

David Lukas Carl

Dr. med.

Der Einfluss von Tonmustern auf das Streamingphänomen:

Eine psychoakustische und magnetenzephalographische Untersuchung

Fach/Einrichtung: Neurologie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Alexander Gutschalk

Das Gehör hat die Fähigkeit, aus einer komplexen akustischen Umgebung einzelne auditorische Objekte zu konstruieren. Als Teil der auditorischen Objektgruppierung bezeichnet Streaming dabei das Phänomen, dass sich bei alternierenden Stimuli mit hinreichender Stimulusdifferenz zwei oder mehrere psychoakustische Ströme herausbilden, wie beispielsweise beim Aufbrechen eines musikalischen Trillers.

In der vorliegenden Dissertation wurden verschiedene Musteranordnungen psychoakustisch und magnetenzephalographisch in Bezug auf das Streamingphänomen untersucht. Damit sollten Erkenntnisse über den komplexen Zusammenhang von aufwärts gerichteten (Bottom-Up) und vom Kortex absteigenden (Top-Down) neuronalen Prozessen gewonnen werden. Es wurde schwerpunktmäßig der Einfluss einer eingefügten Pause gegenüber dem Einfluss komplexerer zeitlicher Analysen in Form von Anordnung oder Regelmäßigkeit untersucht. Der Einfluss der Pause könnte dabei über eine Verminderung selektiver Adaptationsprozesse erklärt werden, der Einfluss komplexerer zeitliche Analysen über Top-Down-Prozesse.

In einem ersten Experiment wurden zwei Muster, einmal ein pausenloses Quadruplett- („BABB“-) und einmal ein Triplettmuster („BABp“-) mit Pause („p“), daraufhin untersucht, wie sich die beiden Muster psychoakustisch unterscheiden und ob dies mit einer magnetenzephalographisch erfassbaren, unterschiedlichen Aktivierung im Hörkortex einhergeht. Es wurden Tonkomplexe mit verschiedenen interauralen Zeitdifferenzen (ITD) verwendet. Während der A-Ton konstant nach links lateralisiert war, wurden für die B-Töne verschiedene Δ ITD-Bedingungen gewählt. Die Muster wurden in repetitiv angeordneten Sequenzen präsentiert. Der Versuch wurde mit 20 Probanden durchgeführt.

Psychoakustisch rief das pausenlose „BABB“-Muster signifikant häufiger und stabiler das Streamingperzept hervor. Die MEG-Daten wurden mittels räumlich-zeitlicher Quellenanalyse im Hörkortex analysiert und die akustisch evozierten Felder (AEF) des A-Tons untersucht. Das Quadruplettmuster zeigte generell ein höheres Adaptationsniveau als das Triplettmuster. Der P1m-Peak und P2m-Peak zeigten einen „Release“ aus der ITD-spezifischen Adaptation,

der qualitativ mit den psychoakustischen Daten kovarierte. Dieses Verhalten konnte für die N1m nicht beobachtet werden. Der N1m-Peak zeigte jedoch im Gegensatz zu dem P1m-Peak und dem P2m-Peak eine langsame Adaptation im Sequenzverlauf, dies besonders in den Streaming erzeugenden Bedingungen des Quadruplett-musters. Diese Beobachtung könnte potentiell einen mit dem psychoakustischen Build-Up-Effekt korrelierenden langsamen Adaptationsprozess darstellen.

Die qualitative Kovarianz der P1m mit den psychoakustischen Daten ließ sich gut über ein unterschiedliches Level an Vorwärtsadaptation erklären. Generell wurde die Vorwärtsadaptation und damit die Wahrscheinlichkeit von Streaming durch kontinuierliche Präsentation der gewählten Stimuli verstärkt und durch Unterbrechung in Form einer Pause vermindert.

Der Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Musteranordnungen und der Pause wurde in weiteren psychoakustischen Experimenten untersucht. Dabei wurde der Faktor Pause, deren Einfluss gut durch Adaptationsvorgänge erklärbar ist, gegenüber den Faktoren Anordnungsform oder Regelmäßigkeit getestet, die durch komplexere zeitliche Analysen Streaming begünstigen könnten. Dazu wurden in drei psychoakustischen Versuchen pausenlose Muster und Muster mit Pause untersucht. Die Pause wurde dabei unter anderem auf die Einzeltöne verteilt, die Pause durch das Verlängern des vorhergehenden Tons ausgefüllt oder die Stellung der Pause innerhalb des Triplett-musters variiert. Ein vierter Versuch testete die klassischen Quadruplett- und Triplett-muster gegen ihre randomisierten Varianten, bei denen keine rhythmische Vorhersehbarkeit gegeben war. Die Versuche wurden mit je 8 Probanden durchgeführt. Es wurden ITD-Tonkomplexe verwendet. Der erste Psychoakustikversuch wurde zusätzlich auch mit Sinustonstimuli durchgeführt, um aufzuzeigen, dass die Ergebnisse nicht exklusiv für ITD-Stimuli sind.

Die pausenlosen Muster erzeugten generell einen stärkeren Streamingeindruck. Dabei hatte die Stellung der Pause innerhalb eines Triplett-musters keinen signifikanten Einfluss auf die Streamingwahrscheinlichkeit. Auch die Randomisierung der Muster zeigte keinen signifikanten Unterschied.

Bei den untersuchten Stimuli zeigte die Pause also den entscheidenden Einfluss auf die Streamingwahrscheinlichkeiten der Muster. Anordnungsform, Verteilung der Pause oder Regelmäßigkeit der Präsentation hatten keinen bedeutenden Einfluss. Dies ist ein starkes Argument für einen primitiv getriebenen neuronalen Streamingmechanismus, der durch kontinuierliche Präsentation der Stimuli begünstigt wird. Dieser funktioniert hier unabhängig von komplexeren zeitlichen Analysen und Top-Down-Mechanismen, wie sie beispielsweise das „Predictive Coding“ Modell postuliert. Wie in dem MEG-Experiment konnten auch die psychoakustischen Ergebnisse gut über Vorwärtsadaptation erklärt werden.

In Zusammenschau der hier gewonnenen psychoakustischen und magnetenzephalographischen Erkenntnisse unterstützt diese Arbeit die Assoziation des Streamingphänomens mit Bottom-Up-Adaptationsprozessen, wie sie das „Population-Separation“ Modell postuliert.