Sarah Platte

Einführung in die Musikwissenschaft

Wintersemester 2019/2020

Die Moldau 2.0 – Ein musikalisches Abbild der Klimakrise

Werkanalyse und Daten-Sonifikation bei Smetanas Programmmusik

Elena Rothermel

Am Intenbächle 1 a

79117 Freiburg

3. Semester

Elementare Musikpädagogik/

Blockflöte

Freiburg, den 18. April 2020

Die Moldau 2.0 – Ein musikalisches Abbild der Klimakrise

Werkanalyse und Daten-Sonifikation bei Smetanas Programmmusik

Inhalt

1. Aus Alt mach Neu 1

2. Musikalisch-analytische Reise entlang Smetanas Komposition „Die Moldau“ 2

2.1 Zwei Quellen und das Hauptmotiv 3

2.2 Jagdszene im Wald 4

2.3 Bauernhochzeit 5

2.4 Mondschein und Nymphenreigen mit anschließendem Hauptthema 5

2.5 Sankt Johann Stromschnellen 6

2.6 Breite, tosende Moldau 6

2.7 Schloss Vyšehrad und Moldaumündung 7

3. Klimatische Sonifikation der Programmmusik „Die Moldau“ 8

3.1 Geschichte und resultierte Einteilungsmöglichkeiten der Sonifikation 8

3.2 Anerkennung der Sonifikation 9

3.3 Sonifikationsansätze bei Smetanas Komposition „Die Moldau“ 11

4. Sonifikation als Chance 15

Literaturverzeichnis 16

Abbildungsverzeichnis 18

Anhang 19

Eidesstattliche Erklärung 19

1. Aus Alt mach Neu

Seit dem Wintersemester 2019/2020 existiert an der Musikhochschule Freiburg das Nachhaltigkeitsforum „FreiDay“. Hierbei treffen sich wöchentlich Hochschulangehörige zum kreativen Austausch über die zugespitzte Klimasituation. Im Rahmen dieser Initiative wurde auch die Uraufführung von „For seasons“, gespielt vom NDR-Elbphilharmonieorchester, angesprochen. Es handelt sich dabei um eine Bearbeitung von Vivaldis „Four seasons“. Entstanden ist das Arrangement durch Wissenschaftler, Sound-Artisten und Musik-Arrangeure, die algorithmisch ausgewertete Klimadaten in Vivaldis ursprüngliches Werk eingearbeitet haben.[1] Bei dieser Art des musikalischen Bearbeitens handelt es sich um Sonifikationen. Darunter versteht man Umwandlungsmethoden, „bei denen beliebige Eingangsdaten […] in akustische Ereignisse oder Audiosignale übersetzt“ werden, um sie auditiv zugänglich zu machen.[2]

Meine Begeisterung für diese Kombination aus bereits existierender Musik und auditiver Erfahrbarkeit der Klimakrise stellt den Ursprung meiner Themenwahl dar. Im Folgenden wurde die Komposition „Die Moldau“ von Bedřich Smetana für die Erforschung deren klimatischen Sonifikationpotentials herangezogen. Nicht zuletzt liegt der Reiz dieser Erkundung darin, dass sowohl historische als auch aktuelle Recherchen notwendig sind zur Erstellung einer Sonifikationsbearbeitung – aus etwas Altem entsteht Neues. Doch bevor das Gebiet der Sonifikation genauer beschrieben wird, erfolgt als Grundlage und erster Schwerpunkt dieser Arbeit zunächst die musikalische Analyse von Smetanas Komposition.

Während die Beschreibung der Komposition anhand Linda Maria Koldaus Buch „Die Moldau, Smetanas Zyklus ‚Mein Vaterland‘“ und mithilfe der Orchesterpartitur schnell zu Ergebnissen führte, offenbarten sich bei der Sonifikationserarbeitung verschiedenen Hürden. [3] Bei der Lektüre des Buchs „Das geschulte Ohr“, herausgegeben von Andi Schoon und Axel Volmar, bekam ich zunächst deutlich Respekt vor meiner Idee der Moldau-Bearbeitung. Wie im Laufe der Arbeit dargestellt wird, kämpfen die Verfechter der Sonifikationsmethoden aktuell enorm um deren (wissenschaftliche) Legitimierung – wie sollte ich als sonifikationsunerfahrene Studentin hier also ernstzunehmende Ansätze erarbeiten können? Mit zunehmender Vertiefung überwiegte dann jedoch die eigene Ermutigung

[1] Staud, Toralf: "Wortlos fühlen, was die Fakten zeigen": Klima-Adaption von Vivaldis "Vier Jahreszeiten" in Hamburg, in: https://www.klimafakten.de/meldung/wortlos-fuehlen-was-die-fakten-zeigen-klima-adaption-von-vivaldis-vier-jahreszeiten-hamburg (Stand vom 14.02.2020).

[2] Schoon, Andi und Volmar, Axel: Informierte Klänge und geschulte Ohren, in: Das geschulte Ohr, hrsg. von Andi Schoon und Axel Volmar (Sound Studies Volume 4), transcript Verlag, Bielefeld, 2012, S. 11.

[3] Bedřich Smetana, Mein Vaterland (Má Vlast) Zyklus sinfonischer Dichtungen Nr. 2 Moldau (Vltava), VEB Breitkopf & Härtel Musikverlag, Leipzig, ca. 1930.

zum künstlerischen Experimentieren. Anhand fluvialen Wissens zur Moldau zog ich geographische Verbindungen zu den musikalischen Flussstationen der Komposition (vergleiche Punkt 2) und recherchierte nach übertragbaren, aktuellen Daten. In weiteren Überlegungen erfolgte durch Umrechnungen die Beschreibung der möglichen kompositorischen Einarbeitung.

Eine weitere Hürde ergab sich bei meiner anfänglichen Vermutung, dass Daten in Sonifikationsmusik durch das individuelle Bauchgefühl verstanden werden könnten. Durch die im Buch behandelte Notwendigkeit eines „geschulten Ohrs“, also eines objektiven Hin- und Abhörmechanismus, wurde diese Annahme in Frage gestellt.[4] Einen Lösungsansatz für dieses Problem stellte die getrennte Betrachtung von wissenschaftlicher und künstlerischer Sonifikation dar.

Um diesen anfänglichen Schwierigkeiten auf den Grund gehen zu können, wird in dieser Arbeit zur Themeneingrenzung auf historische Einblicke zu Smetanas Leben verzichtet. Bei der Geschichte der Sonifikation liegt das Hauptaugenmerk auf Begrifflichkeiten, die sich im Laufe der Zeit als wichtige Bausteine etabliert haben.

2. Musikalisch-analytische Reise entlang Smetanas Komposition „Die Moldau“

„Die Moldau“ ist das bekannteste Werk des tschechischen Nationalkomponisten Bedřich Smetana und steht an zweiter Stelle in dessen Zyklus „Mein Vaterland“. Berühmtheit erlangte dieser erst durch die Komposition „Die Moldau“, die Smetana am achten Dezember 1874 im Zustand völliger Taubheit beendete.[5] Für den Komponisten selbst stellte der Fluss ein nationales Symbol dar, aus dem er eine Programmmusik machte. Smetana bediente sich mit dem Format „Programmmusik“ einer musikalischen Neuerung, bei der außermusikalische Motive vertont werden und dadurch eine Verbindung aus visueller und auditiver Wahrnehmung hergestellt wird.

Ausgelegt ist das Werk für ein großes Orchester, bestehend aus Streichern, Holz- und Blechblasinstrumenten sowie Schlagwerk. Bis heute gilt „Die Moldau“ als Paradebeispiel für Programmmusik und hat dadurch im Lehrplan an deutschen Grundschulen einen festen Platz.

Nach Angaben des Geigers Mořic Anger inspirierte der Fluss Smetana bereits im Jahre 1867 bei einem Ausflug. Er saß demnach völlig überwältigt und gedankenversunken an

[4] Schoon, Andi und Volmar, Axel, 2012, S. 18.
[5] Koldau, Linda Maria: Die Moldau, Smetanas Zyklus „Mein Vaterland". Böhlau Verlag, Köln, 2007, S.7.

dessen Flussufer, wobei ihm wohl die ersten Klänge zu der späteren Komposition in den Sinn kamen. Das Programm, das Smetana in diesem Stück umsetzte, ist weniger der Flussverlauf an sich, als das Motiv des Fließens.[6] Es veranschaulicht als Hauptkomponente des Werkes Smetanas subjektive Wahrnehmungen der Fließbewegungen der Moldau. Elemente wie Plätschern, Fließen, Strömen und Wogen macht der Komponist akustisch wahrnehmbar und teilweise sogar im Notenbild sichtbar. Diese Erkenntnisse werden nun in den einzelnen Abschnitten der Komposition konkret herausgearbeitet. Erwähnenswert ist noch, dass außer in „Die Moldau" in keiner der anderen fünf symphonischen Dichtungen des Zyklus „Mein Vaterland" von Smetana notierte Überschriften zu finden sind. Er unterteilte das Werk dadurch in Stationen, die ihm bedeutend erschienen und stellte Bezüge zu verschiedenen Flussabschnitten her. Gemäß Smetanas Vorstellungen erfolgt die anschließende Analyse als imaginäre Reise auf der Moldau, wobei die Reisenden auf ihrer Fahrt an den einzelnen Stationen vorbeikommen und das Geschehen dort beobachten.[7]

2.1 Zwei Quellen und das Hauptmotiv

Die Reise beginnt in e-Moll bei den zwei Hauptquellen Warme und Kalte Moldau, die in 35 Takten vorgestellt werden. Zunächst fangen die Querflöten begleitet von Harfen und Violinen an, die Warme Moldau „plätschernd" einzuleiten. Dies geschieht in dreitönigen Tonleitersequenzen mit aufsteigender Tendenz. Smetana notierte „lusingando", also „verlockend" unter den Noten der Flötenstimme, wodurch der verspielte Charakter der Moldauquelle, während sie über Steine hinweg fließt, zum Ausdruck gebracht werden soll. Nach einer einmaligen Wiederholung des Plätscherns, wird es im weiteren Verlauf ausgeschmückt und verleiht dem Werk einen sprudelnden Charakter. So nimmt die Warme Moldau ihren Lauf.

Das Einsetzen der Klarinetten kündet schließlich die Kalte Moldau an, die als Gegenstück zur ersten Moldauquelle nun durch Abwärtsbewegungen vertont wird. Die Flöten, die vorher das Motiv gespielt haben, ergänzen den Lauf mit einem neuen wiegenden Klangbild geprägt von Wechselnoten.

Die anschließende Vereinigung der beiden Quellen kennzeichnet sich dadurch, dass aus dem „Geplätscher" eine zunehmende Spannung wahrnehmbar wird. Musikalisch wird diese durch das Einsetzen der übrigen Streicher erzeugt, wodurch ein dichtes Klanggewebe entsteht. Selbst der zunächst ruhige Ton, mit dem die Viola diese Steigerung untermalt, mündet in einen spannungsgeladenen Triller. Die einsetzende Triangel, ähnlich dem Glitzern des Wassers in der Sonne, führt alsdann direkt zum erwarteten Hauptthema der

[6] Schönewolf, K.: Konzertbuch Orchestermusik 2. Teil, Henschelverlag, Berlin, 1961, S. 79, 80 ff.
[7] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 48-51.

Moldau hin. Ab Takt 36 verdeutlicht dieses nun, im Gegensatz zur plätschernden, glitzernden, sprudelnden und fließenden Einleitung, die eindrucksvolle Moldau in ihrem ganzen Ausmaß. Im Hauptmotiv, das die erste Violine zusammen mit den Holzbläsern spielt, lassen sich bei genauerem Betrachten beziehungsweise Hinhören volksliedähnliche Züge erkennen. So hat beispielsweise das Lied „Alle meine Entchen“ melodische Analogien zu Smetanas Moldaumotiv. So paradox dies auch klingen mag, doch Smetana konnte genau auf diese Weise Vertrautheit und Wiedererkennung bei seinem Publikum hervorrufen und dadurch rasch Begeisterung für seine Komposition erlangen. Dennoch geht das Anfangsmotiv des Fließens nicht unter, sondern wird von der Viola und dem zweiten Cello als Begleitmotiv kontinuierlich weitergeführt, unterstützt durch die von Beginn an vorherrschende, wiegende 6/8-Taktart. Die übrigen Streicher hingegen formen durch selbständige rhythmische Muster, die aus dem Plätschern hervorgehen, einen verwobenen, wirbelnden Klangteppich, der einen Kontrast zur ruhig dahinfließenden Moldau darstellt. Im Folgenden wird das Moldauthema in modulierten Formen vielfach wiederholt, sodass es insgesamt 69 Takte umfasst und sich bei den Hörenden ein Einprägen ermöglicht.[8]

2.2 Jagdszene im Wald

Dem Hauptmotiv, welches bei Punkt 2.1 ausführlich erläutert wurde, schließt sich der 38-taktige Abschnitt „Waldjagd“ an, ebenfalls im 6/8-Takt. Bei Smetanas imaginärer Reise auf der Moldau werden in diesem Teil weite Wälder passiert, in denen gerade Jagdtreiben herrscht. Erstmals handelt es sich bei der musikalischen Umsetzung nicht um eine Variation bereits bekannter Motive, sondern um ein neues kontrastierendes Element. Geprägt wird es vom Klang der Hörner, die mit ihren Fanfaren sinnbildlich für die Jagd stehen. Der fließende Charakter des Flusses ist diesmal besonders im Notenbild ersichtlich, das von Wellenmustern in den tiefen Instrumenten durchzogen ist. Die Vertonung der visuellen „Waldjagd“ erfolgt hier demnach als Synthese aus einem dominierenden Jagd-Bläserklang und teils turbulenten Fluss-Streichermotiven mit vielen Aufwärts- und Abwärtsfiguren.[9] (vgl. Abb. 1)[10]

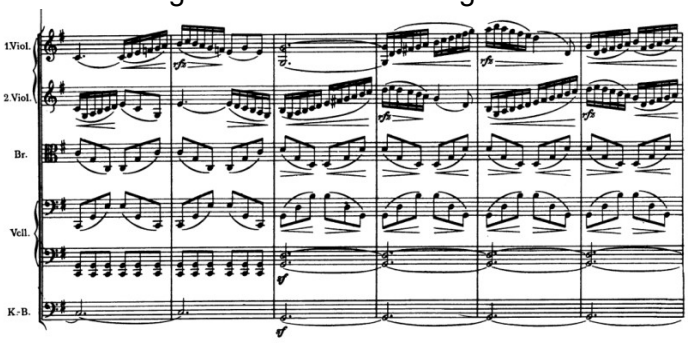


Abbildung 1: Wellenmuster in den tiefen Streichinstrumenten

[8] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 48–59.
[9] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 59-60.
[10] Bedřich Smetana, ca. 1930, S. 16.

2.3 Bauernhochzeit

Im Zentrum des folgenden 63-taktigen Abschnitts im 2/4 Takt steht eine ländliche Hochzeit. Hier spielt das Motiv des Fließens erstmals keine tragende Rolle mehr spielt. Vielmehr stehen Tanz und Vergnügen der Hochzeitsgäste im Mittelpunkt. Smetana setzt dies durch ein lebhaftes Polka-Thema um. Die Polka als geschlossener Rundtanz für Paare wird vom Komponisten musikalisch anhand von Synkopierungen typisch tschechisch komponiert. Die Aufrechterhaltung der Tanzdynamik entsteht durch die charakteristische Abphrasierung nach acht Takten durch Betonung auf dem zweiten Viertelschlag und einem darauffolgendem schwungvollen Auftakt für die nächste Phrase. Mit der Verwendung von Auftakten stellt sich Smetana gegen die tschechische Polkatradition.[11]

Nach einer einmaligen Wiederholung dieses Themas integriert Smetana das gesamte Orchester und es ertönt durch Einsatz variierter Artikulation und Dynamik ein munterlebendiger Klang. Besonders fröhliche Akzente entstehen durch Triangel und Pauken. Die im Anschluss zunehmenden Tonlängen und die Reduzierung der Dynamik erwecken einerseits den Eindruck, dass die fiktiv Reisenden auf dem Fluss nach und nach an der feierlichen Szene vorbeigleiten. Andererseits deuten diese veränderten musikalischen Parameter auch auf das Tagesende und die damit einhergehende nächtliche Ruhe hin. Dadurch ist die Überleitung zum nächsten Abschnitt geschaffen, der sich im 4/4 Takt über 58 Takte erstreckt.[12]

2.4 Mondschein und Nymphenreigen mit anschließendem Hauptthema

Smetana führt aus der vorhergegangenen „Bauernhochzeit“ lediglich den am Ende pochenden Klang des Cellos und Kontrabass weiter. Ansonsten entwickelt er durch clusterähnliche Tonschichtungen und Modulierung von e-Moll zu As-Dur eine völlig neue, mystische Szenerie. Der Komponist selbst beschrieb sie mit den Worten „im nächtlichen Mondschein führen Wassernymphen ihre Reigen auf“.[13] Mit Fagotten und Oboe baut er von unten nach oben einen verminderten Akkord auf und lässt somit im übertragenen Sinne den Mond spannungsvoll aufgehen. Eingebettet in das Plätschern des Flusses durch die Flöten sowie zarte Harfen- und Hörnertöne führen die Nymphen ihre Reigen aus, bevor sich das musikalische Bild erneut ändert. Pianissimo und piano werden im Folgenden rasch vom wieder aufgegriffenen Fanfaren-Motiv der Hörner, sowie von Posaunen und Tuba abgelöst und münden in ein hektisches, aufgewirbeltes Klangbild. Dieses entsteht nicht zuletzt durch Rückmodulation in die Ausgangstonart e-Moll, durch eine rhythmische Beschleunigung und der damit einhergehenden Verdichtung beispielsweise in der Flöten-

[11] Novák, Petr und Blöchl, Arnold: Art. Polka, Musikalische Form in: MGG Online, https://www.mgg-online.com/mgg/stable/55525 (Stand vom 9.3.2020).
[12] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 60.
[13] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 50.

oder Klarinettenstimme. Erneut ist es die Triangel, die durch ihr Erklingen auf unbetonten Zählzeiten akzentuiert in Erscheinung tritt. Die Flöten und Klarinetten brechen den angespannten Bann schließlich, indem sie das Hauptthema der Moldau wieder aufgreifen und für 32 Takte erklingen lassen.[14]

2.5 Sankt Johann Stromschnellen

Ebenso hektisch wie den Übergang der Mondnacht in das Hauptthema führt Smetana den nächsten 62 Takte langen Abschnitt weiter. Die Reisenden erreichen voller Impetus die Sankt Johann Stromschnellen, deren Charakter nur durch extreme Lautstärken wie fortissimo sowie harmonische und rhythmische Anomalien eindrucksvoll wiedergegeben werden kann. Während die Hörner und Trompeten alarmierende Achteltonrepetitionen spielen, von den Streichern dazu aufgebrachte Sechzehntelketten und –triolen ertönen, wirken Tuba, Posaune und Trompete synkopisch entgegen.
Smetana setzt an dieser Stelle auch erstmals die große Trommel ein und nutzt die Piccoloflöte mit ihrer hohen Tonlage zur Verdeutlichung der Gefahr, die die Wildwasserstromschnellen verbergen. Die Komposition wirkt demnach ebenso wie der reale Fluss an dieser Stelle haltlos, chaotisch und von enormen, unkontrollierbaren Wogen und Strudeln geprägt. Innerhalb von vier Takten flaut dieses Wirbeln ab, die Tonfolgen sind nach unten gerichtet bis letztendlich nur noch die Streicher subito pianissimo umrahmt von einem sanften Paukenklang hörbar sind und geradewegs in das Hauptthema der Moldau hineinfließen.[15]

2.6 Breite, tosende Moldau

In Anlehnung an den echten Fluss stellt das musikalische Motiv die Moldau diesmal über 26 Takte hinweg breiter und triumphaler dar als zuvor. Beispielsweise wechselt die Tonart von einem mystischen e-Moll in ein charakterlich jubelndes, prachtvolles E-Dur, die Tonfolgen bewegen sich besonders in den Bläsern und ersten Violinen in den hohen Lagen.[16] Auch finden sich Zäsuren mit fesselndem Charakter für die Zuhörer: Smetana baut trotz Dur-Tonalität an Phrasenenden unerwartet verminderte Septakkorde ein, wie sie in der Regel eher im Harmonisch-Moll-Kontext zu finden sind. Und um die Mächtigkeit des Flusses zu unterstreichen, ist in diesem Abschnitt das gesamte Orchester zu hören.[17]

---

[14] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 61-62.
[15] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 63-65.
[16] Hand, Ferdinand Gotthelf: Aesthetik der Tonkunst, Erster Theil, Ulan Press Verlag, Leipzig, 1837, S. 220f.
[17] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 65.

2.7 Schloss Vyšehrad und Moldaumündung

Bei der Reise durch Prag erhebt sich auf einem Felsen hoch über der Moldau das Schloss Vyšehrad. Durch das Einbauen zweier Vyšehrad-Motive aus dem ersten Werk „Vyšehrad“ des Zyklus „Mein Vaterland“ stellt Smetana auf musikalische Weise eine Assoziation zwischen dem historischen Schloss und dem landschaftlich einzigartigen Fluss her. Die Moldau wird dadurch in die tschechische Geschichte und den nationalen Triumph dieses prächtigen Schlosses eingebunden. Auch wenn die zwei Motive bereits im Werk „Vyšehrad“ zur Geltung kommen, widmet ihnen Smetana in „Die Moldau“ erneut 15 Takte. Beide Motive gestaltet er wiederum fließend, was sowohl im Notenbild als auch akustisch wahrnehmbar ist. Die Begleitung der Streicher sorgt für die Verwirklichung des dahinströmenden Charakters. Dieses Flusselement dient als Klangteppich, auf welchem die langen, feierlichen Töne der Bläser metaphorisch wie das prachtvolle Schloss thronen. Ein weiteres Mal vereint Smetana demnach zwei diskrepante Motive zu einem großen Gesamtklang.

Die Reise geht schnell weiter beziehungsweise dem Ende entgegen. Denn mit dem Münden der Moldau in die Elbe ist auch Bedřich Smetana am Ende seiner Komposition angelangt. Das zuvor noch lebendige Dahinfließen geht über in ein ruhiges Strömen, die Wellenbewegungen der Streicher werden kleiner, die Moldau wird eins mit der Elbe. Sanft spielen die Bläser ihre letzten Töne, die Streicher werden leiser und leiser bis zum pianopianissimo und zum krönenden Abschluss ertönen noch einmal in voller Lautstärke Dominante und Tonika als Schlusskadenzakkorde in E-Dur, nach denen das gesamte Orchester verstummt.[18]

[18] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 65-68.

3. Klimatische Sonifikation der Programmmusik „Die Moldau“

Die eben beschriebene metaphorisch-musikalische Reise auf der Moldau kreiert in der Vorstellung der Hörenden beziehungsweise Lesenden unweigerlich Bilder des Flusses und dessen Umgebung. Bilder, wie sie Smetana damals im 19. Jahrhundert selbst in seiner tschechischen Heimat erleben konnte. In den seither vergangenen, knappen 150 Jahren hat sich an diesem Erscheinungsbild jedoch einiges verändert, nicht zuletzt in Angesicht der zunehmenden Klimakrise. Die Komposition über die Moldau ist, unter anderem durch ihre Assoziation als tschechisches Nationalsymbol, zweifellos bis heute mit einer gewissen Aktualität konnotiert. So erklingt sie beispielsweise annuell bei der Eröffnung des Musikfestivals „Prager Frühling“.[19] Andererseits stellt sich durch Bearbeitungen wie Vivaldis „Four seasons“ zur klimatologisch angepassten Version „For seasons“ die Frage, ob derartige Anpassungen der Komposition auch in Smetanas „Die Moldau“ angefertigt werden müssten. Schließlich entspricht das auch einer Art der Aktualität. Naheliegend wäre in diesem Fall – eben wie bei Vivaldi – die Verwendung der Sonifikationsmethode.
Wie bei der Sonifikation per Definition festgehalten, müssen dafür Informationen und Daten über die seitherigen Veränderungen im Moldaubereich erfasst werden. Diese werden anschließend akustisch ausgedrückt und vermittelt.[20]

3.1 Geschichte und resultierte Einteilungsmöglichkeiten der Sonifikation

Die Genese der Umwandlung von Daten in Klänge basiert auf einem transdisziplinären Zusammenspiel. Zur Kumulation des benötigen Wissensspektrums wurde 1992 die International Community for Auditory Display (ICAD) gegründet. Als historischer Meilenstein für die Sonifikation wird hier seither mit einer vorrangig computer- und ingenieurswissenschaftlichen Herangehensweise das Gebiet erforscht und weiterentwickelt. Ein Ergebnis dessen ist die Einteilung in fünf Verfahren zur Umwandlung von Fakten in das Akustische. Diese sind Audifikation, Parameter-Mapping-Sonifikation, modellbasierte Sonifikation, Earcons und Auditory Icons. Maßgeblich beteiligt an deren Definition war der Diplomphysiker und Doktorand Thomas Herrmann.[21]
Bei der Audifikation erfolgt die Umwandlung unmittelbar. Das ist beispielsweise bei einem Geigerzähler der Fall, wobei das Vorkommen von radioaktiver Strahlung sofort ein akusti-

[19] Koldau, Linda Maria, 2007, S. 17.
[20] Schoon, Andi und Volmar, Axel, 2012, S. 11.
[21] Rauch, Judith: Ohr am Puls der Daten, in: http://www.judithrauch.de/Texte/sonifikation.html (Stand vom 22.3.2020).

sches Signal erzeugt. Dieses wird bei der Audifikation meist direkt, gegebenenfalls auch mit Zwischenspeicherung, über einen Lautsprecher ausgegeben.
Parameter-Mapping-Sonifikation versteht sich als Koppelung von Messwerten an auditive Faktoren wie Tonhöhe, Lautstärke und Klangfarbe. Im Alltag findet dieses Verfahren vereinfacht unter anderem bei akustischen Einparkhilfen ihre Anwendung.
Darüber hinaus können ganze Datensätze bei der modellbasierten Sonifikation vertont werden. Herrmann initiierte diese Methode zur mehrdimensionalen Umwandlung von Daten auf plastische Klangkörper oder Instrumente.
Earcons und Auditory Icons sind ebenfalls als Koppelungsmethoden zu verstehen: Bei den Earcons handelt es sich um kurze Melodien, die mit einem Geschehen verbunden werden. Ein Beispiel hierfür ist ein Telefonklingelton als Melodie für das Geschehen, dass gerade eine Person anruft. Die Auditory Icons verknüpfen ein Geschehen mit einem assoziierten Klang. Als solches ist nicht zuletzt das Klick-Geräusch beim Auslösen einer Smartphonekamera einzuordnen.[22] [23]
Dieses Quintett der Möglichkeiten entfaltet zwei grundlegende Sonifikationsbausteine: einerseits die Metamorphose von Unhörbarem in Hörbares, wobei zum Beispiel Messkurven und Datenreihen bei der Übertragung den Platz von Schallwellen einnehmen. Und andererseits auch die Methoden des Hin- und Abhörens. Bei diesen Elementen ergibt sich eine Diskrepanz aus technischen Anforderungen beim Klang erzeugen und anthropologischen Anforderungen beim anschließenden Hören.[24]
Eben dieser Prozess des individuellen Hörens wird zu Häufe als Illegitimitätsgrund herangezogen, wodurch die Sonifikation in der Wissenschaft kontinuierlich nach Etablierung ringt.

3.2 Anerkennung der Sonifikation

Maßgebende Begriffe beim Versuch der wissenschaftlichen Verankerung der Sonifikation sind Subjektivität und Objektivität. Während das Sehen und die damit einhergehende Datenpräsentation in Wort und Bild längst fester Bestandteil jeglicher Forschungs- und Wissenschaftsbereiche ist, wird das Hören bisher als emotional, intuitiv oder gar irrational abgetan. Damit genügt Sonifikation für die wissenschaftliche Objektivität bisher oftmals nicht.[25]

---

[22] Hermann, Thomas: Daten hören. Sonifikation zur explorativen Datenanalyse, in: Sound Studies. Traditionen – Methoden – Desiderate. Eine Einführung, hrsg. von Holger Schulze, transcript Verlag, Bielefeld, 2008, S. 209-228.
[23] Hermann, Thomas: Sonifikation hochdimensionaler Daten. Funktionaler Klang zum Erkenntnisgewinn, in: Funktionale Klänge. Hörbare Daten, klingende Geräte und gestaltete Hörerfahrungen, hrsg. von Georg Spehr, transcript Verlag, Bielefeld , 2009, S. 65-85.
[24] Schoon, Andi und Volmar, Axel, 2012, S. 18.
[25] Schoon, Andi und Volmar, Axel, 2012, S. 14.

Um noch einen Schritt weiter zu gehen: Sonifikation wird im Diskurs also unscharfer Neologismus zur übergeordneten Bündelung für bereits vorhandene Praktiken bezeichnet. Musik-, Medienwissenschaftler und Komponist Michael Harenberg beschreibt dies gemeinsam mit dem Musiker Daniel Weissberg wie folgt:

> „Zweifellos lässt sich der Klang eines Klaviers als Audifikation der schwingenden Saite bezeichnen und die Interpretation einer Beethoven-Sonate als Parameter-Mapping des Notentextes. In letzter Konsequenz heißt das aber: Alles was klingt, kann zur Sonifikation von etwas erklärt werden; der Begriff wird so zu einem Synonym für alles Klingende, außer für Sprache, und die ist nur ausgeschlossen, weil sie in der Definition des Begründers der Sonifikation explizit ausgeschlossen wurde. Mag das Klavierbeispiel auch etwas übertrieben sein, so illustriert es doch eine weit verbreitete Unschärfe, die sich im Umgang mit dem Begriff der Sonifikation etabliert hat.“[26]

Die beiden vertiefen ihre Überlegungen mit der Unterscheidung von natürlichen und synthetischen Klängen. Erstere seien mit Bewegung verknüpft und nicht beeinflussbar. Synthetische Klänge hingegen erforderten Denkvorgänge, wodurch die Ergebnisse beliebig beeinflussbar seien.

> „Während ein Loch im Auspuff wie ein Loch im Auspuff klingt, erscheinen mittels Parameter-Mapping sonifizierte Hirnströme so, wie sich jemand ausgedacht hat, dass diese klingen sollen. Die Hirnströme müssen in Klang übersetzt werden. […] Wenn das Ergebnis einer Sonifikation eine musikalische Qualität hat, ist das sicher nicht den Daten, sondern denen zu verdanken, welche im Vorfeld die musikalisch relevanten Entscheidungen getroffen haben.“[27]

Das wachsende Interesse und die zunehmende Verbreitung von sonorischen Verfahren – egal ob wissenschaftlich oder künstlerisch - sprechen trotz aller Rechtfertigungsmühen dafür, einen zufriedenstellenden Weg der Aufrechterhaltung von Sonifikation zu finden. Einen Ansatz hierfür könnte die Trennung von Wissenschaft und Kunst hervorrufen, wodurch die Ansprüche auf Informationsvermittlung durch Musik wegfallen. Klangkünstler und – programmierer Martin Rumori appelliert im künstlerischen Kontext daher zu einem ästhetischen Fokus. Schnittpunkte oder gar Kongruenz mit der Wissenschaft zu erreichen, sei dabei nicht ausgeschlossen, aber ebenso wenig erforderlich.[28]

---

[26] Harenberg, Michael und Weissberg, Daniel: Vorläufige Vorläufer. Vordergründige Bezüge und hintergründige Gegensätze zwischen Komposition und Sonifikation, in: Das geschulte Ohr, hrsg. von Andi Schoon und Axel Volmar (Sound Studies Volume 4), transcript Verlag, Bielefeld, 2012, S. 208.

[27] Harenberg, Michael und Weissberg, Daniel, 2012, S. 209.

[28] Rumori, Martin: Umdeuten. Das Phänomen der Sonifikation zwischen Musikgeschichte, Medientechnik und Markt, in: Das geschulte Ohr, hrsg. von Andi Schoon und Axel Volmar (Sound Studies Volume 4), transcript Verlag, Bielefeld, 2012, S. 230.

Diese Freiheit durch wissenschaftliche Loslösung gleicht einer Ermutigung zum Experimentieren, wie ich es selbst am Beispiel der Moldau in ersten Ansätzen angehe. Passend dazu ordnete der Musikwissenschaftler Volker Straebel Smetanas Flusskomposition als „musikalische Imitation charakteristischer akustischer Objekte einer Narration“ ein. Die Integration von Daten mache aus einer Komposition dann ein „abstraktes Drama“.[29] Meine Überlegungen zu einem solchen klimatologisch-abstrakten Drama über die Moldau werden im Folgenden dargestellt. Grundlegend sei jedoch erwähnt, dass im Rahmen meiner Möglichkeiten lediglich Gedankenexperimente ausgeführt werden können, da der Zugang zu entsprechendem fundiertem Datenmaterial sowie zu kompositorischen Strukturen meinen aktuellen Möglichkeitsrahmen übersteigt.

3.3 Sonifikationsansätze bei Smetanas Komposition „Die Moldau“

Aus denen unter 3.1 dargestellten Definitionen bietet sich für die Bearbeitung der Moldau-Komposition die Parameter-Mapping-Sonifikation an.

Bereits der Beginn von Smetanas Werk, also die Warme Moldauquelle, kann einer Anpassung unterliegen. Im Sommer 2015 versiegte dort das Wasser erstmals für einige Zeit.[30] Der Jahresbericht 2019 der WMO (World Meteorological Organization) zum Zustand des Weltklimas reicht sogar bis in Smetanas Lebzeiten hinein und bestätigt einen Temperaturanstieg, welcher schlussfolgernd kontinuierlich ein Versiegen hervorrufen kann.

> „The past five years are the five warmest on record, and the past decade, 2010–2019, is also the warmest on record. Since the 1980s, each successive decade has been warmer than any preceding one since 1850.“ [31]

Ausgehend davon taucht die Frage auf, welche Rolle den Querflöten als einleitende Instrumente des Warme-Moldau-Motivs noch zukommt. Denkbar wäre eine Reduzierung der Notenanzahl um 3,45 Prozent zur Verdeutlichung der geringeren Wasserwahrscheinlichkeit in der Warmen Quelle.

---

[29] Straebel, Volker: Anmerkungen zur Sonifikationsmetapher in der Instrumentalmusik, in: Das geschulte Ohr, hrsg. von Andi Schoon und Axel Volmar (Sound Studies Volume 4), transcript Verlag, Bielefeld, 2012, S. 192.

[30] Kvilda (dpa): Symbolischer Quellort der Moldau in Tschechien versiegt, in: Greenpeace Magazin, https://www.greenpeace-magazin.de/tickerarchiv/symbolischer-quellort-der-moldau-tschechien-versiegt, (Stand 14.02.2020).

[31] World Meteorological Organization: WMO Statement on the State oft he Global Climate in 2019, in: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10211 (Stand vom 23.03.2020).

Dieser Wert ergibt sich wie folgt:
Seit Smetanas Kompositionsende im Jahre 1874 bis heute, ausgehend von 2019, sind 145 Jahre vergangen. Davon ist die Warme Moldau voraussichtlich fünf Mal versiegt, nämlich seit 2015 jährlich. Dieser Wert, in diesem Fall übertragen in Jahre, ergibt einen Anteil von 3,45 Prozent bezüglich der gesamten 145 Jahre.

Das Anfangsmotiv bis zum Einsetzen der Kalten Moldau streckt sich über 15 Takte mit insgesamt 158 Noten in der Querflötenmelodie. Wird der gewählte Parameter „Notenanzahl“ nun darauf „gemappt“, ergibt sich eine Reduzierung um 5,5 Noten, gerundet 6. Dieser doch geringe Anteil muss demnach einfallsreich übertragen werden, um eine Veränderung zu Smetanas Original hörbar zu machen. Eine errechnete Reduzierung mit gleichmäßigen Abständen zwischen diesen sechs Notenreduzierungen würde meinem persönlichen ästhetischen Anspruch nicht entsprechen. Mein Versuch fußt auf der Idee, dass die Warme Moldau im veränderten Motiv den Jahreszeiten entsprechend in manchen Takten gebündelt reduziert ist, wie es im Sommer der Fall ist. Ebenso fließt die Musik in einigen Takten kontinuierlich wie bei Smetana, also in Frühlings-, Herbst- und Winterphasen mit ausreichend Wasser. Bei genauem Betrachten beziehungsweise Hinhören werden die Veränderungen in den bearbeiteten Noten und der dazugehörigen Audiodatei im Anhang ersichtlich.

Ein weiterer Ansatz zur klimatologischen Sonifikation wäre im Zusammenfließen der Warmen und Kalten Moldau, also dem gemeinsamen Spiel von Querflöte und Klarinette, sowie im anschließenden Hauptmotivabschnitt denkbar.
Beim geographischen Zusammenfluss der beiden Hauptquellen ist die Moldau umgeben vom Naturreservat „Tote Au“, einem Moorgebiet. Moore gelten als klimakühlend und als Kohlenstoffspeicher. Aufgrund der zunehmenden Trockenheit entsteht in den Mooren jedoch mehr und mehr klimaerwärmendes Lachgas. Diese Tatsache macht aus dem Naturreservat ein Gefahrengebiet für das Klima. Wie könnte sich diese Gefahr im Hauptmotiv hörbar machen?[32] Es bedarf dafür einer datenbasierten Definition dieser ausgehenden Gefahr, um anschließend eine Parameter-Mapping-Sonifikation ausführen zu können. Ansonsten würde es sich bei der Vertonung der Gefahr, also der Vertonung eines außermusikalischen Motivs, eher um ein programmmusikalisches Phänomen als um Sonifikation handeln. Diese Stelle wäre dann also vergleichbar mit der in Punkt 2.5 beschriebenen Gefahrvertonung durch Smetana in den St. Johann Stromschnellen.

[32] Kirschey, Tom: Moore und Klimawandel, in: Naturschutzbund Deutschland, https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/moore/moore-und-klimawandel/index.html, (Stand vom 14.02.2020).

Ähnlich verhält es sich mit meiner ursprünglichen Idee für eine Überarbeitung des „Waldjagd“- Abschnittes. Der Oberlauf der Moldau fließt durch den Fichten-Nationalpark. Fichten sind nicht resistent gegen die Klimaveränderungen, weshalb die Jäger in Tschechien von forstwissenschaftlicher Seite zum Pflanzen klimaresistenter Bäume aufgerufen wurden. [33] Wie könnte es klingen, wenn in der Wald-Jagd-Szene bei Smetana die Jäger plötzlich hauptsächlich Bäume pflanzen, anstatt zu jagen? Hierfür wäre interessant, welchen Anteil das Baumpflanzen von der gesamten Arbeitszeit der Jäger darstellt. Bereits ohne konkrete Daten steht unter diesem Aspekt das Verringern der Bedeutung der Hornstimme als Möglichkeit im Raum beispielsweise durch reduzierte Dynamik. Dies erschüfe einen klanglichen Platz für neue Motive der Auf- beziehungsweise Umforstung. Hierbei zeigt sich erneut der schmale Grat zwischen Programmmusik und Sonifikation.

Wiederrum offenkundige Fakten sind bei den St. Johann Stromschnellen zu finden. Der tosende Moldauabschnitt verläuft seit der Fertigstellung des Wasserkraftwerks am Lipno-Stausee im Jahre 1957 unterirdisch in einem 3,5 Kilometer langen Tunnel. Nur an einzelnen Tagen im Jahr wird das zehn Kilometer lange Flussbett für Wassersportereignisse geflutet.[34] [35]

Das Gefälle des Wasserrohrs ist mit 4,7 Prozent doppelt so groß wie jenes des ursprünglichen Flussbetts (siehe Berechnung Abbildung 2).[36] [37] Dies wiederrum hat eine schnellere Fließgeschwindigkeit zur Folge, welche aufgrund der fehlenden Daten über den Rohrdurchmesser nicht genau bestimmt werden kann.

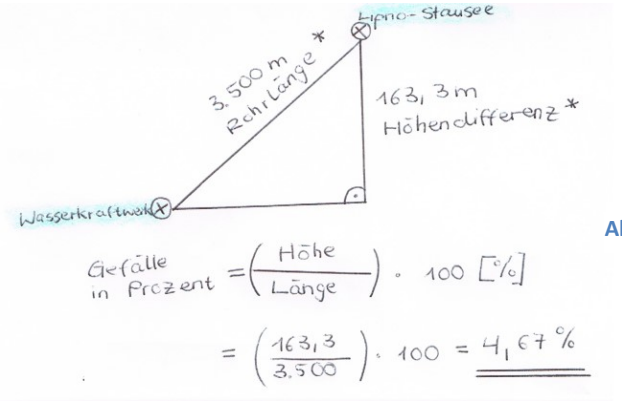


Abbildung 2: Berechnung des Gefälles des Wasserrohrs

[33] Burger, Hannes: Klimawandel verändert den Wald im Grenzgebiet, in: Bayerische Staatszeitung https://www.bayerische-staatszeitung.de/staatszeitung/kommunales/detailansicht-kommunales/artikel/klimawandel-veraendert-den-wald-im-grenzgebirge.html#topPosition, (Stand vom 14.02.2020).

[34] Schulze, Martin: Die Moldau: Romantische Flussperle im Böhmerwald, Pollner Verlag, Deutschland, 2007, S. 38.

[35] Ohne Angabe: Wasseranlage Lipno 1, in: http://www.visitvltava.cz/de/wasseranlage-lipno-i/21/ (Stand vom 23.03.2020).

[36] Ohne Angabe: Wasseranlage Lipno 2, in: http://www.visitvltava.cz/de/wasseranlage-lipno-ii/22/ (Stand vom 23.03.2020).

[37] Ohne Angabe: Paddeln auf der Moldau (Vltava)/ Slalmostrecke/ Teufelsschlucht, in: https://4-paddlers.com/gewaesser/abschnitt/Moldau_Vltava/Slalomstrecke_Teufelsschlucht-1000209.html (Stand vom 23.03.2020).

Zusammenfassend ergeben sich für die Parameter-Mapping-Sonifikation zwei Anhaltspunkte: Der Stromschnellenabschnitt ist durch die Verlegung in die Wasserleitung nun 65 Prozent kürzer, außerdem ist eine Zunahme der Fließgeschwindigkeit eine logische Folge. Davon könnte eine Verkürzung des musikalischen Abschnitts um 65 Prozent übertragen werden, also statt 62 Takte nun etwa 22 Takte für das Stromschnellenmotiv. Die erhöhte Fließgeschwindigkeit ließe sich beispielsweise in Form einer Temposteigerung auditiv umwandeln. Im Sinne der Programmmusik könnte außerdem der Klangcharakter anstatt fließend eher technisch und gedämpft-unterirdisch sein.

Abschließend bietet auch der Abschnitt der Moldau durch Prag, vorbei am Schloss Vyšehrad, eine Möglichkeit für Sonifikation: Spätestens im Jahr 2002 ging von diesem triumphalen Moldauabschnitt eine zerstörerische Kraft aus und zwar beim bis dato schlimmsten Hochwasser der Stadtgeschichte. In einem Prager Vorort wurden beispielsweise statt circa einem Meter Wasserstand 7,75 Metern gemessen.[38] Mit dem Hochwasser veränderte sich gleichermaßen der durchschnittliche Durchfluss von eigentlich etwa 151 m³/s auf rund 5.300 m³/s.[39] Für die Übertragung in Smetanas Noten bietet sich folgende Überlegung an: Der fließende Klangteppich zum Vyšehrad-Motiv entspricht der auditiven Verwirklichung des durchschnittlichen Durchflusses von 151 m³/s. Komponiert ist dieser in dem 15-taktigen Abschnitt in folgenden vier Stimmen: erste Violine, zweite Violine, Bratsche und erstes Cello.
Beim Hochwasser 2002 in Prag war die Wassermenge jedoch deutlich größer, mit den gemessenen 5.300 m³/s konkret 35-mal so groß. Wenn demnach die Stimmenzahl in der Komposition angepasst wird, sind 143 Stimmen notwendig für die Ausführung des fließenden Klangteppichs. Smetanas Komposition umfasst in diesem Bereich insgesamt 20 Stimmen. Es genügt also nicht das Wassermotiv der vier oben genannten Stimmen au alle vorhandenen Stimmen auszuweiten. Vielmehr bedarf es der Ergänzung weiterer 123 Stimmen. Ob und inwiefern diese Überlegung realisierbar ist, steht nicht im Rahmen meiner kompositorischen Kompetenzen. Rational betrachtet scheint diese Anzahl jedoch den Möglichkeitsrahmen zu sprengen. Das Weglassen des Schloss-Motivs und die Übertragung des Flussmotivs auf die übrigen 16 Stimmen wäre ein Ansatz. Denkbar wäre auch, die fehlenden Stimmen durch Mehrfachbesetzung der vorhandenen Stimmen auszugleichen.

---

[38] Frankfurter Allgemeine: Zittern um Prager Altstadt, in: https://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/hochwasser-zittern-um-prager-altstadt-171480.html, Quelle: ddp (Stand vom 23.03.2020).
[39] Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe: Hochwasser August 2002 – Einfluss auf die Gewässergüte der Elbe, in: https://www.fgg-elbe.de/tl_files/Download-Archive/Fachberichte/Hochwasser/HWAug02.pdf (Stand vom 23.03.2020).

Ähnlich wie beim Versiegen der Moldauquelle kann außerdem miteinbezogen werde, von wie vielen Hochwassern Prag im Laufe der Jahrzehnte betroffen war und welchen Anteil dies wiederum bezüglich der 145 Jahre seit Smetanas Beendigung der Komposition ausmacht.

4. Sonifikation als Chance

In Zeiten neuer Herausforderungen, bedingt durch die Klimakrise, versuchen viele Menschen weltweit sich für die Aufrechterhaltung eines lebensmöglichen Klimas zu engagieren. Allen Musizierenden kommt hierbei aufgrund des enormen Verbreitungsspektrums eine große Vermittlungs- und Multiplikationsrolle zu. Angefangen bei Musizierkollegen und – kolleginnen möglicherweise aus der ganzen Welt bis hin zum Publikum können Musizierende Nachrichten und Sensibilisierungen weitergeben im Rahmen ihrer gewohnten Tätigkeit, nämlich des Musik-Machens. Das NDR- Elbphilharmonieorchester mit der Uraufführung der Überarbeitung von Vivaldis Jahreszeiten verdeutlichte anhand der großen Aufmerksamkeit während des Konzerts und darüber hinaus, wie gut sich Sonifikation in diesem Bereich eignet. Eingebettet in einen informativen Veranstaltungsrahmen kann klimatische Sonifikation – egal ob Arrangements bereits existierender Musik oder Neuschaffungen – weitreichend und nachhaltig als Beitrag zum Klimaschutz gesehen werden. Eine klare wissenschaftliche Datenvermittlung sowie die strikte Trennung von Programmmusik und Sonifikationsmusik stellten sich im Laufe meiner Erarbeitungen als Einschränkungen dar, denen sich Musikschaffende meiner Meinung nach nicht beugen müssen. Vielmehr sollte Sonifikation als Chance angesehen werden und dazu ermutigen, sich mit den Naturveränderungen zu beschäftigen. Bei einer Überarbeitung eines bereits bestehenden Werks schließt dies immer auch eine genaue Analyse des Ursprungswerks mit ein, insgesamt also ein historischer und aktueller Wissenszuwachs. Ist erst einmal das musikalische Werk geschaffen, motiviert dies wiederum die Zuhörenden, sich mit den zugrundeliegenden Daten zu befassen und damit von einem kulturell-künstlerischen als auch informativen Format zu profitieren. Anstatt also Zeit in den Versuch einer Legitimierung der eigenen Sonifikations-Kompositionen zu investieren, appelliere ich an alle Musikschaffenden – genau wie Martin Rumori – den ästhetischen Fokus zu priorisieren und drängende klimatische Ereignisse aufzuarbeiten. Offen bleibt trotz allem die Frage, ob Sonifikation als Methode beziehungsweise als Überbegriff für verschiedene Verfahren aufgrund der vielen Zweifel auf Dauer bestand halten kann, oder ob „es sich bei der Sonifikation […] eher um eine kurzfristige Modeerscheinung“ handelt.[40] Dies bleibt Subjekt für die Wissenschaft, die Praktiken des Daten-in-Musik-Umwandelns können auch ohne Überbegriff bestehen bleiben.

[40] Schoon, Andi und Volmar, Axel, 2012, S. 17.

Literaturverzeichnis

1. Selbständige Publikation (Monographie)

- Hand, Ferdinand Gotthelf: Aesthetik der Tonkunst, Erster Theil, Ulan Press Verlag: Leipzig 1837.
- Koldau, Linda Maria: Die Moldau, Smetanas Zyklus „Mein Vaterland", Böhlau Verlag: Köln 2007.
- Schönewolf, Karl: Konzertbuch Orchestermusik 2. Teil, Henschelverlag: Berlin 1961.
- Schulze, Martin: Die Moldau: Romantische Flussperle im Böhmerwald, Pollner Verlag: Deutschland 2007.

1.1 Kompositionen

- Bedřich Smetana, Mein Vaterland (Má Vlast) Zyklus sinfonischer Dichtungen Nr. 2 Moldau (Vltava), VEB Breitkopf & Härtel Musikverlag, Leipzig ca. 1930.

2. Unselbständige Publikationen (Mehrverfasserwerke)

- Harenberg, Michael und Weissberg, Daniel: Vorläufige Vorläufer. Vordergründige Bezüge und hintergründige Gegensätze zwischen Komposition und Sonifikation, in: Das geschulte Ohr, hrsg. von Andi Schoon und Axel Volmar (Sound Studies Volume 4), transcript Verlag: Bielefeld 2012.
- Hermann, Thomas: Daten hören. Sonifikation zur explorativen Datenanalyse, in: Sound Studies. Traditionen – Methoden – Desiderate. Eine Einführung, hrsg. von Holger Schulze, transcript Verlag: Bielefeld 2008.
- Hermann, Thomas: Sonifikation hochdimensionaler Daten. Funktionaler Klang zum Erkenntnisgewinn, in: Funktionale Klänge. Hörbare Daten, klingende Geräte und gestaltete Hörerfahrungen, hrsg. von Georg Spehr, transcript Verlag: Bielefeld 2009.

- Rumori, Martin: Umdeuten. Das Phänomen der Sonifikation zwischen Musikgeschichte, Medientechnik und Markt, in: Das geschulte Ohr, hrsg. von Andi Schoon und Axel Volmar (Sound Studies Volume 4), transcript Verlag: Bielefeld 2012.

- Schoon, Andi und Volmar, Axel: Informierte Klänge und geschulte Ohren, in: Das geschulte Ohr, hrsg. von Andi Schoon und Axel Volmar (Sound Studies Volume 4), transcript Verlag: Bielefeld 2012.
- Straebel, Volker: Anmerkungen zur Sonifikationsmetapher in der Instrumentalmusik, in: Das geschulte Ohr, hrsg. von Andi Schoon und Axel Volmar (Sound Studies Volume 4), transcript Verlag: Bielefeld 2012.

3. Internet

- Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe: Hochwasser August 2002 – Einfluss auf die Gewässergüte der Elbe, in: https://www.fgg-elbe.de/tl_files/Download-Archive/Fachberichte/Hochwasser/HWAug02.pdf (Stand vom 23.03.2020).

- Burger, Hannes: Klimawandel verändert den Wald im Grenzgebiet, in: Bayerische Staatszeitung https://www.bayerische-staatszeitung.de/staatszeitung/kommunales/detailansicht-kommunales/artikel/klimawandel-veraendert-den-wald-im-grenzgebirge.html#topPosition, (Stand 14.02.2020).

- Frankfurter Allgemeine: Zittern um Prager Altstadt, in: https://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/hochwasser-zittern-um-prager-altstadt-171480.html, Quelle: ddp (Stand vom 23.03.2020).

- Kirschey, Tom: *Moore und Klimawandel, in: Naturschutzbund Deutschland*, https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/moore/moore-und-klimawandel/index.html, (Stand 14.02.2020).

- Kvilda (dpa): Symbolischer Quellort der Moldau in Tschechien versiegt, in: Greenpeace Magazin, https://www.greenpeace-magazin.de/tickerarchiv/symbolischer-quellort-der-moldau-tschechien-versiegt, (Stand 14.02.2020).

- Novák, Petr und Blöchl, Arnold: Art. Polka, Musikalische Form in: MGG Online, https://www.mgg-online.com/mgg/stable/55525 (Stand vom 9.3.2020).

- Rauch, Judith: Ohr am Puls der Daten, in: http://www.judithrauch.de/Texte/sonifikation.html (Stand vom 22.3.2020).

- Staud, Toralf: "Wortlos fühlen, was die Fakten zeigen": Klima-Adaption von Vivaldis "Vier Jahreszeiten" in Hamburg, https://www.klimafakten.de/meldung/wortlos-fuehlen-was-die-fakten-

zeigen-klima-adaption-von-vivaldis-vier-jahreszeiten-hamburg, (Stand 14.02.2020).

- World Meteorological Organization: WMO Statement on the State oft he Global Climate in 2019, in: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10211 (Stand vom 23.03.2020).

- Ohne Angabe: Paddeln auf der Moldau (Vltava)/ Slalmostrecke/ Teufels-schlucht, in: https://4-padd-lers.com/gewaesser/abschnitt/Moldau_Vltava/Slalomstrecke_Teufelsschlucht-1000209.html (Stand vom 23.03.2020).

- Ohne Angabe: Wasseranlage Lipno 1, in: http://www.visitvltava.cz/de/wasseranlage-lipno-i/21/ (Stand vom 23.03.2020).

- Ohne Angabe: Wasseranlage Lipno 2, in: http://www.visitvltava.cz/de/wasseranlage-lipno-ii/22/ (Stand vom 23.03.2020).

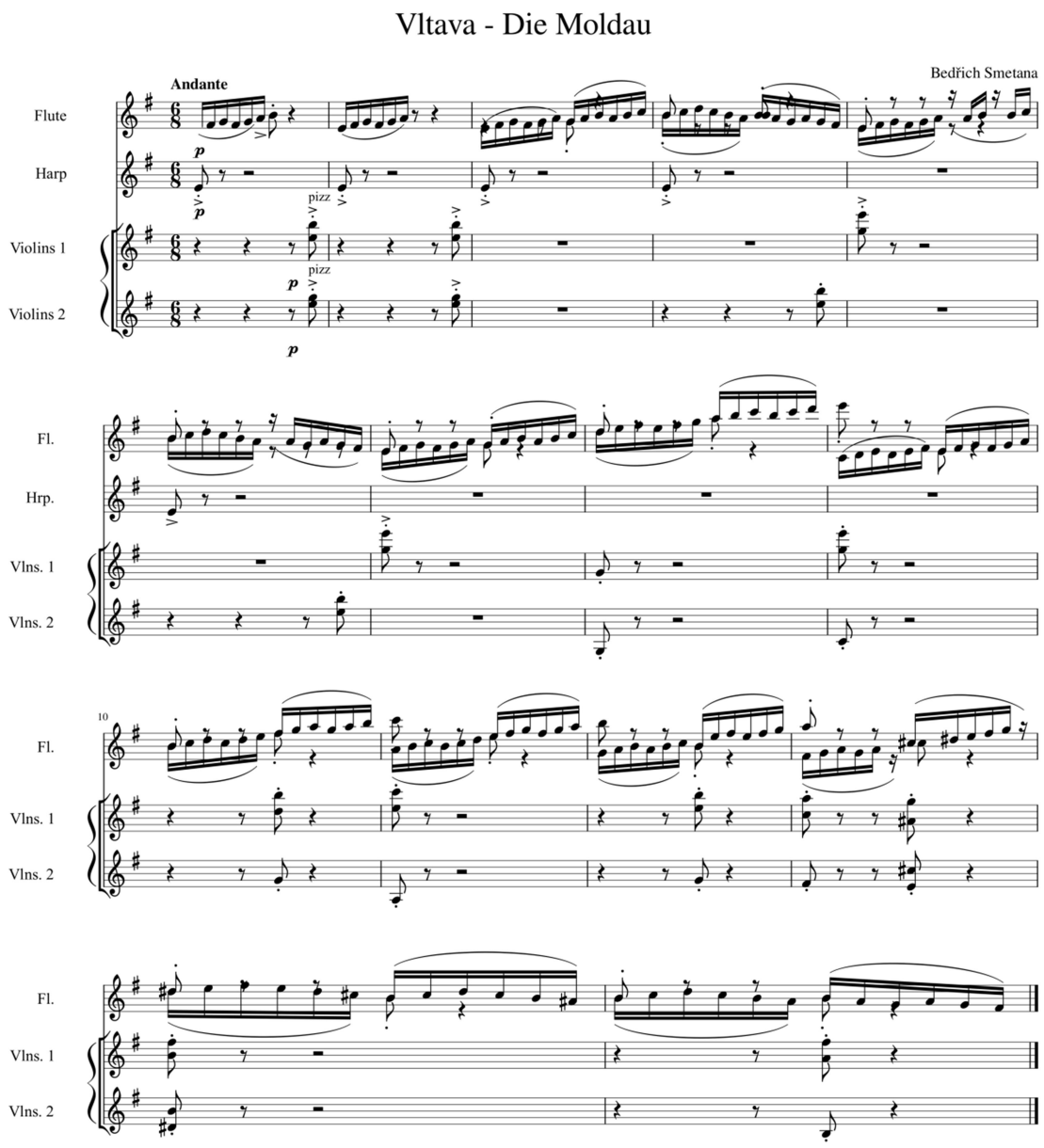
Abbildungsverzeichnis

- **Abbildung 1: Wellenmuster in den tiefen Streichinstrumenten 4**
  Koldau, Linda Maria: Die Moldau, Smetanas Zyklus „Mein Vaterland", Böhlau Verlag: Köln 2007, S. 59.

- **Abbildung 2: Berechnung des Gefälles des Wasserrohrs 13**
  Rothermel, Elena: Eigene Anfertigung, 2020.

Anhang

Bearbeitung des Warme-Moldau-Motivs anhand Notenreduzierungen



Quelle der noch unbearbeiteten Orchesternoten: Musescore, Vltava – Die Moldau, Autorbenutzername Honza.O, https://musescore.com/user/10475231/scores/4742976 (Stand 18.04.2020).

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, keine anderen Hilfsmittel verwendet und die Stellen, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, mit Quellenangaben kenntlich gemacht habe.

Rechtis, 18. April 2020