

## Fachwissenschaftliche Einordnung des Themas

Der Mensch greift auf viele Arten in die Lebenswelt der Tiere ein. Das Überjagen vieler Arten (z.B. der Nashörner oder Elefanten) und auch die schrumpfenden Lebensräume durch die steigende Ausbreitung und das Eingreifen des Menschen in die Natur gefährden viele Arten. Darüber hinaus wurden und werden immer noch viele Tierarten durch den Menschen über Ozeane hinweg in neuen Lebensräumen ausgesetzt, wo sie als „invasive“ Art anderen heimischen Tierarten den Lebensraum nehmen oder auch Jagd auf diese machen und somit die Biodiversität eines Gebietes stark gefährden. Zuletzt ist auch der menschengemachte Klimawandel ein großer Faktor des Eingriffs des Menschen in die Tierwelt: Durch steigende Temperaturen oder Extremwetterlagen kommt es immer häufiger zur starken Gefährdung vieler Tierarten und auch zum Aussterben einiger Arten.<sup>1</sup>

Seit 1966 wird von der International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) jährlich die sogenannte „Rote Liste“ der bedrohten Tier-, Pilz- und Pflanzenarten veröffentlicht. Die Liste ist frei im Internet zugänglich und die Tiere werden in ihre Klassen und Arten sortiert. Auch nach Gebiet oder Jahr kann sortiert werden, um einen guten Überblick über die Datensätze zu erlangen.<sup>2</sup>

In der „Roten Liste“ wurden zum aktuellen Stand etwa 150.300 Tier-, Pflanzen- und Pilzarten erfasst, von denen aktuell etwa 42.100 vom Aussterben bedroht sind. Hierbei werden die Arten in verschiedene Kategorien eingeteilt, wie beispielsweise „Extinct“ (ausgestorben), „Extinct In The Wild“ (in der Wildnis ausgestorben) oder „Endangered“ (Bedroht). Unter allen erfassten Arten sind insgesamt 87.082 Tierarten.<sup>3</sup>

Insgesamt wurden auf der Welt bisher etwa 1,8 Millionen Arten entdeckt, wovon etwa 1,38 Millionen Tierarten sind.<sup>4</sup> Schätzungen für die tatsächliche Zahl aller auf der Erde beheimateten Arten belaufen sich auf etwa 8,7 Millionen.<sup>5</sup>

Die Weltbevölkerung hat sich von 1950 bis 2011 fast verdreifacht: Während im Jahr 1950 noch etwa 2,5 Mrd. Menschen auf der Erde lebten, waren es im Jahr 2000 schon 6,15 Mrd. und im Jahr 2011 7,07 Mrd. Menschen.<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> Vgl. Boeing, 2017.

<sup>2</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2020.

<sup>3</sup> Vgl. IUCN, 2022.

<sup>4</sup> Vgl. Bundesamt für Naturschutz, kein Datum.

<sup>5</sup> Vgl. Martin, 2011.

<sup>6</sup> Vgl. Urmersbach, 2023.

## Was ist eine Sonifikation?

Sonifikation ist ein Verfahren, Datensätze zu Klang oder Musik zu verarbeiten. Es wird eine Vielzahl von außermusikalischen Phänomenen verklanglicht, beispielsweise Statistiken, Hirnströme, Photosynthesedaten oder Planetenkonstellationen.<sup>7</sup> „Sie alle können nicht nur zu wissenschaftlichen Zwecken, sondern auch zu ästhetischen, also musikalischen Zwecken auditiv erfahrbar gemacht werden.“<sup>8</sup>

## Projektbeschreibung

Bevor wir mit dem Komponieren des Stücks beginnen konnten, mussten wir uns zunächst einen Überblick über die Daten verschaffen. Hierzu haben wir zunächst eine csv-Datei der „Roten Liste“ heruntergeladen, die wir dann mit einem Tabellenkalkulationsprogramm weiterbearbeiten konnten. Wir haben uns dazu entschieden, nur Tierarten aufzunehmen, die komplett ausgestorben sind, da alleine diese Tabelle schon insgesamt 648 Einträge hat. Als nächstes haben wir auch die csv-Datei der Bevölkerungszahl mit eingepflegt. Um beide miteinander zu verbinden, haben wir den Zeitraum von 1950 (Beginn der Bevölkerungsstatistik) bis 2011 (Letzter Eintrag in der roten Liste) ausgewählt. Darüber hinaus wurden alle ungenauen Angaben in der „Roten Liste“ (z.B. 1950er) durch eine eindeutige Jahreszahl (1950) ersetzt. Über den Befehl „ZÄHLENWENN“ wurden dann für jedes Jahr die ausgestorbenen Tierarten gezählt.

Nun konnten wir damit beginnen, die Daten in Musik umzuwandeln. Wir haben damit angefangen, die Bevölkerungszahlen in den Tonumfang der Gitarre zu „übersetzen“. Hierfür wurden die Werte mittels der Formel

$$\text{Bevölkerungszahl} - 2,5 \cdot \frac{46}{4,57}$$

normalisiert und anschließend auf ganze Zahlen gerundet. Hierbei ist 2,5 das Minimum der Bevölkerung und 4,57 die Differenz des Maximums der Werte und des Minimums. Die 46 entspricht den 46 Tönen der verwendeten Gitarre (24 Bünde). Wir haben uns entschieden, jedes Jahr durch zwei Takte zu repräsentieren, was insgesamt 124 Takte ergibt. Die entstandene Tabelle und auch die „Noten“ befinden sich im Anhang.

Als nächstes haben wir mit den Aufnahmen des Stückes begonnen. Für alle Aufnahmen wurde die Software Logic Pro<sup>9</sup> verwendet. Darüber hinaus wurden innerhalb von Logic noch mehrere

---

<sup>7</sup> Vgl. Ravenna, 2017.

<sup>8</sup> Ebd.

<sup>9</sup> <https://www.apple.com/de/logic-pro/>

Audio-Units (Plug-Ins) verwendet: Amplitude 5<sup>10</sup> (für die Gitarren-Sounds), Sampletank 4<sup>11</sup>, Syntronik 2<sup>12</sup>, Voltage Modular 2<sup>13</sup> (für die Synthesizer und Sound-Effekte) und Addictive Keys<sup>14</sup> (für einen Klaviersound). Für die weitere Bearbeitung der Klänge wurden die Logic-eigenen Audio-Units verwendet.

Wir haben mit der Gitarrenspur angefangen, wobei wir alle zwei Takte, also jedes Jahr einen Ton verwendet haben. Diese erste Gitarrenspur hat noch keine Verzerrung, allerdings Hall, Echo, Chorus und einen Oktaver-Effekt, der eine tiefere Oktave hinzufügt. Als nächstes wurde die Arpeggiator-Spur eingefügt. Ein Arpeggiator spielt die Töne eines auf der Klaviatur gespielten Akkordes in einer eingestellten Geschwindigkeit und Reihenfolge. In unserem Stück ist er zunächst auf 1/8-Triolen eingestellt und spielt die Töne von oben nach unten. Im weiteren Verlauf wird die Geschwindigkeit immer weiter reduziert, bis zum Ende nur noch 1/1-Triolen erklingen. Dies soll verdeutlichen, dass es durch das Aussterben immer weniger Tiere gibt, auch der langsam zunehmende Hall-Effekt verdeutlicht dies. Da dieser Klang noch etwas „leer“ war, entschieden wir uns, noch ein Pad- und einen Bass-Synthesizer hinzuzufügen. Der Pad-Synthesizer spielt dabei exakt dieselben Töne, hält diese jedoch aus, anstatt sie zu arpeggieren. Der Bass-Synthesizer spielt die jeweiligen Bass-Töne der Akkorde. Die Akkorde wurden über die Gitarrenspur improvisiert, wobei im Verlauf des Stückes immer mehr upper-extensions und disharmonische Klänge verwendet wurden, was die Zuspitzung der Lage symbolisiert.

Als nächstes wurden weitere Gitarren-Spuren, welche wie die erste die Menschen repräsentieren, hinzugefügt. Zunächst eine verzerrte Hall-Gitarre, bei der nur das wet-Signal des Halls verwendet wird, wodurch der Sound sehr wenig Attack hat (im Gegensatz zur ersten Gitarre). Die Gitarre blendet langsam ein, was das Zunehmen der Bevölkerung verdeutlicht. Darüber hinaus nimmt hier die Anzahl der Tonwiederholungen pro Takt im Verlauf des Stückes immer weiter zu, was im Gegensatz zum Arpeggiator steht. Gegen Ende des Stückes wird dies durch die Lead-Gitarren verstärkt, die nun deutlich besser hörbar schnellere Tonwiederholungen spielt. Diese Spuren wurden ebenfalls improvisiert. Nach einiger Zeit kommt noch eine weitere Lead-Gitarre hinzu, die die erste in Quartan harmonisiert, was weiter zur sich immer weiter zuspitzenden Lage beiträgt. Diese Spuren enden in einem Chaos aus chromatischen Noten, bis die beiden Lead-Gitarren im zunehmenden Hall „verschwinden“.

Als nächstes wurden die Ausgestorbenen Arten in jedem Jahr in das Stück eingebettet. Hierfür wurde ein weiterer Synthesizer verwendet und mit einem Klaviersound eine Oktave höher

---

<sup>10</sup> <https://www.ikmultimedia.com/products/amplitude5/>

<sup>11</sup> <https://www.ikmultimedia.com/products/st4/>

<sup>12</sup> <https://www.ikmultimedia.com/products/syntronik2/>

<sup>13</sup> <https://cherryaudio.com/products/voltage-modular>

<sup>14</sup> [https://www.xlnaudio.com/products/addictive\\_keys](https://www.xlnaudio.com/products/addictive_keys)

gedoppelt. Der Klaviersound wurde hierbei mit einem Kompressor, Equalizer und Hall weiterbearbeitet. Jeder Ton entspricht hierbei einer ausgestorbenen Art. Auch diese Töne werden immer langsamer; zu Beginn sind es 1/8-Triolen, dann 1/4-Triolen, 1/2-Triolen und am Ende 1/1-Triolen, genau wie beim Arpeggiator.

Zum Schluss wurden noch einige Effekte in das Stück eingefügt. Zunächst wurde eine Aufnahme von einer Menschenmenge (aus dem eigenen Fundus) eingefügt, welche langsam immer lauter wird mit dem Fortschreiten der Jahre, und auch die Bevölkerungszahl nimmt zu. Um diesen Effekt zu verstärken, wurde die Spur stark komprimiert, was die Lautstärke der Spur auf ein einheitliches Level bringt, wodurch das Gefühl entsteht, man würde mitten in der Menschenmenge stehen. Am Ende des Stückes wurden dann noch einige Effekte zur Verstärkung der allgemein bedrückenden Stimmung eingefügt, zwei Sounds aus einer „Horror-Film“-Sample-Bibliothek und ein ganz tiefer Sinus-Bass, der mit Voltage Modular 2 erstellt wurde. Es handelt sich hierbei um ein Programm, bei dem man aus verschiedenen Bausteinen einen eigenen modularen Synthesizer zusammenstellen kann. Der erstellte Signalweg ist in der untenstehenden Abbildung zu sehen. Die Sinus-Welle wurde mit einem Ring-Modulator weiter „verzerrt“, welcher das ankommende Signal mit dem eines LFO (Low Frequency Oscillator mit etwa 10 Hz) multipliziert. Die Frequenz wurde über eine Automation kontinuierlich gesenkt.



Abbildung 1 - Bildschirmfoto der Software "Voltage Modular 2".

## Ähnliche Projekte

### Deep into the animal extinction – Data sonification

Einige Angehörige der Universität Iuav Venedig haben 2015 ebenfalls eine auf der „Roten Liste“ basierende Sonifikation erschaffen. Sie beziehen sich auf die Daten von 1996 bis 2013 und unterscheiden die Tierarten in ihre Klassen (Säugetiere – Vögel – Amphibien – Reptilien – Fische). Jede dieser Klassen wird auf der einen Seite von jeweils einer Note eines fis-Moll Akkordes, auf der anderen Seite von einer geometrischen Form / Farbe dargestellt. Je nachdem, wie viele Arten in einem Jahr auf die „Rote Liste“ gekommen sind, werden die Töne unterschiedlich oft wiederholt. Jeweils zehn Sekunden repräsentieren hierbei ein Jahr. Durch die Formen und Farben im dazugehörigen Video hat der Zuhörer ebenfalls ein klares Bild der Zahlen vor Augen.<sup>15</sup>

### Mass Extinction Magnitude Data Sonification

Eine weitere Sonifikation des Artensterbens wurde 2022 von Barnas Monteith auf YouTube unter dem Titel „What is SONIFICATION? All extinctions on Earth in ~30 seconds!“ veröffentlicht. Er beschreibt, wie er mithilfe eines Datensatzes und eines Python-Skriptes eine Midi-Datei erstellt, in welcher die großen Massenaussterben der Urzeit bis heute hörbar gemacht werden.<sup>16</sup>

### On The Extinction Of A Species

Falk Morawitz veröffentlichte 2018 eine 23-minütige Komposition, die sich mit dem Aussterben der Wandertaube (passenger pigeon) befasst. Im Stück werden Musik und Erzählung miteinander kombiniert. Das Tier ist bereits in den 1890er Jahren ausgestorben, das Thema des Artensterbens und wie die Menschen mit der Natur umgehen, ist jedoch nach Auffassung des Künstlers auch heute noch sehr aktuell.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> Vgl. Fasolo Rao, 2015.

<sup>16</sup> Vgl. Monteith, 2022.

<sup>17</sup> Vgl. Morawitz, 2018.

## Literaturverzeichnis

- Boeing, N. (29. November 2017). *Die Schmutzigen, Hässlichen und Gemeinen*. Abgerufen am 22. Juni 2023 von Zeit online: <https://www.zeit.de/zeit-wissen/2017/06/artensterben-mensch-einfluss-tiere>
- Bundesamt für Naturschutz. (kein Datum). *Artenzahlen der Tiere, Pflanzen und Pilze in Deutschland und weltweit*. Abgerufen am 22. August 2023 von <https://www.bfn.de/daten-und-fakten/artenzahlen-der-tiere-pflanzen-und-pilze-deutschland-und-weltweit>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (30. April 2020). *rote Listen*. Abgerufen am 22. Juni 2023 von Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz: <https://www.bmuv.de/themen/naturschutz-artenvielfalt/artenschutz/nationaler-artenschutz/rote-listen>
- Fasolo Rao, A. (2015). *DEEP INTO THE ANIMAL EXTINCTION*. *Data sonification*. (annanogar) Abgerufen am 22. Juni 2023 von <https://annanogar.com/vanishing-digital-data-sonification>
- IUCN. (2022). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2*. Abgerufen am 22. August 2023 von <https://www.iucnredlist.org>
- Martin, M. (26. August 2011). *Auf der Erde leben 8,7 Millionen Arten*. Abgerufen am 22. August 2023 von GEO: <https://www.geo.de/natur/oekologie/4178-rtkl-biodiversitaet-auf-der-erde-leben-87-millionen-arten>
- Monteith, B. (28. Mai 2022). *What is SONIFICATION? All extinctions on Earth in ~30 seconds!* Abgerufen am 22. Juni 2023 von YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=OnGue7Nso5I>
- Morawitz, F. (2018). *On the Extinction of a Species (stereo version)*. Abgerufen am 22. Juni 2023 von Soundcloud: <https://soundcloud.com/falk-morawitz/on-the-extinction-of-a-species-stereo-version>
- Ravenna, J. (2017). Das Festival "Sonifikationen - Klingende Datenströme". *Sonifikation: Transfer ins Musikalische*, 6-10.
- Urmersbach, B. (28. Februar 2023). *Weltbevölkerung von 1950 bis 2023 (in Milliarden)*. Abgerufen am 22. Juni 2023 von statista: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1716/umfrage/entwicklung-der-weltbevoelkerung/>

## Anhang

Tabelle

	Ausgestorbene Arten	Menschliche Bevölkerung	Umrechnung Bevölkerung	Takt
1950	13	2,50	0,00	1
1951	5	2,54	0,00	3
1952	2	2,59	1,00	5
1953	3	2,64	1,00	7
1954	2	2,69	2,00	9
1955	2	2,75	3,00	11
1956	1	2,80	3,00	13
1957	5	2,86	4,00	15
1958	2	2,92	4,00	17
1959	1	2,97	5,00	19
1960	7	3,02	5,00	21
1961	2	3,07	6,00	23
1962	2	3,13	6,00	25
1963	5	3,20	7,00	27
1964	10	3,27	8,00	29
1965	2	3,34	8,00	31
1966	0	3,41	9,00	33
1967	1	3,48	10,00	35
1968	2	3,55	11,00	37
1969	5	3,62	11,00	39
1970	16	3,70	12,00	41
1971	1	3,77	13,00	43
1972	3	3,84	13,00	45
1973	2	3,92	14,00	47
1974	2	4	15	49
1975	7	4,07	16,00	51
1976	3	4,14	17,00	53
1977	6	4,22	17,00	55
1978	3	4,29	18,00	57
1979	2	4,37	19,00	59
1980	14	4,44	20,00	61
1981	2	4,52	20,00	63
1982	3	4,61	21,00	65
1983	6	4,69	22,00	67
1984	2	4,78	23,00	69
1985	3	4,86	24,00	71
1986	2	4,95	25,00	73
1987	3	5,04	26,00	75
1988	3	5,13	26,00	77

1989	3	5,22	27,00	79
1990	8	5,32	28,00	81
1991	2	5,41	29,00	83
1992	5	5,49	30,00	85
1993	0	5,58	31,00	87
1994	2	5,66	32,00	89
1995	2	5,74	33,00	91
1996	2	5,83	34,00	93
1997	1	5,91	34,00	95
1998	0	5,99	35,00	97
1999	0	6,07	36,00	99
2000	0	6,15	37,00	101
2001	2	6,23	38,00	103
2002	1	6,31	38,00	105
2003	2	6,39	39,00	107
2004	1	6,48	40,00	109
2005	0	6,56	41,00	111
2006	0	6,64	42,00	113
2007	1	6,73	43,00	115
2008	0	6,81	43,00	117
2009	2	6,90	44,00	119
2010	1	6,99	45,00	121
2011	1	7,07	46,00	123

„Noten“

Arp+  
Pad+  
Bassynth i R

Clean Git: 0  
Hall Git: F Δ7

F#m7b5

G

# 0

13

0

# 0

17

A m

# 0

21

Bb

b 0

25

G7 / B

4 0

29

C

C m

0

33

C#m Δ7

D add #4

# 0

37

Eb 0 add 11

b 0

The image shows a handwritten musical score on ten staves. The notation includes guitar chord diagrams and various annotations. A red line on the left side of the staves indicates a sequence of measures. The score is organized into two columns of chords, with the first column on the left and the second column on the right. The first column contains chords: E 4/2 (measure 41), Bbm6 (measure 45), Bbm7 (measure 49), Bbm (measure 53), F (measure 61), Dbsus2 (measure 65), Eb7 (measure 69), Gm7 (measure 73), and Gm (measure 77). The second column contains chords: F7sus (measure 41), Bbm6 (measure 45), Bbm7 (measure 49), Bbm (measure 53), F add #11 (measure 57), F7sus2 (measure 61), Bb7 (measure 65), Gm6 (measure 69), Gm7 (measure 73), and D7b5 (measure 77). Annotations include 'Halt-Git Viertel' and 'Arp Halt spielen' in the 57th and 61st measures, respectively. The time signature is 4/2.

Measure	Chord	Annotation
41	E 4/2	
45	Bbm6	
49	Bbm7	
53	Bbm	
57	F add #11	Halt-Git Viertel
61	F7sus2	Arp Halt spielen
65	Bb7	
69	Gm6	
73	Gm7	
77	Gm	

81 $A m b 7 b 5$ 40		$B b m \Delta 7$ 60	Lead-Git Links Arp 1/4-Triolen Beginn Fade-In Menschchen
85 $B 7 b 5$ 40		0	
89 $C \# m b 7 > 5$ #0		$E b m \Delta 7$ 0	
93 $E b m \# 11$ b0		b0	
97 $F \Delta 7 \# 9$ 40		0	
101 $F \# \Delta 7 b 5$ #0		$G \Delta 7 b 5$ 0	Lead-Git rechts Arp 1/2-Triolen
105 $A b \Delta 7 b 5$ 0		$A \Delta 7 b 5$ #0	
109 $F 7 \# 9$ 0		$B b 7 \# 5$ b0	
113 $G 0 D m b 7 b 5$		$C \text{ add } \# 9$	Arp 1/1-Triolen Soundeffekte
117 $C m b 7 b 5$		$C \# m b 7 b 5$ #0	

121 $D m b 7 b 5$ 0		$D \# m b 7 b 5$ #0	
Lead-Git Chaos		Lead-Git Null	