

BELEGE FÜR DEN NUTZEN DES ZEN-PROGRAMMS FÜR ENTSPANNUNG UND GEGEN TINNITUS

Hintergrund:

Die überwiegende Mehrheit der Menschen, die an Tinnitus leiden, hat auch eine Hörminderung¹. Existiert ein peripherer Hörverlust, löst der eine Flut an Reorganisierungsvorgängen und physischen Veränderungen aus, die zu erhöhter neuronaler Aktivität in der zentralen Hörbahn führen². Außerdem trägt Stress erheblich zur Verschlimmerung von Tinnitus bei³. Die physischen Folgen von Stress drücken sich in Reaktionen des limbischen Systems aus, die entweder auf eine fehlerhafte Schleusenfunktion⁴⁻⁶ oder negative emotionale Resonanz zurückgehen und eine natürliche Gewöhnung an diesen ungefährlichen aber störenden auditiven Sinesseindruck erheblich erschweren. Seit Jahrzehnten werden akustische Signale zur Maskierung und zum Abdämpfen des Tinnitusgeräusches und zur Linderung der damit in Verbindung stehenden Beschwerden medizinisch eingesetzt. Aufgrund der Belege dafür, dass viele Tinnitusformen mit verminderter peripherer Stimulation und erhöhter Aktivität des limbischen Systems (Stress) zusammenhängen, bedienen sich die gängigen Methoden der Tinnitusbehandlung⁷⁻⁹ eines Ansatzes, der Aufklärung und Beratung mit Schalltherapie (Rauschen, Musik oder Verstärkung) vereint. Dadurch soll die Neigung des Gehirns, einen Ersatz für die fehlende akustische Stimulation zu suchen, verringert werden.

Während jeder dieser Ansätze bewiesenermaßen bestimmten Patienten hilft, gibt es keinen Ansatz, der eine globale Wirksamkeit erzielt. Zu den potenziellen Defiziten gehört, dass die verwendeten akustischen Sti-

muli eventuell keine stressreduzierenden und entspannenden Eigenschaften haben, dass sie nur während des Zeitraums ihrer Anwendung eine Stimulation bieten können und dass sie keine Verstärkung von externen Signalen zur Verfügung stellen, um eine Hörminderung auszugleichen.

Dass Musik eingesetzt wird, um eine bestimmte Stimmung zu erzielen oder diese zu verändern – stimulierend oder beruhigend –, ist keineswegs neu. Musik wird aktiv und in zunehmendem Maße bei der therapeutischen Behandlung einer Reihe physischer und psychischer Leiden¹⁰ eingesetzt, u. a. deshalb, weil bestimmte Gesetzmäßigkeiten und Präferenzen sicher festgestellt werden konnten. Es wurde z. B. nachgewiesen, dass bestimmte musikalische Strukturen wie langsames Tempo, niedrigere Tonhöhe, ein gewisses Maß an Wiederholungen und fehlender emotionaler Inhalt eine beruhigende statt anregende Wirkung haben^{11,12}. Aktives Hören wirkt in der Regel stimulierend, passives Hören tendenziell beruhigend. Außerdem zeigen Studien, dass die Verwendung von reproduzierter Musik nur bedingt der Stressreduktion dient, da bekannte Musik Erinnerungen und potenziell negative Emotionen auslösen¹³ und dadurch unerwünschte Ablenkung erzeugen kann. Aktives Hören lenkt eher ab, passives Hören kann Entspannung und kognitive Funktionen steigern. Es kann also gefolgert werden, dass Musik, die zur unbewussten Entspannung und Reduzierung von Stress in Zusammenhang mit Tinnitus verwendet wird, keine aktive Ablenkung darstellen sollte.

Ein alternativer Ansatz zur Nutzung der Vorteile und Gesetzmäßigkeiten von Musik ohne die genannten potenziellen Einschränkungen ist die Verwendung von fraktalen Klängen. Akustische fraktale Klänge zeichnen sich durch harmonische, nicht vorhersagbare Zusammenhänge aus und werden in einem Rekursivverfahren erzeugt, bei dem ein Algorithmus das vorangegangene Erzeugnis immer wieder bearbeitet^{14,15}. Die Klänge, die in etwa denen eines Windspiels ähneln, sind angenehm, werden aber nicht mit Musik in Verbindung gebracht, die beim Zuhörer eventuell Erinnerungen auslöst. Kuk u. a. schilderten 2008¹⁶ den Zusammenhang zwischen Fraktalklängen (Zen) und Entspannung. Als Folge stellt sich die Frage, ob Fraktalklänge bei Tinnitusbetroffenen angewendet werden können.

2009 wurde an der Universität von Kalifornien in San Francisco (UCSF) ein Versuch durchgeführt, um die Wirksamkeit von Fraktalklängen und im Besonderen die der Zen-Programme in Hörsystemen von Widex bei Tinnituspatienten zu eruieren. Die Hypothese war, dass die Fraktalklänge (um den Hörverlust korrigiert) dem Tinnitusbetroffenen effektiv beim Entspannen helfen und den Störfaktor des Tinnitus verringern. Die Ergebnisse dieser Untersuchung, die 2010 in einem JAAA-Artikel¹⁷ ausführlich dargelegt wurden, werden in dieser Ausgabe von WidexPress zusammengefasst und besprochen.

Versuchsbedingungen

14 Erwachsene zwischen 34 und 72 Jahren mit leichtgradiger bis mittel-/hochgradiger Hörminderung und primären Beschwerden durch subjektiven Tinnitus wurden mit einem mind440 Hörsystem von Widex versorgt und anschließend gebeten, den Effekt der Schallsignale auf die Entspannungsfähigkeit und den Tinnitusstörfaktor zu bewerten. Vor der Untersuchung waren nur 4 der Probanden Hörsystem-Träger. Die Probanden trugen die Hörsysteme anschließend 6 Monate lang und machten über verschiedene Skalen Angaben zu Tinnitusstörfaktor und Reaktionen. Die Angaben wurden beim ersten Termin aufgenommen und dann wieder nach einer Woche, einem Monat, 3 Monaten und 6 Monaten. Für die nicht-parametrische Statistik wurde auf den Wilcoxon-Vorzeichen-Test, den Chi-Quadrat-Test und die Varianzanalyse mit Messwiederholun-

gen zurückgegriffen. Die subjektive Tinnitusintensität wurde durch die zwei standardisierten Evaluationswerkzeuge Tinnitus Handicap Inventory¹⁸ (THI) und Tinnitus Reaction Questionnaire¹⁹ (TRQ) beurteilt. Die meisten Teilnehmer wurden als „schwierige“ Tinnitusfälle eingestuft, da ihr THI-Ergebnis höher lag als der Durchschnitt der Patienten der UCSF-Tinnitusklinik und da bei den meisten das THI-Ergebnis auch nach einer Beratung unverändert blieb. Alle Teilnehmer unterschrieben vor dem Versuch eine von der amerikanische Ethikkommission IRB zugelassene Einverständniserklärung.

Durch die in den Versuchshörsystemen verfügbaren Optionen konnten Verstärkung, Fraktalklänge und Breitbandrauschen gewählt werden. Diese Optionen konnten entweder miteinander kombiniert oder einzeln genutzt werden (insgesamt 7 Möglichkeiten). Es waren 5 verschiedene Fraktalklänge bzw. Stile vorgegeben, die von den Probanden gewählt werden konnten. Davon waren 4 Stile (green, aqua, coral und lavender) tonaler (fraktaler) Natur, während der 5. Stil ein Breitbandrauschen darstellte. Die fraktalen Stile unterschieden sich in der Kombination von Dur- und Mollklängen, Tempi und Tonhöhen. Tabelle 1 verleiht einen Überblick über die allgemeinen Eigenschaften der 4 tonalen Fraktalstile. Innerhalb jedes Stils konnten der Akustiker und der Träger außerdem Lautstärke, Tonhöhe und Tempo der Klänge justieren, um diese so gut wie möglich den Wünschen des Trägers anzupassen (siehe Tabelle 1).

Im Zuge der Erstanpassung wurde nur das Hauptprogramm (nur Verstärkung, keine Fraktalklänge oder Rauschen) aktiviert. Nach mindestens einer Woche mit dem Hörsystem kamen die Probanden zu einem weiteren Termin, um die zusätzlichen Hörprogramme (3 Fraktalklänge oder Rauschen) hinzuzufügen. Mit angeschlossenen Hörsystemen hörten die Probanden die Fraktalstile in der Standardeinstellung und bewerteten die entspannenden Eigenschaften der einzelnen Signale. Für die Reihenfolge der gehörten Klänge wurde Gegenbalanzierung angewendet. Tempo und Tonhöhe des Stils, der die beste Bewertung erhielt, wurden dann weiter justiert, um die Melodie noch entspannender zu machen. Daraufhin bewerteten die Probanden das

ZEN-STIL	STANDARDTONHÖHE				TONALITÄT		DYNAMIKBEREICH		STANDARDTEMPO		
	Niedrig	Eher niedrig	Eher hoch	Hoch & hallig	Dur	Moll	Beschränkt	Breit	Langsam	Mittel	Schnell
aqua	■				■		■		■		
coral			■			■		■	■		
lavender			■		■			■			■
green				■	■		■			■	

Tabelle 1: Akustische Eigenschaften der 4 bei mind440 verfügbaren Fraktal-/Zen-Stile.

justierte Fraktalprogramm erneut und beurteilten den Tinnitusstörfaktor, während sie unter Laborbedingungen unterschiedliche Stimuli hörten. Für jedes Hörprogramm wurde die Verstärkung oder die Lautstärke der Fraktalklänge und/oder des Rauschens so eingestellt, dass die Klänge für den Probanden leise aber hörbar waren und in keinem Fall das mühelose Hören oder das Sprachverstehen behinderten.

ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammengefasst, welche die Studie in Bezug auf Entspannung, Vorlieben bei den Fraktaleigenschaften, den Tinnitusstörfaktor und die Beeinträchtigung durch und die Reaktion auf den Tinnitus hervorgebracht hat.

Bewertung des Entspannungseffekts:

Nach der Präsentation der Fraktalklänge bewerteten die Probanden deren Entspannungseffekt auf einer Skala von 1 bis 5, wobei 1 für *sehr entspannend* und 5 für *sehr anstrengend* steht. Abbildung 1 stellt die Ergebnisse dar. Der Stil lavender wurde als recht neutral, die anderen 3 Fraktalstile als *eher entspannend* bewertet. Lavender wurde dabei als bedeutend weniger entspannend empfunden als die anderen 3 Stile ($p < 0,05$), welche ihrerseits einen Entspannungseffekt deutlich über dem Neutralpunkt aufwiesen ($p < 0,05$). Zum Vergleich wurde eine kleine Gruppe von Probanden ohne Tinnitus (N=6) um ihre Beurteilung des Entspannungseffekts der Fraktalmelodien gebeten. Diese Probanden fanden in gleicher Weise die Stile green (N=4) und aqua (N=2) am entspannendsten. Zwischen den beiden Gruppen (mit/ohne Tinnitus) gab es keinen Unterschied hinsichtlich der Vorlieben der verschiedenen Fraktalklänge ($p > 0,05$).

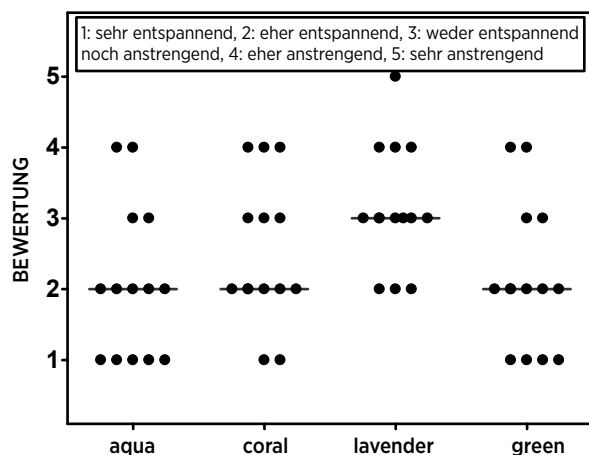


Abb. 1: Bewertungen des Entspannungseffekts der 4 Standard-Fraktalstile. Je niedriger die Zahl, desto entspannender wirkte die Fraktalmelodie auf den Probanden. Die horizontalen Striche zeigen die durchschnittliche Bewertung an.

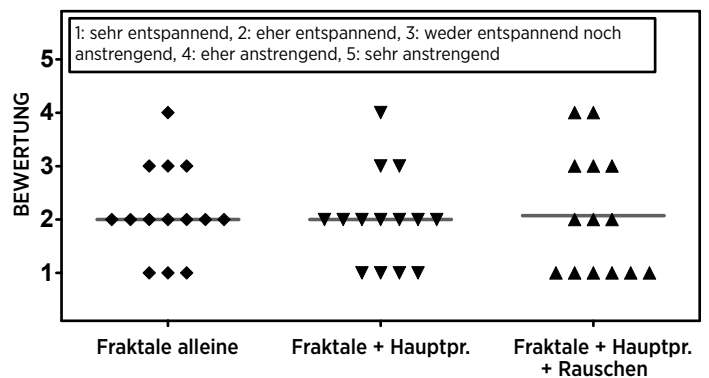


Abb. 2: Bewertung des Entspannungseffekts dreier Kombinationsmöglichkeiten nach der Anpassung an die persönlichen Präferenzen. Je niedriger die Zahl, desto entspannender wirkte die Fraktalmelodie auf den Probanden. Die horizontalen Striche zeigen die durchschnittliche Bewertung an.

Abbildung 2 zeigt die Bewertung des Entspannungseffekts für das Zen-Programm alleine im Vergleich zu den Kombinationen Hauptprogramm + Zen und Hauptprogramm + Zen + Rauschen nach Anpassung des Fraktalprogramms an die persönlichen Präferenzen. Zwischen den 3 Kombinationsmöglichkeiten gab es keine bedeutenden Unterschiede. Alle 3 Hörprogrammkombinationen wurden jedoch deutlich über dem Neutralpunkt bewertet.

Skala des Tinnitusstörfaktors

Die Probanden sollten auf einer Tinnitusstörfaktor-Skala (0 = geringster Störfaktor, 6 = höchster Störfaktor) eintragen, wie hoch der Störfaktor ihres Tinnitus in Verbindung mit 7 akustischen Szenarien (die 4 Fraktalmelodien, nur Rauschen, nur Verstärkung des Hauptprogramms und ganz ohne Hörsystem) angesiedelt ist. Der „Störfaktor“ wurde zu diesem Zweck folgendermaßen definiert: „Ausmaß jeglicher negativer emotionaler Reaktionen wie Angst, Missstimmung, Frust, Ärger oder Gereiztheit“. Diese Bewertungen wurden während kurzer Hörproben mit den verschiedenen Einstellungen im Labor vorgenommen und spiegeln nicht die 6 Monate Tragezeit wider.

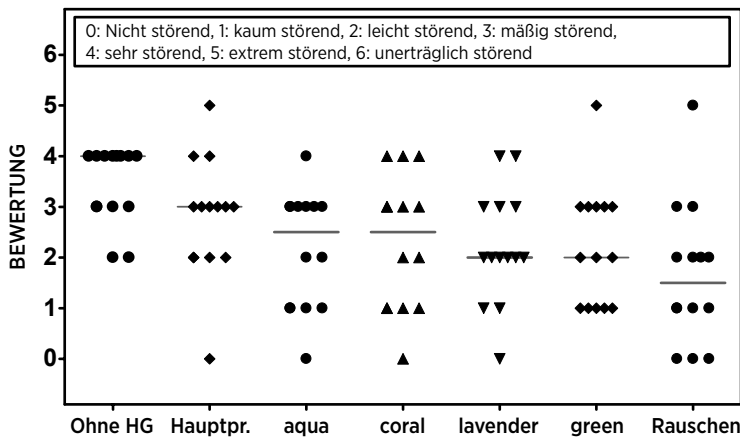


Abb. 3: Skala des Tinnitusstörfaktors, bewertet während der ersten Hörprobe im Labor. Der höchste Störfaktor ist oben in der Skala angesiedelt, der niedrigste unten. Die horizontalen Striche zeigen die durchschnittliche Bewertung an.

Abbildung 3 reflektiert die unterschiedlichen Bewertungen der 7 akustischen Szenarien (ohne Hörgerät, Hauptprogramm, aqua, coral, lavender, green und nur Rauschen). Die Option ganz ohne Hörsystem wird mit dem höchsten durchschnittlichen Tinnitusstörfaktor bewertet, während der Störfaktor mit dem Rauschen alleine durchschnittlich am niedrigsten bewertet wird. Die Störfaktorbewertungen bei den 4 Fraktalmelodien gleichen sich größtenteils. Der Störfaktor war ohne Hörsystem bedeutend höher als mit den 4 Fraktalprogrammen oder dem Rauschen alleine ($p < 0,05$), unterschied sich aber nicht signifikant von dem unter dem Hauptprogramm vorherrschenden Störfaktor ($p > 0,05$). Beim Vergleich zwischen dem Rauschen alleine und den Fraktalprogrammen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ($p > 0,05$). Für die Bewertung des Störfaktors unter den einzelnen akustischen Optionen war es nicht von Bedeutung, ob der Proband vorher schon Erfahrung mit Hörgeräten hatte ($p > 0,05$).

Obwohl unter den 4 Fraktaloptionen keine signifikanten Unterschiede beim Störfaktor verzeichnet wurden, zeigten die Probanden eine Vorliebe für bestimmte Einstellungen. Genauer gesagt bevorzugten 7 der 14 Probanden den Stil green, 5 den Stil aqua, und die Stile lavender und coral wurden von je einem Probanden bevorzugt.

Skala des Tinnitusstörfaktors bei selbst angepassten (bevorzugten) Einstellungen

Sowohl für die Labor- als auch für die Feldstudie wurden die Probanden gebeten, ein bevorzugtes Fraktalprogramm auszuwählen und für dessen Tempo und Tonhöhe Feineinstellungen vorzunehmen. Im Durchschnitt neigten die Probanden dazu, das Tempo und in geringerem Ausmaß auch die Tonhöhe der Standardeinstellung ihres bevorzugten Programms nach unten zu justieren. Die Verlangsamung des Tempos entspricht der Literatur, die angibt, dass langsamere Rhythmen entspannender wirken als schnelle. Die Wahl der Ton-

höhe wurde augenscheinlich von persönlichen Vorlieben und in manchen Fällen von der audiometrischen Konfiguration bestimmt und weist eine bimodale Verteilung auf.

Die Daten für die Fragebogen Tinnitus Handicap Inventory und Tinnitus Reaction Questionnaire wurden bei 4 Terminen (Eingangstermin, nach einem Monat, 3 Monaten und 6 Monaten) aufgenommen. Abbildung 4 zeigt die fortlaufende Verbesserung der THI- und TRQ-Werte im Laufe der Zeit. Der durchschnittliche THI-Wert sank (verbesserte sich) deutlich von 58,7 auf 42,0 nach 6 Monaten. Der durchschnittliche TRQ-Wert sank (verbesserte sich) ebenfalls deutlich von 52,6 auf 40,9 nach 6 Monaten.

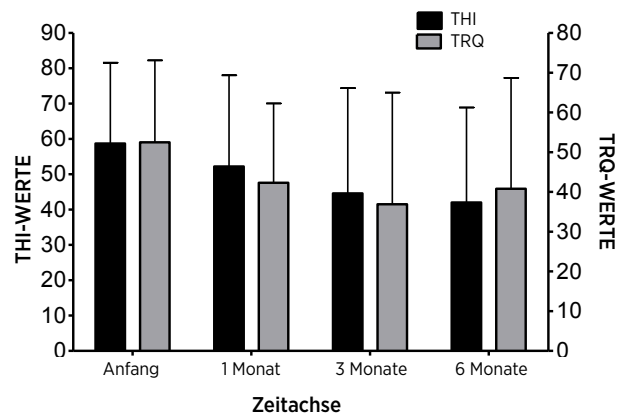


Abb. 4: Durchschnittliche THI- und TRQ-Werte als Funktion über die Termine. Die schwarzen Balken stehen für den THI, die grauen für den TRQ.

Allerdings konnten nicht bei jedem einzelnen Probanden signifikante Verbesserungen festgestellt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Reaktionen auf die verschiedenen Ansätze der Tinnitusbehandlung haben wir die individuellen Reaktionen weiter geprüft. Sie werden im Streudiagramm in Abbildung 5 dargestellt. Jedes Quadrat repräsentiert die Entwicklung eines der

Probanden. Die gefüllten Quadrate geben THI-Werte, die leeren Quadrate TRQ-Werte an. Alle Quadrate unter der gestrichelten Linie stellen eine Verbesserung im Laufe der Zeit dar. Wenn ein Unterschied von 20 Punkten als klinisch signifikant gilt, haben 6 von 14 Probanden im Laufe der Studie eine klinisch signifikante Verbesserung der THI-Werte erreicht. Wenn für den TRQ ein Kriterium von 40 % gilt, haben 7 Probanden bei irgendeinem der Termine während der Studie signifikante Verbesserungen gezeigt.

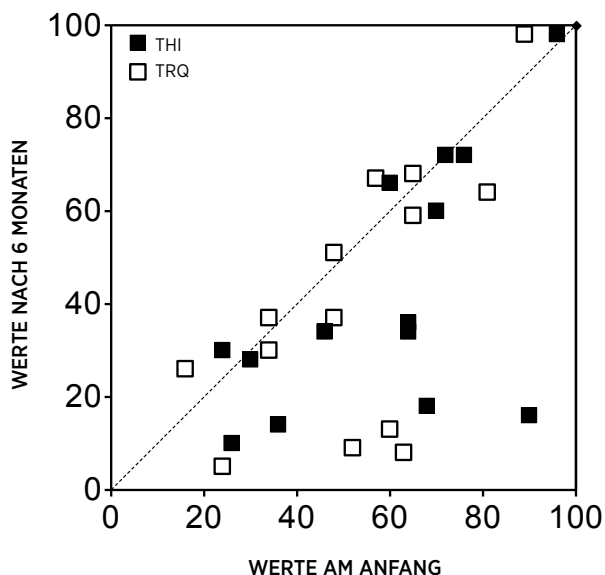


Abb. 5: Individuelle THI- und TRQ-Werte vom Beginn und vom Ende des Experiments. Jedes Quadrat repräsentiert die Entwicklung eines der Probanden. Die gefüllten Quadrate geben THI-Werte, die leeren Quadrate TRQ-Werte an.

DISKUSSION:

Zahlreiche Studien haben bereits den positiven Effekt bestätigt, den Hörgeräte auf die Wahrnehmung von Tinnitus haben²⁰⁻²². Das Hauptziel der hier besprochenen Untersuchung war herauszufinden, ob Tinnitusbetroffene von Fraktalklängen, die über ein tragbares Hörsystem zum Einsatz kommen, profitieren können. Die Daten aus der Laborstudie deuten auf eine Reihe von Vorlieben in Bezug auf die Einstellungen der Fraktalklänge hin. Die beliebtesten Fraktalprogramme waren die mit langsamem oder mittlerem Tempo und eingeschränktem Dynamikbereich. Diese Tatsache wurde auch bei einer kleinen Gruppe von schwerhörigen Patienten ohne Tinnitus beobachtet, die ebenso wie die Tinnitusgruppe die entspannende Wirkung der Fraktalklänge bewerten sollte. Die Bevorzugungsmuster bei den Fraktaleinstellungen scheinen also nicht für die Tinnituspatienten spezifisch zu sein. Unabhängig von den Klangeigenschaften und Einstellungen der bevorzugten Melodie empfanden die meisten Probanden die Fraktalklänge als entspannend.

Dabei war es offensichtlich, dass die Möglichkeit, unter verschiedenen akustischen Signalen zu wählen, eine große Rolle spielte. Zwar zeigten die Probanden im Ganzen gesehen die zu erwartenden Präferenzen (die meisten wählten nämlich die Fraktale mit langsamen Tempi), jedoch gab es unter ihnen keine eindeutige Bevorzugung eines einzelnen Stiles. Diese Feststellung unterstreicht die Tatsache, dass es für den Einzelnen von Vorteil ist, unter verschiedenen Stilen wählen zu können. Obwohl 7 Teilnehmer dieser Studie die Option mit ausschließlichem Rauschen im Labor mit dem niedrigsten Tinnitusstörfaktor bewerteten und diese Option auch durchschnittlich den niedrigsten Störfaktor bewirkte, wählten nur 2 der Teilnehmer diese Option für den 6-monatigen Versuch mit den Hörsystemen. Keiner der Teilnehmer wählte dabei das alleinige Rauschen als bevorzugte Einstellung. Weiterhin sprachen zwar alle 4 erfahrenen Hörsystem-Träger dem Breitbandrauschen den geringsten Tinnitusstörfaktor zu, aber nur einer wählte es auch für die Feldstudie. Folglich ist es möglich, dass das Rauschen in der zeitlich begrenzten Laborstudie aufgrund des Maskierungseffekts mit dem niedrigsten Tinnitusstörfaktor in Verbindung gebracht wurde, es jedoch für die reale Situation außerhalb des Labors nicht als vorteilhaft und praktikabel angesehen wird. Eine interessante Beobachtung war, dass die Teilnehmer der Studie die Option mit dem Rauschen am ehesten dann wählten, wenn sie in eine Kombination von Fraktalklängen und Hauptprogramm eingebettet war.

In ähnlicher Weise bewirkte der Stil lavender, obwohl er als am wenigsten entspannend bewertet wurde, neben dem Stil green und dem Rauschen alleine den niedrigsten Tinnitusstörfaktor. Auch hier kann dies damit zusammenhängen, dass diese Stile möglicherweise die beste Maskierung bieten, was aufgrund des schnellen Tempos und der kurzen Abstände zwischen den Tönen wahrscheinlich ist. Trotzdem fanden die Probanden das Signal mit dem schnellen Tempo weder für den kurzfristigen noch für den langfristigen Versuch entspannend genug, um die betreffenden Stile für die 6-monatige Feldstudie auszuwählen.

Nur 3 der Probanden (15 %) bevorzugten das schnellste Tempo, während 11 Probanden (60 %) das langsamste Tempo favorisierten. Diese Feststellung deckt sich mit der Literatur über allgemeine Musikvorlieben, laut der langsamere Tempi besonders entspannend sind und bevorzugt werden. Offensichtlich gelten also für die Fraktalmusik, trotzdem sie sich von konventioneller Musik bezüglich ihres Wiedererkennungswerts unterscheidet, ähnliche Präferenzen. Die Tonhöhe scheint weniger relevant zu sein bzw. mehr den persönlichen Vorlieben zu unterliegen, da der beliebteste Stil green eine hohe

Tonhöhe mit Nachhall aufwies, während der zweitbeliebteste Stil aqua die niedrigste Standardtonhöhe besaß. Ein anderes Merkmal, das die beiden beliebtesten Stile gemeinsam hatten, war die Tonalität. Sowohl green als auch aqua stehen in Dur. Der am seltensten bevorzugte Stil lavender steht auch in Dur, jedoch war in diesem Falle das schnelle Tempo wohl der maßgebliche Faktor für die mangelnde Bevorzugung dieses Stils.

Der Versuch mit den Hörsystemen mit Fraktalklängen und Rauschen als Programmoptionen erstreckte sich über 6 Monate und die Probanden wurden vor, während und nach diesem Zeitraum befragt. Seit dem Ende der Versuchsperiode sind die Hörsysteme mit den genannten Programmoptionen auf dem Markt. 13 von 14 Probanden berichteten über eine Linderung des Tinnitusstörfaktors durch mindestens eine der Verstärkungsoptionen (mit Fraktalklängen/Rauschen oder ohne) im Vergleich zum Tinnitusstörfaktor ganz ohne Hörgerät. Darüber hinaus konstatierten 9 der Probanden einen geringeren Störfaktor bei der Anwendung der Fraktalklänge alleine als mit Verstärkung alleine. Die THI- und TRQ-Werte, die während des Versuchs und danach aufgenommen wurden, sanken bei ca. der Hälfte der Teilnehmer mit Tinnitus bedeutend. Zum Großteil bewirkte die Verstärkung alleine schon eine Reduzierung des Tinnitusstörfaktors. Auf die beim Abschlusstermin gestellte Frage, ob zusätzliche Klänge die Gesamtzufriedenheit mit der Verstärkung erhöht haben, antworteten 11 von 14 Teilnehmern (78 %) positiv. Dennoch wählten die Probanden, wie es das Datenprotokoll über die 6-monatige Versuchsperiode nachweist, für den langfristigen Gebrauch während 60 % der Zeit die Verstärkung alleine (Hauptprogramm), während sie die Verstärkung in Kombination mit Fraktalklängen und/oder Rauschen während 30 % der Zeit nutzten. Die Fraktalklänge alleine wurden während 10 % der Zeit angewendet. Daraus wird die Schlussfolgerung gezogen, dass die Minimierung des Tinnitusstörfaktors zwar als wichtig, aber die Fähigkeit, besser zu hören, als mindestens genauso wichtig angesehen wird. Dieses Ergebnis ist insofern interessant, als vor der Studie nur 4 der 14 Probanden mit Tinnitus schon Hörgeräte-Träger waren.

Bei der Befragung bezüglich des Effekts der einzelnen Programme mit Fraktalklängen wurden diese Programme von 70 % der Teilnehmer als entspannend oder leicht entspannend, von 20 % als neutral und von 10 % als leicht anstrengend bewertet. Die Verteilung zwischen den Fraktalklängen alleine, den Fraktalklängen + Hauptprogramm und den Fraktalklängen + Hauptprogramm + Rauschen war annähernd gleich-

mäßig. Dennoch herrschten unter den Probanden auch hier deutliche Präferenzen für bestimmte Programme und Eigenschaften der Fraktalklänge. Die überwiegende Mehrheit der Teilnehmer (86 %) gab an, dass ihnen die Entspannung mit der Fraktalmusik leichter fiel als ohne.

FAZIT

Die Ergebnisse stehen im Einklang mit einer kürzlich erfolgten Publikation²³ und weisen darauf hin, dass Qualitäts-Hörsysteme mit Fraktalklängen neben der Verstärkung auch Linderung für das Tinnitusleiden vieler Betroffenen liefern können. Darüber sollte man jedoch nicht vergessen, dass jegliche Tinnitus-Behandlungsmethoden durch adäquate Beratungsangebote komplementiert werden müssen.

LITERATURHINWEISE

1. Ratnayake, S. A., Jayarajan, V., Bartlett, J. (2009): Could an underlying hearing loss be a significant factor in the handicap caused by tinnitus? *Noise Health*. 11:156-60.
2. Kaltenbach, J. A., Zhang, J., Finlayson, P. (2005): Tinnitus as a plastic phenomenon and its possible neural underpinnings in the dorsal cochlear nucleus. *Hear Res*. 206:200-226
3. Hébert, S., Lupien, S. J. (2006): The sound of stress: Blunted cortisol reactivity to psychosocial stress in tinnitus sufferers, *Neurosci. Lett.* (2006), doi:10.1016/j.neulet.2006.10.028
4. Cheung, S. W., Larson, P. S. (2010): Tinnitus modulation by deep brain stimulation in locus of caudate neurons (Area Lc). *Neuroscience* 169; 1768-1778
5. Rauschecker, J. P., Leaver, A. M., Mühlau, M. (2010): Tuning out the noise: limbic-auditory interactions in tinnitus. *Neuron*, 66, 6, 819-826, 24
6. Eggermont, J. J., Roberts, L. E. (2004): The neuroscience of tinnitus. *Trends in Neurosci* 27:676-682.
7. Jastreboff, P.J., Hazell, J. W. P. (1993): A neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications. *Br J Aud.* 27:7-17.
8. Jastreboff, P. (1996): Clinical Implications of the neurophysiological model of tinnitus. In: Reich, G. E., Vernon, J. A., eds. *Proceedings of the Fifth International Tinnitus Seminar*. Portland, USA: American Tinnitus Association, 500-507.
9. Davis, P. B., Wilde, R. A., Steed, L. G., Hanley, P. J. (2008): Treatment of tinnitus with a customized acoustic neural stimulus: a controlled clinical study *Ear Nose Throat J*. 86:330-9.
10. Koelsch, S. (2009): A neuroscientific perspective on music therapy. *Ann N Y Acad Sci* 1169:374-84.
11. Bella, S. D., Peretz, J., Rousseau, L., Gosselin, N. (2001): A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition* 80:B1-B10.
12. Hevner, K. (1936): Experimental studies of the elements of expression in music. *Am J Psychol* 48:246-248.
13. Hann, D., Searchfield, G., Sanders, M., Wise, K. (2008): Strategies for the selection of music in the short-term management of mild tinnitus. *Australian New Zealand J Aud* 30:129-140.
14. Beauvieux, M. W. (2007): Quantifying aesthetic preference and perceived complexity for fractal melodies. *Mus Percep* 24:247-264.
15. Hsu, K., Hsu, A. (1990): Fractal geometry of music. *Proc Natl Acad Sci USA* 87:938-941.
16. Kuk, F., Peeters, H. (2008): Hearing aids as a music synthesizer. *Hearing Review*. 2008;15(10):28-38.
17. Sweetow, R., Sabes, J. (2010): Effects of acoustical stimuli delivered through hearing aids on tinnitus. *JAAA*, 21,7,461-473.
18. Newman, C. W., Jacobson, G. P., Spitzer, J. B. (1996). Development of the Tinnitus Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 122:143-148.
19. Wilson, P. H., Henry, J., Bowen, M., Haralambous, G. (1991): Tinnitus reaction questionnaire: Psychometric properties of a measure of distress associated with tinnitus. *J Speech Hear Res* 34:197-201.
20. Saltzman, M., Ersner, M. S. (1947): A hearing aid for the relief of tinnitus aurium. *Laryngoscope*, 57:358-366.
21. Surr, R. K., Montgomery, A. A., Mueller, H. G. (1985): Effect of amplification on tinnitus among new hearing aid users. *Ear and Hearing* 6:71-75.
22. Trotter, M. I., Donaldson, I. (2008): Hearing aids and tinnitus therapy: a 25-year experience. *J Laryngol Otol* 122:1052-6.
23. Kuk, F., Peeters, H., Lau, C. L. (2010): The efficacy of fractal music employed in hearing aids for tinnitus management. *Hearing Review*. 17(10):32-42.

WWW.WIDEX.COM