



Das ist neu – 2025-01





Programmsystem für das rechnergestützte Messen und Analysieren von Schwingungen, Lärm und Erschütterungen

Informationen zum Update auf
Version 2025-1
Dezember 2024

Herausgeber: Wölfel Engineering GmbH + Co. KG
Max-Planck-Straße 15
D-97204 Höchberg bei Würzburg
Telefon (0931) 49 708-500
Telefax (0931) 49 708-590
E-Mail wms@woelfel.de
www.woelfel.de

Hotline: (0931) 49 708-500

Autoren: Bernd Fröhling
Jürgen Schrauth

Stand: Dezember 2024, Änderungen vorbehalten

INHALT

1	ALLGEMEINE ERWEITERUNGEN	4
1.1	NEUE PROGRAMM-STILE VERFÜGBAR.....	4
1.2	NEU! 1/6-, 1/12- UND 1/24-OKTAV-SPEKTREN	5
1.3	MESSUNG EIGENSCHAFTEN – ERWEITERUNG	7
1.3.1	<i>Eigenschaften direkt nach Beenden der Messung setzen</i>	7
1.3.2	<i>Eigenschaften im „Projekt verwalten“ Dialog verfügbar</i>	7
1.4	KORREKTUREN / KLEINERE ERWEITERUNGEN.....	9
1.4.1	<i>Allgemein</i>	9
1.4.2	<i>Messen</i>	9
1.4.3	<i>Messdaten bearbeiten</i>	9
1.4.4	<i>Messdaten auswerten</i>	9
2	ERWEITERUNGEN BEIM MESSDATEN AUSWERTEN	11
2.1	CURSOR IN ALLEN DIAGRAMMEN AUF GLEICHE UHRZEIT SETZEN.....	11
2.2	FORMBLATT-NAVIGATION ÜBER ALLE SPALTEN EINER MESSUNG-LISTE.....	12
2.3	FREIE WAHL DES AMPLITUDENTYPS FÜR BETRAGS-SPEKTREN	12
2.4	PEAKLISTEN-ERWEITERUNG – SUMMENWERT AUS PEAKLISTE.....	15
2.5	LOGARITHMISCHES DEKREMENT – ERWEITERUNG	17
2.6	NEU! RT60 NACHHALLZEIT ERMITTLUNG.....	20
3	ERWEITERUNGEN BEIM MESSDATEN BEARBEITEN	24
3.1	OPERATION „OKTAV-BERECHNUNG“ – ERWEITERUNG	24
3.2	OPERATION „PEAKLISTE“ – FREQUENZLISTEN ERWEITERUNG	26
3.3	ERGEBNIS-LISTE – EXPORT-ERWEITERUNG JSON	27

1 Allgemeine Erweiterungen

Wir wollen zunächst die Änderungen und zusätzlichen Möglichkeiten aufführen, die dem Programm und natürlich Ihnen als Anwender ganz allgemein zu Gute kommen. Dies sind insbesondere zusätzliche Hilfe und Dokumentationen sowie neu unterstützte Gerätetechnik.

1.1 Neue Programm-Stile verfügbar

Über das Menü „Einstellungen | Umgebung“ auf der Seite „Allgemein“ können unter dem Auswahlfeld „Programm-Stil:“ neben der Standard-Einstellung „Windows“ zusätzlich verschiedene Stile ausgewählt werden.

Mit der vorliegenden Version stehen ihnen vier neue Stile zusätzlich zur Verfügung.

Neu hinzugekommene Stile sind:

- Metropolis UI Black
- Metropolis UI Blue
- Metropolis UI Dark
- Metropolis UI Green

Somit können Sie jetzt aus ca. 40 verschiedenen Programm-Stilen ihren Favoriten auswählen.

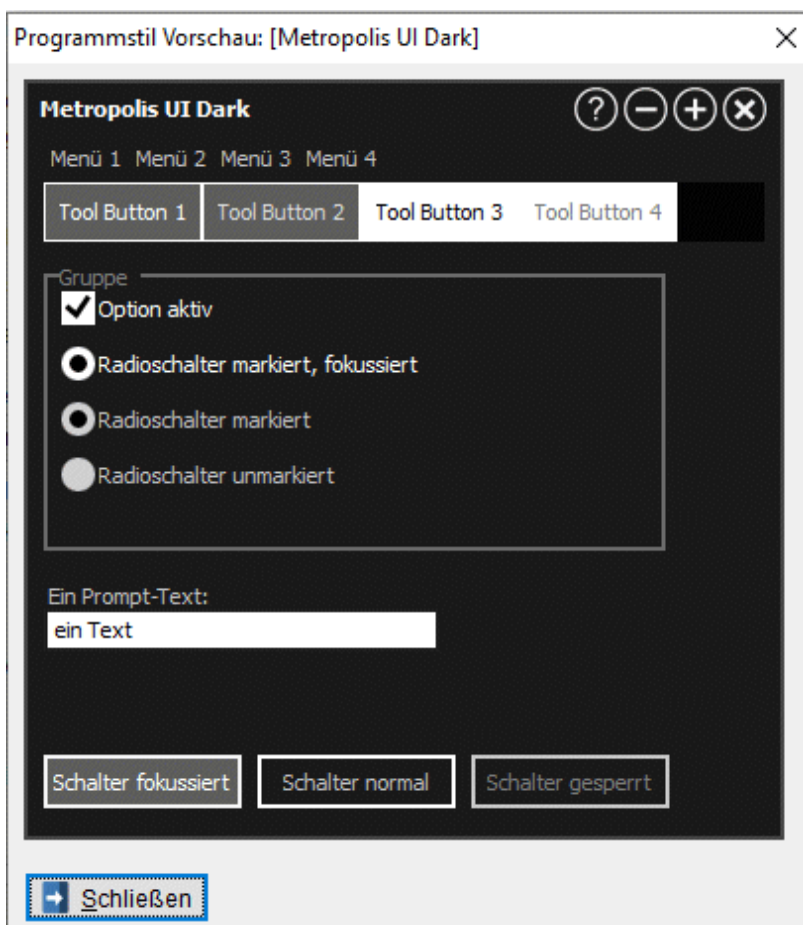


Bild 1.1: Programmstil: Metropolis UI Dark

1.2 Neu! 1/6-, 1/12- und 1/24-Oktav-Spektren

Über die Operation „Oktav-Berechnung“ können jetzt auch feinere Frequenzbandauflösungen generiert werden. (siehe 3.1 Operation „Oktav-Berechnung“ – Erweiterung)

1/6-, 1/12- und 1/24-Oktavspektren bieten eine detaillierte Analyse des Frequenzinhalts eines Signals und haben spezifische Anwendungen in der Akustik und Audiotechnik.

Hier sind einige der Hauptnutzungen:

1. Präzise akustische Analyse

- **Feine Auflösung:** Mit einer 1/6-, 1/12- oder 1/24-Oktav-Auflösung können kleinere Frequenzänderungen oder -anomalien identifiziert werden, die in breiteren Oktavband-Analysen (z. B. 1/3 oder 1/1 Oktave) übersehen werden könnten.
- **Identifikation von Resonanzen:** Resonanzfrequenzen in Räumen, Instrumenten oder Maschinen können genauer lokalisiert werden.

2. Psychoakustische Untersuchungen

- **Überprüfung kritischer Bänder:** 1/12-Oktavbänder nähern sich der Breite der kritischen Bänder im menschlichen Gehör und sind daher nützlich für detaillierte psychoakustische Analysen.

3. Raumakustik

- **Bewertung von Nachhallzeiten (RT60):** 1/6-Oktavspektren ermöglichen eine detailliertere Beurteilung, wie Nachhallzeiten in einzelnen Frequenzbereichen variieren.
- **Optimierung der Raumakustik:** Sie helfen bei der Analyse von Moden und Frequenzproblemen, um geeignete Maßnahmen wie Absorption oder Diffusion zu planen.
- **Optimierung von Studioumgebungen:** Die hohe Auflösung hilft, genaue Maßnahmen zur Reduzierung von akustischen Problemen in professionellen Audio- und Aufnahmeumgebungen zu treffen.

4. Maschinen- und Schwingungsdiagnose

- **Fehleranalyse:** In der Maschinenakustik können Geräuschquellen und Frequenzen, die durch Unregelmäßigkeiten entstehen, präzise identifiziert werden.
- **Monitoring:** Überwachung von Frequenzen, um frühzeitig auf Verschleiß oder mechanische Defekte hinzuweisen.

5. Lärmbewertung

- **Fein abgestimmte Lärmmessung:** 1/6-Oktav-Bänder ermöglichen eine genauere Bewertung von Geräuschbelastungen.
 - **Pegelüberwachung:** Detaillierte Spektralanalysen helfen, spezifische problematische Frequenzen (z. B. Töne im menschlichen Empfindlichkeitsbereich) zu isolieren.
-

6. Audio- und Lautsprecherdesign

- **Optimierung der Klangwiedergabe:** Lautsprecher, Kopfhörer und andere Audiogeräte können durch eine Analyse in 1/6-, 1/12- oder 1/24-Oktavbändern präziser abgestimmt werden.
- **Equalizing:** Feinere Kontrolle über die Frequenzbereiche, um Klangprofile zu optimieren.

7. Wahrnehmungsbasierte Akustik

- **Psychoakustik:** 1/6-Oktavbänder sind ausreichend schmal, um Frequenzbereiche zu erfassen, die für die menschliche Wahrnehmung besonders wichtig sind.

8. Normkonforme Messungen

- Viele internationale Standards und Normen (z. B. IEC, ISO) verlangen Messungen mit mindestens 1/3- oder 1/6-Oktav-Auflösung, insbesondere im Bereich Bauakustik oder Lärmschutz.

9. Forschung und Entwicklung

- **Erforschung komplexer akustischer Systeme:** Die hohe Auflösung erlaubt detaillierte Studien zu Klangphänomenen, Resonanzen oder Materialeigenschaften.
- **Analyse von Messinstrumenten:** Validierung und Kalibrierung hochsensibler akustischer Geräte profitieren von 1/12-Oktavanalysen.

Fazit:

1/6-Oktavspektren bieten ein ideales Gleichgewicht zwischen Auflösung und Praktikabilität. Sie sind feiner als 1/3-Oktavbänder, ohne den Rechenaufwand drastisch zu erhöhen, und ermöglichen so detaillierte und dennoch praxisnahe Analysen.

1/12-Oktavspektren sind besonders in Spezialfällen nützlich, die höchste Genauigkeit erfordern, wie im professionellen Audiodesign, der Raumakustikoptimierung, der Maschinenakustik und der Forschung. Sie liefern ein beispielloses Detailniveau, sind aber wegen ihres Aufwands nicht immer praktikabel für allgemeine Anwendungen.

1/24-Oktavspektren bieten ein unvergleichliches Maß an Detailgenauigkeit und eignen sich besonders für Anwendungen, die eine extrem präzise Frequenzanalyse erfordern, wie in der Forschung, der hochauflösenden Lärmanalyse, der Psychoakustik oder bei der Optimierung komplexer akustischer Systeme. Ihr Einsatz bleibt jedoch auf Spezialfälle beschränkt, da sie aufwändiger in der Handhabung und nicht immer notwendig sind.

Weiterhin gibt es natürlich immer noch die Schmalbandspektren, welche über den FFT-Algorithmus berechnet werden können, um die maximale Frequenzauflösung für spektrale Analysen heranzuziehen.

1.3 Messung Eigenschaften – Erweiterung

Jeder Messung können wahlweise bis zu drei zusätzliche Eigenschaften zugewiesen werden. Hierüber können z.B. die Eigenschaften von Zugvorbeifahrten abgebildet werden, wie z.B. Zug Typ, Fahrrichtung und Gleis.

1.3.1 Eigenschaften direkt nach Beenden der Messung setzen

Die Aktivierung des „Messung Eigenschaften“ Parameters „Eigenschaften direkt nach Beenden der Messung setzen“ wurde nur bei der Endbedingung „Benutzer“ berücksichtigt. Nach mehreren Kundengesprächen haben wir jetzt diesen Parameter auch bei „Ereignis“ – gesteuerten Messungen berücksichtigt. Scheinbar gibt es hierfür auch Messaufgaben, welche dieses Parametersetzen der Eigenschaften sinnvoll verwenden können.

1.3.2 Eigenschaften im „Projekt verwalten“ Dialog verfügbar

Falls die „Messung Eigenschaften“ definiert und den einzelnen Messungen zugewiesen wurden, können diese jetzt auch mit der „Liste der Messungen“ im Dialog „Projekt verwalten“ ausgewiesen werden. Somit bekommt man einen schnellen Einblick in die gesetzten Eigenschaften aller Messungen im Projekt. Zusätzlich kann man auch eine Sortierung über die einzelnen Eigenschaften-Spalten durch einen Click auf den Header der jeweiligen Spalten durchführen lassen.



Die Aktivierung der Eigenschaften-Spalten wird über die Auswahl über das PopUp-Menü (rechte Maustaste) „Anzeigen“ durchgeführt. Alternativ kann auch die Schaltfläche „Popup Menü“ verwendet werden. Die entsprechenden Spalten werden über die Bezeichnungen „Eigenschaft 1, 2 oder 3“ gekennzeichnet.

	Eigenschaft 1	Eigenschaft 2	Eigenschaft 3
	FT	Ingolstadt	Tr. 1
	RT	Ingolstadt	Tr. 1
	RT (only Cargo)	Ingolstadt	Tr. 1
	FT	Regensburg	Tr. 1
	FT	Regensburg	Tr. 2
	FT	Regensburg	Tr. 3

- Nummer
- Name
- Datum
- Uhrzeit
- Messparameter-Name
- Messart
- Name und Pfad der Messung
- Notizen der Messung
- Änderungsdatum
- Overall Y-Max
- Messzeit
- Bandbreite
- Kanäle
- Messwerte
- Eigenschaft 1
- Eigenschaft 2
- Eigenschaft 3

Bild 1.2: Projekt verwalten: Pop-Up-Menü der Liste

1.4 Korrekturen / Kleinere Erweiterungen

1.4.1 Allgemein

Importieren von UFF-Daten: Wurde das Delta X der UFF-Datensätze nicht korrekt oder mit Null in die UFF-Datei geschrieben, wurde der Import mit einer Fehlermeldung „Gleitkommadivision durch Null.“ abgebrochen. Dieser Fehler wird nun abgefangen und das Delta X mit dem Wert 0,1 vorbelegt.

1.4.2 Messen

Automatische Suche von AD-Modulen – BlueStack Treiber: Bei Erstinstallationen von MEDA und BlueStack-Hardware (mehrere Boxen in einem Stack) konnte es bei der automatischen Suche von AD-Modulen zu Fehlermeldungen von den Hardware-Treibern kommen. Dieser Hardware-Treiberfehler "<Subsystem in use> (20)" konnte jetzt gezielt abgefangen und die automatische Suche, ohne lästige Fehlermeldungen, hiermit erfolgreich zu Ende gebracht werden. In vereinzelt Fällen kam diese Fehlermeldung auch, wenn händisch die Anzahl der Geräte erhöht wurde. Auch diese lästige Fehlermeldung konnte abgefangen werden.

1.4.3 Messdaten bearbeiten

Skalare Multiplikation: Wurde die Operation „Skalare Multiplikation“ inklusive aktivierter Option „Passive Kanäle mitnehmen“ in Kombination mit dem Überschreiben („Operand“ gleich „Ergebnis“) einer Messung durchgeführt, wurden die „Xmin“ - und „Ymax“ - Werte nicht immer korrekt übernommen. Dieser Fehler trat nur dann auf, wenn einzelne Kanäle überschrieben werden sollten. Dieser Fehler wurde jetzt korrigiert.

„Passive Kanäle mitnehmen“ - Allgemein: Falls von einer Operanden-Messung in eine bestehende Ergebnis-Messung passive Kanäle mit übernommen werden sollen, konnten die Ymin- und Ymax-Werte nicht immer korrekt übernommen werden. Dieser Fehler wurde korrigiert.

Öffnen des „Messdaten bearbeiten“ – Dialogs beschleunigt: Die Zeit, welche der Dialog „Messdaten bearbeiten“ benötigt, um verwendet zu werden, konnte verkürzt werden. Somit konnte die Zeit des Öffnens beschleunigt werden.

„Messdaten bearbeiten“ – Dialog: Die Parameterbereiche für die einzelnen Operationen konnten bei größerer Font Größen Auswahl (> 10) nicht immer alle Parameter auflisten. Einzelne Parameter waren dann nicht mehr zugänglich. Dieser Fehler wurde korrigiert.

1.4.4 Messdaten auswerten

X-Achsen-Skalierung mit fehlerhafter Eingabe von Uhrzeitwerten: Wurde im Dialog „Diagramme und Listen skalieren“ die X-Achse mit fehlerhaften Uhrzeitwerten bestückt (Z.B. Min-Wert größer Max-Wert), konnte es zu Abstürzen des Formblattes kommen. Derlei fehlerhafte Eingaben werden jetzt abgefangen und mit Ersatzwerten besetzt. Wurden Min- und Max-Werte vertauscht, werden diese jetzt automatisch korrekt zugeordnet.

Formblatt öffnen – Fehlermeldung: Wurde ein Formblatt geöffnet, welches mit höheren Messungsnummern definiert wurde als Messungen im Projekt vorliegen, führte das zu lästigen Fehlermeldungen. Diese Fehlermeldung „Index außerhalb des Listenindex“ konnte auch auftreten, falls ein Formblatt-Feld mit dem Inhalt-Eintrag „Frei“ bestückt wurde. Diese Fehlermeldung konnte abgefangen werden.

Messung-Liste in der „Formblatt-Navigation“ 1/2: Die dritte Spalte wurde fälschlicherweise immer mit der Spaltenüberschrift „Dateiname + Verzeichnis“ ausgegeben. Jetzt passt sich die Spaltenüberschrift an den eigentlichen Inhalt an. Je nachdem welche Spalte hierfür im „Projekt verwalten“ Dialog in der Liste aktiviert wurde.

Messung-Liste in der „Formblatt-Navigation“ 2/2: Die Messung-Liste wurde nur mit den ersten drei Spalten bestückt und angezeigt. Jetzt werden alle aktivierten Spalten aus der Messung-Liste mit in die Formblatt-Navigation Liste übernommen und angezeigt.

Formblatt – „Speed-Leiste anzeigen“: Wurde die Funktion „Speed-Leiste anzeigen“ im Formblatt aktiviert, wird für jedes Formblatt u.a. die Auswahl der aktuellen Messung in jedem Formblatt über eine Combo-Box zur Verfügung gestellt („Gewünschte Messung auswählen“). Diese Auswahlliste der Messungen wurde nach Ausführung der Funktion „Einen Ausschnitt eines Signales als neue Messung speichern“ nicht erweitert/angepasst. D.h. diese neu erstellte Messung konnte nicht direkt für das aktuelle Formblatt ausgewählt werden. Dieser Fehler wurde jetzt korrigiert.

Lagerfrequenz-Liste: Die Spalte der Y-Werte in der Lagerfrequenz-Liste wurde nicht ganz korrekt ausgewiesen. Diese Spalten wurden fälschlicherweise mit dem Y-Werten des linken Nachbars vom eigentlichen Y-Wert besetzt und ausgegeben. Dieser Fehler wurde beseitigt.

Cursor (Sonderfunktion) | Modale Dämpfung: Das Ergebnis der Cursor-Funktion „Modale Dämpfung“ wird jetzt zusätzlich, vor der Anzeige des Ergebnis-Dialogs, in die Windows Zwischenablage kopiert. Somit kann das modale Dämpfungsergebnis direkt als Textelement aus der Zwischenablage in ein weiteres Auswertungsdokument (z.B. WORD) eingefügt werden. Zusätzlich wurde das Format des Ergebnistextes optimiert. Beispieltext: „ $D = (1/2) * (0,3906) / (13,5262) = 0,014440$ “.

Cursor (Sonderfunktion) | Abklingkurve: Die maximale Auflösung der Abklingkurve in Zeitverlauf-Diagrammen wurde von max. 2000 auf max. 3000 Punkten erhöht. Der Effekt, dass die Abklingkurve in manchen Fällen nicht ganz bis zum Ende des markierten Bereiches eingezeichnet wurde, konnte abgestellt werden.

2 Erweiterungen beim Messdaten auswerten

Im Folgenden wollen wir die Änderungen und zusätzlichen Möglichkeiten aufführen, die dem Programm und Ihnen als Anwender während der Auswertung Ihrer Messdaten zu Gute kommen.

2.1 Cursor in allen Diagrammen auf gleiche Uhrzeit setzen

Die bestehende Funktion „Cursor in allen Diagrammen gleich setzen“ setzt den Cursor in allen Diagrammen auf dieselbe Position unabhängig der eigentlichen Uhrzeit. D.h. es wird nur die Position in Sekunden an die anderen Diagramme übertragen. Gerade zum vergleichen z.B. von MEDA- und Syscom-Messungen wäre es von Vorteil, dass eine neue Funktion auch die absolute Uhrzeit berücksichtigt. Somit könnten dann verschiedene Messungen, welche zur selben Zeit aufgezeichnet worden sind besser gemeinsam bearbeitet werden.

Mit der neuen zusätzlichen Funktion „Cursor in allen Diagrammen gleich setzen / Uhrzeit“ werden alle Cursor der restlichen Diagramme auf die vorliegende Uhrzeit gesetzt.

Hinweis: Die beschriebenen Cursor-Funktionen werden über das Popup-Menü (rechte Maustaste) eines Diagrammes unter dem Menüpunkt „Cursor“ zur Verfügung gestellt.

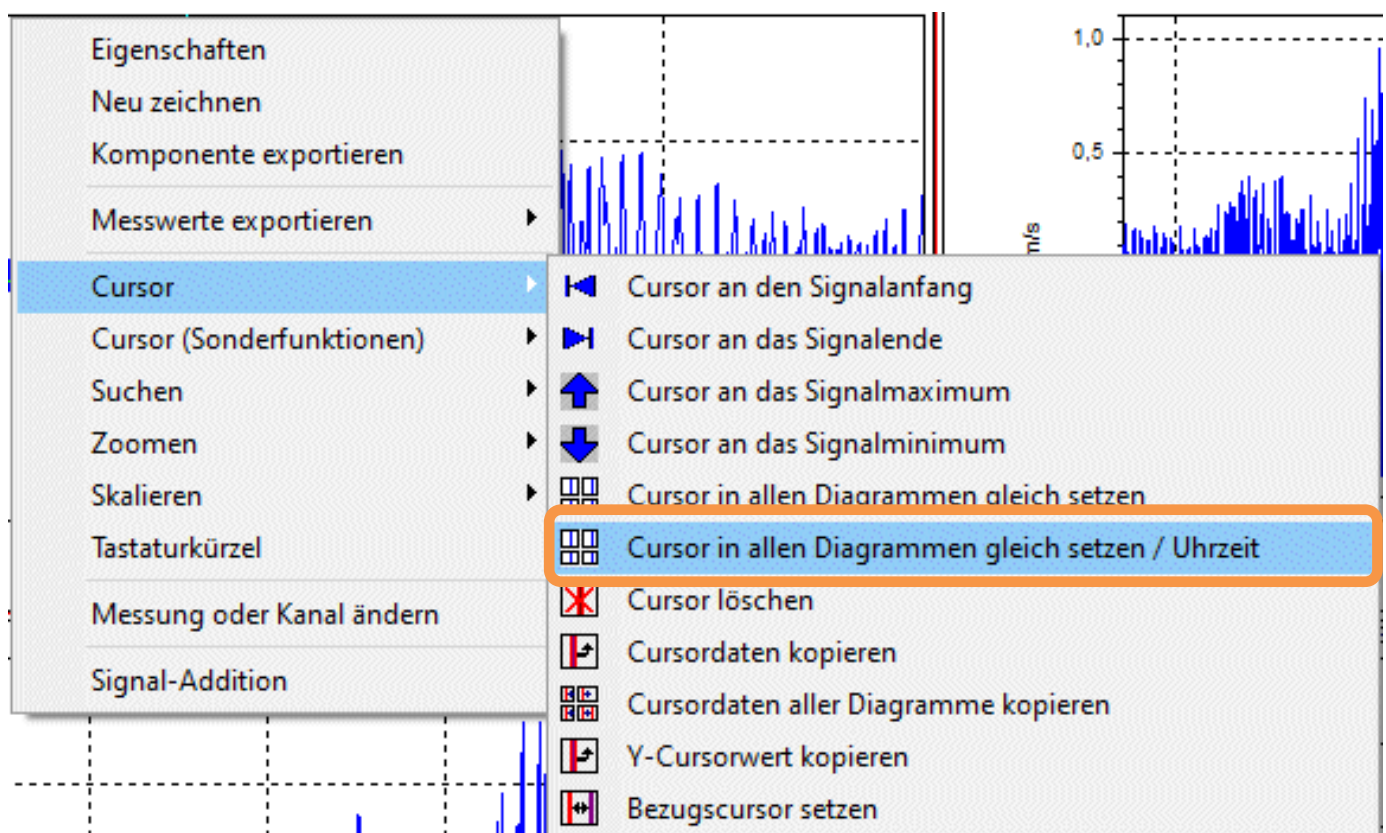
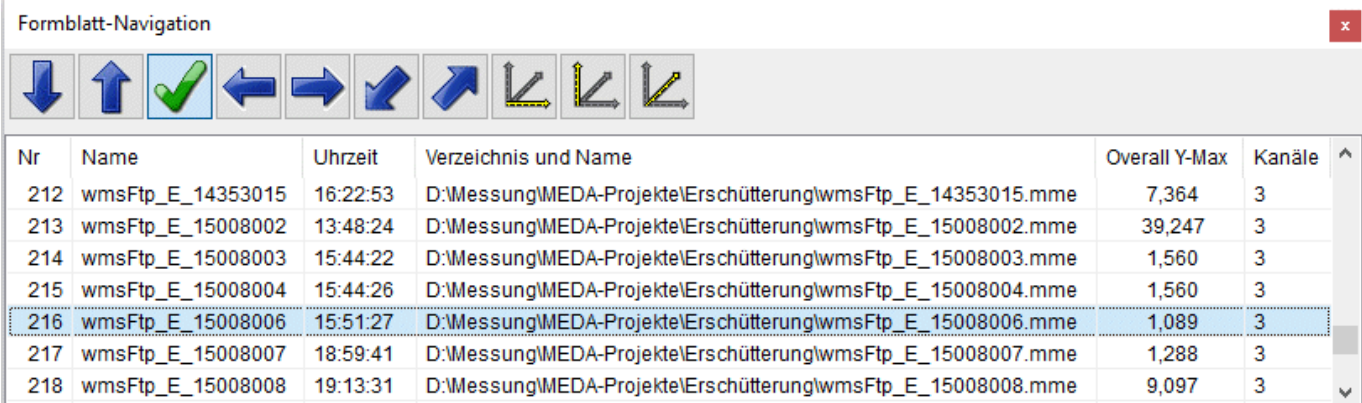


Bild 2.3: Diagramm: Popup-Menü

2.2 Formblatt-Navigation über alle Spalten einer Messung-Liste

Die Messung-Liste im Dialog „Formblatt-Navigation“ wurde nur mit den ersten drei Spalten der Messung-Liste aufgebaut. Jetzt werden alle aktivierten Spalten der Messung-Liste aus dem Dialog „Projekt verwalten“ mit aufgelistet.



Nr	Name	Uhrzeit	Verzeichnis und Name	Overall Y-Max	Kanäle
212	wmsFtp_E_14353015	16:22:53	D:\Messung\MEDA-Projekte\ErschütterunglwmsFtp_E_14353015.mme	7,364	3
213	wmsFtp_E_15008002	13:48:24	D:\Messung\MEDA-Projekte\ErschütterunglwmsFtp_E_15008002.mme	39,247	3
214	wmsFtp_E_15008003	15:44:22	D:\Messung\MEDA-Projekte\ErschütterunglwmsFtp_E_15008003.mme	1,560	3
215	wmsFtp_E_15008004	15:44:26	D:\Messung\MEDA-Projekte\ErschütterunglwmsFtp_E_15008004.mme	1,560	3
216	wmsFtp_E_15008006	15:51:27	D:\Messung\MEDA-Projekte\ErschütterunglwmsFtp_E_15008006.mme	1,089	3
217	wmsFtp_E_15008007	18:59:41	D:\Messung\MEDA-Projekte\ErschütterunglwmsFtp_E_15008007.mme	1,288	3
218	wmsFtp_E_15008008	19:13:31	D:\Messung\MEDA-Projekte\ErschütterunglwmsFtp_E_15008008.mme	9,097	3

Bild 2.4: Formblatt-Navigation

Somit stellt die Formblatt-Navigationsliste alle gewünschten/festgelegten Spalten aus der „Projekt verwalten“ Liste bereit.

2.3 Freie Wahl des Amplitudentyps für Betrags-Spektren

Grundsätzlich werden in MEDA nach der Berechnung eines Betrags-Spektrums über den FFT-Algorithmus die Ergebnis-Amplituden über den Amplitudentyp „Null to Peak“ (0-P) abgelegt. In den Formblättern wurden somit auch diese „0-P“ Betragsspektren über die Spektren-Diagramme dargestellt. Dieser feste Amplitudentyp kann jetzt wahlweise frei für die Formblatt-Ausgabe gewählt/angepasst werden. Zur Auswahl stehen jetzt zusätzlich die Amplitudentypen „Peak to Peak“ (P-P) und „Null to Effektivwert“ (0-eff (RMS)).

Die Amplitudentypen **0-Peak (0-P)**, **Peak-to-Peak (P-P)** und **Effektivwert (0-eff)** sind unterschiedliche Darstellungen der Amplitude eines Signals und werden in verschiedenen Anwendungen je nach Ziel der Analyse verwendet:

0-Peak (Spitzenwert, 0-P):

- Elektrotechnik: Bewertung der maximalen Spannung eines Signals, z. B. bei sinusförmigen Wechselspannungen.
- Schwingungsanalyse: Zur Bestimmung von Spitzenwerten, die mechanische Schäden verursachen könnten.
- Hochfrequenztechnik: Abschätzung von Signalüberschreitungen (z. B. Clipping in Verstärkern).

Peak-to-Peak (Spitzen-Spitzenwert, P-P):

- Schwingungsüberwachung: Analyse von Schwingungsbreiten in Maschinen.
- Kommunikationstechnik: Abschätzung des gesamten Modulationsbereichs eines Signals.
- Audiotechnik: Messung des Dynamikumfangs.

Effektivwert (RMS, 0-eff):

- Leistungsberechnung: Direkte Korrelation zur Energie eines Signals, wichtig für Wechselstrom- und Leistungsverlustanalysen.
- Audioverarbeitung: Bewertung der wahrgenommenen Signalstärke.
- Elektrische Netze: Standardwert für Wechselspannungen (z. B. 230 V RMS in Europa).

Die gewünschte Einstellung kann über das Menü „Einstellungen | Umgebung“ im Dialog „Einstellung der Umgebung“ auf der Seite „Formblatt“ über das Auswahlfeld „Amplitudentyp der Spektren (Betrag):“ vorgenommen werden.

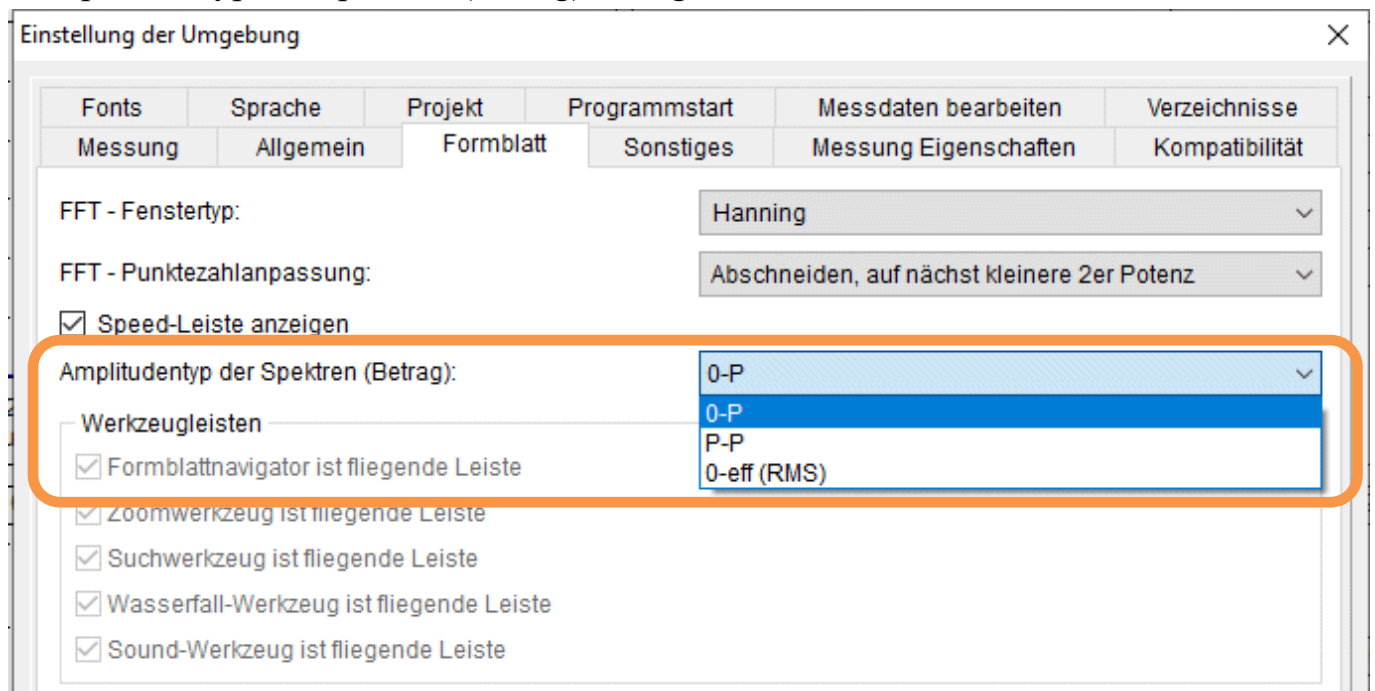
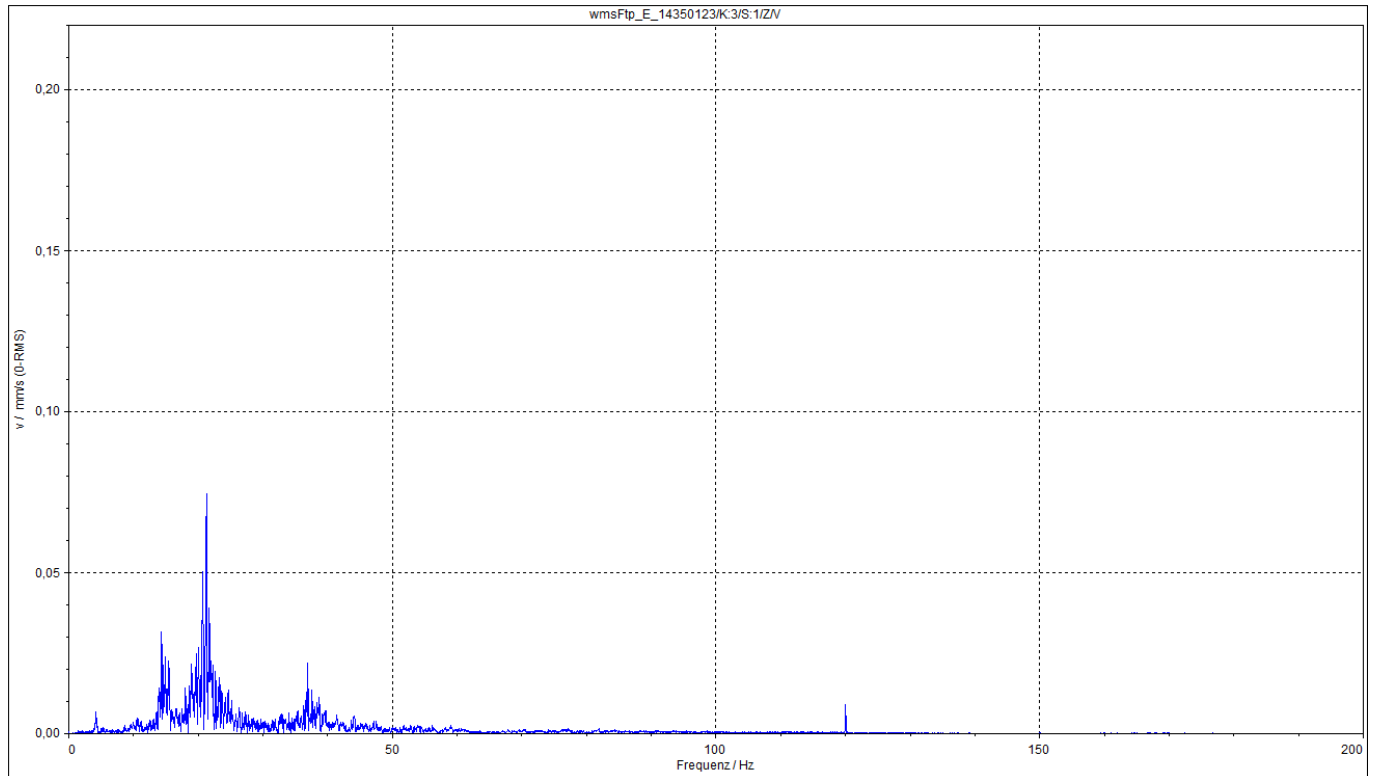
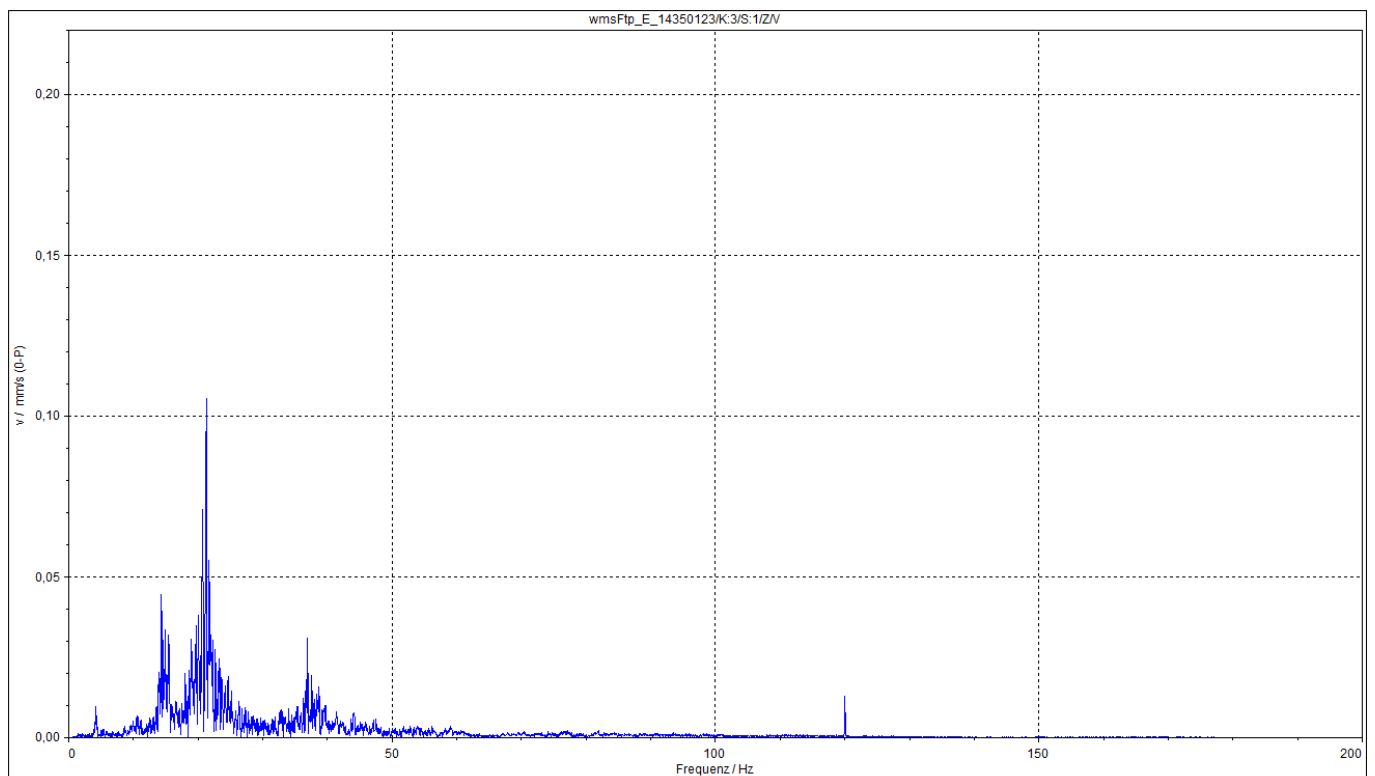


Bild 2.5: Einstellung der Umgebung: Formblatt

Über das Auswahlfeld „Amplitudentyp der Spektren (Betrag)“ kann aus „0-P“, „P-P“ oder „0-eff (RMS)“ gewählt werden.

Beispieldiagramme:Bild 2.6: *Amplitudentyp 0-RMS (0-eff)*Bild 2.7: *Amplitudentyp 0-P*

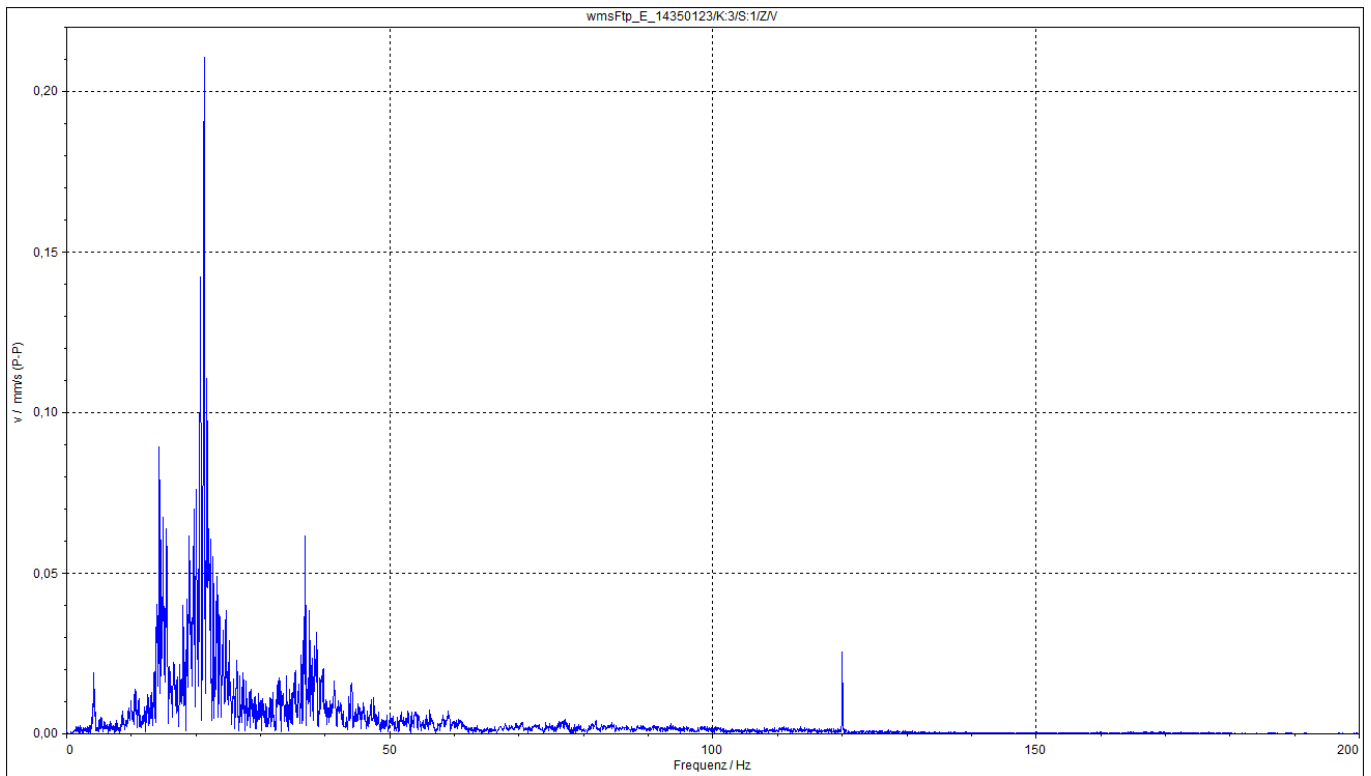


Bild 2.8: Amplitudentyp P-P

2.4 Peaklisten-Erweiterung – Summenwert aus Peakliste

Formblätter können auch mit „Peak-Listen“ bestückt werden, welche Peaks (Signalspitzen) von Zeitsignalen oder Spektren auflisten können. Bei Frequenzlisten (Peaks aus Spektren) können zusätzlich auch die Summenwerte/-pegel mit ausgewiesen werden. Diese Summenwerte/-pegel wurden grundsätzlich immer aus den kompletten Spektren gerechnet und aufgelistet. Alternativ können diese Summenwerte/-pegel jetzt auch nur aus den aufgelisteten Peak-Werten berechnet und ausgewiesen werden.

Über das Menü „Einstellungen | Peaklisten“ im Dialog „Peakliste Voreinstellungen“ auf der Seite „Suchen“ kann unter dem Parameter „Frequenzlisten zeigen auch Summenwert/-pegel an:“ der gewünschte Modi ausgewählt werden.

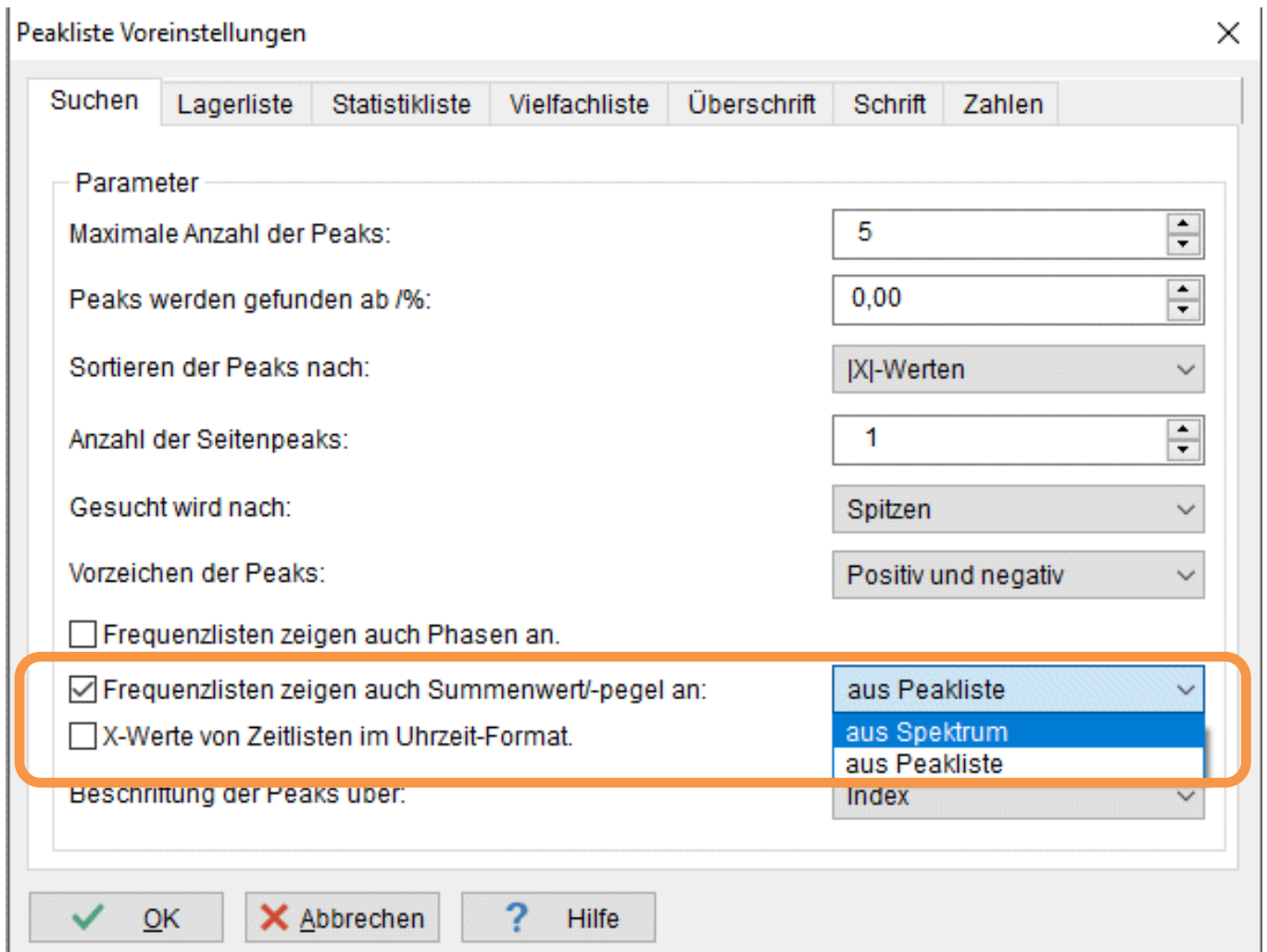


Bild 2.9: Peakliste Voreinstellungen

Über das Auswahlfeld „Frequenzlisten zeigen auch Summenwert/-pegel an:“ kann zwischen 2 Modi ausgewählt werden:

- Aus Spektrum: Die Berechnung des Summenwertes/-pegels wird aus dem kompletten Spektrum durchgeführt.
- Aus Peakliste: Die Berechnung des Summenwertes/-pegels wird aus den Peakwerten der vorliegenden Peakliste durchgeführt.

wmsFtp_E_15008006/K:1/S:1/X/L		
Nr.:	Frequenz Hz	v mm/s
Summe		0,0075
1	4,9808	0,0046
2	5,1273	0,0092
3	6,7875	0,0047
4	10,2057	0,0042
5	10,9382	0,0048

Bild 2.10: Peakliste mit Summenwert aus Peakliste

2.5 Logarithmisches Dekrement – Erweiterung

Das „Logarithmische Dekrement“ ist eine Größe, die bei der Untersuchung von Strukturverhalten eine Rolle spielt. Es ist eine Maßzahl, die in der Schwingungslehre verwendet wird, um die Abnahme der Amplitude einer gedämpften Schwingung pro Schwingungszyklus zu beschreiben. Es gibt an, wie stark eine Schwingung durch Dämpfung abnimmt, und ist eng mit der Dämpfungskonstante des Systems verbunden.

Physikalische Bedeutung:

- Ein großes logarithmisches Dekrement bedeutet eine starke Dämpfung, bei der die Amplituden schnell kleiner werden.
- Ein kleines logarithmisches Dekrement weist auf eine schwache Dämpfung hin, bei der die Amplituden nur langsam abnehmen.

Um das Logarithmische Dekrement zu berechnen setzen Sie Cursor und Bezugscursor. Zählen Sie dann die Perioden des ausschlagenden Signals, die zwischen den beiden Cursor liegen. Rufen Sie jetzt das PopUp-Menü des Diagrammes auf und wählen „Cursor (Sonderfunktion)“, „Logarithmisches Dekrement“ und „berechnen“ aus. Nachdem Sie die Anzahl der Perioden eingegeben haben, wird die gewünschte Größe berechnet.

$$L_D = \frac{1}{2\pi N} \left| \ln\left(\frac{Y_1}{Y_2}\right) \right|$$

N ist die eingegeben Anzahl der Perioden, Y_1 und Y_2 die Amplituden an der Cursorposition.

Hinweis:

Y_1 und Y_2 müssen positiv sein.

Die Funktion „Logarithmische Dekrement“ wurde erweitert, so dass jetzt zusätzlich auch die Abklingkurve mit in das Zeitsignal eingezeichnet wird. Zusätzlich wird das Dekrement mit in das Diagramm eingezeichnet.

Vorgehensweise:

1.) Bezugscurser (F6-Taste) und Cursor setzen:

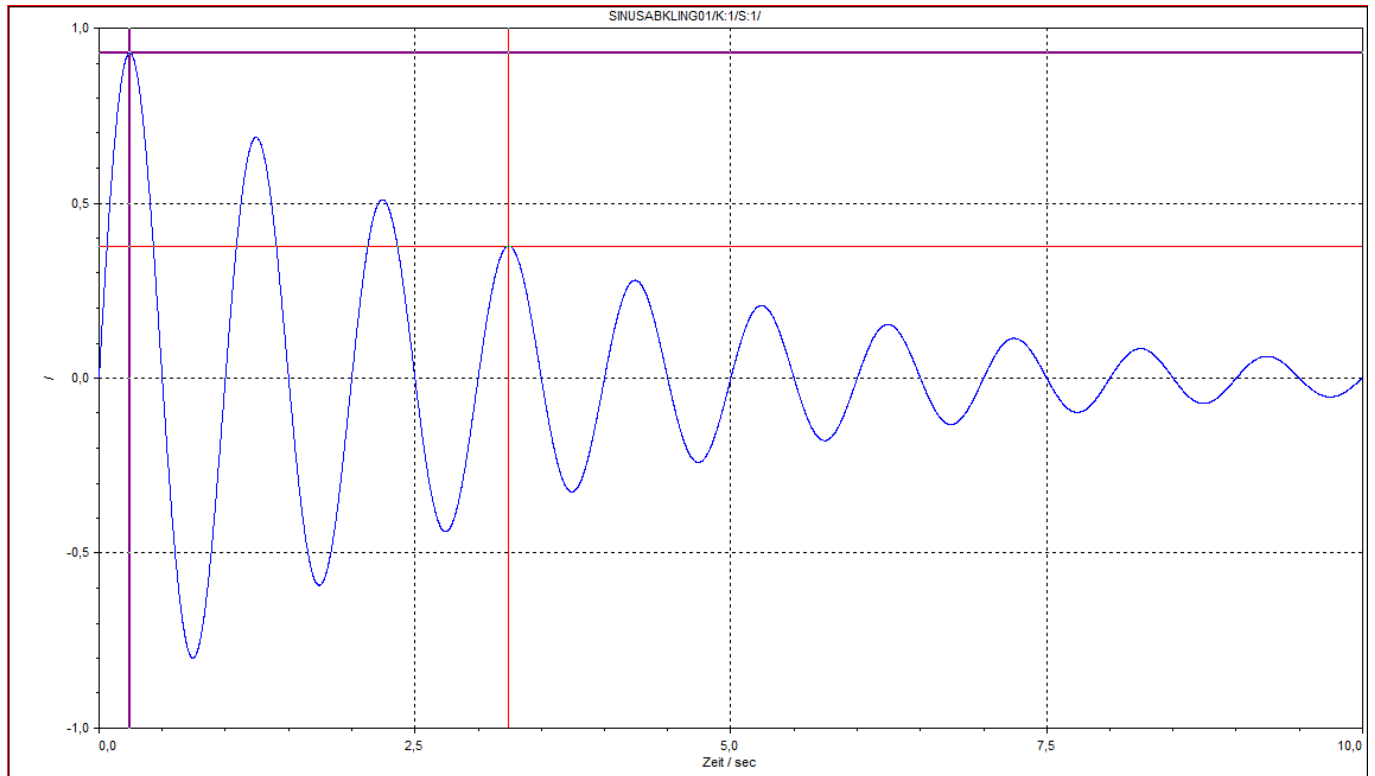


Bild 2.11: Zeitsignal Diagramm

2.) PopUp-Menü „Logarithmisches Dekrement“ und „berechnen“ aufrufen:

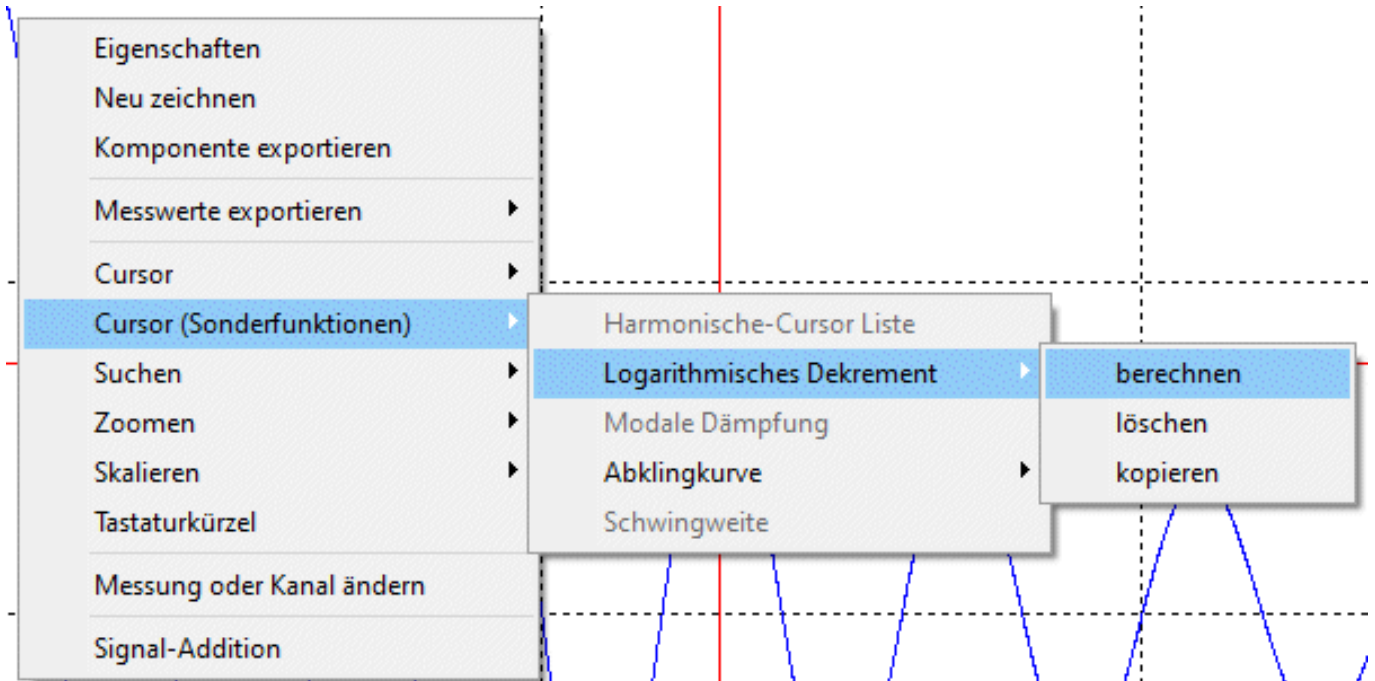


Bild 2.12: Diagramm PopUp-Menü Logarithmisches Dekrement

3.) Die Anzahl der Perioden eingeben:

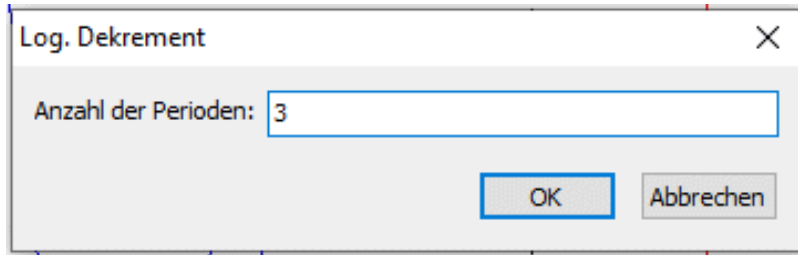


Bild 2.13: Eingabe der Anzahl der Perioden für logarithmisches Dekrement

4.) Ausgabe des Ergebnisses D über Dialoganzeige:



Bild 2.14: Logarithmisches Dekrement Ergebnisdialog

5.) Ausgabe des Ergebnisses D über das Diagramm inklusive der Abklingkurve (grüne Linien):

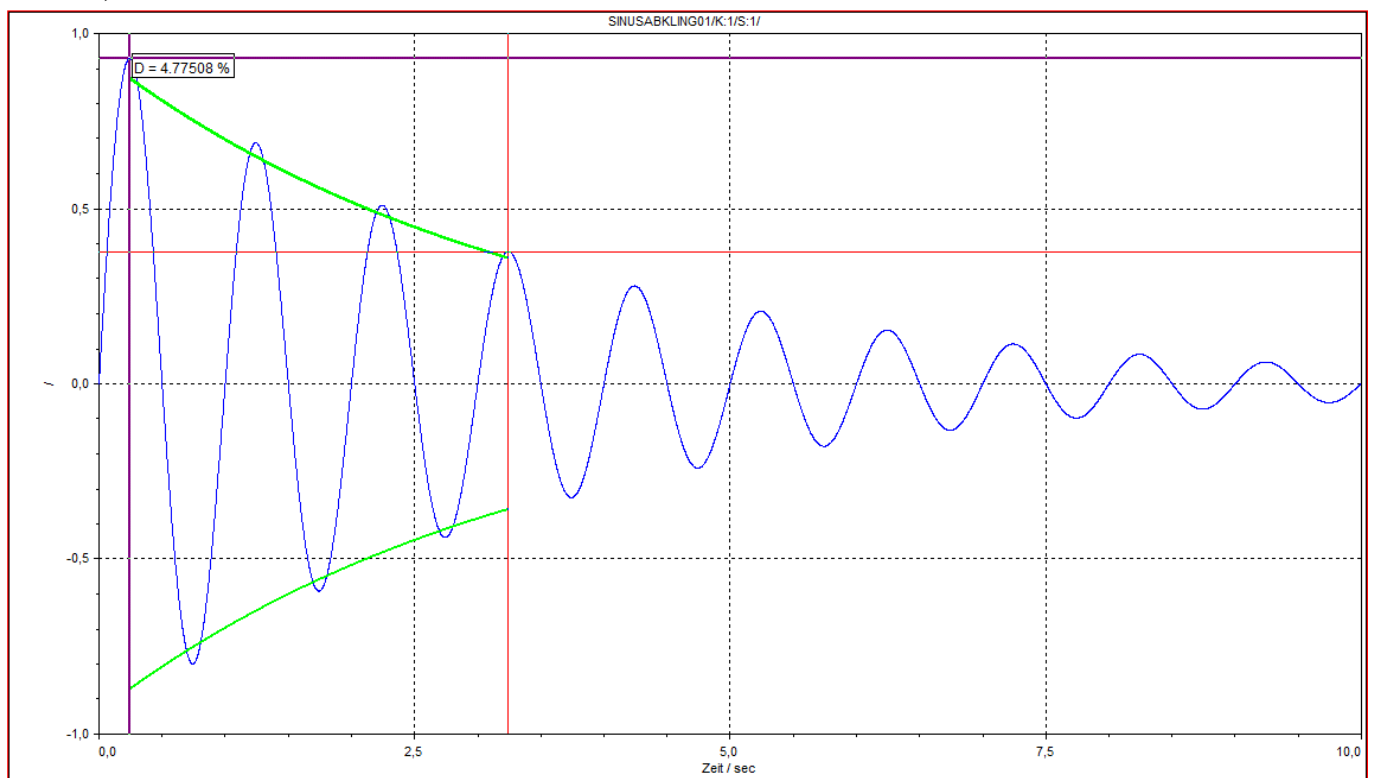


Bild 2.15: Logarithmisches Dekrement Ergebnisdiagramm

Zusätzliche Funktionen des PopUp-Menüs:

- „löschen“: Die Ergebnisse des Logarithmischen Dekrements werden im Diagramm wieder ausgeblendet.
- „kopieren“: Die Ergebnisse des Logarithmischen Dekrements werden in die Zwischenablage kopiert (Textformat).

D/%=	4.77507644
Y=A*EXP(Lambda*t)	
A=	0.87189811
Lambda=	-0.29673709
R ² =	0.97933874

Neben dem Ergebnis des log. Dekrements „D/0%“ werden auch die Parameter der Abklingkurve mit ausgegeben.

2.6 Neu! RT60 Nachhallzeit Ermittlung

Die Nachhallzeit **RT60** wird ermittelt, weil sie ein zentraler Parameter der Raumakustik ist und wichtige Informationen über die Schallausbreitung in einem Raum liefert. Sie beschreibt die Zeit, die der Schall benötigt, um nach dem Abschalten einer Schallquelle um 60 dB abzunehmen, und ist damit ein Maß für die "Klangfülle" oder die akustische Qualität eines Raumes.

Gründe für die Ermittlung der RT60:

1.) Bewertung der Raumakustik:

- Die RT60 gibt Aufschluss darüber, wie gut ein Raum für bestimmte Nutzungen geeignet ist, z. B. Musikdarbietungen, Vorträge oder Aufnahmen.
- Sie beeinflusst die Sprachverständlichkeit, die Klangqualität und das Hörerlebnis.

2.) Normen und Richtlinien:

- Viele Standards, wie die DIN 18041 oder ISO 3382, definieren optimale Nachhallzeiten für verschiedene Raumtypen.
- Die Messung der RT60 hilft, diese Normen zu erfüllen.

3.) Optimierung der Nutzung:

- Unterschiedliche Raumtypen haben unterschiedliche Anforderungen an die Nachhallzeit:
 - Konzerthallen: Längere Nachhallzeit (ca. 1,8–2,2 Sekunden) für eine warme und volle Klangwiedergabe.
 - Klassenzimmer: Kürzere Nachhallzeit (ca. 0,4–0,6 Sekunden) für eine hohe Sprachverständlichkeit.
 - Tonstudios: Sehr kurze Nachhallzeiten (oft < 0,3 Sekunden), um Reflektionen zu minimieren.

4.) Problemerkennung und -behebung:

- Die RT60-Messung zeigt, ob ein Raum akustische Probleme hat, wie z. B. zu lange Nachhallzeiten oder störende Frequenzbereiche.

- Basierend auf den Ergebnissen können Maßnahmen wie das Hinzufügen von Absorbern oder Diffusoren ergriffen werden.

5.) Universalität:

- RT60 ist unabhängig von spezifischen Schallquellen oder Lautstärken und ermöglicht Vergleiche zwischen Räumen.

6.) Theoretische und praktische Bedeutung:

- Die RT60 ist ein zentraler Parameter in der Sabine-Gleichung, die die Beziehung zwischen Raumvolumen, Absorptionsflächen und Nachhallzeit beschreibt.
- Akustiker verwenden sie, um Räume zu planen, zu simulieren und zu optimieren.

Zusammenfassung:

Die RT60-Messung bietet eine objektive Grundlage, um die akustische Eignung eines Raumes für seine spezifische Nutzung zu bewerten und gegebenenfalls zu verbessern. Sie ist sowohl in der Theorie als auch in der Praxis ein unverzichtbares Werkzeug in der Raumakustik.

Um die Nachhallzeit RT60 in MEDA aus einem Schallpegelverlauf zu ermitteln, muss die Abklingkurve des Schallpegels präzise gemessen werden. Dabei geht es darum, den Pegelabfall eines Schallimpulses oder kontinuierlichen Signals aufzuzeichnen und daraus die Zeit zu berechnen, in der der Pegel um 60 dB abfällt. Z.B. wird mit der Impulsmethode ein impulsartiges Signal wie eine Starterpistole, ein platzender Luftballon oder eine elektronische Impulsgenerierung angewendet. Für die Bestimmung des Pegelabfalls wird anstatt des RT60 direkt zu messen, oft ein kürzerer Bereich analysiert, wie den RT20 oder RT30. Diese Teilbereiche werden linear extrapoliert, um den vollständigen Abfall von 60 dB zu berechnen. Mithilfe der gemessenen Werte für RT20 oder RT30 wird RT60 linear hochgerechnet: $RT60 = RT30 * 2$ oder $RT60 = RT20 * 3$.

Vorgehensweise:

1.) Bezugscurser (F6-Taste) und Cursor setzen:

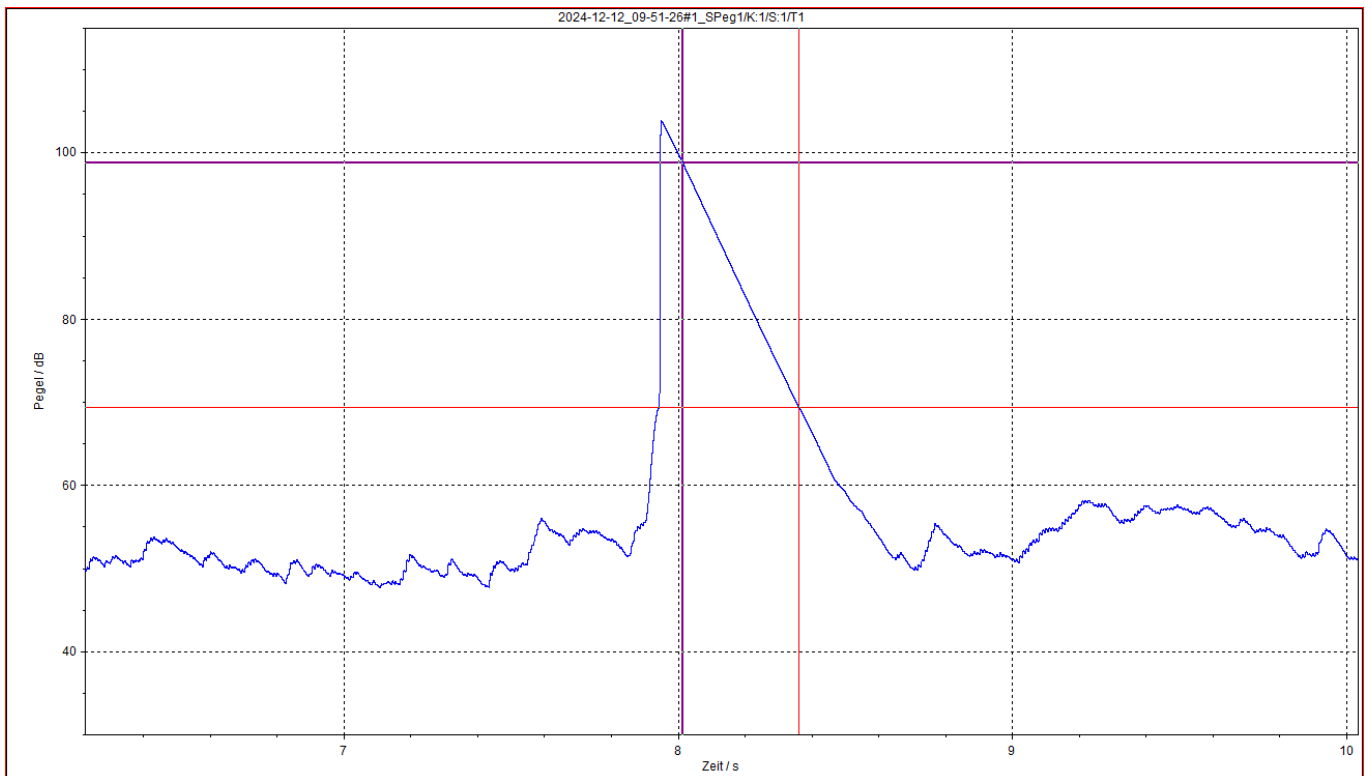


Bild 2.16: RT60 – Ermittlung

Der Bereich sollte so gewählt werden, dass der lineare Teil der Abklingkurve markiert werden kann. Der Amplitudenabstand zwischen größter und kleinster Amplitude im markierten Bereich muss mindestens 20 dB betragen.

2.) Popup-Menü „Nachhallzeit“ aufrufen:

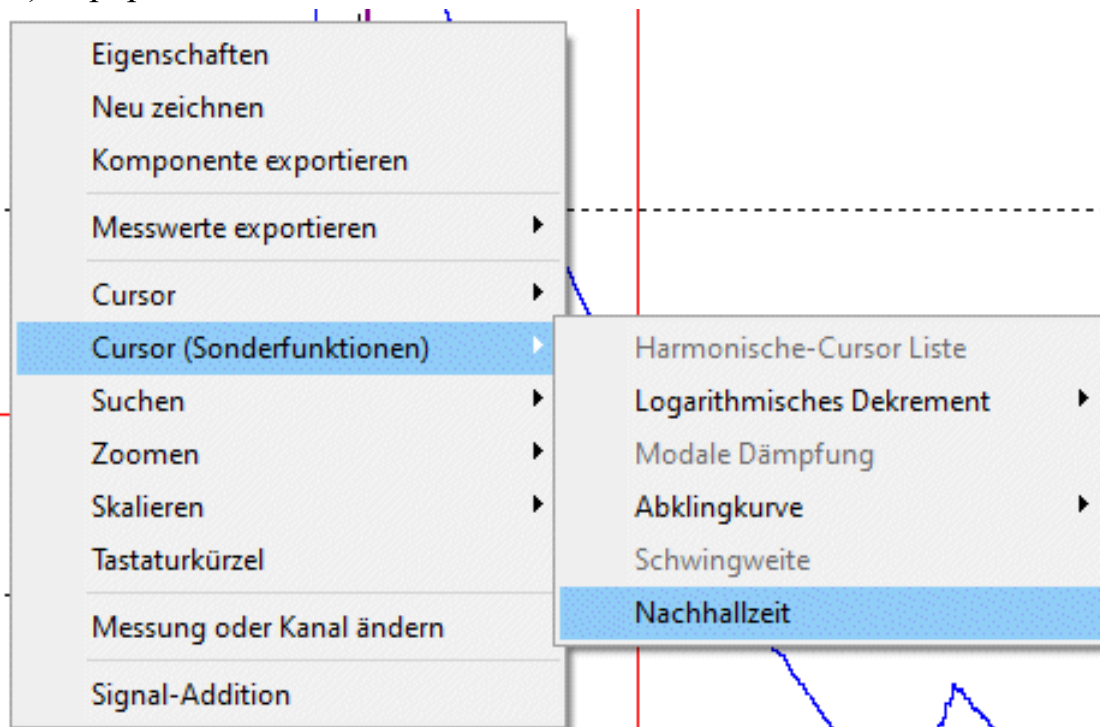


Bild 2.17: Diagramm Popup-Menü

3.) Wahlweise Ausgleichsgerade verwenden:

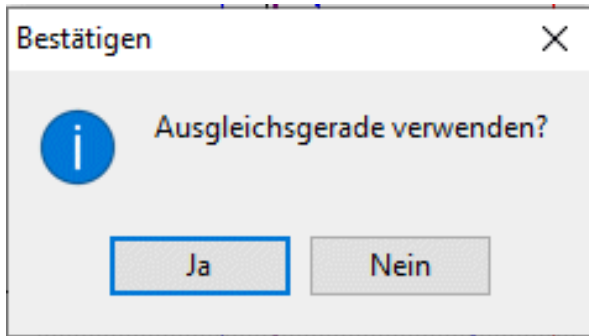


Bild 2.18: Nachhallzeit über Ausgleichsgerade

Über den Fragedialog „Ausgleichsgerade verwenden?“ kann für die Bestimmung der Nachhallzeit vorab eine Ausgleichsgerade berechnet und darüber die Nachhallzeit ermittelt werden. Dies kann bei stark verrauschten Signalen zu besseren Ergebnissen führen.

4.) Ausgabe der Ergebnisse RT20, RT30 und RT60 über Dialoganzeige:

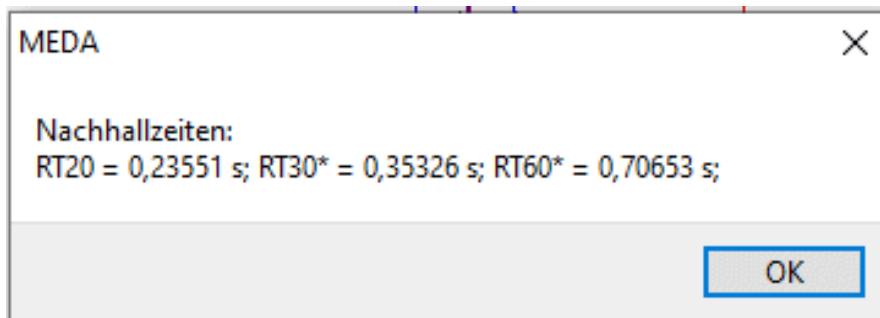


Bild 2.19: Nachhallzeit Ergebnis Dialog

Hier werden die Ergebnisse der RT20, RT30 und RT60 ausgewiesen. Werden die Ergebnisse mit einem „*“ (Stern) markiert, wurden diese Ergebnisse nicht direkt aus der Abklingkurve ermittelt, sondern über die RT20- oder RT30- Werte linear hochgerechnet.

5.) Ergebnisse in der Zwischenablage von Windows:

```
Nachhallzeiten:  
RT20 = 0,23551 s; RT30* = 0,35326 s; RT60* = 0,70653 s;
```

Die Ergebnisse der Nachhallzeiten werden automatisch in die Zwischenablage gelegt.

3 Erweiterungen beim Messdaten bearbeiten

Im Folgenden wollen wir die Änderungen und zusätzlichen Möglichkeiten aufführen, die dem Programm und Ihnen als Anwender in der nachträglichen mathematischen Bearbeitung zu Gute kommen.

3.1 Operation „Oktav-Berechnung“ – Erweiterung

Die Operation „Oktav-Berechnung“ wurde erweitert, so dass auch feinere Frequenzauflösungen der zu berechneten Oktav-Spektren erreicht werden können. Neben dem klassischen Oktav-Spektrum können jetzt auch 1/3-Oktav (Terz), 1/6-Oktav, 1/12-Oktav und 1/24-Oktav Spektren berechnet werden.

Speziell für Diagnosen bzw. Prognosen im Erschütterungsschutz kann es u.U. sinnvoll sein, eine etwas feinere Frequenzauflösung als die Terzbänder zu verwenden (Überhöhung durch Bauteilresonanzen).

Die Operation „Oktav-Berechnung“ wurde hierfür mit einem neuen Parameter „Breite der Bänder“ erweitert.

Parameter [Oktav-Berechnung]

Zeitsignal oder Spektrum
 Zeitsignal Spektrum

Breite der Bänder: 1/24 Oktav

Quelle liegt als Pegel-Spektrum vor

Oktav-Bewertung: LIN-bewertet

Minimale Linienanzahl für Oktavbänder: 5

als Pegel-Spektrum ablegen

0 dB entspricht Bezugsgröße in [EU]: 0,000019999999

dB- Offset (Bezugspegel) in [dB]: 0,000000000000

Bild 3.20: Parameter der Operation "Oktav-Berechnung"

Über das Auswahlfeld „Breite der Bänder“ stehen folgende Auflösungen zur Verfügung:

- **Oktav:** Hierüber wird die Breite der Bänder auf 1/1 Oktav eingestellt und berechnet somit Breitbandspektren wie die Operation „Oktav-Berechnung“ in früheren Versionen.
- **1/3 Oktav (Terz):** Hierüber wird die Breite der Bänder auf 1/3 Oktav eingestellt und berechnet somit Breitbandspektren wie die bestehende Operation „Terz-Berechnung“. Die bestehende Operation „Terz-Berechnung“ wurde aus

Kompatibilitätsgründen belassen und kann weiterhin wie gehabt so verwendet werden.

- **1/6 Oktav:** Hierüber wird die Breite der Bänder auf 1/6 Oktav eingestellt und berechnet somit Breitbandspektren in 1/6 Oktav Auflösung.
- **1/12 Oktav:** Hierüber wird die Breite der Bänder auf 1/12 Oktav eingestellt und berechnet somit Breitbandspektren in 1/12 Oktav Auflösung.
- **1/24 Oktav:** Hierüber wird die Breite der Bänder auf 1/24 Oktav eingestellt und berechnet somit Breitbandspektren in 1/24 Oktav Auflösung.

Die neuen Breitbandspektren können, wie die bestehenden, sowohl aus den Zeitsignalen als auch aus den Schmalband-Spektren berechnet werden.

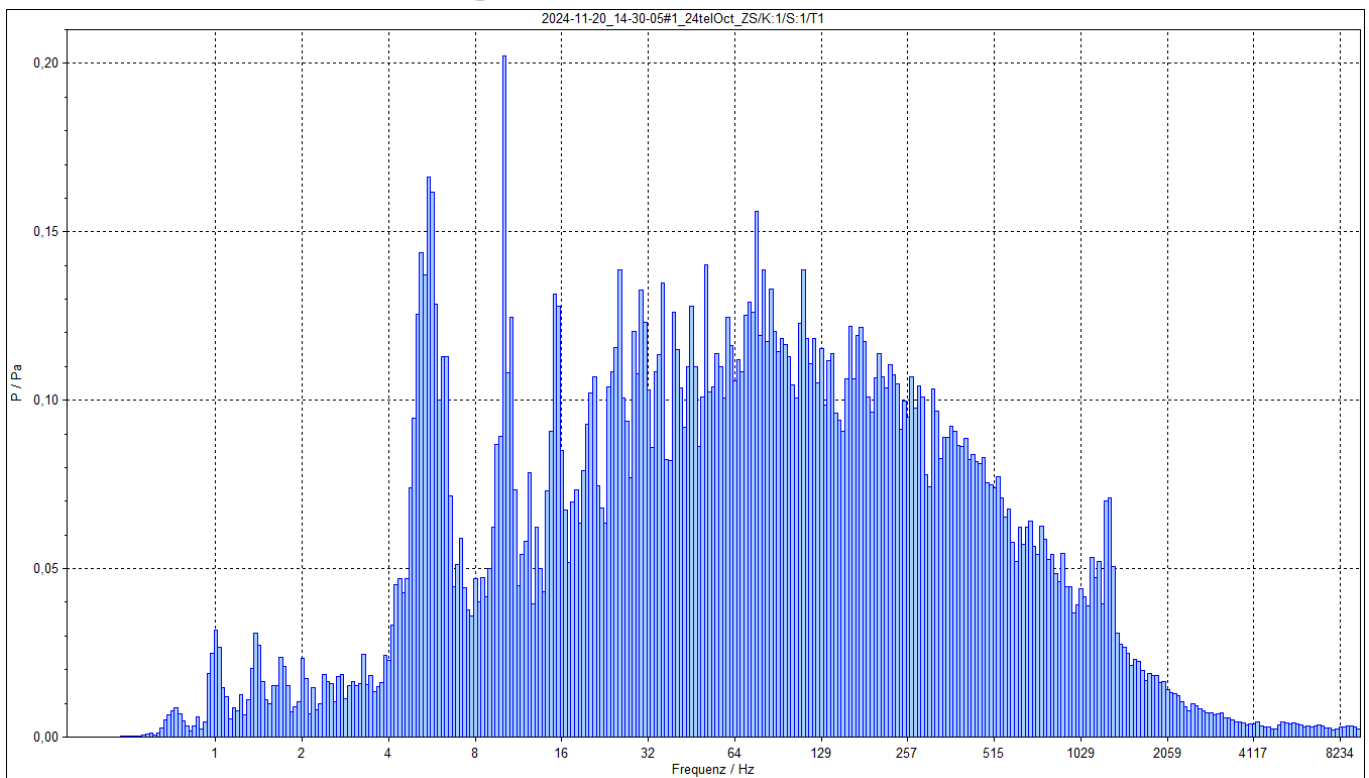


Bild 3.21: 1/24 Oktav Spektrum Diagramm

Im Gegensatz zu den klassischen Oktav- oder Terz-Spektren, bei welchen die angezeigten Bandmittenfrequenzen gerundet werden, werden bei den 1/6-, 1/12- und 1/24-Oktavspektren die berechneten Bandmittenfrequenzen („ f_m und f_g exakt zur Basis 2“) direkt zur Anzeige gebracht.

3.2 Operation „Peakliste“ – Frequenzlisten Erweiterung

Über die Operation „Peakliste“ können Signalspitzen in Zeitverläufen oder Betragsspektren gesucht und in einer Ergebnisliste ausgewiesen werden. Die Operation wurde für Frequenzlisten erweitert. Hierfür kann jetzt auch der Summenwert/-pegel mit ausgewiesen werden. Dieser kann entweder aus dem kompletten Spektrum oder wahlweise aus der Peakliste ermittelt werden.

Parameter [Peakliste]

Zeitsignal oder Spektrum
 Zeitsignal Spektrum

Maximale Anzahl der Peaks: 5

Peaks werden gefunden ab [%]: 3,00

Sortieren der Peaks nach: |X|-Werten

Anzahl der Seitenpeaks: 1

Gesucht wird nach: Spitzen

Vorzeichen der Peaks: Positiv und negativ

Frequenzlisten zeigen auch Phasen an.

Frequenzlisten zeigen auch Summenwert/-pegel an: aus Spektrum

X-Werte von Zeitlisten im Uhrzeit-Format.

Anzahl der Nachkommastellen im Ergebnis: *

Bild 3.22: Parameter der Operation Peakliste

Über die Schaltfläche „Frequenzlisten zeigen auch Summenwert/-pegel an:“ kann die Ausgabe der Summenwerte/-pegel aktiviert/deaktiviert werden.

Über das Auswahlfeld „Frequenzlisten zeigen auch Summenwert/-pegel an:“ kann zwischen 2 Modi ausgewählt werden:

- Aus Spektrum: Die Berechnung des Summenwertes/-pegels wird aus dem kompletten Spektrum durchgeführt.
- Aus Peakliste: Die Berechnung des Summenwertes/-pegels wird aus den Peak Werten der vorliegenden Peakliste durchgeführt.

Peakliste						
Messung	Kanal	Peak#	X-Wert[Hz]	Y-Wert	Dimension	
wmsFtp_E_15008006	1.X/L	Summe		0,0209	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	1.X/L	1	4,9808	0,0046	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	1.X/L	2	5,1273	0,0092	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	1.X/L	3	6,7875	0,0047	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	1.X/L	4	10,2057	0,0042	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	1.X/L	5	10,9382	0,0048	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	2.Y/T	Summe		0,0255	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	2.Y/T	1	8,3501	0,0075	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	2.Y/T	2	8,5943	0,0080	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	2.Y/T	3	8,8384	0,0074	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	2.Y/T	4	9,0826	0,0081	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	2.Y/T	5	9,2779	0,0088	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	3.Z/N	Summe		0,0168	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	3.Z/N	1	12,8914	0,0046	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	3.Z/N	2	13,2332	0,0047	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	3.Z/N	3	15,8701	0,0038	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	3.Z/N	4	16,1631	0,0040	mm/s	
wmsFtp_E_15008006	3.Z/N	5	18,8000	0,0034	mm/s	

Bild 3.23: Ergebnisausgabe der Operation Peakliste

Wird die Ausgabe des Summenwertes/-pegel aktiviert, werden die Zeilen für die „Summe“ für jeden Kanal eingefügt.

3.3 Ergebnis-Liste – Export-Erweiterung JSON

Über die Ergebnis-Listen werden bei einigen Operationen über den „Messdaten bearbeiten“ Dialog Berechnungsergebnisse in Form von Tabellen ausgegeben, wie z.B. mit der Operation „Statistische Größen“. Die Ergebnisanzeige über die Tabelle Typ 2 stellt verschiedene Export-Möglichkeiten zur Verfügung:

- Kopieren als Text in die Zwischenablage
- Kopieren als RTF Text in die Zwischenablage
- WORD Export
- EXCEL Export
- HTML Export
- JSON Export – Neu!

Neu hinzugekommen ist die Möglichkeit, die Texttabelle als JSON-Datei zu exportieren.

Info:

Eine **JSON-Datei** (JavaScript Object Notation) ist ein leichtgewichtiges Datenformat, das häufig für den Datenaustausch zwischen Systemen verwendet wird. JSON ist menschen- und maschinenlesbar. Es ist textbasiert und daher einfach zu erstellen und zu bearbeiten.

Der JSON Export wird über das Popup-Menü der Ergebnis-Liste mit dem Menüeintrag „JSON Export“ durchgeführt.



Bild 3.24: Ergebnis-Liste: Popup-Menü

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "properties": {
    "Title": "Ergebnis der Berechnung",
    "VNr": "1.0"
  },
  "features": {
    "Line 1.1": ["Statistische Größen"],
    "Line 2.1": ["Messung", "Kanal ", "Mittelwert ", "Dimension ", "Sigma "],
    "Line 3.1": ["wmsFtp_E_15008002", " 1", " 0,0000", " mm/s ", " 3,2656",
    "Line 4.1": ["wmsFtp_E_15008002", " 2", " 0,0000", " mm/s ", " 2,1026",
    "Line 5.1": ["wmsFtp_E_15008002", " 3", " 0,0000", " mm/s ", " 0,6203",
    "Line 6.1": ["wmsFtp_E_15008003", " 1", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0390",
    "Line 7.1": ["wmsFtp_E_15008003", " 2", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0481",
    "Line 8.1": ["wmsFtp_E_15008003", " 3", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0489",
    "Line 9.1": ["wmsFtp_E_15008004", " 1", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0433",
    "Line 10.1": ["wmsFtp_E_15008004", " 2", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0557",
    "Line 11.1": ["wmsFtp_E_15008004", " 3", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0755",
    "Line 12.1": ["wmsFtp_E_15008006", " 1", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0610",
    "Line 13.1": ["wmsFtp_E_15008006", " 2", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0513",
    "Line 14.1": ["wmsFtp_E_15008006", " 3", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0410",
    "Line 15.1": ["wmsFtp_E_15008007", " 1", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0446",
    "Line 16.1": ["wmsFtp_E_15008007", " 2", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0383",
    "Line 17.1": ["wmsFtp_E_15008007", " 3", " 0,0000", " mm/s ", " 0,0651",
    "Line 18.1": ["wmsFtp_E_15008008", " 1", " 0,0000", " mm/s ", " 0,2052",
    "Line 19.1": ["wmsFtp_E_15008008", " 2", " 0,0000", " mm/s ", " 0,2560",
    "Line 20.1": ["wmsFtp_E_15008008", " 3", " 0,0000", " mm/s ", " 0,1565",
  ]
}
```

Bild 3.25: Beispiel einer exportierten JSON-Datei

Notizen:

Notizen:

Notizen:

Wölfel Engineering GmbH + Co. KG

Tel: +49/931 49 708 500 – Fax: +49 931 – 49 708 590 – E-Mail: wms@woelfel.de

Dezember 2024 – Änderungen vorbehalten



Was bewegt Wölfel?

Schwingungen, Strukturmechanik und Akustik – das ist die Welt von Wölfel. In dieser Welt sind wir die Experten. Sie ist unser Zuhause. Über 150 Mitarbeiter geben hier täglich ihr Bestes für die Zufriedenheit unserer Kunden. Seit mehr als vier Jahrzehnten unterstützen wir Sie weltweit mit Ingenieurleistungen und Produkten zur Analyse, Prognose und Lösung schwingungs- und schallinduzierter Aufgaben.

Sind Schwingungen wirklich überall? Ja! Darum brauchen wir ebenso vielfältige Lösungen! Ob als Ingenieurdienstleistung, als Produkt oder als Software – für jede Schwingungs- oder Lärmaufgabe gibt es eine spezifische Wölfel-Lösung, wie beispielsweise

- simulationsgestützte Auslegungen von Anlagen und Kraftwerken gegen Erdbeben
- Messungen der Schallemissionen von Windenergieanlagen
- universelle Mess-Systeme für Schall und Erschütterungen
- Lärmschutzgutachten und Schadstoffprognosen
- dynamische Insassen-Simulationen im Automobil und im Flugzeug
- und viele weitere branchenspezifische Wölfel-Lösungen ...

Wölfel-Gruppe

Max-Planck-Straße 15 / 97204 Höchberg

Tel.: +49 931 49708 0 / Fax: +49 931 49708 150

info@woelfel.de / www.woelfel.de

