Auditive Wahrnehmung und die subjektive Repräsentation der Zeit

Michael Haverkamp

Köln, E-Mail: michael.haverkamp@netcologne.de

Einleitung

Bei der Beurteilung der psychischen Wirkung von Geräuschen und Musik spielt die subjektive Empfindung der Zeit eine wesentliche Rolle. Die bewusste Empfindung eines störenden Geräusches über einen längeren Zeitraum entfaltet eine stärker negative Wirkung als eine nur beiläufige, durch ablenkende Tätigkeiten unterbrochene Wahrnehmung. Dies ist am Beispiel des im Wartezimmer des Zahnarztes hörbaren Bohrergeräusches unmittelbar nachvollziehbar, dessen Störwirkung sich durch Lesen in einer Zeitschrift verringern lässt.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, in welchem Maße die Erwartung dynamischer Änderungen des Schalls die momentane Wirkung bestimmt. Dies gilt z.B. für plötzlich einsetzendes Reifenquietschen, dass mit Bezug zur Wahrnehmungserfahrung die Vorahnung des Knalls eines Auffahrunfalls impliziert. In welchem Maße bestimmen also die gegenwärtige und die vergangene Wahrnehmung eines Schallvorgangs die Schätzung seiner zukünftigen Veränderung, und so wiederum dessen gegenwärtige Wirkung?

Das Themenfeld subjektiver Zeitvorstellungen ist Teil der Qualia-Diskussion, über die im Jahr 2019 bereits einleitend berichtet wurde [1, 2]. Aufgrund der Komplexität des Themengebiets kann hier nur eine erste Annäherung an die Phänomenologie der Zeitwahrnehmung geleistet werden, soweit sie für die auditive Wahrnehmung bedeutsam erscheint.

Eine Frage betrifft die Existenz einer subjektiven Raumzeit als Wahrnehmungsphänomen der auditiven Signalverarbeitung. Die Etablierung der subjektiven Raumzeit hat weitreichende Folgen für die Interpretation akustischer Signale (e.g. funktionales Feedback), für das Verständnis musikalischer Prozesse sowie für die Detektion des Bewegungsgehaltes von Geräuschen und Musik. Für die Beurteilung von Geräuschen stehen zwei Anwendungen im Vordergrund:

1. Die subjektive Dosis als Beurteilungsgröße der psychischen Beanspruchung durch Schalls, z.B. der Annoyance, aber auch der positiven Wirkung von Geräuschen und Musik.
2. Die Schätzung der subjektiven Wirkung des zu erwartenden Geräusche (aufgrund des aktuell Gehörten) und der damit zu erwartenden Prozesse.

Thesen zur objektiven Zeit

In Wissenschaft und Alltag wird die Existenz einer objektiven, kontinuierlich durchlaufenden Zeit in der Regel vorausgesetzt. Die Annahme einer solchen, unbegrenzten Zeitachse ermöglicht es, uns einen Zeit*punkt* oder eine Zeitspanne darauf im jeweils benötigten Maßstab vorzustellen. Die Zeitskala kann dabei je nach Art der betrachteten Phänomene zum Beispiel wenige Nanosekunden, einige Stunden oder viele Lichtjahre umfassen. Auch das Raum-Zeit-Kontinuum des Universums, dass unser Lebensumfeld quantitativ extrem weit überragt, lässt sich so denken, indem verschiedene Orte als auf unterschiedliche Abschnitte der Zeitachse projiziert gedacht werden. Es ist jedoch fraglich, ob diese *eine* Zeitachse, die *alle* Zeitphänomene umfasst, tatsächlich in dem Sinne existiert, in dem von der Existenz objektiv gegebener Dinge und Wesen ausgegangen werden kann, die durch physikalische, chemische bzw. biologische Eigenschaften charakterisiert sind. Die Frage nach der grundsätzlichen Existenz der Zeit als einer objektiven Gegebenheit ist jedoch im hier diskutierten Zusammenhang nur von sekundärer Bedeutung. Unbestritten ist, dass Veränderungen und Bewegungen von Objekten existieren. Ebenso kann davon ausgegangen werden, dass Prozesse kausal gerichtet ablaufen. Zur naturwissenschaftlichen Beschreibung dieser Vorgänge ist eine Hilfsgröße notwendig, wie die Variable ‘t‘. Die Quantität dieser Hilfsgröße wird durch Vergleich mit - offensichtlich existierenden - periodischen Prozessen erzeugt, wie etwa mit der standardisierten Zeittaktung von Uhren. Damit lassen sich alle Arten naturgegebener Veränderungen hinreichend beschreiben, unabhängig von der Frage nach der objektiven Existenz einer durchlaufenden und alles bestimmenden Zeit.

Thesen zur subjektiven Zeit

Ganz anders als eine mögliche objektive Zeit verhält sich die subjektive Anschauung von Zeit, auch wenn wir es im Alltag gewohnt sind, unsere Wahrnehmung von Veränderung und Dauer von Prozessen mit der oben genannten, periodischen Referenz abzugleichen. Damit fördern wir den Eindruck, es gäbe eine absolute Zeit, die sowohl die Physik, als auch unsere Wahrnehmung bestimmt. In der subjektiven Welt des individuellen Bewusstseins gilt dies jedoch nicht. Im Rahmen der Erfahrung der durchschnittlichen Alltäglichkeit des Daseins (nach Heideggers Worten [3, S.43]) ist der subjektive Zeitfluss vielmehr ein schwer fassliches, äußerst variables Phänomen. Die Wahrnehmung der erlebten Zeit ist auch deutlich unabhängig davon, was logisch ableitbar ist. Gehen wir von der Wahrnehmung des Moments aus, die unsere derzeitige Position auf einer gedachten Zeitachse als Ausgangspunkt der Betrachtung nimmt, so befinden wir uns in der Gegenwart als einer Schnittstelle zwischen Vergangenheit und Zukunft. Diese Perspektive einer modalzeitlichen Betrachtung wir weiter unten näher beschreiben. Die Frage nach der Existenz von Zeit muss dabei logisch so beantwortet werden, dass es im Moment der Betrachtung weder Vergangenheit noch Zukunft gibt. Mit einem immer detaillierteren Blick auf den Moment der Gegenwart rücken Vergangenheit und Zukunft infinitesimal nah aneinander, sodass auch von einer Existenz der

Gegenwart im Grunde nicht ausgegangen werden kann. Ein logischer Ansatz führt daher nicht zu Ergebnissen, die mit unserer Alltagswahrnehmung übereinstimmen. Diese unterscheidet sich hingegen grundsätzlich von derart theoretischen Befunden der Logik. Es zeigt sich, dass die Gegenwart in unserem Bewusstsein nicht auf einen (quasi mathematischen) Punkt auf einer Zeitachse bezogen ist. Vielmehr nimmt die Alltagsgegenwart in unserem Bewusstsein einen ausgedehnten Bereich ein. Abbildung 1 zeigt als Beispiel die graphische Darstellung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft einer Versuchsperson [4]. Die Vorstellung der Gegenwart umfasst nicht nur den Bruchteil einer Sekunde, sondern je nach Thema der Betrachtung zum Beispiel auch die nächsten Handgriffe, „diesen Vormittag“, „diese Wochen vor dem Urlaub“ oder die Welt im ersten Viertel des 21. Jahrhunderts.

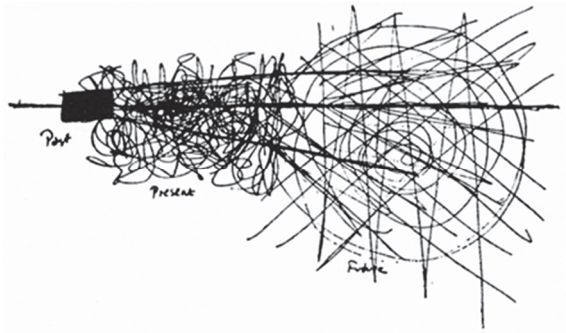
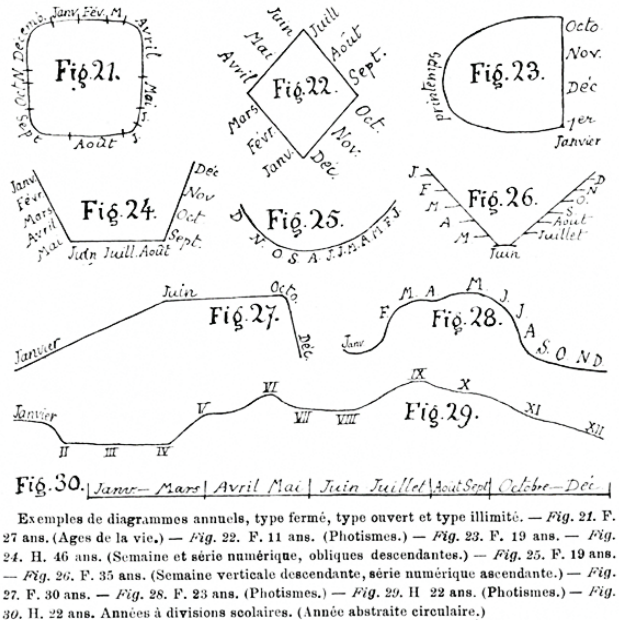


Abbildung 1: Darstellung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft (von links nach rechts) durch eine Versuchsperson. „Die Gegenwart ist … nicht nur das Resultat der Vergangenheit und der Zugang zur Zukunft, … sondern besitzt auch ein ihr eigenes Wesen (…). Die Zukunft ist … von Vergangenheit und Gegenwart beeinflusst.“ [4, Abb. 22]

Das subjektive Erleben von Veränderung unterscheidet sich grundlegend von dem, was wir für die „objektive“ Welt der Physik annehmen können. Während zum Beispiel ein Lebewesen über Modifizierungen hinweg seine Identität bzw. Einheit bewahrt, beruht die Wahrnehmung seiner Veränderung auf dem Verarbeiten und Speichern einer Vielzahl einzelner Bildern. Diese Bilder können sehr unterschiedliche Gestalt annehmen (wenn wir etwa eine Person über ihr gesamtes Leben hin beobachten), und doch gelingt in der Regel die Zuordnung zu einer Person, die zu jedem Zeitpunkt ihrer Existenz genau einmal existiert. Interessant ist, dass die Einheit der Person in unserem Bewusstsein auch dann nicht verletzt wird, wenn wir zu einem Zeitpunkt zusätzlich zahlreiche Fotografien (aus diversen Perspektiven) anfertigen, die Person in diesem Moment visuell somit vielfach vorhanden ist. Das Erinnern besteht zunächst in der Reproduktion dieser vielfachen Eindrücke. Als Ordnungskonzept fungiert die subjektiv empfundene Zeit, mit deren Hilfe es möglich ist, das Paradoxon vielfacher Bilder einer eindeutigen Person aufzulösen und die Verschiedenheit als Funktion einer Skalierung zu verstehen, die Veränderung als Prozess verdeutlicht. Diese Skalierung weist deutliche Parallelen zu räumlichen Koordinatenachsen auf. Dies ermöglicht es uns auch, Zeit als räumlichen „Verlauf“, „Fortschreiten“, „Fluss“ und mit weiteren Analogien räumlicher Bewegung zu begreifen.

Bereits im 19. Jahrhundert war bekannt, dass die Abfolge der Monate des Jahres im Bewusstsein in ganz unterschiedlichen Formen repräsentiert sein kann. Wie Abbildung 2 belegt, ergaben Befragungen von Erwachsenen und Kindern sowohl lineare, als auch gekrümmte oder in sich geschlossene Formen von Jahresdiagrammen [5]. Derartige visuelle Formen nichtvisueller Inhalte wurden zu dieser Zeit als Photismen bezeichnen. Akustiker sind es aufgrund der üblichen Darstellungsweisen der betrachteten, z.B. gemessenen physikalischen Prozesse gewohnt, in kartesischen Koordinaten zu denken, wobei die Zeit linear von links nach rechts verläuft. Die intuitive Plausibilität solcher Zeitachsen wird durch die im jeweiligen Kulturkreis übliche Schreibrichtung unterstützt. Es ist denkbar, dass diese Gewohnheit auch das subjektive Zeiterleben im Alltag beeinflusst.



Exemples de diagrammes annuels, type fermé, type ouvert et type illimité. — *Fig. 21.* F. 27 ans. (Ages de la vie.) — *Fig. 22.* F. 11 ans. (Photismes.) — *Fig. 23.* F. 19 ans. — *Fig. 24.* H. 46 ans. (Semaine et série numérique, obliques descendantes.) — *Fig. 25.* F. 19 ans. — *Fig. 26.* F. 35 ans. (Semaine verticale descendante, série numérique ascendante.) — *Fig. 27.* F. 30 ans. — *Fig. 28.* F. 23 ans. (Photismes.) — *Fig. 29.* H 22 ans. (Photismes.) — *Fig. 30.* H. 22 ans. Années à divisions scolaires. (Année abstraite circulaire.)

Abbildung 2: Jahresdiagramme verschiedener Personen nach Befragungen durch Theodor Flournoy, 1893 [5].

Ganz offenbar findet im Bewusstsein eine Transformation zeitlicher Abläufe über variable Koordinaten in räumliche Modelle statt. Diese Modelle können sehr verschiedenartige Raumkonzepte beinhalten und sind in der Skalierung sehr variabel. Sie können sich auf Mikrosekunden ebenso beziehen wie auf Lichtjahre, und die Skalierung ist nicht notwendig äquidistant. Die folgende Diskussion verwendet daher den Begriff der subjektiven Raum-Zeit, der jedoch nicht als Verweis auf die naturwissenschaftliche Relativitätstheorie missverstanden werden sollte.

Die subjektive Raum-Zeit

Das kognitive System modelliert räumliche Repräsentationen der subjektiven Zeit mit Bezug zur Art des betrachteten Prozesses, wie zum Fallen eine Tropfens oder zur vergangenen Schulzeit. Daher können im Bewusstsein sehr viele Zeitreihen nebeneinander vorhanden sein, sie bilden gewissermaßen einen verfügbaren Satz von Linealen zum subjektiven Vergleich mit dem Erlebten. Ein wichtiges

Unterscheidungsmerkmal ist dabei die subjektive Perspektive der Betrachtung, die entweder von einem Punkt des Zeitreihe oder losgelöst von dieser erfolgt [siehe z.B. 6]. Für den ersten Fall beschreiben *A-Reihen* die *Modalzeit*, die sich relativ zur gerade subjektiv erlebten Gegenwart in Vergangenheit und Zukunft spannt (Abb. 3 oben). Sie beruhen daher auf dem subjektiven Standpunkt, der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft relativ zur eigenen Position im Jetzt unterscheidet. Daraus lassen sich logisch neben der schon angesprochenen These der Nichtexistenz der Zeit auch Hypothesen ableiten, die nur Vergangenes und Gegenwärtiges (Possibilismus) oder nur Gegenwärtiges als existent anerkennen (Präsentismus, growing block model).

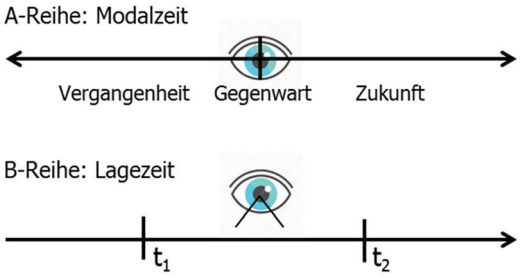


Abbildung 3: A- und B-Reihen als Grundtypen subjektiver Betrachtung von Zeitskalen.

Im Gegensatz zur Modalzeit befindet sich bei der auch als *B-Reihe* bezeichneten *Lagezeit* der Betrachter nicht in der Zeit, sondern beobachtet aus einer quasi zeitlosen Position von außerhalb des Zeitstrahls (Abb. 3 unten). Dies gibt auch Thesen Raum, die Vergangenes, Gegenwärtiges und Zukünftiges als gleichermaßen - und stets - existent annehmen (z.B. der Eternalismus, der ein stets vollständiges „Blockuniversum“ und eine „dauerhafte Ordnung der Dinge“ voraussetzt).

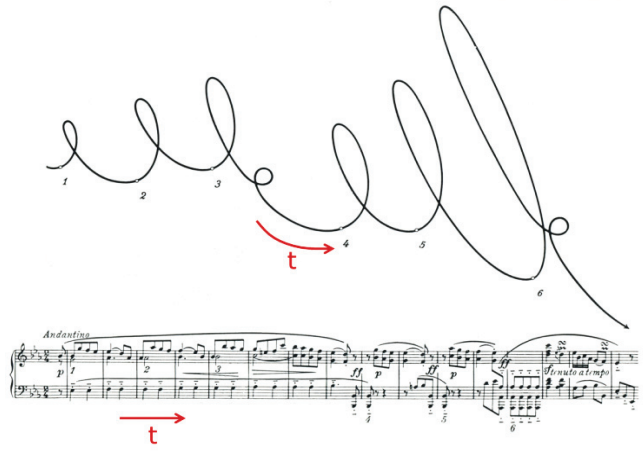


Abbildung 4: Bewegungskurve nach Alexander Truslit mit “offener Bewegung“ für die Interpretation des Rondos Es-Dur Wq.61/1 von Carl Philipp Emanuel Bach [7, S.149].

Die als A- bzw. B-Reihen deklarierten Zeitordnungen werden also als Räumliche Konfigurationen gedacht. Die Transformation ins Räumliche beinhaltet jedoch auch die Erfahrung zeitlicher Bewegung, wobei die Zeit entlang einer Linie verläuft („voranschreitet“, „verfliegt“). Bewegung ist ein wichtiges Merkmal von zeitlich variablen Geräuschen und von Musik. Das Attribut Bewegung kann als Kurve gedacht werden. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel für die bewegungsgerechte Interpretation eines Klavierstücks [7]. Bewegungskurven sind keine mathematischen Funktionen im kartesischen Koordinatensystem, da sie Schlingen aufweisen. Die Zeit verläuft vielmehr entlang der Bewegungskurve.

Das Bewusstsein einer modalzeitlichen Ordnung beinhaltet nicht einfach ein Nebeneinander der Anschauungen von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Hingegen gibt es eine komplexe Interaktion der Repräsentation dieser drei Bereiche im Bewusstsein, wie Abbildung 5 stark vereinfacht andeutet. Der Phänomenologe Edmund Husserl hat dargelegt, dass die momentane Wahrnehmung, die *Impression*, unsere Vorstellung und Interpretation der Vergangenheit wesentlich mitbestimmt, die *Retention*. In umgekehrter Richtung bestimmen Erfahrungen der Vergangenheit unser Gegenwartsbewusstsein ebenso wie unsere Vorstellung von der Zukunft – als *Protention*.

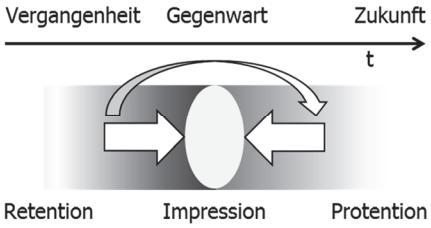


Abbildung 5: Stark vereinfachtes Schema des modalen Zeitbewusstsein nach Husserl [8].

Dies entspricht den Aussagen zu Abbildung 1. Bei der Beurteilung der Wirkung von Geräuschen und Musik ist also nicht nur die Gegenwart bedeutsam, der aktuelle Reiz, den die Psychoakustik in ihrer Anfangszeit gerne isoliert betrachtet hat. Auch die Vergangenheit ist über die Erfahrung an der aktuellen Wahrnehmung beteiligt. Gleiches gilt für die Erwartung über die Entwicklung eines Geräusches in nächster Zukunft, wie eben Unfallgeräusche, die auf Reifenquietschen folgen. Auch im Sounddesign spielen implizite Geräuscheigenschaften eine entscheidende Rolle, die zukünftiges Geschehen anzeigen – es ist wichtig, etwas „kommen zu hören“.

Die subjektive Raumzeit ist deshalb von höchster Bedeutung, weil sich im Bewusstsein Umwandlungen zeitlicher Aspekte in räumliche Konfigurationen ereignen. Dabei finden Transformationen von Koordinatensystemen und Umskalierungen statt. Art und Lage der Skala, die einem auditiven Ereignis zugeordnet ist, stellen wesentliche Gestaltmerkmale dar, die bei der Analyse der Wahrnehmung unbedingt zu berücksichtigen sind.

Das Circulatio-Paradoxon

Zyklische Prozesse, die durch hörbar periodische Geräusche zum Ausdruck kommen, sind häufig weniger störend als solche mit zufallsbedingtem Verlauf. Die damit verbundene Erwartbarkeit zukünftiger Empfindung beruhigt die Anspannung und moderiert so die Emotion. Dies gilt auch für zyklisch wiederkehrende Alltagsriten, wie etwa Feiertage. Truls Wyller weist darauf hin, dass „die Wiederholung von Zeitverläufen eine besondere Art der

Beherrschung der Zeit aufweist.“ [9, S.79] Zyklische Abläufe bestimmen den Alltag, die Einteilung des Tage, die Wochen, Monate und Jahre. Wie Abbildung 2 verdeutlicht, werden solche Zyklen häufig – jedoch nicht grundsätzlich – als geschlossene räumliche Formen aufgefasst. Musikalische Figuren können ebenfalls den Eindruck kreisartiger Bewegung vermitteln´. Die aus acht Noten gebildete Circulatio gilt als rhetorische Figur, die eine kreisende Bewegung in einem Text verdeutlicht [10, S.114ff]. In schnellem Tempo wird die kreisende Bewegung jedoch ganz unmittelbar wahrgenommen. Dann verläuft die subjektive Zeit nicht mehr entlang einer linearen Achse, sondern kehrt zyklisch zum Ausgangspunkt zurück. Die musikalische Bewegung „tritt auf der Stelle“. Die Wahrnehmung ist dabei durchaus paradox: ein offensichtlich dynamischer und damit zeitlich fortlaufender Vorgang wird in der räumlichen Vorstellung zugleich einem zeitinvarianten Ort zugeordnet. Dies gilt natürlich nur dann, wenn die Periodizität noch auditiv erfassbar ist. Bei großer Geschwindigkeit der dynamischen Änderung verliert sie den zeitlichen Charakter vollends und wird zu einer rein spektralen Qualität: die Fluktuation wird zur Rauigkeit. Phänomenologisch betrachtet verschwindet dabei die Zeit.

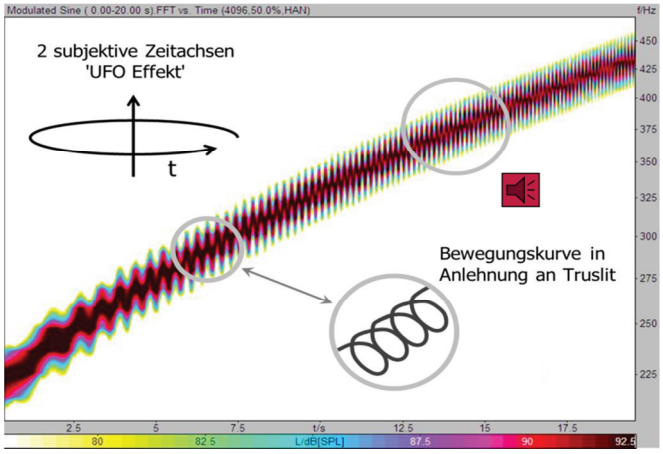


Abbildung 6: Ein modulierter Sinusschall zunehmender Mittenfrequenz erzeugt die Wahrnehmung einer Rotation oder einer schraubenförmigen Bewegungskurve.

Der Sinus-Sweep mit ansteigender Mittenfrequenz der Abbildung 6 wird als Ergebnis eines in sich rotierenden Vorgangs aufgefasst. Während er physikalisch als mathematische Funktion in kartesischen Koordinaten beschreibbar ist, erzeugt er die Wahrnehmung eines rotierenden Prozesses. Dem überlagert sich die Vorstellung eines aufwärts bewegter Drehpunkt, weshalb derartige Signale in frühen Science Fiction Filmen gerne rotierenden Ufos zugeordnet wurden. Truslit hat ähnliche musikalische Vorgänge mit Hilfe schraubenförmiger Bewegungskurven dargestellt, z.B. das Winken der Isolde in Wagners ‚Tristan‘ [7, Tafel 6].

Bedeutung des Zeitbewusstseins für die auditive Wahrnehmung

Für die Rolle der subjektiven Zeit bei der Schallwahrnehmung liefert die Phänomenologie wichtige Ansätze. Diese bedürfen zur Ableitung einer subjektiven Geräuschdosis weiterer Analysen.

Darüber hinaus zeig sich, dass für die Wirkung von Geräuschen und Musik nicht allein die momentane Einwirkung bedeutsam ist, sondern ebenso die Repräsentation vergangener Einwirkungen im Bewusstsein (Retention) und die daraus abgeleitete Erwartung zukünftiger Einwirkungen (Protention) [8]. Retention und Protention bestimmen zu jeder Zeit die momentane Einwirkung, die zu physiologische Reaktionen und Emotionen führt. Daher sind Schätzverfahren für die Wirkung von Geräuschen zu entwickeln, die das Potential einer schlüssigen Vorhersage aufweisen. Ob dies unter Berücksichtigung individueller Präferenzen allgemeingültig gelingt, ist zu prüfen.

Die in der Wahrnehmung aufscheinenden räumlichen Transformationen gehörter Prozesse sind für die subjektive Wirkung/Bedeutung von Geräuschen wesentlich. Dies ist eine Folge der im Bewusstsein wirksamen Zeit-Raum-Transformation. Die Repräsentation der Zeit interagiert dabei mit subjektiven, auditiv angeregten Bewegungsvorstellungen. So können etwa Periodizitäten den Bewegungsgehalt von Geräuschen beruhigen oder ganz zum Stillstand bringen. Ein genaueres Verständnis subjektiver Modelle von Zeit und Bewegung ist für die Beurteilung von Geräuschen und Musik wesentlich. Die als intuitiv passend empfundenen Arten der räumlichen Transformation der Zeit im Bewusstsein müssen zwingend in die Analyse von Geräuschen einbezogen werden.

Literatur

[1] Haverkamp, M.: Wie klingt, was wir hören? Das Qualia-Problem in der Akustik. Berlin: DEGA, 2019, 820-23

[2] Haverkamp, M.: How does what we hear sound? The qualia problem in acoustics. Proc. 23rd ICA, Aachen, 2019, 1418-25

[3] Heidegger, M.: Sein und Zeit. Tübingen: Max Niemeyer, 2006. Orig. als Sonderdruck aus Husserl, E.: Jahrbuch für Philosophie und phänomenologische Forschung, Bd.VIII, 1926

[4] Arnheimer, R.: Anschauliches Denken. Zur Einheit von Bild und Begriff. Köln: DuMont, ^{6}1988, (^{1}1977).

[5] Flournoy, Th.: Des Phénomenènes de Synopsie. Paris: Félix Alcan & Genève: Ch. Eggimann, 1893

[6] Sieroka, N.: Philosophie der Zeit. Grundlagen und Perspektiven. München: C.H.Beck, 2018

[7] Truslit, A.: Gestaltung und Bewegung in der Musik. Chr. Friedrich Vieweg, Berlin, 1938

[8] Husserl, E.: Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins. In: Phänomenologie der Lebenswelt. Stuttgart: Reclam., 2002, nach dem Erstdruck von 1928

[9] Wyller, T.: Was ist Zeit? Stuttgart: Reclam, 2016. Orig.: Hva er TID. Oslo, Universitetsforlaget, 2011

[10] Bartel, D.: Handbuch der musikalischen Figurenlehre. Lilienthal: Laaber Verlag, ^{7}2017