

TECH NOTE: Geräuschanalyse mit QuantumX und catman®AP von HBM

Version: 2015-02-20

Author: Christof Salcher, Product Manager Test & Measurement, HBM Germany

Status: Public

Abstract

Diese TECH NOTE behandelt im Wesentlichen die Erfassung und Analyse von akustischen Signalen mittels **Messmikrofon**, Messelektronik **QuantumX** Messverstärker MX410B und Software **catman®AP**. Bei der Verwendung von catman Easy ist das Zusatzpaket **EasyMath** notwendig. Die Darstellung hat das Ziel die Möglichkeiten und das Potential einer übergreifenden Analyse aller entscheidenden Größen darzustellen - mechanische, thermische, elektrische, akustische, visuelle und positionsbezogene.

Einleitung

HBM ist weltweit für Spitzenprodukte im Bereich Test & Measurement bekannt und bietet flexible messtechnische Lösungen im Bereich Datenerfassung und -analyse physikalischer Größen an, die in Entwicklung, Versuch, Produktion und Service zum Einsatz kommen. In der mechanischen Welt steht HBM für die „durchgängige Messkette“ – vom Aufnehmer für Drehmoment, Drehzahl, Kraft, Druck, Dehnung und Weg, über Messverstärkersysteme bis hin zur leistungsfähigen Software – alles aus einer Hand.

Das akustische Verhalten von Maschinen oder Systemteilen nimmt in den Bereichen Entwicklung und Versuch, bei Stichproben in der Produktion aber auch im Serviceeinsatz einen immer höheren Stellenwert ein. Letztendlich ist die akustische „Zusatzgröße“ oft mitentscheidend für Komfort, Arbeitsschutz und Markenimage im kompletten Produktlebenszyklus. Kommt die Akustik mit ins Spiel, werden dafür oft zusätzliche Messwerkzeuge eingesetzt. In der Konsequenz kämpfen Anwender daher mit unterschiedlichen Geräten, Bedienschnittstellen, -philosophien und Datenformate.

Die Messtechniklösung QuantumX und catman®AP von HBM erfasst neben den mechanischen, thermischen, elektrischen, digitalen Bussignalen wie CAN, aber auch GPS oder Video, nun auch akustische Signale. Alle Informationen können schnell und einfach visualisiert, verrechnet, analysiert und in einer Datei gespeichert werden. Die gespeicherten Daten können mit der gleichen Software auch entsprechend aufbereitet, neu gespeichert und in einen Prüfbericht fließen oder einem Kunden oder Lieferanten zugänglich gemacht werden.

Die Funktionserweiterungen Schallpegelanalyse in dB(A) und damit die psychoakustisch Bewertung nach Lautheit, sowie die Frequenzanalyse im 2D-Spektrogramm machen QuantumX und catman®AP zum perfekten messtechnischen Werkzeugkasten:

Prüfen, testen, analysieren mit einem Werkzeug!

Parallele, zeitsynchrone Erfassung aller interessanten Messgrößen mit nur einem Werkzeug hat viele Vorteile:

- + Schnelle Analysen mit wenigen Mausklicks
- + Speicherung in einer Datei und Export in unterschiedliche Formate
- + Zügiger Vergleich mit früheren Messergebnissen (Trendanalysen)
- + Eine kompakte und portable Lösung für Serviceeinsätze
- + Zügige Analysen z.B. von Verbindungsänderungen oder Rissen und damit schnelle Fehlerbeseitigung

Als Startpaket setzt diese TECH NOTE auf:

- + QuantumX Messmodul mit dynamischen Eingänge für den Anschluss von Mikrofonen
 - o MX410B mit Messraten bis 100 kS/sec und 40 kHz Bandbreite pro Kanal
- + catman®AP 4 mit neuen Funktionen
 - o Umrechnung des Schalldrucks in den Schallpegel in dB(A) im Zeitbereich
 - o Frequenzanalyse durch FFT, 2D-Spektrogramm, Frequenztrigger

- Berichterstellung, Datenexport

Typische Anwendungen

Typische Anwendungen aus Entwicklung, Versuch, Produktion und Service:

- Entwicklung Motor, Getriebe, Kupplung, Lager, Gelenke oder mechatronischer Komponenten im Allgemeinen
 - Test: Funktion, Hochlaufmessung, Performance, Betriebsfestigkeit, Lebensdauer
- Einzelprüfung in der Produktion (Inspektion)
 - Stichproben: Funktion mit akustischen Randbedingungen (z.B. Fahrzeug-Interieur), um das Produkt mit gleich hoher Qualität zu produzieren
- Stationäre Strukturüberwachung (Condition Monitoring)
 - Monitoring: Zustand von Zügen und Einfluss auf Infrastruktur und Umwelt (Gewicht und Verteilung auf die Räder, Unrundheit von Rädern, akustische Emission / Umweltlärm, ...)
- Service-Aufgaben an bestehende Maschinen
 - Diagnose: Routineuntersuchung, Kalibrierung / Justage, Dauerüberwachung, Fehlersuche (Trouble Shooting)

Typische Forderungen

Im Zusammenhang mit der Akustik werden die folgenden Anforderungen laut:

- Darstellung über Zeit, Frequenz, Winkel oder andere Größen wie z.B. Weg, Drehzahl (Tacho)
- Darstellung im Farb-Spektrogramm als Auto-Leistungsspektrum
- Gesamtpegelverlauf in dB(A)
- Bandbegrenzter Pegelverlauf in dB(A)

Einordnung der Akustik

Die Akustik ist die Lehre vom Schall. Im industriellen Umfeld betrachten wir zumeist den unerwünschten Lärm. Der typische Hörfrequenzbereich liegt zwischen 20...20000 Hz. Vor allem im deutschsprachigen Raum sind die Bezeichnungen *Noise*, *Vibration*, *Harshness* (deutsch.: Geräusch, Vibration, Rauheit) oder kurz **NVH** im Automobilmarkt verbreitet und bezeichnen hörbare Geräusch oder als Vibration spürbare Schwingungen in Fahrzeugen oder an Maschinen. Die Rauheit (*Harshness*) bezeichnet dabei den sowohl hör- als auch fühlbaren subjektiven Übergangsbereich zwischen 20 und 100 Hz. Die Gründe für Schwingungen (*Vibration*) sind Krafteinleitungen einer Schwingungsquelle in schwingungsübertragenden Strukturen sind z.B. selbsterregte Reibschwingungen (Stick-Slip-Effekte), die entweder Nebenerscheinungen gewollter Reibung sind, oder ungewollt bei Festkörperreibung entstehen und zur Abstrahlung von **Körperschall** und letztlich hörbarem **Luftschall** führen. Typische Beispiele für NVH sind ratternde Scheibenwischer, Getriebe-heulen, Rupfen der Kupplung oder Geräusche der Fahrzeugklimatisierung.

Ein elastischer Festkörper kann neben Normalspannungen auch Schubspannungen aufnehmen. Deshalb können sich im allseitig unbegrenzten Festkörper zwei verschiedene Arten Körperschallwellen ausbreiten, die sogenannten Longitudinal- und Transversalwellen. Diese Wellen breiten sich unabhängig voneinander aus. In beiden Fällen ist die Schallgeschwindigkeit, so wie auch beim Luftschall, nicht abhängig von der Frequenz. Die Schallgeschwindigkeit wird durch die Dichte, den *Schubmodul* (Transversalwellen) und den *Elastizitätsmodul* (Longitudinalwellen) beeinflusst.

Die Aufnahme und Analyse von Körperschall spielt in der Technik eine große Rolle. So können die akustischen Eigenschaften von Systemen oder auch der technische Zustand einer Maschine, z.B. Verschleiß der Lager analysiert werden. Weiterhin können Rissentstehung und Materialversagen registriert werden. Die Auswertung der gewonnenen elektrischen Signale umfasst das Auffinden charakteristischer Frequenzanteile und Schallamplituden.

Beim NVH geht es um die Vermeidung von Schwingungen, die den Komfort beeinträchtigen.

Phänomen	SPL [dB(A)]
Flugzeug mit Strahltriebwerken, 25 m, Schmerzschwelle	140
Live-Konzert	120
Schwerer Lkw in geringem Abstand	100
Geräuschvolle Büroatmosphäre	80
Unterhaltung, 1 m	60
Zimmer in der Wohnung	40
Flüstern, Blätterrauschen	20
Hörschwelle	0

Mikrofone

Mikrofone dienen dazu Druckschwingungen und den damit verbundenen Schalldruck in elektrische Signale umzuwandeln. Die Amplituden werden dabei typischerweise in Dezibel (dB) gemessen. Frequenzbereiche werden in Hertz (Hz) analysiert.

Zu den am häufigsten verwendeten Mikrofontypen gehören:

- Vorpolarisiertes Elektret-Kondensatormikrofon
- Extern polarisiertes Kondensatormikrofon
- Piezo-elektrisches Mikrofon (akustischer Drucksensor)
- Faser-optisches Mikrofon
- Kohlemikrofon
- Mikro-elektromechanische Systeme (MEMS)

Bei der Auswahl eines Mikrofons spielen die folgenden Faktoren eine Rolle:

- Empfindlichkeit, typischerweise zwischen 10 ... 220 dB
- Frequenzbereich, z.B. 20 ... 20.000 Hz
- Dynamikbereich
- Robustheit

QuantumX Datenerfassungsmodule

Das Datenerfassungssystem QuantumX unterstützt eine große Bandbreite unterschiedlicher Sensortechnologien und kann dadurch sehr viele physikalische Größen zeitsynchron erfassen. Der Ausdruck „Schweizer Messer der Messtechnik“ hat sich branchenübergreifend bei vielen tausenden Kunden etabliert – QuantumX ist das universelle Messwerkzeug. Das Produkt hat sich vor allem im Bereich Forschung und Entwicklung von Fahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen und deren Systemteile, sowie Maschinen und Antrieben, aber auch in der Bauwerkstechnik etabliert. Aber auch in Anwendungen wie Inspektion, Fehlersuche und Produktionsoptimierung finden sich viele Beispiele. QuantumX ist universell, kompakt, portabel, frei skalierbar, robust und verteilbar und eignet sich daher als Messdatenerfassungssystem für mobile als auch für stationäre Einsätze.

Zu den Hauptmessgrößen gehören typischerweise mechanische, elektrische und thermische Größen wie Dehnung, Weg, Drehmoment, Drehzahl, Kraft, elektrische Spannung und Strom, Temperatur, Druck, Schwingung, Vibration, Geschwindigkeit, Position, Beschleunigung, aber auch Durchfluss und viele weitere physikalische Größen eines dynamischen oder statischen Systems. Mit dem Anschluss von Mikrofonen und der software-technischen Unterstützung in catmanAP kommt die Akustik als Zusatzgröße hinzu.

Die Anzahl der erfassten Messgrößen kann dabei beliebig sein. Das verteilbare Systemkonzept bietet hier Vorteile, da die Messtechnik nahe der Messstelle platziert werden kann und den Einsatz von kurzen vor-konfektionierten Sensorleitungen ermöglicht. Das erhöht die Messqualität bei bestimmten Sensortypen, reduziert die Installationskosten und bringt bei wiederkehrenden Aufgaben eine deutlich höhere Flexibilität.

QuantumX MX410B – Universalmessverstärker mit höchster Signalbandbreite

Der **Universalmessverstärker** MX410B ist das Flaggschiff der QuantumX-Serie.

Das Modul bietet einen einmalig großen Funktionsumfang. Jeder der 4 Kanäle ist individuell konfigurierbar und unterstützt dabei:

- Resistive in Voll- und Halbbrücke für DMS oder piezo-resistive Aufnehmer
- Strom-gespeiste piezo-elektrische Aufnehmer (IEPE / ICP®)
- Normierte Spannung: +/- 10 V



- Normierter Strom: 0 / 4 20 mA
- Messrate / Filter
 - o 24 Bit Sigma-Delta AD-Wandler
 - o 100 kS/s pro Kanal oder im Zweikanalbetrieb bis 200 kS/s, Bandbreite bis 40 kHz
 - o Digitales Bessel- oder Butterworth-Filter
- Erweiterbar durch Aufsteckadapter:
 - o 300 V CAT II: SCM-HV
 - o DMS-Viertelbrücke: SCM-SG120 oder -SG350
- Analogausgang des universellen Eingangs: +/- 10 V, optionaler Filter, 150 µs Latenz
- Modulinterne Berechnungen von Effektivwert (RMS) oder Spitzenwert (PEAK) sind möglich

Das System kann nahezu beliebig erweitert werden. Dazu stehen Zeitsynchronisationsmechanismen wie PTP, FireWire, NTP, IRIG-B oder EtherCAT zur Verfügung. Die Kanäle sind untereinander zur Versorgung und zur Kommunikation galvanisch getrennt, was einen sehr hohen Signal-Rauschabstand (SNR) von ca. 120 dB ermöglicht.

Mit MX410B ist es möglich beliebige Aufnehmertypen mit hoher Messrate zu erfassen. Die hohe Signalbandbreite eignet sich hervorragend zur Anbindung von Mikrofonen.

Bei **Rotationsanalysen** an Verbrennungskraftmaschinen oder generell sich drehenden Wellen wird gerne das hochauflösende Digitalmodul MX460 ergänzt. Das Modul unterstützt auf allen 4 Kanälen:

- Digitales Frequenzsignal von HBM Drehmomentmesswellen, z.B. mit 60 kHz Mittenfrequenz
- Digitale Drehgeber / Encoder mit / ohne Index, z.B. 2 Spuren A und B, 2048 Pulse pro Umdrehung, Index-Puls
- Induktive Drehgeber, Pick-ups, z.B. Kurbelwellensensor
- Puls-weiten modulierte Signale (PWM) zur Ermittlung der Pulsweite in % oder Zeit
- Echtzeitberechnung einer Dreh-Schwingungsanalyse oder Spitzenwertanalyse (PEAK)

Natürlich können andere Messverstärker oder Module der Serie ebenfalls das Gesamtsystem erweitern, z.B. zur Erfassung Größen Spannung und Strom (MX403B), CAN-Bus (MX840B, MX471) oder Temperaturen (MX1609KB).

Die komplette Beschreibung der Module finden Sie auf unserer Webseite unter hbm.com.

Die Software catman®AP

Die leistungsfähige Software catman®AP von HBM kann grob folgendermaßen vorgestellt werden:

- Unterstützung der HBM-Messdatenerfassungssysteme wie z.B. QuantumX
- Unterstützung weiterer Geräte wie z.B. GPS, Video, Messräder
- Parametrierung aller Kanäle und Quellen
- Verrechnung von Eingangssignalen miteinander
 - o Algebra, Logik, ...
- Intelligente Trigger zum Aufzeichnen der Messung (Start / Stopp)
 - o Im Zeit- oder Im Frequenzbereich, z.B. Schallpegel
- Visualisierung aller Signale in den folgenden Domänen:
 - o Zeit (x über t)
 - o Kanal (x über y), z.B. Weg, Winkel, Drehzahl, Geschwindigkeit
 - o Frequenz (x über f), z.B. Akustik, Schwingungen
- Datenspeicherung im gewünschten Datenformat
- Datenanalyse, -modifikation und -speicherung
 - o Export: UFF58, MAT, ...
- Berichterstellung (direkter Ausdruck oder über Microsoft Office wie z.B. Word oder Powerpoint)

Die Software catman®AP bietet neben der Messdatenerfassung eine integrierte Mathematik-Bibliothek für Online aber auch Post-process Berechnungen. Die mathematischen Funktionen reichen von einfachen algebraischen Berechnungen, Filtern, Statistik, Klassierungen wie Rainflow oder Zeitverweildauer, über Spektralanalysen bis hin zur elektrischen Leistungs- und Effizienzberechnung durch einfache Parametrierung.

Praktischer Aufbau

In unserem praktischen Aufbau kommt das **Messmikrofon M370** der Firma Microtech Gefell zum Einsatz. Beim eingebauten Wandlertyp handelt es sich um einen Elektret-Druckempfänger mit Kugel-Charakteristik. Das Mikro wird mittels Konstantstrom aus dem Messverstärker QuantumX MX410B gespeist und moduliert den gemessenen Schalldruck auf ein Spannungssignal (IEPE). Der messbare Frequenzbereich liegt zwischen 20 und 20.000 Hz (Klasse 1, Einsatz im Freifeld). Der Grenzschalldruckpegel beträgt 130 dB A.

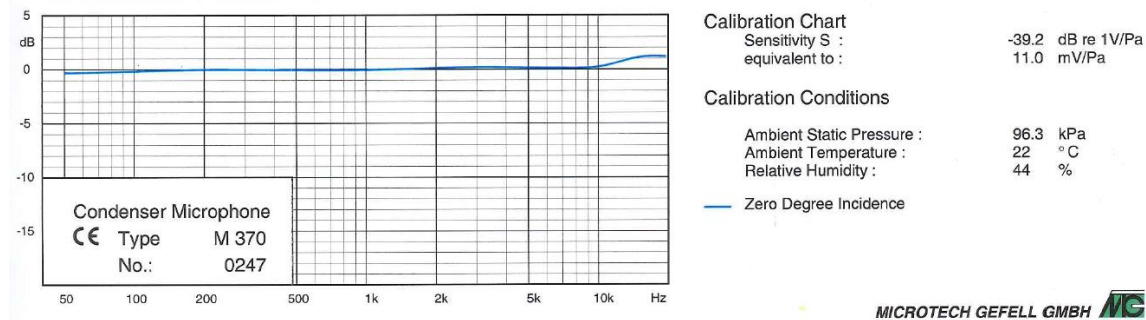


Bild: Kalibrierzertifikat von MICROTECH GEFELL

Die Anbindung an das QuantumX-Modul MX410B geschieht über einen Adapter von BNC auf SubHD 15 pol (HBM Bestellnummer: 1-SUBHD15-BNC).

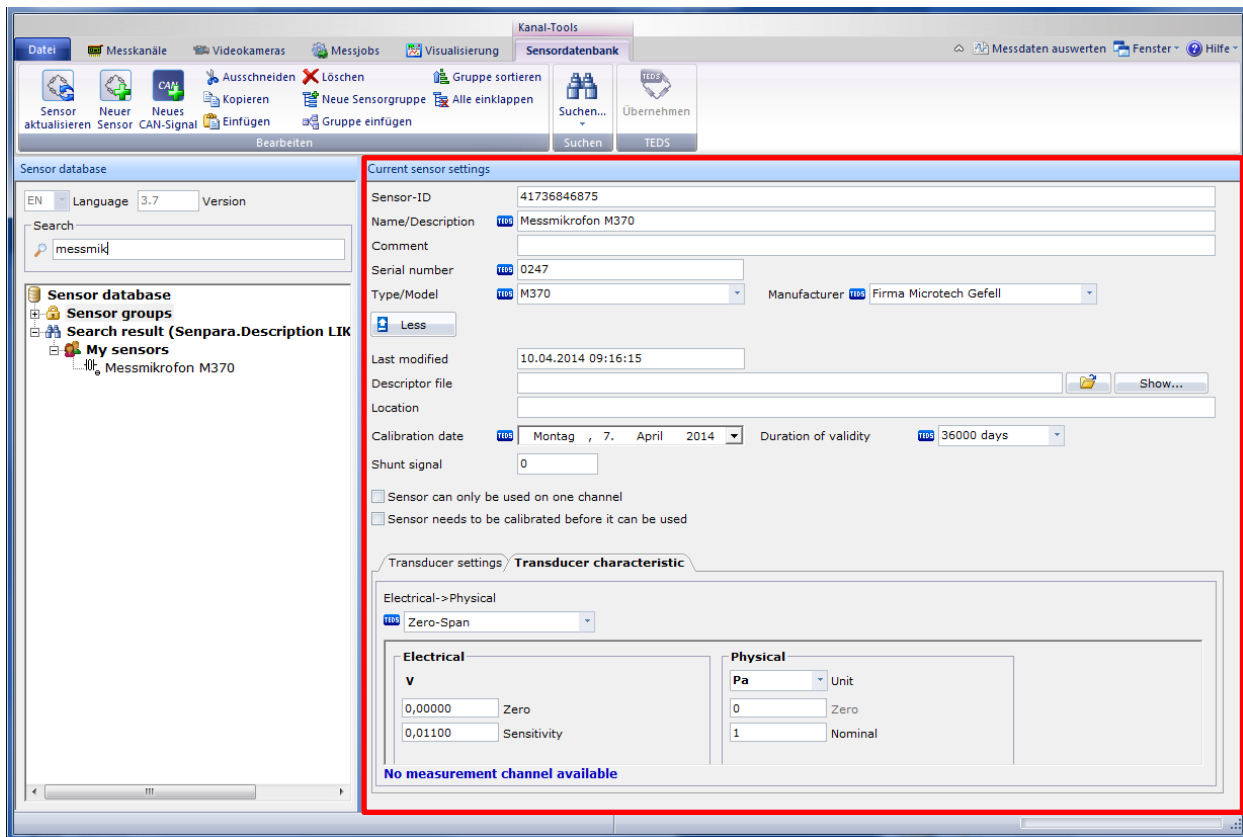
Kanalparametrierung

Die Parametrierung eines Messkanals geschieht in catman®AP über die integrierte Sensordatenbank oder über den Sensor direkt, wenn dieser das Datenblatt in elektronischer Form mit sich bringt (TEDS).

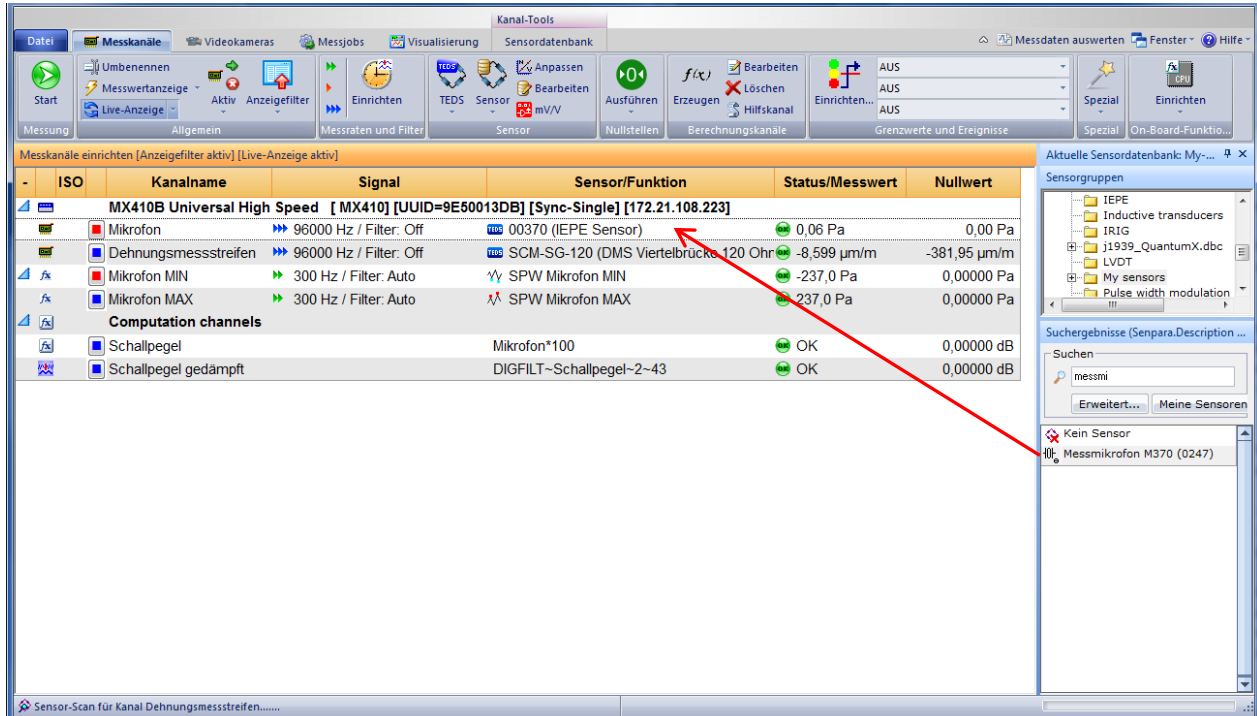
In unserem Beispiel parametrieren wir die Messkanäle mit Hilfe der Sensordatenbank. Falls die korrekte Signalbeschreibung nicht in der Sensordatenbank zu finden ist, erstellen Sie das jeweilige Datenblatt. Die Verwendung des Sensordatenblatts macht die zukünftige individuelle Parametrierung einzelner Kanäle schneller und ist jederzeit reproduzierbar.

Bei der Amplitude handelt es sich um Schalldruck ausgedrückt in Pascal (Pa). Dem Kalibrierprotokoll entnehmen wir eine Empfindlichkeit von 11 mV/Pa.

Das digitale Datenblatt des Messmikrofons in der Sensordatenbank:



Parametrieren Sie den jeweiligen Kanal aus der Sensordatenbank heraus:



Berechnung des Schalldruckpegels

Unser Gehör nimmt Töne variabler Frequenz als unterschiedlich laut wahr. Der Schalldruckpegel oder Schallpegel ist eine psycho-akustische Größe. Zur Messung werden die Signale so gefiltert, um die Eigenschaften des menschlichen Gehörs nachzuahmen. Die Bewertungskurven dieser Filter sind standardisiert. Für Analysen wird hier überwiegend die A-Bewertung herangezogen, was sich auch in der Einheit dB(A) oder dBA darstellt.

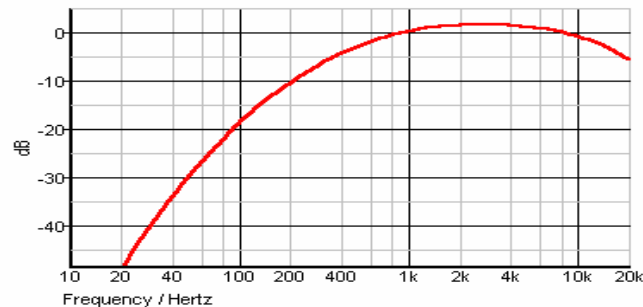
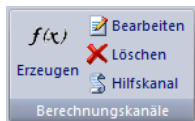


Bild: A-Bewertungsfiterkurve des Schalldrucks

Null dB(A) entspricht der Hörschwelle. 130 dB(A) ist in etwa die Schmerzgrenze. Die Umrechnung von Schalldruck in Schalldruckpegel (Englisch: Sound Pressure Level – SPL) erfolgt sehr einfach über die „Berechnungskanäle“.

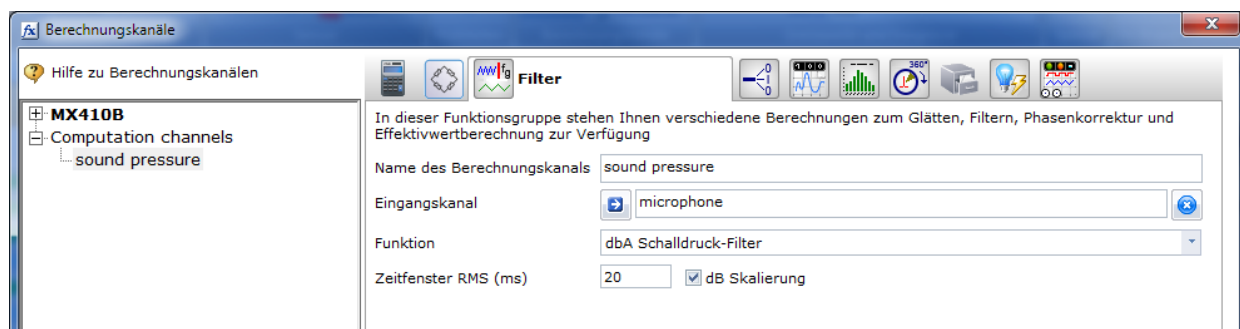
Wichtig: Der bewertete Schallpegel ist weder eine physiologische noch eine physikalische Messgröße! Das Gute: Messtechnisch können wir den Schalldruck als auch den bewerteten Schalldruckpegel erfassen, speichern und analysieren.



Erzeugen Sie einen neuen virtuellen Kanal über den Dialog „**Filter**“ und parametrieren diesen:

- Neuer Signalname: z.B. sound pressure
- Eingangskanal: z.B. Kanal 3 MX410B mit dem Signalnamen microphone
- Filterfunktion: dB(A) Schalldruck-Filter
- Zeitfenster zur Effektivwertberechnung (RMS) in ms: z.B. 20 ms

Der neue Berechnungskanal zeigt sich in der Liste „Computation channels“



Für die Verwendung des dBA Filters ist catman AP oder catman Easy + EasyMath Zusatzmodul notwendig.

Messen, Prüfen, Kalibrieren

Die Norm ISO 9001 ist national und international die meist verbreitete und bedeutendste Norm im Qualitätsmanagement (QM). Diese stellt die Forderung, Mess- und Prüfmittel rückführbar zu kalibrieren – das kann periodisch oder vor jeder Messaufgabe geschehen. Eine Kalibrierung kann z.B. auf Basis von Normalen erfolgen, die

einer regelmäßigen Prüfmittelüberwachung unterliegen. Mechanische, elektrische und thermische Messgrößen können bei HBM kalibriert werden.

Messmikrofone sollten ebenfalls rückführbar kalibriert werden. Hier genannt werden sollten die Standards IEC61094 sowie ANSI S1.40. Der Standard IEC60942 wiederum beschreibt **Schallkalibratoren**. Von den drei Klassen besitzt der Laborstandard (LS) die engsten Toleranzen. Geräte der Klasse 1 sind für Anwendungen im Feld bestimmt. Ein Schallpegelmesser der Klasse 1 sollte mit einem Kalibrator der Klasse 1 kalibriert werden.

Der Standard IEC61672 definiert elektro-akustische Leistungsstandards für Schallpegelmesser. Hier werden Schallpegelmesser betrachtet die folgende Ausrichtung haben:

- Schalldosispegel
- zeitlich bewertete Mittelungspegel
- exponentiell zeitlich gewichtete Schallpegel

In unserem praktischen Aufbau wird zur **Kalibrierung** ein sogenannter „Sound Level Calibrator“ der Serie CAL200 von LARSON DAVIS verwendet. Der Kalibrator stützt sich auf ANSI S1.40-2006 und die IEC60942-2003 Klasse 1. Der Kalibrator kann die beiden Schallpegel 94 dB sowie 114 dB mit einer Frequenz von 1000 Hz als Referenz ausgeben.

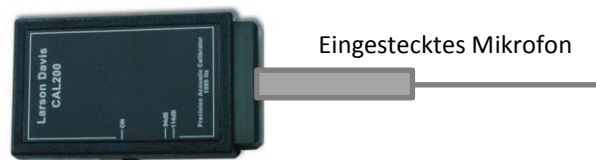


Bild: Kalibration

Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich

Für diesen Test benötigen wir ein dynamisches Signal. Dafür nehmen wir einen einfachen Signalgenerator.

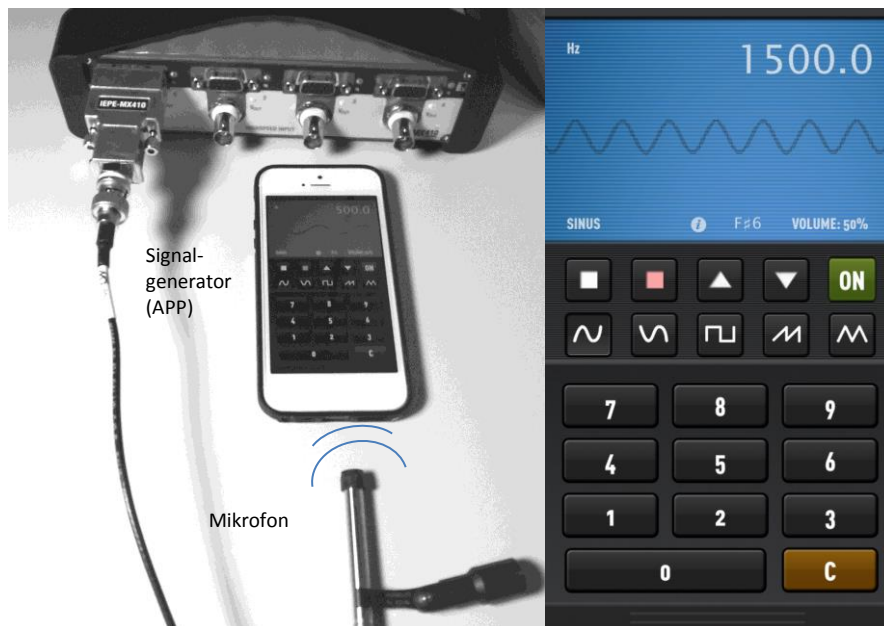
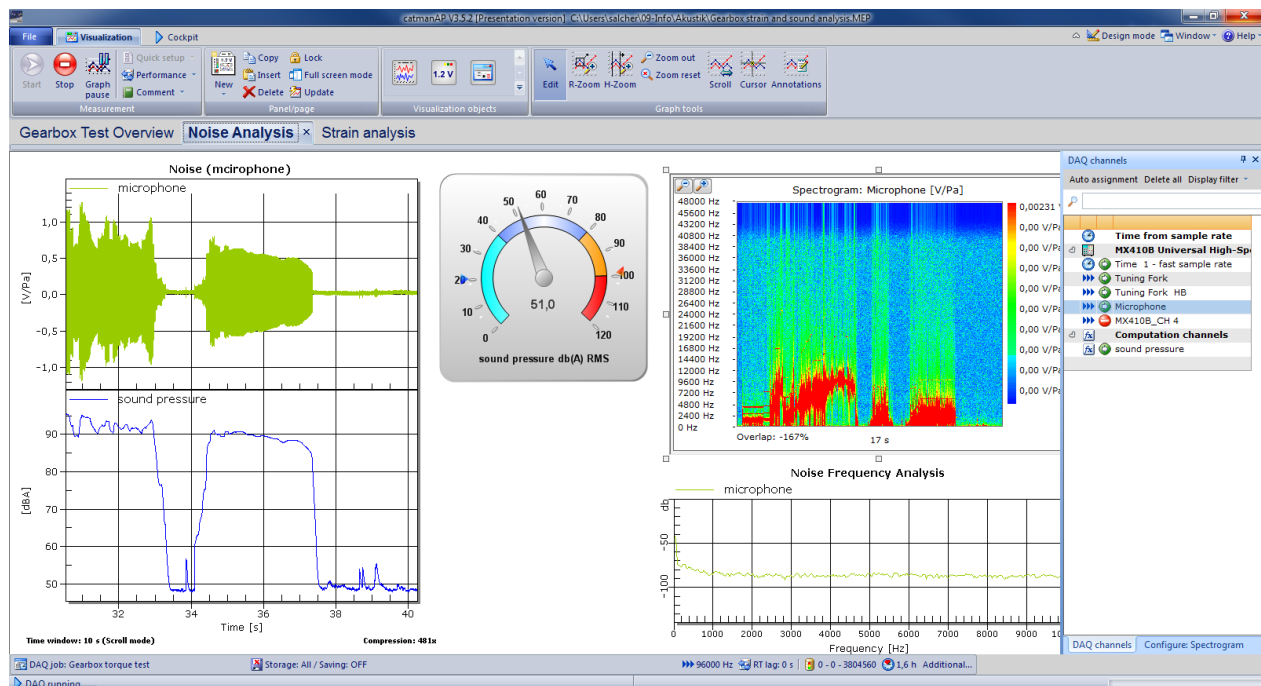


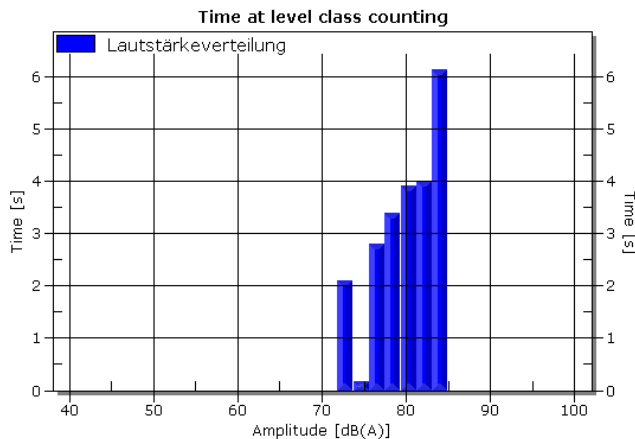
Bild: das Smartphone als Signalgenerator

Wir instrumentieren den Schalldruck und -pegel in Diagrammen über der **Zeit** (y-t) oder über eine zweite **Messgröße** (x-y) wie z.B. den Weg oder den Drehwinkel oder im **Frequenzbereich** (y-f).



Detail – Klassierung des Schalldruckpegels über die Messzeit

Die Klassierung eines Messkanals ermöglicht eine Analyse des Tests auf einen Blick (2D-Diagramm).

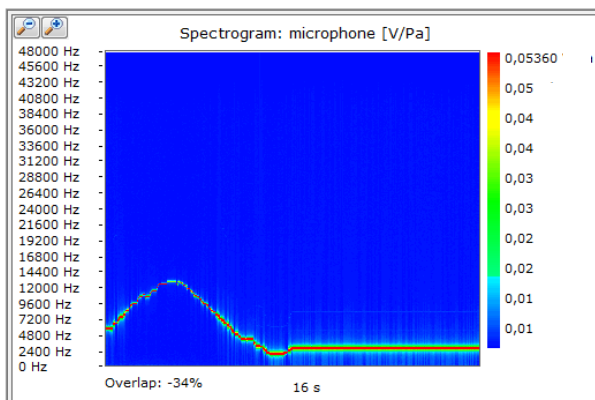


Detail – Frequenzanalyse 2D

Die Signalanalyse im Frequenzbereich mittels Fast-Fourier-Transformation (**FFT**) benötigt einige Parameter wie z.B. Anzahl der Messwerte über die das Amplitudenspektrum berechnet werden soll. Prinzipiell gilt, je mehr Messwerte in die FFT geschoben werden, desto genauer die Auflösung im Frequenzbereich. Ein weiterer Parameter ist die Fensterfunktion – diese legt fest, mit welcher Gewichtung die bei der Abtastung eines Signals gewonnenen Abtastwerte innerhalb eines Ausschnittes (Fenster) in die Berechnungen eingehen. Hier stehen unterschiedliche Falls der Grafik mehrere Kanäle zugewiesen werden, können die Spektren der Kanäle auch als Vektorsumme angezeigt werden.

Detail - Frequenzanalyse im Frequenz-Spektrogramm

Neu in catman®AP 4 ist das Spektrogramm. Dabei handelt es sich um eine zweidimensionale Darstellung der Frequenzspektrums, in der die Amplitude durch verschiedene Farbabstufungen in der Draufsicht dargestellt ist. Damit lassen sich Frequenzen mit z.B. langen Aufschwing- oder Abklingzeiten besser ablesen. Das ist ähnlich einer geographischen Karte mit der Höhendarstellung oder bei FLIR-Wärembildkameras die Infrarotstrahlung in der die physikalische Größe durch unterschiedliche Farbstufungen sofort zur Geltung kommt.



Analysieren aufgenommener Messdaten

Wechseln Sie in den Modus Datenanalyse (post-process). Die Frequenzanalyse im Post-process-Modus berechnet über die FFT ein Spektrum (Amplituden-, Phasen- oder Leistungsspektrum). Die Berechnung erfolgt u. U. mehrfach über einen Teil der Messwerte, abhängig von der Frequenzauflösung. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die zur Verfügung stehenden Messwerte auch dann bestmöglich ausgewertet werden, wenn keine $2n$ -Anzahl von Messwerten vorliegt. Geben Sie entweder Aus FFT Punkteanzahl für die Frequenzauflösung und die Anzahl der zu verwendenden Werte (Punkte) unter FFT an oder legen Sie die gewünschte Frequenzauflösung fest.

Wenn Sie eine Frequenzauflösung angeben, werden je nach Anzahl der zur Verfügung stehenden Messwerte und der verwendeten Messrate entweder alle Messwerte für eine Berechnung verwendet, oder es können auch hier mehrere Spektren über jeweils einen Teil der Messwerte berechnet werden. In diesem Fall wird anschließend über alle berechneten Spektren gemittelt, außer Sie aktivieren die Option Joint-Time-Frequency-Spectrum erzeugen.

Aktivieren Sie Frequenzdatensatz erzeugen, um den Frequenzkanal auch für den Export zur Verfügung zu haben. Für die Darstellung in einer Übersichtsgrafik wird der Kanal nicht benötigt.

Videoanalyse

QuantumX bietet universelle Eingänge an um eine große Bandbreite physikalischer Größen wie elektrische Spannung und Strom, Drehmoment, Drehzahl, Temperatur, Beschleunigung, Vibration, Geräusch oder Signale digitaler Kommunikationsbusse zeitsynchron zu erfassen. Die Software catman®AP kann zudem bis zu 4 Videoquellen zur Analyse hinzuziehen.

Im folgenden Beispiel misst das Mikro den Schall und der Dehnungsmessstreifen den Impuls eines Hammerschlags.

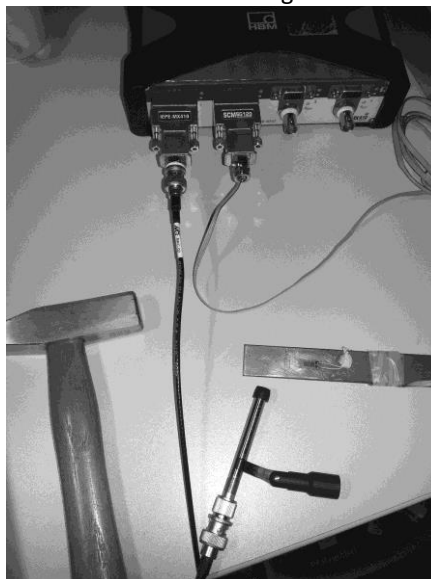
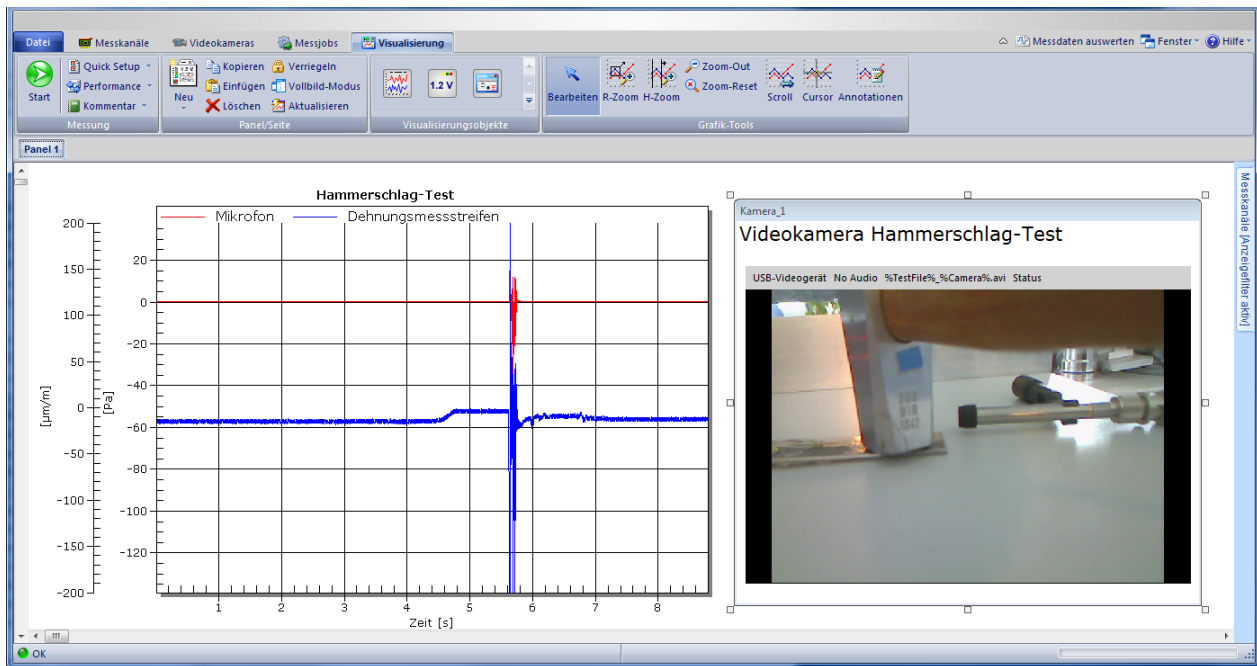


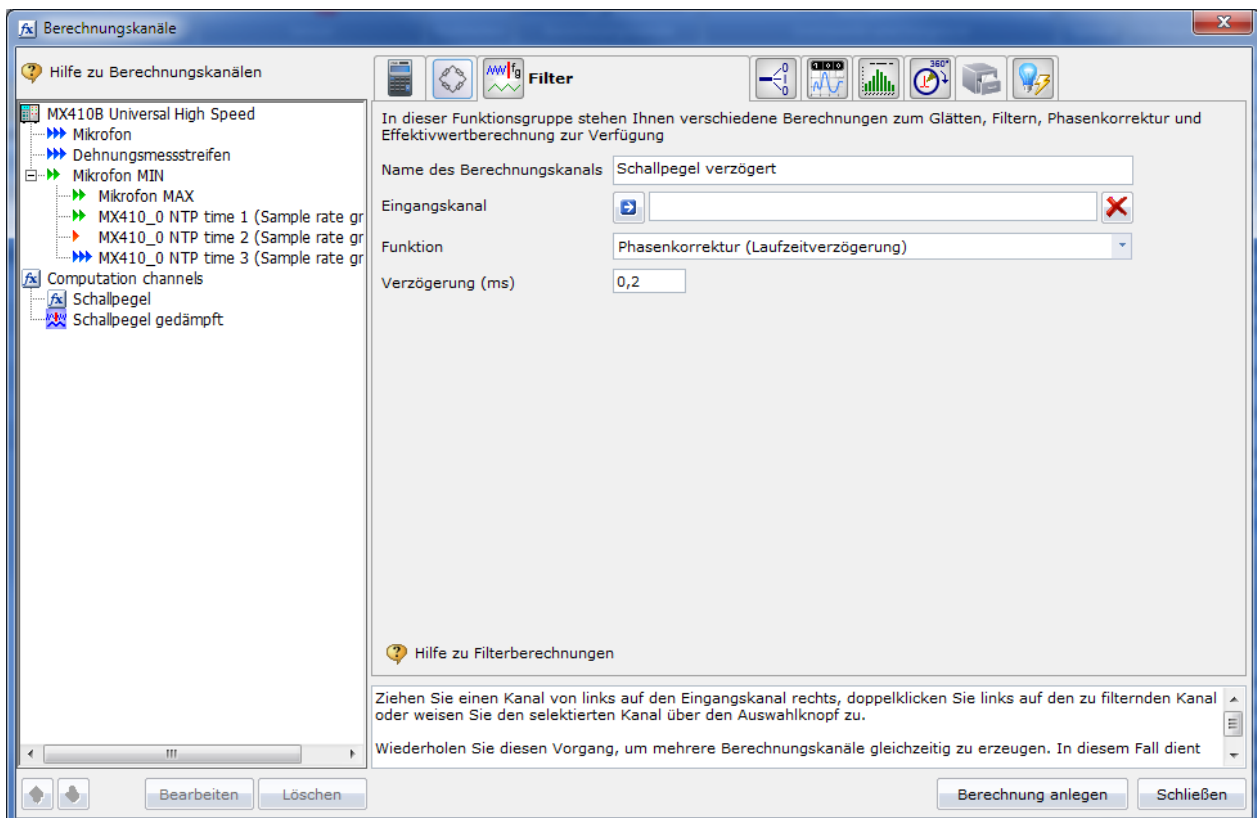
Bild: Metallplatte mit DMS, Mikro und Hammer

Für eine zeitsynchrone Untersuchung der Messgrößen Schalldruck und Dehnungsmessstreifen sollten die Messraten und Filter der Kanäle identisch sein. Ein Videobild bringt zusätzliche Information über den physikalischen Vorgang.

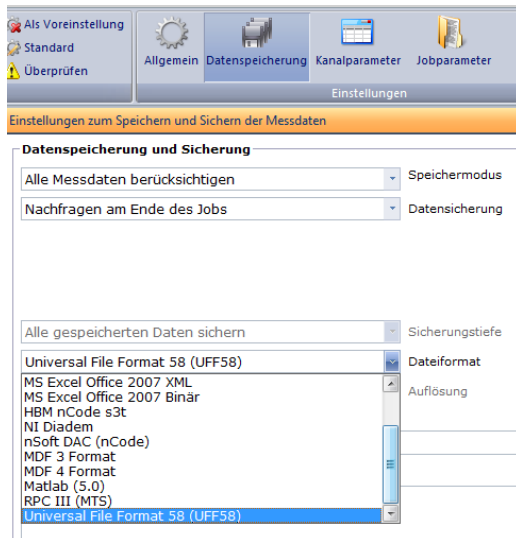


Gibt es einen Phasenverzug zwischen Signalen?

Wird zwischen dem mechanischen und akustischen Signal ein Zeitversatz festgestellt, kann dieser korrigiert werden.
Dialog: Berechnungskanäle\Filter\Phasenkorrektur



Export von Daten in andere Formate



- UFF58 – das Universal File Format 58 ist in der dynamischen Strukturanalyse verbreitet
- MAT – MATLAB
- MDF 3 oder 4 – ASAM-Standards

Testbericht

Die Berichterstellung in Microsoft Word oder PPT bietet einen großen Freiheitsgrad. Die grafischen Anzeigen eines Mess- oder Analyseprojekt in catman®AP können automatisch in einen Testbericht im Word-Format an eine vordefinierte Textmarke (z.B. tt1 im Reiter Office) kopiert werden. Rechte Maustaste auf einer Anzeige und den Dialog über „Exportieren/Drucken“ folgen...

Beispiel: Hammerschlag

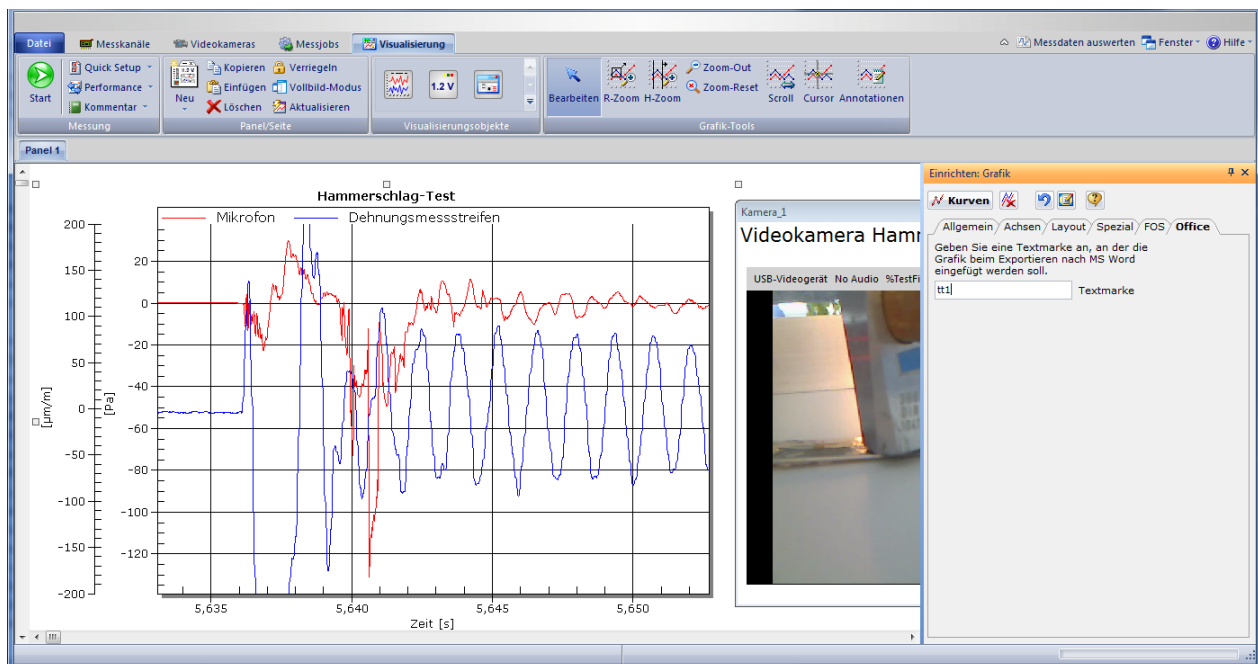
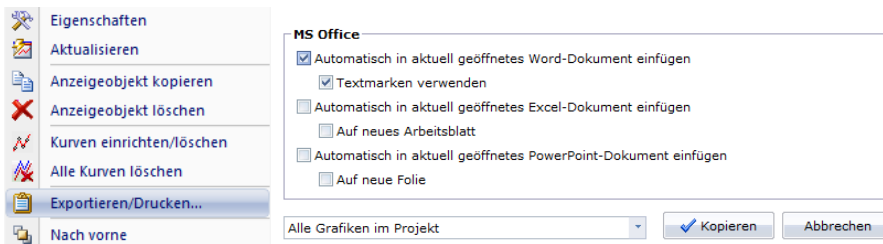


Bild: Definition der Textmarken



Anzeigeobjekt aus catman heraus nach Word transferieren:

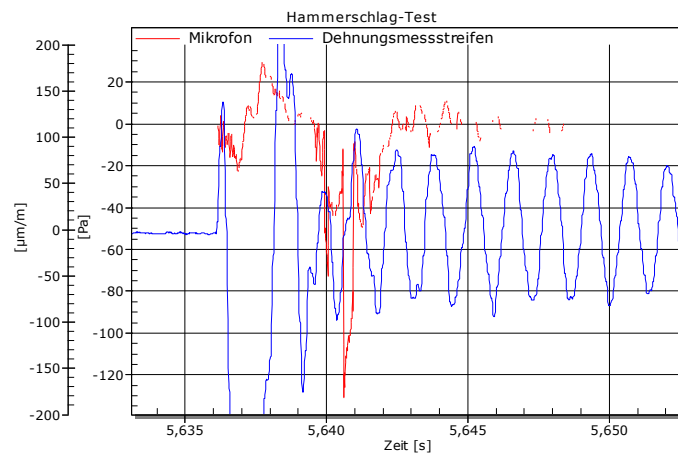


Bild: automatisch kopiertes Anzeigeobjekt nach Word

-- end

Legal Disclaimer: TECH NOTE's dienen dazu sich einen schnellen Überblick zu verschaffen. TECH NOTEs werden stetig verbessert und ändern sich damit häufiger. HBM übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit und/oder Vollständigkeit der Beschreibungen. Wir behalten uns das Recht vor, jederzeit und ohne besondere Ankündigung Änderungen an Merkmalen und/oder der Beschreibung durchzuführen.