

ArtemiS SUITE
Signal Processing

Code 51103

ASP 103 Psychoacoustics - Advanced Analysis

Psychoacoustics - Advanced Analysis von ArtemiS SUITE bietet auf der Grundlage des Gehörmodells nach Sottek anspruchsvolle psychoakustische Analysen wie Lautheit, Rauigkeit und Tonhaltigkeit.

ÜBERBLICK

ASP 103 Psychoacoustics - Advanced Analysis

Code 51103

Psychoacoustics - Advanced Analysis beinhaltet Analysen, die die Signalverarbeitung des menschlichen Gehörs simulieren und grundlegende Höreindrücke beschreiben.

ArtemiS SUITE bietet weitere psychoakustische Analysen:

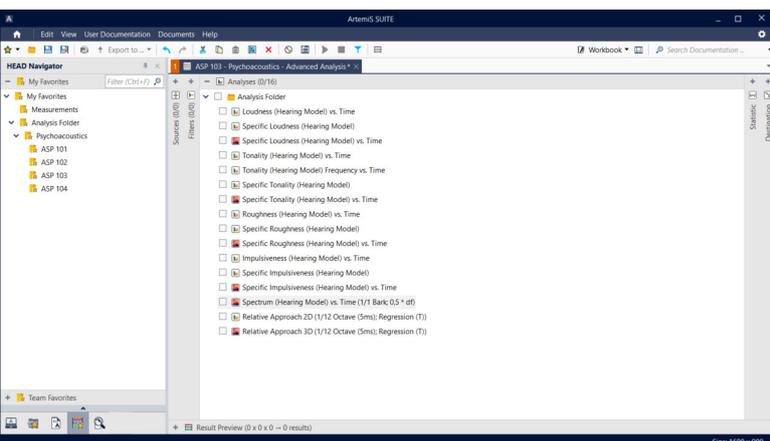
- ASP 104 (Psychoacoustics - Advanced Analysis vs. Control Channel)
- ASP 101 (Psychoacoustics - Basic Analysis)
- ASP 102 (Psychoacoustics - Basic Analysis vs. Control Channel)

ASP 101 und ASP 102 bieten Standards und Methoden:

- DIN 45631/A1, ISO 532-1, 532-3, ANSI S3.4-2007,
- DIN 45681, Aures, von Bismarck, DIN 45692

ASP 103 und ASP 104 bieten Standards und Methoden:

- DIN 38455, ECMA-418-2 (1st Edition) / (2nd Edition),
- ECMA-74 (15th Edition) / (17th Edition)



HAUPTMERKMALE

- › Lautheit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spezifische Lautheit (Gehörmodell)
- › Spezifische Lautheit (Gehörmodell) über Zeit
- › Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell)
- › Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell)
- › Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Tonhaltigkeitsfrequenz (Gehörmodell) über Zeit
- › Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spezifische Impulshaltigkeit (Gehörmodell)
- › Spezifische Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spektrum (Gehörmodell) über Zeit
- › Relative Approach 2D
- › Relative Approach 3D

Verfügbare Standards:

- › DIN 38455
- › ECMA-418-2 (1st Edition) / (2nd Edition)
- › ECMA-74 (15th Edition) / (17th Edition)

Die Analysen können in Pool-Projekten (APR 010 ist erforderlich), Automatisierungs-Projekten (APR 050 ist erforderlich), Standardtest-Projekten (APR 220 ist erforderlich) und Metrik-Projekten (APR 570 ist erforderlich) eingesetzt werden.

ANWENDUNGEN

- › Simulation der menschlichen Wahrnehmung mittels geeigneter Analysen
- › Verbesserung der Klangqualität von Produkten
- › Auswertung von Umgebungsgeräuschen

ÜBERBLICK ASP 101 – ASP 104

PSYCHOACOUSTICS – BASIC ANALYSIS (ASP 101)

- › Lautheit über Zeit
- › Spezifische Lautheit
- › Spezifische Lautheit über Zeit
- › Schärfe über Zeit
- › Tonhaltigkeit DIN 45681
- › Tonhaltigkeit 45681 über Zeit
- › Ton/Rausch-Verhältnis
- › Ton/Rausch-Verhältnis über Zeit
- › Spezifische Prominenz
- › Spezifische Prominenz über Zeit
- › Schwankungsstärke über Zeit
- › Spezifische Schwankungsstärke
- › Spezifische Schwankungsstärke über Zeit

PSYCHOACOUSTICS – ADVANCED ANALYSIS (ASP 103)

- › Lautheit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spezifische Lautheit (Gehörmodell)
- › Spezifische Lautheit (Gehörmodell) über Zeit
- › Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell)
- › Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Tonhaltigkeitsfrequenz (Gehörmodell) über Zeit
- › Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell)
- › Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spezifische Impulshaltigkeit (Gehörmodell)
- › Spezifische Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit
- › Spektrum (Gehörmodell) über Zeit
- › Relative Approach 2D
- › Relative Approach 3D

PSYCHOACOUSTICS – BASIC ANALYSIS VS. CONTROL CHANNEL (ASP 102)

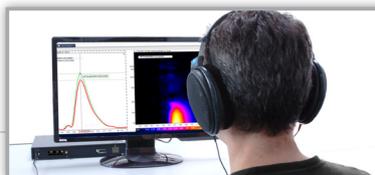
- › Lautheit über Drehzahl
- › Spezifische Lautheit über Drehzahl
- › Schärfe über Drehzahl
- › Tonhaltigkeit DIN 45681 über Drehzahl
- › Ton/Rausch-Verhältnis über Drehzahl
- › Spezifische Prominenz über Drehzahl
- › Schwankungsstärke über Drehzahl
- › Spezifische Schwankungsstärke über Drehzahl

PSYCHOACOUSTICS – ADVANCED ANALYSIS VS. CONTROL CHANNEL (ASP 104)

- › Lautheit (Gehörmodell) über Drehzahl
- › Spezifische Lautheit (Gehörmodell) über Drehzahl
- › Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Drehzahl
- › Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Drehzahl
- › Tonhaltigkeitsfrequenz (Gehörmodell) über Drehzahl
- › Rauigkeit (Gehörmodell) über Drehzahl
- › Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell) über Drehzahl
- › Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Drehzahl
- › Spezifische Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Drehzahl

STANDARDS

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> › Lautheit › DIN 45631/A1 › ISO 532-1, ISO 532-3 › ANSI S3.4-2007 (FFT) / (FFT/Terz) › Schärfe › Aures › von Bismarck › DIN 45692 › DIN 45631/A1 › ISO 532-1, ISO 532-3 › ANSI S3.4-2007 (FFT) / (FFT/Terz) › Tonhaltigkeit › DIN 45681 | <ul style="list-style-type: none"> › Lautheit (Gehörmodell) › ECMA-418- 2 (2nd) › Rauigkeit (Gehörmodell) › DIN 38455 › ECMA-418-2 (1st) / (2nd) › Tonhaltigkeit (Gehörmodell) › ECMA-74(15th) / (17th) › ECMA-418-2 (1st) / (2nd) |
|---|--|



ARTEMIS SUITE PROJEKTE

- › Pool Project (APR 010)
- › Automation Project (APR 050)
- › Standardized Test Project (APR 220)
- › Metric Project (APR 570)

Weitere Lösungen von HEAD acoustics

JURY TESTING-SOFTWARE SQALA

- › Jury Testing - SQala Basic (APR 500)
- › Jury Testing - SQala Net (APR 501)
- › Jury Testing - SQala Server (APR 501)



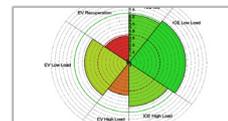
BINAURALE MESSUNG UND WIEDERGABE

- › Kunstköpfe HMS V, HSU
- › HEADlab-Systeme
- › Mobiles Frontend SQuadriga III, ...
- › ...



GERÄUSCHQUALITÄTS-INDEX

- › Metric Project (APR 570)



DETAILS

Gehörmodell nach Sottek

Das menschliche Gehör ist allen verfügbaren technischen Systemen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Flexibilität bei der Geräuschanalyse weit überlegen. Um eine möglichst große Zahl psychoakustischer Phänomene zu erfassen, wurde von HEAD acoustics auf der Grundlage der Physiologie des menschlichen Ohrs das Gehörmodell nach Sottek entwickelt, mit dem sich psychoakustische Effekte und grundlegende Hörempfindungen erklären und beschreiben lassen.

Das Gehörmodell nach Sottek besteht im Wesentlichen aus einer gehörbezogenen Zeit-Frequenz-Darstellung und zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Korrelation zu den Ergebnissen vieler psychoakustischer Experimente aus. So lassen sich beispielsweise gerade noch wahrnehmbare Amplituden- und Frequenzschwankungen vorhersagen, während die nichtlineare Verarbeitung eine grundlegende Bedeutung hat.

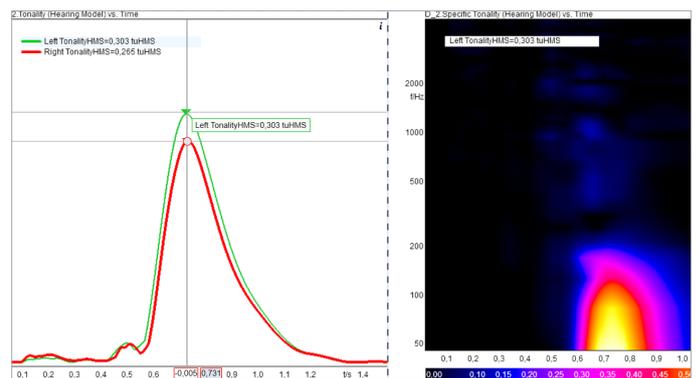
Analysieren nach Standards

Die Bewertung und Gewährleistung der Klangqualität ist zu einer wichtigen Aufgabe für das heutige Produktdesign geworden. Da das menschliche Gehör nicht wie ein lineares Messgerät funktioniert, kann eine einfache Pegelbestimmung, z. B. dB(A), eines Signals nicht ausreichend genau die vom Hörer empfundene Lautstärke abbilden. Deshalb wurden DIN 38455 und ECMA-418-2 (1st und 2nd Edition) basierend auf dem Gehörmodell nach Sottek entwickelt. Diese Normen beschreiben Methoden zur automatischen Quantifizierung von spektro-temporalen Geräuschmustern, wie beispielsweise tonalen Geräuschen oder modulierten Signalen.

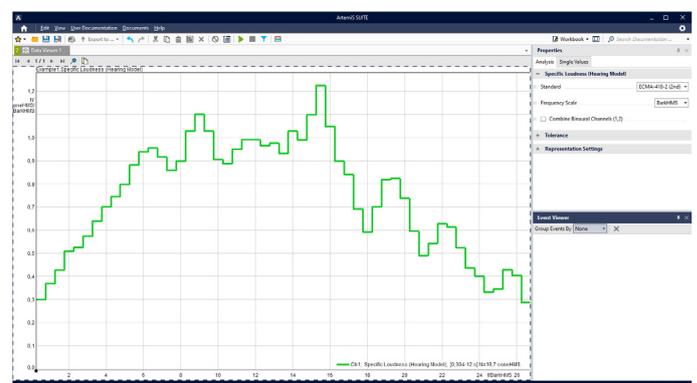
Zur Einhaltung der Normen stehen in ASP 103 folgende Analysen zur Verfügung:

- > Lautheit ECMA-418- 2 (2nd)
- > Rauigkeit DIN 38455,
ECMA-418-2 (1st) / (2nd)
- > Tonhaltigkeit ECMA-418-2 (1st) / (2nd),
ECMA-74 (15th) / (17th)

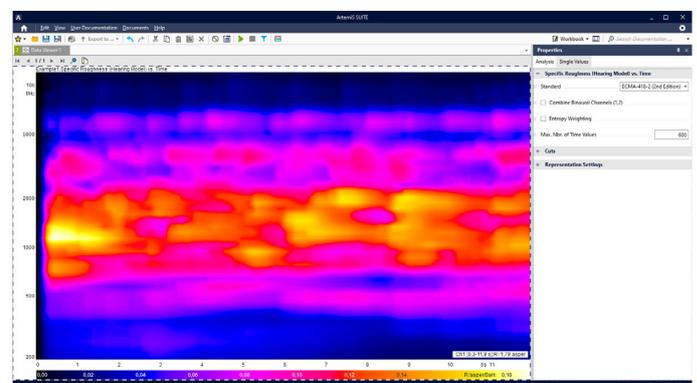
Diese Analysen werden unter Berücksichtigung der Standardverfahren durchgeführt und geben die menschliche Wahrnehmung genau wieder.



Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit, Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit



Spezifische Lautheit (Gehörmodell) über Zeit



Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit

Lautheit

Lautheit ist der Empfindungswert für die menschliche Wahrnehmung von Lautstärke. Da die Wahrnehmung von Lautheit durch das menschliche Gehör von der Frequenz abhängig ist, werden Schallereignisse, die den gleichen Pegel aber unterschiedliche Frequenzen aufweisen, vom Menschen nicht immer als gleich laut wahrgenommen. Somit zeichnet sich die Lautheitsskala dadurch aus, dass ein doppelt so laut empfundenes Geräusch auch einen doppelt so hohen Wert auf der Lautheitsskala aufweist.

LAUTHEIT (GEHÖRMODELL) ÜBER ZEIT

Die entsprechend der Norm ECMA-418-2 (2nd) standardisierte Analyse Lautheit (Gehörmodell) über Zeit berücksichtigt die unterschiedliche Lautheitswahrnehmung von tonalen und nicht tonalen Geräuschkomponenten und zeichnet sich durch eine deutliche Verbesserung der Vorhersagequalität, beispielsweise für synthetische und technische Klänge, aus.

SPEZIFISCHE LAUTHEIT (GEHÖRMODELL), SPEZIFISCHE LAUTHEIT (GEHÖRMODELL) ÜBER ZEIT

Die Analysen Spezifische Lautheit (Gehörmodell) und Spezifische Lautheit (Gehörmodell) über Zeit zeigen deutlich die Verteilung der Lautheit über die Frequenzgruppen. Beide Analysen basieren auf der Norm ECMA-418-2 (2nd).

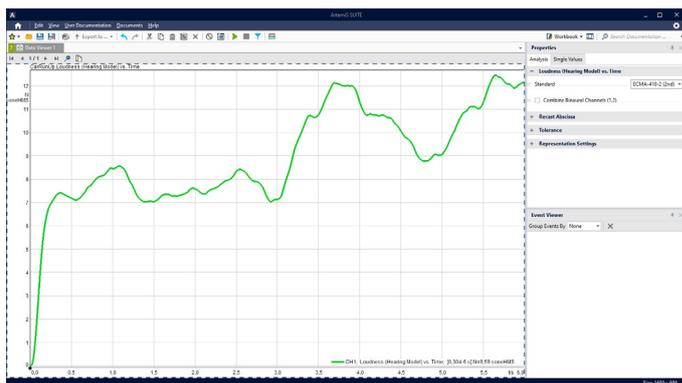
Rauigkeit

Der Eindruck von Rauigkeit entsteht immer dann, wenn eine zeitvariante Einhüllende innerhalb einer Frequenzgruppe vorhanden ist, wenn z. B. Töne aufgrund einer Veränderung ihrer Amplitude oder Frequenz eine zeitliche Struktur aufweisen. Die Rauigkeit hängt von der Mitten- und der Modulationsfrequenz sowie von der Modulationstiefe ab. Mit steigender Modulationstiefe wird der Eindruck von Rauigkeit stärker. Der Signalpegel hat nur einen geringen Einfluss auf den Rauigkeitseindruck.

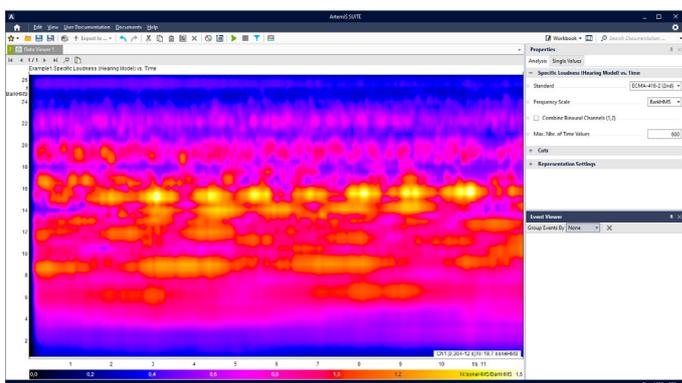
RAUIGKEIT (GEHÖRMODELL) ÜBER ZEIT

Die Analyse Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit berechnet die Rauigkeit des Eingangssignals über der Zeit. Die Analyse eignet sich hervorragend für die Bewertung technischer Produkte, wie beispielsweise Elektro- und Verbrennungsmotoren sowie ITT-Produkte (Information Technology and Telecommunications).

ECMA-418-2 (1st) ist eine verbesserte Version des ursprünglichen Verfahrens von HEAD acoustics aus dem Jahr 1993, das durch kontinuierliche Forschung und objektive Hörtests entwickelt wurde. Damit lassen sich verschiedene technische Geräusche besser miteinander und mit synthetischen Geräuschen vergleichen. DIN 38455 und ECMA-418-2 (2nd) bieten darüber hinaus eine op-



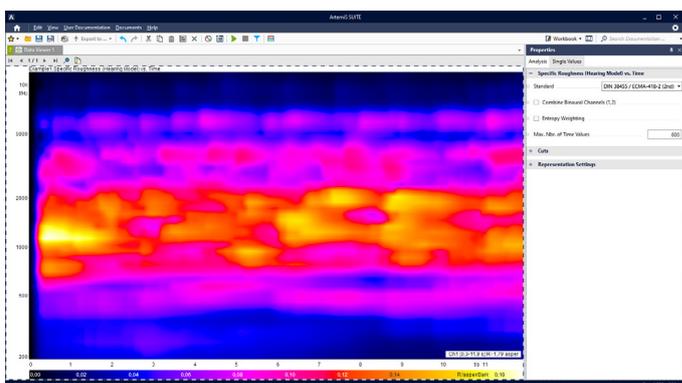
Lautheit (Gehörmodell) über Zeit



Spezifische Lautheit (Gehörmodell) über Zeit



Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit



Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit

tionale Entropie-Gewichtung. Diese reduziert eine mögliche Überbewertung der Rauigkeit durch stochastische Signalanteile, die erkannt und abgeschwächt werden. Die Gewichtung wird durch die Analyse der Entropie der geschätzten Modulationsfrequenzen ermittelt.

Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell), Spezifische Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit

Die Analysen Spezifische Rauigkeit und Spezifische Rauigkeit über Zeit berechnen die spezifische Rauigkeit eines Eingangssignals (über Zeit). Die Normen entsprechen denen der Analyse Rauigkeit (Gehörmodell) über Zeit.

Tonhaltigkeit

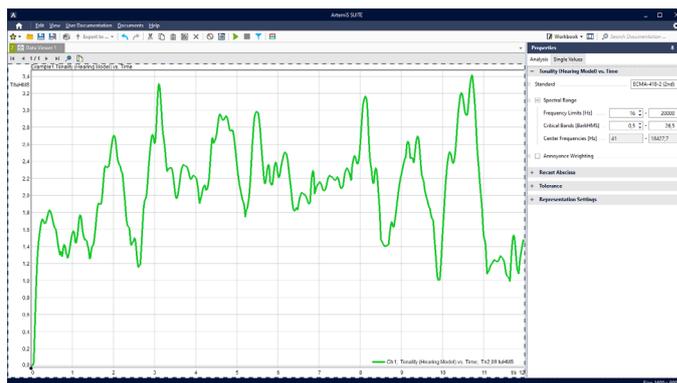
Geräusche werden als tonal empfunden, wenn sie deutliche Einzeltöne oder schmalbandiges Rauschen enthalten. Unerwünschte tonale Geräusche werden als störender wahrgenommen als vergleichbare Geräusche ohne tonale Komponenten. Tonale Geräuschkomponenten, die durch ein Produkt oder eine Maschine verursacht werden, wirken sich negativ auf die wahrgenommene Gesamtqualität aus.

TONHALTIGKEIT (GEHÖRMODELL) ÜBER ZEIT

Die Analyse Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit basierend auf dem Gehörmodell nach Sottek zeichnet sich durch eine lineare Darstellung der menschlichen Wahrnehmung von Tonhaltigkeit, eine gute Korrelation mit den Ergebnissen von Hörversuchen und eine korrekte Erkennung bei Geräuschen mit schnell wechselnder Tonhaltigkeit aus.

Die Analysen erkennen störende Komponenten selbst in Geräuschen mit schnell wechselnder Tonhaltigkeit, beispielsweise in Elektromotoren oder in der Informationstechnologie. Darüber hinaus eignen sich die Analysen ausgezeichnet, um tonale Geräuschanteile mithilfe einer Metrik aufzuspüren – hierfür steht Metric Project (APR 570 ist erforderlich) zur Verfügung.

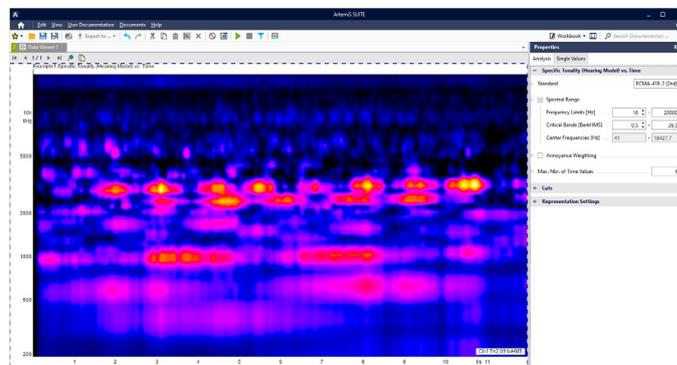
Die Norm EMA-74 (15th Edition) enthält eine von HEAD acoustics entwickelte, wahrnehmungsbasierte Methode zur automatischen Erkennung und Klassifizierung tonaler Komponenten und ihrer Merkmale in Geräuschemissionen. Mit der Norm ECMA-74 (17th Edition) wurde die Außen- und Mittelohrfilterung überarbeitet, wodurch die Berechnung der Tonhaltigkeit insbesondere bei niedrigen Frequenzen verbessert wurde. Im Jahr 2020 wurde das Verfahren schließlich in die neue Norm ECMA-418-2 überführt.



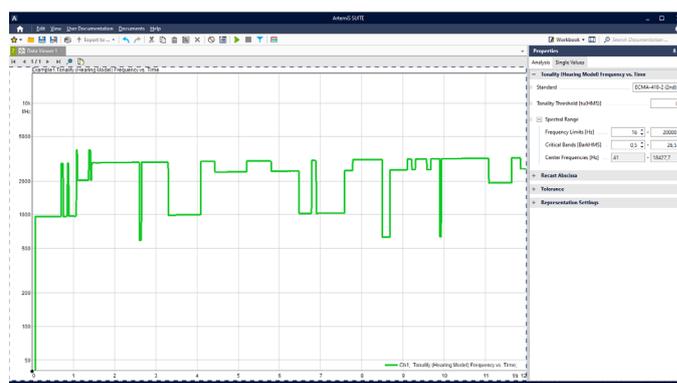
Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit



Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell)



Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit



Tonhaltigkeitsfrequenz (Gehörmodell) über Zeit

SPEZIFISCHE TONHALTIGKEIT (GEHÖRMODELL), SPEZIFISCHE TONHALTIGKEIT (GEHÖRMODELL) ÜBER ZEIT

Die Analyse Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell) berechnet die spezifische Tonhaltigkeit eines Eingangssignals (über Zeit).

Die Analyse Spezifische Tonhaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit berechnet die Frequenz der höchsten Tonalität eines Eingangssignals über der Zeit. Diese Analyse liefert nur für Luftschallsignale, die die menschliche Wahrnehmung linear abbilden, brauchbare Ergebnisse.

Die Normen entsprechen denen der Analyse Tonalität (Gehörmodell) über Zeit.

Impulshaltigkeit

Die Empfindung Impulshaltigkeit entsteht durch schnelle, große Signalpegelschwankungen. Die Analysen zur Impulshaltigkeit berücksichtigen dies, indem sie die menschliche Wahrnehmung von schnellen und gleichzeitig großen Geräuschpegeländerungen auf einer linearen Skala abbilden.

IMPULSHALTIGKEIT (GEHÖRMODELL) ÜBER ZEIT

Die Analyse Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit berechnet die Impulshaltigkeit eines Eingangssignals über der Zeit.

SPEZIFISCHE IMPULSHALTIGKEIT (GEHÖRMODELL), SPEZIFISCHE IMPULSHALTIGKEIT (GEHÖRMODELL) ÜBER ZEIT

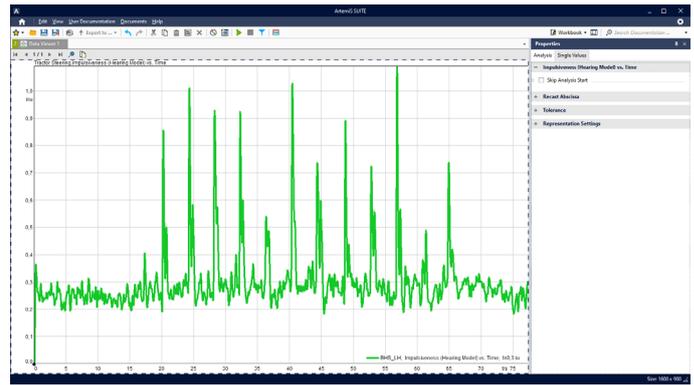
Die Analysen Spezifische Impulshaltigkeit (Gehörmodell) und Spezifische Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit berechnen die spezifische Impulshaltigkeit eines Eingangssignals (über Zeit).

Spektrum (Gehörmodell) über Zeit

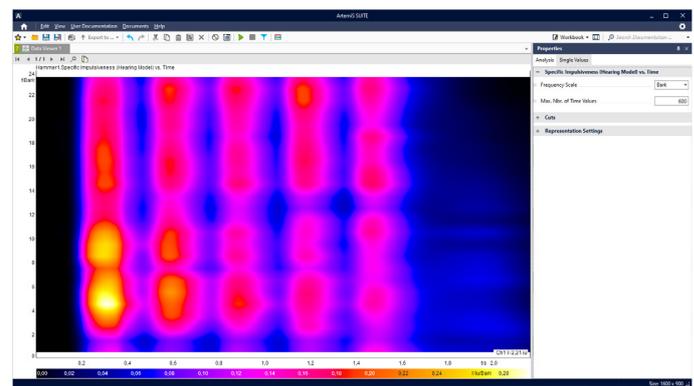
Die Analyse Spektrum (Gehörmodell) über Zeit berechnet das Spektrum eines Eingangssignals über der Zeit.

Relative Approach 2D, Relative Approach 3D

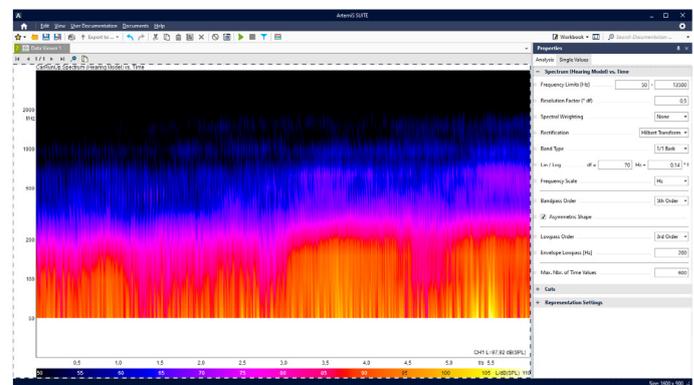
Die von HEAD acoustics entwickelten Relative Approach-Analysen bilden das adaptive Verhalten der menschlichen Wahrnehmung nach und eignen sich daher in ausgezeichneter Weise zur Bewertung von Mustern. Die Analysen führen eine Zeit-Frequenz-Analyse der Signalpegelkurven durch, erkennen schnell wechselnde zeitliche und spektrale Strukturen in Signalen und korrelieren hervorragend mit den Mustererkennungsfähigkeiten des menschlichen Gehörs.



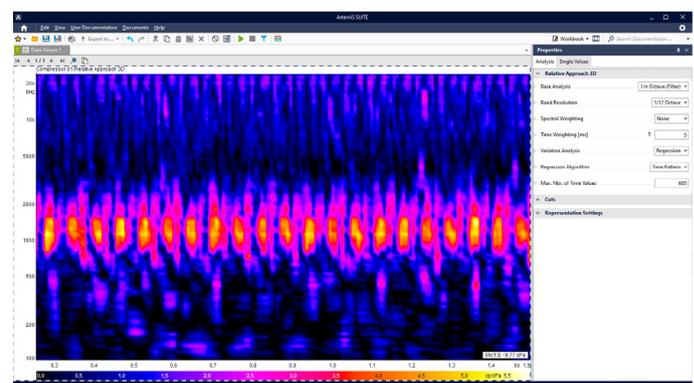
Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit



Spezifische Impulshaltigkeit (Gehörmodell) über Zeit



Spektrum (Gehörmodell) über Zeit



Relative Approach 3D

Vorteile von psychoakustischen Analysen

Die standardisierten Analysen auf Basis des Gehörmodells nach Sottek sowie die Relative Approach-Analysen zeigen, dass die psychoakustischen Methoden, beispielsweise im Vergleich mit einer FFT-Analyse, die Eigenschaften der menschlichen Wahrnehmung von Lärm wesentlich besser abbilden können.

Da das menschliche Gehör nicht wie ein lineares Messgerät funktioniert, kann eine einfache Pegelbestimmung, z. B. dB(A), eines Signals nicht ausreichend genau die vom Zuhörer empfundene Lautstärke abbilden. Genau wie beim Menschen konzentrieren sich psychoakustische Analysen auf die in einem Geräusch gefundenen Pegelunterschiede, Modulationen, tonalen Komponenten, Rauigkeitskomponenten usw. Dies entspricht der kognitiven Signalverarbeitung während des Zuhörens.

Hörversuche bilden die Basis für die Entwicklung von tonalen Analysen. Als Vorreiter in der Entwicklung und Anwendung von psychoakustischen Methoden führt HEAD acoustics seit mehreren Jahrzehnten immer wieder umfangreiche Hörversuche durch, deren Auswertungen kontinuierlich in die Weiterentwicklung der Analysen einfließen. Die Ergebnisse der Hörversuche bestätigen die hohe Validität aller von HEAD acoustics durchgeführten psychoakustischen Analysen.



Voraussetzung: APR Framework (Code 50000)

und/oder: HEAD System Integration und Extension (ASX) Programmierschnittstellen



Kontaktinformationen

Ebertstraße 30a
52134 Herzogenrath, Deutschland

Tel.: +49 2407 577-0

E-Mail: sales@head-acoustics.com

Website: www.head-acoustics.com