

Philosophische Fakultät  
der Universität zu Köln  
Romanisches Seminar

**Wissenschaft zum Klingen bringen –  
Sonifikation als Technik der Datenaufbereitung und  
Exploration in der Linguistik**

*Skript zur Präsentation für das Seminar*  
„Programmierung von Sonifikation“  
Dozierende: Aria Adli, Roman Pfeiffer

von Malti Marek

Universität zu Köln  
Köln, 26. März 2021

## 0. EINLEITUNG

- I. Darstellung der theoretischen Grundlagen zur Sonifikation
- II. Erläuterung des Begriffs *Register* in der Linguistik sowie einer empirischen Methode zur Identifizierung und Analyse von Sprachregistern
- III. Was ist ein Sprachkorpus, und welche Rolle spielen Korpora für das Projekt?
- IV. Präsentation des Projektes: vom Text zur Komposition
- V. Zusammenfassung und Fazit
- VI. Anhang:
  - Literaturverzeichnis
  - Weiterführende Links
  - Liste der sonifizierten Merkmale

- ⇒ *Was ist Sonifikation?*
- ⇒ *Wie kann Sonifikation in der linguistischen Forschung eingesetzt werden?*
- ⇒ *Warum nehmen Sprachwissenschaftler\*innen und Komponist\*innen, also Personen zweier sehr unterschiedlicher Fachbereiche, im Seminar teil?*
  
- ⇒ Das übergeordnete Thema, mit dem sich die Teilnehmenden im vergangenen Semester beschäftigt haben, ist der Gebrauch von Sonifikation (d. h. die Transformation von Daten in Klangereignisse), um Informationen darzustellen.
- ⇒ Um Sonifikation als Methode für die Darstellung und Exploration empirischer Daten in der Sprachwissenschaft zu untersuchen, wurde sich im folgenden Projekt auf einen Teilbereich der Linguistik konzentriert: Sprachregister.
- ⇒ Folgende Fragestellung steht im Mittelpunkt des Projektes:
- ⇒ Können Sprachregister durch Sonifizieren von Daten hörbar werden?
- ⇒ Auf welche Art und Weise dies möglich ist, wird im Laufe der Präsentation erarbeitet.

## I. SONIFIKATION

- ⇒ *Was ist Sonifikation?*
- ⇒ *Wie kann Sonifikation praktisch umgesetzt werden?*
- ⇒ *Wo wird Sonifikation angewendet?*

Im Folgenden wird Sonifikation auf folgende Aspekte untersucht:

- ⇒ Begriffsdefinition
- ⇒ Verfahren für die praktische Umsetzung
- ⇒ Anwendungsbeispiele

### I.1 BEGRIFFSDEFINITION

a) *“Sonification is the use of nonspeech audio to convey information. More specifically, sonification is the transformation of data relations into perceived relations in an acoustic signal for the purposes of facilitating communication or interpretation.”* (Kramer et al, 1999, S. 3.)

- Diese Definition geht zurück auf Gregory Kramer. Als Wissenschaftler, Forscher und Komponist ist er eine der bedeutenden Personen im Forschungsfeld der Sonifikation. Seit Beginn der 1990er-Jahre beginnen Kramer und andere Forschende, sich intensiv mit auditiven Darstellungstechniken auseinanderzusetzen.
- Sonifikation bezeichnet die Darstellung bzw. die Transformation von Daten in Signale und Klänge bzw. akustische, nichtgesprochene Klangereignisse, um Informationen zu vermitteln. So soll Kommunikation oder Interpretation erleichtert werden.
- Diese Definition betont besonders die kommunikativen Eigenschaften, die Sonifikation trotz des Verzichts auf Sprache innewohnen. Da in diesem Kontext die Verwendung von Sonifikation in der Sprachwissenschaft diskutiert wird, soll an dieser Stelle eine zweite Definition gegeben werden, die auf die wissenschaftliche Nutzbarkeit von Sonifikation eingeht.

b) *“Sonification is the data-dependent generation of sound, if the transformation is systematic, objective and reproducible, so that it can be used as scientific method”.* (Hermann, 2011, S. 274 in Hermann, 2008, S. 2).

- Thomas Hermann ist studierter Physiker und Mitglied im Forum ICAD (International Community for Auditory Display). Die Mitglieder des Forums forschen zum Gebrauch von Sound- und Klangereignissen, um Daten darzustellen. Hermann setzt sich nicht nur mit Techniken für die Datendarstellung, sondern auch für das Explorieren von mehrdimensionalen Daten auseinander.
- Wenn die Sonifikation systematisch, objektiv und reproduzierbar ist, so Hermann, kann sie als wissenschaftliche Methode genutzt werden.
- Sonifikation kann als akustisches Pendant zu Techniken der visuellen Datenaufbereitung verstanden werden. Es ist ein alternatives Abbildungsverfahren, das eine andere Sichtweisen auf Daten eröffnet und neue Lesarten ermöglicht.

## I.II PRAKTISCHE UMSETZUNG

Folgende Verfahren zum Sonifizieren für die Umsetzung von Daten in Klänge gibt es:

### a) **Audifikation**

Bei der Audifikation werden Daten direkt in akustische Signale umgewandelt. Im einfachsten Fall wird jeder Datenpunkt als ein Klang wiedergegeben. Als Beispiel ist das Pitch Coding zu nennen: Hohe Töne entsprechen hohen Werten, niedrige Werte werden mit tiefen Tönen dargestellt.

### b) **Parameter-Mapping-Sonifikation**

Datenpunkte können klanglich unterschiedlich gestaltet werden, um einen oder mehrere qualitative Parameter abzubilden. Bei dem Parameter-Mapping werden Daten bzw. Messwerte definiert und gemappt. Das bedeutet: Die Datenattribute werden verschiedenen Klangeigenschaften / akustischen Parametern (wie Tonhöhe, Tonlänge, Lautstärke, Klangfarbe, Filtereigenschaften, Frequenz, Instrument etc.) zugeordnet.

Folgende Mappings sind möglich:

- „*One to one*“: Ein Parameter entspricht einem Klangereignis. Beispiel: Je dichter die Lautfolge, umso häufiger kommt ein Ereignis vor.
- „*One to many*“ 1: Ein Datenparameter wird in mehrere Klangparameter aufgelöst. Beispiel: Verstärkung / Redundanz.
- „*Many to one*“: Unterschiedliche Datenparameter werden durch einen Klangparameter repräsentiert.

### c) **Modellbasierte Sonifikation**

Hier werden Daten nicht direkt in Klänge umgesetzt, sondern dynamische und interaktive Prozesse entwickelt, um Klänge analog zu virtuellen Instrumenten zu erzeugen. Dieses Sonifikationsverfahren arbeitet mit räumlichen und dynamischen Systemen und ist durch eine interaktive Komponente geprägt. Ausgangspunkt bildet der menschliche Umgang mit Klang und dessen Informationsgehalt. Beispiel: schütteln eines Tetrapaks, um den Inhalt zu “hören“.

### d) **Earcons und Auditory Icons**

Earcons und Icons sind Klänge, die auf ein informationstragendes Ereignis hinweisen und oft in Benutzeroberflächen eingesetzt werden. Earcons bestehen üblicherweise aus abstrakten Klängen oder kurzen Melodiefolgen. Beispiel: Klingeltöne, Alarmtöne. Icons arbeiten mit konkreten Klängen, die in einer Ähnlichkeitsbeziehung zum jeweiligen Ereignis stehen. Beispiel: das Zerknüllen von Papier.

## I.III ANWENDUNGSGEBIETE

Sonifikation wird in den letzten Jahren mehr und mehr praktisch angewendet. Folgende bekannte und unbekannt Beispiele sollen genannt werden:

- Im **Alltag** ist Sonifikation zum Beispiel bei Einparkhilfen zu finden: Hier werden räumliche Abstände in zeitliche Intervalle mit einem sich wiederholenden Piepton umgesetzt.
- Auch in der **Wissenschaft**, vor allem in den **Naturwissenschaften**, wird Sonifikation genutzt:

- In der **Physik** werden verklunglichte Messdaten etwa zum Studium von radioaktiver Strahlung genutzt. Das Geiger-Müller-Zählrohr (umgangssprachlich auch Geigerzähler) gibt durch ein akustisches Signal, ein Knackgeräusch, die Rückmeldung, ob Strahlung in das Rohr eingefallen ist und Radioaktivität vorliegt.
- In der **Geologie** wird Sonifikation beispielsweise für das Messen von Luftverschmutzung verwendet. Um zu hören, wie dies funktioniert, soll die Sonifikation des Schadstoffanteils zweier kanadischer Städte dienen:  
Link: <https://soundcloud.com/marcstpierre>
- Frage: *Bei welcher der beiden kanadischen Städte ist die Atmosphäre wohl stärker mit Schadstoffen verunreinigt: in Vancouver oder in Toronto?*
  - Je höher der Schadstoffanteil in der Atmosphäre, desto lautere, mehr Klangfülle, Lärm und höhere Töne gibt es.
  - Die unterschiedlichen Tonspuren stehen für verschiedene Schadstoffe.
  - Eine Std. Echtzeit repräsentiert rund 0,2 Sekunden der Sonifikation.
- Im **medizinischen Bereich** ist eines der bekanntesten Verfahren der Sonifikation das Hörbarmachen der Herzfrequenz von Patien\*innen zur Vermittlung von Zustandsinformationen.
- In der **Sportwissenschaft** etwa kann mithilfe der Sonifikation die Bewegungsausführung beim Schwimmen korrigiert und optimiert werden. Durch die Transformation von hydrodynamischem Druck in Soundwellen erhält der Schwimmende direktes Feedback zur Handbewegungsausführung.  
Link: [https://www.youtube.com/watch?v=0GXwo\\_clvu](https://www.youtube.com/watch?v=0GXwo_clvu)
- Im Bereich von **Musik** und **Klangkunst** wird Sonifikation als Grundlage für zeitgenössische Kompositionen verwendet:
  - Das Werk „*Dance of the Planets*“ ist eine live Performance über das Sonnensystem von Desert Magic. Jeder Künstler hat einen Pappmaché Planeten-Hut auf dem Kopf, eine Gitarre in der Hand und einen Click-track im Ohr. Dieser funktioniert ähnlich wie ein Metronom (eine Spur, die als ein Metronom dient und „klick“ macht). Er gibt das Tempo an, das sich auf die Umlaufgeschwindigkeit des jeweiligen Planeten bezieht:  
Links: <https://danceoftheplanets.com>  
<https://danceoftheplanets.com/web/>
  - Bei der Komposition „*A Song of our Warming Planet*“ wird die Entwicklung der Temperatur der Erde über 133 Klänge transformiert:  
Link: <https://ensia.com/videos/what-climate-change-sounds-like-from-the-amazon-to-the-arctic/>
  - Im Werk „*Solar Eclipse Sonification*“ des Kronos Quartets wird die Sonnenfinsternis sonifiziert.  
Links: <https://www.youtube.com/watch?v=Hh5kK37KSEE>  
<https://www.youtube.com/watch?v=vZi-hXWjRWY>

*Frage an die Komponisten: Stellt die Sonifikation eine alternative Grundlage zu sonst gängigen Kompositionstechniken dar?*

## II. REGISTER

*Einstieg: Jeder von uns liest, hört und spricht tagtäglich verschiedene Variationen gesprochener und geschriebener Sprache. Bevor wir zum Thema Register und Genre kommen, könnt Ihr einmal überlegen, was für Arten von Sprache Euch täglich begegnen!*

*Vielleicht hört jemand die Nachrichten im Radio, redet beim Frühstück mit seinen Mitbewohnenden oder seiner Familie, schreibt eine SMS an Freunde, um sich zu verabreden, oder eine E-Mail an Dozierende, liest einen Text für die Uni oder einen Roman und ruft abends seine Großeltern an.*

- Jeder dieser Momente, in denen Sprache verwendet wird, benutzt verschiedene sprachliche Merkmale und Strukturen, und er hängt von der jeweiligen Situation ab, in der sie verwendet wird. Während man eine offizielle E-Mail und vielleicht mit der Formulierung „*Mit freundlichen Grüßen*“ beendet, schreibt man am Schluss einer SMS eher „*Tschüss*“.
- In den genannten Beispielen gibt es sprachliche Unterschiede. *Welche* und warum, das sind die zentralen Fragen, mit denen sich die Analyse von Registern beschäftigt.
- Definition nach Biber: “Register is a variety associated with a particular situation of use (including particular communicative purposes).” (Biber, 2019, S. 6)
- Ein Register ist eine sprachliche Variation, die in einer bestimmten Situation angewendet wird und eine bestimmte kommunikative Absicht beinhaltet.

Um ein Register zu identifizieren und zu beschreiben, gibt es nach Biber drei Hauptkomponenten:

1. *Sprachliche Kennzeichen*, also typische lexikalische und grammatikalische Merkmale, die innerhalb einer Textvariation üblich sind. Beispiele von linguistischen Kennzeichen sind: grammatikalische Zugehörigkeiten (Wortarten, Zeitformen, Modi usw.), Syntaxstrukturen (Hauptsätze, Nominalphrasen, Relativsätze usw.).
2. Register, so Biber, entstehen nicht nur durch rein sprachlich-formale, sondern auch durch *externe Kriterien*, also solche, die durch die Kommunikationssituation vorgegeben sind. Register sind von ihrem situativen Kontext abhängig. Hier werden z. B. folgende Aspekte untersucht: beteiligte Personen eines Textes (Adressat und Absender), Beziehung zwischen den Beteiligten (Interaktivität, persönliche Beziehung), geteiltes Wissen (Experte, Persönliches), Setting (sind Adressat und Addressor am selben Ort und zur gleichen Zeit?) Kommunikative Absicht (erzählend, beschreibend, informierend), Themengebiet.
3. Die *funktionelle Beziehung* zwischen sprachlichen Merkmalen und dem situativen Kontext ist ebenfalls zu betrachten, denn aus einer Registerperspektive sind linguistische Merkmale immer funktionell, d. h. sie passen zur Absicht und zum Kontext des Registers. Register weisen, in funktioneller Abhängigkeit von kommunikativen und kulturellen Kontexten, durchgängig spezifische Merkmale im Sinne besonders häufig vorkommender sprachlicher Phänomene auf (z. B. hohe Anzahl an abstrakten Nomina) (nach Biber 2009, 15 ff.).

### Abgrenzung zum Genre:

- Genre und Register werden als unterschiedliche Ansätze zur Analyse von Textsorten gesehen und nicht als unterschiedliche Arten von Texten.
- Bei der Genre-Perspektive geht es um konventionelle Strukturen, die benutzt werden, um Texte zu konstruieren (etwa spezielle Ausdrücke oder das Äußere eines Textes). Genres zeichnen sich z. B. durch einmalige strukturell-formale Eigenheiten wie z. B. Anrede und Grußformel in Briefen aus. Die Merkmale kommen also häufig nur einmal im Text vor.
- Bei der Register-Perspektive dagegen kommen sprachliche Merkmale durchgängig im Text vor.
- Registermerkmale können in gewissem Grad in fast jedem Text gefunden werden. Die meisten Register können nur durch ein bestimmtes Set von Registermerkmalen unterschieden werden. In den meisten Fällen werden Registerunterschiede durch häufig auftauchende oder durch die Abwesenheit von Merkmalen ermittelt.
- Nur in wenigen Fällen können Register durch Registerkennzeichen unterschieden werden. Z. B. *“Es steht zwei zu eins für die Bayern.” (Fußballspielreportage im Radio)*
- Es reicht nicht aus, lediglich zwei Register miteinander zu vergleichen, da es zum Trugschluss kommen kann, dass Register gemeinsame bzw. unterschiedliche Merkmale aufweisen. Deswegen müssen mehrere Register miteinander verglichen werden.

Wir haben uns mit unserem Projekt auf die Registeranalyse der sprachlichen Merkmale und nicht den situativen Kontext konzentriert.

## **II.I REGISTERANALYSE**

- Um Register zu identifizieren bzw. Texte (ob gesprochen oder geschrieben) zu klassifizieren, hat Biber eine Analysemethode entwickelt, die multidimensional ist. *Multidimensional* meint, dass bestimmte sprachliche Merkmale in Kombination mit anderen auftreten – und zwar in sogenannten Dimensionen. Die Dimensionen bilden sich aus der Annahme, dass linguistische Merkmale auch in ihren Funktionen in Beziehung stehen.
- Jede Dimension bündelt eine Gruppe sprachlicher Merkmale, die zusammen gleichzeitig auftreten oder eben nicht auftreten.
- Biber entwickelte fünf Dimensionen mit 67 linguistischen Merkmalen zur Klassifizierung von Registern bzw. zur Untersuchung von sprachlicher Variation, die hinsichtlich eines bestimmten Kriteriums der Kommunikationsorganisation geordnet sind.
- Die Analyse ist computergestützt, es wird nicht von Hand analysiert. Dadurch können viele linguistische Merkmale in verschiedenen Texten und Textvarietät analysiert werden.
- Sie ist daher quantitativ, es werden also Häufigkeiten linguistischer Merkmale gezählt. Allerdings verbindet sie qualitative und quantitative Methoden, denn es wird auch versucht, die Funktionen der sprachlichen Merkmale zu analysieren.
- Die Analyse basiert auf Sprachkorpora: So wird ermöglicht, eine große Anzahl von natürlich auftauchenden Texten zu analysieren.

### III. DER GUM-KORPUS

Ein Sprachkorpus ist eine „Endliche Menge an konkreten sprachlichen Äußerungen, die als empirische Grundlage sprachwissenschaftlicher Untersuchungen dienen.“ (Bussmann, 2008, S. 378)

- Ein Sprachkorpus ist also eine Sammlung sprachlicher Dokumente, die in einer Onlinedatenbank zusammengestellt sind. Korpora werden als maschinell lesbare und digitalisierte Sprachdaten definiert. Sie können gesprochene transkribierte und geschriebene Sprache beinhalten.
- Der GUM Korpus wurde von Studierenden der Georgetown University in Washington DC erstellt. Sie haben die Dokumente mit Informationen (sogenannten Annotationen) analysiert. Diese Annotationen enthalten Metainformationen zu verschiedenen linguistischen Phänomenen.
- Die Sprachdatenbank verfügt über acht Texttypen bzw. 12 (vier neue Typen sind dazugekommen).
- Die Textgenres stammen aus Quellen, die frei zugänglich:
- jeder Texttyp verfügt zwischen ~5.000 - ~18.000 Tokens und um die fünf bis 19 Dokumente

<b>Texttyp</b>	<b>Quelle</b>	<b>Anzahl Dokumente</b>	<b>Tokens</b>
Interviews	Wikinews	19	18.037
Nachrichten	Wikinews	21	14,094
Reiseführer	Wikivoyage	17	14.967
Biographie	Wikipedia	20	16.927
Kurzgeschichten / Fiktionen	verschiedene	18	15.112
Akademische Texte	verschiedene	20	17.963
Anleitungen	Wikihow	19	16.312
Forumsdiskussionen	<u>reddit</u>	18	16.286
Konversationen	UCSB Corpus <sup>1</sup>	5	5.701
Politische Reden	verschiedene	5	4.834
CC Vlogs	Youtube	5	5.189
Lehrbücher	Openstax	5	5.379

*Gum Korpus <http://corpling.uis.georgetown.edu/gum/index.html>*

---

<sup>1</sup> Santa Barbara Corpus of Spoken American English

#### IV. VOM DOKUMENT ZUR KOMPOSITION

1. Grundlage für die Sonifikation bzw. die Datenextraktion ist der GUM-Korpus. Es muss also kein Korpus konstruiert werden (Texte sammeln, ggf. mündliche Äußerungen transkribieren und Dokumente mit Annotationen versehen).
2. Zunächst wurden linguistische Merkmale festgelegt und in Dimensionen gruppiert (*eine Tabelle der Merkmale mit Beispielen befindet sich im Anhang*).
  - acht Merkmale ergaben sich aus Übereinstimmung zwischen den Annotationen des GUM-Korpus und den linguistischen Merkmalen von Biber: present tense verbs, present tense verbs, 1<sup>st</sup> person pronouns, 2<sup>nd</sup> person pronouns, demonstrative pronouns, past tense verbs, 3<sup>rd</sup> person pronouns, adverbs, infinitives.
  - Es wurden noch folgende weitere Merkmale ausgewählt: token-ratio, nominalization, coordinating conjunctions, adjectives, gender, case.
3. Extraktion der Daten: Mit dem Computerprogramm R-Studio werden die Daten für die genannten Merkmale aus dem GUM-Korpus extrahiert. So werden Werte zu Häufigkeiten der Merkmale in den unterschiedlichen Textdokumenten generiert.
4. Sonifizieren (*hier beschreiben die beiden Komponisten, wie sie konkret vorgegangen sind*).
5. Kompositionen in Bezug auf die Ausgangsfrage analysieren: *Lassen sich Register durch sonifizieren von sprachlichen Merkmalen unterscheiden?*

#### IV. ZUSAMMENFASSUNG / FAZIT

Es wurde praktisch gezeigt, wie sich Sonifikation als Explorations- und Darstellungsmethode von Daten in der Linguistik verwenden lassen könnte. Dies wurde exemplarisch am sprachlichen Phänomen „*Register*“ dargestellt.

Warum verwendet man Sonifikation als Datenaufbereitungs- und Datenexplorationsmethode? Schließlich könnten die Ergebnisse der Analyse mit gängigen Techniken der Visualisierung (wie zum Beispiel Graphen), dargestellt werden. Um auf diese Frage einzugehen, werden die Vorteile von Sonifikation skizziert.

- Die Idee, Sonifikation als empirische Methode in der Sprachwissenschaft - genauer gesagt für die Registeranalyse -, zu verwenden, ergab sich durch den multidimensionalen Aspekt von Registern. Die Sonifikation ermöglicht es, eine Vielzahl von Merkmalen durch klangliche Parameter z. B. Tonhöhe, Instrument oder Lautstärke gleichzeitig hörbar zu machen. Bei einer grafischen Darstellung hingegen werden so mehrerer Merkmale schnell unübersichtlich.
- Meist dominiert in unserem Alltag die Beanspruchung des Sehsinns, dabei ist das Hören der differenzierteste unserer Sinne und bereits vor der Geburt ausgebildet. Das Verfahren der Sonifikation aktiviert eben diesen Sinneskanal. Durch Sonifikation können abstrakte Daten, die sonst nicht wahrnehmbar wären bzw. gesehen würden, durch auditive Muster erkennbar und vermittelt und auch exploriert werden.
- Sonifikation erfordert auf analytischer Ebene allerdings Übung, da es eine uns nicht vertraute Technik ist. Man muss das Gehör also schulen, Klangstrukturen identifizieren und diskriminieren zu können. Es ist gar nicht so leicht, Parameter wie Tonhöhe, Lautstärke, Zeitproportionen, Klangqualität, Richtung und Entfernung von Schallquellen usw. gleichzeitig zu unterscheiden und diese den zu untersuchenden Merkmalen zuzuordnen. Analytisches Hören ist erlernbar, und man muss dafür kein „musikalisches Wunderkind“ sein oder ein absolutes Gehör besitzen.
- Sonifikation kann dabei helfen, besonders komplexe und große Datenmengen auszuwerten. Im Sinne der Exploration bietet Sonifikation die Möglichkeit, noch nicht bekannte Zusammenhänge oder Eigenschaften in Form von auditiven Mustern und Dynamiken erkennbar zu machen.
- Sonifikation ermöglicht den Austausch zwischen unterschiedlichsten Disziplinen. Musik, darstellende Kunst und Wissenschaft kommen zusammen und können von Sonifikation profitieren. Viele Sonifikationsforscher\*innen haben ein ausgeprägtes Interesse an der Klangkunst. Viele der elektronischen Musik Klangsynthese-Programme sind auch zur Standardausrüstung der Sonifikationsforschung geworden und führen zu einem regen Austausch zwischen den Disziplinen.

## V. ANHANG

## LITERATURVERZEICHNIS

- Biber, D. (1995). *Dimensions of Register Variation: A Cross-Linguistic Comparison*. Cambridge & New York: Cambridge University.
- Biber, D. (2009): Multi-dimensional approaches. In Lüdeling, A. & Kytö, M. (Hrsg.), *Corpus Linguistics. An International Handbook* (S. 822-855). Berlin & New York: Mouton de Gruyter.
- Biber, D., Egbert, J. (2018). *Register Variation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Biber, D. & Conrad, S. (2019). *Register, Genre and Style* (2. Aufl.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Busmann, H. (Hrsg.) (2008). *Lexikon der Sprachwissenschaft*. (4. Aufl.) Stuttgart: Alfred Kröner Verlag.
- Desert Magic. Dance of the Planets. An interactive solar system sonification. Zugriff am 24.03.2021 unter <https://danceoftheplanets.com>
- Deutschlandfunk Nova (2016). *Der Klang von Bewegung im Wasser. Hören ob man richtig schwimmt*. Zugriff am 24.04.2021 unter <https://www.deutschlandfunknova.de/beitrag/sonifikation-bewegungen-von-schwimmern-in-klaenge-uebersetzen>
- Hermann, T. (2008). "Taxonomy and definitions for sonification and auditory display". In Susini, P. & Warusfiel O. (Hrsg.), *Proceedings of the 14th International Conference on Auditory Display (ICAD 2008)*. Paris, IRCAM.
- Hermann, T., Hunt, A. & Neuhoff J. G. (Hrsg) (2011). *The Sonification Handbook*. Berlin: Logos Publishing House.
- International Community for Auditory Display. Zugriff am 24.03.2021 unter <https://icad.org/examples/>
- Kramer, G., Walker, B., Bonebright, T., Cook, P., Flowers, J. H. Miner, N & Neuhoff, J. (Hrsg.) (1999). *The Sonification report: Status of the field and research agenda*. Report prepared for the National Science Foundation by members of the International Community for Auditory Display.
- Roeder, T. (2018). Sonifikation. Vermittlungsansätze zwischen Klang und Information. In: *Zeitschrift für digitale Geisteswissenschaften*. Zugriff am 15.03.2021 unter [http://dx.doi.org/10.17175/2018\\_002](http://dx.doi.org/10.17175/2018_002)
- Schoon, A. & Volmar A. (Hrsg.) (2012): *Das geschulte Ohr. Eine Kulturgeschichte der Sonifikation*. Bielefeld: Transcript Verlag.
- Volmar, A. & Supper A. (2018). Sonifikation. In: Morat, Daniel., Ziemer Hansjakob (Hrsg.), *Handbuch Sound* (S. 75-79). Stuttgart: J.B. Metzler.
- The Exploratorium: *Making Music from a Solar Eclpse*. Zugriff am 24.03.2021 unter <https://www.youtube.com/watch?v=Hh5kK37KSEE>
- Research TV Universität Bielefeld (2016). *Sonifikation. Durch Hören die Schwimmtechnik verbessern*. Zugriff am 24.03.2021 unter [https://www.youtube.com/watch?v=OGXwo\\_clvuo](https://www.youtube.com/watch?v=OGXwo_clvuo)

## WEITERFÜHRENDE LINKS ZUM THEMA SONIFIKATION

### 'Dance of the Planets' von Useful Parade and Desert Magic

- Ist eine Performance, die sich mit den Planetenlaufbahnen und dem Sonnensystem befasst. Das Projekt besteht aus der Performance und einem online öffentlich zugänglichen Musiktool. Es bietet die Möglichkeit selber zu „sonifizieren“. Am Beispiel des Sonnensystems können Planetenlaufbahnen, die unterschiedlichen Klangparametern zugeordnet sind, zum Klingen gebracht werden.
- ⇒ <https://danceoftheplanets.com> (Video der Performance/Komposition)
- ⇒ <https://danceoftheplanets.com/web/> (Musictool)

### 'A Song of Our Warming Planet' Komposition von Daniel Crawford

- Komposition, die auf Sonifikation der Erderwärmung in den letzten 133 Jahren beruht
- ⇒ <https://ensia.com/videos/what-climate-change-sounds-like-from-the-amazon-to-the-arctic/> (Video der Komposition)

### 'Total Solar Eclipse Sonification'

- Sonifikation der Sonnenfinsternis gespielt vom Kronos Quartet
- ⇒ <https://www.youtube.com/watch?v=vZi-hXWjRWY> (Video der Komposition, bzw. der Aufführung)
- ⇒ <https://www.youtube.com/watch?v=Hh5kK37KSEE> (Video zur Erklärung des Sonifikationsverfahrens)

Blog des musikwissenschaftlichen Instituts der Universität zu Köln, zum Thema „Sonifikation: Anwendungsfälle datenbasierter Verklanglichung“ (Lars-Andre Nießen, 2018)

- ⇒ <https://blog.uni-koeln.de/klangschaften/2018/02/23/sonifikation-anwendungsaefelle-datenbasierter-verklanglichung/>

### Air Quality Excerpt'

- Sonifikation der Luftqualität, bzw. dem Schadstoffanteil von vier kanadischen Städten
- ⇒ <https://soundcloud.com/marcstpierre/vancouver-air-quality-excerpt>

## LINGUISTISCHE MERKMALE

N°	Sprachliches Merkmal	Beispiel	Dimension
1	Present tense verbs	<i>she goes (to go)</i>	
2	1 <sup>st</sup> Person pronouns	<i>I, me, we, us</i>	
3	2 <sup>nd</sup> person pronouns	<i>you</i>	
4	Demonstrative pronouns	<i>this, that, these those</i>	
5	Past tense verbs	past simple <i>I played (to play)</i> , past progressive <i>I was playing</i> , past perfect <i>I had played</i> , past perfect progressive <i>I had been learning</i> ,	
6	3 <sup>rd</sup> person pronouns	<i>he, she, they</i>	
7	Adverbs	<i>Quickly</i> ,	
8	Infinitives	<i>to play, to go</i>	
9	Token ratio	<i>Durchschnittliche Wordlänge, also Anzahl von Wörtern im Satz</i>	
10	Nominalization	<i>to realize→realization</i>	
11	Coordinating Conjunction	<i>and, or, but</i>	
12	Adjective	<i>big, old, first</i>	
13	Gender	masculine: <i>he, his him, himself</i> feminine: <i>she, her, hers, herself</i> neuter: <i>it, its, itself</i>	
14	Direct Case	<i>I, you, he she, it we, they</i>	