

Verwendung des Kopfbügelmikrofons BHM

Einleitung	1
Aufnahmen mit einem Kopfbügelmikrofon	2
Entzerrung einer BHM-Aufnahme	2
Individuelle Entzerrungskurven	5
Auswirkungen der Entzerrungskurven	5
Nachbearbeitung in der ArtemiS SUITE	6
Abhören einer BHM-Aufnahme	7
Anwendungsbeispiel: BHM-Aufnahme im Fahrzeuginnenraum	7

Einleitung

HEAD acoustics stellt verschiedene binaurale Aufnehmer zur Verfügung, um an unterschiedlichen Messorten Schallereignisse so aufzuzeichnen, dass sie gehörrichtig wiedergegeben werden können. Das heißt, die Aufnahmen werden so durchgeführt, dass sie – mit der richtigen Wiedergabeentzerrung abgespielt – einen Höreindruck vermittelt, der dem entspricht, den eine Person in diesem Schallfeld gehabt hätte.

Zu diesen binauralen Aufnehmern gehören u. a. das Kunstkopfmesssystem (HEAD MEASUREMENT SYSTEM, HMS) oder das Kopfbügelmikrofon (BINAURAL HEAD MICROPHONE, BHM). Mit dem BHM können Sie binaurale Aufnahmen an Messorten durchführen, bei denen ein Kunstkopfmesssystem nicht eingesetzt werden kann. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn das Schallereignis auf der Fahrerposition eines fahrenden Fahrzeugs gemessen werden soll. Hier kann das Kunstkopfmesssystem nicht eingesetzt werden, stattdessen wird ein Kopfbügelmikrofon verwendet, das von dem Fahrer getragen wird und mit dem der Schall am Ohrkanaleingang gemessen werden kann (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Verwendung des BHMs

Aufnahmen mit einem Kopfbügelmikrofon

Ein häufiger Anwendungsfall für das Kopfbügelmikrofon ist die Verwendung bei der Aufnahme in einer Fahrzeugkabine. Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, muss bei der Aufnahme mit dem BHM folgendes beachtet werden:

Die Positionierung der Mikrofone hat besonders in einer so komplexen akustischen Umgebung wie einer Fahrzeugkabine einen großen Einfluss auf die spätere Aufnahme. So kann z. B. der Pegel aufgrund von stehenden Wellen einen deutlichen Unterschied aufweisen, je nachdem ob der Sitz etwas weiter nach vorn oder hinten verschoben wurde. Grundsätzlich ist weder die eine noch die andere Aufnahme falsch, da beide Aufnahmen den Schalldruck an der Stelle der Aufnahme repräsentieren. Um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten, muss der Aufnahmeort genau dokumentiert und bei einer eventuellen Wiederholungsmessung wieder exakt eingehalten werden.

Bei der Positionierung ist zusätzlich von Bedeutung, wer das BHM trägt. Durch die unterschiedlichen akustischen Eigenschaften des Trägers und die Unterschiede beim Aufsetzen des BHM können sich BHM-Aufnahmen, die von verschiedenen Personen durchgeführt wurden, ebenfalls unterscheiden¹. Um vergleichbare Aufnahmen z. B. für einen Hörtest zu erzeugen, sollten die Aufnahmen für eine Versuchsreihe von einer Person durchgeführt werden. Auf diese Weise erstellte Aufnahmen können auch von ungeübten Hörern sehr gut verglichen werden.

Ein weiterer entscheidender Punkt ist, dass der Träger während der Aufnahme versuchen muss, Störgeräusche zu vermeiden. Im Gegensatz zum Kunstkopf, der keinerlei Störgeräusche produziert, bewegt sich ein Mensch ständig, so dass durch das Reiben der Kleidung, Bewegung des BHM-Kabels oder sogar durch das Ticken der Uhr am Handgelenk des Trägers Störgeräusche entstehen können. Diese Störgeräusche fallen dem Träger während der Aufnahme unter Umständen gar nicht auf, können aber beim späteren Abhören der Aufnahme sehr störend sein, so dass die Aufnahme eventuell sogar erneut durchgeführt werden muss.

Damit die Aufnahme optimal ausgesteuert ist, muss auch beim BHM, wie bei allen Messmikrofonen, ein geeigneter Aufnahmebereich in der Aufnahme-Software eingestellt werden. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Aufnahme nicht übersteuert ist und dass die aufzunehmenden Geräusche nicht im Grundrauschen der Messkette verschwinden.

Ein erfahrener Messingenieur wird sehr schnell die nötige Routine sammeln, um alle diese Bedingungen umsetzen zu können.

Entzerrung einer BHM-Aufnahme

Wie eine Kunstkopfaufnahme muss auch eine BHM-Aufnahme für die Analyse und die Wiedergabe entzerrt werden. Für die Analyse wird die BHM-Aufzeichnung während der Aufnahme entzerrt. Die Aufnahme-Entzerrung dient dazu, ein Signal für die Analyse zu erhalten, das mit einer Messmikrofon-Aufnahme vergleichbar ist. Auf diese Weise analysieren Sie ein Signal, das nicht die akustischen Besonderheiten des Aufnahmesensors enthält, sondern ein entzerrtes Signal, das Sie wie eine Messmikrofon-Aufnahme untersuchen können.²

Zur Durchführung der korrekten Entzerrung bei der Aufnahme steht für das BHM die ID-Entzerrung zur Verfügung. Mithilfe der ID-Entzerrung (Independent of Direction) werden die richtungsunabhängigen Anteile der Übertragungsfunktion aus dem Signal herausgefiltert. Diese Entzerrung wurde entwickelt, weil die in der Praxis vorhandenen Schallfelder nur selten den genormten Schallfeldbedingungen Diffusfeld oder Freifeld entsprechen. Die ID-Entzerrung sollte für alle Schallfelder, die weder einem Diffusfeld noch einem Freifeld entsprechen, also z. B. für das Schallfeld in einer Fahrzeugkabine,

¹ Die durch verschiedene Träger eines BHMs hervorgerufenen Unterschiede sind in der Application Note „Vergleichbarkeit von Aufnahmen mit Messsystemen von HEAD acoustics“ beschrieben. Sie können die Application Note in unserem Download Center herunterladen: http://www.head-acoustics.de/de/nvh_application_notes_use_of_systems.htm.

² Eine ausführliche Beschreibung über die Aufnahme-Entzerrung finden Sie in der Application Note „Binaural Messen, Auswerten und Wiedergeben“. Sie können die Application Note in unserem Download Center herunterladen: http://www.head-acoustics.de/de/nvh_application_notes_use_of_systems.htm.

verwendet werden. Das Entzerrungsfilter wird für jedes BHM individuell bei der Fertigung erzeugt und kann auf verschiedene Weisen angewendet werden:

1. Die einfachste Möglichkeit ist die Verwendung eines binauralen Equalizers BEQ II.1. Die BEQ II.1 kann mit den individuellen Entzerrungskurven eines BHM programmiert werden, so dass am Ausgang das pegelrichtige und ID-entzerrte BHM-Signal anliegt. Die Programmierung wird werkseitig bei HEAD acoustics durchgeführt, wenn ein BHM und eine BEQ II.1 zusammen ausgeliefert werden. Sie kann aber auch nachträglich durchgeführt werden. Um ein korrekt entzerrtes Signal zu erhalten, ist es wichtig darauf zu achten, das zur BEQ II.1 passende BHM zu verwenden. Jede BEQ II.1 kann nur für ein individuelles BHM programmiert werden. Die Seriennummer des korrekten BHM ist auf der BEQ II.1 angegeben.

Im ArtemiS SUITE Data Acquisition Module (HEAD Recorder) wird die Verwendung eines BHM inkl. einer korrekt programmierten BEQ II.1 wie folgt eingegeben: Im Menü **Ansicht** (engl. **View**) der Benutzeroberfläche wird der Befehl **Geräteeinstellung** (engl. **Hardware Properties**) angeklickt und in dem entsprechenden Fenster im Feld **Configuration** der Eintrag **BHM** ausgewählt (siehe Abbildung 2). Durch diese Einstellung wird automatisch die Einstellung **Equalization** auf **ID** umgestellt. Außerdem werden in der Kanalliste Auto-Sensoren verbunden. Mit dieser Konfiguration wird die auf der BEQ II.1 programmierte ID-Entzerrung für die Aufnahme verwendet und das BHM-Signal wird korrekt entzerrt.

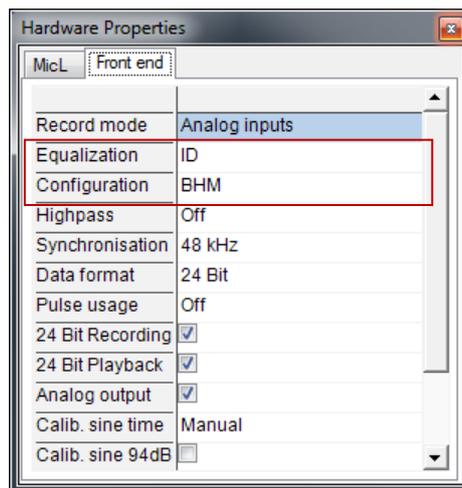


Abbildung 2: Geräteeinstellung im HEAD Recorder

2. Eine andere Möglichkeit ist, die Entzerrung über die verwendete Software durchzuführen. Dazu wird das individuelle Entzerrungsfilter bei der Definition des BHM-Sensors im HEAD Sensor Explorer³ im Feld **Filter File** ausgewählt (siehe Abbildung 3). Dieses individuelle Entzerrungsfilter befindet sich auf der im Lieferumfang des BHM enthaltenen Entzerrungs-CD und muss jeweils für den linken und rechten Kanal bei der Sensorkonfiguration in das entsprechende Feld eingetragen werden. Die Filter der Entzerrungs-CD beinhalten alle notwendigen Informationen für die korrekte Entzerrung. Bei einer Aufnahme mit dem ArtemiS SUITE Data Acquisition Module (HEAD Recorder) wird dann automatisch dieses individuelle Filter mit der ID-Entzerrung für die BHM-Kanäle verwendet. Eine zusätzlich im Feld **Equalization** aktivierte Entzerrung würde eine doppelte Filterung bewirken und das aufgenommene Signal verfälschen. Um dies zu verhindern, wird dieses Feld automatisch ausgegraut, sobald ein Entzerrungsfilter im Feld **Filter File** eingetragen wurde.

³ Ab der ArtemiS SUITE 7.0 können Sie BHM-Sensoren auch in einer Sensorbibliothek anlegen. Eine mit der ArtemiS SUITE erstellte Sensorbibliothek müssen Sie im HEAD Recorder importieren, bevor Sie diese in der Kanalliste verwenden können. Ein Vorteil der Sensorbibliotheken ist, dass diese die für die korrekte Aufnahme nötigen Entzerrungskurven mit abspeichern, so dass nach der Erstellung keine EQU-Datei mehr benötigt wird.

Außerdem können Sie beim Anlegen eines neuen BHM-Sensors die Empfindlichkeit der Mikrofone im Feld **Sensitivity** eintragen. Den korrekten Wert hierfür finden Sie in dem zusammen mit dem BHM ausgelieferten Kalibrierzertifikat.

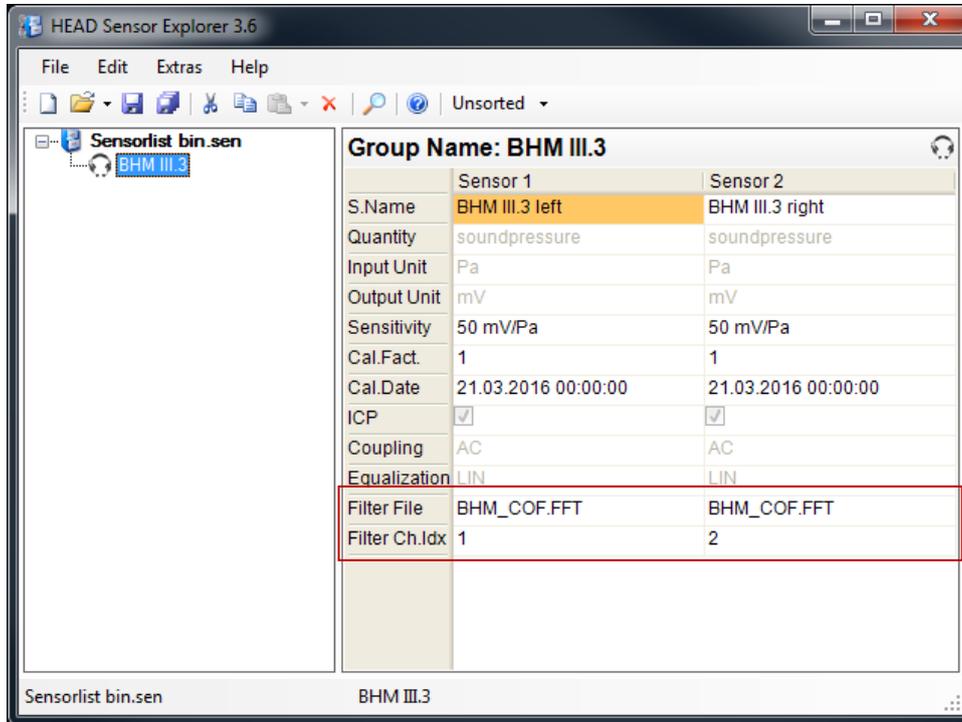


Abbildung 3: Definition eines BHM-Sensors im Sensor Explorer

3. Falls die Entzerrung nicht bereits während der Aufnahme durchgeführt wurde, kann das Signal auch nachträglich noch in der Analyse-Software ArtemiS SUITE mit dem individuellen Entzerrungsfiler gefiltert werden. Eine nachträgliche Entzerrung sollte aber nur in Ausnahmefällen durchgeführt werden, da während einer Aufnahme ohne Entzerrung unter Umständen ein falscher Aussteuerungsbereich gewählt wird. Ein zu niedriger Aussteuerungsbereich führt dazu, dass die nachträgliche Entzerrung eine Übersteuerung der Aufnahme bewirkt. Bei der Verwendung eines zu hohen Aussteuerungsbereiches wiederum kann der Dynamikbereich nicht optimal ausgenutzt werden.

Außerdem kann bei der nachträglichen Entzerrung von Aufnahmen im 16-Bit-Format das Grundrauschen erhöht werden. Aufgrund der Verstärkung im Bereich zwischen 10 und 12 kHz durch das ID-Entzerrungsfiler wird nicht nur das Nutzsignal angehoben, sondern auch das unerwünschte Quantisierungsrauschen, das bei einer Aufnahme im 16-Bit-Format höher ist als z. B. bei Aufnahmen im 24-Bit-Format. Bei der Aufzeichnung von leisen Signalen fällt das verstärkte Rauschen dann u. U. ins Gewicht. Besonders bei der Aufnahme von leisen Geräuschen empfiehlt es sich daher, das 24-Bit-Format zu wählen und bereits bei der Aufzeichnung das Signal zu entzerren.

Bei allen beschriebenen Entzerrungsvarianten muss darauf geachtet werden, dass das für das individuelle BHM passende Entzerrungsfiler verwendet wird. Nur so ist eine korrekte Entzerrung sichergestellt. Und nur so ist die Messung mit einer ID-entzerrten Kunstkopf-Messung bzw. mit einer Aufnahme von einem Messmikrofon vergleichbar.

Um die Vergleichbarkeit einer ID-entzerrten Kunstkopf-Aufnahme und einer ID-entzerrten BHM-Aufnahme zu überprüfen, muss sehr genau auf die Positionierung der Sensoren geachtet werden. Die

Mikrofone des Kunstkopfes bzw. die Öffnungen des BHM sollten an derselben Stelle positioniert werden⁴.

Individuelle Entzerrungskurven

Ein Beispiel für individuelle Entzerrungskurven von vier verschiedenen BHM ist in Abbildung 4 dargestellt.

In diesem Diagramm ist deutlich zu erkennen, dass die Aufnahmen mit einem BHM durch die Entzerrungsfiler bei ca. 11 kHz deutlich angehoben werden. Diese Anhebung wird durch physikalische Eigenschaften des BHM, wie die verwendeten Röhren und Mikrofone, bestimmt.

Je nach BHM ist diese Anhebung unter Umständen sehr stark ausgeprägt, wie z. B. in Abbildung 4 bei der schwarzen Kurve zu sehen ist (beim rechten Kanal mehr als 15 dB bei 10,5 kHz).

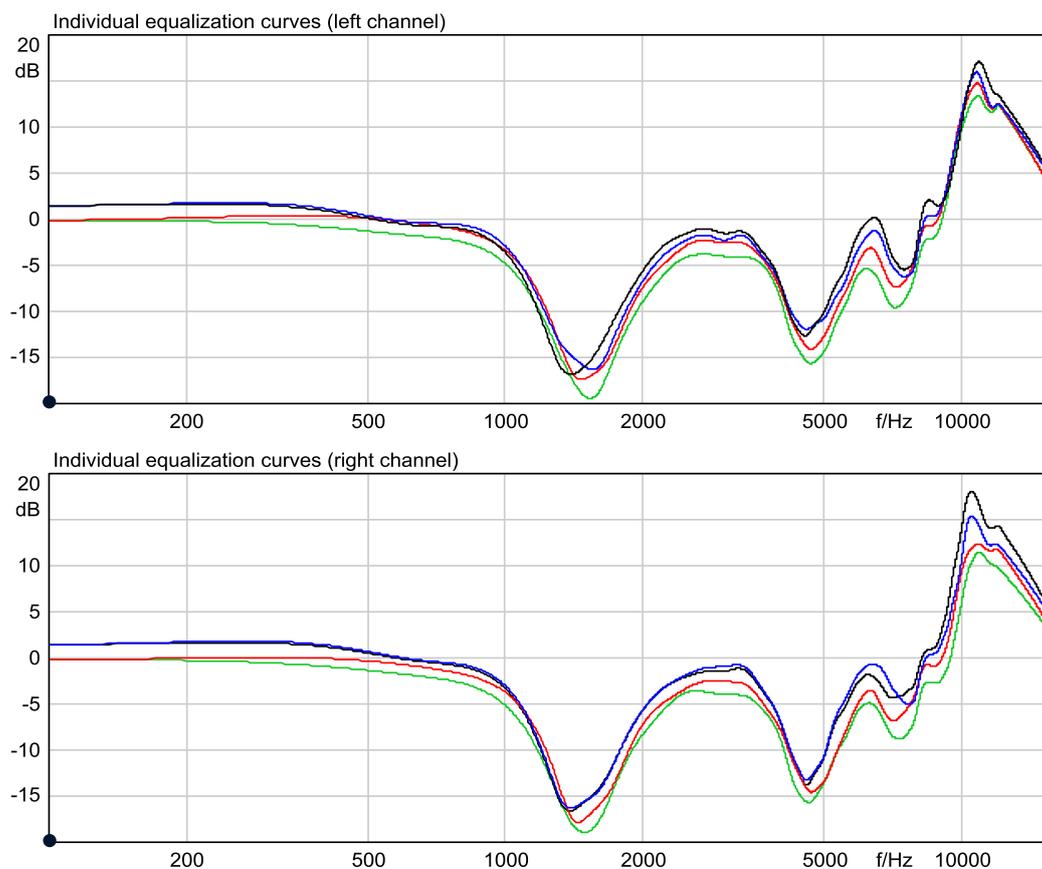


Abbildung 4: Individuelle Entzerrungskurven von vier BHM (oben: linker Kanal, unten: rechter Kanal)

Auswirkungen der Entzerrungskurven

Diese starke Anhebung ist notwendig, um die korrekte Entzerrung der BHM-Aufnahme und die Vergleichbarkeit mit einer ID-entzerrten Kunstkopfaufnahme und einer Messmikrofon-Aufnahme zu gewährleisten und führt bei den meisten Anwendungsfällen nicht zu einer Beeinträchtigung der Signalqualität.

Allerdings kann diese starke Anhebung bei bestimmten Signalarten zu unerwünschten Nebeneffekten führen. Dies ist immer dann der Fall, wenn mit einem sehr hohen Aufnahmebereich ein sehr leises Signal aufgezeichnet wird. In diesem Zusammenhang wird das durch den hohen Aufnahmebereich bedingte, höhere Grundrauschen, durch die starke Anhebung bei 11 kHz punktuell so verstärkt, dass

⁴ Die BHM-Entzerrung wurde so entwickelt, dass sie ein von einer erwachsenen Person getragenes BHM richtig entzerrt und nicht eines, das ein Kunstkopf trägt. Daher muss für eine Vergleichsmessung das BHM von einer Person getragen werden und darf nicht dem Kunstkopf aufgesetzt werden.

das Rauschen beim späteren Abhören deutlich hörbar ist und als störende Geräuschkomponente wahrgenommen wird.

Dieser Effekt kann durch geeignete Maßnahmen reduziert werden. Da bei der Aufnahme von Schallsignalen bedingt durch die physikalischen Eigenschaften der Mikrofone, der Messkette und der Digitalisierung der Signale immer Rauschanteile mit aufgezeichnet werden, kann dieser Effekt aber nicht völlig verhindert werden. Die nötigen Maßnahmen, die im Folgenden beschrieben werden, entsprechen denen zur Verbesserung der Signalqualität bei nachträglicher Entzerrung.

Um die Rauschanteile so gering wie möglich zu halten, muss darauf geachtet werden, bei der Aufnahme den korrekten Aussteuerungsbereich zu wählen. Ein zu niedriger Aussteuerungsbereich führt zu einer Übersteuerung der Aufnahme. Durch einen zu hohen Aussteuerungsbereich wird der zur Verfügung stehende Dynamikbereich nicht optimal ausgenutzt und so das Grundrauschen unnötigerweise angehoben. Auf diese Weise verschwinden leise Geräuschanteile im Rauschteppich der Aufnahme und das Rauschen wird durch den Entzerrungsfilter in bestimmten Frequenzbändern verstärkt.

Das unerwünschte Quantisierungsrauschen ist bei einer Aufnahme im 16-Bit-Format höher als z. B. bei Aufnahmen im 24-Bit-Format. Bei der Aufzeichnung von leisen Signalen fällt das verstärkte Rauschen u. U. ins Gewicht. Deshalb empfiehlt es sich besonders bei der Aufnahme von leisen Geräuschen, das 24-Bit-Format zu wählen.

Nachbearbeitung in der ArtemiS SUITE⁵

Wenn die Aufnahmesituation die Verwendung eines hohen Aufnahmebereiches auch bei der Aufnahme von sehr leisen Geräuschen verlangt (z. B. bei Aufnahme von schnell aufeinanderfolgenden Signalen mit sehr hohen und sehr niedrigen Pegeln) und der oben beschriebene Effekt auftritt, sollte mit den Wiedergabefiltern in der ArtemiS SUITE gearbeitet werden. Bei der Verwendung eines 11-kHz-Filters können die störenden Signalanteile kontrolliert eliminiert werden. So erhält der Hörer die Möglichkeit, sich auf das Nutzsignal zu konzentrieren.

In der ArtemiS SUITE stehen die Wiedergabefilter im Marken-Analysator zu Verfügung. Nachdem das Signal in einem Marken-Analysator mit den gewünschten Analysen dargestellt ist, können die Wiedergabefilter durch einen Klick auf die -Schaltfläche aktiviert werden und das gewünschte Filter ausgewählt werden. Hierbei besteht die Wahl zwischen dem Bandstop und dem parametrischen Bandpass. Mithilfe des Bandstops können die störenden Signalanteile vollständig herausgefiltert werden. Besitzt das Signal aber auch im Nutzsignal Anteile um 11 kHz wird bei der Filterung auch das eigentliche Nutzsignal stark verändert. Dies kann durch die Verwendung eines parametrischen Bandpass, bei dem die Dämpfung einstellbar ist, verhindert werden. Mithilfe eines solchen Filters kann die Dämpfung z. B. auf 6 dB eingestellt werden, so dass die Auswirkung auf das Nutzsignal reduziert wird.

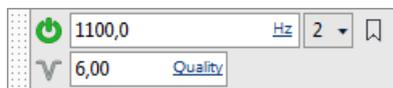
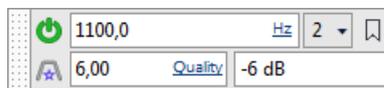


Abbildung 5: Bandstop



Parametrischer Bandpass

Neben den Wiedergabefiltern besteht natürlich auch die Möglichkeit, ein Signal dauerhaft zu filtern und in einer neuen Datei abzuspeichern. Dazu wird das mithilfe der Wiedergabefilter konfigurierte Filter per Drag&Drop in den Filter-Pool kopiert. Danach kann das Zeitsignal bei aktiviertem Filter mit dem HDF-Export in einer neuen Datei abgelegt werden. Das gefilterte Zeitsignal kann selbstverständlich auch als Wave-Datei exportiert werden und steht dann zum Einbinden in eine PowerPoint⁶-Präsentation o. ä. zur Verfügung.

⁵ Die Beschreibungen in dieser Application Note beziehen sich auf die ArtemiS SUITE 9.0. Die allgemeine Vorgehensweise ist auch für andere Versionen gültig. Allerdings können sich Änderungen im Funktionsumfang und in der Benutzer-Oberfläche ergeben.

⁶ PowerPoint ist eine eingetragene Marke der Microsoft Corporation.

Abhören einer BHM-Aufnahme

Beim Abhören einer BHM-Aufnahme muss eine Wiedergabe-Entzerrung verwendet werden. Diese gewährleistet, dass Sie beim Abhören des Signals über Kopfhörer den gleichen Höreindruck erleben, als wären Sie im Original-Schallfeld.

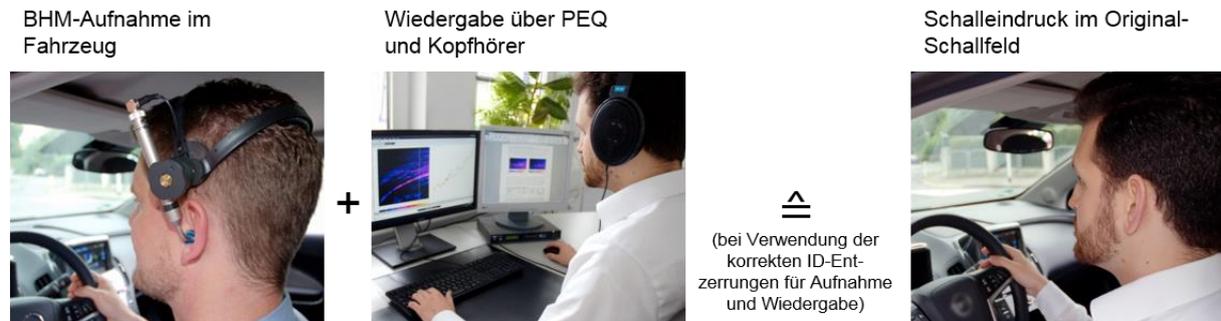


Abbildung 6: Aufnahme und Wiedergabe einer BHM-Aufnahme

HEAD acoustics stellt für die Wiedergabe von BHM-Aufnahmen den programmierbaren Kopfhörer-Entzerrer *labP2* zur Verfügung. Dieser ist ebenso wie das Vorgängermodell PEQ V mit dem nötigen ID-Filtern programmiert, so dass die BHM-Aufnahme richtig entzerrt wiedergegeben werden kann und ein zum Original-Schallfeld vergleichbarer Geräuscheindruck entsteht.

Eine pegelrichtige und entzerrte Wiedergabe ist allerdings nur dann gegeben, wenn für das *labP2* eine werkseitige Kalibrierung durchgeführt und die nötigen individuellen Entzerrungsfiler für die verwendeten Kopfhörer aufgespielt wurden. Diese individuellen Filter enthalten dann nicht nur die Wiedergabeentzerrung, sondern auch Filter, mit denen eventuelle Schwankungen der Kopfhörer-Übertragungseigenschaften ausgeglichen werden. Die Nummer über den Kopfhörerbuchsen am *labP2* gibt die Seriennummer des Kopfhörers an, für den dieser Ausgang die korrekte Kalibrierung und Entzerrung liefert.

Die Wiedergabe einer BHM-Aufnahme erfolgt am einfachsten über die Analysesoftware ArtemiS SUITE, ein *labP2* und einen Kopfhörer. Mit der ArtemiS SUITE 6.0 wurde die Wiedergabefunktionalität deutlich verbessert. Die Einstellung der Wiedergabeentzerrung und des Pegels erfolgen nun unter Berücksichtigung der von Ihnen gewählten Wiedergabe-, Schutz- und Komfortparameter vollkommen automatisch. Das folgende Anwendungsbeispiel verdeutlicht Ihnen die ab der ArtemiS SUITE 6.0 zur Verfügung stehenden Einstellungsmöglichkeiten. Eine vollständige Beschreibung der Einstellungsmöglichkeiten bei der Wiedergabe von binauralen Signalen finden Sie in der Application Note „Binaural Messen, Auswerten und Wiedergeben“⁷.

⁷ Dieses Application Note können Sie in unserem DownloadCenter herunterladen: http://www.head-acoustics.de/de/nvh_application_notes_use_of_systems.htm.

Anwendungsbeispiel: BHM-Aufnahme im Fahrzeuginnenraum

Im folgenden Beispiel wurde ein BHM mit ID-Entzerrung für die Aufnahme verwendet. Die Aufnahme wurde direkt auf der Computerfestplatte gespeichert und steht nun richtig entzerrt für die Analyse zur Verfügung.

In Abbildung 7 ist die Analyse **FFT über Zeit** der Fahrzeuginnenraum-Aufnahme dargestellt. Die FFT-Analyse zeigt deutlich, dass zwischen 8,5 und 13,5 Sekunden das Signal eine Resonanz durchläuft. Diese Resonanz ist im linken stärker als im rechten Kanal.

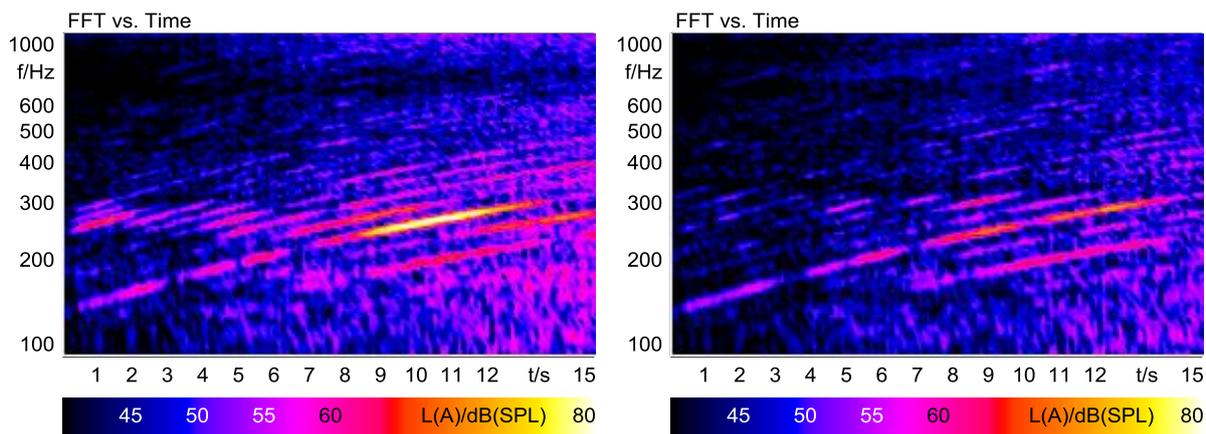


Abbildung 7: Zeitabhängige FFT-Analyse eines Fahrzeuginnengeräusches; links: linker Kanal, rechts: rechter Kanal

Die Wiedergabe der BHM-Aufnahme erfolgt in diesem Anwendungsbeispiel über die ArtemiS SUITE und ein *labP2*.

Für die Wiedergabe bestimmt die ArtemiS SUITE⁸ die maximale Schalldruckamplitude in der Aufnahme und zeigt diese in der Infokachel des Players an. Im vorliegenden Beispiel beträgt dieser Wert 7,641 Pa. Dies entspricht einem Schalldruckpegel von 108,6 dB(SPL)⁹. In Abhängigkeit von den in der ArtemiS SUITE gewählten Wiedergabeeinstellungen für den **Maximal-Pegel**, **Normalisierungs-Pegel** und die **Aussteuerung** (engl. **Hearing Protection Level**, **Comfort Level**, **Playback Mode**) ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- **Aussteuerung: Automatisch, Maximal-Pegel: 120 (114+6) dB(SPL)**

(d. h. gewählter **Maximal-Pegel** > 108,6 dB(SPL):

Left	Right
7,641 Pa	7,332 Pa
- no level adaptation -	
44,1 kHz	44,1 kHz
ID	ID

Das *labP2* wird von der ArtemiS SUITE auf **114** sowie **ID-Entzerrung** eingestellt. Es ist keine Pegelanpassung nötig, die Wiedergabe erfolgt somit pegelrichtig und korrekt entzerrt. Dies wird durch den grünen Rahmen um das Kunstkopfsymbol im Player verdeutlicht.

- **Aussteuerung: Automatisch, Maximal-Pegel: 110 (104+6) dB(SPL)**

(d. h. gewählter **Maximal-Pegel** < 108,6 dB(SPL):

Left	Right
7,641 Pa	7,332 Pa
-4,6 dB	-4,6 dB
44,1 kHz	44,1 kHz
ID	ID

Das *labP2* wird von der ArtemiS SUITE auf **104** sowie **ID-Entzerrung** eingestellt. Da der höchste Schalldruckpegel in der Aufnahme den eingestellten Maximal-Pegel übersteigt, wird die gesamte Datei für die Wiedergabe im Pegel abgesenkt. Die Pegelabsenkung beträgt:

$$\Delta L = 104 \text{ dB(SPL)} - 108,6 \text{ dB(SPL)} = -4,6 \text{ dB(SPL)}.$$

Da die Wiedergabe für die gesamte Aufnahme mit reduziertem Pegel erfolgt, bleiben die relativen Pegelunterschiede innerhalb der Aufnahme erhalten. Die Wiedergabe erfolgt mit der

⁸ Die Beschreibungen in dieser Application Note beziehen sich auf die Version 9.0. Die allgemeine Vorgehensweise ist auch für andere Versionen ab ArtemiS SUITE 6.0 gültig. Allerdings können sich Änderungen im Funktionsumfang und in der Benutzeroberfläche ergeben.

⁹ Der Schalldruckpegel berechnet sich nach der folgenden Formel: $L = 20 \cdot \log\left(\frac{\bar{p}}{2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}}\right)$. Dabei ist \bar{p} der Effektivwert der Schalldruckamplitude \hat{p} , der sich bei sinusförmigen Signalen über die Formel $\bar{p} = \frac{\hat{p}}{\sqrt{2}}$ bestimmen lässt.

korrekten Entzerrung, allerdings nicht mehr pegelrichtig. Dies wird durch das ausgegraute Kunstkopfsymbol sowie eine entsprechende Warnung in der Statusleiste verdeutlicht.

- **Aussteuerung: Normalisiert, Maximal-Pegel: 120 (114+6) dB(SPL), Normalisierungs-Pegel: 110 dB(SPL)**

(d. h. gewählter **Normalisierungs-Pegel** > 108,6 dB(SPL):

Left	Right
7,641 Pa	7,332 Pa
+1,4 dB	+1,4 dB
44,1 kHz	44,1 kHz
ID	ID

Das *labP2* wird von der ArtemiS SUITE auf **114** sowie **ID**-Entzerrung eingestellt. Bei der Wiedergabe wird die Lautstärke so angehoben, dass der höchste in der Aufnahme vorkommende Pegel dem gewählten Normalisierungs-Pegel von 110 dB(SPL) entspricht. Dazu wird eine Pegelanpassung von $\Delta L = 110 \text{ dB(SPL)} - 108,6 \text{ dB(SPL)} = 1,4 \text{ dB(SPL)}$ vorgenommen. Die Wiedergabe erfolgt mit der korrekten Entzerrung, allerdings nicht pegelrichtig. Dies wird durch das ausgegraute Kunstkopfsymbol sowie eine entsprechende Warnung in der Statusleiste verdeutlicht.

- **Aussteuerung: Normalisiert, Maximal-Pegel: 110 (104+6) dB(SPL), Normalisierungs-Pegel: 100 dB(SPL)**

(d. h. gewählter **Normalisierungs-Pegel** < 108,6 dB(SPL):

Left	Right
7,641 Pa	7,332 Pa
-8,6 dB	-8,6 dB
44,1 kHz	44,1 kHz
ID	ID

Das *labP2* wird von der ArtemiS SUITE auf **104** sowie **ID**-Entzerrung eingestellt. Bei der Wiedergabe wird die Lautstärke so abgesenkt, dass der höchste in der Aufnahme vorkommende Pegel dem gewählten Normalisierungs-Pegel entspricht. Dazu wird eine Pegelanpassung von $\Delta L = 100 \text{ dB(SPL)} - 108,6 \text{ dB(SPL)} = -8,6 \text{ dB(SPL)}$ vorgenommen.

Die Wiedergabe erfolgt mit der korrekten Entzerrung, allerdings nicht pegelrichtig. Dies wird durch das ausgegraute Kunstkopfsymbol sowie eine entsprechende Warnung in der Statusleiste verdeutlicht.

Haben Sie Fragen an den Autor? Schreiben Sie uns an:

imke.hauswirth@head-acoustics.de.

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!