

Hochschule der Medien Stuttgart
Fakultät Electronic Media
Veranstaltung: 221300, Tonseminar
Leitung: Professor Oliver Curdt
Wintersemester 17/18

A spectrogram background with a color gradient from dark purple to bright red. The spectrogram shows various frequency components over time, with some prominent horizontal lines and vertical patterns.

Referat Tonseminar

Audiorestauration

Probleme erkennen und beheben

Abgabetermin 23.02.2018

Vorgelegt von: Marcel Remy
Matrikelnummer: 30421
Studiengang Audiovisuelle Medien
6. Fachsemester
Robert-Mayer-Straße 98
70191 Stuttgart
Tel.: 0151 54800833
E-Mail: mr147@hdm-Stuttgart.de

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort und Zielsetzung	1
2	Definition Audiorestoration	2
3	Typische Störungen	2
3.1	Ursachen für Störungen.....	2
3.2	Bezeichnungen für Störungen	2
4	Probleme sichtbar machen.....	3
4.1	Waveform.....	3
4.2	Spectrum Analyzer	4
4.3	Spectral View	5
5	Restorationstools.....	8
5.1	Magix Sequoia.....	8
5.2	Magix Spectral Layers	10
5.3	Cedar Audio	10
5.4	Waves Plugins	11
5.5	Izotope RX	12
6	Allgemeine Bearbeitungstipps.....	14
7	Fazit	15
	Literaturverzeichnis.....	III

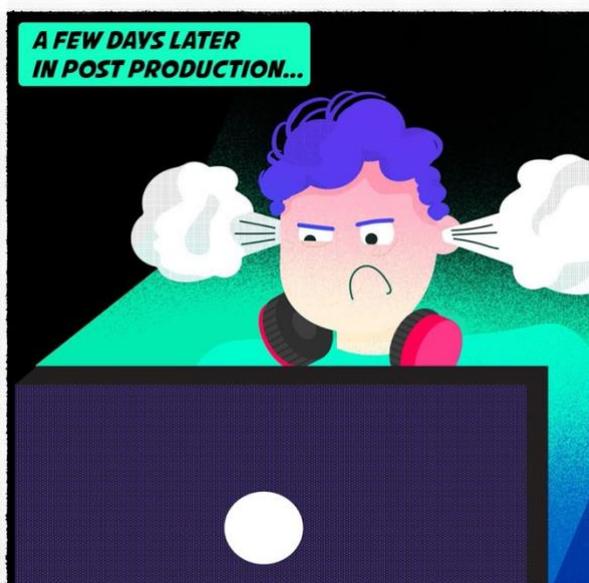
1 Vorwort und Zielsetzung

Audiorestauration ist ein weites Feld, das sich mitunter sehr speziellen Problemen zuwendet. Vor allem wenn es um historische Aufnahmemedien wie Wachsylinder oder Lichttonverfahren geht, müssen sehr spezielle Tools und Verfahren eingesetzt werden um das darauf gespeicherte Audiosignal in guter Qualität in die digitale Domäne zu überführen. In dieser Arbeit und dem vorangegangenen Vortrag sollte es nicht um solche Spezialfälle gehen, sondern vielmehr um eine allgemeine Einführung in das Thema Audiorestauration und einen praktischen Nutzen für die tägliche Arbeit im Tonstudio, vornehmlich im Bereich der Postproduktion, bieten.



In Aufnahmesituationen aller Art, sei es nun bei Musik- oder Filmtoneproduktionen, hört man bei auftretenden Störungen immer wieder den Spruch „We fix it in the post“. Daran wird deutlich, wie weit die Meinung verbreitet ist, dass in der Nachbearbeitung ohne große Mühe sämtliche Probleme zu lösen sind. Auch mit diesem Irrglauben möchte diese Arbeit ein Stück weit aufräumen. Es ist zwar richtig, dass dem Tonschaffenden heutzutage sehr effektive Tools zur Restauration zur Verfügung stehen und inzwischen Störungen beseitigt werden können, die vor ein paar Jahren noch unvorstellbar waren, dennoch sind wir

weit davon entfernt, dass sich Probleme mit einem Klick wie von selbst lösen. Eine qualitativ hochwertige Restauration setzt einiges an Zeit, Erfahrung und Expertise im Umgang mit den nötigen Tools voraus. Zielsetzung dieser Arbeit ist es den Leser zu befähigen typische Störgeräusche zu erkennen und im Audiomaterial zu identifizieren. Des Weiteren soll ein grundsätzliches Verständnis für die Spektraldarstellung von Audiomaterial vermittelt werden, da dies oftmals der Schlüssel zur Entfernung kniffliger Störungen ist. Es werden derzeit aktuelle, gängige Audiorestaurationstools vorgestellt und der Leser kann ein Gespür dafür entwickeln welche Reparaturmöglichkeiten bestehen, um in der Aufnahmesituation entscheiden zu können, welche Probleme in die Postproduktion verschoben werden können und welche besser direkt während der Aufnahme gelöst werden.



2 Definition Audiorestauration

Hört man den Begriff „Restauration“ so denkt man vermutlich zunächst an historische Möbel oder Autos. Im Allgemeinen versteht man unter dem Begriff Restauration zunächst das Wiederherstellen eines ursprünglichen, ggf. historischen Ursprungszustandes. Hat man es als Tonschaffender mit historischen Tonträgern zu tun, ist diese Definition zunächst gar nicht so falsch. Audiorestauration ist aber nicht auf die Bearbeitung historischer Aufnahmen beschränkt, weshalb man unter Audiorestauration das Entfernen von Störgeräuschen und allgemein das Verbessern der (technischen) Qualität einer Tonaufnahme versteht. Audiorestauration verfolgt dabei das Ziel, die bestmögliche Qualität zu erreichen und es dabei zu vermeiden durch die Bearbeitung störende Artefakte zu erzeugen.

3 Typische Störungen

Beschäftigt man sich mit Audiorestauration, so ist es sinnvoll sich zunächst mit den gängigen Ursachen und Bezeichnungen von Ton-Störungen zu befassen, um später in der Bearbeitung die vorhandenen Störungen beurteilen und zielsicher das am besten geeignete Tool auswählen zu können.

3.1 Ursachen für Störungen

- Breitbandiger, rauschähnlicher Hintergrundlärm: Lärm der dem Raumton zuzuordnen ist. Beispielsweise verursacht von Lüftern, Klimaanlage und Heizungen.
- Elektrische Ursachen: Elektromagnetische Störungen erzeugt durch Scheinwerfer, Dimmer, Einstreuungen oder Brummschleifen.
- (Elektrisches) Rauschen: Hervorgerufen durch Verstärker oder Magnetbänder.
- Verzerrungen: Durch Übersteuerung von Eingangsstufen, DA-Wandlern oder Mikrofonen.
- Aussetzer: Hervorgerufen durch Wackelkontakte oder Buffer-Errors bei der Aufnahme.
- Knistern: Staub und Ladung auf Schallplatten.
- Zufällige Störungen sonstiger Art: Husten, Mobiltelefone, Sirenen usw.
- Zu hoher Raumanteil: Auch ein zu hoher Raumanteil einer Aufnahme kann aufgrund von einem zu großen Mikrofonabstand als Störung empfunden werden.

3.2 Bezeichnungen für Störungen

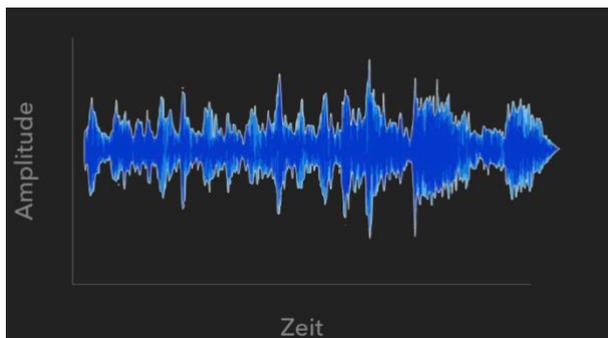
- „Hum“ (Brummen) - Tieffrequente elektrische Störung
- „Buzz“ (Surren) - hochfrequente elektrische Störung
- „Noise“ (Hintergrundlärm) – breitbandiges Störsignal
- „Hiss“ (Rauschen/Zischen) - breitbandiges Störsignal, hochfrequenter als „Noise“
- „Clicks“/ „Pops“ (Klicken/Knacken) - kurze Störimpulse
- „Crackle“ (Knistern) - kurze Störimpulse
- „Clipping“ - Verzerrung aufgrund einer Übersteuerung
- „Intermittent Noises“ - zufällige sonstige Störung
- „Gaps/Drop Outs“ - kurze Unterbrechungen des Tonsignals

4 Probleme sichtbar machen

Um Störgeräusche effektiv zu entfernen ist es hilfreich diese zunächst sichtbar zu machen. In diesem Kapitel werden Darstellungsformen für Audiomaterial aufgezeigt und auf ihre Aussagekraft hinsichtlich der Audiorestauration hin untersucht.

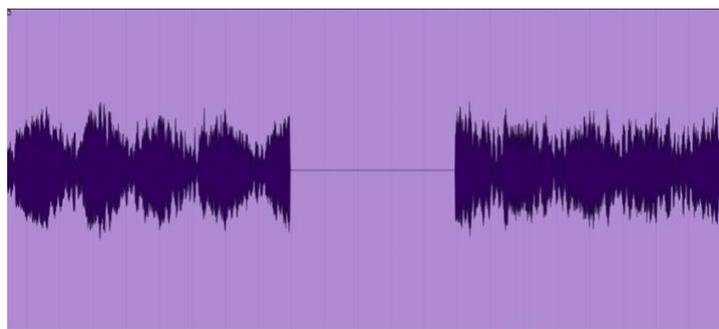
4.1 Waveform

Die gängigste Darstellung für Audiomaterial ist die Wellenformdarstellung. Hierbei wird die Amplitude eines Audiosignals über die Zeit aufgetragen. Diese Art der Darstellung ist praktisch in jeder Audio-

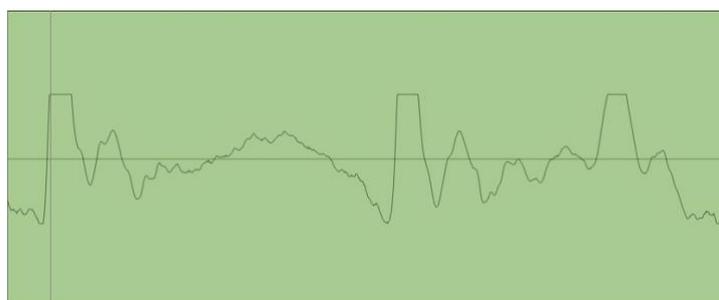


Bearbeitungssoftware vorhanden und für den Tonschaffenden die natürlichste. Hinsichtlich ihrer Aussagekraft in Bezug auf Audiorestauration ist die Wellenformdarstellung nicht besonders hilfreich.

Anhand der Wellenformdarstellung können lediglich Drops Outs, Clipping und Clicks/Pops/Spratzer erkannt werden.



Wellenformdarstellung Drop Out



Wellenformdarstellung Clipping



Wellenformdarstellung Spratzer

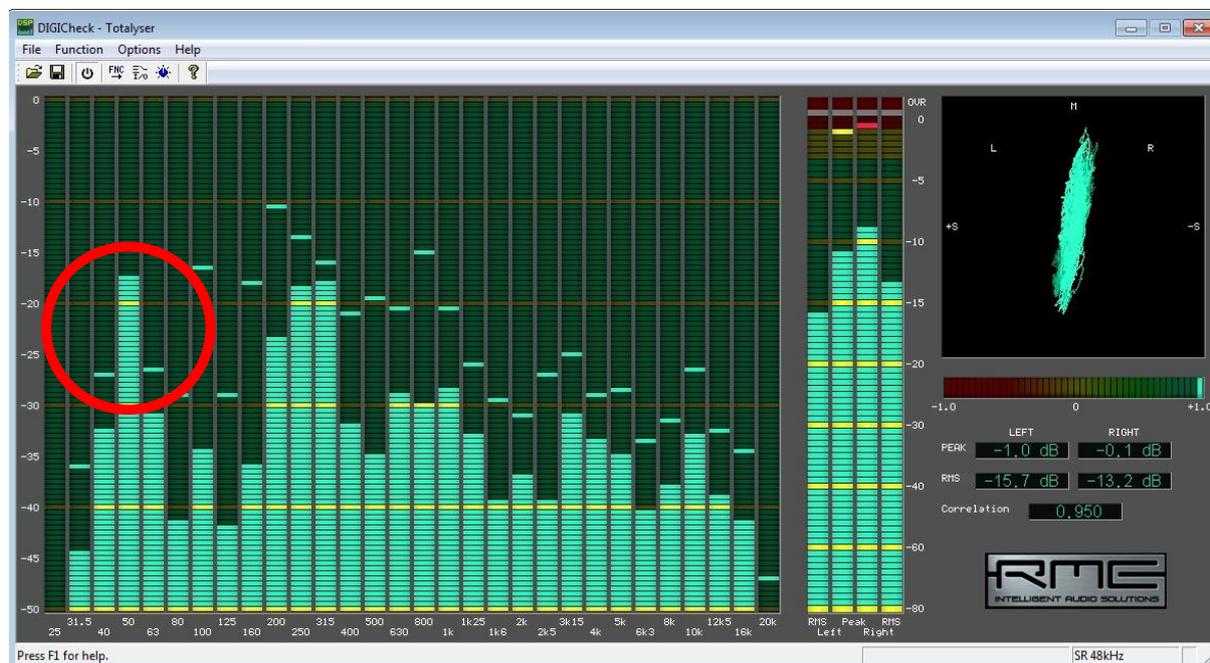
4.2 Spectrum Analyzer

Bei dieser Art der Darstellung wird die Amplitude eines Audiosignals über die Frequenz aufgetragen.



Hierdurch wird die Frequenzverteilung zu einem Zeitpunkt dargestellt. Die Einteilung der X-Achse erfolgt dabei kontinuierlich, in Terz- oder in Oktav-Bändern. Der Graph verändert sich deshalb kontinuierlich, sofern sich die Frequenzverteilung des Audiosignals verändert. Eine Aussage über den zeitlichen Verlauf eines Signals nur anhand

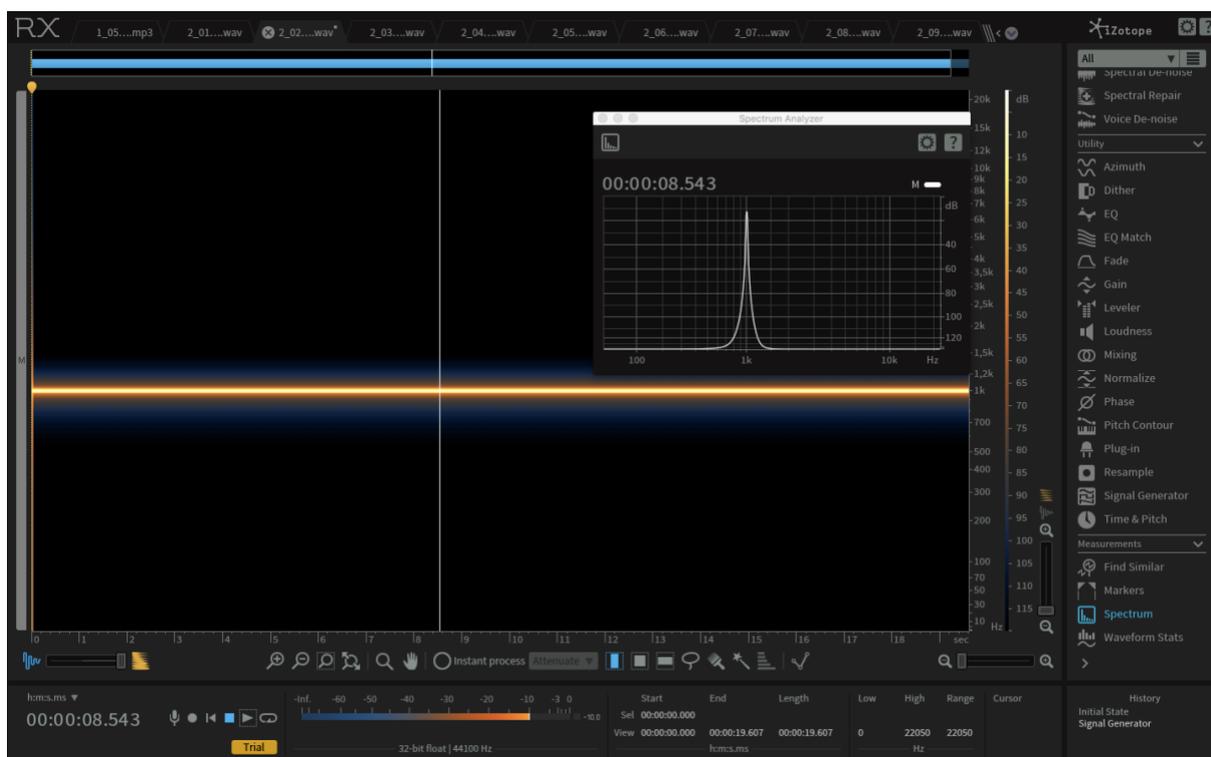
des Graphen ist nicht möglich und kann lediglich zur Laufzeit bestimmt werden. Hinsichtlich ihrer Aussagekraft in Bezug auf Audiorestauration ist auch diese Form der Darstellung nicht sehr aussagekräftig. Es können lediglich schmalbandige Störsignale, wie beispielsweise Netzbrummen erkannt werden, sofern diese einen ausreichend hohen Pegel aufweisen und nicht von gleichen Frequenzen des Nutzsignals überlagert werden. Des Weiteren können auch Drop Outs erkannt werden, wenn die Integrationszeit des des Spectrum Analyzers kurz genug ist.



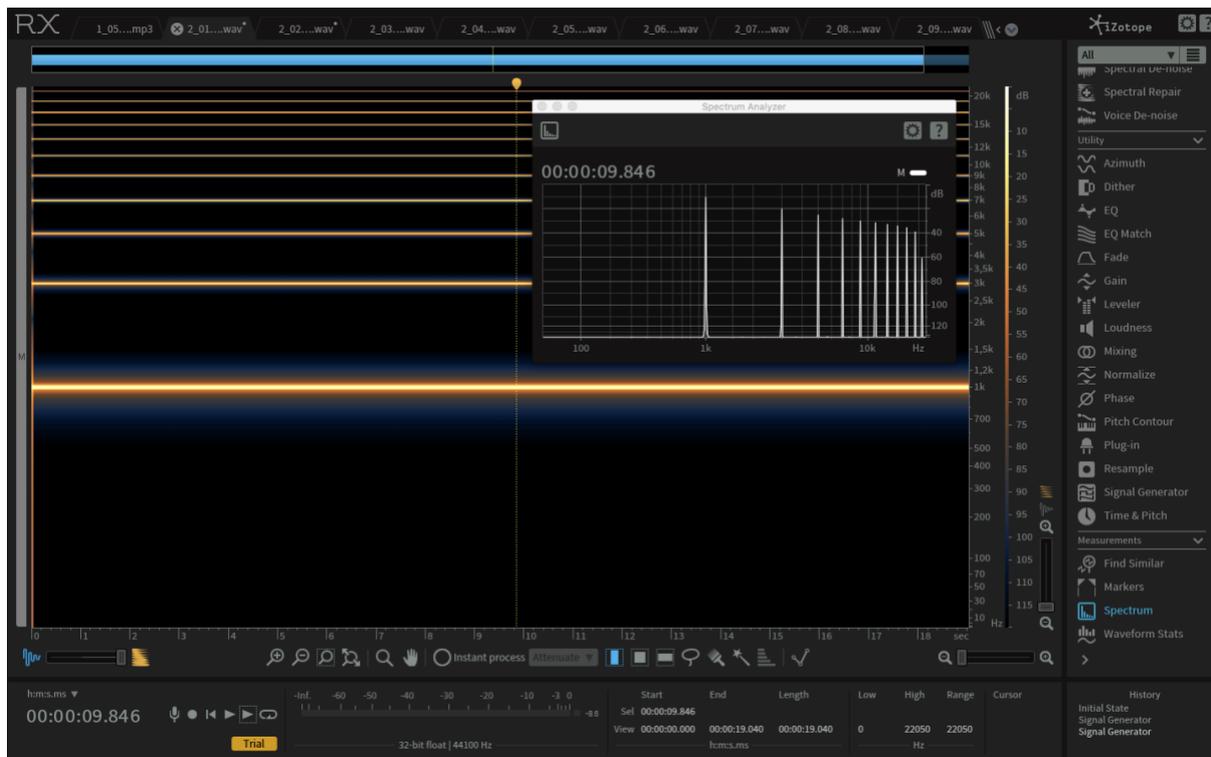
Spectrum Analyzer 50 Hz Netzbrummen

4.3 Spectral View

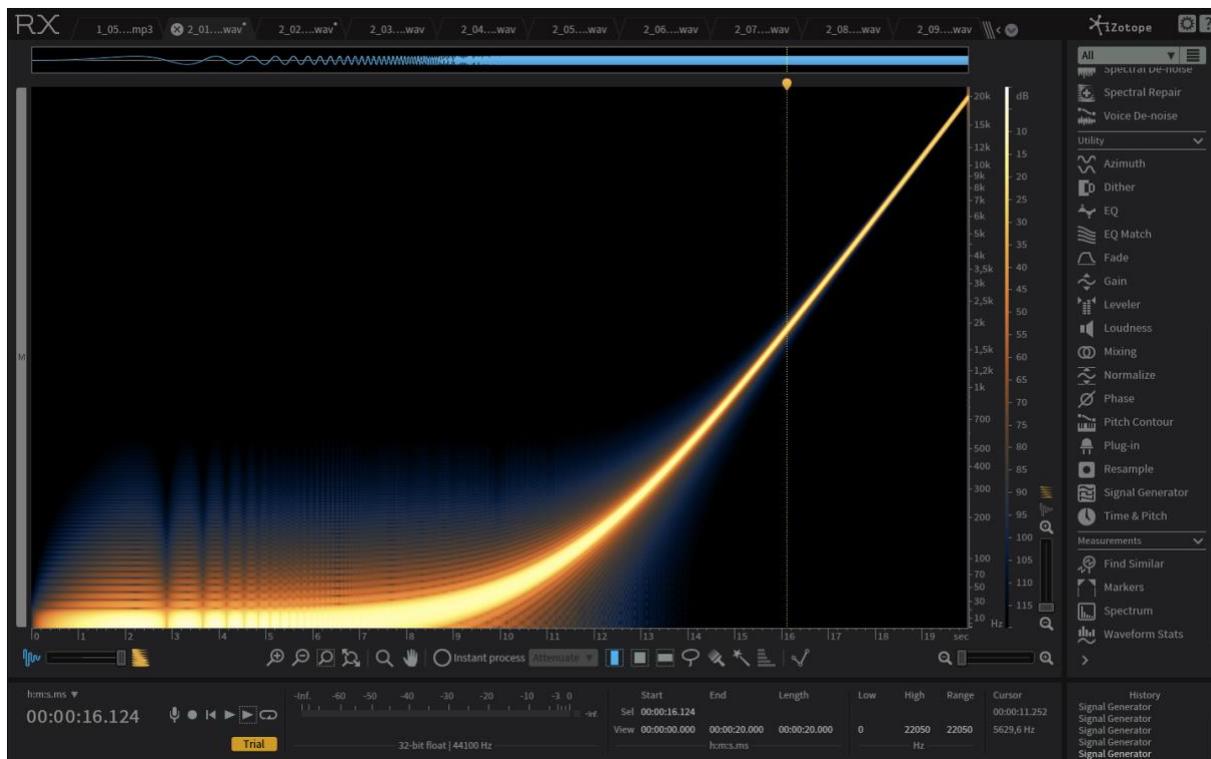
Für die Audiorestauration von größtem Nutzen ist die Spektraldarstellung. Hierfür werden die Frequenzen eines Audiosignals über die die Zeit aufgetragen. Die Amplituden der einzelnen Frequenzen werden dabei über die Helligkeit oder die Farbe dargestellt. Hierdurch kann der Signalverlauf über einen Zeitraum detailliert dargestellt werden. Die Einteilung der Frequenzachse lässt dich dabei in der Regel verändern (logarithmisch, linear, Mel, u.a.) wodurch sich Frequenzbereiche in denen man ein Störsignal vermutet vergrößert darstellen lassen oder ein moduliertes Störsignal besser zu erkennen ist. Ohnehin ist die Darstellung des Audiomaterials oftmals entscheidend für den Erfolg einer Audiorestauration, da nur solche Störsignale zuverlässig entfernt werden können, welche grafisch vom Nutzsignal zu unterscheiden sind. Daher ist es ratsam in schwierigen Fällen mit den Auflösungs- und Berechnungsoptionen für die Spektraldarstellung zu experimentieren. Lassen sich Störsignale in der Grafik vom Nutzsignal unterscheiden, können sie chirurgisch bearbeitet werden, wobei Bearbeitungswerkzeuge und –Techniken zum Einsatz kommen, die denen der Bildbearbeitung ähneln. Beschäftigt man sich das erste Mal mit der Spektraldarstellung, so mag diese Darstellungsform zunächst ungewohnt und verwirrend erscheinen. Nach kurzer Einarbeitungszeit aber ermöglicht es diese Art der Darstellung sehr schnell Rückschlüsse auf das Audiomaterial zu ziehen. Um die Spektraldarstellung zu verstehen, ist es hilfreich sich typische Testsignale in dieser Form anzuzeigen:



Spectral View 1 kHz Sinus



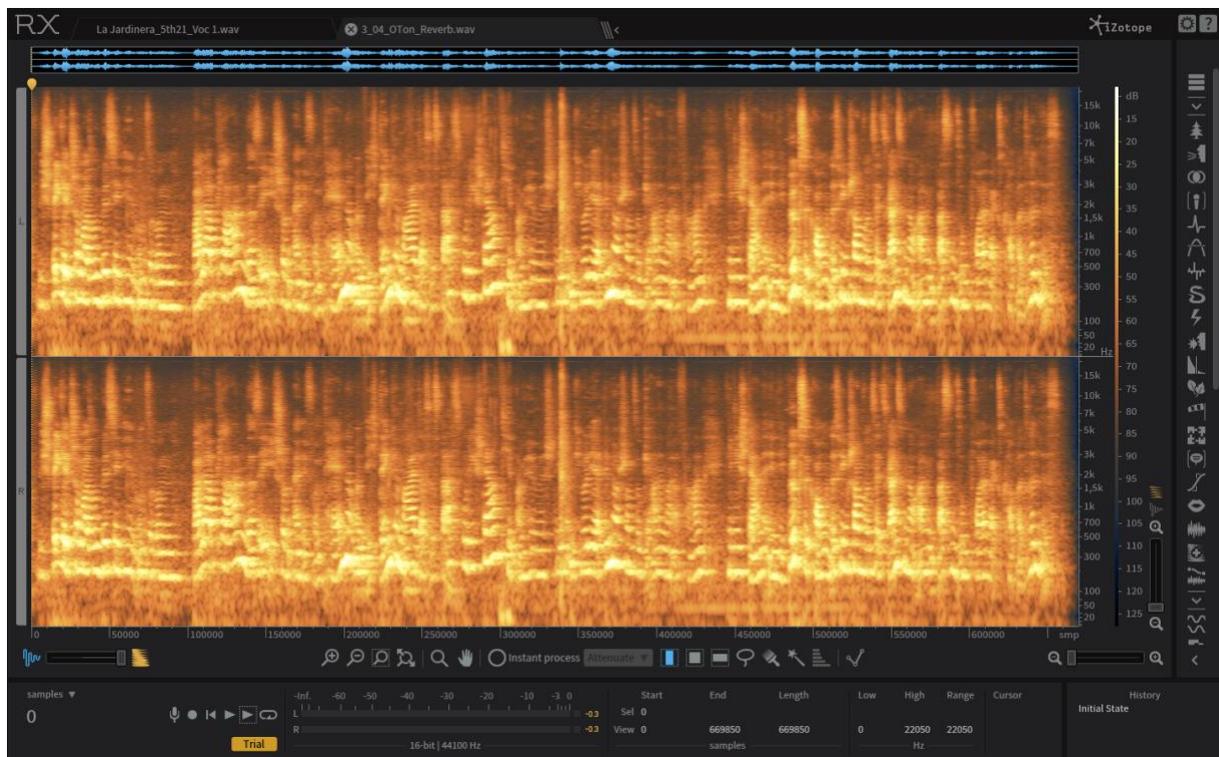
Spectral View 1 kHz Recheckschwingung



Spectral View Sinus Sweep



Spectral View Rosa Rauschen



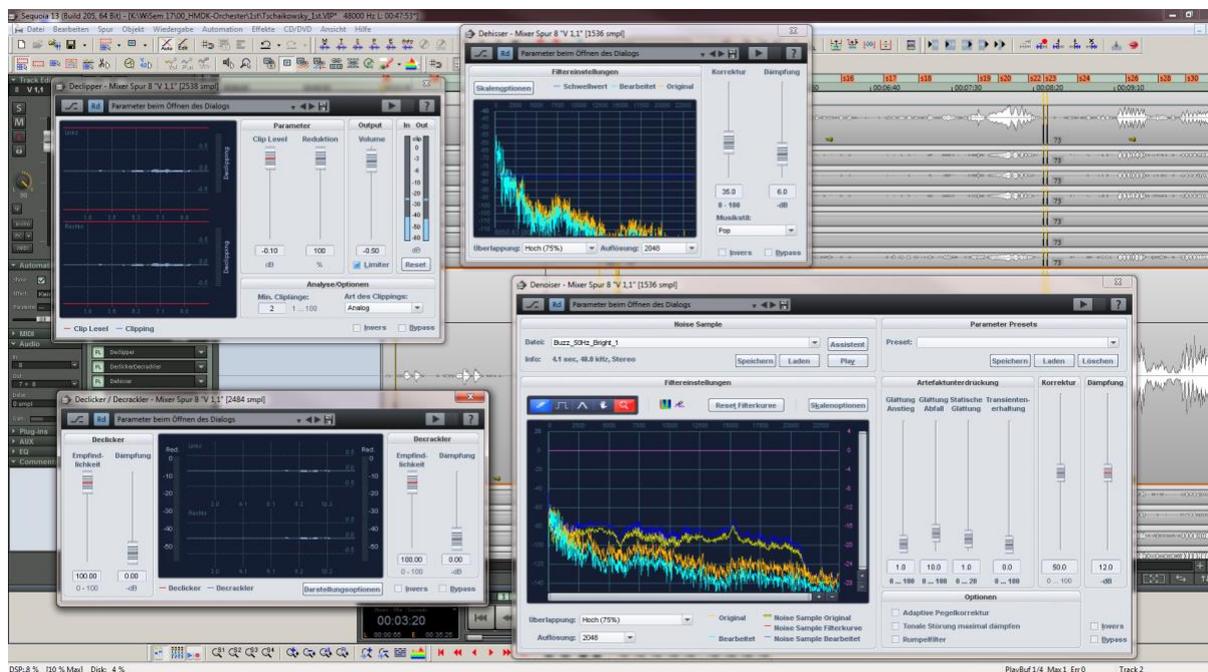
Spectral View Dialog

5 Restaurationstools

Dieses Kapitel soll einen kurzen Überblick über gängige, am Markt verfügbare Audio-Restaurationstools geben. Diese Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, will aber die wichtigsten Tools aufführen, um dem Leser einen Ansatzpunkt für eigene Recherchen und Versuche im Bereich der Audiorestauration zu bieten.

5.1 Magix Sequoia

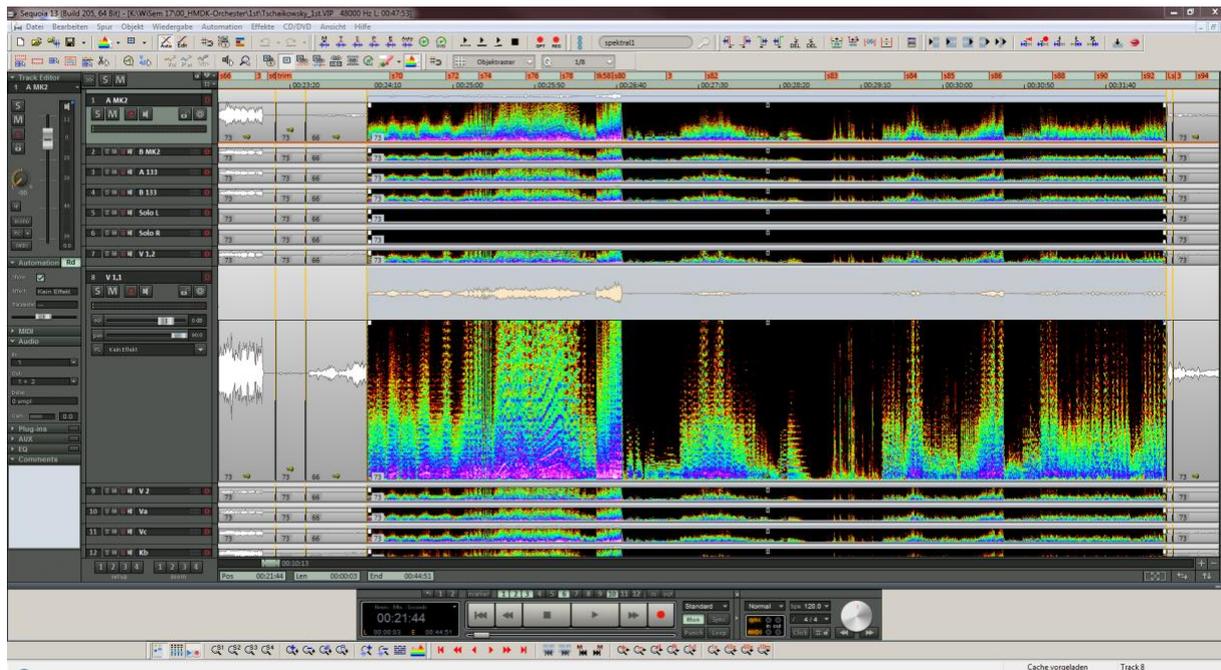
Die Digitale Audioworkstation Sequoia aus dem Hause Magix beinhaltet verschiedene Audiorestaurationstools und –Möglichkeiten. Sequoia bringt vier Restaurationseffekte mit, welche sich auch als Plugin in Echtzeit einsetzen lassen. Der „Declipper“ wird benutzt um Verzerrungen aufgrund von Übersteuerungen zu entfernen oder zu reduzieren und die ursprüngliche Wellenform nachzubilden. Der „Dehisser“ wird eingesetzt um hochfrequentes Rauschen bzw. Zischen zu reduzieren. Er ist dem „Denoiser“ sehr ähnlich, jedoch mit reduzierten Einstellmöglichkeiten. Der „Denoiser“ wird eingesetzt um breitbandiges Rauschen zu reduzieren. Er kann mit einem Noise-Sample gefüttert werden und so Nutz- und Störsignal optimal voneinander trennen. Es empfiehlt sich daher in der Aufnahmesituation ein solches Sample des Störsignals aufzuzeichnen oder zumindest die Aufnahme nach einem Take etwas länger laufen zu lassen, um in der Nachbearbeitung eine Aufnahme des Störsignals ohne Nutzsignal zu haben. Der „Declicker/Decrackler“ dient der Reduktion kurzer Störimpulse und Knistern, wie es typischerweise bei Überspielungen von Schallplatten zu hören ist.



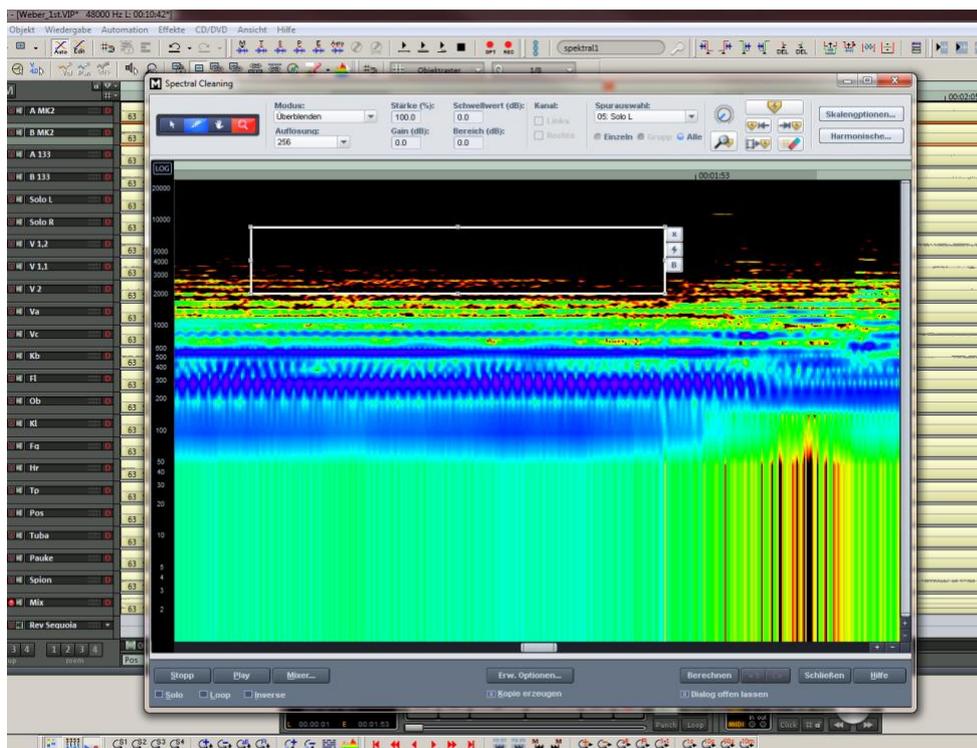
Restaurationseffekte in Sequoia

Für die Bearbeitung anhand der Spektraldarstellung gibt es zum einen die Möglichkeit, sich alle Spuren eines Projektes im Spektralmodus anzeigen zu lassen. Hierdurch ist es möglich sich einen Gesamtüberblick über die Spektralverteilung des Projektes zu machen und festzustellen welche einzelnen Spuren von einer Störung betroffen sind, ebenfalls sind einfache Bearbeitungen direkt in diesem Modus möglich. Bei größeren Projekten mit vielen Spuren kann es einige Zeit in Anspruch

nehmen, bis diese Darstellungsform für alle Spuren berechnet ist, weshalb der Spektralmodus nicht immer empfehlenswert ist. Detaillierte Bearbeitungen sollten daher besser über die Funktion Spectral Cleaning in Sequoia vorgenommen werden. Dazu öffnet man für den zu bearbeitenden Audioclip das Spectral Cleaning Fenster mit der Spektraldarstellung. Über ein Auswahl-Tool können hier die zu bereinigenden Frequenzbereiche ausgewählt werden und die Bearbeitung erfolgt schnell und automatisch anhand der im Fenster eingestellten Optionen. Darüber hinaus ist es möglich eine Audiospur des Projektes direkt im Spectral Cleaning Fenster auszuwählen oder die vorgenommene Bearbeitung auf alle Spuren anzuwenden, was viel Zeit sparen kann.



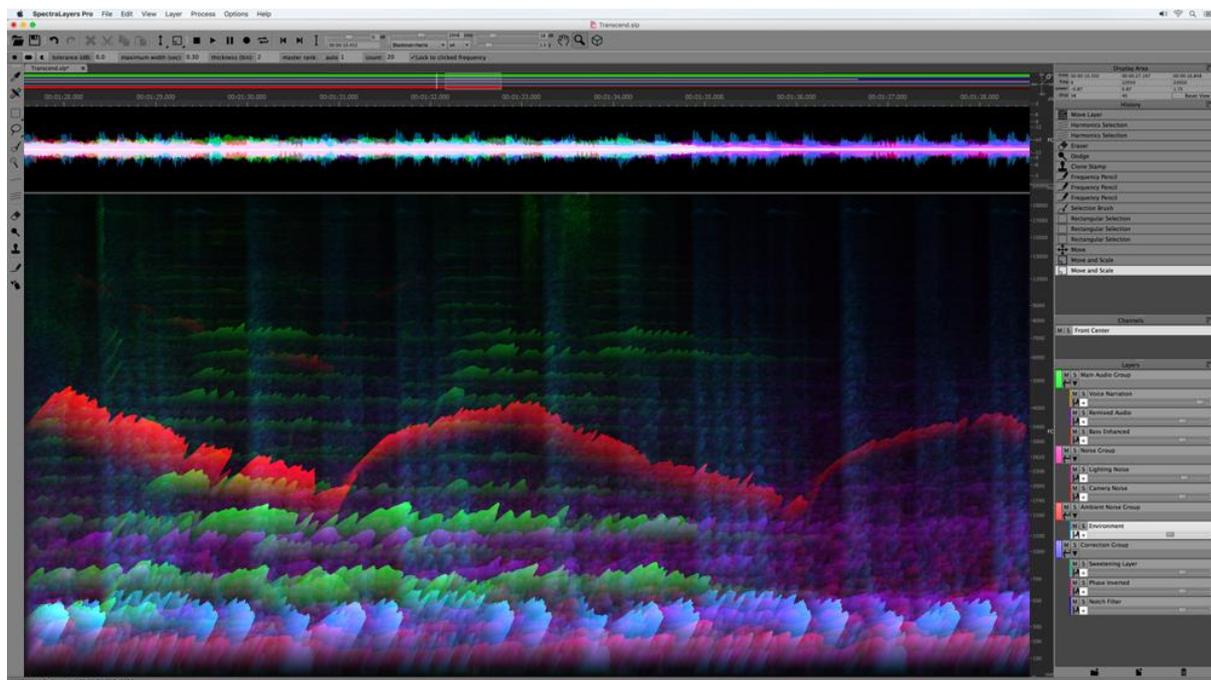
Spektraldarstellung der Spurenansicht in Sequoia



Spectral Cleaning in Sequoia

5.2 Magix Spectral Layers

Die Software Spectral Layers wurde von Sony entwickelt und inzwischen von Magix aufgekauft, wodurch ein direkter Austausch von Audiodateien mit Sequoia ermöglicht wurde. Die Besonderheit dieses Programms ist es, dass die Spektralbearbeitung ebenenbasiert stattfindet, wie man es von Bildbearbeitungssoftware wie beispielsweise von Adobes Photoshop kennt. Hierdurch lassen sich einzelne Frequenzebenen selektiv bearbeiten, miteinander vergleichen und auch im Bereich von Sounddesign verfremden.



Projektfenster in Spectral Layers Pro

5.3 Cedar Audio

Die britische Firma Cedar Audio ist im Bereich Audiorestaurierung und Audioforensik tätig und hat sich vor allem durch hochwertige Hardwaregeräte in der Branche einen Namen gemacht.



Cedar DNS 1000 Hardwarecontroller beim SWR

Das besondere an den Cedar Produkten ist, dass diese alle Echtzeitfähig sind, mit geringsten Latzen arbeiten und eine hohe Qualität erreichen. Dies spiegelt sich auch in den hohen Preisen wieder. Eines der bekanntesten Geräte ist der DNS 1000. Es handelt sich um ein 19 Zoll gerät, welches über einen Hardwarecontroller bedient wird. Grundprinzip des Gerätes ist ein Multibandexpander. Über den Hardwarecontroller können die zu bearbeitenden Frequenzbereiche gewichtet und die Gesamtreduktion eingestellt werden. Diese Geräte sind beispielweise in den Fernseh-Tonregien beim SWR verbaut und werden dazu genutzt, den Hintergrundlärm im Fernsehstudio,

welcher durch die Klimaanlage und die Scheinwerfertechnik verursacht wird, zu reduzieren. Mit dem



Softwarepaket Cedar Studio 7 bietet der Hersteller seine Restaurations-Algorithmen auch Hardwareunabhängig an. Die Software kann in Form von Plugins in verschiedenste DAWs eingebunden werden. Das Softwarepaket umfasst den Spektraleditor „Retouch“, den automatischen Denoiser „DNS One“, einen adaptiven Limiter sowie die Module „Dehiss“, „Debuzz“, „Declick“, „Decrackle“ und „Declip“.

Softwarepaket Cedar Studio 7

5.4 Waves Plugins

Die Firma Waves hat ebenfalls Plugins zu Audiorestauration im Angebot. Dazu zählt die X-Serie (Noise, Crackle, Hum, Click), Z-Noise sowie die Noise Suppressor Serie (WNS, W43, NS1). Die X-Serie ist im Tonstudio der HdM verfügbar und kann dort ausgiebig getestet werden. Die Denoiser X-Noise und Z-Noise können mit einem Noise Sample arbeiten.



Plugin Waves X-Noise

Die Noise Suppressor Serie gehört zu den neueren Entwicklungen und beruhen auf dem Grundprinzip eines Multiband Expanders. Die drei Plugins dieser Serie unterscheiden sich durch ihre Komplexität. Der „NS1“ gehört zur Gattung „One Button“ Plugin und besitzt lediglich einen Fader zur Noise Reduktion; das Augenmerk liegt ihr also auf einer maximal einfachen Bedienung. Der „WNS“ dagegen

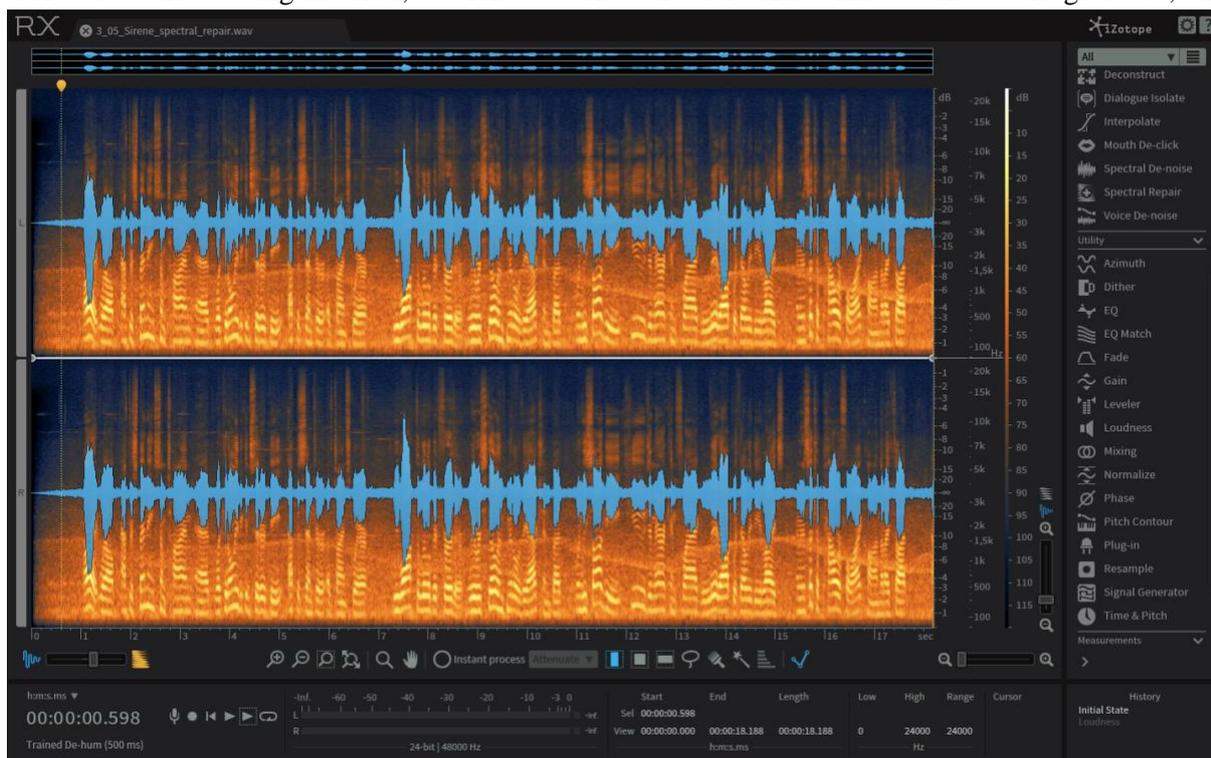


Plugin Waves WNS

besitzt die höchste Komplexität und lässt sich weitreichend einstellen. Nach einiger Einarbeitungszeit, lassen sich damit bessere Ergebnisse bei geringeren Artefakten erzielen und ist für den professionellen Tonschaffenden das Mittel der Wahl. Optik und Bedienung ähnelt sehr stark dem Cedar DNS 1000, der wohl bei der Entwicklung dieses Plugins als Vorbild genommen wurde.

5.5 Izotope RX

Im Rahmen des Tonseminar Vortrags wurde die Software RX im Rahmen einer Demo näher vorgestellt und es wurde vermittelt wie und mit welchem Aufwand Restaurationen möglich sind. Dies kann im Rahmen dieser Arbeit nur ansatzweise geschehen und es empfiehlt sich mit der Demoversion der Software und Übungsmaterial, welches auch auf der Hersteller-website verfügbar ist, zu



Izotope RX

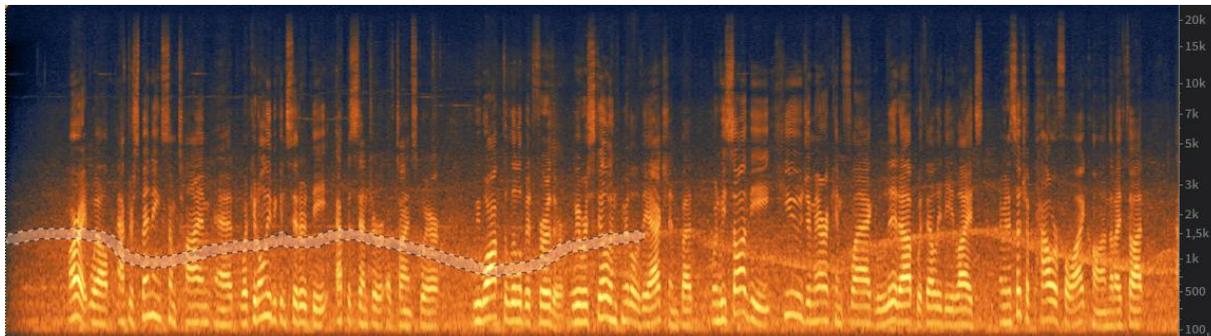
experimentieren. Die Restaurationssoftware RX der Firma Izotope besitzt als Basis einen Spektral Editor und ist zusätzlich mit verschiedenen Modulen zur Bearbeitung spezieller Störungen ausgestattet. Die Software ist in drei Ausstattungsvarianten erhältlich, wobei sich diese nur in der Anzahl vorhandener Module unterscheiden und nicht etwa in Bedienoptionen oder Algorithmen. Die einzelnen Module sind teilweise auch als Plugin verfügbar und können direkt in einer DAW angewendet werden, ohne das Audiomaterial in den RX Editor übertragen zu müssen. Über die Restauration hinaus sind gängige Werkzeuge eines Audio Editors verfügbar, wie beispielsweise Schnitt, Gain, Level, EQ, Fades,

Resampling. Die größte Ausstattungsvariante „RX Advanced“ bietet eine Vielzahl an Restaurationsmodulen mit denen Probleme sehr gezielt angegangen werden können. Mit den letzten Updates kamen stets weitere Module hinzu, deren Entwicklung auf neuesten Erkenntnissen aus dem Bereich des Machine Learning beruhen. Das Grundprinzip dahinter ist es, der Software sehr viel Beispielmaterial eines bestimmten Störsignals zuzuspielen, bis diese gelernt hat ein ähnliches Störsignal von einem Nutzsignal zu unterscheiden. Das Modul „De-Wind“ beruht zum Beispiel auf diesem Prinzip und die Software ist eigenständig in der Lage das modulierte Windrumpeln einer Aufnahme vom Nutzsignal zu separieren und zu reduzieren. Die einzelnen Module werden in folgenden Fällen eingesetzt:



- *Ambience Match*: Generiert das spezifische Grundrauschen einer Aufnahme nach, um es an anderen Stellen zumischen zu können
- *Breath Control*: Reduktion von Atemgeräuschen
- *Center Extract*: MS-Stereo Bearbeitung
- *De-bleed*: Übersprechen bei Mehrfachmikrofonierung reduzieren, benötigt Quellsignal
- *De-click*: Impulsartige Störungen entfernen
- *De-clip*: Verzerrungen reduzieren
- *De-crackle*: Knistern reduzieren
- *De-ess*: Überbetonte S-Laute reduzieren
- *De-hum*: Tieffrequentes, elektrischen Brummen entfernen
- *De-plosive*: Plosiv-Laute reduzieren
- *De-reverb*: Raumanteil verstärken oder reduzieren
- *De-rustle*: Kleidungsrascheln bei Ansteckmikrofonen reduzieren
- *De-wind*: Reduziert Rumpeln bei Aufnahmen mit unzureichendem Windschutz
- *Deconstruct*: Trennt das Signal auf in tonale, geräuschhafte und Transientenanteile und bearbeitet diese einzeln
- *Dialogue Isolate*: Isoliert Sprachanteile stark, jedoch mit vielen Artefakten
- *Interpolate*: Interpoliert fehlendes Audiomaterial bei kurzen Unterbrechungen
- *Mouth De-click*: Reduziert Schmatzer
- *Spectral De-noise*: Aufwändiger Denoiser mit Noise-Sample Funktion
- *Spectral Repair*: Reparatur von zuvor im Spektral-Editor ausgewählten Bereichen
- *Voice De-noise*: Ressourcenschonender Denoiser

Für Störsignale, für die es kein eigenes Modul gibt, weil sie zu speziell sind oder zu stark modulieren, erfolgt die Bearbeitung über die Spektraldarstellung. Wichtig ist hier, die Störung optisch gut vom Nutzsignal unterscheiden zu können. Die Störung kann nun mit den grafischen Auswahlwerkzeugen (Pinsel, Rechteck, Zauberstab, Hamonics) markiert und mit dem Modul „Spectral Repair“ bearbeitet werden.



Auswahl einer Sirene aus einem O-Ton mit dem Pinsel-Werkzeug

Für den Erfolg einer Bearbeitung ist die Qualität der Auswahl von großer Bedeutung. Die manuelle Auswahl eines Störsignals ist ein langwieriger Prozess, der Konzentration und Fingerspitzengefühl erfordert. Ausgewählte Bereiche können dann reduziert oder mit umgebenden Audiomaterial interpoliert werden.

6 Allgemeine Bearbeitungstipps

- Back Ups machen und Ursprungsmaterial sichern
- Gute Abhörbedingungen/Kopfhörer sind notwendig
- Ausreichend Pausen machen, Audiorestoration ist sehr anstrengend für die Ohren. Intensive Vergleiche und höhere Abhörlautstärken können nötig sein
- In der Aufnahmesituation Samples der Störsignale mit unveränderter Mikrofonierung aufzeichnen und die Aufnahmen nicht direkt nach einem Take beenden.
- Verschiedene Versionen vergleichen, idealerweise durch A/B Vergleiche. Den besten Kompromiss aus Störsignal-Reduktion und Artefakten finden
- Echtzeiteffekte vermeiden, da diese sehr hohen Latenzen verursachen und oftmals nicht in ihrer höchsten Rechenauflösung arbeiten, wenn sie als Echtzeit-Plugin ausgeführt werden. Effekte besser rendern und Sicherungskopie auf separater Spur anlegen.
- Mit dem größten Problem beginnen. Eventuell werden weitere Störungen von diesem Verdeckt. Nach Beseitigung des größten Problems ist das Ergebnis oftmals schon zufriedenstellend und die weitere Bearbeitung kann gespart werden (Kosten und Nutzen im Blick behalten)
- Notizen machen oder aussagekräftige Presets anlegen
- Und nochmals: Back Ups machen!

7 Fazit

Der Tonschaffenden hat inzwischen eine sehr große Auswahl an Werkzeugen zur Audiorestauration, mit denen hochwertige Bearbeitungen möglich sind. Generell ist die Leistungsfähigkeit und damit die Qualität der Ergebnisse in den letzten Jahren massiv gestiegen, wobei die Anschaffungskosten eher gesunken sind oder die Restaurationstools inzwischen komplett in eine DAW integriert wurden. Doch auch hervorragende Werkzeuge erledigen die Arbeit nicht von alleine und erfordern vom Tonschaffenden eine intensive Auseinandersetzung mit den Werkzeugen und dem Audiomaterial. Eine Aufwendige Audiorestauration ist immer noch eine zeitaufwendige und damit kostenintensive Angelegenheit, was stets in der Aufnahmephase mit bedacht werden sollte, wenn mal wieder ein Problem am Aufnahmeort auftaucht. Das Problem am Ort des Geschehens zu beseitigen ist in der Regel besser als die beste Restauration und meist auch günstiger und schneller. Wenn dies einmal nicht möglich sein sollte, stehen in der Nachbearbeitung leistungsfähige Werkzeuge zur Verfügung mit denen Störungen beseitigt werden können, die vor ein paar Jahren noch nicht vorstellbar waren und einer Aufnahme den Stempel „nicht sendefähig“ verliehen hätten. Neueste Entwicklungen aus dem Bereich der Softwareentwicklung haben in den letzten Jahren eindrucksvolle Werkzeuge zur Audiorestauration hervorgebracht. Spannungsvoll darf der Tonschaffende in die Zukunft blicken und sich ausmalen welche Störungen er zukünftig zu beseitigen in der Lage sein wird. Dabei sollte jedoch nie die Qualität am Anfang der Produktionskette vernachlässigt werden.

Literaturverzeichnis

Cedar Ltd. (kein Datum). Cedar Studio 7 - Broschüre.

Cedar Audio Ltd. (Februar 2018). Abgerufen am 21. Februar 2018 von Cedar DNS 1500:
https://www.cedar-audio.com/products/dns/dns_1500.shtml

Izotope Inc. (2016). Abgerufen am 23. Februar 2018 von RX Audio Cookbook:
<https://rxcookbook.izotope.com/rx-basics>

Izotope Inc. (22. Februar 2018). Abgerufen am 22. Februar 2018 von Audio Restoration Tips & Techniques: <https://www.izotope.com/en/learning/audio-restoration.html>

Izotope Inc. (Februar 2018). Abgerufen am 20. Februar 2018 von RX 6:
<https://www.izotope.com/en/products/repair-and-edit/rx/post.html>

Izotope, Inc. (2014). AUDIO REPAIR AND ENHANCEMENT. USA.

Magix. (2017). Sequoia 14 Handbuch.

Magix. (Februar 2018). Von SpectraLayers Pro: <https://www.magix.com/de/musik/spectralayers/>
abgerufen

Waves Inc. (kein Datum). W43 Noise Reduction Plugin User Guide.

Waves Inc. (kein Datum). WAVES NS1 NOISE SUPPRESSOR USER GUIDE.

Waves Inc. (kein Datum). Waves X-Noise software guide.

Waves Inc. (kein Datum). Waves ZNoise Users Guide.

Waves Inc. (kein Datum). WNS Waves Noise Suppressor User Guide.