

# Objektive Maße zur Bestimmung der audiologischen Unbehaglichkeitsschwelle

Die Unbehaglichkeitsschwelle, engl. *uncomfortable level* (UCL), ist jene Pegelstärke, ab der ein Ton oder Geräusch als *unangenehm laut* empfunden wird.

Die UCL spielt im Rahmen von Hörstörungen eine wichtige Rolle. So kann das diagnostische Konzept der *Hyperakusis* (Geräuschüberempfindlichkeit) definiert werden als „erniedrigte UCL“. Eine erniedrigte UCL findet sich häufig bei Innenohrstörungen im Gefolge akustischer Traumata und auch Tinnitus ist sehr häufig mit erniedrigter UCL kombiniert. Weiters ist die UCL ein wichtiger Parameter bei der technischen Anpassung von Hörgeräten und Hörimplantaten.

Die UCL spiegelt das *subjektive* Empfinden der Lautstärke wider. Dieses variiert erheblich je nach Kontext, emotionalem Zustand und Art des Reizes. Zum Beispiel kann der Schrei eines Kleinkinds als unangenehm laut empfunden werden, während die gleiche Lautstärke bei der Lieblingsmusik als angenehm empfunden wird.

Die subjektive Natur der UCL stellt eine große Herausforderung für ihre diagnostische Bestimmung dar. Derzeit wird die UCL durch Rückmeldung der Patienten über ihr Empfinden der Lautheit von Tönen bzw. Geräuschen ermittelt. Dazu ist vorausgesetzt, dass der Patient kooperationsfähig und -willig ist, was z.B. bei Kleinkindern oder dementen Personen nicht oder nur eingeschränkt der Fall ist.

Meine Studie untersuchte, ob die UCL objektiv durch Elektroenzephalographie (EEG) abgeschätzt werden kann. Dazu wurden spezifische ereignisbezogene Gehirnpotentiale (sog. event-related potentials, ERPs) wie N100, P200 und P300 als potentielle Indikatoren für die UCL per EEG gemessen.

Die Untersuchung erfolgte an 27 normalhörenden Testpersonen (13 M, 14 W) im Alter von 18 bis 30 Jahren. Den Probanden wurden als Stimuli spezielle Geräusche mit einer Dauer von 500 ms bei Schalldruckpegeln zwischen 55 und 95 dB SPL präsentiert. Nach der Präsentation des Geräuschs gaben sie ihre subjektive Lautstärkebewertung auf einer Skala auf einem Touchscreen ab. Zugleich mit der Geräuschpräsentation wurden die ERPs der Probanden aufgezeichnet.

Die Auswertung der Daten ergab, dass besonders die P300-Welle (ein ERP, das etwa 300 ms nach dem Stimulus-onset auftritt) nur dann nachweisbar war, wenn ein Stimulus als zu laut bewertet wurde. Das ist ein Hinweis, dass die P300-Welle als Indikator der audiologischen Unbehaglichkeitsschwelle dienen könnte.

In einer weiterführenden Studie konnte gezeigt werden, dass ein deep-learning Ansatz geeignet ist, anhand der Daten eine Klassifizierung der EEG-Signale durchzuführen: in solche, deren Stimuli als *zu laut* und in solche, deren Stimuli als *nicht zu laut* empfunden wurden (Manuskript under review).

Diese Studie macht sich damit Methoden aus der Audiologie, den Neurowissenschaften und dem Machine Learning zunutze, um durch Kombination von Einzelergebnissen größtmöglichen Erkenntnisgewinn zu erzielen. Die klinischen Implikationen dieser Ergebnisse sind erheblich. Sie liegen vor allem darin, dass auf der Basis von EEG-Antworten die audiologische Unbehaglichkeitsschwelle von Patienten – ganz ohne deren subjektive Rückmeldung – bestimmt werden kann. Weiters kann damit ein tieferes Verständnis der neuronalen Korrelate der Lautstärkewahrnehmung und -beurteilung gewonnen werden.

Abschließend sei festgestellt, dass die hier präsentierte Arbeit erst ein erster Schritt ist, um das subjektive Lautstärkeempfinden durch die Messung neurophysiologischer Parameter zu objektivieren. Für die Etablierung eines solchen Verfahrens in Forschung und Klinik sind weitere Studien erforderlich, ebenso die Erhebung ausreichender Datenmengen, die die Klassifizierung der EEG-Signale auf eine profunde Basis zu stellen erlauben. Schon jetzt lässt sich sagen, dass durch diese Studie das EEG als potentiell Werkzeug für die Diagnostik von Hyperakusis und Tinnitus ausgewiesen wird.