

RAUSCHKRIBO

Notation für Geräusche

IMPRESSUM

Entstanden im Rahmen einer Bachelorarbeit
im Studiengang Kommunikationsdesign an der
Hochschule für Technik, Wirtschaft und
Gestaltung Konstanz.

Winter-Semester 2007/2008.

Eingereicht bei Professor Brian Switzer.

© 2008 Benjamin Lüdiger

Hochschule für Technik, Wirtschaft und
Gestaltung Konstanz

→ **Betreuung der Abschlussarbeit:**

Prüfer: Prof. Brian Switzer
Zweitprüfer: Prof. Jo Wickert

→ **Konzeption, Gestaltung und Satz:**

Benjamin Lüdiger

→ **Schrift:**

FF DIN Light
FF DIN Regular
FF DIN Medium

→ **Papier:**

Munken Pure
gelblichweiß 130 g/m²

→ **Druck:**

Wolfau Druck AG
Weinfelden [CH]

→ **Buchbindung:**

Handbuchbinderei Hennings
Gottlieben [CH]

IM RAUSCH DER GERÄUSCHE

„Nirgendwo gibt es vollkommene Stille. Diese zum Gemeinplatz verkümmerte Erkenntnis trägt die Musik als eine Art Erblast seit den unbeugsamen Fragestellungen John Cages mit sich herum. Wenn aber Stille Fiktion ist, ergibt sich eine erforschungswürdige Grauzone: Nirgendwo entgeht man einem Grundgeräusch.“¹

Immer und überall werden wir also mit Geräuschen konfrontiert; dem schrillen oder piependen Geräusch eines Weckers, dem Rattern eines Rasenmähers, dem Zischen der Kaffeemaschine, dem Zuknallen oder leisen Schließen einer Tür, dem Zwitschern der Vögel oder Bellen der Hunde, dem Brummen eines Motors, dem Geräusch eines laut schmatzenden Tischnachbarn bis hin zu musikalischen Kompositionen, in denen sich Geräusche zum Klang veredeln. Oder ganz allgemein: dem Grundrauschen des Lebens.

Es gibt einen Reichtum an Be- und Umschreibungen von Schallereignissen anhand einfacher, subjektiv zugeordneter Eigenschaftswörter, anhand von Fachbegriffen und Gesetzen aus den Naturwissenschaften oder durch eine Referenz zu Szenarien, in denen ein Geräusch aufgetreten ist. Für Töne gab es schon im antiken Griechenland eine Notationsform und im 17. Jahrhundert wurde die Zwölfton-Notenschrift entwickelt, so wie sie heute noch in der Musik zu finden ist. Geräusche hingegen lassen sich lediglich anhand einer Vielzahl unterschiedlicher mathematischer Diagramme visualisieren, dessen äußerst umfangreicher Informationsgehalt einen schnellen Zugang zu charakteristischen Eigenschaften eines Geräusches blockiert.

Der Experte und Professor für Informations- und Interfacedesign an der Yale Universität in Connecticut Edward R. Tufte – von der New York Times als „The Leonardo da Vinci of Data“² betitelt – bezeichnet diese unübersichtlichen Darstellungen Chartjunk³, für ihn eine heruntergekommene Art und Weise der Informationsvisualisierung.

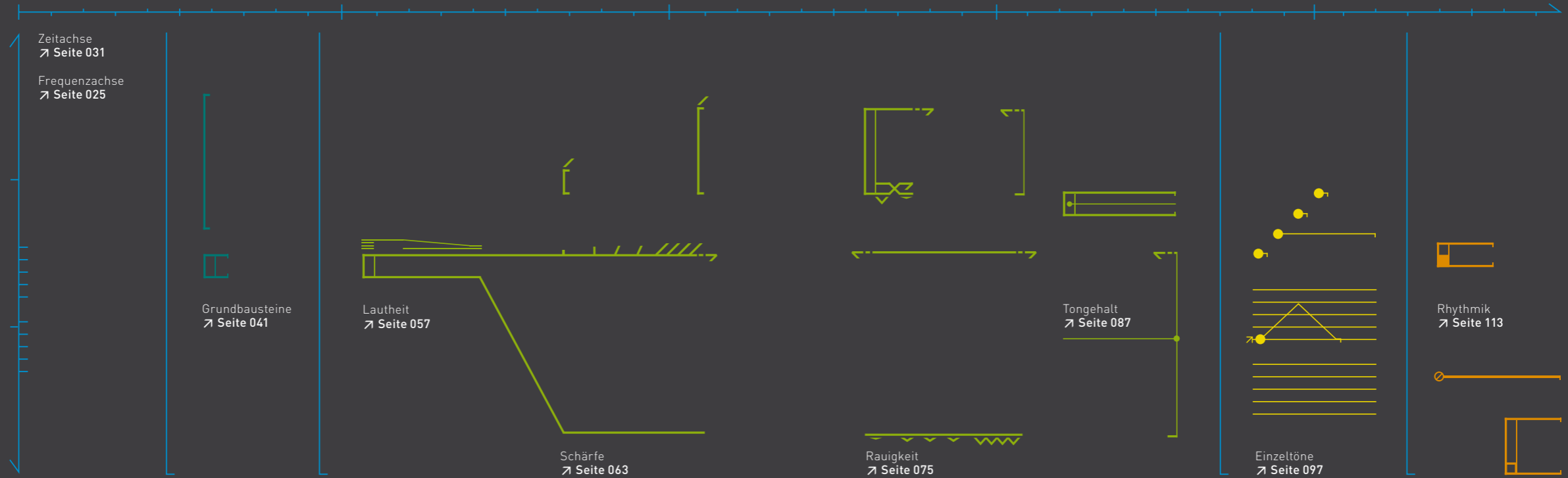
Doch welche Darstellungsformen bieten überhaupt die Möglichkeit solch komplexe Gebilde visuell wiederzugeben? Wie lassen sich Geräusche überhaupt kategorisieren um sie schriftlich notierbar zu machen, und wie lässt sich das Notierte lesbar gestalten, um dem Lesenden einen einfachen Zugang zu dieser Darstellungsform zu bieten?

Dieses Buch beschreibt den konzeptionellen Ansatz und die gestalterische Umsetzung des während einer Abschlussarbeit im Studiengang Kommunikationsdesign entstandenen Lösungsansatzes genau dieser Fragestellungen. Mittels Texten, welche Grundlagen zum Verständnis des Geräusches erörtern, und illustrierten Anwendungsbeispielen der entwickelten grafischen Notation wird dem Leser Prinzip und Funktion des Rauschskribo – einer Notation für Geräusche – vermittelt.

1. vgl. Scheib, Christian: „Rauschen, filtern, codieren – Stilbildung in Mediensystemen“. In: Sanio, Sabine [Hg.] und Scheib, Christian [Hg.] für den Österreichischen Rundfunk: „Das Rauschen“. Hofheim: Wolke Verlag, Seite 6.

2. The New York Times. Shapley, Deborah: „The da Vinci of Data“. URL: <http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9A01E5D6123BF933A05750C0A96E958260&sec=&pagewanted=all#>, erschienen 30. März 1998. [Stand: 10. Januar 2008].

3. vgl.: Tufte, Edward R.: „Envisioning Information“. Cheshire, Connecticut: Graphics Press LLC, 1990. Seite 33 f.



→ Inhaltsverzeichnis

- | | |
|---|---|
| 1. Veranschaulichung eines Phänomens
↗ Seite 009 | Klangfarbe und Schärfe
↗ Seite 060 |
| 2. Zum Verständnis der Geräusche
↗ Seite 015 | Kennzeichen der Rauigkeit
↗ Seite 072 |
| Eine Einführung in die Akustik
↗ Seite 016 | Der Ton als Komponente
↗ Seite 084 |
| Die Hörempfindung des Menschen
↗ Seite 018 | 6. Die Integration von Einzeltönen
↗ Seite 093 |
| 3. Das Bezugssystem des Rauschkribo
↗ Seite 021 | 7. Rhythmus für Ton und Geräusch
↗ Seite 109 |
| Lokalisieren von Informationen
↗ Seite 022 | 8. Rauschkribo in Anwendung
↗ Seite 123 |
| Geräusche in Raum und Zeit
↗ Seite 028 | 10. Schlusswort
↗ Seite 139 |
| 4. Grundbausteine der Notation
↗ Seite 035 | 10. Glossar
↗ Seite 143 |
| 5. Parameter der Psychoakustik
↗ Seite 053 | 11. Tafeln
↗ Seite 149 |
| Eigenschaften der Lautheit
↗ Seite 054 | 12. Literaturverzeichnis
↗ Seite 161 |

VERANSCHAULICHUNG
EINES
PHÄNOMENS

ÜBER GERÄUSCHE UND IHRE DARSTELLUNG

Der Grundgedanke des Rauschkribo ist, das komplexe Phänomen Geräusch mit Hilfe eines intuitiven und somit schnell erfassbaren grafischen Systems verschriftlichen zu können. Denn das Aufschreibesystem¹ soll die Möglichkeit bieten, gehörte Geräusche mit einfachen Mitteln, nämlich einem Blatt Papier und einem Stift, transkribieren zu können.

Bei der Entwicklung wurde besonderer Wert auf eine konsequente grafische Umsetzung der vielfältigen Zusammenhänge und Grenzübergänge zwischen Naturwissenschaft, Psychologie und Musik gelegt. Doch nicht nur Fachleuten aus eben diesen Gebieten soll ein leichter Zugang zu der neuen Sprache und dem grafischen System des Rauschkribo gewährt sein, sondern auch Laien. Synästhetische Bezüge – und somit intuitiv erkennbare Gemeinsamkeiten – zwischen Akustischem und Visuellem nehmen aus diesem Grund in der Konzeption und Gestaltung des Rauschkribo einen hohen Stellenwert ein.

Während der Untersuchungen nach einer einfachen, logischen und intuitiven Sprache bzw. visuellen Darstellungsform, mit der sich Geräusche und Töne einfach transkribieren lassen, offenbarten sich sehr unterschiedliche Ansätze zur Be- oder Umschreibung dieses Phänomens.

Die Herkunftsbeschreibung ist hierbei in Kombination mit zusätzlichen, die Art und Weise beschreibenden Adjektiven die wohl geläufigste Art zur sprachlichen Eingrenzung der Geräuschvielfalt.

Sie bietet die Möglichkeit, Geräusche ausführlich beschreiben und sich zudem gut vorstellen zu können. Jedoch ist die Vielfalt an Geräuschen so enorm, dass auch das Bilden verschiedener Kategorien der Herkunft wenig Auskunft über genauere Charakteristika eines Geräusches geben würde. Man stelle sich die Kategorie „Motorengeräusch“ vor. Hier bedarf es wiederum einer Vielzahl von Kategorien um das Geräusch eines Formel-Eins-Wagens von dem eines wenige PS-starken Mopeds unterscheidbar notieren zu können. Zudem ist diese Art der Umschreibung eines Geräusches uneffektiv, da sich Geräusche unterschiedlicher Herkunft unter Umständen gleich anhören. Als Beispiel sei hier das Rauschen eines Wasserhahnes mit dem Rauschen eines Radios ohne Empfang verglichen. Beide Geräusche weisen sehr ähnliche Charakteristika auf, dennoch entspringen beide Beispiele sehr unterschiedlichen Quellen. Die Phonetik wiederum bietet ein sehr klar definiertes System, welches sprachliche Laute mit Buchstaben und systemeigenen Zeichen darstellt. Doch auch die Phonetik ist für die Beschreibung von Ge-

räuschen völlig unzulänglich, da sie mit ihrer typografischen Notationsform allein das Sprachfeld abdeckt, welches wiederum nur einen Bruchteil des menschlichen Hörfeldes abdeckt.² Ein Großteil an Geräuschen kann folglich nicht mit Methoden der Phonetik beschrieben werden.

Weitere Fundstücke der Recherche nach geeigneten Notationsformen waren die wilden grafischen Notationen eines John Cage³, die minimalistische grafische Notation eines Christian Wolf⁴ und die sehr systematischen grafischen Notationen Karlheinz Stockhausens⁵. All diese Komponisten experimentierten allerdings an einer grafischen Notationen zur freieren Transkription einer Tonkomposition. Doch sind diese mit Ausnahme Stockhausens sehr frei interpretierbar, was den Ansprüchen dieser Arbeit an Notierbarkeit und Lesbarkeit nicht gerecht wird.

Ein weiterer Künstler, der sich hingegen der filmischen Visualisierung von Ton und Musik verschrieben hat, ist der Pionier des abstrakten Films Oskar Fischinger. Allerdings werden seine filmischen Interpretationen von Musik weder der systematischen Kategorisierung, noch dem Anspruch klare Bedeutung und eindeutige Lesbarkeit zu bieten, gerecht, da Farben, Formen und Linien auch hier frei interpretierbar sind.⁶

1. im Sinne der Medientheorie Friedrich Kittlers. vgl. hierzu Kittler, Friedrich: „Aufschreibesysteme. 1800/ 1900“. 4., überarb. Auflage. München: Verlag Wilhelm Fink GmbH & Co. Verlags-KG, 2003.

2. Hörfeld: ↗ **Tafel 09**

3. Notationsbeispiele von John Cage: ↗ **Tafel 14**

4. Notationsbeispiel von Christian Wolf: ↗ **Tafel 16**

5. Notationsbeispiel von Karlheinz Stockhausen: ↗ **Tafel 15**

6. Komposition Oskar Fischingers: ↗ **Tafel 17**

Doch nicht nur Komponisten haben sich der Herausforderung der Notation von Tönen gestellt. Auch die Künstler und Bauhausmeister László Moholy-Nagy und Josef Albers entwickelten sehr systematische grafische Ansätze zur Visualisierung von Musik. Die „Partiturskizze zu einer mechanischen Exzentrik“ von Moholy-Nagy notiert nicht nur Töne, sondern auch den zeitlichen Ablauf von Lichtkomposition und Bewegungen. Wenn auch sehr ästhetisch, lässt sich jedoch hier kein Ansatz zur Notation von Geräuschen finden.

Auch die Mathematik bietet durch strenge Regeln und Gesetze Ansätze einer Notation. Hier sind grafische Diagramme von großer Hilfe, da sich diverse physikalische Parameter eines Schallereignisses darstellen und analysieren lassen, wobei die relativ geringe Menge an Parametern ein Geräusch klar definieren kann. Die Akustik, die Lehre vom Schall, ist ein Teilgebiet der Physik, welche die Entstehung und Erzeugung, die Ausbreitung, die Beeinflussung und die Analyse von Schall misst und analysiert.⁷ Anhand mathematischer Gleichungen definiert sich eine Vielzahl akustischer Größen, welche allesamt der Charakterisierung von Schall dienlich sind. Die Fourier-Transformation projiziert das Spektrum des Schalls auf die Zeit- und Frequenzachse, was anschauliche Diagramme produ-

ziert.⁸ So lassen sich etwa der Frequenzumfang, die spektrale Verteilung und Tonhöhen von Geräuschen und Tönen visuell veranschaulichen.

Der große Nachteil dieser Darstellungsformen ist sicherlich ihr immenser Informationsgehalt, denn anschaulich, schnell und ohne Messgeräte lassen sich diese Informationsmengen nicht notieren. Dennoch schien eine Kombination aus mathematischen und physikalischen Parametern eine fundierte Basis für die Entwicklung einer grafischen Notation für Geräusche.

Bei der Selektion essentiell wichtiger akustischer Parameter für die Charakterisierung von Geräuschen zeigen sich erneut die Vorteile der Systematik des Komponisten Karlheinz Stockhausen. In seinem Vortrag über „die vier Kriterien der Elektronischen Musik“ berichtet er ausführlich über die Gleichberechtigung von Ton und Geräusch und nennt dabei die wichtigsten, über fast tausend Jahre entstandenen Charakteristika des Tons: Tonhöhe, Dauer, Lautstärke, Klangfarbe, sowie Richtung und Geschwindigkeit im Raum.⁹

Diese Parameter zur Umschreibung von Geräuschen sollten also die für das Rauschkribo grundlegenden sprachlichen Elemente sein. Da der Mensch aber nicht alle quantitativen Größen dieser Charakteristika allein durch das Hören eines Schall-

ereignisses benennen kann und Schallereignisse bei gleichbleibenden akustischen Größen dennoch unterschiedlich wahrgenommen werden,¹⁰ sind diese Charakteristika für eine Notationssprache, die vor allem gehörte Geräusche notierbar machen will, nicht ausreichend.

Einen geeigneten Wortschatz für die wahrnehmungsbedingte Charakterisierung von Schallereignissen bietet die Psychoakustik. Dieser ist durch akustische Größen definiert und baut auf synästhetische Bezüge der auditiven Wahrnehmung zu anderen, physikalisch getrennten Domänen der Wahrnehmung auf.¹¹ So lässt sich die fundierte Systematik der Akustik mit subjektiven Umschreibungen von Schallereignissen in Einklang bringen. Der Vorteil einer auf psychoakustischen Eigenschaften aufbauenden Notationssprache gegenüber einer rein auf physikalischen Parametern aufbauenden kommt sicherlich der Anforderung, gehörte Geräusche ohne weitere Analysen und Messungen detailliert charakterisieren und transkribieren zu können, sehr nahe.

Ein weiteres Kriterium, welches bei der Konzeption und Entwicklung der Geräuschnotation zunehmend an Bedeutung gewann, ist die Darstellung von Tönen. Der Anteil in einem Geräusch enthaltener Einzeltöne ist ein elementares Theorem

der Psychoakustik und somit charakteristisches Merkmal zur subjektiven Umschreibung von Geräuschen.¹² Deshalb muss das Notationssystem für Geräusche nicht nur einen grafischen Wortschatz für Geräusche bereithalten, sondern auch eine Sprache für Töne, Tonanteile und Ton-Charakteristika umfassen.

7. vgl.: ITWissen - Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie: „Akustik :: Definition :: IT-Lexikon“. URL: http://www.itwissen.info/definition/lexikon/___acoustics_akustik.html [Stand: 13. Januar 2008].

8. Fourier-Transformation: **Tafel 10**

9. vgl.: Stockhausen, Karlheinz: „Die vier Kriterien der Elektronischen Musik“. In: „Selbstdarstellung. Künstler über sich“, hrsg. v. Herzogenrath, Düsseldorf, 1973.

10. vgl.: „Psychoakustische Kenngrößen“. In: Sounddesign: „Psychoakustik - Tour“. URL: <http://www.sounddesign.net/psycho.htm> [Stand: 10. Januar 2008].

11. vgl.: ITWissen - Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie: „Psychoakustik :: Definition :: IT-Lexikon“. URL: http://www.itwissen.info/definition/lexikon/___psycho%20acoustics_psychoakustik.html. [Stand: 13. Januar 2008].

12. vgl.: „Psychoakustische Kenngrößen“. In: Sounddesign: „Psychoakustik - Tour“. URL: <http://www.sounddesign.net/psycho.htm> [Stand: 10. Januar 2008].

ZUM VERSTÄNDNIS
DER
GERÄUSCHE

EINE EINFÜHRUNG IN DIE AKUSTIK

Die Akustik ist die Teilwissenschaft der Physik, die sich mit der Entstehung, der Ausbreitung und der Umwandlung von Schall in elektrische Signale befasst. Das Medium, in dem sich der Schall ausbreitet ist die Luft. Dieser entsteht durch Luftdruckschwankungen und pflanzt sich in Schallgeschwindigkeit fort. Sie beträgt etwa 330 Meter pro Sekunde.¹

Schallwellen umfassen einen spektralen Bereich von null bis einige Millionen Hertz, wovon für den Menschen aber nur der Bereich von etwa 20 bis 20.000 Hertz – als Hörfeld² bekannt – hörbar ist. Schall ist wesentlich durch zwei Parameter charakterisiert: Frequenz und Lautstärke.³ Die Frequenz gibt an wie oft der Luftdruck pro Sekunde zwischen zwei Werten schwankt und die Lautstärke steht im Verhältnis zum Druckunterschied dieser Luftschwankungen.

Schallwellen können – wie andere physikalische Vorgänge auch – sowohl im Zeitbereich als auch im Frequenzbereich dargestellt werden. Zwischen beiden Bereichen kann man mit Hilfe der Fourier-Transformation⁴ wechseln. Das kann ausgesprochen hilfreich sein, da einige akustische Phänomene einfacher im Zeit- und andere einfacher im Frequenzbereich dargestellt und analysiert werden können.

Schall tritt überwiegend als ein Gemisch von Frequenzen verschiedener Lautstärke auf. Je nach Art der Zusammensetzung und Dauer dieses Gemisches spricht man entweder von einem Ton, einem Impuls oder einem Rauschen.

Der Ton tritt entweder als eine einzelne, periodische Sinusschwingung oder als Grundton in Verbindung mit Obertönen auf, die Vielfache des Grundtons sind. Das Intervall, das durch Verdoppelung der Frequenz entsteht, nennt man Oktave. Andere Intervalle, wie sie in der Musik üblich sind, werden in der Akustik nicht verwandt.⁵

Geräusche setzen sich aus einer Vielzahl von Schwingungen zusammen, die nichtperiodisch sind und keinen frequenzmäßigen Zusammenhang haben. Es handelt sich um unendlich viele Einzelschwingungen, die jede Form haben können und deren Frequenzen nahe beieinander liegen. Der Umfang dieser eng zusammenliegenden Frequenzen bestimmt hierbei die Bandbreite eines Geräusches innerhalb des hörbaren Spektrums.⁶ Der Impuls ist durch seine Kürze charakterisiert und kann einen Großteil des Spektrums umfassen. Es gilt der Zusammenhang, dass sein Spektrum mit steigender Pulslänge schmaler wird und umgekehrt. Auch Rauschen kann einen großen Anteil der hörbaren Frequenzen umfassen, ist aber zeitlich ausgedehnt.

Rauschen kann entstehen, wenn sehr viele Impulse in dichter aber unregelmäßiger Folge erzeugt werden,⁷ etwa durch das Platzen von vielen einzelnen Schaumbläschen oder den vielen auf den Erdboden prasselnden Wassertropfen bei Regen. Der Impuls kann also prinzipiell als ein sehr kurzes Rauschen aufgefasst werden.

Da der Mensch in der Lage ist, diese Komponenten auch bei komplexen Geräuschen voneinander unterscheiden zu können, bildet die Zerlegung von Geräuschen in Töne, Impulse und Rauschen innerhalb des Rauschkribo das Fundament zur Charakterisierung und Darstellung von Schallereignissen. Zur ausführlicheren Beschreibung der Klangfarbe und weiteren Charakteristika eines Geräusches, für welche die Akustik keine einfachen Parameter bereit hält, bedient sich das Rauschkribo der Psychoakustik.

1. vgl.: Terhardt, Ernst: „Akustische Kommunikation. Grundlagen mit Hörbeispielen“. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1998, Seite 118.

2. Hörfeld: [Tafel 09](#)

3. vgl.: ITWissen - Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie: „Schall :: Definition :: IT-Lexikon“. URL: http://www.itwissen.info/definition/lexikon/___sound_schall.html [Stand: 15. Januar 2008].

4. Fourier-Transformation: [Tafel 10](#)

5. vgl.: Terhardt, Ernst: „Akustische Kommunikation. Grundlagen mit Hörbeispielen“. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1998, Seite 86.

6. vgl.: ITWissen - Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie: „Geräusch :: Definition :: IT-Lexikon“. URL: http://www.itwissen.info/definition/lexikon/___noise_ger%E4usch.html [Stand: 15. Januar 2008].

7. „Rauschen sind statistisch verteilte Schwankungen einer physikalischen Größe, die durch stochastische Prozesse entstehen“. ITWissen - Das große Online-Lexikon für Informationstechnologie: „Schall :: Definition :: IT-Lexikon“. URL: http://www.itwissen.info/definition/lexikon/___sound_schall.html [Stand: 15. Januar 2008].

DIE HÖREMPFINDUNG DES MENSCHEN

Die Psychoakustik ist ein Teilgebiet der Psychophysik, welche die Wechselwirkungen zwischen den objektiv messbaren physikalischen Eigenschaften von Schall und seiner subjektiven Wahrnehmung untersucht. Das Teilgebiet der Psychoakustik untersucht demzufolge Zusammenhänge zwischen objektiv messbaren und subjektiv empfundenen Schallereignissen und Schalleigenschaften.

Parameter der Schärfe, der Rauigkeit, der Tonhaltigkeit, der Lautheit, der Schwankungsstärke und der Impulshaftigkeit – auch als Zwicker-Parameter bekannt – bilden die physikalischen Parameter Pegel, Frequenz, Bandbreite, Dauer oder Modulationsgrad gehörgerecht ab. Hierbei dienen die psychoakustischen Parameter dazu, die wichtigsten Hörempfindungen zu erfassen und mit Hilfe zusätzlicher physikalischer Parameter auf einen Höreindruck schließen zu können.¹

Diese Eigenschaften von Geräuschen werden aber nicht ausschließlich semantisch beschrieben, sondern lassen sich auch durch quantitative Kenngrößen erfassen. Diesen liegen teilweise aufwendige Berechnungsmethoden zu Grunde, welche auf Signalverarbeitungsmodellen des menschlichen Gehörs beruhen. Um einen verständlicheres Bild der semantischen Bedeutung der psychoakustischen Parameter zu vermitteln, seien hier die Parameter, die im Rauschkribo Verwendung finden, kurz zum Ausdruck gebracht. Der Einfachheit hal-

ber wird hier allerdings auf die mathematischen Berechnungsmodelle der Parameter verzichtet.

Der Begriff der Schärfe beschreibt – das Spektrum verallgemeinernd² – einen sehr ausgeprägten Anteil hoher Frequenzen des zugeordneten Frequenzspektrums und entspringt synästhetischen Gemeinsamkeiten zwischen taktilen und akustischen Empfindungen. Ein hoher Schärfegrad eines Geräusches wird in der Regel als schneidend empfunden und äußert sich beispielsweise in Zisch- und Pfeiff-Lauten. Zudem werden Geräusche mit hohem Schärfegrad gewöhnlich als unangenehm und störend empfunden.³ Physikalisch beschrieben wird der Definitionsschall der Schärfe [1 acum] durch ein Schmalbandrauschen kritischer Bandbreite mit einer Mittenfrequenz von 1 kHz und einem Schalldruckpegel von 60 dB.⁴

Auch der Begriff der Rauigkeit [Einheit: asper] entspringt der synästhetischen Affinität von Akustik und Haptik. Ähnlich einer rauen Oberflächenstruktur weisen raue Geräusche periodische bzw. zufällige Unebenheiten auf, die im Kontext der Psychoakustik eine periodische Schwankung der Lautstärke zwischen 20 und 250 Hz darstellen und bei etwa 70 Hz maximal empfunden werden. Der Definitionsschall der Rauigkeit [1 asper] ist definiert durch einen 1 kHz-Ton bei 60 dB mit einer Amplitudenmodulation von 70 Hz.⁵ Ist die Schwankung der Amplitudenhüllkurve sehr gering [\ll 20 Hz], spricht die Psychoakustik hingegen von Schwankungsstär-

ke [Einheit: vacil], da relativ langsame Schwankungen der Lautstärke vom menschlichen Ohr nicht mehr als rau empfunden werden, sondern de facto als zeitlicher Wandel der Lautstärke.⁶

Zur Umschreibung tonaler Komponenten eines Geräusches steht der Psychoakustik der Begriff der Tonhaltigkeit zur Verfügung. Er charakterisiert die Ausgeprägtheit von Einzeltönen, die, je intensiver die tonalen Komponenten eines Schallereignisses ausgeprägt sind, desto stärker als lästig empfunden werden. Für ein Aufschreibesystem bietet die Psychoakustik gute Begriffe zur intuitiven Kategorisierung von Schallereignissen, die wegen ihrer starken Referenzen zu physikalischen Parametern dennoch sachlich definierte Gesetzmäßigkeiten aufweisen.

In dem Kapitel „Die Parameter der Psychoakustik“ werden die Begriffe Lautheit, Schärfe, Rauigkeit und Tongehalt, wie sie im Rauschkribo Verwendung finden, detaillierter erläutert.

1. vgl.: Zwicker, Eberhard und Fastl, Hugo: „Psychoacoustics. Facts and Models“. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1990, Seite 1 ff.

2. op. cit. Seite 215 f.

3. Sounddesign: „Psychoakustik - Tour“.
URL: <http://www.sounddesign.net/psycho.htm>
[Stand: 10. Januar 2008].

4. op. cit. Seite 215 f.

5. op. cit. Seite 231 f.

6. Sounddesign: „Psychoakustik - Tour“.
URL: <http://www.sounddesign.net/psycho.htm>
[Stand: 10. Januar 2008].



LOKALISIEREN VON INFORMATIONEN

Bei Geräuschen handelt es sich um vielschichtige Phänomene, die nach psychologischen, physikalischen und musikalischen Maßstäben sehr viele Informationen [bspw.: Frequenzumfang, spektrale Verteilung und Lautstärke, zeitliche Veränderung, Rhythmus, etc.] bereithalten. Jedoch lässt sich ein grafisches System – die Informationsflut bezwingend – nicht auf eine verschwindend kleine Fläche reduzieren und gleichzeitig lesbar gestalten.¹

In Anlehnung an die abendländische Notenschrift und hinsichtlich der Möglichkeit der Integration dieser in das System des Rauschkribo einerseits, und der physikalischen Darstellung von transienten Signalen in Form des Spektograms andererseits, wurde dieses Problem durch ein orthogonales Bezugssystem gelöst. Innerhalb des Rauschkribo wird dieses Bezugssystem aus einer

vertikalen Frequenzachse und einer horizontalen Zeitachse gebildet. So lassen sich spektrale und temporale Parameter eines Geräusches leicht innerhalb des zweidimensionalen Systems lokalisieren und einordnen. Wichtiger Weißraum für zusätzliche akustische Parameter in Form grafischer Elemente wird durch diesen Ansatz aufgespannt.²

Die vertikale Achse dieses Bezugssystems übernimmt hierbei die Funktion der Darstellung der vom menschlichen Ohr wahrnehmbaren Frequenzen von etwa 20 bis 20.000 Hz.³ Die Skala der Frequenzachse, an der sich etwa der Frequenzumfang eines Geräusches oder die Tonhöhe eines oder mehrerer Töne ablesen lässt, ist logarithmisch in Form eines 2er Logarithmus aufgebaut, da das menschliche Ohr Frequenzintervalle nicht linear, sondern näherungsweise logarithmisch hört.⁴ Der logarithmische Aufbau ermöglicht es, den gros-

sen Frequenzumfang des Hörvermögens zu erfassen und die Gesetzmäßigkeit des menschlichen Hörens für bestimmte Frequenzbereiche in etwa nachzubilden. Ein großer Vorteil der so aufgebauten Ordinate ist, dass sich das Notationssystem für Geräusche auf jede beliebige Partitur der Zwölfton-Notenschrift legen lässt, um beispielsweise eine Partitur um Geräusche zu erweitern.

1. „Ein ‚Flecken‘ ist ein in sich vom Zeichengrund abhebendes, von Form, Größe usw. unabhängiges geometrisches Element.“
zit. nach: Bertin, Jacques: „Grafische Darstellungen und die grafische Weiterverarbeitung der Information“. aus dem Französischen. [Orig.: „La graphique et le traitement graphique de l'information“]. New York: de Gruyter, 1980. Seite 187.

2. vgl.: op. cit. Seite 181 f.

3. Hörfeld: **Tafel 09**

4. vgl.: Terhardt, Ernst: „Akustische Kommunikation. Grundlagen mit Hörbeispielen“. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1998, Seite 260.

→ Vornotation





Vornotation in Form der Frequenzachse und Hilfslinien
im logarithmischen Aufbau

→ **Vornotation**

Die Skala auf der linken Seite der Achse unterteilt im logarithmischen Aufbau die Frequenzen des Hörfeldes von 20 bzw. 20.000 Hz in drei Segmente. Die untere Markierung markiert eine Frequenz von 200 Hz, die Obere eine Frequenz von 2.000 Hz.

Auf der rechten Seite finden sich die zehn Notenlinien der Notenschrift. Die Mitte der gesamten Frequenzskala bildet der Ton E5 mit 659,26 Hz, der zwischen den zwei oberen der 10 Notenlinien liegt. Das untere Viertel der Frequenzachse wird durch den Ton A2 mit einer Frequenz von 110 Hz begrenzt, welcher zwischen den zwei unteren Notenlinien liegt. Durch die einfache Teilung der Ordinate in vier Segmente lassen sich die zehn Notenlinien der Zwölfton-Notenschrift einfach als zusätzliche Skala auf der Ordinate abtragen

Die horizontalen Hilfslinien sind hingegen in drei Segmente unterteilt. Das untere Segment definiert Intervalle von 20 Hz, das mittlere Segment definiert Intervalle von 200 Hz und das obere Segment definiert Intervalle von 2.000 Hz.

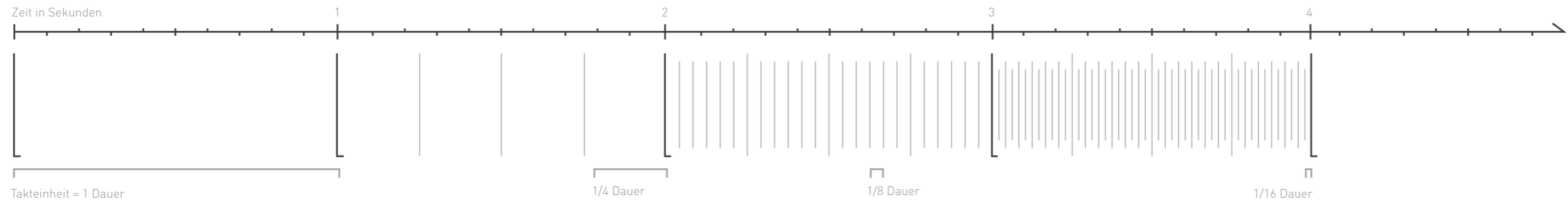
Neben spektralen Zusammensetzungen beschreiben vor allem zeitliche Eigenschaften den Charakter von Geräuschen. Zudem ist die zeitliche Einordnung von Geräuschen wichtig, um sie beispielsweise in einem musikalischen oder rhythmischen Kontext verstehen zu können. Zeitpunkt und Dauer der Geräusche werden auf der horizontalen Achse, der Abszisse dargestellt. Der horizontale Verlauf der Zeitachse ermöglicht das schnelle Ablesen des Beginns und Ende eines Geräusches.¹

Zur vereinfachten Determinierung der zeitlichen Eigenschaften eines Geräusches auf der Zeitachse basiert auch das Rauschkribo auf Takteinheiten. Da aber Geräusche auch im nicht rhythmischen Kontext auftreten und die rhythmische Dauer der konventionellen Notenschrift und deren Takteinheiten zunächst nur Auskunft über die relative Dauer geben, nämlich in Vielfachen von Einhalb, d.h. in Halben, Vierteln, Achteln, Sechzehnteln etc.,² bedient sich die Notation für Geräusche einer absoluten Zeitskala. Sie ist ein zusätzliches, auf Sekunden aufgebautes Raster zur Determinierung des Zeitpunktes und der Dauer eines Geräusches und unentbehrlich für die Beschreibung seiner zeitlichen Entwicklung.

1. Frutiger, Adrian: „Der Mensch und seine Zeichen“. Wiesbaden: Marix Verlag GmbH, 2006, Seite 17.
2. vgl. Heidenreich, Stefan: „Rauschen, filtern, codieren – Stilbildung in Mediensystemen“. In: Sanio, Sabine [Hg.] und Scheib, Christian [Hg.] für den Österreichischen Rundfunk: „Das Rauschen“. Hofheim: Wolke Verlag, Seite 19.

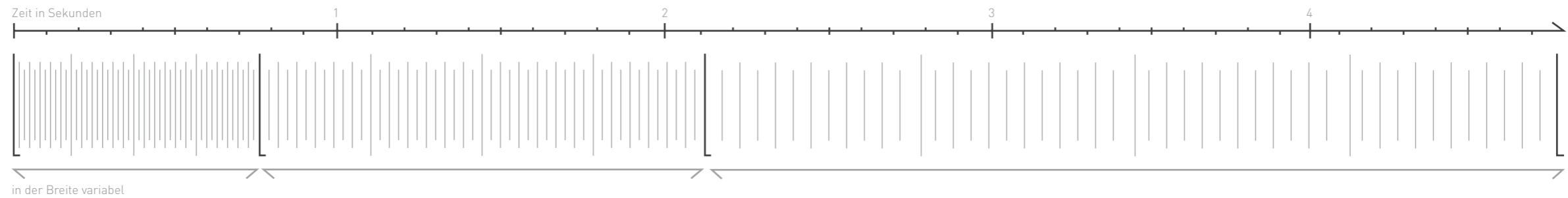
→ Zeitachse





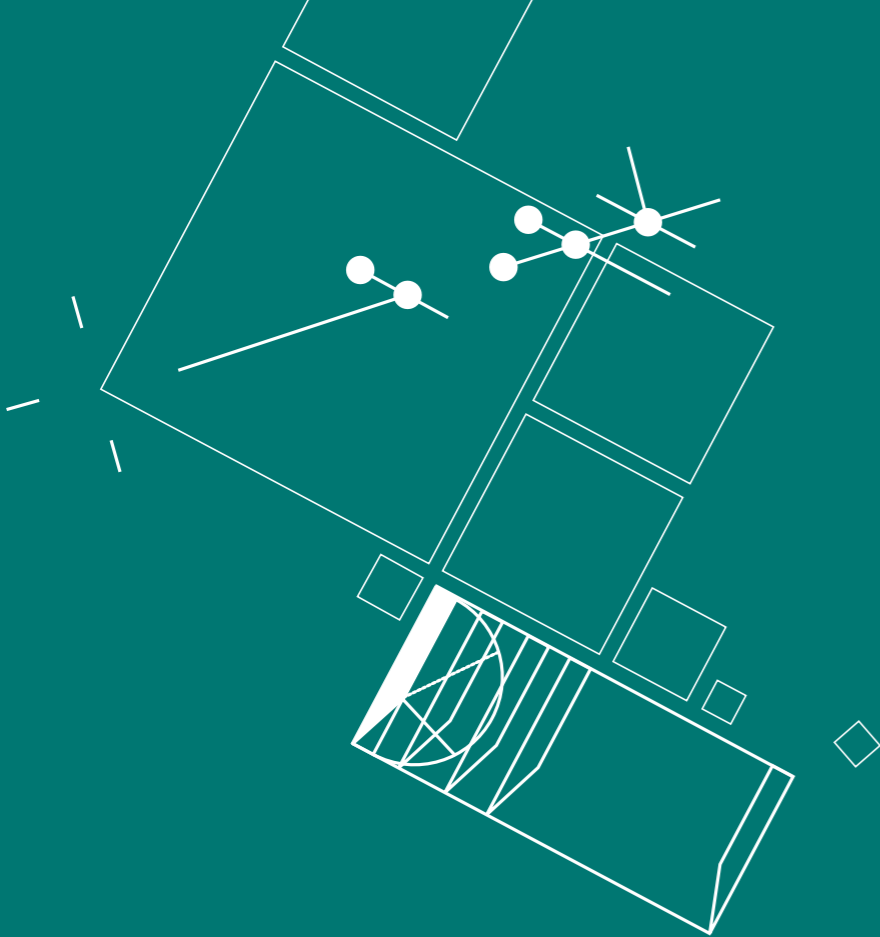
→ **zeitlicher und rhythmischer Raster**

Der horizontal verlaufende Zeitstrahl ist unterteilt in Sekunden und 100 Millisekunden Abschnitte. Vertikale Hilfslinien helfen beim Lesen der rhythmischen Anordnungen der Zeichen. Je nach Taktart, Rhythmus und Tempo lassen sich Takteinheiten mit vertikalen Hilfslinien in eine musikalische Dauer unterteilen.



→ **dynamische Taktbreite**

Der horizontale Abstand zwischen den Taktstrichen zeigt das Tempo und Tempowechsel auf. Die dynamische Taktbreite ist unbedingt erforderlich, da so die musikalische Dauer und gleichzeitig der konstante Verlauf von Geräuschen im Zeitkontinuum dargestellt werden kann.



WIE SICH GERÄUSCHE GRAFISCH DARSTELLEN LASSEN

Die visuelle Sprache eines Notationssystems verlangt einfache Zeichen, damit die Information schnell notiert sowie eindeutig entziffert und fließend gelesen werden kann. Das wichtigste Kriterium bei der Konzeption und Gestaltung des Rauschkribo war, ein Maximum an Les- und Erfassbarkeit zu erreichen und gleichzeitig dem Anspruch gerecht zu werden, alle Zeichen gegebenenfalls mit einem Bleistift oder einem Kugelschreiber notieren zu können.

Die Vielzahl an Informationen, die für die Charakterisierung von Geräuschen von Belang sind, stellt das Rauschkribo anhand eines visuell stark reduzierten Systems dar. Wenige Linien bilden einfache grafische Konstrukte, die jederzeit der Lesbarkeit dienlich, als grafische Einheit wahrgenommen werden. Dies ist nicht zuletzt durch die Zeichentheorie Adrian Frutigers bekannt:

„Das Verhalten des Betrachters gegenüber einer Figur ist sehr komplex. Um den Aufnahmeprozess verstehen zu lernen, ist es notwendig, sich vom Beginn an auf ein Schema zu beschränken, dessen Gliederung in seiner Einfachheit die größten Chancen bietet, den Ursprung erfassen zu können.“¹

Um Geräusche klarer von den meist runden grafischen Elementen der Notationen von Tönen abzusetzen, basiert die grafische Sprache des

Rauschkribo auf polygonal aufgebauten Formen, z.B.: Rechtecke und Linien. Neben der Unveränderlichkeit der Basis-Bausteine des Rauschkribo sind zusätzliche grafische Elemente in sich variabel bzw. erweiterbar. So entstandene morphologische Programme für verschiedene Kategorien der Information garantieren systematische grafische Komponenten.² Diese strukturieren die akustischen bzw. psychoakustischen Parameter und schaffen eine Ordnung der aus grafischen Komponenten zusammengesetzten Zeichen. Zudem ist die klare Struktur maßgeblich für das Verstehen der Bedeutung der grafischen Zeichen.³ Dies unterstreicht den Gedanken intuitiv lesbarer Geräusch-Parameter.

Die grafische Sprache des Rauschkribo hält einen Grundbaustein für Impulse und einen Grundbaustein für Rauschen bereit. Diese verkörpern die elementaren Komponenten zur Differenzierung und Darstellung von Geräuschen. Das Zerlegen eines Geräusches in diese Komponenten ermöglicht zudem das Notieren vielschichtig zusammengesetzter Schallereignisse.

Die horizontale Ausdehnung des Grundbausteins beschreibt die zeitliche Dauer eines Geräusches. Sie ist nur auf den Grundbaustein des Rauschens anwendbar, da die Dauer von Impulsen extrem kurz ist und periodisch wiederkehrende

1. Frutiger, Adrian: „Der Mensch und seine Zeichen“. Wiesbaden: Marix Verlag GmbH, 2006. Seite 22 f.

2. vgl.: Gerstner, Karl: „Programme entwerfen“. 3., überarb. Auflage, herausgegeben von Geisler, Harald und Pabst, Jonas. Baden [CH]: Lars Müller Publishers, 2007. Seite 8 f.

3. vgl.: Corw, David: „Zeichen. Eine Einführung in die Semiotik für Grafikdesigner“. aus dem Englischen. [„Visible Signs“]. Lausanne: AVA Publishing SA, 2003.

Impulse oberhalb einer Wiederholffrequenz von etwa 5 Hz nicht mehr getrennt wahrnehmbar sind, sondern als raues Rauschen wahrgenommen werden.⁴ Die vertikale Ausdehnung der Bausteine hingegen determiniert das Geräusch-Frequenzband – also eine Unter- und eine Obergrenze innerhalb des hörbaren Spektrums. Der Frequenzumfang, wie er als Tonumfang in der Musik zu finden ist, ist somit grundsätzlich notierbar.

Weitere Information wie etwa Eigenheit der Klangfarbe, der Lautheit und der Rhythmik werden einerseits mit Erweiterungen des Grundbausteins um weitere graphische Variablen⁵ und andererseits durch von den Grundbausteinen gelöste Übernotationen visuell dargestellt.

Mit der Reduktion der grafischen Elemente wurde weiterhin das Ziel verfolgt, auch vielschichtige Geräusch-Kompositionen lesbar notieren zu können. Überlagerungen grafischer Zeichen bedeuten in der Regel Unübersichtlichkeit und können beim Lesen Verwirrung verursachen. Das bedeutet gleichzeitig eine längere Zeit zum Erkennen der Zeichen und folglich einen schlechteren Lesefluss. Je stringenter und reduzierter das grafische Konstrukt ist, desto eher ist der Lesende in der Lage, auch überlagerte Zeichen voneinander zu unterscheiden und sinngemäß zu erfassen.⁶

4. vgl.: Stockhausen, Karlheinz: „Die vier Kriterien der Elektronischen Musik“. In: „Selbstdarstellung. Künstler über sich“, hrsg. v. Herzogenrath, Düsseldorf, 1973.

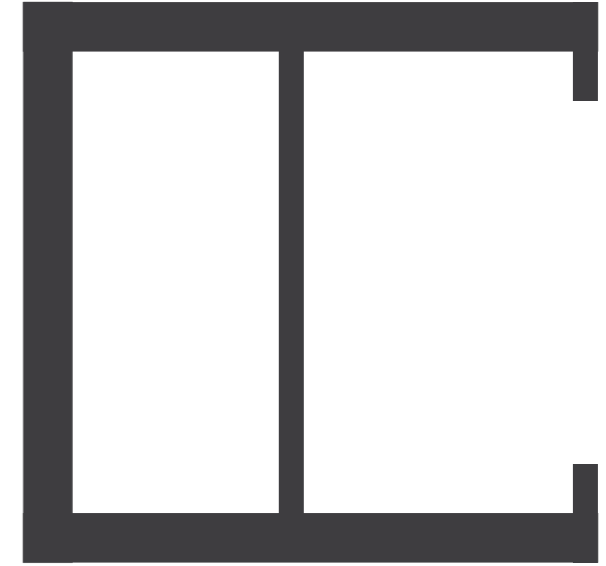
5. vgl.: „Die acht visuellen Variablen“. Bertin, Jacques: „Grafische Darstellungen und die grafische Weiterverarbeitung der Information“. aus dem Französischen. [Orig.: „La graphique et le traitement graphique de l'information“]. New York: de Gruyter, 1980. Seite 186 f.

6. op. cit. Seite 181.

→ Impuls



→ Rauschen





Impuls [Dauer ← 200 ms]
↗ 01



Rauschen kurzer Dauer [→ 200 ms]
↗ 02



Rauschen mittlerer Dauer [500 s]
↗ 03



Rauschen langer Dauer [2 s]
↗ 04

Rauschen unterschiedlicher Dauer

Darstellungsform sehr langer Geräusche



Kürzel für sehr lange andauerndes Rauschen



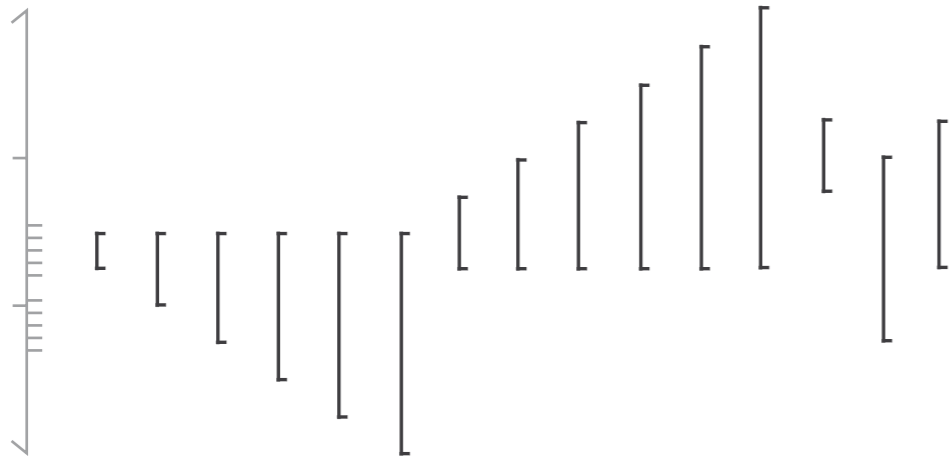
Kürzel für lange andauerndes, sich änderndes Rauschen

→ Programm der zeitlichen Dauer

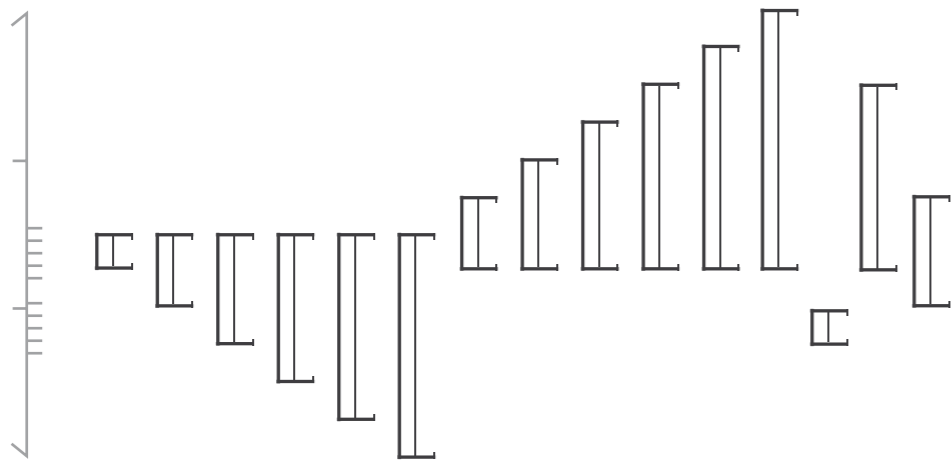
Nebenstehende Zeichen verdeutlichen die grafische Darstellung der zeitlichen Dauer von Geräuschen. Zwei Linien, die seitlich aus dem Rechteck hervortreten, erstrecken sich horizontal über eine variable Länge und definieren mit zwei kleinen Haken an der rechten Seite das Ende eines Rauschens.

→ Kurzhandnotation für lange andauerndes Rauschen

Vordefinierte Kürzel für ein lange andauerndes Rauschen erleichtern das schnelle Notieren und schaffen ein klareres Schriftbild und erleichtern wiederum das Lesen. So lassen sich konstante Hintergrundgeräusche darstellen und gleichzeitig weitere Geräusche notieren, ohne eine Vielzahl an Überlagerung in Kauf nehmen zu müssen.



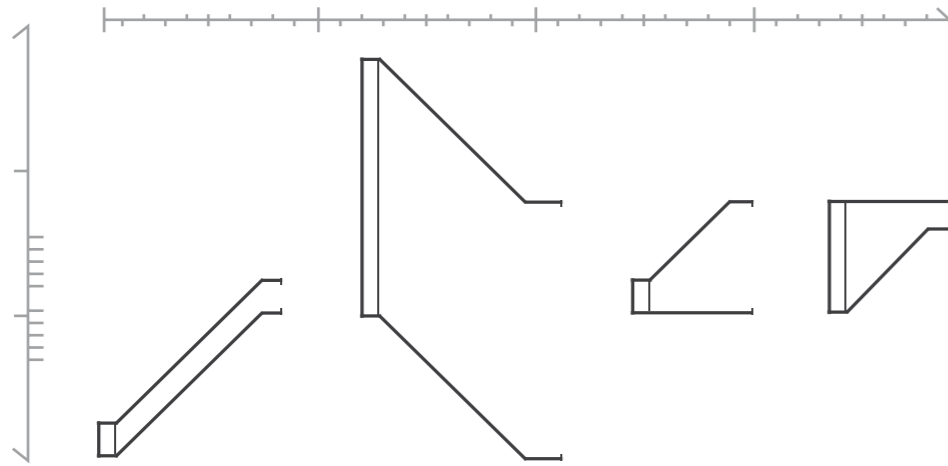
Impulse [oben] und Rauschen [unten] unterschiedlicher Bandbreite
 Impulse ↗ 05, Rauschen ↗ 06



→ Programm des Frequenzbandes

Die vertikale Ausdehnung des Grundbausteins determiniert das Frequenzband eines Geräusches im Bereich des Hörfeldes. Das Zeichen für Impulse besitzt am oberen und unteren Ende jeweils einen kurzen horizontalen Abstrich, der die Ober- bzw. Untergrenze des Frequenzbandes beschreibt.

Gleiche Funktion kommt den horizontalen Linien des Zeichens für Rauschen zu. Liegen die Grenzen weit auseinander, enthält ein Geräusch hochfrequente und tieffrequente Rauschanteile. Man spricht in diesem Fall von einem breiten Frequenzband. Liegen die Grenzen hingegen nahe beieinander, enthält das Geräusch nur wenig voneinander unterschiedliche Rauschanteile und man spricht von einem schmalen Frequenzband.



Rauschen unterschiedlicher Bandbreite
 ↗ 07

→ **Programm der sich zeitlich wandelnden Bandbreite**

Rauschen ist ein Phänomen, dessen charakteristischen Eigenschaften sehr stark an den zeitlichen Verlauf und den Umfang des Frequenzbandes gebunden ist. Die vertikale Ausdehnung des Rechtecks beschreibt den Frequenzumfang zu Beginn eines Rauschens, die seitlich austretenden Linien hingegen die zeitliche Dauer und demzufolge auch die zeitliche Änderung der Ober- und Untergrenze des Frequenzbandes.

Nebenstehende Beispiele zeigen:

- schmalbandiges, im Hörfeld ansteigendes Rauschen
- breitbandiges, im Hörfeld absteigendes Rauschen
- sich im Frequenzband ausdehnendes Rauschen
- Rauschen, das seinen Frequenzumfang verringert



Gebundene Impulse
↗ 08



Gebundenes Rauschen
↗ 09

Miteinander verbundene Komponenten
gleicher Art

Aus unterschiedlichen Komponenten
zusammengesetzte Geräusche



Rauschen mit impulsivem Beginn
↗ 10



Rauschen mit impulsivem Ende
↗ 11

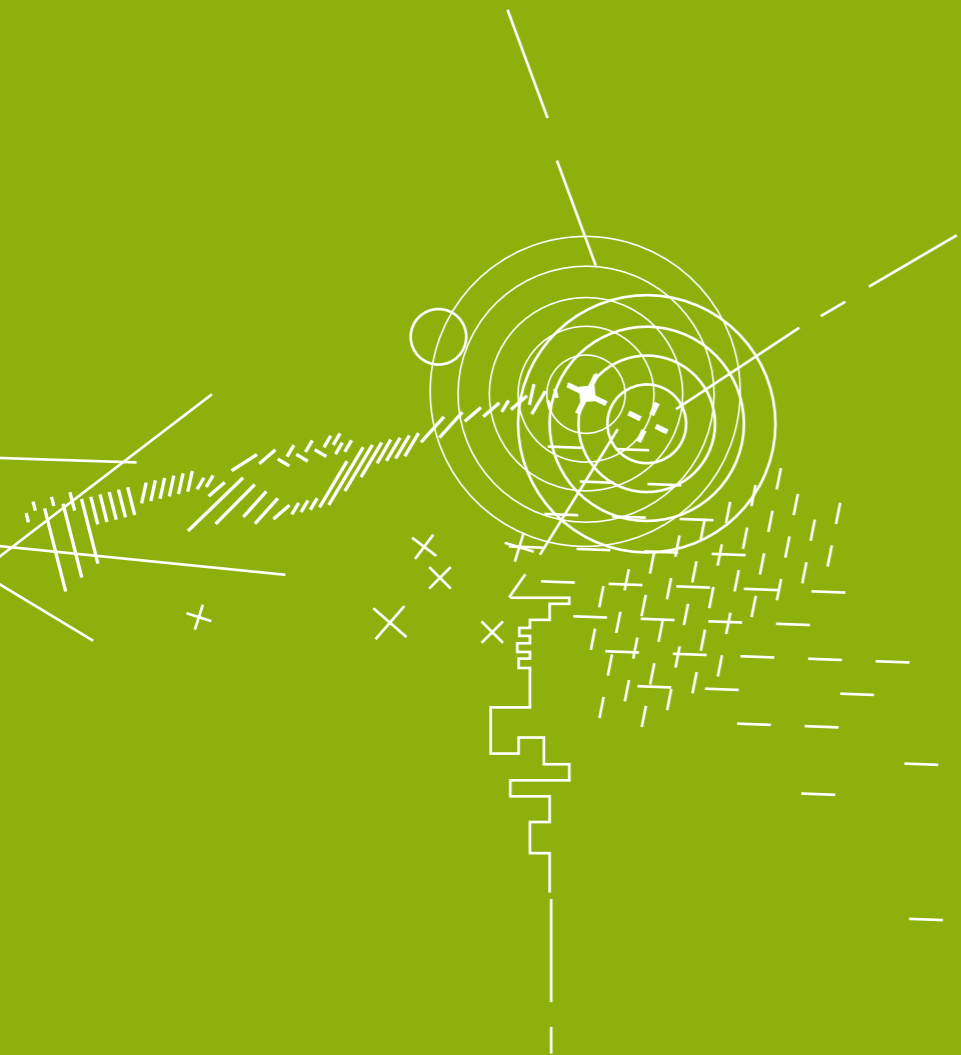


Impulsiv beginnendes und endendes Rauschen
↗ 12

→ Programm der Komponenten-Kombination

Beschreiben isoliert stehende Grundbausteine zunächst nur ein Geräusch in Form eines Impulses oder eines Rauschens, stellen miteinander verbundene Grundbausteine ein Geräusch dar, welches sich aus mehreren Komponenten zusammensetzt. Der aus der Musik bekannte Legato-Bogen determiniert folglich Geräusche, dessen Komponenten zeitlich gebunden sind bzw. ohne Stille aufeinander folgen.

Ein Legato-Bogen verbindet aber nicht nur einen Impuls mit einem Rauschen und umgekehrt, sondern kann auch gleiche Komponenten miteinander verbinden; beispielsweise mehrere aufeinanderfolgende Impulse.



EIGENSCHAFTEN DER LAUTHEIT

Im Gegensatz zu den in dB[A] angegebenen Lautstärkepegeln berücksichtigt der psychoakustische Parameter der Lautheit neben dem Schalldruckpegel zusätzlich die spektrale Verteilung und das Zeitverhalten eines Schalls. So wird die Intensität der Lautstärke auf das Lautstärkeempfinden des Menschen angeglichen. Ein Beispiel für die Verschiedenheit der zwei Parameter ist, dass bereits eine geringe Änderung eines niedrigen Lautstärkepegels zu einer Verdoppelung der empfundenen Lautheit führen kann.¹

Für die Charakterisierung von Geräuschen ist das Beschreiben der Lautstärkeempfindung ein wichtiger Bestandteil, da beispielsweise Geräusche großer Lautheit vom menschlichem Gehör als unangenehm und störend wahrgenommen werden. Des Weiteren ist das Kriterium der Lautheit bedeutend, um Geräusche ähnlichen Charakters miteinander vergleichen zu können und um die Verdeckung eines Geräusches durch ein weiteres beschreiben zu können.²

Das grafische Element der Lautheit orientiert sich an der gängigen Darstellungsform der Lautstärke, wie sie bei unzähligen Pegelskalen Verwendung findet. Das Ablesen der Lautheit fällt somit auch Laien des Rauschkribo sehr leicht.

1. vgl.: Zwicker, Eberhard und Fastl, Hugo: „Psychoacoustics. Facts and Models“. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1990, Seite 181 f.
2. op. cit. Seite 180.

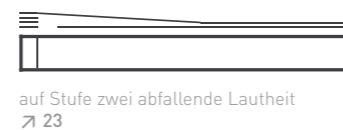
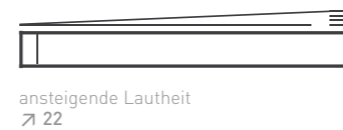
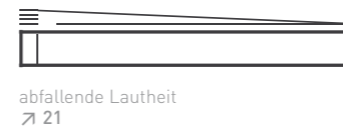
→ Lautheit





Lautheitsstufen in Form von kleinen horizontalen Linien; angewendet auf Impulse und Rauschen

Anwendungsbeispiele für das Notieren eines Rauschen mit temporaler Änderungen der Lautheit



→ Programm der Lautheit

Vier horizontale Linien über dem Grundbaustein des Impulses und des Rauschens geben Aufschluss über die Lautheit eines Geräusches. Wird hingegen keine Linie notiert, stellt dies generell ein Rauschen ohne Angaben zur Lautheit dar. So kann zum schnellen Notieren auch auf die Lautheit verzichtet werden. Kommen weitere grafische Notationen zu einem Grundbaustein hinzu, verschiebt sich die Notation für Lautheit einfach ein Stück nach oben.

Die vertikale Höhe einer seitlich aus einem der vier Linien austretenden langen Linie notiert den zeitlichen Verlauf der Lautheit. Fällt oder steigt diese Linie, wird zur besseren Lesbarkeit der Steigung zusätzlich die Grundlinie innerhalb des Abschnitts der Steigung notiert. Wird die Lautheit eines Geräusches eingebledet und erreicht diese gegen Ende die größte Lautheit, werden die Lautheitsstufen am rechten Ende des Rauschens notiert. Wird hingegen bei lang andauerndem Rauschen nur auf die Notation der vier einzelnen Linien über dem Grundbaustein zurückgegriffen, beschreibt dies ein Rauschen gleichbleibender Lautheit.

KLANGFARBE UND SCHÄRFTE

Die spektrale Verteilung – also Anteile an hohen, mittigen und tiefen Frequenzen – umschreibt den Basis-Charakter bzw. die Klangfarbe eines Geräusches.¹ Schärfe ist ein Begriff der Psychoakustik und bringt den Anteil hoher Frequenzen zum Ausdruck², welcher zu einer unangenehmen, als scharf und schrill empfundenen Geräuschempfindung führt.³ Ein Beispiel für ein scharfes Geräusch ist das Kreischen von Kreide auf einer Tafel.

Das Kriterium der Schärfe ist für die Entwicklung einer Sprache, die ein Geräusch ansatzweise intuitiv charakterisierbar machen will, unbedingt erforderlich. Um ein Maximum an intuitiv erkennbaren Gemeinsamkeiten zwischen grafischer Notation und akustischem Geräusch zu erreichen, ist die grafische Notation der Schärfe auf synästhetische Bezüge zwischen Akustischem und Visuellem aufgebaut.

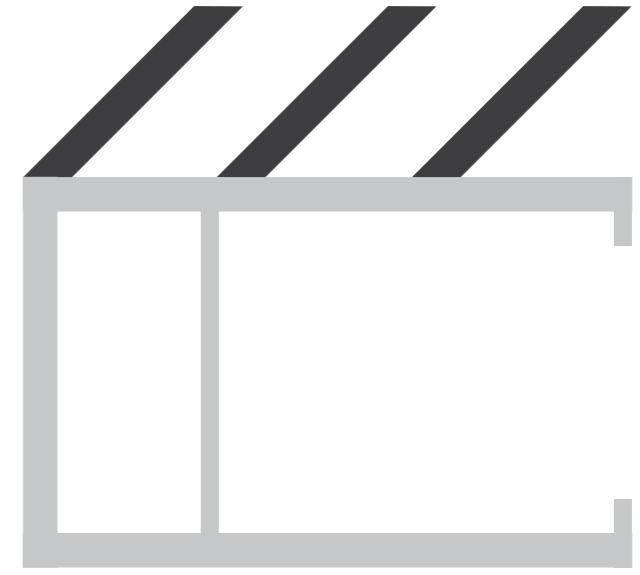
Um Geräusche einfacher transkribieren zu können, wird die spektrale Verteilung in einem Geräusch durch fünf Schärfegrade dargestellt. So wird ein hoher Schärfegrad durch eine ansteigende Linie notiert. Hier gibt es eine Parallele zwischen der spektralen Verteilung [ansteigendes Spektrum] und dem grafischen Zeichen für Schärfe. Ein abfallendes Spektrum wird dementsprechend aber nicht mit einer abfallenden Linie gekennzeichnet, sondern als nicht vorhandene Schärfe notiert. Diese, auf synästhetische Empfindung von Schärfe hin

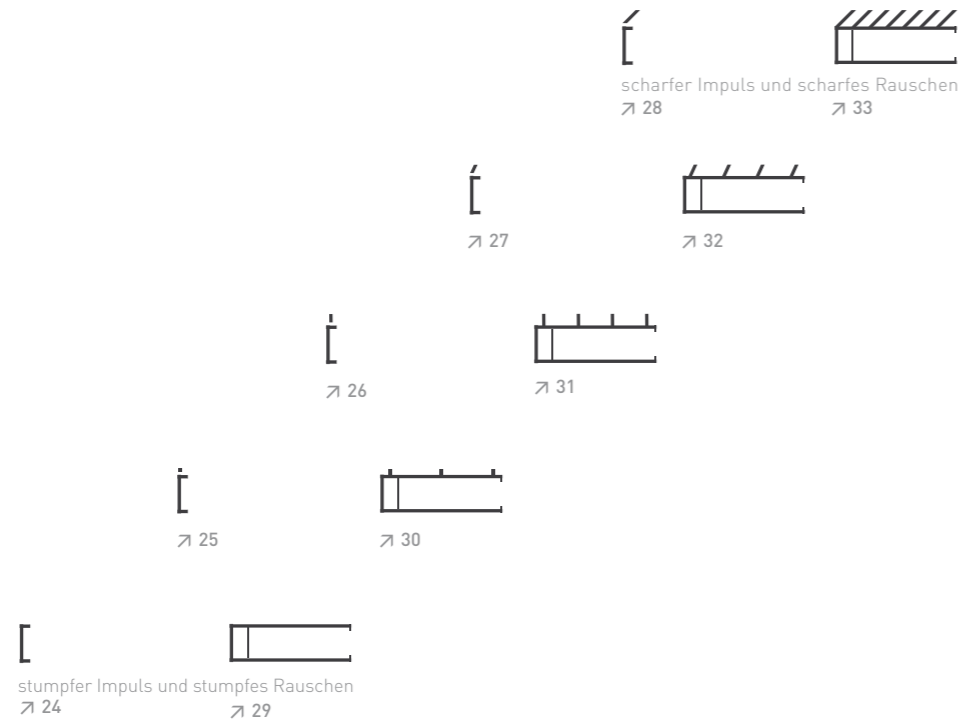
konzipierte Darstellungsform ist intuitiv leichter erfassbar und zudem leichter notierbar.

Zusätzlich zur Notation von Rauschen mit konstant bleibender Schärfe hält das Rauschskribo Zeichen zur Darstellung von Schärfemustern bereit. Periodisch auftretende und zeitlich zufällige spektrale Veränderungen eines Rauschens lassen sich dadurch einfach notieren.

1. vgl. Brech, Martha: „Rauschen: Zwischen Störung und Information“. In: Sanio, Sabine [Hg.] und Scheib, Christian [Hg.] für den Österreichischen Rundfunk: „Das Rauschen“. Hofheim: Wolke Verlag, Seite 102 f.
2. Spektrum eines als scharf empfundenen Rauschens: **➤ Tafel 05**
3. vgl.: Zwicker, Eberhard und Fastl, Hugo: „Psychoacoustics. Facts and Models“. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1990, Seite 231 ff.

→ Schärfe





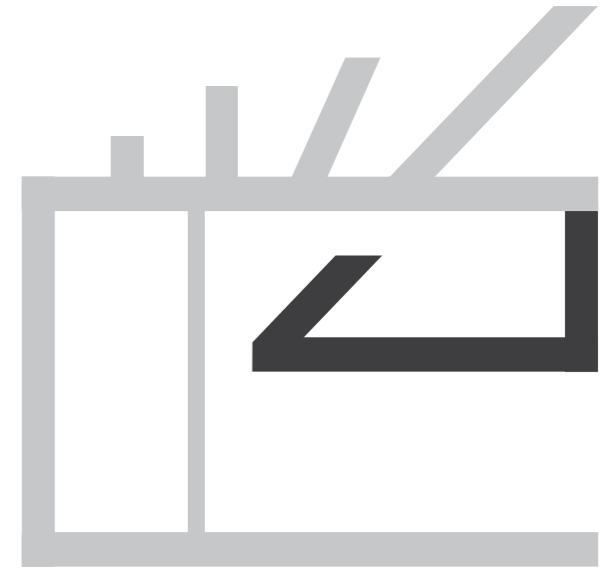
Fünf Schärfegrade angewendet auf den Grundbaustein des Impulses und des Rauschens

→ Programm der Schärfe

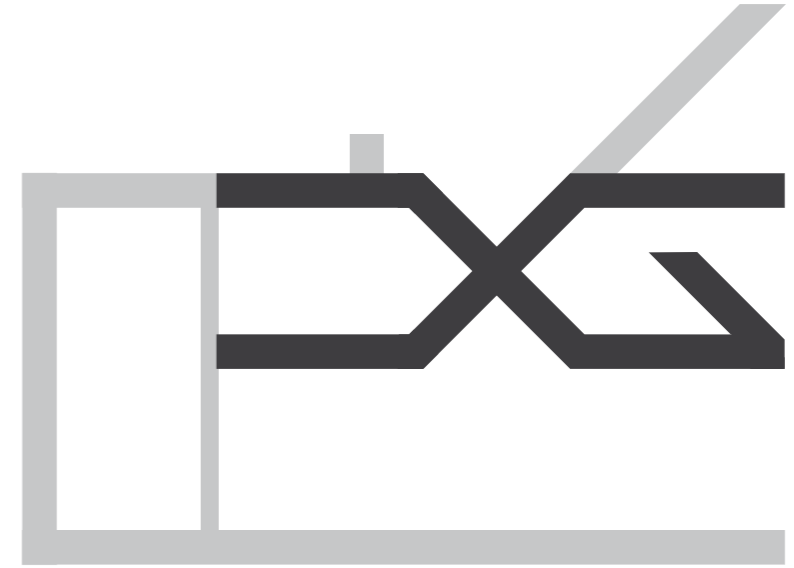
Der Schärfegrad eines Geräusches lässt sich oberhalb der Grundbausteine in Form eines bzw. mehrerer kleiner Linien notieren. Fünf Stufen beschreiben die wichtigsten Charakteristika eines Spektrums innerhalb der notierten Bandbreite eines Impulses oder Rauschens. Die Schärfegrade reichen von stumpf bis scharf:

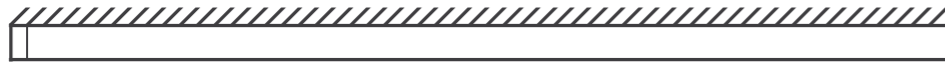
- stumpf: verschwindend geringer Anteil an hohen Frequenzen
- mehr Anteile an tiefen als an hohen Frequenzen
- gleichmäßige spektrale Verteilung innerhalb des Frequenzbandes
- mehr Anteile an hohen als an tiefen Frequenzen
- scharf: verschwindend geringer Anteil an tiefen Frequenzen.

→ Schärfemuster



→ zufällige Schärfeverteilung





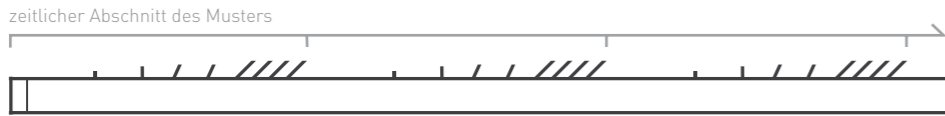
gleichbleibende Schärfe
↗ 34



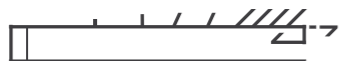
Kürzel für gleichbleibende Schärfe



Beispiel der langen Schreibweise konstanter Schärfe und die dazugehörige Kurhandnotation



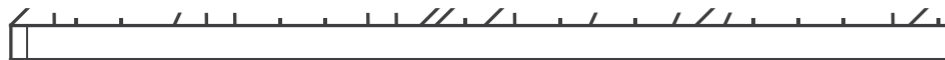
sich wiederholendes Schärfemuster
↗ 35



Kürzel für ein sich wiederholendes Schärfemuster



Lange Schreibweise eines sich wiederholenden Schärfemusters und die entsprechende Kurhandnotation



unregelmäßige Schärfeverteilung
↗ 36



Kürzel für unregelmäßige Schärfeverteilung



Beispiel zufälliger Schärfeverteilung und entsprechende Kurhandnotation

→ Kurzhandnotation für gleichbleibende Schärfe

Oberhalb des Grundbausteins notierte Schärfegrade in Kombination mit dem Kürzel für lange andauerndes Rauschen stellt das grafische Kürzel für lange andauerndes Rauschen mit konstanter Schärfe dar.

→ Kurzhandnotation für Schärfemuster

Mit Hilfe des grafischen Zeichens zur Benennung eines Musters lassen sich periodisch auftretende Änderungen des Schärfegrades schnell notieren. Der Abstand des Wiederholungszeichens zum Grundbaustein des Rauschens definiert hierbei die Dauer des Schärfemusters. Die auf diesem Abschnitt notierten Schärfegrade charakterisieren das Schärfemuster eines Rauschens.

Oberhalb des Zeichens für die zeitlich zufällige Verteilung des Schärfegrades, lassen sich die zwei Extreme der in einem Rauschen enthaltenen Schärfegrade notieren. Um exakte zeitliche Änderungen der Schärfe zu notieren, eignet sich das nebenstehende Kürzel jedoch nicht, da die einfache Darstellungsform den Informationsgehalt stark reduziert. Es bietet allerdings die Möglichkeit, zufällig auftretende Schärfegrade mit einem einfachen Zeichen notieren zu können.

KENNZEICHEN DER RAUIGKEIT

Schnelle periodische Schwankungen der Lautstärke werden vom menschlichen Ohr als rau empfunden.¹ Da Hüllkurvenschwankungen ein an die Zeit gebundenes Phänomen sind,² bringt der psychoakustische Parameter der Rauigkeit den zeitlichen Charakter eines Rauschens zum Ausdruck.

Raue Geräusche treten bei Hüllkurvenschwankungen mit Frequenzen zwischen 20 und 250 Hz auf und erreichen bei etwa 70 Hz einen maximalen Grad an Rauigkeit.³ Das Rauigkeitsempfinden ist also pyramidal aufgebaut, da Hüllkurvenschwankungen bei 70Hz einen maximalen Grad an Rauigkeit hervorrufen; bei niedrigerfrequenten als auch höherfrequenten Hüllkurvenschwankungen hingegen fällt der Grad der empfundenen Rauigkeit ab. Ein Beispiel für ein raues Geräusch ist das Brummen und Sirren eines alten Elektrorasierers oder das Knattern eines Mopeds.⁴

Das Kriterium der Rauigkeit ist – ähnlich dem der Schärfe – geeignet für die intuitive Charakterisierung von komplexen Schallereignissen. Auch sie bedient sich synästhetischer Bezüge zwischen taktilen und akustischen Erfahrungen. Diese synästhetische Verwandtschaft wird in der Notation ausgeschöpft. Der notierte Grad der Rauigkeit eines Rauschens ist aus diesem Grund auch für mit

dem Rauschkribo nicht Vertraute schnell zu erfassen und zu verstehen.

Das Rauschkribo hält außerdem Zeichen zur Umschreibung periodischer und zufälliger Rauigkeitsveränderungen bereit. Eine klare, und vor allem einfachere Umschreibung von Geräuschmustern wird dadurch ermöglicht.

1. vgl.: Zwicker, Eberhard und Fastl, Hugo: „Psychoacoustics. Facts and Models“. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1990, Seite 231 ff.

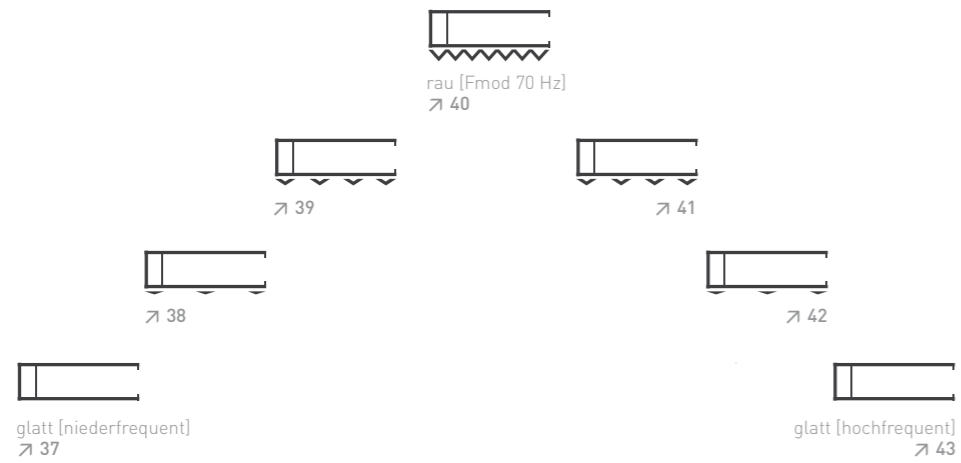
2. Hüllkurvenschwankung: ↗ **Tafel 12**

3. op. cit. Seite 231.

4. Sounddesign: „Psychoakustik - Tour“.
URL: <http://www.sounddesign.net/psycho.htm>
[Stand: 10. Januar 2008].

→ Rauigkeit





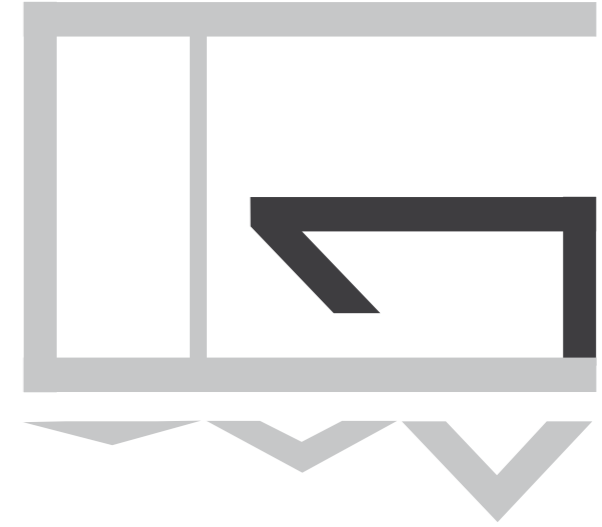
Pyramidaler Aufbau des Rauigkeitsempfindens

→ Programm der Rauigkeit

Da es sich bei Rauigkeit um eine zeitliche Eigenschaft eines Geräusches handelt, wird die grafische Notation der Rauigkeit nur auf das Zeichen für Rauschen angewandt. Je rauer ein Rauschen, desto ausgeprägter wird die Dreiecks-Welle unterhalb des Zeichens notiert. Insgesamt lassen sich vier voneinander unterscheidbare Stufen der Rauigkeit notieren.

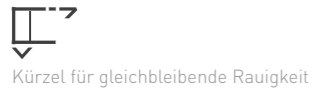
Das Kriterium der Rauigkeit ist auf Impulse nicht anwendbar. Impulse einer Wiederholfrequenz von mehr als 5 Hz werden nicht mehr als einzelne Ereignisse, sondern als ein raues Rauschen wahrgenommen.

→ Rauigkeitsmuster

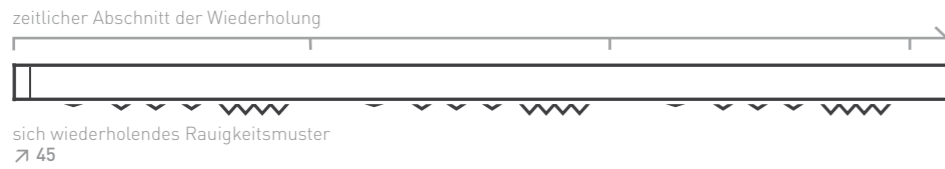


→ zufällige Rauigkeitsverteilung





Beispiel zeigt die lange Schreibweise gleichbleibender Rauigkeit und die dazugehörige Kurhandnotation



Schreibweise eines sich wiederholenden Rauigkeitsmusters und dazugehörige Kurhandnotation



Beispiel für die zufällige Rauigkeitsverteilung und die entsprechende Kurhandnotation

→ Kurzhandnotation gleichbleibender Rauigkeit

Unterhalb des Grundbausteins notierte Rauigkeitsstufen in Kombination mit dem Kürzel für lange andauerndes Rauschen stellt das grafische Kürzel für lange andauerndes Rauschen mit konstanter Rauigkeit dar.

→ Kurzhandnotation eines Rauigkeitsmusters

Der Abstand des Wiederholungszeichens vom Grundbaustein des Rauschens definiert die zeitliche Dauer des Musters. Die auf diesem Abschnitt notierten Rauigkeitsstufen beschreiben die zeitliche Verteilung der Rauigkeit innerhalb des Rauigkeitsmusters.

Unterhalb des Zeichens für unregelmäßige Rauigkeitsverteilungen notierte Rauigkeitsstufen geben Auskunft über die minimale und maximale auftretende Rauigkeit eines Rauschens. Ähnlich dem Zeichen für unregelmäßige Schärfegrade, eignet sich das nebenstehende Kürzel nicht zur detaillierten Umschreibung der Rauigkeit, da auch hier die einfache Darstellungsform den Informationsgehalt erheblich reduziert. Es bietet allerdings die Möglichkeit, zufällige Rauigkeitskonstellationen mit einem einfachen Zeichen notieren zu können.

DER TON ALS KOMPONENTE

Beschreibt die Schärfe nur die approximierte Verteilungen der Frequenzen in einem Spektrum, so gibt die Kenngröße des Tongehaltes an, ob einzelne Frequenzen oder Frequenzgruppen innerhalb des Spektrums besonders ausgeprägt sind.¹ Ist dies der Fall, enthält das Rauschen tonale Komponenten.² Zur Veranschaulichung ein Beispiel: Klopft man mit einem Löffel gegen ein Glas, so hört man zunächst ein impulsives Geräusch. Doch nur wenige Bruchteile von Sekunden später entfaltet sich, je nach Beschaffenheit des Löffels und des Glases, ein längere Zeit andauernder Ton bzw. Klang.

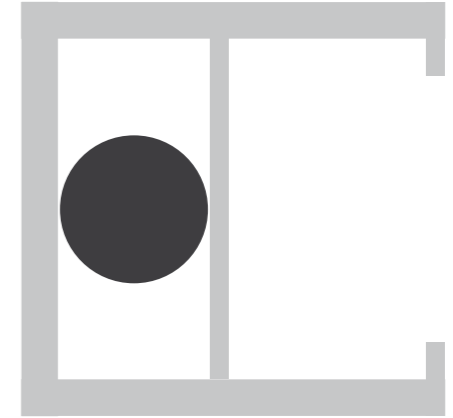
Die Eigenschaft des Tongehaltes ist das dritte wichtige Kriterium zur Charakterisierung von Schallereignissen. Auch der Tongehalt und das korrespondierende grafische Zeichen, so wie es im Rauschkribo Verwendung findet, haben einen synästhetischen Bezug zueinander. Klänge und Töne werden im Gegensatz zu Geräuschen als rund und abgeschlossen empfunden, woran sich auch die gestalterische Umsetzung des Zeichens für den Tongehalt orientiert.

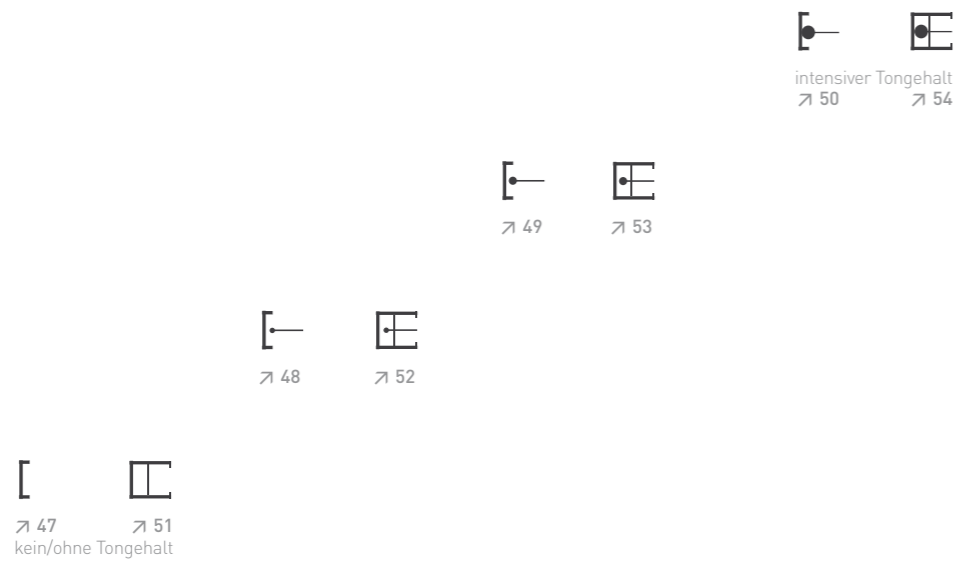
Der Tongehalt wird in Form eines Punktes notiert. Das widerspricht zwar der physikalischen Eigenschaft des Tongehaltes, da ein geringer Tongehalt durch viele nebeneinander liegender Frequenzen innerhalb eines Spektrums beschrieben wird und folglich als Rauschen sehr schmaler Bandbreite. Demnach müsste die grafische Einheit

des Tongehaltes – ähnlich dem Zeichen für Rauschen – eine vertikale Ausdehnung beschreiben, die Rückschlüsse auf die Breite dieses Frequenzbandes zulässt. Das Rauschkribo nutzt nichts desto trotz zur Darstellung des Tongehaltes einen Punkt, der je kleiner er dargestellt wird, einen geringeren Tongehalt definiert. Dies eröffnet die Möglichkeit, bei Geräuschen ohne Tongehalt ganz auf dieses Notations-Element verzichten zu können. Zudem lässt ein Punkt eindeutige Rückschlüsse auf die Tonhöhe eines Grundtons zu und stellt somit den Grenzübergang zum konventionellen Notensystem dar.

1. Abbildung der spektralen Verteilung eines Rauschens mit ausgeprägtem Tongehalt: **Tafel 04**
2. Sounddesign: „Psychoakustik - Tour“.
URL: <http://www.sounddesign.net/psycho.htm>
[Stand: 10. Januar 2008].

→ Tongehalt





Steigerung des Tongehalt von keinen Anteil an tonalen Komponenten bis hin zu sehr ausgeprägten Anteilen an Tönen

→ Programm des Tongehaltes

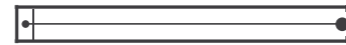
Die Größe eines Punktes innerhalb des Grundbausteins kennzeichnet den Tongehalt in einem Geräusch. Die vertikale Position des Punktes definiert die Tonhöhe, die sich an der Vornotation oder mit Hilfe der Notenlinien ablesen lässt. Eine horizontale Linie, welche aus dem Punkt austritt, beschreibt die Dauer des Tons. So lassen sich Töne darstellen, die noch andauern, während ein Impuls oder ein Rauschen schon nicht mehr zu hören ist.



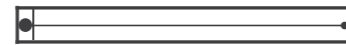
eintretender Tongehalt
↗ 55



sich verlierender Tongehalt
↗ 56



zunehmender Tongehalt
↗ 57



abnehmender Tongehalt
↗ 58

Darstellungsformen zeitlicher Änderungen
des Tongehaltes



Übergang von Rauschen zu Einzelton
↗ 59



Übergang von Einzelton zu Rauschen
↗ 60

Darstellungsformen für Übergänge zwischen
Rauschen und einem Einzelton

→ zeitliche Änderung des Tongehaltes

Zur Beschreibung eines sich ändernden Tongehaltes innerhalb eines Rauschens dient die aus einem Zeichen für Tongehalt austretende Linie. Zwei in der Größe unterschiedliche Punkte am Ende dieser Linie definieren den Tongehalt, der zeitlich innerhalb der zwei Grenzen entweder ansteigt oder abfällt. Beginnt oder endet diese Linie ohne einen dieser Punkte, bedeutet dies, dass der Tongehalt eintritt bzw. ein Rauschen seinen Tongehalt völlig verliert.

→ Übergänge eines Rauschen in Einzeltöne

Nebenhende Zeichen ermöglichen die Darstellung von Übergängen zwischen Tönen und Rauschen. Hierbei lassen sich sowohl Übergänge von Rauschen zu Einzeltönen als auch Übergänge von Einzeltönen zu Rauschen notieren.



DIE INTERGRATION
VON
EINZELTÖNEN

WIE EINZELTÖNE GRAFISCH NOTIERT WERDEN

Um auch der Notation von Einzeltönen in Kombination mit der Darstellung von Geräuschen gerecht zu werden, bedarf es einer gewissen Überarbeitung der konventionellen Notenschrift. Erst Hierdurch lassen sich Zusammenhänge zwischen Geräuschen und einzelnen Tönen besser erkennen und analysieren.

Die musikalische Dauer innerhalb der Zwölfton-Notenschrift, je nach Notenwert grafisch in Form einer kleinen Ellipse mit vertikal austretender Linie dargestellt, weist keine horizontale Ausdehnung auf. Diese ist hingegen für das sinngemäße Notieren von Tönen innerhalb des Rauschkribo wichtig, da viele Geräusch-Charakteristika in eben genau dieser horizontalen Ausdehnung notiert werden. So beispielsweise auch der zeitliche Verlauf der Bandbreite und des Tongehaltes.

Einzeltöne weisen deshalb innerhalb der Notation für Geräusche eine horizontale Ausdehnung auf, die den Verlauf eines Tons im Zeitkontinuum beschreibt. So lassen sich zeitliche Frequenzänderungen notieren und in einen logischen Bezug zu notierten Geräuschen stellen. Im Gegensatz zum Rauschen, haben Einzeltöne nicht viele, nahe aneinander liegende Frequenzen in Form eines Frequenzbandes, sondern – im Idealfall eines harmonischen Tons – eine einzige Frequenz und deren

ganzzahlige Vielfache [sog.: Harmonische].¹ Aus diesem Grund wird die Tonhöhe in Form eines Punktes notiert, dessen vertikale Position auf genau eine Frequenz schließen lässt. Die zeitliche Dauer von Einzeltönen wird im Gegensatz zum Rauschen, welches zwei Linien zur Beschreibung der zeitlichen Ausdehnung voraussetzt, folglich nur mit einer Linie dargestellt.

Jedoch lassen sich zunächst nur approximierte Tonhöhen im Rauschkribo anhand der Frequenzachse ablesen. Ein lokalisierter Punkt innerhalb des Bezugssystems gibt dennoch recht genaue Auskunft, ob es sich bei einem Ton um einen tiefen oder hohen Ton handelt. Die vertikale Zuordnung der Tonhöhe zur räumlichen Höhe ist eine allgemein-menschliche Ur-Synästhesie.² Töne unterschiedlicher Frequenz werden aufgrund der vertikal aufgebauten Frequenzachse folgerichtig in unterschiedlichen Höhen notiert.

Um auch die aus der Tonleiter der abendländischen Musik bekannten Tonhöhen und Tonintervalle zwischen den Tönen C, D, E, F, G, A und H und deren Halbtöne in unterschiedlichen Oktaven eindeutig notieren und lesen zu können, erlaubt das Rauschkribo das Notieren der zehn Notenlinien als Hilfslinien.³ Die Vornotation besitzt hierfür eine bereits abgetragene Skala, die sich einfach auf den

Weißraum für Notationen übertragen lässt. Dies erlaubt das eindeutige Notieren und Lesen der Tonhöhe eines Tons.

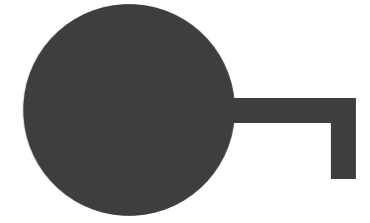
Neben der Dauer und der Tonhöhe wurden weitere Parameter eines Tons aus zeitlichen Gründen in dieser Arbeit nicht behandelt. Denkbar neben Notationsformen für Lautheit und Rauigkeit ist sicherlich auch eine grafische Sprache zur Umschreibung der Oberton-Charakteristik eines Tons. Diese könnte ähnlich dem Programm für Schärfe, welches bei der Notation von Geräuschen Verwendung findet, spektrale Eigenschaften umreißen und in Form einer grafischen Erweiterung zu dem Zeichen für Einzeltöne leicht notierbar sein.

1. Abbildung der spektralen Verteilung: ↗ Tafel 03

2. vgl.: „Intermodale Analogien“. In: Haverkamp, Dr. Michael: „Visualisierung auditiver Wahrnehmung – historische und neue Konzepte. Ein phänomenologischer Überblick“. Köln: Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Akustik DAGA'03, Aachen, 18.-20.03.2003. URL: http://www.michaelhaverkamp.mynetcologne.de/visualisierung_text.pdf. [Stand: 11.01.2008].

3. Gilt nur bei der im Sinne der internationalen Stimmtonkonferenz festgelegten und nach ISO 16 standardisierten Temperierung des Kammertons A4 mit 440 Hz.

→ Einzelton





Ton kurzer Dauer [→ 200 ms]
↗ 61



Ton mittlerer Dauer [500 ms]
↗ 62



Ton langer Dauer [2 s]
↗ 63

Einzelöne unterschiedlicher Dauer

→ Programm der zeitlichen Dauer

Nebenstehende Zeichen verdeutlichen die grafische Darstellung der zeitlichen Dauer von Einzelönen. Die Linie, die seitlich aus dem Punkt hervortritt, erstreckt sich horizontal über eine variable Länge und definiert mit einem kleinen Haken an der rechten Seite das Ende eines Tons.

Darstellungsformen für sehr lange Töne



Kürzel für einen sehr lange andauernden Ton

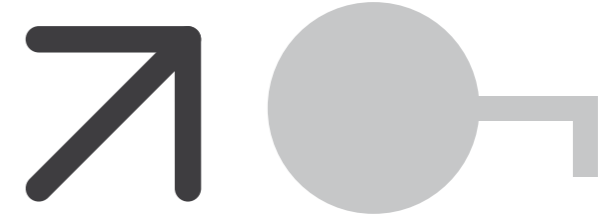


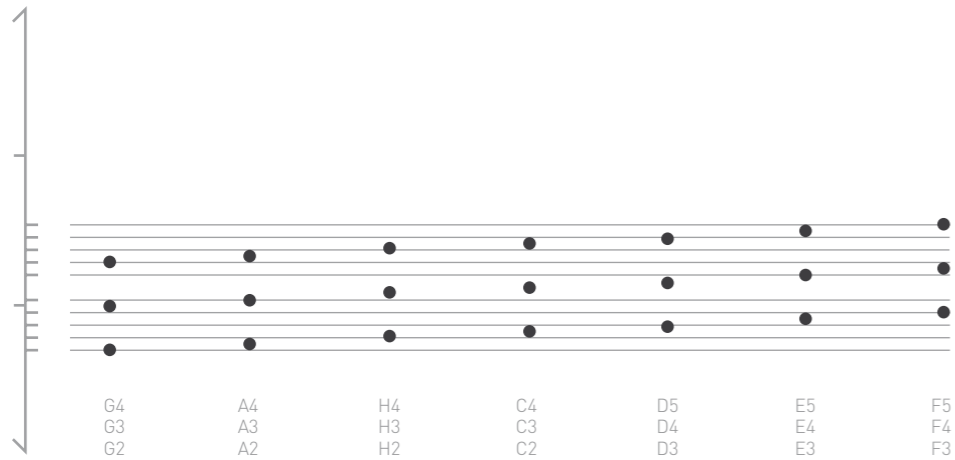
Kürzel für einen lange andauernden, sich ändernden Ton

→ Kurzhandnotation für lange Töne

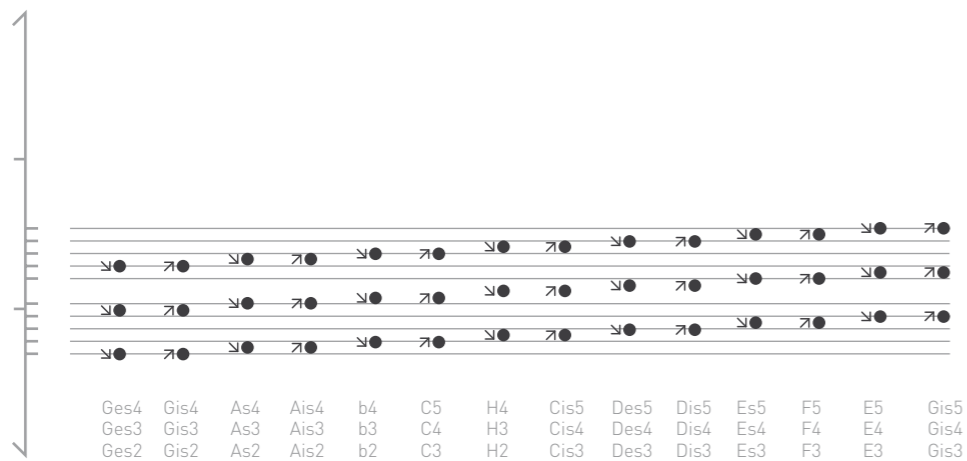
Die einfache Schreibweise für sehr lange Töne dient der besseren Notierbarkeit und schafft ein durchsichtigeres Schriftbild. Ein kleiner Punkt mit einem gegen die Leserichtung weisendem Pfeil markiert hierbei das Ende eines Tons. Das grafische Element des Punktes hilft bei der Unterscheidung zwischen der Kurzhandnotationen für Töne und der Kurzhandnotation für Geräusche.

→ Halbtöne





Die aus der Zwölfton-Musik bekannte Anordnung der Stammtöne auf Notenlinien



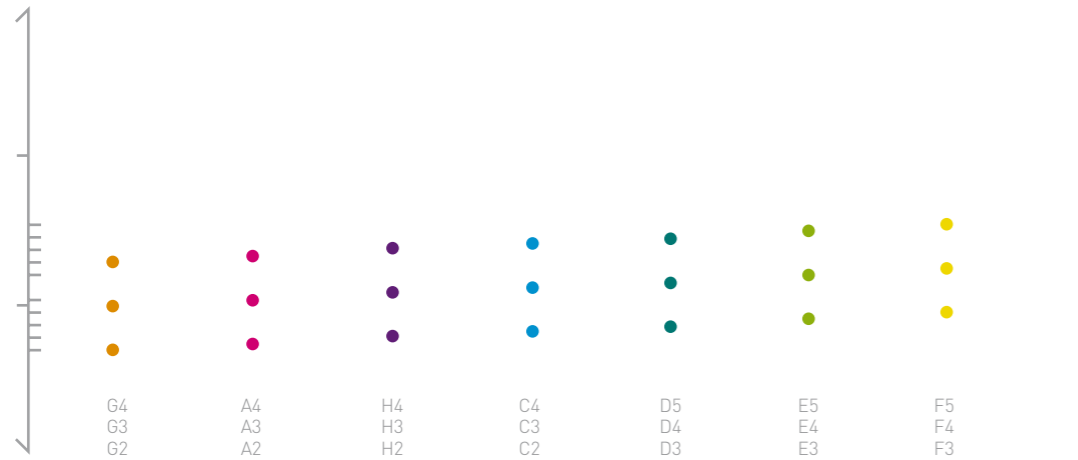
Beispiel für die Darstellung von Halbtönen auf den zehn Hilfslinien der Notenschrift

→ Programm der Tonhöhe

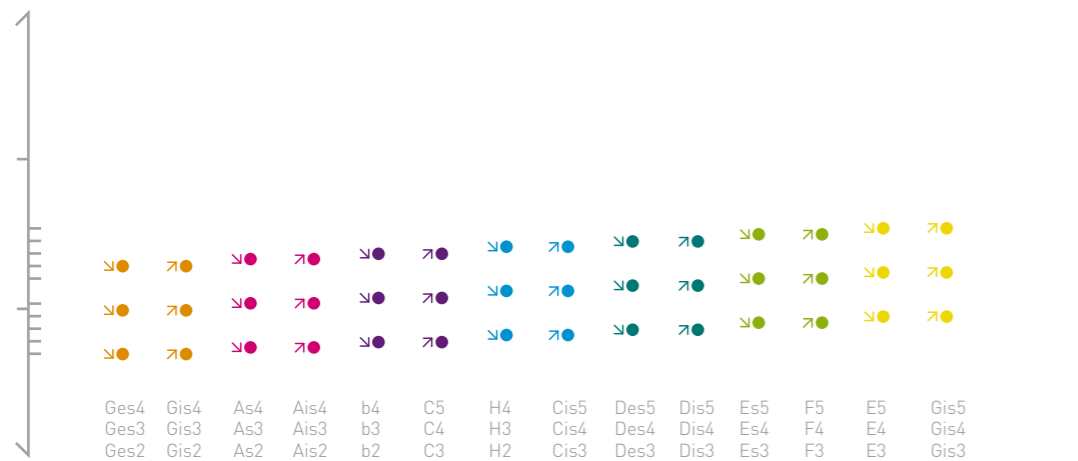
Auch im Rauschkribo lässt sich die Tonhöhe der Töne C, D, E, F, G, A und H – allesamt Stammtöne des Zwölftonsystems – auf Notenlinien notieren. Mit Hilfe der Notenlinien ist die Tonhöhe schnell einzuordnen; folglich ist auch der Stammton eines notierten Einzeltons schnell ermittelbar. Tiefe und hohe Stammtöne, dessen Tonhöhe unterhalb bzw. oberhalb der zehn Notenlinien notiert wird, können mit Hilfe einer oder mehrerer Hilfslinien - wie aus der Zwölfton-Notenschrift bekannt – dargestellt werden.

→ Programm des Halbtons

Ein zusätzliches grafisches Element erleichtert die einfache Determinierung der Halbtöne [Cis, Des | Dis, Es | Fis, Ges | Gis, As und Ais, B]. Ein nach unten gerichteter Pfeil vor dem Zeichen für Einzelnote beschreibt in Zusammenhang mit dem Notenliniensystem einen Stammton, dessen Tonhöhe um einen Halbtonschritt herabgesetzt ist. Ein Pfeil nach oben hingegen einen Halbton mit einer Halbtonschritt erhöhten Tonhöhe.



Farbcode zur schnelleren Determinierung der Tonhöhe eines Stammtons

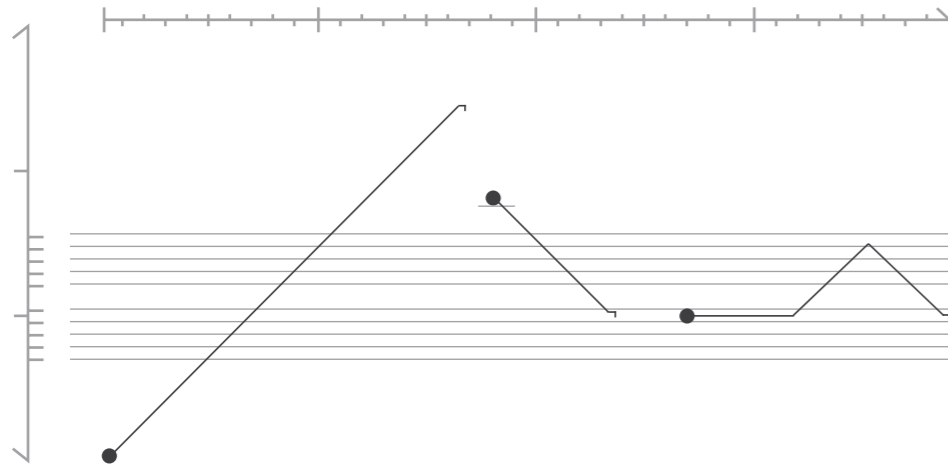


Anwendung des Farbcodes auf die Zusatz-Notation für Halbtöne

→ **Programm der Tonhöhen-Farbcodierung**

Um auch ohne Notenlinien auskommen zu können, bedient sich das Rauschkribo einer Farbcodierung zur Darstellung der Stammtöne C, D, E, F, G, A, und H. Durch das Weglassen der Notenlinien wird die Lesbarkeit der auf Linien-Konstrukte basierenden Zeichen für Geräusche nicht herabgesetzt. Die farblichen Abstufungen sind auch bei kleiner Größe der Zeichen klar unterscheidbar und garantieren das schnelle Erfassen der Tonhöhe der notierten Stammtöne.

Der Farbcode ist auf die Darstellungsform der Halbtöne übertragbar. Hierbei wird auch der nach unten bzw. oben weisende Pfeil in der Farbe des dazugehörigen Stammtons notiert.



Einzelnote mit verschiedenen Änderungen der Tonhöhe
 ↗ 64

→ **Programm der zeitlichen Tonhöhenänderung**

Stellen horizontal austretende Linien aus dem Zeichen für Einzelnote eine gleichbleibende Tonhöhe dar, definieren ansteigende bzw. abfallende Linien eine zeitliche Änderung der Tonhöhe eines Tons.

Nebenstehende Beispiele zeigen:

- tiefer Ton, der zu einem hohen Ton ansteigt
- hoher Ton, der in der Tonhöhe abfällt
- mittiger Ton, mit zunächst konstanter Tonhöhe, die dann ansteigt und wieder abfällt



DIE NOTATION DER MUSIKALISCHEN DAUER

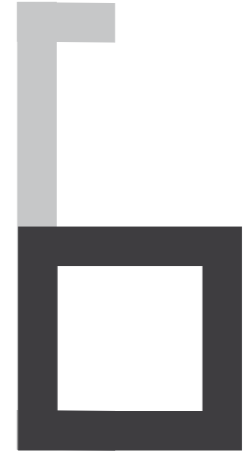
Gegenüber der konstanten Dauer eines Geräusches oder Tons im Zeitkontinuum, lassen sich im Rauschkribo auch musikalische Notenwerte notieren. Dies bietet die Möglichkeit, Töne, Impulse und Rauschen in einen rhythmischen Kontext zu transferieren.

Die Ton- bzw. Geräuschkdauer wird in Form relativ zueinander stehender Zeiteinheiten angegeben. Diese Zeiteinheiten lassen sich jeweils durch zwei teilen, um die nächst kleinere Zeiteinheit auszudrücken, so finden sich Notenwerte in Form von Ganzen, Halben, Vierteln, Achteln usw.¹ Demzufolge dauert das Rauschen einer Viertelnote nur halb so lange wie das Rauschen einer halben Note.

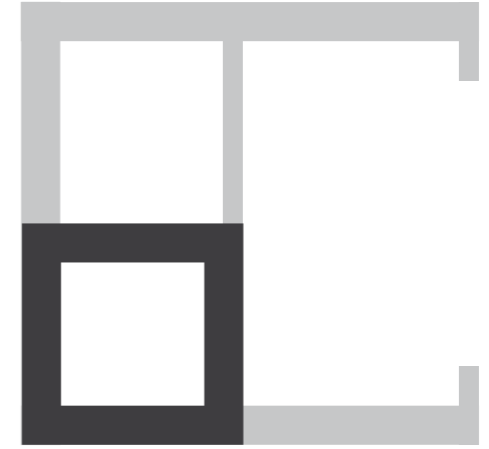
Eine Sonderstellung nimmt bei der Darstellung der Notenwerte der Impuls ein. Seine kurze zeitliche Dauer lässt sich vom menschlichen Gehör nicht weiter unterteilen. Nichts desto trotz hält das Rauschkribo auch bei Impulsen eine Darstellungsform für Notenwerte bereit. Somit definiert der Notenwert eines Impulses den rhythmischen Abstand zu folgenden Geräuschen und Tönen. Der Notenwert gibt hierbei also Auskunft über die Pause zu anderen Impulsen, Rauschen und Tönen.















1. vgl. Heidenreich, Stefan: „Rauschen, filtern, codieren – Stilbildung in Mediensystemen“. In: Sanio, Sabine [Hg.] und Scheib, Christian [Hg.] für den Österreichischen Rundfunk: „Das Rauschen“. Hofheim: Wolke Verlag, Seite 19.









→ Impuls mit Notenwert



→ Rauschen mit Notenwert



-   ganze Note
-   halbe Note
-   Viertelnote
-   Achtelnote
-   Sechzehntelnote
-   Zweiunddreißigstelnote
-   Vierundsechzigstelnote

-   ganze Note
↗ 65
-   halbe Note
↗ 66
-   Viertelnote
↗ 67
-   Achtelnote
↗ 68

Rauschen in verschiedener musikalischer Dauer

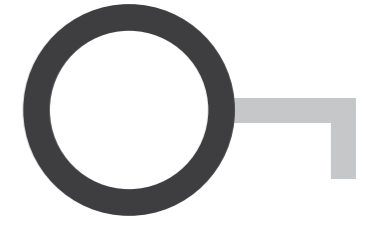
Impulse unterschiedlicher musikalischer Dauer

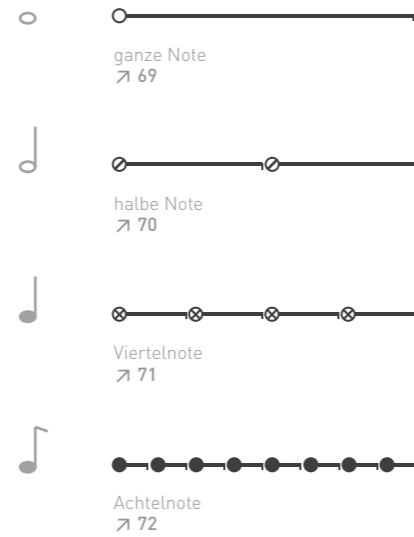
→ Programm des Notenwertes

Ein kleines Rechteck im unteren Teil des Grundbausteins für Rauschen bietet Raum für die Notation musikalischer Dauer. Die hier notierten grafischen Elemente geben Aufschluss über den jeweiligen Notenwert. Die musikalische Dauer tritt bei Rauschen nur bis zu einem Notenwert einer Achtelnote auf, da sehr kurzes Rauschen als Impuls wahrgenommen wird.

Auch der Grundbaustein für Impulse ist erweiterbar um die grafischen Elemente zur Festlegung des Notenwertes. Impulse mit einer maximalen zeitlichen Dauer von etwa 200 Millisekunden können dennoch große Notenwerte annehmen. Dies ist dem besseren Lesefluss gezollt: So sind relative zeitliche Abstände zwischen mehreren Impulsen leicht zu erkennen und das Lesen eines Rhythmus erheblich vereinfacht.

→ Einzelton mit Notenwert



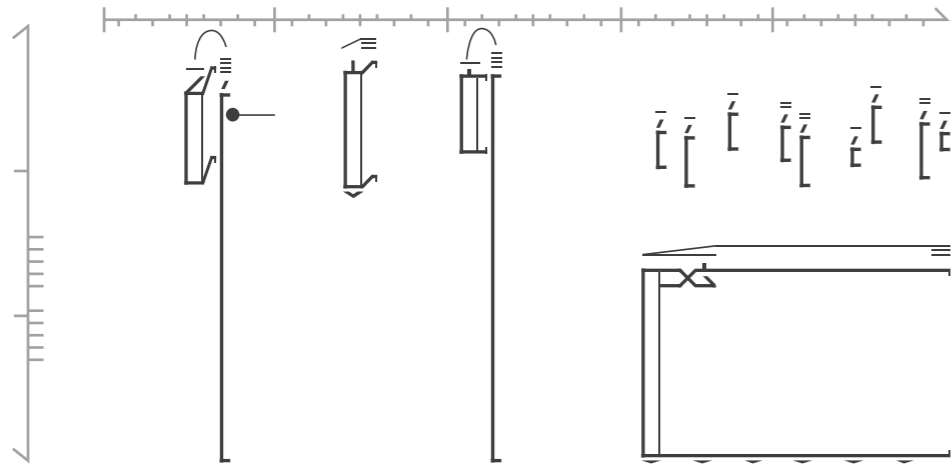


Einzelnote unterschiedlicher
musikalischer Dauer

→ Programm des Notenwertes

Auch Einzelnote können mit grafischen Elementen um die Information des Notenwertes erweitert werden. So lässt sich eine relative musikalische Dauer auch ohne zusätzliche Hilfslinien besser ablesen und die so dargestellten Einzelnote den rhythmischen Kontext leichter erkennen.

Für sehr kurze Einzelnote, dessen Notenwerte kleiner einer Achtelnote sind, hält das Rauschskribo derweil keine Zeichen bereit.

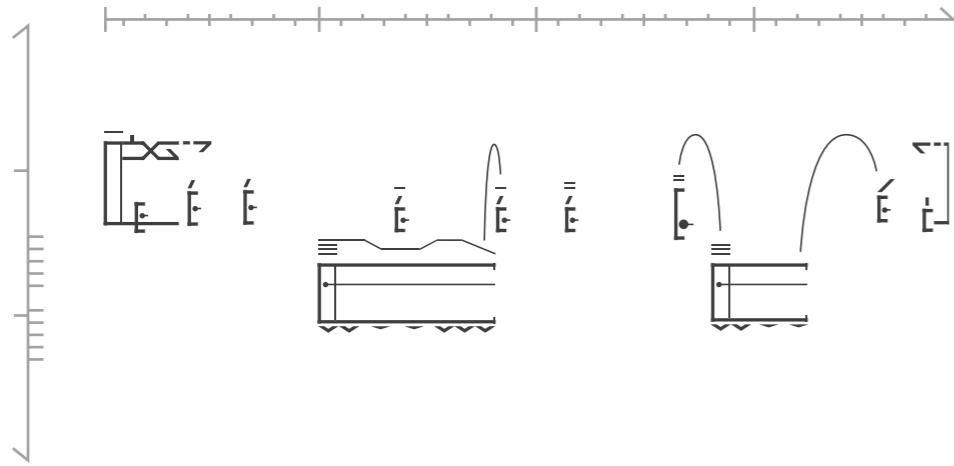


Aufklappen, Zünden und Zuklappen eines Zippo-
Feuerzeuges und Feuergeräusch
73

→ **Beispielnotation für Sound-Design**

Die Notation zeigt die charakteristischen Geräusche eines Zippo-Feuerzeuges. Das metallische Aufklapp-Geräusch wird als kurzes scharfes Rauschen wahrgenommen, dem ein Impuls mit ausgeprägtem Tongehalt in hoher Tonlage folgt. Das Ratschen des Rädchens zum Entzünden des Feuerzeuges wird ebenfalls durch ein Scharfes Rauschen dargestellt, welches mit einem geringen Grad an Rauigkeit innerhalb des hörbaren Spektrums ansteigt. Dem Zuklappen des Zippos folgt ebenfalls ein Impuls

Das Rauschen mit geringer Rauigkeit und die vielen schmalbandigen Impulse, welche ab Sekunde drei dargestellt sind, beschreiben das Geräusch eines Feuers. Die Impulse beschreiben hierbei das Geräusch des Knackens von Funken innerhalb des Feuers.

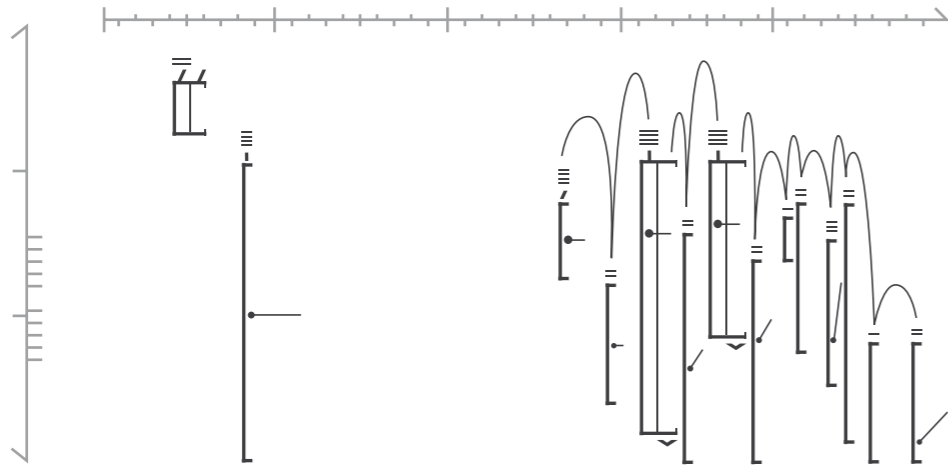


Tropfen und Brodeln einer Kaffeemaschine
74

→ Beispielnotation für Maschinen-Geräusche

Die Geräusche einer Kaffeemaschine können ebenfalls mit Mitteln des Rauschkribo dargestellt werden. Leise tonhaltige Impulse beschreiben hierbei das Tropfen von Wasser in eine Glaskanne. Das Rauschen was bei Sekunde eins und erneut in etwa bei Sekunde zwei erklingt, stellt das Brodeln von Wasser durch den Kaffeefilter dar.

Im Prinzip ist dieses Geräusch nichts anderes als sehr schnell aufeinanderfolgende Impulse, deren Wiederholfrequenz jedoch so hoch ist, dass dieses Geräusch als Rauschen mit relativ hoher Rauigkeit aufgefasst wird. Die Rauigkeit unterliegt jedoch keiner Gleichmäßigkeit, sondern variiert zeitlich. Gleiches trifft auf den zeitlichen Verlauf der Rauigkeit zu.

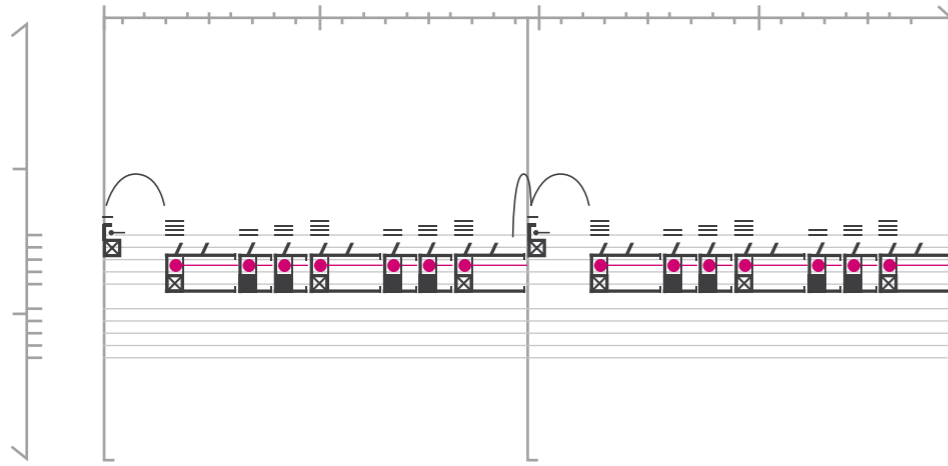


Das Zischen, Öffnen und Einschenken eines Bieres
 75

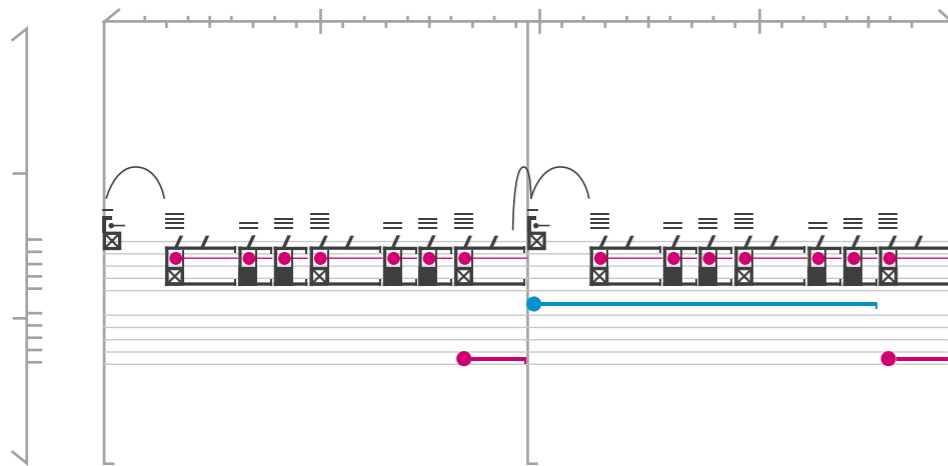
→ **Beispielnotation für Alltags-Geräusche**

Nebenstehende Notation zeigt das Öffnen und Einschenken eines Bieres in ein Glas. Das Öffnen ist recht einfach mit den Zeichen des Rauschkribo zu notieren: Stellt ein kurzes Rauschen mit hohem Schärfegrad das Entweichen der Kohlensäure aus der Bierflasche dar, beschreibt der direkt folgende Impuls mit Tongehalt das Plöpp-Geräusch beim Öffnen.

Die zahlreichen Impulse ab Sekunde zweieinhalb umschreiben das Geräusch des Einschenken des Bieres in einen Glasbehälter. Dieses Geräusch ist sehr komplex und setzt sich aus sehr vielen Impulsen mit z.T. sehr ausgeprägtem Tongehalt zusammen. Diese variieren sowohl in Lautheit, Schärfe und Rauigkeit.



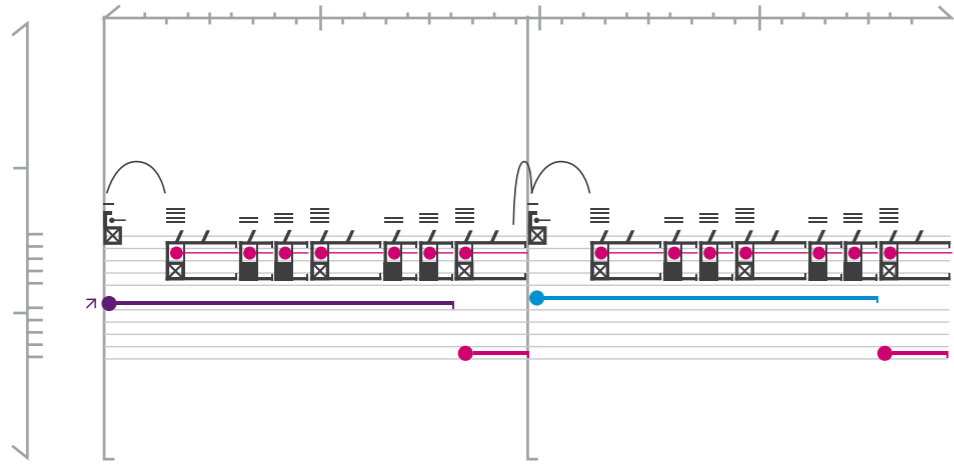
Takt 1 und Takt 2
 ↗ 76



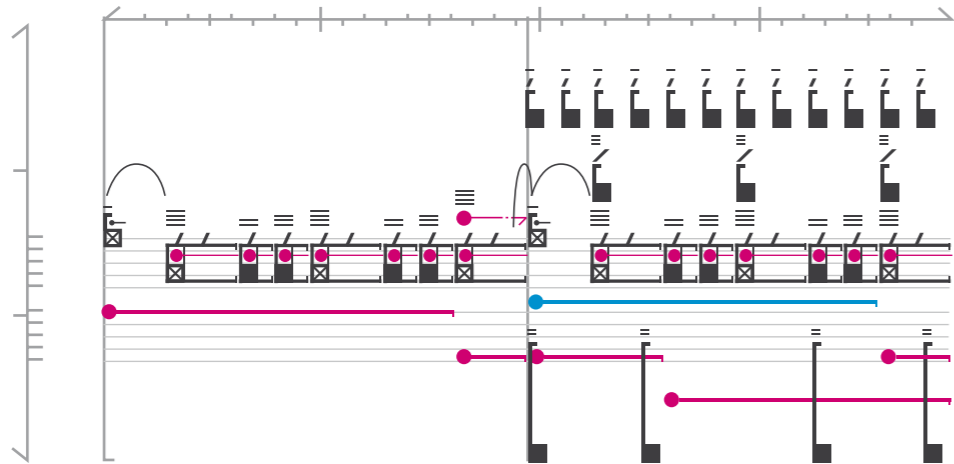
Takt 5 und Takt 6
 ↗ 77

→ **Beispielnotation für „N.L.“ von The Notwist**

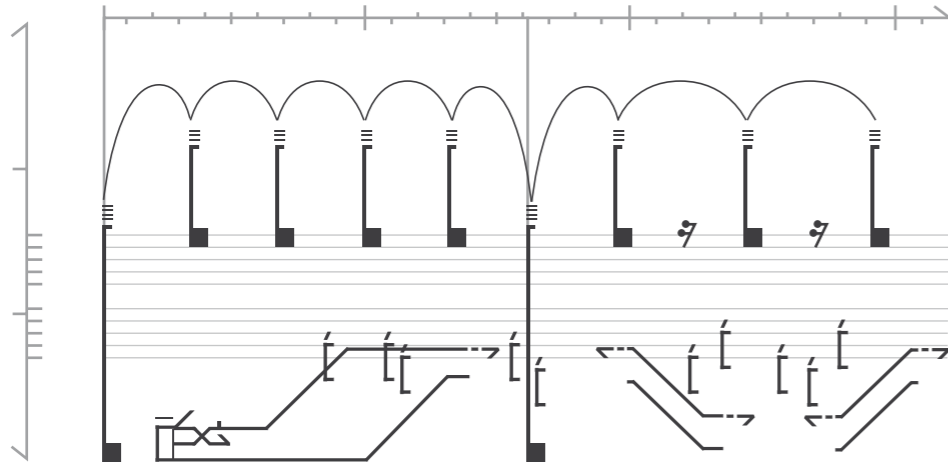
Die Notationen auf dieser und der nächsten Seite zeigen verschiedene Takte aus dem Musikstück „N.L.“ von The Notwist. Hier wird mit Rauschen und Impulsen in viertel und achtel Notenwerten ein Rhythmus beschrieben, der sich konstant durch die Komposition durchzieht. Der Rhythmus des 12/8 Takts wird ab Takt 5 durch Töne einer Gitarre und ab Takt 14 zusätzlich durch Töne eines E-Basses ergänzt. Zudem kommt ab Takt 14 eine Snare-Drum und Bass-Drum eines Schlagzeuges zur Erweiterung des Rhythmus hinzu.



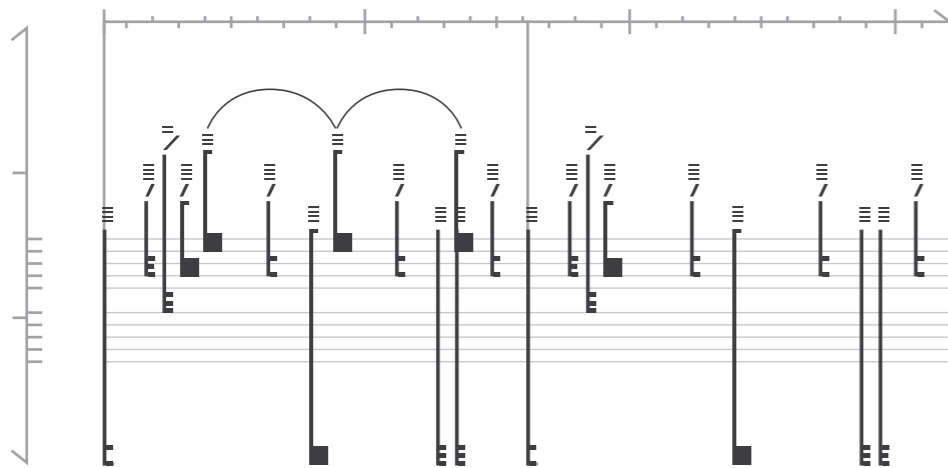
Takt 7 und Takt 8
↗ 78



Takt 13 und Takt 14
↗ 79



Takt 1 und Takt 2
 ↗ 80

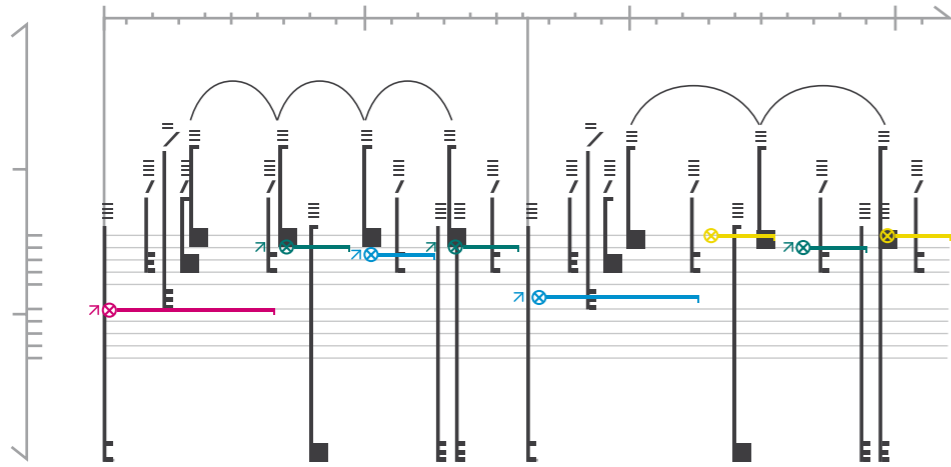


Takt 26 und Takt 27
 ↗ 81

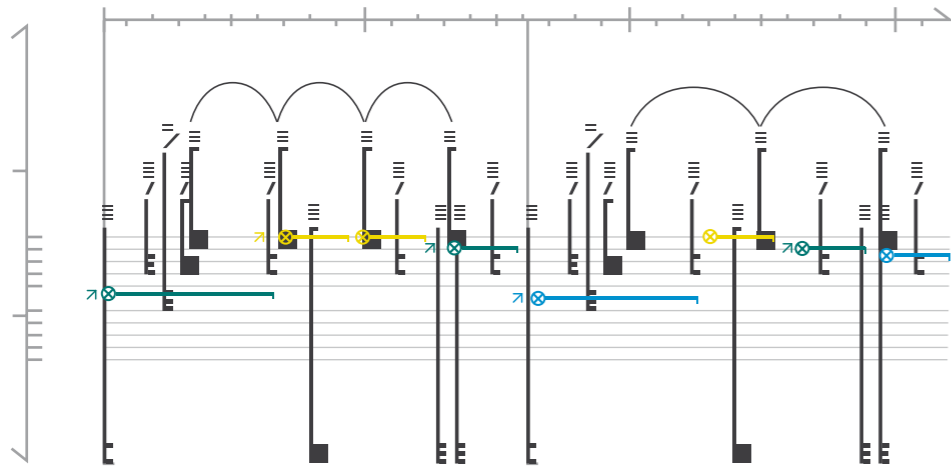
→ Beispielnotation für „15 Step“ von Radiohead

Die folgenden Seiten zeigen die Notation zu dem Musikstück „15 Step“ von Radiohead. Der erste Impuls eines Taktes stellt hierbei die Bass-Drum eines Schlagzeuges dar, die folgenden Impulse hingegen ein Klatsch-Geräusch, welches der Rhythmusbildung dient. Das Rauschen mit zufälligem Schärfemuster und geringer Lautstärke, welches schon im ersten Takt einsetzt, beschreibt das Hintergrund-Geräusch, das sich durch eine Art Kratzen bemerkbar macht.

Ab Takt 26 wird der vorhandene Rhythmus durch weitere Impulse variiert. Die Achtel-Noten werden hier um Sechszehntel und Zweiunddreißstel-Noten erweitert. Ab Takt 28 kommen zudem Töne einer Gitarre dazu, die ebenfalls mit Notenwerten notiert sind, um sie in dem rhythmischen Kontext verstehen zu können.



Takt 28 und Takt 29
 ↗ 82



Takt 30 und Takt 31
 ↗ 83

EIN AUSBLICK IN DIE ZUKUNFT

Der fundierte Unterbau und die daraus entwickelten grafischen Elemente des Rauschkribo, könnten in diversen Bereichen Anwendung finden. Denn das Geräusch spielt nicht allein im Bereich der populären Musik eine wichtige Rolle, sondern auch im Bereich des Sound-Designs und zunehmend im Bereich des Corporate-Sounds.

Das Notieren von Musik ist nach wie vor wichtig für das Analysieren und Verstehen einer musikalischen Komposition. Rauschkribo kann hier die Kluft zwischen der Unzulänglichkeit der konventionellen Notenschrift und der zunehmenden Verbreitung von Geräuschen innerhalb musikalischer Kompositionen schließen.

Im Bereich des Sound-Designs könnte Rauschkribo zu einem durchaus wertvollen Hilfsmittel zur effizienteren Kommunikation innerhalb eines Teams werden. Durch die einfache grafische Sprache könnten schnell Skizzen zur Veranschaulichung einer Sound-Idee angefertigt werden, was effizientere Arbeitsabläufe innerhalb eines Projekts ermöglichen würde.

Große Bedeutung könnte dem Rauschkribo auch im Bereich des Corporate-Sounds und des Audio-Brandings zukommen. Weil sich dieser bisher nicht markenrechtlich schützen lässt,

da im Markenschutz lediglich Dokumentationen in schriftlicher Form akzeptiert werden, könnte eine schriftliche Notation für Geräusche hier ein wichtiges

Instrument zur Etablierung und Wahrung von Schutzrechten darstellen.

Eine vollwertige und ausgereifte Notation für Geräusche lässt sich allerdings nicht innerhalb weniger Monate entwickeln. Rauschkribo bietet zunächst Ansätze, die keinesfalls als voll entwickelt betrachtet werden dürfen. Denn erst die Anwendung und das damit verbundene stetige Optimieren des Systems könnten Rauschkribo zu einer vollwertig ausgereiften Schriftsprache zur Notation von Geräuschen verhelfen.

→ **Abszisse**

Bezeichnet die horizontale Achse (auch x-Achse, Abszissenachse). Sie steht orthogonal zur Ordinate.

→ **Amplitude**

Die Differenz zwischen Null und dem Maximalwert eines Signals.

→ **Bandbreite**

In der Nachrichten-, Audio- und Hochfrequenztechnik wird die Bandbreite für einen Frequenzbereich angegeben. Siehe Tafel 01 und 02.

→ **Bezugssystem**

Ist eine Methode zur absoluten oder relativen Positionsangabe.

→ **dB**

Einheit des bewerteten Schalldruckpegels, der die Wahrnehmung ansatzweise nachbildet.

→ **breitbandig**

Großer Umfang an Frequenzen eines Spektrums.

→ **Einhüllende**

↗ **Hüllkurve**

→ **Farbiges Rauschen**

Die Fourier-Transformierte eines Frequenzbandes, bei dem alle Frequenzen zufällige Amplituden und Phasen haben, die Amplituden jedoch von einer Hüllkurve die kein Rechteck ist, begrenzt sind.

→ **Fourier-Transformation**

Die Zerlegung eines Signals in orthogonale harmonische Schwingungen.

→ **Frequenz**

Die in Hertz gemessene Anzahl von Zyklen, die eine harmonische Schwingung pro Sekunde durchläuft. Kehrwert der Periodendauer.

→ **Frequenzband**

Ausschnitt aus dem nach oben offenen Spektrum.

→ **Frequenzumfang**

↗ **Frequenzband**

→ **Frequenzverteilung**

↗ **Spektrum**

→ **Halbton**

In der Musik ist der Halbton als ein Zwölftel einer Oktave definiert.

→ **Harmonische**

Die Grundwelle einer Schwingung und ihre Oberwellen werden „Harmonische“ genannt. Dabei ist die Grundwelle die 1. Harmonische, die 1. Oberwelle die 2. Harmonische, die 2. Oberwelle die 3. Harmonische und so fort.

→ **Hertz**

Die nach Heinrich Hertz benannte Einheit zur Messung der Frequenz [Hz].

→ **Hörfeld**

Ist jener Frequenzbereich und Pegelbereich von Schall, der vom normalen menschlichen Gehör wahrgenommen werden kann.

→ **Hörschwelle**

Die Hörschwelle ist derjenige Schalldruck beziehungsweise Schalldruckpegel, bei dem unser Gehör Töne oder Geräusche gerade noch wahrnimmt. Dieses wird auch als untere Hörgrenze der Hörfläche bezeichnet.

→ **Hüllkurve**

In der Mathematik bezeichnet Enveloppe (nach franz. enveloppe, Umhüllung, auch Hüllkurve oder Einhüllende) eine Kurve, die eine Kurvenschar einhüllt.

→ **Hz**

Abkürzung für ↗ **Hertz**.

→ **Impuls**

Ein theoretisches Signal unendlich kurzer Dauer und unendlich hoher Bandbreite, Dirac Impuls.

→ **Intervall**

Unter einem Intervall versteht man heute in der Musik den Höhenunterschied zwischen zwei gleichzeitig oder nacheinander erklingenden Tönen.

→ **Klangfarbe**

Die Klangfarbe ist in der Musik einer der Parameter des einzelnen Tons bzw. Geräusches und wird bestimmt durch die spektrale Verteilung, sowie den zeitlichen Verlauf des Frequenzspektrums und der Lautstärke.

→ **kritische Bandbreite**

Die Unterteilung des hörbaren Frequenzspektrums in kritische Frequenzbänder, die von Heinrich Barkhausen vorgenommen wurde, spiegelt das Auflösungsverhalten des menschlichen Ohres wider.

→ **Kurzhand**

Verkürzte oder vereinfachte Schreibweise einer umfangreichen Zeichenfolge.

→ **Koordinatensystem**

Dient der Positionsangabe von Punkten auf einer Fläche oder im Raum.

→ **Logarithmus**

Der Logarithmus gehört zu den elementaren mathematischen Funktionen. Der Logarithmus ist die Umkehrung der Exponentialfunktion.

→ **Modulation**

Modulation ist die Veränderung von Signalparametern einer Trägerfrequenz in Abhängigkeit von einem modulierenden Signal bzw. der Schwingung einer Hüllkurve.

→ **Oktave**

Generell ist eine Oktave ein Frequenzintervall bei dem die obere Grenzfrequenz den doppelten Wert der unteren Grenzfrequenz hat.

→ **Ordinate**

Bezeichnet die vertikale Achse [auch y-Achse, Ordinatenachse] in einem kartesischen Koordinatensystem. Sie steht orthogonal zur Abszisse.

→ **Periodendauer**

Zyklusdauer eines periodischen Signals. Kehrwert der Frequenz.

→ **schmalbandig**

Geringer Umfang an Frequenzen des Spektrums. Die Ober- und Untergrenze eines Bandrauschens liegen sehr dicht beieinander.

→ **Spektrum**

Das akustische Spektrum umfasst die hörbaren Frequenzen von Schallwellen [ca. 20-20.000 Hz].

→ **Synästhesie**

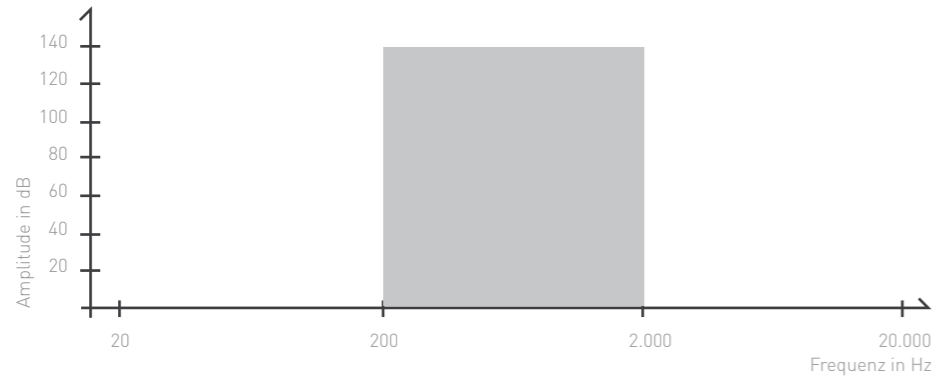
Überwiegend versteht man unter Synästhesie die Kopplung zweier physikalisch getrennter Domänen der Wahrnehmung.

→ **weißes Rauschen**

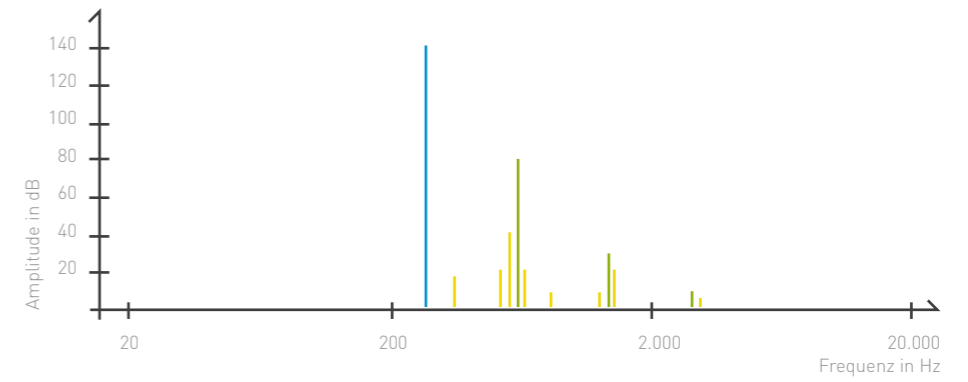
Die Fourier-Transformierte eines Frequenzbandes bei dem alle Frequenzen zufällige Amplituden und Phasen haben [auch Gaußsches Rauschen].

→ **Zwölfton-Notenschrift**

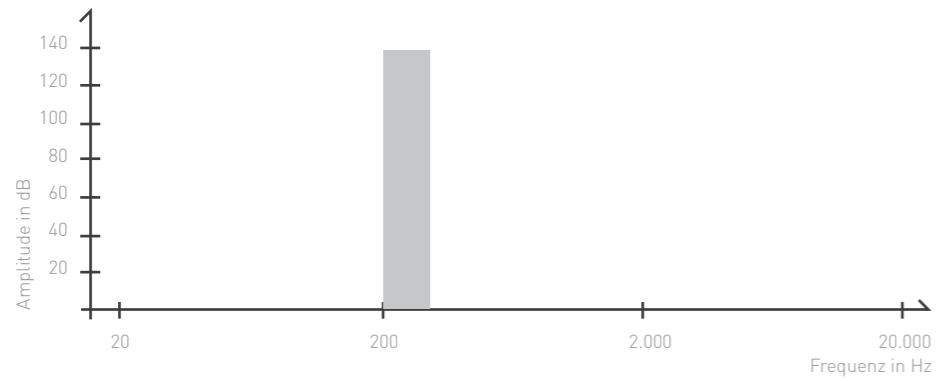
Bezeichnet das konventionelle Notensystem der abendländischen Musik, welches die zwölf Halböne auf zehn Notenlinien darstellt.



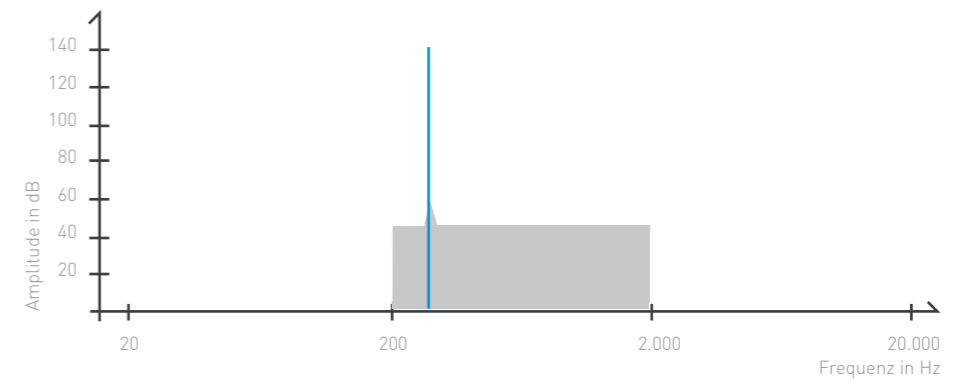
Tafel 01
 Beispiel für breitbandiges Rauschen:
 Ein großer Umfang an Frequenzen [200 bis 2.000 Hz]
 ist vorhanden.



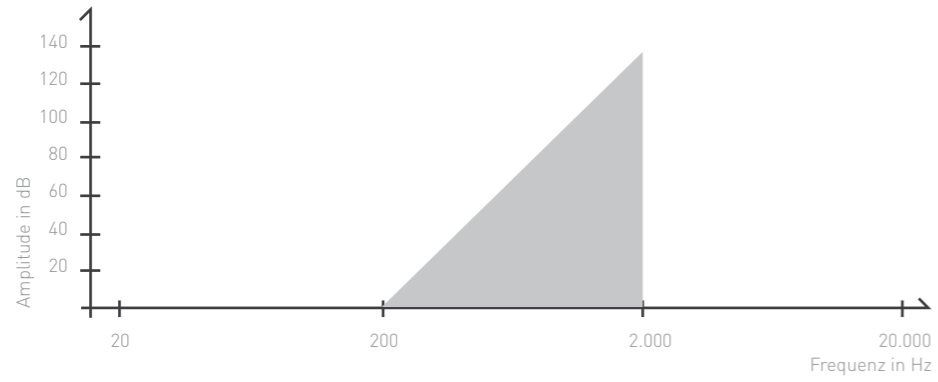
Tafel 03
 Beispiel für einen **Sinuston**, dessen **Harmonische** und
Obertöne: Nur eine bestimmte Frequenz ist ausgeprägt,
 die Breite des Frequenzbandes tendiert gegen Null.
 Die Harmonischen sind jeweils ganzzahlige Vielfache
 dieser Frequenz.



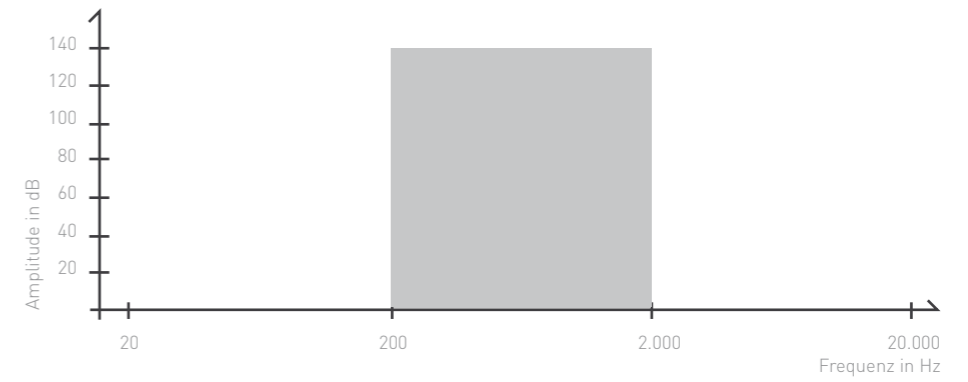
Tafel 02
 Beispiel für schmalbandiges Rauschen:
 Nur ein geringer Umfang an Frequenzen
 [etwa 200 bis 220 Hz] ist vorhanden.



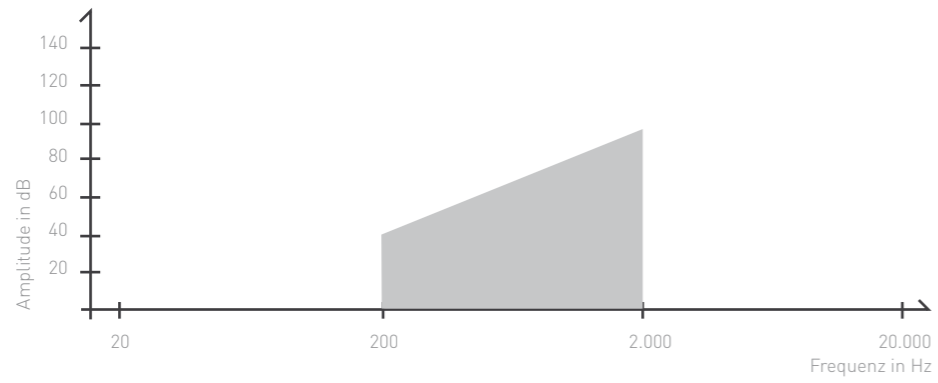
Tafel 04
 Beispiel für Rauschen mit starkem Tongehalt:
 Innerhalb des Frequenzbandes sind alle Frequenzen
 gleichmäßig ausgeprägt. Mit Ausnahme einer **Frequenz**
 [etwa 220 Hz], die extrem stark ausgeprägt ist.



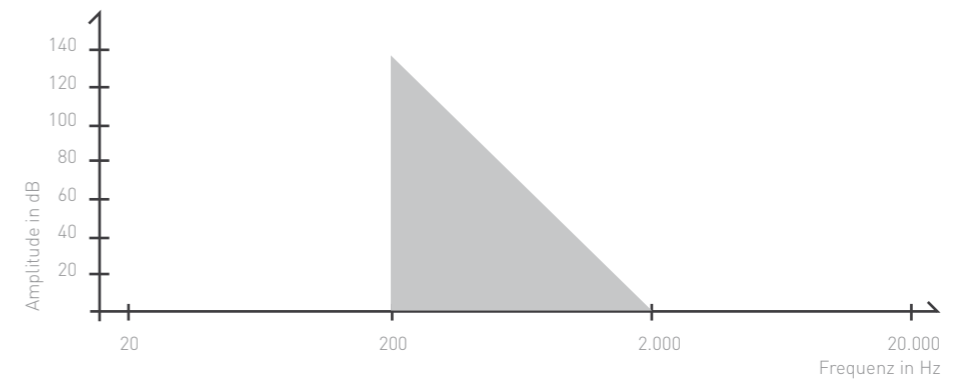
Tafel 05
 Beispiel für Rauschen sehr hohen Schärfegrades:
 Die hohen Frequenzen sind extrem ausgeprägt.



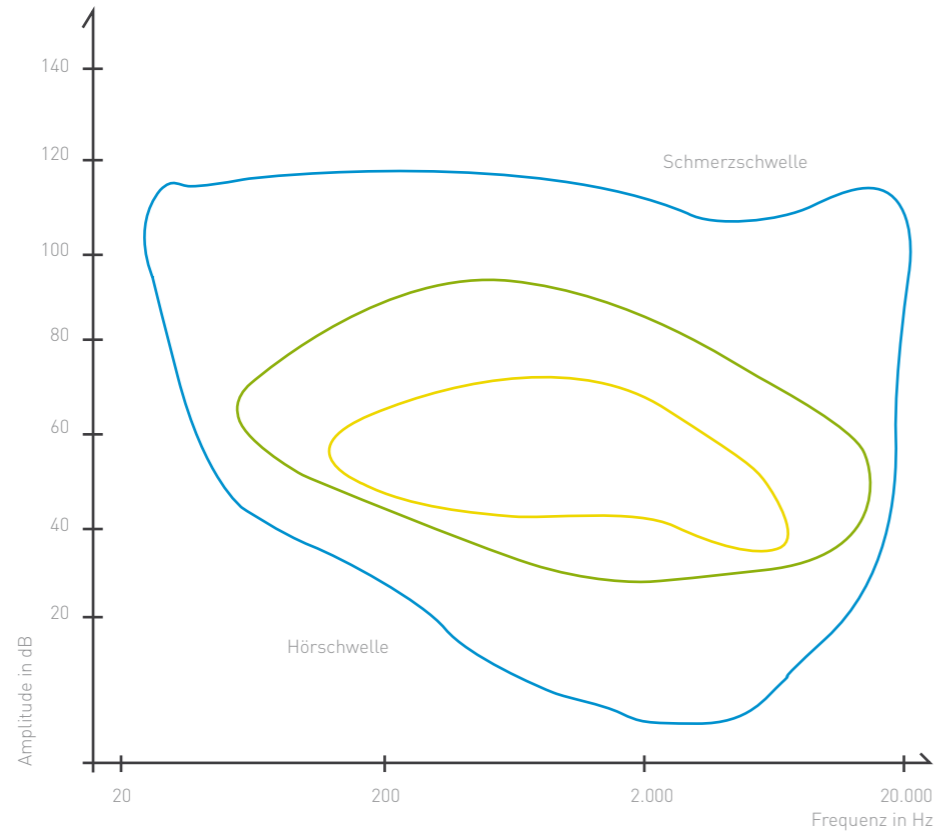
Tafel 07
 Beispiel für Rauschen mittleren Schärfegrades:
 Alle Frequenzanteile sind in etwa gleich stark vertreten.



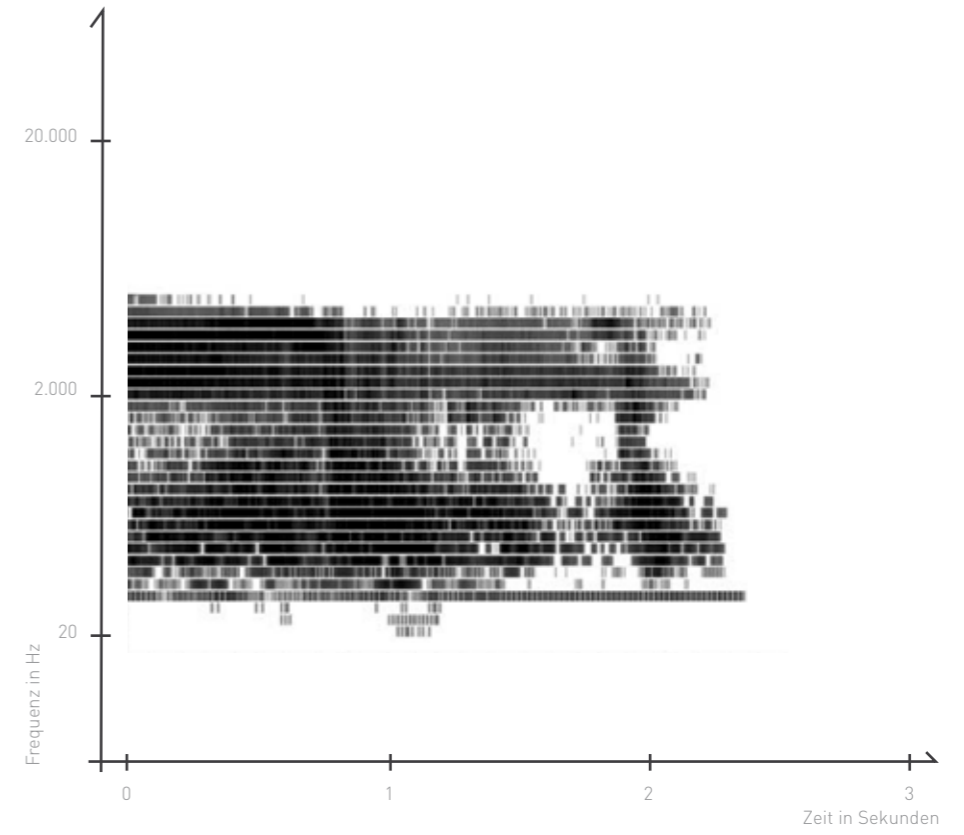
Tafel 06
 Beispiel für Rauschen hohen Schärfegrades:
 Neben Anteilen an tiefen Frequenzen sind die hohen Frequenzen
 innerhalb des Frequenzbandes stark ausgeprägt.



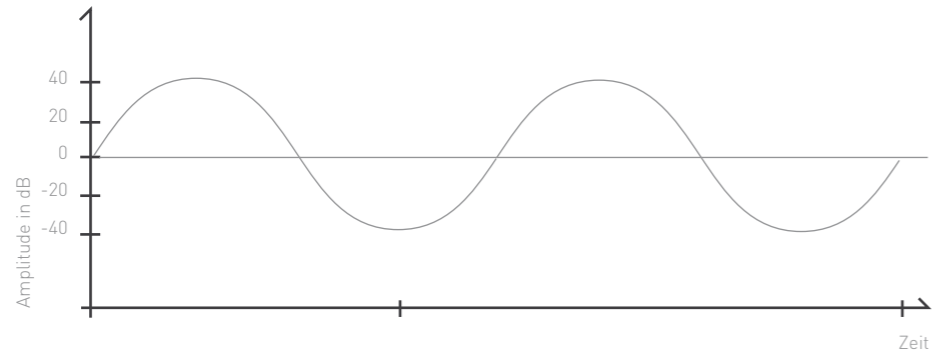
Tafel 08
 Beispiel für Rauschen ohne Schärfe:
 Nur tiefe Frequenzen innerhalb des Frequenzbandes sind stark ausgeprägt.
 Das Rauschen enthält nur sehr geringe Anteile an hohen Frequenzen.



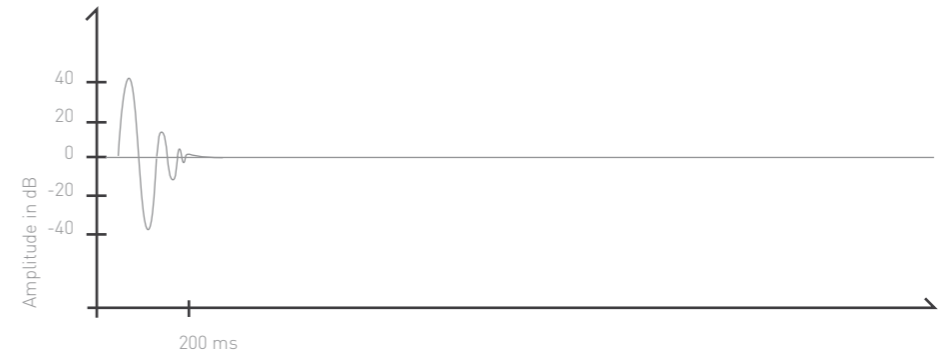
Tafel 09
Menschliches Hörfeld. Die vom Menschen wahrnehmbaren Frequenzen:
Hörbarer Bereich, Musik und Sprache.



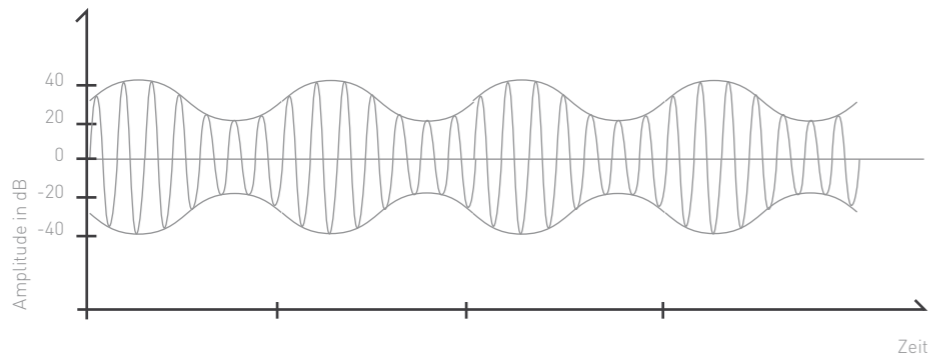
Tafel 10
Das Geräusch einer schließenden Bustür dargestellt
mit Mitteln der Fourier-Transformation.



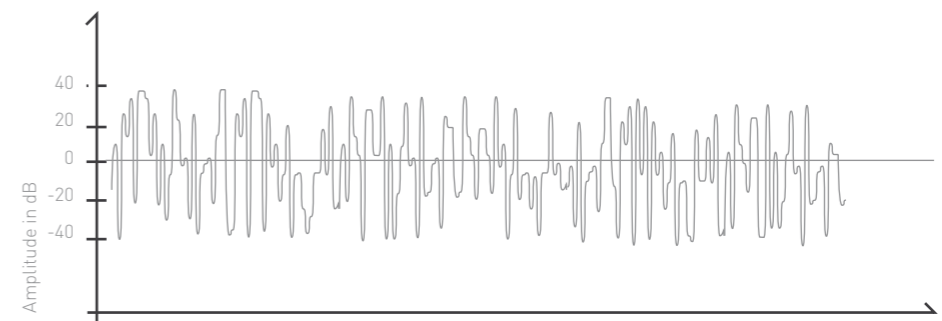
Tafel 11
 Beispiel zeigt eine Sinusschwingung.
 Die Marken auf der Zeitachse markieren den
 Abschnitt einer vollständigen Schwingung.



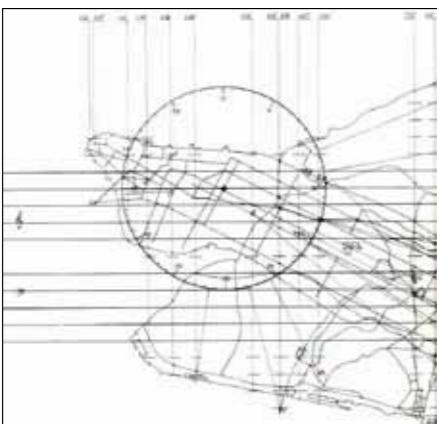
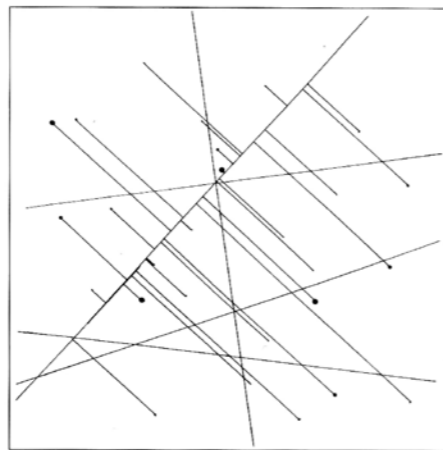
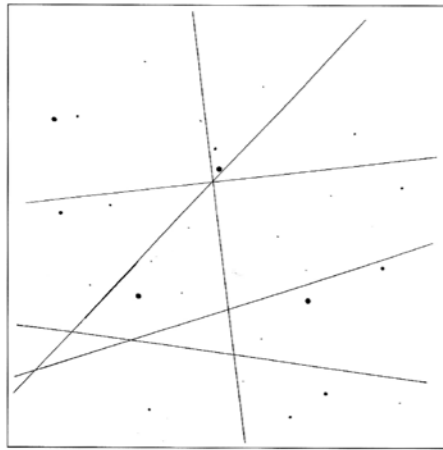
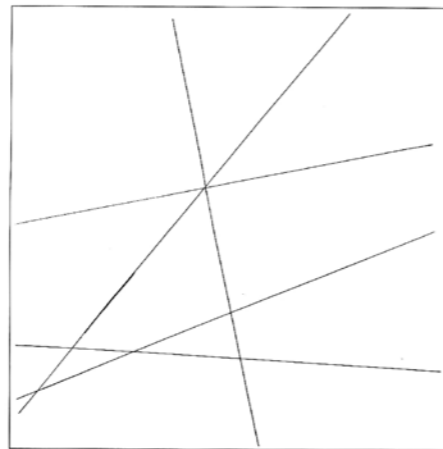
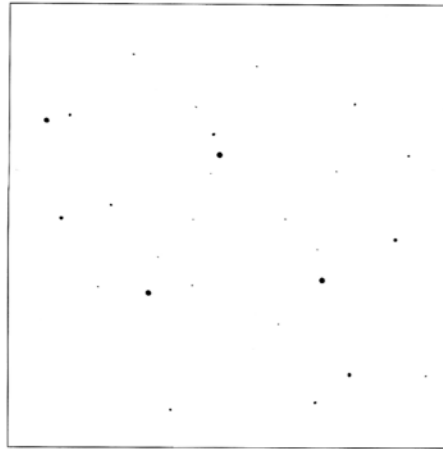
Tafel 13
 Beispiel zeigt den zeitlichen Verlauf eines Impulses.



Tafel 12
 Beispiel einer Amplituden-Modulation.
 Die Amplitude der modulierten
 Schwingung ändert sich in Sinusform.



Tafel 13
 Beispiel zeigt den zeitlichen Verlauf eines Rauschens.



Tafel 14
Notationen des Komponisten John Cage.

1 2 3 4 5 6

♯ = Kurzes Tremolo (Triller); bei 1 schnell repetieren.

entweder
einer

oder
or

The image shows a musical score with a staff of notes and a large grid of performance instructions. The grid consists of 6 rows and 12 columns of boxes, each containing a small diagram or symbol. Above the grid, there are arrows pointing left and right with the words 'entweder' and 'oder' above them. Below the grid, there are more symbols and text.

Tafel 15
Komposition Karlheinz Stockhausens.



Tafel 16
Komposition von Christian Wolf.



Tafel 17
Filmsche Komposition Oskar Fischingers.

→ **Albers, Josef**

„Trotz der Geraden. Eine Analyse seiner graphischen Konstruktionen“.
Hrsg. von: Bucher, François.
Bern: Benteli-Verlag,
1961

→ **Arnberg, Erik**

„Thematische Kartographie“. 2. Auflage.
Braunschweig: Verlags-GmbH Höller und Zwick,
1987

→ **Bertin, Jacques**

„Grafische Darstellungen und die grafische Weiterverarbeitung der Information“.
aus dem Französischen: [Orig.: „La graphique et le traitement graphique de l'information“]
New York: de Gruyter,
1980

→ **Bosshard, Hans Rudolf**

„Der typografische Raster“.
Zürich: Verlag Niggli AG.,
2000

→ **Crow, David**

„Zeichen. Eine Einführung in die Semiotik für Grafikdesigner“. aus dem Englischen. [„Visible Signs“].
Lausanne: AVA Publishing SA, 2003.

→ **Frutiger, Adrian**

„Der Mensch und seine Zeichen“.
Wiesbaden: Marix-Verlag GmbH,
2006

→ **Gerstner, Karl**

„Programme entwerfen“. 3., überarb. Auflage
Baden[CH]: Lars Müller Publishers,
2007

→ **Herdeg, Walter**

„Graphis Diagrams.
The Graphic Visualization of Abstract Data“.
Zürich: Graphis Press Corp.,
1981

→ **Kittler, Friedrich**

„Aufschreibesysteme. 1800/ 1900“.
4., vollst. überarb. Auflage
München: Verlag Wilhelm Fink GmbH & Co. Verlags-KG,
2003

→ **Leborg, Daniel**

„Visual Grammar“.
New York: Princeton Architectural Press,
2006

→ **Maeda, John**

„The Laws of Smplicity“
Massachusetts: The MIT Press:
2006

→ **Neumaier, Wilfried**

„Was ist ein Tonsystem? Eine historisch-systematische Theorie der abendländischen Tonsysteme, gegründet auf die antiken Theoretiker Arisoxenos, Eukleides und Ptolemaios, dargestellt mit Mitteln der modernen Algebra“.
Frankfurt am Main, Bern, New York: Lang,
1986

→ **Sanio, Sabine und Scheib, Christian**

„Das Rauschen“.
Hrsg. für den Österreichischen Rundfunk
Hofheim: Wolke Verlag

→ **Smitshuijzen, Edo**

„Signage Design Manual“.
Baden [CH]: Lars Müller Publisher,
2007

→ **Stockhausen, Karlheinz**

„Die vier Kriterien der Elektronischen Musik“.
In: „Selbstdarstellung. Künstler über sich“,
hrsg. v. Herzogenrath, Düsseldorf,
1973.

→ **Terhardt, Ernst**

„Akustische Kommunikation.
Grundlagen mit Hörbeispielen“.
Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag,
1998

→ **Tufte, Edward R.**

„Envisioning Information“.
Chechire, Connecticut:
Graphics Press LLC,
1990

→ **Woolman, Matt**

„Seeing Sound.
Vom Groove der Buchstaben und der Vision vom Klang“.
Mainz: Verlag Hermann Schmitz,
2000

DANKSAGUNG

Brian Switzer danke ich für die Betreuung der gesamten Abschlussarbeit. Die vielen Gespräche mit Ihm waren sehr wichtig für die Entwicklung des gesamten Projekts.

Zudem ist hier Philipp Finkbeiner zu erwähnen, der mir bei der Themenfindung sehr geholfen hat.

Für Seine Bereitschaft, mir mit technischem Wissen zur Seite zu stehen zu haben, möchte ich meinem Vater Heinz Lüdiger danken.

Für Rat und Tat und kritische Begleitung bei der Konzeption und Umsetzung dieses Buches danke ich Prof. Michele Baviera, Sebastian Becker, Prof. Volker Friedrich, Monika Lüdiger, Heinz Lüdiger, Bastian Salzmänn, Prof. Valentin Wormbs. Ein Dank auch an die Mitarbeiter der Druckerei Wolfau und der Buchbinderei Hennings für Ihre freundliche und kompetente Hilfestellung bei der Produktion dieses Buches.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern Monika und Heinz Lüdiger. Sie haben mir das Studieren, und somit diese Arbeit, überhaupt erst ermöglicht.