhalten werden können.“ H.W. Dove gewann die Er-

kenntnis [7], dass die wahrgenommenen Schläge im auditorischen System entstehen müssen, da keine akustische Vermischung vorlag. Er vermutete, daß die Schläge in dem Teil des Gehirns entstehen, der für das binaurale (stereophone) Hören zuständig ist. Die binauralen beats dienen heute einerseits der Neurophysiologie zur Erforschung des Hörsinns, andererseits können binaurale Beats die Hirnwellen stimulieren, um Schlaf oder Konzentration zu fördern.

In Köln wurde von einem Forscherteam unter der Leitung von U. Storch unter der Bezeichnung „Impulser“ ein Gerät auf der Basis moderner elektronischer Bausteine entwickelt, das nach gründlicher Erprobung in Universitätskliniken, Pflegeeinrichtungen sowie Sportzentren in kürzester Zeit eine weite Verbreitung erreicht hat. Der Autor des vorliegenden Beitrages wurde auf das Gerät durch eine Sendung des MDR aufmerksam [8]. Er hat das Gerät daraufhin erworben und konnte es erfolgreich für die Beseitigung von Schlafstörungen einsetzen und völlig auf Schlaftabletten verzichten.

Der unter dem Namen „Impulser“ erhältliche Neurostimulator erinnert äußerlich an einen MP3-Player, übersteigt aber mit seinen Betriebsdaten (24 Bit Quantisierungstiefe, 96 KHz Abtastrate, Frequenzumfang 5 – 40.000 Hz) bei weitem die Qualität solcher Geräte der Unterhaltungselektronik. Bild 4 zeigt schematisch die Wirkungsweise des Impulsers. Er gibt an seinem Stereoausgang an zwei Stereolautsprecher geringfügig frequenzverschobene Töne in Form beruhigender Musik ab. Die Lautsprecher sind in ein viskoelastisches Kopfkissen so eingearbeitet, daß sie sich bei Rückenlage des Nutzers in der Nähe des linken bzw. rechten Ohres befinden. Im Kopf des Nutzers entsteht bei Überlagerung der frequenzverschobenen Töne der Eindruck einer pulsierenden Schwebung im Infraschallbereich (1...4 Hz), das sind die sogen. binauralen Beats. Diese binauralen Beats regen die im Gehirn ständig vorhandenen elektromagnetischen Schwingungen an, sich diesem Frequenzbereich anzupassen. Ist das erfolgt, schwingt auch das Gehirn im Frequenzbereich der Tiefschlafphase. Damit können Schlafstörungen beseitigt werden und die Schlafphase verlängert sich. Eine umfangreiche Bibliographie über die binauralen Beats, ihre Charakterisierung und die therapeutischen Anwendungen wurde von der Fa. Infrasonics GmbH zusammengestellt [9]

Danksagung

Für nützliche Hinweise sei Herrn Wolfgang Asel von WE-Elektronik sowie den Herren Uwe Storch und Christian Zimmerli von Infrasonics gedankt.

Referenzen

- [1] H. Henle: Das Tonstudio Handbuch. 5. Auflage. GC Carstensen Verlag. München 2001 ISBN 3-910098-19-3. Zitiert in <http://de.wikipedia.org/wiki/H%C3%B6rf1%C3%A4che>
- [2] www.asel-sicherheitssysteme.de
- [3] Firmenschrift Infrasonics GmbH : „Schlaflos“
- [4] Berger, H.: Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. Arch.f.Psychiatrie 7,1928 S. 527-570
- [5] www.Powersubliminals.de
- [6].Dove, H.W. und Moser, L. Repetitorium der Physik Bd. 3 1939

[7] http://de.wikipedia.org/wiki/Binaurale_Beats

[8] MDR 10.02.2011 Sendung “ einfach Genial-Schlafspecial”

[9] N.N.: Characteristics of binaural beats and their therapeutic applications. Scientific documentation. Version May 2011. Infrasonics GmbH 2011