

Technische Dokumentation

FFT-Analyse-Software BZ-7230
und Option zur
Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231

für die handgehaltenen Analysatoren
Typ 2270 und 2250

Bedienungshandbuch

Brüel & Kjær 

FFT-Analyse-Software BZ-7230 und Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231

**für die handgehaltenen Analysatoren
Typ 2270 und 2250**

Bedienungshandbuch



- Elektronische Geräte nicht als unsortierten Haus-/Restmüll entsorgen
- Sie sind dafür verantwortlich, zu einer sauberen und gesunden Umwelt beizutragen, indem Sie die geeigneten örtlichen Abfallsammelsysteme verwenden
- Gefährliche Substanzen in elektrischen Geräten können schädliche Wirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit haben
- Das Symbol auf der linken Seite zeigt an, dass für die Entsorgung von Geräten, die mit diesem Symbol markiert sind, Abfallsortiersysteme verwendet werden müssen
- Ausgediente elektrische und elektronische Geräte können zur Entsorgung an Ihr Brüel & Kjær Verkaufsbüro oder an den Hauptsitz von Brüel & Kjær rückgesendet werden

Marken

Microsoft, Windows und Excel sind eingetragene Markenzeichen der Microsoft Corporation in den Vereinigten Staaten von Amerika und anderen Ländern.

Pentium ist ein eingetragenes Markenzeichen der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften.

Copyright © 2007 – 2010, Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Handbuchs darf in irgendeiner Form durch bisher bekannte Verfahren vervielfältigt oder verbreitet werden ohne vorherige schriftliche Genehmigung durch Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, Nærum, Dänemark

Inhalt

KAPITEL 1

Einführung	1
1.1 Persönliche Vorbereitung.....	1
1.2 Zusammenfassung des Inhalts.....	1
1.3 In diesem Handbuch verwendete Vereinbarungen.....	2

KAPITEL 2

Erste Schritte	3
2.1 Einführung in die Fourier-Signalanalyse (FFT)	3
2.2 Übersicht.....	7
2.3 Übung – Messung stationärer Signale.....	7

KAPITEL 3

Schwingungsmessungen mit Beschleunigungsaufnehmer	29
3.1 Einführung.....	29
3.2 Konfigurieren des Eingangs.....	34
3.3 Kalibrierung.....	35

KAPITEL 4

Messung stochastischer Signale.....	37
4.1 Stochastische Signale.....	37
4.2 Vorbereitung auf die Messung	37
4.3 Messung	45
4.4 Feineinstellung.....	47

KAPITEL 5

Messung transienter und kontinuierlicher Signale	49
5.1 Transiente Signale	49
5.2 Kontinuierliche Signale	60

KAPITEL 6

Messung deterministischer Signale	63
6.1 Deterministische Signale	63
6.2 Vorbereitung auf die Messung	64
6.3 Bezugsspektren	66
6.4 Toleranzfenster	67

KAPITEL 7

Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231	71
7.1 Allgemein	71
7.2 Einführung in die Tonhaltigkeitsanalyse	72
7.3 Kalibrierung.....	75
7.4 Einrichten des Gerätes	76
7.5 Messung	80

7.6	Ergebnisanzeige	80
7.7	Generierung des Tons am Cursor	85
7.8	Aufrufen gespeicherter Messungen	86

KAPITEL 8

Technische Daten	87
-------------------------------	-----------

ANHANG A

Setup-Parameter	99
A.1 Eingangsparemeter.....	99
A.2 Frequenzbewertungen.....	101
A.3 Parameter zur Frequenzeinstellung.....	102
A.4 Mess-Steuerungsparameter	103
A.5 Trigger- und Tachoparameter	104
A.6 Toleranzfenster-Parameter	105
A.7 Einheitenbezogene Parameter	107
A.8 Aufzeichnungsparameter	108
A.9 Parameter für das Signal an der Ausgangsbuchse	111
A.10 Parameter der Tonhaltigkeitsanalyse	112
A.11 Parameter für Ton am Cursor	112

ANHANG B

Messparameter	113
B.1 Gesamtmessung.....	114

ANHANG C

Glossar	119
C.1 FFT-Parameter	119
C.2 Parameter der Tonhaltigkeitsanalyse	120

INDEX	121
--------------------	------------

Kapitel 1

Einführung

1.1 Persönliche Vorbereitung

Die FFT-Analyse-Software BZ-7230 und die Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231 sind zwei der zahlreichen Anwendungsmodule für die handgehaltenen Analysatoren 2270 und 2250.

Wenn Ihnen der 2270 oder 2250 noch nicht vertraut ist, empfehlen wir Ihnen dringend, das Bedienungshandbuch für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2250 und 2270 zu studieren, bevor Sie dieses Handbuch lesen. Dies wird Ihnen helfen, das Plattformkonzept zu verstehen und auf welche Weise sich die Softwaremodule BZ-7230 und BZ-7231 in das Produktprogramm einreihen. Sie werden auch einige Begriffe kennenlernen, die für handgehaltene Analysatoren allgemein gelten und im vorliegenden Handbuch vorkommen.

Dieses Handbuch beschreibt, wie man den handgehaltenen Analysator für FFT-Messungen einrichtet, die Messung durchführt und die Ergebnisse betrachtet. Alle Funktionen, die nicht unmittelbar mit BZ-7230 und BZ-7231 in Verbindung stehen, finden Sie im Bedienungshandbuch für Typ 2270 und 2250 (BE 1726).

Dieses Handbuch setzt voraus, dass Sie mit den Grundlagen der Schallmessung mit einem Mikrofon und einem Schallpegelmesser/-analysator vertraut sind.

1.2 Zusammenfassung des Inhalts

- **Kapitel 1 – Einführung**
- **Kapitel 2 – Erste Schritte:** allgemeine Beschreibung der FFT-Signalanalyse, gefolgt von einer Anleitung, die schrittweise erläutert, wie man mit der FFT-Analyse-Software BZ-7230 (zusammen mit dem handgehaltenen Analysator) FFT-Messungen durchführt
- **Kapitel 3 – Schwingungsmessungen mit Beschleunigungsaufnehmern:** Anleitung zur Auswahl und Montage des Beschleunigungsaufnehmers, Konfiguration des Geräteeingangs für Schwingungsmessungen und Informationen zur Kalibrierung
- **Kapitel 4 – Messung stochastischer Signale:** kurze Beschreibung stochastischer Signale (mit Beispielen), Vorbereitung und Durchführung der Messung sowie Feineinstellung

- **Kapitel 5 – Messung transienter und kontinuierlicher Signale:** kurze Beschreibung transienter und kontinuierlicher Signale (mit Beispielen), Vorbereitung und Durchführung der Messung
- **Kapitel 6 – Messung deterministischer Signale:** kurze Beschreibung deterministischer Signale (mit Beispielen), Vorbereitung und Durchführung der Messung, Verwendung von Bezugsspektren und Toleranzfenstern
- **Kapitel 7 – Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231:** Beschreibung der Vorgehensweise bei der Bewertung der Tonhaltigkeit auf der Basis von FFT-Spektren und allgemeine Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung der Messungen mit dem handgehaltenen Analysator sowie zum Betrachten und Abrufen der Messergebnisse
- **Kapitel 8 – Technische Daten:** technische Daten der FFT-Analyse-Software BZ-7230 und der Software zur FFT-basierten Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231
- **Anhang A – Setupparameter:** Liste und Erläuterung der verschiedenen Parameter, die für FFT-Messungen gewählt werden können
- **Anhang B – Messparameter:** Liste der verschiedenen Parameter, die zum Betrachten von FFT-Messungen gewählt werden können
- **Anhang C – Glossar:** enthält eine Beschreibung der Parameter bei der FFT- und Tonhaltigkeitsanalyse und ist eine Fortsetzung des Glossars im Bedienungshandbuch für die handgehaltenen Analysatoren 2270 und 2250
- **Index**

1.3 In diesem Handbuch verwendete Vereinbarungen

Anleitungen und Beschreibungen, die sich auf die Bedientasten des handgehaltenen Analysators beziehen, werden mit den Tastensymbolen gezeigt, wie sie auf dem Gerät erscheinen. (Eine Liste der Bedientastensymbole und ihrer Funktionen finden Sie im Bedienungshandbuch für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2250 und 2270, BE 1726, Kapitel 2.)

Auf dem Display verwendete Menüelemente und Tasten/Register

Durch fette Schrift angezeigt (z.B. in der Liste der Optionen **Kalibrierung** wählen).

Parametertext auf dem Display

Parameter, Anleitungen und Beschreibungen auf dem Display werden durch kursive Schrift angezeigt (z.B. *Messbetriebsart*).

Pfadangaben

In Großbuchstaben angegeben (z.B. SETUP\BZ7230\).

Kapitel 2

Erste Schritte

Dieses Kapitel beginnt mit einer Einführung in die FFT-Signalanalyse, um Ihnen einen Einblick in die bei derartigen Messungen verwendeten Verfahren und Begriffe zu geben. Dies ist besonders nützlich für Neueinsteiger und kann Anwendern, die mit diesen Messungen vertraut sind, als Auffrischung dienen. Es folgt eine Übersicht über die Messanzeige einer typischen FFT-Messung.

Der Rest des Kapitels ist als Anleitung gestaltet, um sich mit den wichtigsten Funktionen der FFT-Analyse-Software BZ-7230 vertraut zu machen. Als Beispiel wurden Messungen an einem stationären Signal gewählt. Für Informationen zu FFT-Messungen an anderen Signaltypen, beispielsweise stochastische oder transiente Signale, schlagen Sie bitte im betreffenden Kapitel nach (siehe Inhaltsverzeichnis).

2.1 Einführung in die Fourier-Signalanalyse (FFT)

Bei der Frequenzanalyse geht es darum, ein komplexes Signal in seine verschiedenen Frequenzanteile zu zerlegen. Dies erfordert, dass der Messtechniker die Parameter der Frequenzanalyse versteht und die Ergebnisse der Spektrummessungen interpretieren kann.

2.1.1 Konstante Bandbreite oder konstante relative Bandbreite?

Für die Spektrumanalyse werden hauptsächlich zwei Messtechniken verwendet: Analyse mit konstanter Bandbreite (CB) und mit konstanter relativer Bandbreite (CPB). CPB-Analyse kann für analoge oder digitale Signalverarbeitung angewendet werden, während CB-Analyse in der Regel bei der digitalen FFT-Messtechnik (Fast Fourier-Transformation) angewendet wird.

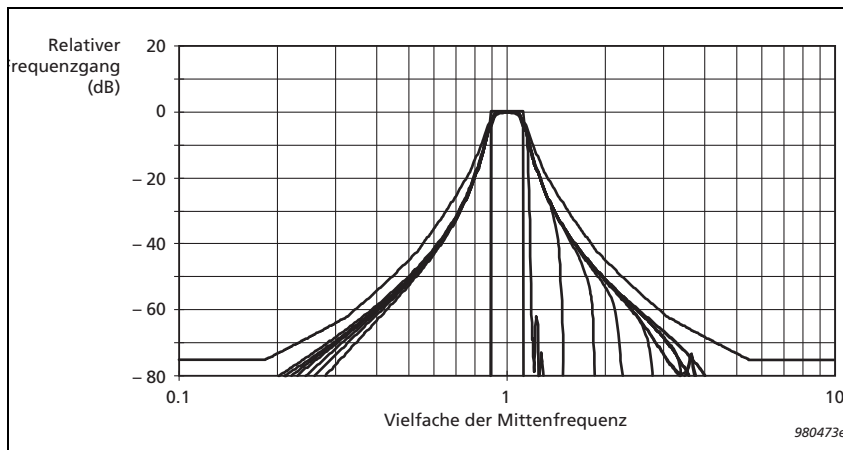
Analyse mit konstanter relativer Bandbreite

Bei der Frequenzanalyse von Schall, gelegentlich auch von Schwingungen, ist es üblich, Filter mit konstanter relativer Bandbreite (CPB) zu verwenden. Dabei kann es sich um Bandpassfilter in Terzen (ca. 21%) oder Oktaven (ca. 70%) handeln. CPB-Analysatoren werden deshalb auch als Terz- oder Oktavanalysatoren bezeichnet. Die konstante relative Bandbreite entspricht der menschlichen Schallwahrnehmung. Die Filter sind in internationalen Normen definiert und sichern konsistente Ergebnisse.

Frequenzanalyse mit konstanter relativer Bandbreite ist für Messungen mit logarithmischer Frequenzskala und in Oktavbändern geeignet, beispielsweise für akustische und Humanschwingungsmessungen oder für Qualitätskontrollmessungen an rotierenden Maschinen, die den Vergleich von Spektren erfordern, wobei die Betriebsdrehzahl geringfügig schwanken kann.

Abb.2.1 zeigt die in der Frequenzanalyse-Software BZ-7223 verwendeten Terzfilter des handgehaltenen Analysators. Sie besitzen alle annähernd dieselbe Form bezogen auf ihre jeweilige Mittenfrequenz.

Abb.2.1 Form der Terzbandfilter (von 0 bis –80 dB). Die innere und äußere Kurve zeigen die Grenzen nach IEC 61260



Eine CPB-Analyse in Echtzeit ist durch einen kontinuierlichen Ergebnisstrom gekennzeichnet, wobei die Mittelung exponentiell (z.B. Fast oder Slow) oder linear (L_{eq}) gesteuert wird. Mit dem Softwaremodul BZ-7223 können Typ 2270 und 2250 Terz- und Oktavbandanalyse in Echtzeit mit gleichzeitiger linearer und exponentieller Mittelung ausführen.

Analyse mit konstanter absoluter Bandbreite

Die FFT-Analyse-Software BZ-7230 führt Analysen mit konstanter absoluter Bandbreite mit Hilfe des FFT-Algorithmus aus. Hierbei sind die Filter gleichmäßig auf einer linearen Frequenzachse verteilt, wobei jedes Filter eine konstante Bandbreite abdeckt. Damit ist FFT ein Analyseverfahren mit konstanter absoluter Bandbreite.

Die FFT-Analyse ist dadurch gekennzeichnet, dass sie Ergebnisse 'schrittweise' aus Zeitblöcken (Aufzeichnungen) erfasster Messwerte berechnet. Mit modernen Digitalprozessoren und Überlappung der Datenblöcke erscheint die FFT-Analyse jedoch beinahe so kontinuierlich wie CPB-Messungen.

Das andere Kennzeichen der FFT-Analyse ist die schmale Bandbreite bezogen auf den gemessenen Frequenzbereich. Deshalb wird der FFT-Analysator auch als Schmalband-Frequenzanalysator bezeichnet. Schmalbandanalysatoren werden häufig eingesetzt, um die Eigenschaften stationärer Signale wie Resonanzfrequenzen und Harmonische von

Rotationsfrequenzen zu ermitteln. Die konstante Bandbreite ist optimal zur Identifizierung der Harmonischen und Seitenbandkomponenten eines Signals, wenn diese auf der linearen Frequenzachse dargestellt werden.

Mit der FFT-Analyse-Software BZ-7230 wird eine gezoomte Version der FFT-Analyse ausgeführt, bei der man das Basisband erhält, indem man die Mittenfrequenz auf den halben Frequenzbereich setzt. Wenn eine der Analyselinien 0 Hz erreicht, wird sie von der Software nicht angezeigt (weil die Hardware nicht bis auf DC hinuntergeht).

Bei modernen Frequenzanalysatoren kann der Anwender den Frequenzbereich und die Anzahl der Schmalbandfilter (oder Analyselinien) wählen. Bei der FFT-Analyse-Software des handgehaltenen Analysators können Sie Frequenzbereiche von 100 Hz bis 20000 Hz in einer 1-2-5-Sequenz wählen, während die Anzahl der Linien von 100 bis 6400 in einer binären Sequenz gewählt wird. Wenn man den Frequenzbereich durch die Anzahl der Linien dividiert, erhält man die Auflösung der Spektrumanalyse. Tabelle 2.1 zeigt die möglichen Frequenzauflösungen mit FFT-Analyse-Software BZ-7230

Tabelle 2.1 Mögliche Frequenzauflösungen mit FFT-Analyse-Software BZ-7230

		Frequenzauflösung (Hz)							
		100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000
Anzahl Linien	100	1	2	5	10	20	50	100	200
	200	0.5	1	2.5	5	10	25	50	100
	400	0.25	0.5	1.25	2.5	5	12.5	25	50
	800	0.125	0.25	0.625	1.25	2.5	6.25	12.5	25
	1600	0.0625	0.125	0.3125	0.625	1.25	3.125	6.25	12.5
	3200	0.03125	0.0625	0.15625	0.3125	0.625	1.5625	3.125	6.25
	6400	0.015625	0.03125	0.078125	0.15625	0.3125	0.78125	1.5625	3.125

Hinweis: Die Rauschbandbreite (Noise Bandwidth, NBW) ist gleich der Frequenzauflösung für das Rechteck-Fenster. Bei Hanning-Bewertung beträgt die NBW der Filter 1,5 x Frequenzauflösung. Die Aufzeichnungslänge ist $1/\text{Frequenzauflösung}$

Die Auflösung bestimmt auch, wie lange der Analysator braucht, um einen Datenblock zu erfassen. Diese Zeit, die Aufzeichnungslänge, ist gleich dem reziproken Wert der Auflösung. Das heißt, bei einer Auflösung von 5 Hz beträgt die Aufzeichnungslänge 0,20 Sekunden.

Beachten Sie, dass bei schmalerer Auflösung die Aufzeichnungslänge zunimmt. Dies kann bedeuten, dass der Analysator langsamer reagiert. Wählt man beispielsweise eine Frequenzspanne von 100 Hz mit 6400 Linien für die Analyse, beträgt die Aufzeichnungslänge mehr als eine Minute! ($1/0,015625 = 64$ Sekunden). Bei kontinuierlichen Signalen wird eine Überlappung der Zeitsignalaufzeichnungen von 67% verwendet, so dass die nächste Aktualisierung des Frequenzspektrums bereits 22 Sekunden später erfolgt.

Bei kontinuierlichen Signalen wird das aufgezeichnete Zeitsignal durch ein Zeitfenster geformt, um die am Anfang und Ende der einzelnen Zeitaufzeichnung entstehenden Transienten zu reduzieren. Diese Signalformung wird als „Hanning-Fenster“ bezeichnet. Die Überlappung von 67% ist auf das Hanning-Fenster abgestimmt, so dass keine Zeitsignaldaten verlorengehen.

Alle Zeitsignaldaten werden gleichmäßig bewertet. Wenn als Signaltyp „transient“ gewählt wird (das heißt, die Signallänge ist kürzer als die Aufzeichnungslänge), ist keine Signalformung oder Überlappung erforderlich, und der Fenstertyp kehrt zu „Rechteck“ zurück.

Eine Nebenwirkung der Hanning-Bewertung besteht darin, dass die Rauschbandbreite^a der Filter gezwungenermaßen größer als der Linienabstand der Analyse wird. Normalerweise ist dies für den Anwender von geringer Bedeutung. Wenn jedoch die Pegel verschiedener Filter aufsummiert werden (z.B. wenn ein Gesamtpegel oder Delta-Cursor-Gesamtpegel angezeigt wird), wird dieser Zuwachs der Filterrauschbandbreite um 50% automatisch korrigiert.

Um zeitliche Schwankungen im Signal zu mitteln, wird entweder lineare oder exponentielle Spektrenmittelung verwendet.

Bei linearer Mittelung werden alle gemittelten Spektren gleichmäßig bewertet. Der Anwender legt fest, wie viele Spektren in die lineare Mittelung einbezogen werden sollen, und wenn diese Anzahl Spektren gemittelt worden ist, ist die Messung abgeschlossen.

Bei exponentieller Mittelung werden alle Spektren anhand ihrer Reihenfolge gemittelt – das zuletzt erfasste Spektrum erhält das größte Gewicht, während frühere Spektren weniger stark ins Gewicht fallen (exponentielle Abnahme). Die exponentielle Mittelung wird unbegrenzt fortgesetzt, bis sie vom Anwender gestoppt wird. Sie eignet sich besonders für die Analyse nichtstationärer Signale oder für orientierende Messungen, um potenzielle Messpositionen festzulegen.

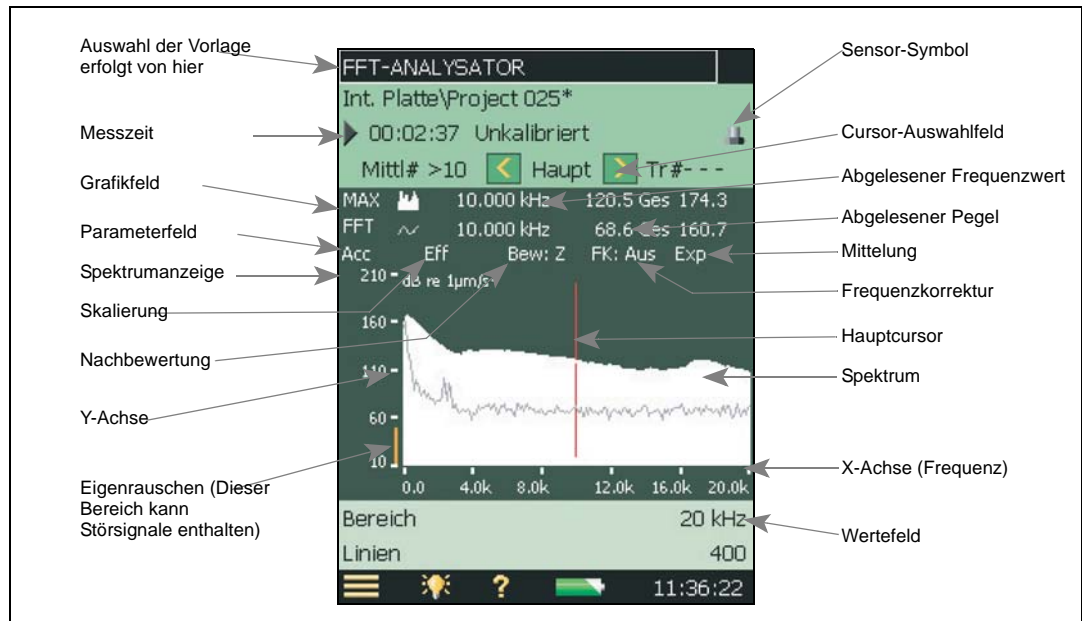
Die FFT-Analyse-Software BZ-7230 bietet auch eine Max-Halten-Anzeige (manchmal als Peak-Mittelung bezeichnet), mit der sich während der Messung die Maximalwerte in den einzelnen Frequenzbändern erfassen lassen.

a. Die Rauschbandbreite (NBW) ist die Bandbreite eines idealen (kastenförmigen) Filters, das dieselbe Rauschleistung hindurchlässt.

2.2 Übersicht

Abb.2.2 zeigt eine Übersicht der Messanzeige. Als aktueller Sensor wurde der Beschleunigungsaufnehmer Typ 4397-A ausgewählt.

Abb.2.2 Typische FFT-Spektrenanzeige mit den verschiedenen Feldern



2.3 Übung – Messung stationärer Signale

Zum Durcharbeiten dieses Übungsbeispiels brauchen Sie folgende Ausrüstung:

Handgehaltener Analysator Typ 2270 oder 2250 mit:

- Mikrofon Typ 4189
- Beschleunigungsaufnehmer Typ 4397-A
- Schallkalibrator Typ 4231
- Schwingungskalibrator Typ 4294
- Ohrhörer HT-0015 oder äquivalente

Diese Anleitung erläutert Schritt für Schritt, wie FFT-Messungen an einer stationären Signalquelle durchgeführt werden, und demonstriert dabei die wichtigsten Funktionen von BZ-7230.

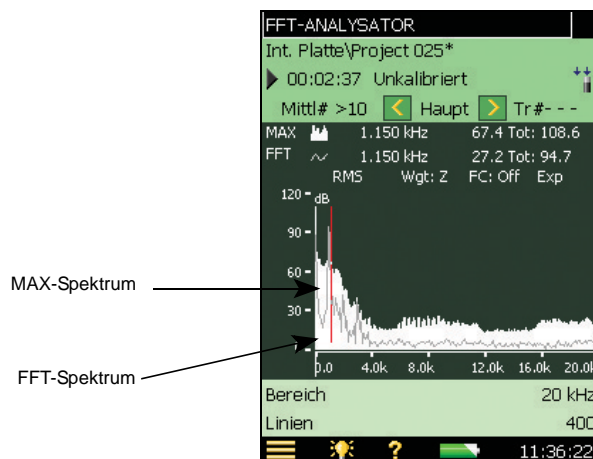
Hinweis: Wenn Sie die Schallaufzeichnungs-Option BZ-7226 nicht installiert haben, überspringen Sie bitte Abschnitt 2.3.7.

- 1) Bringen Sie das mitgelieferte Mikrofon am handgehaltenen Analysator an.
- 2) Schalten Sie den Analysator ein

- 3) Wählen Sie die Projektvorlage **FFT-ANALYSATOR**.
- 4) Stecken Sie den Schallkalibrator Typ 4231 auf und schalten Sie ihn ein.
- 5) Drücken Sie **Start/Pause** (⏸), um mit der Messung zu beginnen.
- 6) Beobachten Sie das Spektrum.
- 7) Verschieben Sie den Cursor mit dem Griffel zu einer anderen Linie.
- 8) Beobachten Sie die Spektren und die abgelesenen Werte (siehe Abb. 2.3).

Abb. 2.3

FFT- und MAX-Spektren
werden während der
Messung auf dem Display
angezeigt



2.3.1 Frequenzkorrektur

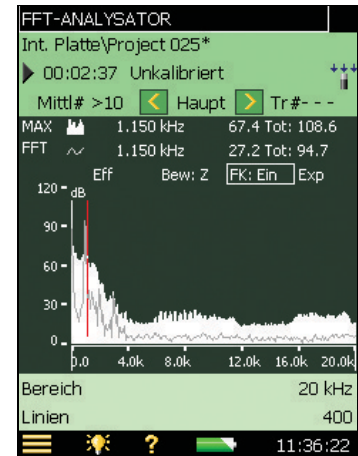
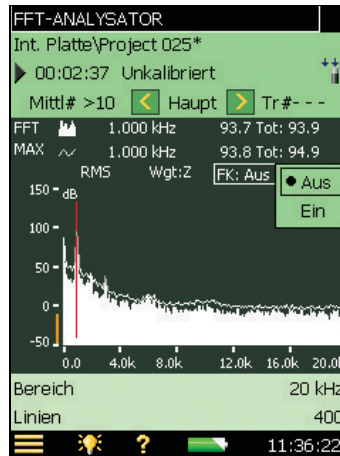
Damit ein einzelner Ton korrekt gemessen werden kann, muss er exakt mit der Frequenz einer Linie im FFT-Spektrum übereinstimmen. In der Praxis liegen Töne zwischen zwei Linien und ihre Energie ist über diese beiden Linien verteilt.

Mit der Option „Frequenzkorrektur“ werden die benachbarten FFT-Linien zu beiden Seiten eines Energiepeaks analysiert und ermittelt, wo der tatsächliche Energiepeak liegt (mit einer Genauigkeit, die ca. 10-mal größer als der Abstand der FFT-Linien ist) sowie der zugehörige Pegel bestimmt. Die Frequenzkorrektur steht für abgelesene Haupt- sowie Zusatzcursorwerte zur Verfügung, jedoch nur für Spektren, die mit Hanning-Zeitfenstern gemessen wurden.

- 9) Wählen Sie im Cursor-Auswahlfeld *Auto-Peak*.
- 10) Beobachten Sie die Frequenz- und Pegelwerte.
- 11) Aktivieren Sie die Frequenzkorrektur, indem Sie auf der Spektrumanzeige direkt auf *FK:Aus* tippen (siehe Abb. 2.4) und anschließend im Dropdown-Menü **Ein** wählen.

Abb.2.4

Einstellen der
Frequenzkorrektur:
Links: davor
Rechts: danach



- 12) Beobachten Sie die korrigierten Werte für Frequenz und Pegel. (Wenn eine Frequenz oder Amplitude korrigiert wurde, wird ihr ein 'c' vorangestellt, siehe Abb. 2.4.)

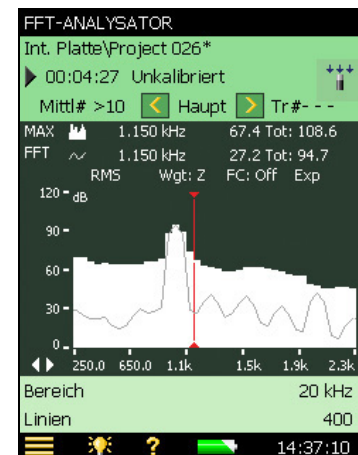
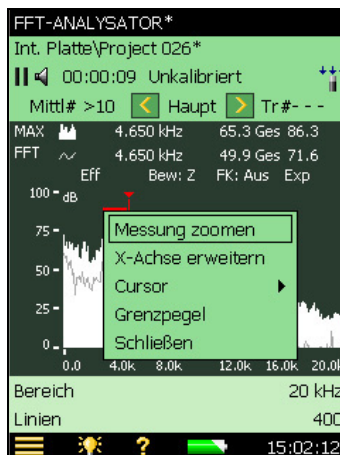
2.3.2 Erweitern der X-Achse

Der handgehaltene Analysator mit BZ-7230 kann FFT-Spektren mit einer Auflösung bis zu 6400 Linien messen. Da es jedoch unmöglich ist, eine Auflösung von 6400 Pixeln auf dem Display darzustellen, enthalten die einzelnen Linien auf der Standardanzeige jeweils mehr als einen Messwert (die Amplitude der angezeigten Linie wird durch das Maximum der zugrundeliegenden FFT-Linien bestimmt). Durch Erweitern der X-Achse können Sie einen bestimmten Bereich auf dem Display näher betrachten, um genauere Einzelheiten zu sehen.

- 13) Tippen und halten Sie den Griffel auf der Spektrumanzeige links vom Kalibrierton, ziehen Sie ihn dann durch den Kalibrierton an eine Position auf der anderen Seite und lassen Sie ihn los. (Wird als 'Ziehen und Loslassen' bezeichnet.) Siehe Abb. 2.5.

Abb.2.5

Erweitern der X-Achse:
Links: davor
Rechts: danach



14) Wählen Sie **X-Achse erweitern** im Dropdown-Menü.

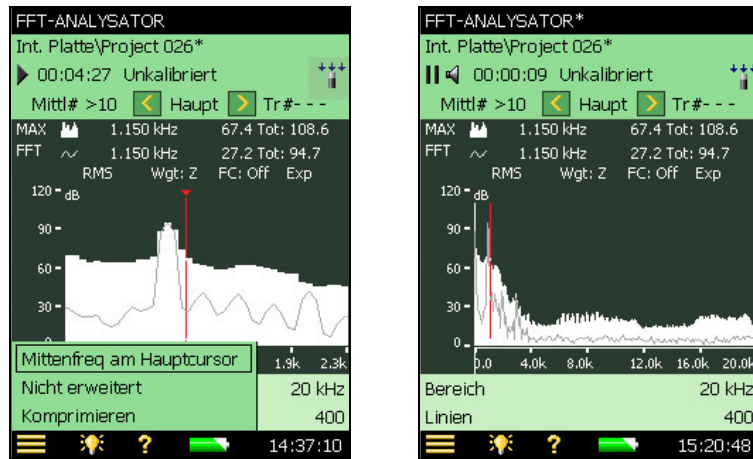
15) Beobachten Sie die Spektren und die Frequenzachse.

Hinweis: Die Frequenzachse zeigt jetzt einen schmaleren Frequenzausschnitt und das Spektrum auf dem Display wird in einer höheren Auflösung angezeigt. Sie können die Anzeige erweitern, bis nur noch 20 FFT-Linien angezeigt werden.

16) Tippen Sie mit dem Griffel die Frequenzachse an. Wählen Sie **Nicht erweitert** im Dropdown-Menü, siehe Abb. 2.6.

Abb. 2.6

Ausführen von
'Nicht erweitert':
Links: davor
Rechts: danach



17) Beobachten Sie die Spektren und die Frequenzachse.

Hinweis: Jetzt zeigt die Frequenzachse wieder den vollen Frequenzbereich (0 Hz bis 20 kHz) und das Spektrum wird wieder mit der Standardauflösung angezeigt.

2.3.3 Einzoomen

Der Standard-Frequenzbereich der FFT-Analyse-Software BZ-7230 ist 20 kHz, mit einer Mittenfrequenz von 10 kHz. Mit der Zoomfunktion wird diese Frequenzspanne geändert, um eine detailliertere FFT-Analyse eines schmalen Frequenzbandes zu erhalten. Im Gegensatz zur „Erweiterung“ wird mit der Zoomfunktion geändert, welche Frequenzen in die FFT-Analyse einbezogen werden (die Erweiterung der X-Achse ist eine reine Anzeigefunktion). Die Zoomfunktion wird entweder durch Ziehen und Loslassen auf dem Spektrum aktiviert (als grafische Methode zum Einzoomen auf einen interessierenden Bereich) oder im Setup (damit lassen sich Frequenzbereich und Mittenfrequenz präzise konfigurieren).

18) Verwenden Sie den Griffel zum Ziehen und Loslassen über den Kalibratorton.

19) Wählen Sie **Messung zoomen** im Dropdown-Menü, siehe Abb. 2.7.

Abb.2.7

Links: Spektrum vor dem
'Zoomen'
Rechts: Meldungsfeld zum
Rücksetzen der Messung



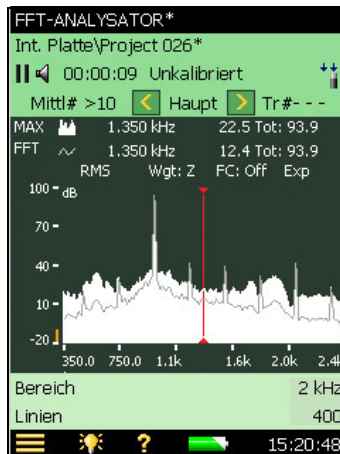
- 20) Bei laufender oder pausierter Messung wird ein Meldungsfeld angezeigt, siehe Abb.2.7. Tippen Sie **OK** an, um die Messung zurückzusetzen. Dies ist erforderlich, weil die FFT-Analyse neu gestartet wird. Drücken Sie **Start/Pause** (⏮), um die Messung neu zu starten.

- 21) Beobachten Sie die Spektren und die Frequenzachse, siehe Abb.2.8.

Hinweis: Die Achse zeigt jetzt einen neuen Bereich und eine neue Mittenfrequenz.

Abb.2.8

Spektrum nach dem
'Zoomen'

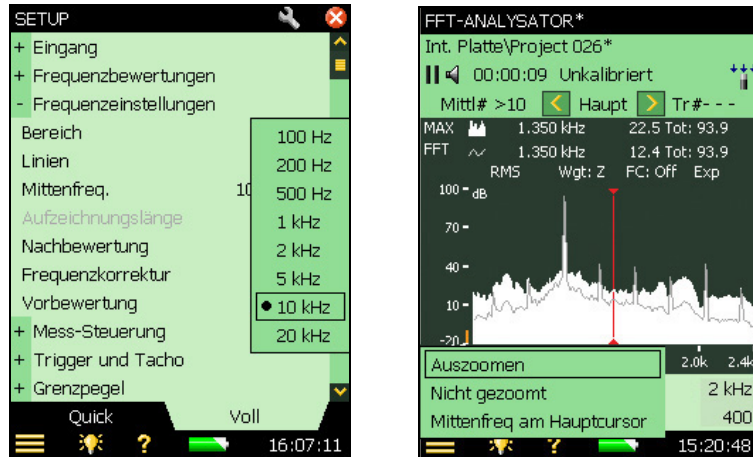


- 22) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol (☰) an und wählen Sie **Setup** in der Liste.
- 23) Im Setupregister **Quick** finden Sie unter Frequenzeinstellungen die *Mittenfrequenz* und den *Bereich*.
- 24) Ändern Sie den Frequenzbereich zu 20kHz, siehe Abb.2.9. Dann wird die Mittenfrequenz automatisch auf 10 kHz gesetzt.

Hinweis: Zum Auszoomen kann man auch die Frequenzachse antippen und im Dropdown-Menü **Nicht gezoomt** wählen, siehe Abb. 2.9.

Abb.2.9

Links: Dropdown-Liste mit wählbaren Frequenzbereichen
 Rechts: Andere Möglichkeit zum Auszoomen



25) Kehren Sie zur Messanzeige zurück.

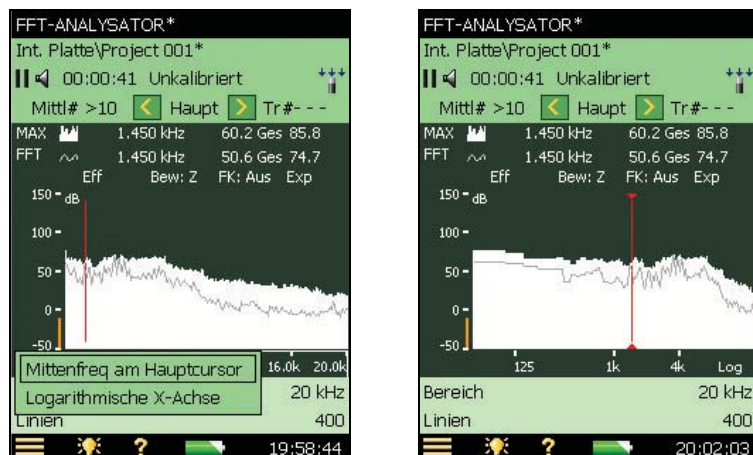
26) Beobachten Sie das Spektrum und die Frequenzachse.

Hinweis: Die Frequenzachse zeigt jetzt wieder den vollen Bereich von 0 Hz bis 20 kHz und die Messung wurde erneut gestartet.

27) Anstelle einer linearen X-Achse (Frequenzachse) können Sie eine logarithmische X-Achse wählen, indem Sie die Frequenzachse antippen und **Logarithmische X-Achse** wählen – siehe Abb. 2.10. Eine logarithmische X-Achse kann bei Schallmessungen nützlich sein. Durch erneutes Antippen der Frequenzachse wird wieder die lineare X-Achse gewählt.

Abb.2.10

Links: Dropdown-Liste mit der Option für logarithmische X-Achse
 Rechts: Anzeige der logarithmischen X-Achse



2.3.4 Mittlung

Die bisher verwendete exponentielle Mittlung wird in der Regel gewählt, um das interessierende Signal mit Hilfe der Setup-, Zoom- und Anzeigefunktionen zu finden. Für eindeutige Messungen stationärer Signale sollten Sie auf lineare Mittlung umschalten. Bei getriggerten Messungen ist automatisch *Lineare* Mittlung eingestellt. *Exponentiell* kann nicht gewählt werden.

- 28) Wählen Sie *Lineare* Mittlung, indem Sie einfach Exp auf der Messanzeige antippen, siehe Abb. 2.11.

Abb. 2.11

Links: Lineare Mittlung
direkt eingestellt
Rechts: Lineare Mittlung
im Setup-Menü eingestellt



- 29) Bei laufender oder pausierter Messung wird ein Meldungsfeld wie in Abb. 2.7 angezeigt. Tippen Sie **OK** an, um die Messung zurückzusetzen. Dies ist erforderlich, weil die FFT-Analyse neu gestartet wird. Drücken Sie **Start/Pause** (⏮), um die Messung neu zu starten (nicht erforderlich, wenn eine Messung mit exponentielle Mittlung lief).
- 30) Beobachten Sie das Spektrum, die angezeigte Anzahl der Mittelungen und die verstrichene Zeit. Beobachten Sie, wie die Messung automatisch in den Pausenzustand **||** geht, wenn die vorgewählte Anzahl Mittelungen erreicht wurde (Standardeinstellung ist 10 Mittelungen).
- 31) Sie können die Mittlung auch im Setup wählen, siehe Abb. 2.11.
- 32) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol (☰) an und wählen Sie **Setup** in der Liste. Gehen Sie im Setup im Register **Quick** unter Mess-Steuerung zu # *Gemittl. Spektren* und ändern Sie den Wert zu 20.
- 33) Kehren Sie zur Messanzeige zurück.
- 34) Drücken Sie **Start/Pause** (⏮), um die Messung fortzusetzen.
- 35) Beobachten Sie das Spektrum, die angezeigte Anzahl der Mittelungen und die verstrichene Zeit.

Hinweis: Die Messung wird mit weiteren 20 Mittelungen fortgesetzt. Damit beträgt die

Gesamtzahl der Mittelungen bei Ihrer Messung jetzt 30.

- 36) Um wieder eine unbegrenzt fortlaufende Messung zu wählen, kehren Sie zur *exponentiellen* Mittelung zurück, indem Sie einfach Lin auf der Messanzeige antippen.

2.3.5 Cursor

Die FFT-Analyse-Software BZ-7230 stellt für verschiedenartige Messungen eine Auswahl von Cursorsen bereit. Bis jetzt haben Sie ausschließlich den Hauptcursor verwendet, mit dem die Daten einer einzelnen Linie abgelesen werden. Jetzt werden Sie verschiedene Zusatzcursor kennenlernen: Delta-, Bezugs-, Harmonischen- und symmetrischen Delta-Cursor, sowie die Auto-Peak-Funktion.

Delta-Cursor




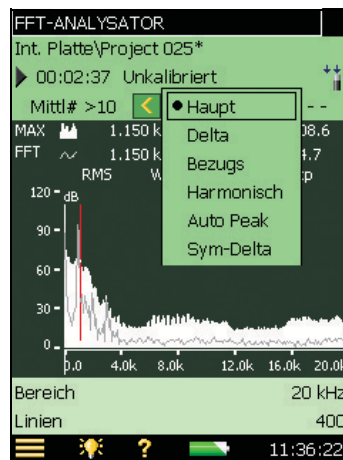




- 37) Tippen Sie mit dem Griffel das Cursor-Auswahlfeld an (zwischen  und ). Wählen Sie **Delta** in der Dropdown-Liste für die Cursorauswahl.
- 38) Gehen Sie mit  abwärts, bis der Hauptcursor aktiviert wird.

Abb.2.12

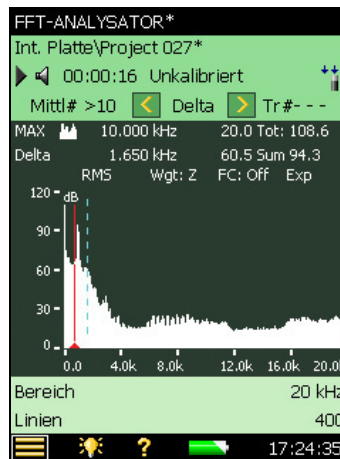
Das Dropdown-Menü zur Cursorauswahl





- 39) Setzen Sie mit der  oder  Taste den Hauptcursor (zusammen mit dem Delta-Cursor) auf eine Position links vom Kalibrierton.
- 40) Verschieben Sie den Delta-Cursor mit  oder  an eine Position weiter rechts neben dem Kalibrierton.
- 41) Beobachten Sie die Cursoranzeige, siehe Abb.2.13.

Hinweis: Der Delta-Cursor zeigt die Frequenzdifferenz zwischen dem Haupt- und Delta-Cursor sowie die Summe aller FFT-Linien zwischen ihnen an.

Abb.2.13
Anzeigewerte des Delta-Cursors

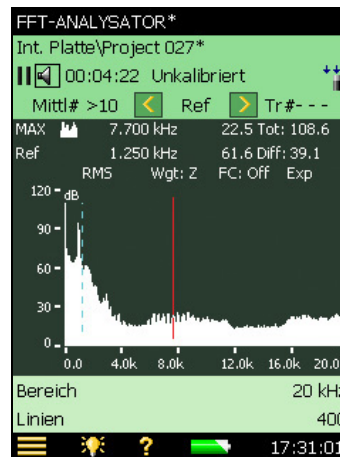


Referenz-Cursor und Auto-Peak

- 42) Tippen Sie erneut mit dem Griffel auf das Cursor-Auswahlfeld. Wählen Sie **Bezugs** in der Dropdown-Liste für die Cursorauswahl.
- 43) Verschieben Sie den Referenz-Cursor mit  oder  an eine Position dicht am Kalibrierton.
- 44) Beobachten Sie die Cursoranzeige, siehe Abb.2.14.

Hinweis: Der Wert am Referenz-Cursor zeigt die Amplitudendifferenz zwischen dem Haupt- und dem Referenz-Cursor.






Abb.2.14
Anzeigewerte des Referenz-Cursors



- 45) Tippen Sie mit dem Griffel das Cursor-Auswahlfeld an und wählen Sie die **Auto-Peak**-Funktion. Damit wird der Hauptcursor auf den höchsten Peak im Spektrum gesetzt.

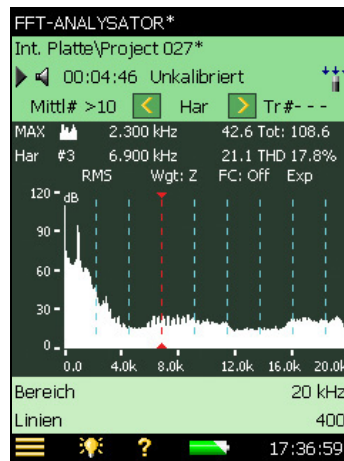
Dies sollte der Kalibrierton sein, es sei denn, Sie befinden sich in einer sehr lauten Umgebung.

Harmonischen-Cursor

- 46) Tippen Sie erneut mit dem Griffel auf das Cursor-Auswahlfeld. Wählen Sie **Harmonisch** in der Dropdown-Liste für die Cursorauswahl. Dieser Cursor hilft beim Erkennen von Harmonischen, siehe Abb. 2.15.
- 47) Gehen Sie mit  oder  zur dritten Harmonischen.
- 48) Gehen Sie mit  abwärts, bis der Hauptcursor aktiviert wird.
- 49) Verschieben Sie die dritte Harmonische mit  oder .


Hinweis: Die anderen Harmonischen werden ebenfalls justiert. Dies erlaubt Ihnen, die Reihe der Harmonischen anhand einer Harmonischen höherer Ordnung auszurichten. Sie können die *Frequenzkorrektur* aktivieren (auf der Spektralanzeige *FK:Aus* antippen), um die Peaks leichter den Harmonischen zuzuordnen.

Abb. 2.15
Anzeigewerte des
Harmonischen-Cursors



Symmetrischer Delta-Cursor

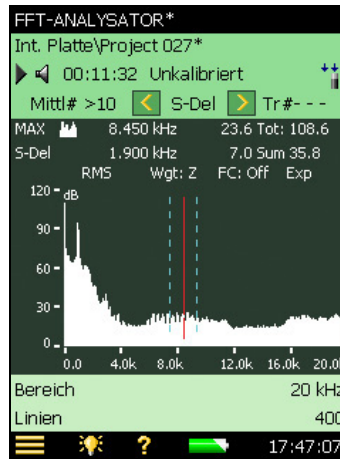
- 50) Tippen Sie mit dem Griffel auf das Cursor-Auswahlfeld. Wählen Sie **Sym-Delta** (symmetrischer Delta-Cursor) in der Dropdown-Liste für die Cursorauswahl. Sie können den symmetrischen Delta-Cursor auch durch Ziehen und Loslassen auf dem Spektrum auswählen. Damit lässt sich der symmetrische Delta-Cursor grafisch um einen interessierenden Bereich anordnen. Die symmetrischen Cursor erscheinen am Start- und Endpunkt der gezogenen Linie. Der Hauptcursor befindet sich im gleichen Abstand von den beiden symmetrischen Cursors.

- 51) Vergrößern Sie mit  die Delta-Spanne.
- 52) Beobachten Sie das Spektrum und die abgelesenen Werte, siehe Abb. 2.16.

Hinweis: Die beiden Cursor sind symmetrisch zu beiden Seiten des Hauptcursors

angeordnet. Die Cursoranzeige zeigt die Frequenzdifferenz und die Summe der Delta-Spanne an.

Abb.2.16
Anzeigewerte des
symmetrischen Delta-
Cursors



Cursorauswahl durch Ziehen des Griffels über das Spektrum

Sie können auch einen Cursor auswählen, indem Sie den Griffel über einen Teil des Spektrums ziehen. Beim Ziehen des Cursors von links nach rechts werden die Cursor folgendermaßen platziert:

- **Hauptcursor:** am linken Ende der 'Ziehen-und-Loslassen'-Linie
- **Delta-Cursor:** Hauptcursor am linken Ende und Delta-Cursor am rechten Ende der 'Ziehen-und-Loslassen'-Linie
- **Referenz-Cursor:** Hauptcursor am linken Ende und Referenz-Cursor am rechten Ende der 'Ziehen-und-Loslassen'-Linie
- **Harmonischen-Cursor:** Hauptcursor am linken Ende und erster Harmonischen-Cursor am rechten Ende der 'Ziehen-und-Loslassen'-Linie
- **Symmetrischer Delta-Cursor:** Linker symmetrischer Delta-Cursor am linken Ende, rechter symmetrischer Delta-Cursor am rechten Ende und Hauptcursor genau zwischen diesen beiden

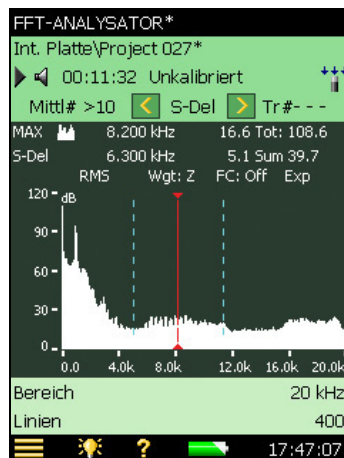
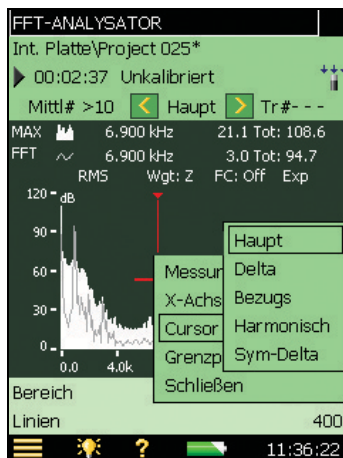
Abb.2.17

Links:

Ziehen des Griffels über einen Teil des Spektrums, um den Hauptcursor zu wählen

Rechts:

Beispiel für linken und rechten symmetrischen Delta-Cursor am linken und rechten Ende der 'Ziehen-und-Loslassen'-Linie, Hauptcursor in der Mitte



2.3.6 Toleranzfenster

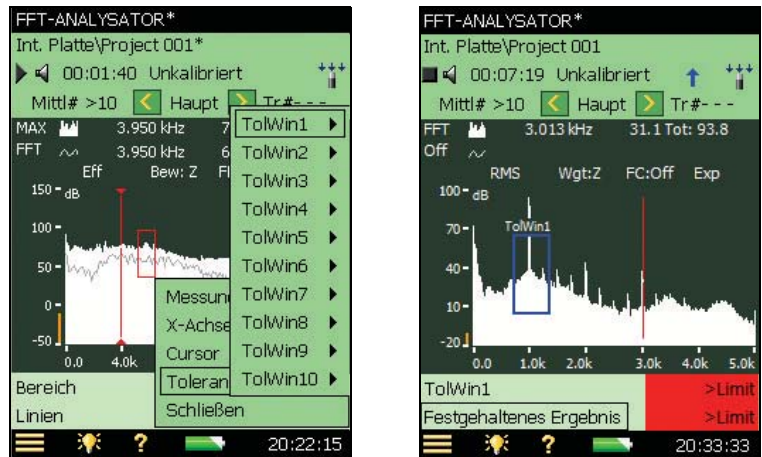
Wenn Sie eine Angabe dafür brauchen, dass der gemessene Pegel über oder unter einem bestimmten Wert in einem ausgewählten Frequenzbereich liegt, verwenden Sie die Toleranzfenster-Funktion. Diese Werte lassen sich auf der Setupseite oder auf der Messanzeige einstellen. Dann werden entweder alle FFT-Linien in diesem Frequenzbereich oder die Deltasumme der Linien mit den Grenzen verglichen (siehe "Deltasumme" auf Seite 21). Neben den Toleranzfenstern für das FFT-Spektrum lassen sich auch Toleranzen für die Einzelwerte L_{AF} , L_{Aeq} , momentane Drehzahl und mittlere Drehzahl bestimmen. Das System kann auch so konfiguriert werden, dass automatisch eine Aufzeichnung erfolgt, wenn Daten außerhalb der Toleranzen liegen.

Überprüfung der FFT-Linien

- 53) Ziehen Sie mit dem Griffel (mit Ziehen und Loslassen) ein Rechteck an einer beliebigen Stelle zwischen dem Eigenrauschen und dem Maximalpegel.
- 54) Wählen Sie **Toleranzfenster** und anschließend **TolFenst1** im Dropdown-Menü, siehe Abb.2.18. Nach dem Wählen von **TolFenst1** wählen Sie die Überprüfung der FFT-Linien.

Abb.2.18

Links: Auswahl des Toleranzfensters
Rechts: Toleranzfenster-Anzeige – Gesamtergebnis, momentanes (blau >Grenze) oder festgehaltenes Ergebnis (blauer Pfeil)



Hinweis 1: Zusätzlich zu den Toleranzen für die einzelnen Werte können bis zu 10 Toleranzfenster gleichzeitig aktiv sein (pro Vorlage).

Hinweis 2: Unter *Toleranzfenster* (**Setup**-Menü) können Sie die Einstellungen für die obere und untere Grenze sowie die höchste und tiefste Frequenz für das einzelne Toleranzfenster anpassen. Sie können auch einen Namen (*Beschriftung*) für das einzelne Toleranzfenster definieren. Siehe Abb. 2.19.

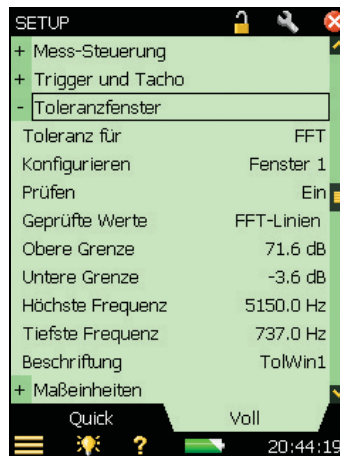
Hinweis 3: Unter *Toleranzfenster* (**Setup**-Menü) können Sie auch Toleranzen für vier Einzelwerte definieren: zwei Momentanwerte: (L_{AF} und *Momentane Drehzahl*) und zwei Mittelwerte (L_{Aeq} und *Mittlere Drehzahl*).

Hinweis 4: Das FFT-Spektrum und die Einzelwerte werden mit den eingestellten Grenzen verglichen. Angezeigt wird: 'obere Grenze überschritten'; 'innerhalb der Grenzen'; 'untere Grenze unterschritten'; 'Grenzen über- und unterschritten'.

Hinweis 5: Die Hintergrundfarben der angezeigten Ergebnisse unterscheiden sich je nach Ergebnis (siehe Hinweis 4).

Abb.2.19

Einstellungen für Toleranzfenster



- 55) Führen Sie eine Messung durch und beobachten Sie das Spektrum und das Statusfeld, siehe Abb. 2.18.

Hinweis 1: Die Toleranzfenster-Anzeige ist auf dem Display sichtbar.

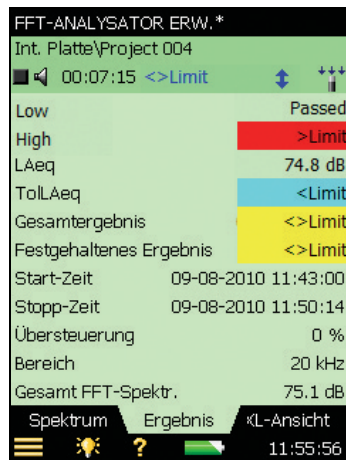
Hinweis 2: Das Statusfeld zeigt zwei Indikatoren an, ein ‘Gesamtergebnis’ für die Überschreitung des momentanen Toleranzfensters (blauer Text zeigt an, dass eine Überschreitung vorliegt) und ein ‘Festgehaltenes Ergebnis’ für die festgehaltene Überschreitung eines Toleranzfensters (ein blaues Symbol zeigt an, dass während der Messung mindestens eine Überschreitung stattgefunden hat).

Hinweis 3: Der Status eines dieser Indikatoren kann als Signal an der Ausgangsbuchse gewählt werden, siehe die Angaben in den technischen Daten.

Hinweis 4: Die Statusindikatoren, oder die Ergebnisse der einzelnen Toleranzfenster, können in den beiden Wertefeldern unter dem Diagramm ausgewählt und angezeigt werden. Wenn man die Vorlage **FFT-ANALYSE ERW.** wählt, erscheint ein zusätzliches Register *Ergebnisse* mit allen Ergebnissen und Statusanzeigen. Dies ist nützlich für die Überprüfung bestimmter Ergebnisse, siehe Abb. 2.20.

Abb. 2.20

Erweiterte FFT-Analyse –
Register „Ergebnis“



- 56) Starten Sie den Kalibrator erneut.
- 57) Beobachten Sie das Spektrum und das Statusfeld, siehe Abb. 2.18.
- 58) Schalten Sie den Kalibrator wieder aus.
- 59) Beobachten Sie das Spektrum.

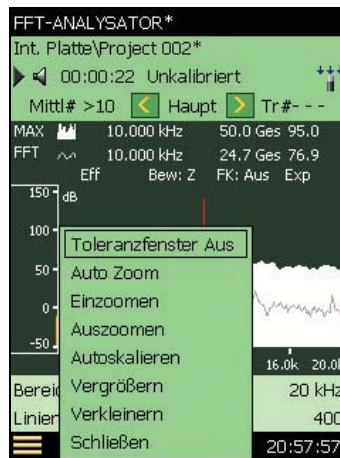
Hinweis: Die Anzeige der momentanen Toleranzfensterüberschreitung verschwindet, während das Symbol für festgehaltene Überschreitung sichtbar bleibt.

- 60) Deaktivieren Sie die Anzeige des Toleranzfensters, indem Sie die Y-Achse anklicken, und wählen Sie **Toleranzfenster Aus**, siehe Abb. 2.21.

Hinweis: Damit wird die Funktion zur Überprüfung der Grenzwerte nicht deaktiviert. Zum Deaktivieren wird der *Überprüfen*-Parameter unter *Toleranzfenster* auf *Aus* gesetzt (**Setup**-Menü), siehe Abb. 2.19.

- 61) Bei einer gespeicherten Messung können Sie die Toleranzfenster justieren und die entsprechenden Ergebnisse sehen. Der „festgehaltene“ Indikator bleibt jedoch unverändert.

Abb.2.21
Einstellung der
Toleranzfensteranzeige



Deltasumme

Anstatt alle FFT-Linien mit den höchsten und tiefsten Frequenzen des Toleranzfensters zu vergleichen, um die Einhaltung der oberen und unteren Grenze zu überprüfen, kann man die Summe der FFT-Linien auf die Einhaltung der Grenzen überprüfen. Dazu wählen Sie **Setup>Toleranzfenster** und haken *Gepriüfte Werte = Deltasumme* an.

Die Deltasumme beruht auf den gemessenen FFT-Linien, dabei werden jedoch Spektrumanzeige und Nachbewertung berücksichtigt. Das Summationsprinzip ist in Tabelle 4.1 beschrieben. Der Deltasummen-Parameter wird in denselben Einheiten wie das FFT-Spektrum angezeigt.

Bei linearer Mittelung erfolgen die Berechnung und die Überprüfung der Deltasumme (und FFT-Linien) am vorhandenen FFT-Spektrum. Sie können Frequenzbereich und Grenzen der Toleranzfenster vor, während und nach der Messung ändern – die Toleranzergebnisse werden neu berechnet (mit Ausnahme des festgehaltenen Ergebnisses, das nur während der Messung aktualisiert wird).

Bei exponentieller Mittelung wird die Deltasumme periodisch (z.B. alle 100 ms) während der Messung berechnet und mit den Grenzen verglichen. Neben den Toleranzergebnisparametern wird eine Reihe anderer Parameter aktualisiert:

- Deltasumme
- Max. Deltasumme
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme (erfordert Tacho = Ein)
- LAF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme

Siehe Abschnitt 6.4 für Einzelheiten zur Verwendung von Deltasumme und exponentieller Mittelung.

2.3.7 (Schall-) Aufzeichnung

Hinweis: Dieser Abschnitt ist nur anwendbar, wenn Sie die Schallaufzeichnungs-Option BZ-7226 haben. Andernfalls gehen Sie bitte direkt zu Abschnitt 2.3.8.

Die Schallaufzeichnungs-Option BZ-7226 kann auch zur Aufzeichnung von Signalen bei der FFT-Analyse verwendet werden. Besondere Bedeutung hat sie in Verbindung mit den Toleranzfenstern. Sie lässt sich so konfigurieren, dass die Aufzeichnung immer dann startet, wenn die gewählte Toleranz überschritten wird. Dann wird das Signal nur während der Störung aufgezeichnet, die die Toleranzüberschreitung verursachte.


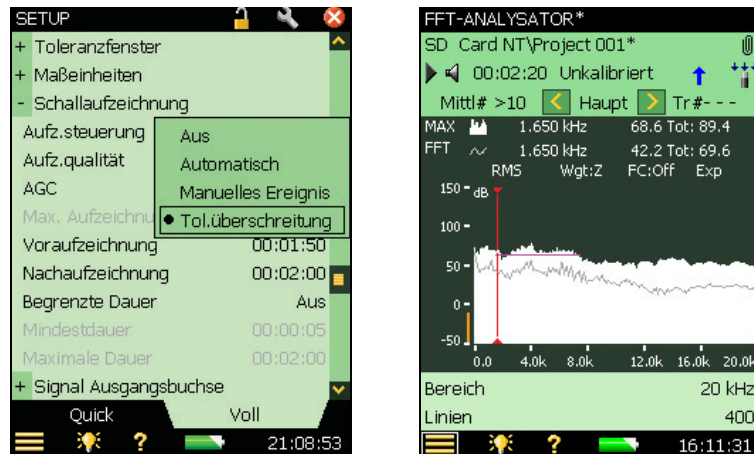
- 62) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Setup** in der Liste.
- 63) Gehen Sie im Setup-Register **Quick** zu *Schallaufzeichnung* und setzen Sie *Aufz.steuerung* auf *Tol.überschreitung*, siehe Abb. 2.22.



Abb.2.22

Links: Auswahl der Toleranzüberschreitung bei der Schallaufzeichnung
 Rechts: Toleranzanzeigen



- 64) Wiederholen Sie die im vorigen Abschnitt 'Toleranzfenster' beschriebene Messung – Schritt 53) bis 60).

- 65) Beobachten Sie die Anzeige.

Hinweis: Im Statusfeld erscheint das Symbol , während die Toleranz überschritten ist. Wenn die Überschreitung beendet ist, erscheint ein Büroklammer-Symbol  und zeigt an, dass eine Anmerkung zum Projekt vorhanden ist.

- 66) Tippen Sie die Büroklammer an und spielen Sie die Aufzeichnung ab.

Hinweis: Bei getriggerten Messungen werden **Triggerpunkte in der aufgezeichneten Datei angezeigt**. Diese Funktion setzt jedoch die höchste Aufzeichnungsqualität voraus. Setzen Sie deshalb *Aufzeichnungsqualität* auf *Hoch* (20 kHz).

2.3.8 Triggerung

Bisher haben wir ein stationäres Signal (einen Kalibrierton) gemessen – es gibt jedoch viele Signale, die nicht stationär sind. Manche treten nur kurzzeitig auf. Triggerung hilft bei der Messung nichtstationärer und zeitweilig auftretender Signale. Für die Demonstration brauchen Sie eine leere Porzellantasse, einen Stift und eine Kanne Tee/Kaffee.


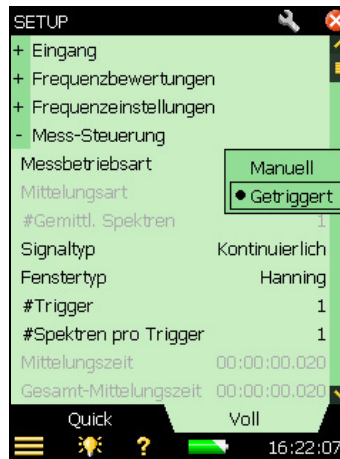
- 67) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Setup** in der Liste.
- 68) Gehen Sie im Setup-Register **Voll** zu *Mess-Steuerung* und setzen Sie *Messbetriebsart* auf *Getriggert*, siehe Abb. 2.23.

Abb. 2.23
*Einstellen der getriggerten
Messbetriebsart*






- 69) Setzen Sie unter *Mess-Steuerung* *Signaltyp* auf *Transient*.
- 70) Öffnen Sie das Tastaturfeld zum Konfigurieren des Triggerpegels, indem Sie den Wert neben *Interner Pegel* antippen, siehe Abb. 2.24. (Wenn *Interner Pegel* grau erscheint, kontrollieren Sie, dass als Triggertyp *Intern* gewählt ist.) Stellen Sie den Pegel auf 70 dB ein und drücken Sie dann die **Akzeptier-Taste**  oder tippen Sie  auf dem Display an, um den Pegel einzugeben. (Das  Symbol oder eine Stelle außerhalb der numerischen Tastatur antippen, um die Änderung des Wertes rückgängig zu machen.)

Abb.2.24

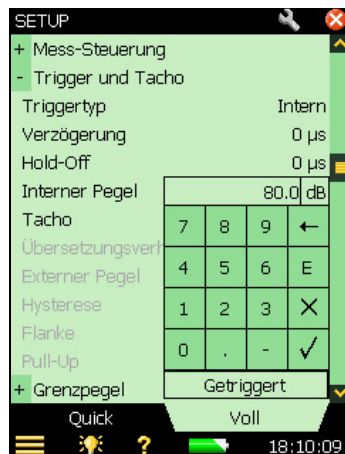
Einstellen des
Triggerpegels



- 71) Lassen Sie das Tastaturfeld geöffnet. Halten Sie die Porzellantasse in 10 cm Abstand vom Mikrofon und schlagen Sie mit dem Stift auf den Tassenrand.
- 72) Wenn das Tastaturfeld einen Trigger anzeigt (siehe Abb.2.25), ist alles in Ordnung und Sie haben Ihren handgehaltenen Analysator erfolgreich auf eine getriggerte Messung vorbereitet. Wenn nicht, reduzieren Sie den Pegel in 3 dB-Schritten, bis das Anschlagen des Tassenrandes einen Trigger ergibt.

Abb.2.25

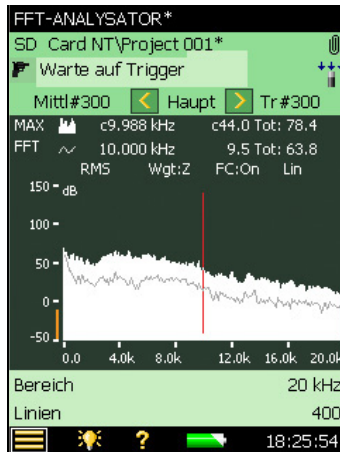
Erfolgreiche Einstellung
des Triggerpegels



- 73) Kehren Sie zur Messanzeige zurück – tippen Sie **X** auf dem Display an (oder außerhalb der numerischen Tastatur), um die Tastatur zu schließen.
- 74) Starten Sie eine Messung, indem Sie **Start/Pause** (⏸) drücken.
- 75) Der handgehaltene Analysator sollte *Warte auf Trigger* anzeigen, siehe Abb.2.26.

Abb.2.26

„Warte auf Trigger“ auf der Messanzeige



- 76) Tippen Sie den Rand der Porzellantasse mit dem Stift an.
- 77) Jetzt sollte der handgehaltene Analysator triggern und ein Spektrum messen.

2.3.9 Bezugsspektrum

Es gibt viele Mess-Szenarien, bei denen es wünschenswert ist, ein Spektrum mit einem früher gemessenen zu vergleichen. Der handgehaltene Analysator (mit BZ-7230) ermöglicht dies auf schnelle und einfache Weise mit der Bezugsspektrum-Funktion.

- 78) Speichern Sie das aktuelle Spektrum (von der Porzellantasse, siehe oben) direkt von der Messanzeige aus und verwenden Sie es als Referenz. Dazu tippen Sie mit dem Griffel *FFT* auf der Hauptcursorzeile an und wählen in der Dropdown-Liste **Als Ref. verwenden**.
- 79) Füllen Sie jetzt die Porzellantasse mit Tee oder Kaffee und wiederholen Sie die in Abschnitt 2.3.8, Schritt 74) bis 77) beschriebenen Messungen.
- 80) Das Display zeigt jetzt das Spektrum für die volle Tasse auf der ersten Cursorzeile.
- 81) Wählen Sie *Ref* auf der zweiten Cursorzeile.
- 82) Beobachten Sie das Spektrum. Beachten Sie die beiden Spektren – für die volle und für die leere Tasse.

2.3.10 Y-Achsen-Funktionen

Durch Anklicken der Y-Achse können Sie folgende Operationen ausführen:

- Einzoomen^a
- Auszoomen^a
- Auto Zoom
- Vergrößern

a. Diese Ein- und Auszoomfunktionen sind nicht mit den Zoomoperationen für die Frequenzachse (X-Achse) zu verwechseln, die in Abschnitt 2.3.3 beschrieben wurden.

- Verkleinern
- Autoskalieren

Wenn die Y-Achse in technischen Einheiten skaliert ist, können Sie auch zwischen linearer und logarithmischer Skala wechseln.

Wählen Sie den Beschleunigungsaufnehmer Typ 4397-A als aktuellen Sensor und kalibrieren Sie ihn mit dem Kalibriererregler Typ 4294 (siehe Kapitel 3).

Einzoomen

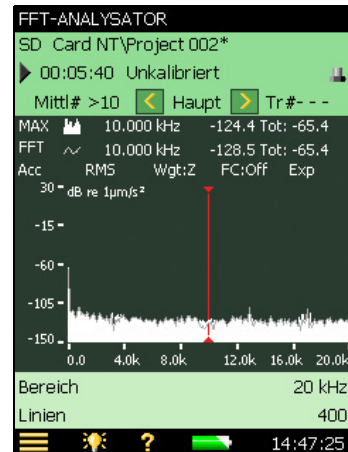
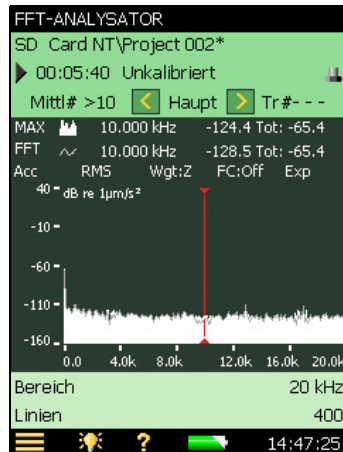
Diese Funktion hängt davon ab, ob Sie für die Skalierung der Y-Achse 'dB' oder 'Technisch' verwenden. (Die Skalierung wird unter *Y-Achse* unter *Maßeinheiten* im **Setup-Menü** gewählt).

Einzoomen bei 'dB'-Skala

Dies funktioniert wie das Zoomobjektiv einer Kamera, jedoch eindimensional. Beim Einzoomen wird der dargestellte Bereich der Y-Achse verkleinert. Dies ergibt den Eindruck, dass man auf eine erweiterte Y-Achse einzoomt. Wenn Sie beispielsweise einzoomen, während der Standardbereich der Y-Achse gewählt ist (200 dB, von -160 dB bis 40 dB) und nach dem Einzoomen der Bereich von -150 dB bis 30 dB sichtbar ist, wurde der Bereich auf 180 dB reduziert, siehe Abb.2.27. Dies ergibt nach mehrmaligem Einzoomen eine 'eingezoomte' Darstellung der Daten.

Abb.2.27

*Links: vor dem
Einzoomen der 'dB'-Skala
Rechts: nach dem
Einzoomen*



Beim Einzoomen gehen Sie folgendermaßen vor:

- 83) Tippen Sie die Y-Achse an.
- 84) Wählen Sie **Einzoomen** im Dropdown-Menü und beobachten Sie die Anzeige.

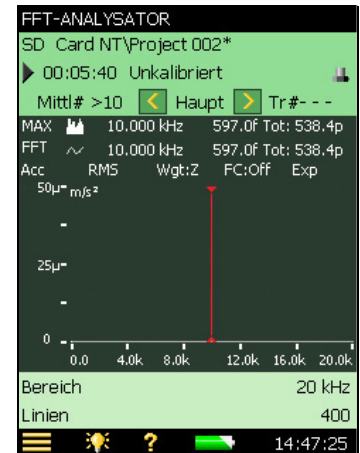
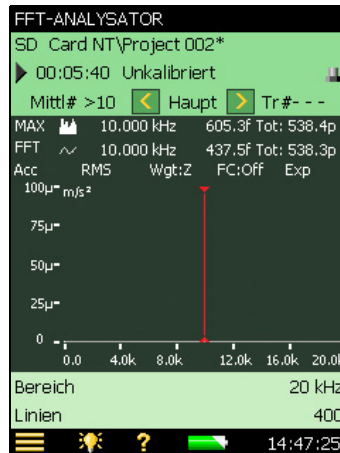
Einzoomen bei 'technischer' Skala

Dies funktioniert wie das Verschieben eines Objekts in Richtung eines halbhohen Spiegels. Wenn das Objekt sich nähert, zeigt der Spiegel einen immer kleineren Teil des Objekts. Beim Einzoomen wird der gezeigte Bereich der Y-Achse verkleinert (nur vom oberen Ende der Skala aus gesehen). Dies ergibt den Eindruck, dass man auf den unteren Teil einer erweiterten Y-Achse einzoomt.

Wenn Sie beispielsweise einzoomen, während der Standardbereich der Y-Achse gewählt ist (Bereich von $100 \mu\text{m/s}^2$, von 0 bis $100 \mu\text{m/s}^2$) und nach dem Einzoomen der Bereich von 0 bis $50 \mu\text{m/s}^2$ sichtbar ist, wurde der Bereich auf $50 \mu\text{m/s}^2$ reduziert, siehe Abb. 2.28.

Abb. 2.28

Links: vor dem
Einzoomen der
'technischen' Skala
Rechts: nach dem
Einzoomen



Führen Sie die folgenden Schritte aus:

85) Ändern Sie Y-Achse zu *Technisch*. (unter *Maßeinheiten* im **Setup-Menü**.)

86) Tippen Sie die Y-Achse an.

87) Es wird eine Dropdown-Liste angezeigt. Wählen Sie **Einzoomen**.

Die weiteren Funktionen sind in Tabelle 2.2 aufgelistet.

Tabelle 2.2 Y-Achsen-Funktionen

Funktion	Hauptfunktion
Einzoomen	Funktioniert wie das Zoomobjektiv einer Kamera, jedoch eindimensional. Der sichtbare Bereich der Y-Achse wird jedes Mal reduziert, was eine 'eingezoomte' Ansicht der Messwerte ergibt.
Auszoomen	Das Gegenteil der Einzoom-Funktion. Das 'Auszoomen' ist jedoch nur bis zum maximalen Bereich möglich.
Auto Zoom	Hiermit wird so auf die Daten eingezoomt, dass die Angaben des höchsten und niedrigsten Wertes auf dem Display sichtbar sind.
Vergrößern	Hierbei wird der sichtbare Bereich der Y-Achse um einen festen Betrag nach oben verschoben, bis zur maximalen Grenze. (Ist nur nach dem ersten Einzoomen der Y-Achse möglich.)
Verkleinern	Hiermit wird der sichtbare Bereich der Y-Achse um einen festen Betrag nach unten verschoben, bis zur maximalen Grenze. (Ist nur nach dem ersten Einzoomen der Y-Achse möglich.)
Autoskalieren	Hiermit wird die Y-Achse so nach oben oder unten skaliert, dass der größte Wert auf dem Display sichtbar ist. Dabei wird der aktuelle Bereich beibehalten.

Herzlichen Glückwunsch, Sie haben die Anleitung durchgearbeitet, genießen Sie jetzt Ihren Tee/Kaffee! Viel Freude bei der Arbeit mit dem handgehaltenen Analysator mit BZ-7230.

Kapitel 3

Schwingungsmessungen mit Beschleunigungsaufnehmer

3.1 Einführung

Eine gute theoretische und praktische Einführung in die Anwendung von Beschleunigungsaufnehmern finden Sie im Handbuch „Piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer und Vorverstärker“ von Brüel & Kjær (Bestellnummer BB 0696).

Der piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer wird heute als Schwingungssensor für die meisten allgemeinen Schwingungsmessungen verwendet. Die hohe Akzeptanz beruht auf den folgenden Eigenschaften des piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmers:

- Linearer Amplitudengang über einen weiten Dynamikbereich, nur durch die integrierte Elektronik begrenzt
- Breiter und flacher Frequenzgang (bei korrekter Befestigung)
- Aktives piezoelektrisches Element vereinfacht Versorgung und Signalkonditionierung
- Keine bewegten Teile – ein robuster, verschleißfester Aufnehmer
- Sehr stabil in den meisten Prüfumgebungen – Temperatur, Feuchte, Staub und Flüssigkeiten
- Kompakt, häufig sehr geringe Masse, einfache Montage in beliebiger Orientierung

Eine Begrenzung stellt die sehr hohe Ausgangsimpedanz des piezoelektrischen Elements dar. Deshalb ist im Gehäuse der meisten modernen Beschleunigungsaufnehmer ein Ladungsspannungswandler untergebracht.

Um sie von herkömmlichen piezoelektrischen Aufnehmern zu unterscheiden, werden diese Aufnehmer allgemein als IEPE-Aufnehmer (Integrated Electronics Piezoelectric) bezeichnet (oder auch unter den Markennamen DeltaTron[®] oder ISOTRON[®] vertrieben).

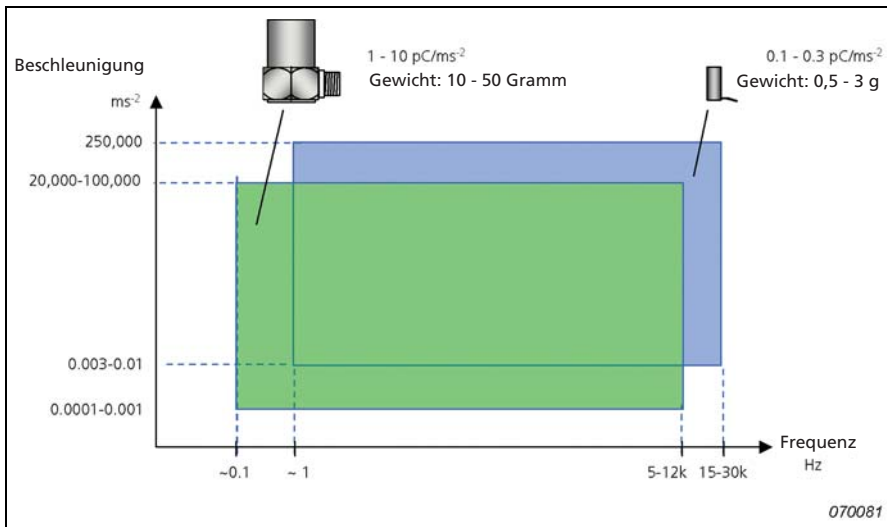
Die Elektronik im DeltaTron-Aufnehmer wird durch ein Eingangssignal mit Konstantstromversorgung (Constant-Current Line Drive, CCLD) gespeist. Der handgehaltene Analysator kann diese Versorgung an der unteren Eingangsbuchse liefern, wenn CCLD gewählt ist. Dann erhält der handgehaltene Analysator ein Eingangssignal in Form einer modulierten Spannung, die zur gemessenen Beschleunigung proportional ist.

Wir empfehlen, mit dem handgehaltenen Analysator und der FFT-Analyse-Software BZ-7230 DeltaTron-Aufnehmer zu verwenden. Sofern nicht anders angegeben, wird in diesem Handbuch davon ausgegangen.

3.1.1 Auswahl des Aufnehmers

Abb.3.1 zeigt zwei typische Gruppen von Beschleunigungsaufnehmern und ihre typischen Spezifikationen.

Abb.3.1 Zwei typische Gruppen von Beschleunigungsaufnehmern mit typischen Spezifikationen



Beachten Sie, dass die Frequenzgänge von Beschleunigungsaufnehmern wesentlich niedrigere Frequenzen umfassen als bei Schallmessungen. Sie sehen auch, dass das Ausgangssignal der Aufnehmer in pC/ms^{-2} angegeben wird. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass es sich um ladungsbasierte Sensoren handelt. Die im Aufnehmer integrierten Ladungs-Spannungswandler sind jedoch meist so dimensioniert, dass sich als Übertragungsfaktor „runde Zahlen“ ergeben. Wenn ein Aufnehmer beispielsweise 1 pC/ms^{-2} liefert, wird das Ausgangssignal des Ladungswandlers häufig 1 mV/ms^{-2} betragen. Das Verhältnis 9,81:1 zwischen SI-Einheiten (ms^{-2}) und angloamerikanischen Einheiten (g) bedeutet, dass auch Aufnehmer mit Übertragungsfaktoren wie 98,1 mV/g erhältlich sind.

Übertragungsfaktor und Frequenzbereich

Beschleunigungsaufnehmer liefern bei einer konstanten Beschleunigung ein konstantes Ausgangssignal. Dies gilt von sehr niedrigen Frequenzen bis zu einer Grenzfrequenz, die durch das Ansteigen des Ausgangssignals bei der Aufnehmerresonanz bedingt ist. In allgemeinen werden Aufnehmer jedoch nicht in der Nähe ihrer Resonanzfrequenz verwendet, da dies einen großen Messfehler ergeben würde (bei der Resonanzfrequenz des montierten Aufnehmers ist der Übertragungsfaktor häufig 10 bis 30 mal größer als der angegebene Übertragungsfaktor des Aufnehmers). Als Faustregel ist der nutzbare Frequenzbereich eines

Beschleunigungsaufnehmers auf ein Drittel seiner Resonanzfrequenz begrenzt. Damit ist gewährleistet, dass der Fehler bei dieser Frequenz ca. 12% oder 1 dB nicht überschreitet.

Übertragungsfaktor und Frequenzbereich stehen miteinander in Beziehung. Allgemein gilt: je größer der Aufnehmer, je höher sein Übertragungsfaktor und je niedriger sein nutzbarer Frequenzbereich und umgekehrt.

3.1.2 Die Bedeutung der korrekten Montage

Ein schlecht montierter Aufnehmer kann Schwingungsmessungen unbrauchbar machen, indem der nutzbare Frequenzbereich wesentlich verringert wird. Am wichtigsten ist der enge mechanische Kontakt zwischen dem Aufnehmer und der Fläche, an der er befestigt werden soll.

Befestigung mit Stiftschraube

Die Befestigung des Aufnehmers mit Hilfe einer Stahlstiftschraube ist die beste Montagemethode und sollte überall angewendet werden, wo dies möglich ist.

Klebkopfschrauben

An Stellen, an denen Bohrlöcher zur Verschraubung unerwünscht sind, kann eine Klebkopfschraube mit Hilfe eines Epoxid- oder Cyanoacrylatklebstoffs angeklebt werden. Damit wird ein fast ebenso guter Frequenzgang erreicht wie mit einer gewöhnlichen Stiftschraube. Weicher Klebstoff ist zu vermeiden.

Montage mit Hilfe von Bienenwachs

Für die schnelle Montage von Beschleunigungsaufnehmern, beispielsweise bei orientierenden Schwingungsmessungen an verschiedenen Punkten, kann Bienenwachs verwendet werden. Da Bienenwachs bei höheren Temperaturen weich wird, kann die Methode nur bis ca. 40°C angewendet werden.

Isolierte Montage

Wenn es wünschenswert ist, den Beschleunigungsaufnehmer vom Prüfobjekt zu isolieren, sollte eine isolierte Stiftschraube mit Glimmerscheibe verwendet werden. Dies ist empfehlenswert, wenn das Potential des Prüfobjekts vom Erdpotential der Messeinrichtung abweicht oder wenn die direkte Montage mit Stiftschraube zu einer Erdschleife führen würde, die die Messung beeinträchtigen könnte. Letzteres ist der häufigste Grund für eine isolierte Montage.

Montage mit Hilfe eines Magneten

Eine schnelle und einfache Methode stellt die Befestigung des Aufnehmers mit einem Dauermagneten dar, der sich sehr leicht nacheinander an verschiedenen Positionen anbringen lässt. Dies ist besonders praktisch für orientierende Messungen. Die Methode ist auf ferromagnetische Oberflächen beschränkt und der Dynamikbereich durch die begrenzte Kraft des Magneten begrenzt. Um den größtmöglichen Frequenz- und Dynamikbereich zu erhalten, muss die ferromagnetische Fläche sauber und eben sein. Am Magneten kann eine

selbstklebende Scheibe angebracht werden, um den Aufnehmer von der Fläche, an der er befestigt werden soll, elektrisch zu isolieren.

Handgehaltene Sonde

Eine handgehaltene Sonde, an deren Spitze der Beschleunigungsaufnehmer befestigt ist, ist für Orientierungszwecke bequem zu handhaben, kann jedoch wegen der geringen Gesamtsteifigkeit sehr große Messfehler ergeben.

Mechanischer Filter

Wie früher erwähnt (Abschnitt 3.1.1), kann es beim Vorhandensein von Schwingungsenergie an (oder in der Nähe) der Resonanzspitze eines Aufnehmers zu einem Anstieg des Signalpegels um das 10- bis 30-fache kommen. Am handgehaltenen Analysator können ungewöhnliche Übersteuerungsanzeigen auftreten, wenn Schwingungen in der Nähe der Resonanzfrequenz des montierten Aufnehmers vorliegen, selbst wenn die obere Frequenzgrenze der Analyse niedriger eingestellt wurde. In der Praxis können Sie in gewissem Umfang den großen Dynamikbereich des handgehaltenen Analysators ausnutzen, um diesem Problem abzuweichen, da Sie die interessierenden Schwingungen häufig mit einem weniger empfindlichen Aufnehmer messen können.

Der Einfluss der Resonanz des montierten Aufnehmers auf den gemessenen Frequenzgang lässt sich mit Hilfe eines mechanischen Filters reduzieren, der zwischen Aufnehmer und Prüfobjekt angebracht wird. Der mechanische Filter verhindert das Anregen der Resonanz und schützt damit die gesamte Messkette. Außerdem kann der mechanische Filter die Aufnehmerbasis und den Montagepunkt elektrisch voneinander isolieren. Beachten Sie, dass die erreichte Dämpfung von der Masse des Aufnehmers abhängt – nicht alle Aufnehmer sind für mechanische Filter geeignet.

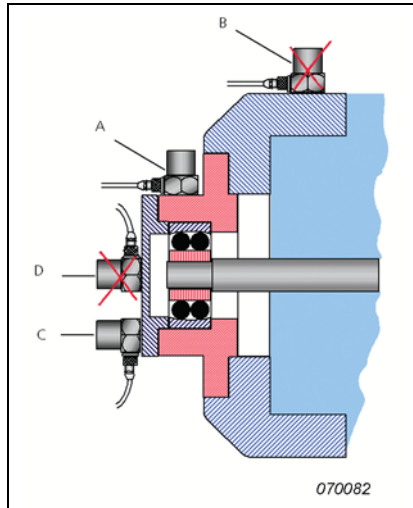
3.1.3 Auswahl der Montageposition

Der Aufnehmer sollte so montiert werden, dass die gewünschte Messrichtung mit der Hauptempfindlichkeitsachse übereinstimmt. Beschleunigungsaufnehmer sind in geringem Ausmaß gegenüber Schwingungen in der Querrichtung empfindlich. Dies kann jedoch normalerweise ignoriert werden, da die maximale Empfindlichkeit in Querrichtung meist nur wenige Prozent der Empfindlichkeit in der Hauptrichtung beträgt.

Die Position des Aufnehmers wird normalerweise vom Zweck der Schwingungsmessung bestimmt. In Abb. 3.2 handelt es sich darum, den Zustand von Welle und Lager zu überwachen. Der Aufnehmer sollte so angebracht werden, dass ein direkter Übertragungsweg für die Lagerschwingung besteht.

Abb.3.2

Beispiele verschiedener
Aufnehmerpositionen am
Lager einer Antriebswelle



Aufnehmer „A“ erfasst vorrangig das Schwingungssignal vom Lager und weniger die Schwingungen anderer Maschinenteile. Aufnehmer „B“ misst dagegen Schwingungen, die über ein Verbindungsstück modifiziert wurden, zusammen mit Signalen von anderen Teilen der Maschine. In ähnlicher Weise ist der Übertragungsweg von Aufnehmer „C“ direkter als der von Aufnehmer „D“.

Es ist sehr schwierig, allgemeine Regeln zum Platzieren von Beschleunigungsaufnehmern anzugeben, da die Antwortreaktion mechanischer Objekte auf erzwungene Schwingungen ein komplexes Phänomen darstellt. Man kann deshalb erwarten (insbesondere bei hohen Frequenzen), dass selbst an benachbarten Messpunkten am selben Maschinenelement wesentlich verschiedene Schwingungspegel und Frequenzspektren gemessen werden.

3.1.4 Empfohlene Beschleunigungsaufnehmer

Tabelle 3.1Empfohlene DeltaTron-Aufnehmer^a

Typ	Beschreibung	Frequenzbereich (Hz)	Nomineller Übertragungsfaktor
4397	Miniatur	1–25 000	1 mV/ms ⁻²
4513/4514	Allg. Anwendungen	1–10 000	1 mV/ms ⁻²
4513-001/4514-001	Allg. Anwendungen	1–10 000	10 mV/ms ⁻²
4513-002/4514-002	Allg. Anwendungen	1–10 000	50 mV/ms ⁻²
8341	Industrie	0,3–10 000	10 mV/ms ⁻²

a. Die vollständigen technischen Daten sind dem betreffenden Datenblatt für Beschleunigungsaufnehmer zu entnehmen.

3.2 Konfigurieren des Eingangs

DeltaTron-Aufnehmer sollten an der unteren Eingangsbuchse des handgehaltenen Analysators angeschlossen werden – sie wird für Direkt- und CCLD-Eingangssignale verwendet (in der Software als ‘Untere Buchse’ bezeichnet.)

Verwenden Sie das Kabel AO-0702-D-030, um Aufnehmer mit 10–32 UNF-Anschluss (oder Ladungswandler) mit der unteren Eingangsbuchse des handgehaltenen Analysators zu verbinden. Für Aufnehmer mit dem kleineren M3-Anschluss ist das Kabel AO-0701-D-030 zu verwenden.

Für Typ 8341 ist das Kabel AO-0722-D-050 zu verwenden.

Andere Beschleunigungsaufnehmer

Wenn Sie einen Aufnehmer vom Ladungstyp gewählt haben, müssen Sie einen Ladungswandler in die Signalkette einfügen. Beispielsweise sind die beiden folgenden Ladungswandler geeignet:

- Typ 2647-A – Ladungs-/DeltaTron-Wandler (1 mV/pC)
- Typ 2647-B – Ladungs-/DeltaTron-Wandler (10 mV/pC)

Beachten Sie, dass der einzige Unterschied zwischen beiden die Verstärkung ist (re: 1 pC).

Empfohlener Beschleunigungsaufnehmer vom Ladungstyp: Typ 8324 für Industrieanwendungen:



- Frequenzbereich: 1–10000 Hz
- Nomineller Übertragungsfaktor: 1 pC/ms⁻²

Verwenden Sie den Ladungs-/DeltaTron-Wandler 2647-D-004 (1 mV/pC) zum direkten Anschluss an die untere Eingangsbuchse des handgehaltenen Analysators.

3.2.1 Sensordatenbank

Jeder mit dem handgehaltenen Analysator verwendete Sensor (Mikrofon für akustische Signale oder Beschleunigungsaufnehmer für Schwingungssignale) muss in die Sensordatenbank eingegeben werden. Dies ermöglicht den schnellen Austausch von Sensoren und gestattet, für jeden Sensor eine Kalibrierhistorie zu führen. Die Eingabe von Mikrofonen ist im Bedienungshandbuch für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250 (BE 1726) beschrieben. Das Hinzufügen eines Beschleunigungsaufnehmers ist im folgenden Abschnitt beschrieben.

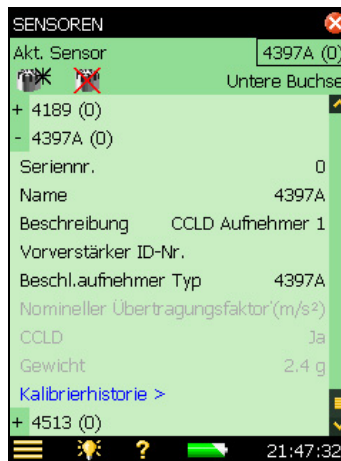
3.2.2 Hinzufügen eines Beschleunigungsaufnehmers

- 1) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Sensoren** in der Liste.
- 2) Tippen Sie das Symbol zum Hinzufügen eines neuen Sensors  an und wählen Sie **Beschleunigungsaufnehmer** in der Dropdown-Liste. (Standardeintrag ist ein DeltaTron-Aufnehmer Typ 4397-A, es können jedoch auch andere Aufnehmernamen und -typen verwendet werden.) Daraufhin erscheint der von Ihnen gewählte Sensor als *Akt. Sensor*

im Statusfeld. Wenn ein Beschleunigungsaufnehmer gewählt wurde, ändert sich das Feld darunter automatisch in *Untere Buchse*.

- 3) Geben Sie die Typennummer des verwendeten Aufnehmers unter *Beschl.aufnehmer Typ* ein oder wählen Sie *Unbekannt*, falls Sie ihn nicht kennen. (Für unbekannte Aufnehmer sollten Sie einen Wert für *Nomineller Übertragungsfaktor* eingeben, ob Konstantstromversorgung (*CCLD*) verwendet werden soll oder nicht, sowie das Gewicht des Aufnehmers, siehe Abb. 3.3.)
- 4) Geben Sie unter *Name* den Namen des Aufnehmers ein. Dafür stehen bis zu 10 Zeichen zur Verfügung. (Der Name des Aufnehmers wird unter *Akt. Sensor* im Statusfeld angezeigt, gefolgt von seiner Seriennummer.)
- 5) Sie können auch die Seriennummer eingeben und bei Bedarf die Beschreibung ändern.

Abb. 3.3
Parameter des
verwendeten Sensors




3.3 Kalibrierung

Wenn der Eingang konfiguriert ist, muss der handgehaltene Analysator kalibriert werden.

Der Kalibriervorgang ähnelt der akustischen Kalibrierung eines Mikrofons mit dem Schallkalibrator Typ 4231 – wenn Sie mit der Vorgehensweise nicht vertraut sind, lesen Sie bitte in Kapitel 5 des Bedienungshandbuches für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250 (BE 1726) nach.

Der einzige Unterschied zur bereits erwähnten akustischen Kalibrierung besteht darin, dass Sie den soeben konfigurierten Aufnehmer mit dem Kalibriererregger Typ 4294 verbinden. Gehen Sie folgendermaßen vor:

- 1) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Kalibrierung** in der Liste. Es erscheint der Anfangsbildschirm für die Kalibrierung.

- 2) Bringen Sie den Kalibriererregger Typ 4294 auf dem Beschleunigungsaufnehmer an^a, schalten Sie den Typ 4294 ein und tippen Sie **Start** auf dem Display an, um mit der Kalibrierung zu beginnen.

Der Rest der Kalibrierung läuft wie bei der Mikrofonkalibrierung ab.

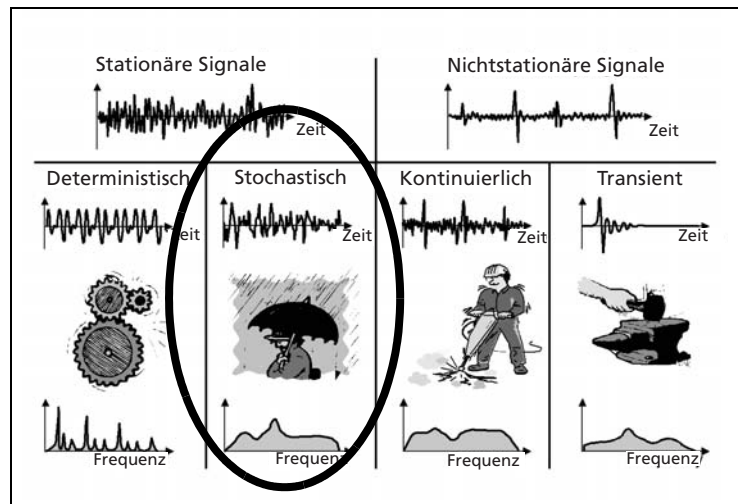
a. Je nach Typ des verwendeten Aufnehmers stehen verschiedene Befestigungen zur Verfügung, bitte informieren Sie sich im Handbuch für die Kalibriererregger Typ 4294 und 4294-002.

Kapitel 4

Messung stochastischer Signale

4.1 Stochastische Signale

Abb. 4.1
Stochastische Signale



Ein stochastisches Signal ist ein kontinuierliches stationäres Signal, dessen Eigenschaften sich nur mit Hilfe statistischer Parameter beschreiben lassen. Stochastische Signale haben ein Frequenzspektrum mit einer kontinuierlichen Frequenzverteilung. Akustiker bezeichnen stochastische Signale allgemein als „Rauschen“.

Beispiele für stochastische Signale sind Hintergrundgeräusche aus der Umgebung (z.B. Regen) sowie die Wirkungen von Kavitation und Turbulenz.

4.2 Vorbereitung auf die Messung

Dieser Abschnitt hilft Ihnen bei der Auswahl geeigneter Anfangswerte für die Messung stochastischer Signale.

4.2.1 Konfigurieren des Eingangs

Der Eingang wird in drei Schritten konfiguriert:

- 1) Auswahl des korrekten Sensors.
- 2) Einstellen von Signalquelle und -typ.
- 3) Kalibrierung des Systems.

Diese Schritte sind in Kapitel 3 ausführlich beschrieben und sollten ausgeführt sein, bevor Sie fortfahren.

4.2.2 Mess-Steuerung

Für die Messung stochastischer Signale müssen Sie am Analysator zunächst den manuellen Start der Messung und exponentielle Mittelung einstellen, siehe „Einstellen der Mess-Steuerungsparameter“ auf Seite 38.

Getriggerte Messungen sind für stochastische Signale nicht geeignet, da es kein bestimmtes Ereignis gibt, das einen Trigger auslösen kann.

Zunächst wird exponentielle Mittelung angewendet, um zu beurteilen, ob das Signal wirklich stochastisch ist oder mit der Zeit variiert (kontinuierliches Signal). Bei linearer Mittelung werden zeitliche Schwankungen maskiert.

Einstellen der Mess-Steuerungsparameter


Die Mess-Steuerungsparameter sind unter *Mess-Steuerung* zu finden – tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Setup** in der Liste. Setzen Sie *Messbetriebsart* auf *Manuell* und *Mittelungsart* auf *Exponentiell*, siehe Abb. 4.2.

Abb. 4.2
Einstellen der Mess-Steuerungsparameter



Gemittelte Spektren

Wenn Sie für #*Gemittl. Spektren* den Wert 10 eingeben, werden kurzzeitige Schwankungen im stochastischen Signal vom Analysator ausgemittelt, wobei der allgemeine Trend des Signals weiterhin zu erkennen ist.

Mittelungszeit

Die angegebene *Mittelungszeit* wird von der FFT-Software berechnet. Der Wert hängt vom Frequenzbereich (siehe Abschnitt 2.3.3 und Abschnitt 4.2.4) und der Anzahl der zu mittelnden Spektren ab.

4.2.3 Skalenendwert

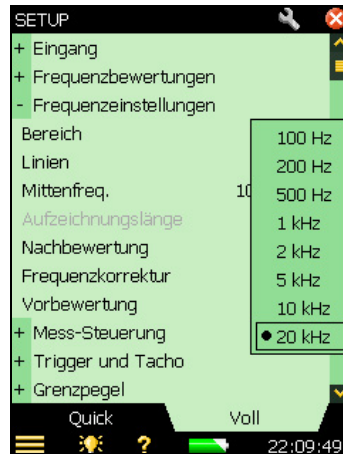
Der Skalenendwert ist der maximale Signalpegel, den der Analysator mit der aktuellen Eingangseinstellung ohne Übersteuerung verarbeiten kann. Er hängt vom verwendeten Sensor ab und kann nicht geändert werden.

4.2.4 Frequenzauflösung/Bereich

Frequenzbereich

Bei Schallmessungen im Audibereich gibt ein Bereich von 20 kHz mit einer Mittenfrequenz von 10 kHz und 400 Linien einen guten Überblick. Damit können Sie das Schallsignal beinahe in Echtzeit „sehen“.

Die Frequenzauflösung wird durch den Frequenzbereich und die Anzahl der FFT-Linien festgelegt, die ihrerseits die Aufzeichnungslänge des einzelnen erfassten Spektrums und die effektive Rauschbandbreite der einzelnen FFT-Linie bestimmt. Deshalb müssen diese Parameter anfangs auf Werte eingestellt werden, die für den betreffenden Signaltyp geeignet sind. Für den Frequenzbereich wird ein Wert gewählt, von dem Sie erwarten, dass er die Frequenzanteile des Signals umfasst. Die Mittenfrequenz bestimmt, um welche Frequenz der Frequenzbereich gleichmäßig verteilt wird. Sie finden diese Parameter unter *Mess-Steuerung (Setup-Menü)* – die gewünschten Werte für *Bereich*, *Linien* oder *Mittenfreq.* werden unter *Frequenzeinstellungen* eingestellt – siehe Abb. 4.3.

Abb. 4.3
 Einstellen des
 Frequenzbereiches


Hinweis: Sie können den Frequenzbereich auch einstellen, indem Sie den Griffel auf dem Display über den gewünschten Bereich ziehen. Sie entscheiden selbst, welche Methode Sie bevorzugen. Für die präzise Einstellung des Frequenzbereiches sollten Sie jedoch die Mess-Steuerungsparameter (im **Setup-Menü**) verwenden.

Anzahl der Linien

Der FFT-Analysator gestattet Messungen mit bis zu 6400 Linien. Da der Platz nicht ausreicht, um sie alle gleichzeitig zu zeigen, zeigt der FFT-Analysator sie in Gruppen von 1 Pixel und zeigt den Wert der Linie mit der größten Amplitude an. Je größer die Anzahl der Linien, desto präziser wird die Frequenzauflösung, aber desto länger dauert es, bis ein Ergebnis vorliegt.

4.2.5 Zeitfenster

Zeitfenster dienen zur Minimierung der Diskontinuitätseffekte, die auftreten, wenn ein Abschnitt des kontinuierlichen Signals gemessen wird. Bei manuellen Messungen ist als *Fenstertyp* stets *Hanning* gewählt. In der Betriebsart *Getriggert* können Sie als *Fenstertyp* anstelle von *Hanning* *Rechteck* wählen und umgekehrt. Sie können den *Fenstertyp* auch durch Ändern von *Signaltyp* wechseln. Der *Signaltyp Transient* entspricht immer einem Rechteckfenster. Der *Signaltyp Kontinuierlich* entspricht immer dem *Hanning-Fenster*, siehe das Beispiel in Abb. 4.4.

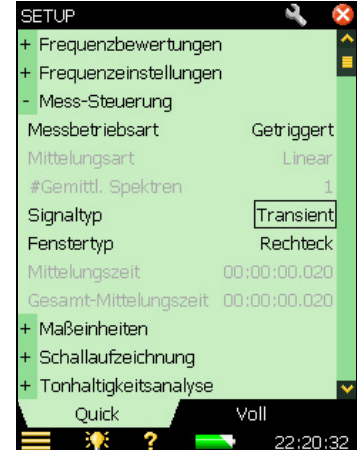
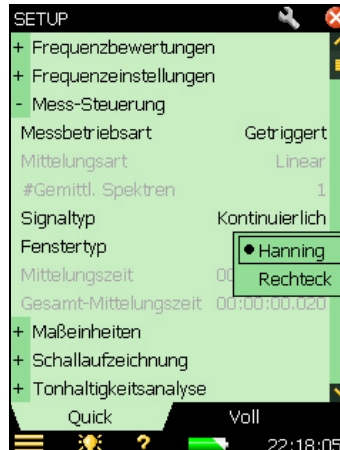
Führen Sie die folgenden Schritte aus:

- 1) Setzen Sie *Messbetriebsart* auf *Getriggert*.
- 2) Wählen Sie als *Fenstertyp* *Rechteck*.
- 3) *Signaltyp* wechselt zu *Transient*.
- 4) Beobachten Sie die Spektren.
- 5) Wählen Sie als *Signaltyp* *Kontinuierlich*.

- 6) *Fenstertyp* wechselt zu *Hanning*.
- 7) Beobachten Sie die Spektren.
- 8) Wählen Sie als *Fenstertyp Rechteck*.
- 9) *Signaltyp* wechselt zu *Transient*.
- 10) Beobachten Sie die Spektren.

Abb. 4.4

Links: Auswahl des
Fenstertyps im *Setup*
Rechts: Auswahl des
Signaltyps im *Setup*




4.2.6 Nachbewertung

BZ-7230 ermöglicht zwei Nachbewertungen: A-Bewertung und Z-Bewertung.

Bei A-Bewertung werden die Frequenzen gedämpft, auf die das menschliche Ohr weniger empfindlich reagiert.

Hinweis: Die A-Bewertung wurde für Schallmessungen konzipiert, lässt sich jedoch auch für Schwingungs- und direkte Spannungsmessungen verwenden.

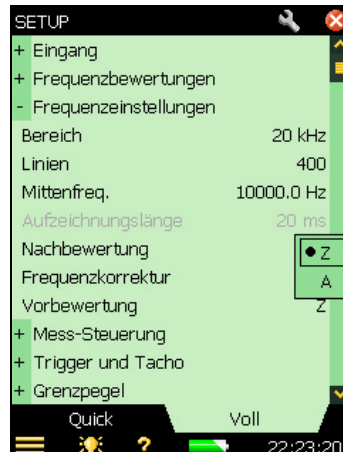
Z-Bewertung (Zero-weighting) bedeutet, dass keine Frequenzbewertung angewendet wird.

- 1) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Setup** in der Liste.
- 2) Wählen Sie im **Voll** Register der Anzeige erst *Frequenzeinstellungen* und anschließend *Nachbewertung*
- 3) Wählen Sie A oder Z, siehe Abb. 4.5.

Hinweis: Mit der Wahl einer Nachbewertung wird die Vorbewertung deaktiviert.

Abb. 4.5


Auswahl der
Nachbewertung im Setup-
Menü



Hinweis: Sie können die Nachbewertung auch wählen, indem Sie auf der Messanzeige *Bew* antippen und in der Dropdownliste *Post-A* oder *Z* wählen, siehe Abb. 4.7.

4.2.7 Vorbewertung

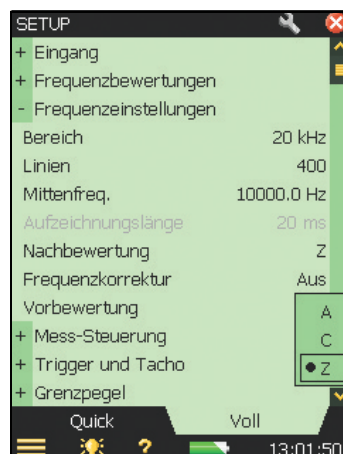
Für die Vorbewertung können vier verschiedene Parameter verwendet werden: A, B, C oder Z.

- 1) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Setup** in der Liste.
- 2) Wählen Sie im **Voll**-Register der Anzeige erst *Frequenzeinstellungen* und anschließend *Vorbewertung*.
- 3) Wählen Sie A, B, C oder Z, siehe Abb. 4.5 (A/B-Bewertung wird festgelegt, wenn Sie *Breitband* (außer *Peak*) unter Frequenzbewertung im **Setup** Menü einstellen).

Hinweis: Mit der Wahl einer Nachbewertung wird die Vorbewertung deaktiviert.

Abb. 4.6

Auswahl der
Vorbewertung im Setup-
Menü



Hinweis: Sie können die Vorbewertung auch wählen, indem Sie auf der Messanzeige *Bew* antippen und in der Dropdownliste *Pre-A*, *Pre-B*, *Pre-C* oder *Z* wählen, siehe Abb. 4.7.

Abb. 4.7
Auswahl der
Vorbewertung durch
Antippen von 'Bew'



4.2.8 Skalierung

Skalierung des Pegels im FFT-Diagramm

Sie können für die Messung von Amplituden mit der FFT-Analyse-Software BZ-7230 zwischen folgenden Skalen wählen:

- Eff (Effektivwert der FFT-Linie/des Spektrums)
- Peak (Effektivwert $\times \sqrt{2}$)
- Peak-Peak (Effektivwert $\times 2\sqrt{2}$)
- PWR, Leistung (Effektivwert²)
- PSD, Leistungsspektraldichte (Effektivwert²/NBW)
- ESD, Energiespektraldichte (Effektivwert²/NBW \times Beobachtungszeit)

Die Beobachtungszeit ist für manuelle und kontinuierliche Messungen die verstrichene Mittelungszeit und für transiente Messungen die Aufzeichnungslänge.

Skalierung für verschiedene Signale

Überlegungen zur Skalierung der Amplitude:

- Für deterministische Signale ist Leistung (Pwr) zu verwenden: $PWR = Eff^2$
- Für stochastische Signale ist Leistungsspektraldichte (PSD) zu verwenden:
 $PSD = PWR / \text{Bandbreite}$
- Für transiente Signale ist Energiespektraldichte (ESD) zu verwenden:
 $ESD = PSD \times \text{Beobachtungszeit}$

Hinweis: Die von Ihnen gewählte Skalierung wirkt sich nicht auf das Aussehen des angezeigten Spektrums aus. Sie spiegelt sich in der Maßeinheit und den angezeigten Werten wider.

Summationsprinzip

Tabelle 4.1 gibt eine Übersicht über das Summationsprinzip für die einzelnen Skalierungen bezogen auf den Gesamtpegel (oder die Summe für Delta-Cursor).

Tabelle 4.1

Summationsprinzipien

i = einbezogene FFT-Linien

T = Beobachtungszeit

Gesamtpegel (oder Summe für Delta-Cursor)		
Skalierung	Hanning-Fenster	Rechteckfenster
Eff	$\sqrt{(\sum_i p_i^2 / 1,5)}$	$\sqrt{(\sum_i p_i^2)}$
PWR	$\sum_i p_i^2 / 1,5$	$\sum_i p_i^2$
PSD	$\sum_i p_i^2 / 1,5$	$\sum_i p_i^2$
ESD	$(\sum_i p_i^2 / 1,5) \times T$	$(\sum_i p_i^2) \times T$
Peak	N/A	N/A
Peak - Peak	N/A	N/A

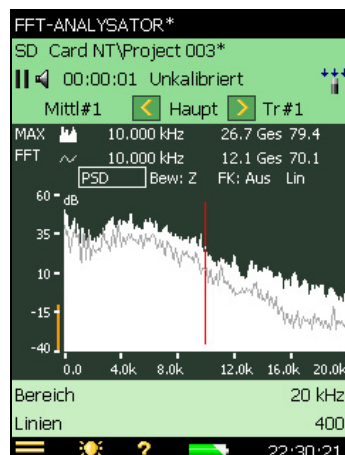
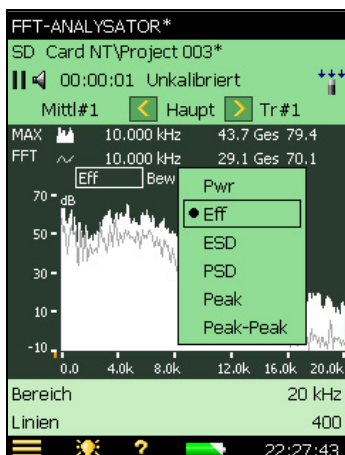
Die Standardskalierung der FFT-Analyse-Software BZ-7230 ist „Eff“. Beim Wechseln der Skalierung ändern sich die Maßeinheit und die Werte auf der Anzeige. Für verschiedene Signale können verschiedene Skalierungen verwendet werden, z.B. PSD-Skalierung (Leistungsspektraldichte) für stochastische Signale.

Hinweis: Je nach der gewählten Skalierung werden die relevanten Werte für den Gesamtpegel und die Summe modifiziert.

- 1) Tippen Sie *Eff* auf der Messanzeige an.
- 2) Wählen Sie **PSD** in der Dropdown-Liste, siehe Abb. 4.8.

Abb. 4.8

Links: Wechseln der Skalierung der Messanzeige
Rechts: Resultierende Messanzeige



Hinweis: Sie können stattdessen auch im **Quick** Register des **Setups** erst *Maßeinheit*, dann *Skalierung* und schließlich *PSD* wählen.

Frequenzkorrektur

Die Frequenzkorrektur wurde bereits behandelt, siehe „Frequenzkorrektur“ auf Seite 8. Setzen Sie zu Beginn der Messung *Frequenzkorrektur* auf *Aus*.

Spektrum komprimieren/erweitern

Wenn Sie das Signal näher betrachten wollen, erweitern Sie die Anzeige auf den gewünschten Bereich.


Bezugsspektrum-Anzeige

Wenn Sie ein Bezugsspektrum gespeichert haben (siehe Abschnitt 2.3.9), können Sie es auf der Messanzeige ein- und ausblenden, indem Sie das Grafikauswahlfeld antippen.


4.3 Messung

Wenn Sie die Anzeigen von Abschnitt 4.2 nachvollzogen haben, sollten Sie in der Lage sein, eine orientierende Messung durchzuführen. Die Parameter sollten so eingestellt sein, dass Sie schnell erkennen können, welche Teile des Spektrums näher untersucht werden müssen. Wenn Sie ermittelt haben, was Sie wirklich messen wollen, können Sie die Einstellungen optimieren.

4.3.1 Start der Messung

- 1) Schließen Sie alle anderen Anzeigen und betrachten Sie die Messanzeige.
- 2) Drücken Sie **Start/Pause** , um die Messung zu starten. Durch Drücken dieser Taste wird der Messspeicher geleert – ein eventuell angezeigtes Spektrum wird gelöscht.
- 3) Wenn das Signal nicht richtig sichtbar ist, verwenden Sie Y-Achsen-Funktionen (Abschnitt 2.3.10), um das Signal deutlich sehen zu können.

4.3.2 Übersteuerungsanzeige


Während der Messung kann im Statusfeld eine momentane *Übersteuerung* angezeigt werden  (oder ein entsprechender kurzer Text). Dies kann bedeuten, dass die Amplitude des Eingangssignals zu hoch ist (oder war).

4.3.3 Erkennen von Kabelbruch/Kurzschluss

Kabelbrüche und Kurzschlüsse werden am Anfang und Ende der Messung erkannt – und in einem Meldungsfeld angezeigt. Zeitweilige Kabelbrüche und Kurzschlüsse während der Messung werden **nicht** angezeigt.

4.3.4 Messpause/Fortsetzen/Speichern


Pause

Bei exponentieller Mittelung misst der Analysator weiter, bis **Start/Pause**  gedrückt wird. Dann geht die Messung in den Pausenzustand, wobei das letzte Spektrum aus dem Messwertspeicher angezeigt wird.

Fortsetzen

Da beim Pausieren der Messwertspeicher nicht geleert wird, wird beim nochmaligen Drücken der Taste die Messung fortgesetzt.

Speichern



Wenn Sie die Messung abgeschlossen haben, muss sie gespeichert werden. Kontrollieren Sie, dass der Datenpfad zuoberst auf dem Display das Projekt anzeigt, in dem Sie die Messung speichern wollen und drücken Sie die **Speicher-Taste** .

Anzahl der Mittelungen, verstrichene Zeit, aktuelle Mittelungszeit und Gesamt-Mittelungszeit

Bei exponentieller Mittelung geben Sie an, wie viele Spektren zusammengemittelt werden sollen. Bis die eingestellte Anzahl Spektren aufgezeichnet ist, zeigt die Software im Statusfeld die Nummer der aktuellen Aufzeichnung als *Mittl#n* an. Wenn die eingestellte Anzahl überschritten wurde, sehen Sie stattdessen *Mittl#>n*.

Die verstrichene Messzeit wird ebenfalls im Statusfeld angezeigt. Die aktuelle Uhrzeit und die Gesamt-Mittelungszeit sind im Wertefeld unten auf dem Display zu sehen.

4.3.5 Hauptcursor

Bei laufender oder pausierter Messung werden Frequenz und Amplitude der FFT-Linie am Hauptcursor für beide Spektren in den entsprechenden Feldern angezeigt, sofern erhältlich. Der Hauptcursor lässt sich mit den ◀ ▶ Tasten (oder den   Tasten) verschieben.

4.3.6 Anzeige von Gesamtwerten

Der Cursor gibt Frequenz und Amplitude der FFT-Linie an, auf der er sich befindet. Den Gesamtpegel der angezeigten Spektren können Sie ganz rechts auf dem Grafikfeld ablesen.

4.3.7 Lineare Mittelung

Für die orientierende Messung wurde exponentielle Mittelung verwendet. Sie wurde gewählt, um etwaige Änderungen im gemittelten Signal sichtbar zu machen. Für die genauere Analyse und gültige Messung eines stochastischen Signals sollte lineare Mittelung gewählt werden.

Der Hauptunterschied zwischen exponentieller und linearer Mittelung besteht darin, dass bei linearer Mittelung die gesamte während der Mittelungszeit erfasste Energie einbezogen wird, um das endgültige Spektrum aufzubauen, während bei exponentieller Mittelung nur die volle

Energie der letzten Aufzeichnung verwendet wird. Die früheren Aufzeichnungen tragen nur teilweise zum Gesamtergebnis teil – wobei die vorletzte Aufzeichnung wesentlich stärker ins Gewicht fällt als die allererste.

Die Messdauer wird von Ihnen eingestellt – sie sollte lang genug sein, um eine gute Repräsentation des stochastischen Signals aufzubauen.

Einstellung der Parameter für lineare Mittelung

Die Werte für die lineare Mittelung werden unter *Mess-Steuerung* im **Setup-Menü** eingestellt. Ändern Sie die Mittelung zu linear und stellen Sie unter # *Gemittl. Spektren* die gewünschte Anzahl ein.

Hinweise:

- Stellen Sie *Gemittl. Spektren* so ein, dass sich eine Mittelungszeit (Messperiode) ergibt, die lang genug ist, um zu sichern, dass das gemessene Signal vollständig repräsentiert ist. Beispielsweise wird bei der Messung von Umweltlärm von einigen Normen eine Messung von mindestens zwei Minuten gefordert, um sicherzustellen, dass eine repräsentative Probe entnommen wird.
- Das Feld *Mittelungszeit* wird von der FFT-Software berechnet. Der Wert hängt vom Frequenzbereich (siehe Abschnitt 4.2.4) sowie von der Anzahl der zu mittelnden Spektren ab.
- Wenn die *Mittelungsart* geändert wird, wird der Messwertspeicher zurückgesetzt und eine neue Messung gestartet.

4.4 Feineinstellung

In Abschnitt 4.3 wurde die erste orientierende Messung behandelt. Die gewählten Einstellungen sollten ermöglichen, rasch eine allgemeine Charakteristik des stochastischen Signals zu erhalten. Dieser Abschnitt beschäftigt sich damit, wie man genauere Messungen des Signals als Ganzes oder von bestimmten Teilen des Signals erhält.

4.4.1 Einzoomen

Unabhängig davon, ob exponentielle oder lineare Mittelung verwendet wird, kann es interessant sein, Teile der gemessenen Spektren genauer (mit besserer Auflösung) zu untersuchen. Dazu können Sie den Bereich, die Mittenfrequenz und die Skalierung der X-Achse ändern.

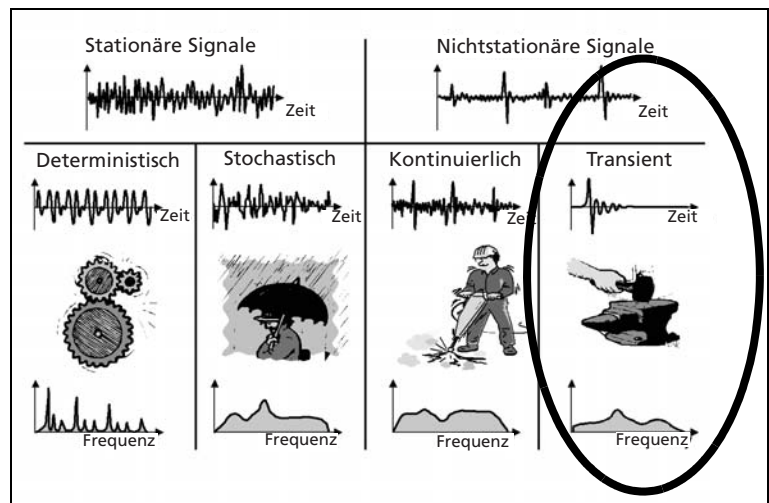
Der anfängliche Bereich und die Mittenfrequenz wurden als Teil des Mess-Setups eingegeben (siehe Abschnitt 4.2.4). Die Skalierung der X-Achse wurde auf *Komprimiert* eingestellt.

Kapitel 5

Messung transienter und kontinuierlicher Signale

5.1 Transiente Signale

Abb. 5.1
Transiente Signale



Ein transientes Signal ist ein Signal, das nur kurze Zeit existiert. Beispiele für transiente Signale sind Schlag- und Stoßeinwirkungen auf einem Industriegelände, die Verbrennung in Kolbenmaschinen oder das Öffnen und Schließen von Ventilen. Transiente Signale erzeugen kontinuierliche Spektren.

Die Messung transienter Signale erfordert, dass zu Beginn des Signals (oder unmittelbar davor) ein Trigger ausgelöst werden kann und dass das transiente Signal mit einer einzigen FFT-Aufzeichnung erfasst wird.

Hinweis: Wenn das transiente Signal sich nicht innerhalb einer einzelnen FFT-Aufzeichnung erfassen lässt, kann die in Abschnitt 5.2 beschriebene Methode zur Messung kontinuierlicher Signale verwendet werden.

5.1.1 Vorbereitung auf die Messung

Dieser Abschnitt wird Ihnen bei der Auswahl geeigneter Startwerte für die Messung transienter Signale helfen.

5.1.2 Konfigurieren des Eingangs

Der Eingang wird in zwei Schritten konfiguriert:

- 1) Auswahl des korrekten Sensors.
- 2) Kalibrierung des Systems mit Kalibrator Typ 4294.

Diese Schritte sind in Kapitel 3 ausführlich beschrieben und sollten ausgeführt sein, bevor Sie fortfahren.

5.1.3 Konfigurieren des Analysators

Die folgenden Parameter, die in Kapitel 2 beschrieben wurden, lassen sich auch bei Transienten-Messungen anwenden. Sie sollten sie einzeln durchgehen, bevor Sie mit der Messung beginnen, um sicherzustellen, dass sie entsprechend dem erwarteten Eingangssignal korrekt eingestellt sind:

- Frequenzauflösung und -bereich
- X-Achsen-Skalierung – komprimiert/erweitert
- Frequenzkorrektur

5.1.4 Mess-Steuerung

Für die Messung transienter Signale müssen Sie anfangs den Analysator in die getriggerte Messbetriebsart bringen:


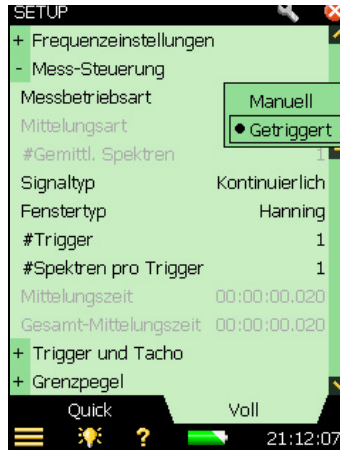
- 3) Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Setup** in der Liste.
- 4) Gehen Sie im Setup-Register **Quick** zu *Mess-Steuerung* und setzen Sie *Messbetriebsart* auf *Getriggert*, siehe Abb. 5.2.

Abb.5.2

Einstellen der getriggerten Messbetriebsart

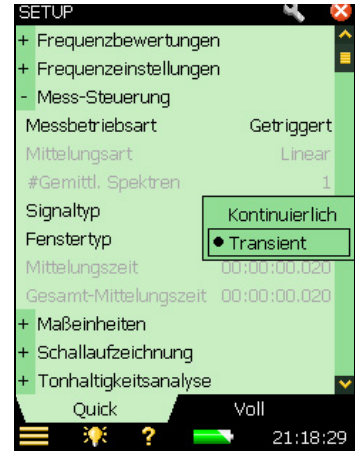
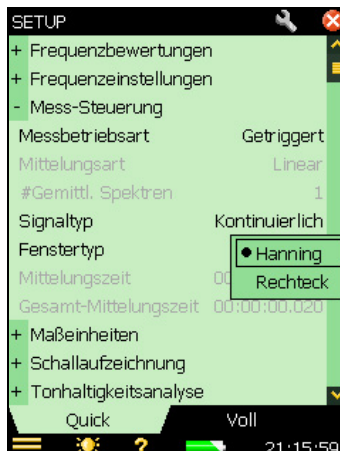


Zeitfenster

Zeitfenster dienen zur Minimierung der Diskontinuitätseffekte, die auftreten, wenn nur ein Abschnitt des kontinuierlichen Signals gemessen wird. Bei manuellen Messungen ist als Zeitfenster stets Hanning gewählt. In der Messbetriebsart „Getriggert“ können Sie den Fenstertyp von „Hanning“ zu „Rechteck“ wechseln und umgekehrt. Sie können den Fenstertyp auch durch Ändern des Signaltyps ändern, siehe Abb.5.3.

Abb.5.3

*Links: Auswahl von Fenstertyp „Hanning“ im Setupmenü
Rechts: Auswahl von Signaltyp „Transient“ im Setupmenü*



- 1) Setzen Sie *Messbetriebsart* auf *Getriggert*.
- 2) Setzen Sie *Signaltyp* auf *Transient* – *Fensterart* wechselt automatisch zu *Rechteck*.
- 3) Beobachten Sie die Spektren.

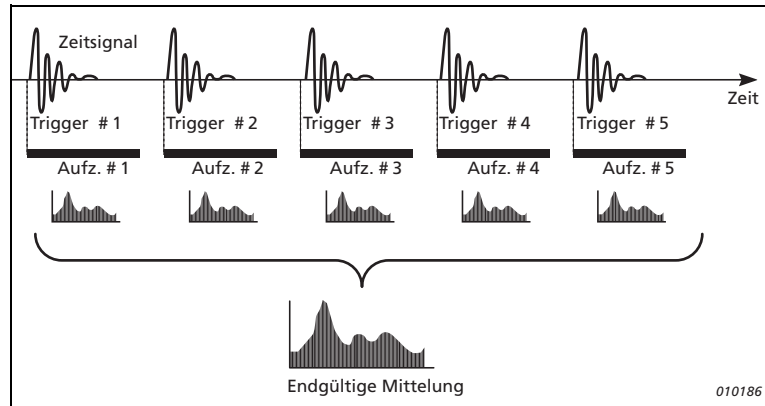
Hinweis: Transiente Signale entsprechen immer Rechteckfenstern und kontinuierliche Signale entsprechen immer Hanning-Fenstern.

Trigger

Die Anzahl der eingestellten Trigger bestimmt, aus wie vielen Aufzeichnungen das Endergebnis gemittelt wird – siehe Abb. 5.4. Sie können bei der Messung einen statistischen Mittelwert mehrerer Vorgänge erhalten, wenn mehr als einmal getriggert wird.

Abb. 5.4

So werden Spektren gemittelt, wenn es sich um ein transientes Signal handelt



Die Erhöhung der Triggeranzahl hat eine längere Messdauer zur Folge – Sie müssen länger auf das Endergebnis warten. Eine weitere Folge ist, dass die stochastischen Komponenten der Messung ebenfalls gemittelt werden.

5.1.5 Einstellen der Y-Achse

Für die Y-Achse können Skalierung und Maßeinheit gewählt werden.

Die Einstellung der Y-Achseneinheit hängt von folgenden Faktoren ab:

- Typ der gewählten Y-Achse (linear oder logarithmisch)
- Typ des gewählten Sensors (Mikrofon/Beschleunigungsaufnehmer/Direkt)
- Verwendetes Einheitensystem (SI, US/UK)
- In welcher Form die Schwingung angezeigt wird (Beschleunigung, Geschwindigkeit oder Weg)

Die angezeigte Y-Achse kann auch nach dem Anzeigebereich skaliert werden. Dies wird im Abschnitt „Y-Achsen-Funktionen“ behandelt.

Tabelle 5.1 zeigt, welche physikalischen Einheiten zur Verfügung stehen, wenn ein Beschleunigungsaufnehmer gewählt ist.

Tabelle 5.1 Physikalische Einheiten für die Anzeige

	SI	US/UK
Beschleunigung	m/s ² (dB ref: 1 μm/s ²)	g (dB ref: 1 μg)
Geschwindigkeit	m/s (dB ref: 1 nm/s)	nm/s (dB ref: 10 nm/s) ^a
Weg	m (dB ref: 1pm)	mil (dB ref: 1 μ mil ^b)
Schall	dB (dB ref: 20 μPa)	dB (dB ref: 20 μPa)
Direkt	Volt (dB ref: 1 μV)	Volt (dB ref: 1 μV)

a. Diese Einheiten sind in den USA und Großbritannien gebräuchlich.

b. 1 mil = 0,001 Zoll

5.1.6 Skalierung transienter Signale

In Verbindung mit transienten Signalen ist die Leistung ohne Bedeutung, da das Signal nur kurze Zeit existiert. Bei transienten Signalen ist die Energie interessant, und als wichtigster Faktor zu betrachten. Zu diesem Zweck wird die gemessene Leistung mit der Beobachtungszeit multipliziert. Die Messung sollte in Bezug auf die Filterbandbreite normalisiert werden, da transiente Signale kontinuierliche Spektren haben und eine spektrale Energiedichte (ESD) vorliegt. ESD wird in Einheit² Sekunden/Hz gemessen.

Wählen Sie deshalb für transiente Signale die ESD-Skalierung.

5.1.7 Anzeige der Einheit für die Y-Achse

Folgendermaßen ändern Sie die Einheit der Y-Achse von 'dB' zu 'Technisch':

- 1) Im *Setup-Menü Maßeinheiten* und dann **Y-Achse** wählen.
- 2) *Technisch* wählen, siehe Abb. 5.5 und Abb. 5.6.

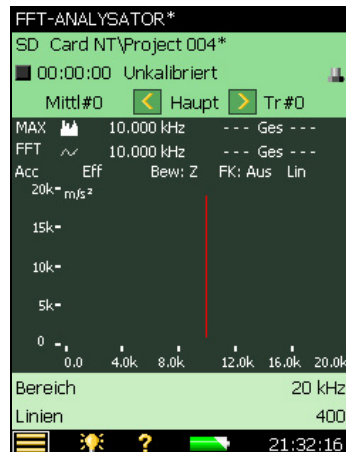
Abb.5.5

Links: Anzeige der Y-Achse mit 'dB'
Rechts: Auswahl technischer Einheiten im Setup-Menü



Abb.5.6

Anzeige der Y-Achse mit 'technischen' Einheiten



5.1.8 Wechsel von linearer zu logarithmischer Skala

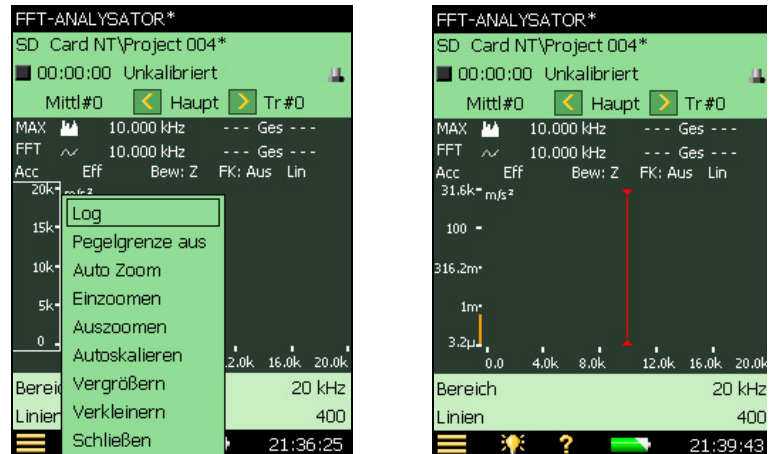
Wenn für die Y-Achse eine technische Skala verwendet wird, kann zwischen linearer und logarithmischer Skala gewechselt werden.

Bei einer linearen Skala sind die gewählten Werte auf der Y-Achse linear unterteilt, während sie auf einer logarithmischen Skala exponentiell unterteilt sind. Da bei Schwingungsmessungen die Strukturantworten über einen großen Dynamikbereich variieren, ist ebenfalls die logarithmische Skalierung zu wählen. Um von Linear zu Logarithmisch zu wechseln:

- 1) Tippen Sie die Y-Achse an.
- 2) Wählen Sie **Log** in der Dropdown-Liste, siehe Abb. 5.7.

Abb.5.7

Links: Wechseln zwischen linearer und logarithmischer Skala
Rechts: Anzeige der logarithmischen Skala



5.1.9 Einheiten-System

Mit der FFT-Analyse-Software BZ-7230 können Sie die Beschleunigung in SI- oder angloamerikanischen Einheiten betrachten. Um das Einheitensystem zu wechseln:

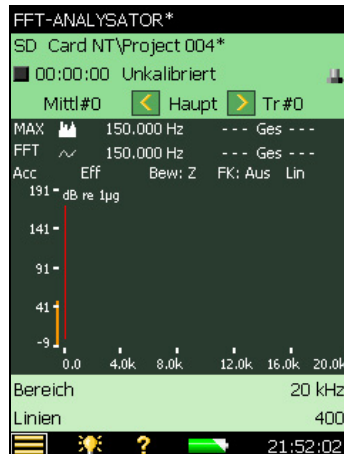
- 1) Klicken Sie auf *Einheit* im **Setup-Menü** und anschließend auf *Einheiten-System*.
- 2) Wählen Sie *US/UK*, siehe Abb. 5.8 und Abb. 5.9.

Abb.5.8

Links: Anzeige von SI-Einheiten
Rechts: Wechsel zu US/UK-Einheiten im Setup-Menü



Abb. 5.9
 Anzeige von US/UK-
 Einheiten



5.1.10 Spektrumanzeige

Das Schwingungsspektrum kann als Beschleunigung, Geschwindigkeit oder Weg angezeigt werden.

Beschleunigungsanzeige

Wird verwendet, wenn Kräfte, Belastungen und mechanische Spannungen analysiert werden sollen und die Kraft zur Beschleunigung proportional ist

Geschwindigkeitsanzeige

Diese wird verwendet:

- wenn Schwingungsmessungen mit akustischen Messungen korreliert werden sollen, da der Schalldruck zur Geschwindigkeit der schwingenden Oberfläche proportional ist
- bei Messungen an Maschinen, weil bei diesen das Geschwindigkeitsspektrum in der Regel gleichförmiger ist als das Weg- oder Beschleunigungsspektrum

Weganzeige

Diese wird verwendet:

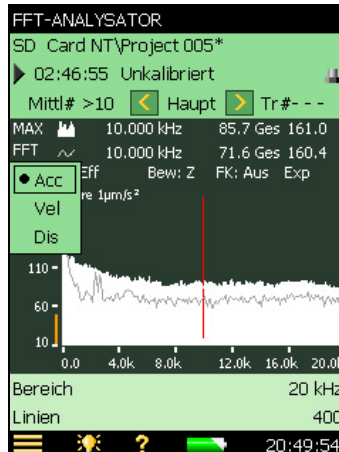
- wenn die Wegamplitude besonders wichtig ist – z.B. wenn schwingende Teile nicht anstoßen dürfen oder wenn eine Verschiebung, die einen bestimmten Wert überschreitet, zur Beschädigung von Geräten führt
- wenn der Betrag des Weges als Anhaltspunkt für mechanische Spannungen dienen kann

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Spektrenanzeige zu ändern:

- 1) Spektrenanzeige auf der Messanzeige antippen.
- 2) **Acc** (Beschleunigung), **Vel** (Geschwindigkeit) oder **Dis** (Verschiebung, Weg) in der Dropdown-Liste wählen, siehe Abb. 5.10.

Abb.5.10

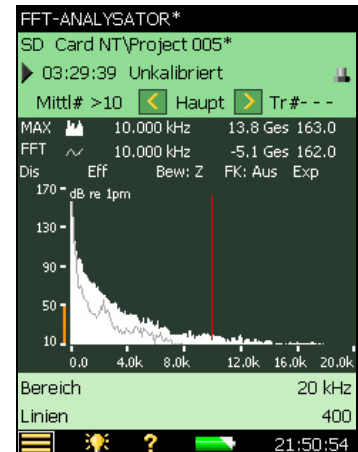
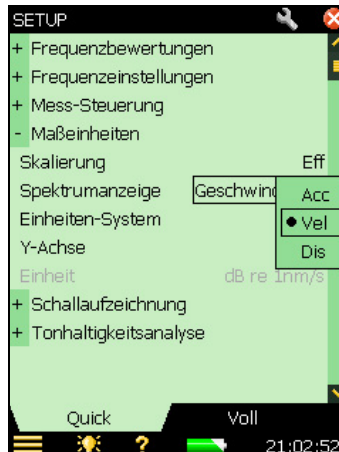
Links: Wechseln der Spektrumanzeige auf der Messanzeige
Rechts: Resultierende Messanzeige



Alternativ können Sie auch im *Setup-Menü* Maßeinheiten und anschließend **Spektrumanzeige** wählen.

Abb.5.11


Links: Wechseln der Spektrumanzeige im Setup-Menü
Rechts: Resultierende Messanzeige



5.1.11 Mittelung

In der getriggerten Messart können Sie nicht zwischen linearer und exponentieller Mittelung wechseln. Die Mittelung ist fest auf Linear eingestellt und lässt sich nicht ändern.

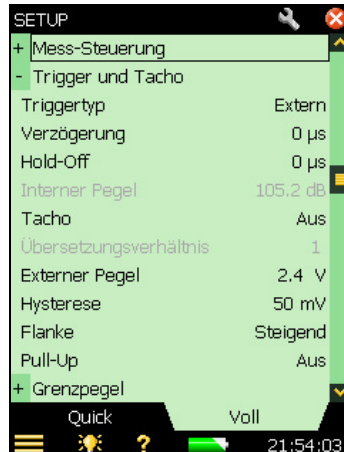
5.1.12 Triggerwerte

Wenn *Messbetriebsart* auf *Getriggert* gesetzt ist, beginnt die Software BZ-7230 nur mit einer Messung, wenn entweder ein interner oder externer Trigger erfolgt ist. Sie müssen jedoch immer noch den Analysator durch Drücken von **Start/Pause**  aktivieren.

Zum Einstellen des Triggerstatus werden die Parameter *Trigger* und *Tacho* im **Setup-Menü** verwendet, siehe Abb. 5.12.

Abb. 5.12

Einstellen der Trigger- und Tachoparameter



Triggertyp

Dieser Parameter bestimmt, ob das Triggersignal intern oder extern ist. Mit *Intern* wird das eingehende Zeitsignal zum Triggern verwendet (über die 'Untere' oder 'Obere' Buchse), bei *Extern* erfolgt das Triggern durch ein externes Signal, das an der 'Trigger-Eingangsbuchse' anliegt.

Verzögerung

Dieser Parameter bestimmt die Verzögerung zwischen dem Triggerpunkt und dem Start der Aufzeichnung. Bei positiver Verzögerung beginnt die Aufzeichnung die angegebene Zeitdauer nach dem Triggerpunkt. Bei negativer Verzögerung beginnt die Aufzeichnung die angegebene Zeitdauer vor dem Triggerpunkt.

Hold-Off

Der Hold-Off-Wert bestimmt, wie lange die Triggerschaltung wartet, nachdem ein Trigger aufgetreten ist. Ein neuer Trigger wird erst nach Ablauf dieser Zeit akzeptiert. Hiermit lassen sich falsche Trigger verhindern:

- Wenn eine Transiente/Triggerbedingung, an der Sie nicht interessiert sind, kurz nach der interessierenden auftritt
- Wenn die Transiente länger ist als die Aufzeichnungslänge und die im Signal enthaltene Energie ein erneutes Triggern verursacht, bevor die Transiente abgeklungen ist (Aufzeichnungen werden unzusammenhängend überlagert). Wenn die Wiederholungsrate des transienten Signal dies zulässt, sollte eine Hold-Off-Zeit eingestellt werden, die länger als zwei Aufzeichnungslängen ist

Hysterese

Dieser Parameter bestimmt die 'Hysterese' des externen Triggers. (Hysterese bezieht sich auf die 'Sicherheitsspanne', die Sie beim Einstellen des Triggerpegels berücksichtigen sollten, um Beeinträchtigung durch Störsignale in der Nähe dieses Pegels zu vermeiden.) Der Parameter ist aktiviert, wenn *Triggertyp* auf *Extern* gesetzt ist oder *Tacho* auf *Ein*.

Flanke

Dieser Parameter bestimmt die Triggerflanke bei einem externen Trigger. Er ist aktiviert, wenn *Triggertyp* auf *Extern* gesetzt ist oder *Tacho* auf *Ein*. Sie können wählen, an der steigenden oder fallenden Flanke des externen Triggersignals zu triggern.

CCLD/Pull-Up

Bei Geräten mit Seriennummer 2630266 und höher wird dieser Parameter als *CCLD* bezeichnet. Dieser Parameter dient zum Ein- und Ausschalten einer CCLD-Stromversorgung, abhängig von dem an den Triggereingang angeschlossenen Gerät.

Hinweis: Für den Laser-Drehzahlsensor MM-0360 muss *CCLD* auf *Ein* gesetzt werden.

Bei Geräten mit einer Seriennummer unter 2630266 wird der Parameter als Pull-Up bezeichnet. Mit diesem Parameter können Sie das externe Trigger-Eingangssignal auf +5 V verstärken (über einen 7,5 k Ω Widerstand).



Der Parameter *CCLD* oder *Pull-Up* wird aktiviert, wenn *Triggertyp* auf *Extern* oder *Tacho* auf *Ein* gesetzt ist.

Interner/Externer Pegel

Der Parameter *Interner Pegel* bestimmt, bei welchem Pegel des eintreffenden Mess-Signals ein Trigger ausgelöst wird. Dieser Parameter ist aktiviert, wenn *Triggertyp* auf *Intern* gesetzt ist. Welcher Maximalwert eingegeben werden kann, hängt vom Skalenendwert ab.

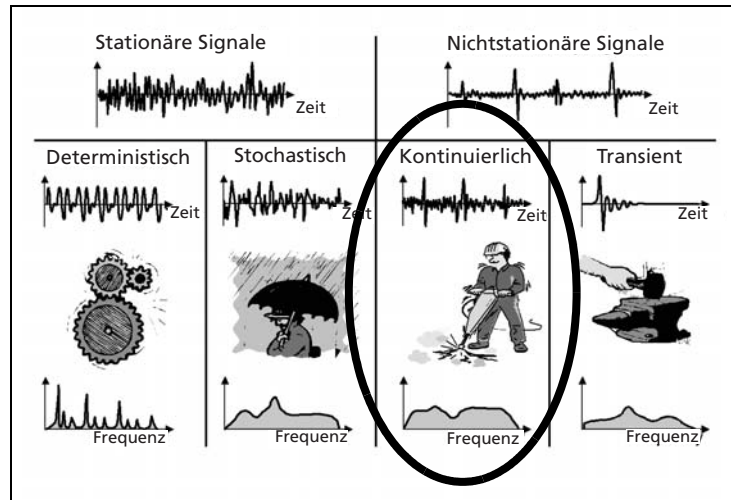
Der Parameter *Externer Pegel* bestimmt, bei welchem Pegel des am Triggereingang anliegenden Signals ein Trigger ausgelöst wird. Der Parameter ist aktiviert, wenn *Triggertyp* auf *Extern* gesetzt ist oder *Tacho* auf *Ein*. Er kann auf beliebige Werte von –20 V bis +20 V eingestellt werden. Die Standardeinstellung ist +2,4 V.

In der Praxis hat sich folgendes Vorgehensweise bewährt, um den Triggerpegel einzustellen und falsches Triggern zu vermeiden:

- 1) Öffnen Sie das Tastaturfeld zum Konfigurieren des Triggerpegels, indem Sie den Wert neben *Interner Pegel* oder *Externer Pegel* antippen (unter *Trigger* und *Tacho* im **Setup-Menü**). Siehe Abb. 2.25. Schreiben Sie den gewünschten Wert ein.
- 2) Tippen Sie  im Tastaturfeld an, um den Wert zu übernehmen. Jetzt können Sie prüfen, ob eine Triggerrung erfolgt (oder nicht), indem Sie das Tastaturfeld beobachten. Je nach Situation wird *Getriggert* (oder *Nicht getriggert*) angezeigt.
- 3) Stellen Sie den Triggerpegel so ein, dass keine Trigger auftreten, wenn nur das Hintergrundgeräusch vorliegt.
- 4) Überprüfen Sie, dass getriggert wird, wenn Signal und Hintergrund vorliegen.
- 5) Um den eingestellten Pegel zu bestätigen, klicken Sie außerhalb des Tastaturfeldes oder tippen  an.

5.2 Kontinuierliche Signale

Abb. 5.13
Kontinuierliche Signale



Kontinuierliche (nichtstationäre) Signale haben Ähnlichkeiten mit sowohl transienten als auch stationären Signalen. Während der Analyse sollten kontinuierliche nichtstationäre Signale normalerweise als stochastische Signale behandelt werden (siehe Kapitel 4) oder in einzelne Transienten aufgeteilt und als Transienten behandelt werden (siehe Abschnitt 5.1). Ein Beispiel für ein kontinuierliches Signal ist ein pneumatischer Bohrer, wobei die vom Kompressor gelieferte Luft stochastische Komponenten liefert, während Transienten erzeugt werden, wenn die Bohrspitze in das Material eindringt.

Kontinuierliche Signale müssen normalerweise über eine Zeitdauer gemessen werden, die länger ist als eine Aufzeichnung, und mit einem Trigger gestartet werden. Auf diese Weise lassen sie sich als erweiterte Messung eines transienten Signals betrachten (bei dem jeweils eine Aufzeichnung gemessen wird). Sie sollten beachten, dass das transiente Signal in BZ-7230 mit einem Rechteckfenster gemessen wird, während kontinuierliche Signale Hanning-Fenster mit Überlappung verwenden.

5.2.1 Konfigurieren des Analysators

Die folgenden Parameter, die in früheren Abschnitten beschrieben wurden, lassen sich auch bei der Messung kontinuierlicher Signale anwenden. Sie sollten sie einzeln durchgehen, bevor Sie mit der Messung beginnen, um sicherzustellen, dass sie entsprechend dem erwarteten Eingangssignal korrekt eingestellt sind:

- Frequenzauflösung und -bereich
- Y-Achse
- X-Achsen-Skalierung – komprimiert/erweitert
- Frequenzkorrektur
- Triggerwerte

5.2.2 Mess-Steuerung

Für die Messung kontinuierlicher Signale müssen Sie anfangs am Analysator eine getriggerte Messung mit kontinuierlichen Signalen einstellen. Wählen Sie *Mess-Steuerung* im **Setup-Menü** und anschließend die folgenden Parameter:

Zeitfenster

Das Zeitfenster wird automatisch auf *Hanning* gesetzt, wenn Sie als *Signaltyp Kontinuierlich* einstellen.

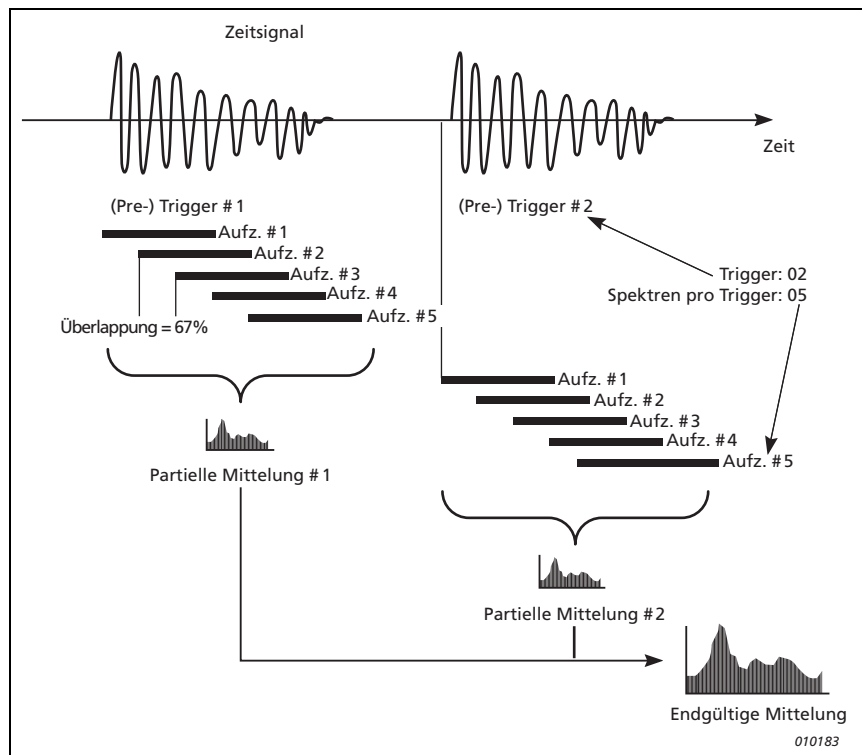
Trigger

Die Anzahl der eingestellten Trigger bestimmt, aus wie vielen Aufzeichnungsserien das Endergebnis gemittelt wird (Parameter *#Trigger*).

Spektren pro Trigger

Bei kontinuierlichen Messungen mittelt die Software jedesmal, wenn ein Trigger erfolgt, die von Ihnen eingestellte Anzahl der Spektren pro Trigger linear (Parameter *#Spektren pro Trig*) – siehe Abb. 5.14 und Abb. 5.15. Diese Zahl können Sie als Anzahl der Aufzeichnungen in einer Serie betrachten.

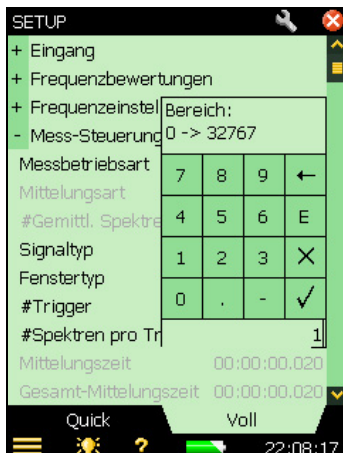
Abb. 5.14 Grafische Erläuterung der Vorgänge bei der Messung getriggelter kontinuierlicher Signale mit dem in Abschnitt 5.2.2 beschriebenen Setup



Stellen Sie den Wert von #Spektren *pro Trig* so ein, dass sich eine Mittelungszeit (Messperiode) ergibt, die lang genug ist, um zu sichern, dass das gemessene Signal in jeder Aufzeichnungsserie vollständig repräsentiert ist.

Abb. 5.15

Eingabe der Anzahl von Spektren pro Trigger für eine getriggerte Messung



Messung

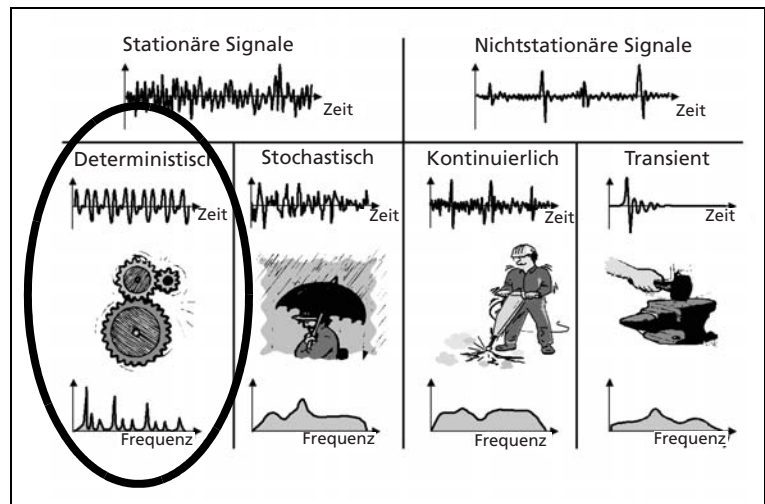
Siehe „Messung“ auf Seite 45.

Kapitel 6

Messung deterministischer Signale

6.1 Deterministische Signale

Abb. 6.1
Deterministische Signale



Deterministische Signale bestehen ausschließlich aus sinusförmigen Komponenten bei diskreten Frequenzen. Wenn die Spektrallinien eine harmonische Beziehung zeigen, wird das Signal als periodisch bezeichnet. Beispiele für periodische Signale sind die Schwingungen einer rotierenden Welle, Schall/Schwingungen von eingreifenden Zahnrädern oder als eher theoretisches Beispiel eine Rechteckwelle.

Für die erfolgreiche Messung deterministischer Signale brauchen Sie mehrere Cursors, um die Beziehungen der diskreten Frequenzen zu untersuchen.

Für die Maschinendiagnostik ist es auch von Nutzen, zwei Spektren vergleichen zu können – beispielsweise ein bekanntes Bezugsspektrum, das an einer optimal eingerichteten Maschine erhalten wurde, im Vergleich zum aktuellen Zustand der Maschine.

6.2 Vorbereitung auf die Messung

Dieser Abschnitt hilft Ihnen bei der Auswahl geeigneter Startwerte für die Messung deterministischer Signale.

6.2.1 Konfigurieren des Eingangs

Der Eingang wird in drei Schritten konfiguriert:

- 1) Auswahl des korrekten Sensors.
- 2) Einstellen von Signalquelle und -typ.
- 3) Kalibrierung des Systems.

Diese Schritte sind in Kapitel 3 ausführlich beschrieben und sollten ausgeführt sein, bevor Sie fortfahren.

6.2.2 Konfigurieren des Analysators

Die folgenden Parameter, die in Kapitel 4 beschrieben wurden, lassen sich auch bei der Messung deterministischer Signale anwenden. Sie sollten sie einzeln durchgehen, bevor Sie mit der Messung beginnen, um sicherzustellen, dass sie entsprechend dem erwarteten Eingangssignal korrekt eingestellt sind:

- X-Achsen-Skalierung – komprimiert/erweitert
- Frequenzkorrektur

6.2.3 Mess-Steuerung

Für die Messung deterministischer Signale müssen Sie anfangs am Analysator den manuellen Start der Messung und exponentielle Mittelung einstellen. (Wählen Sie *Mess-Steuerung* im **Setup-Menü**, setzen Sie *Messbetriebsart* auf *Manuell*, *Mittelungsart* auf *Exponentiell* und überprüfen Sie anschließend folgende Parameter:

Zeitfenster

Das Zeitfenster (*Fenstertyp*) wird automatisch auf *Hanning* gesetzt, wenn Sie *Messbetriebsart* auf *Manuell* setzen.

Frequenzauflösung/Bereich

Deterministische Signale werden im allgemeinen durch rotierende Maschinenteile hervorgerufen. Häufig ist eine Grundfrequenz vorhanden, die mit der Basisdrehzahl in Beziehung steht. Bei einem System mit Getrieben (ineinandergreifend oder mit Kettenantrieb) werden auch Harmonische zur Grundfrequenz auftreten. Das Übersetzungsverhältnis und die Anzahl der Zähne ergeben Frequenzen, die mit der Grundfrequenz in Beziehung stehen. Deshalb sollten Frequenzauflösung und -bereich so ausgewählt werden, dass sie den erwarteten Signalinhalt umfassen.

Für Schwingungsmessungen ist das 10-fache der Grundfrequenz als Bereich geeignet. Damit sind die ersten neun Harmonischen sichtbar. Wenn die Grundfrequenz über 2 kHz liegt, muss der maximale Bereich eingestellt werden. Auch wenn Sie nicht wissen, wo die Grundfrequenz liegt oder wenn mehrere vorhanden sind, lässt sich mit Hilfe des maximalen Bereiches ein Überblick erhalten. Beachten Sie, dass Sie später jederzeit einzoomen können.

Stellen Sie sich z.B. ein 1:2 Getriebesystem vor, das mit 600 U/min (Antriebsseite) läuft, mit 40 Zähnen am Antriebszahnrad und 20 am Abtriebszahnrad. Setzen Sie den Parameter *Drehzahl-Übersetzungsverhältnis* auf 2. Dies ergibt die Frequenzen 10 Hz, 20 Hz und 400 Hz – als Anfangsbereich wäre daher 1 kHz mit einer Mittenfrequenz bei 500 Hz empfehlenswert.

6.2.4 Korrekte Skalierung deterministischer Signale

Deterministische Signale werden normalerweise mit Hilfe ihrer mittleren quadratischen oder ihrer effektiven Amplitude (Effektivwert) als Funktion der Frequenz beschrieben. Der Effektivwert U ist die Wurzel aus dem Mittelwert der Quadrate. Der Effektivwert wird in den geeigneten Einheiten gemessen. Der Mittelwert der Quadrate wird in Einheit^2 gemessen.

Der Mittelwert der Quadrate wird oft als Leistung bezeichnet (U^2), was streng genommen nicht korrekt ist, da die Impedanz fehlt. Es wird daher angenommen, dass der numerische Wert der Impedanz Eins ist.

Für deterministische Signale

Messen Sie Leistung (PWR in U^2) oder den Effektivwert der Amplitude (Eff in U)

6.2.5 Ein- und Ausschalten der Frequenzkorrektur

Sie können den Algorithmus zur Frequenzkorrektur jederzeit aktivieren/deaktivieren – wählen Sie *Mess-Steuerung* im **Setup-Menü** und stellen Sie unter *Frequenzeinstellungen* den Parameter *Frequenzkorrektur* je nach Bedarf auf 'Ein' oder 'Aus' ein. Die Frequenzkorrektur lässt sich mit allen Messbetriebsarten verwenden (manuell, transient oder kontinuierlich).

6.2.6 Drehzahlmessung

Die Drehzahl wird anhand des Signals gemessen, das am Triggereingang anliegt. Zur Messung der Drehzahl ist *Tacho* auf *Ein* zu setzen.

Es können zwei Typen von Drehzahlen angezeigt werden: momentane oder mittlere Drehzahl.

Die momentane Drehzahl wird nur angezeigt, während sie am Triggereingang gemessen wird, während die mittlere Drehzahl zusammen mit den anderen Spektrenergebnissen angezeigt und gespeichert wird. Sie wird über denselben Zeitraum wie das Spektrum gemittelt, wenn als *Mittelungsart* *Lineare Mittelung* gewählt ist. Wenn *Exponentiell* gewählt ist, erfolgt keine Mittelung. Das Ergebnis ist die zuletzt gemessene Drehzahl.

6.3 Bezugsspektren

Die FFT-Analyse-Software BZ-7230 verfügt über einen Zwischenspeicher für ein Bezugsspektrum. Als Bezugsspektrum kann die aktuelle Messung oder eine aufgerufene Messung gespeichert werden. Wenn es sich z.B. um Turbinen handelt, können die Schwingungen einer perfekt ausgewuchteten Turbine als Bezugsspektrum verwendet werden.

Flüchtiger Speicher

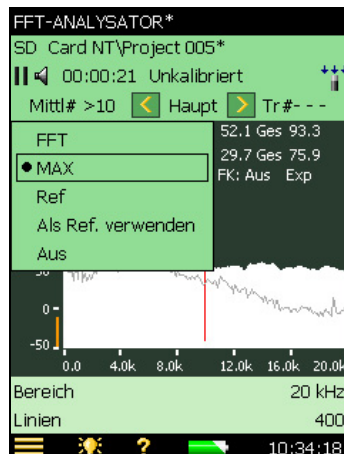
Die im Zwischenspeicher für Bezugsspektren befindlichen Daten werden nicht gesichert und gehen damit beim Ausschalten verloren. Die einzige Möglichkeit, ein Spektrum zu sichern, um es künftig als Bezugsspektrum verwenden zu können, besteht darin, es von der Messanzeige aus zu speichern. Das heißt, entweder müssen Sie im Voraus planen, welches Spektrum als Bezugsspektrum verwendet werden soll, oder Sie müssen alle Messungen speichern.

Hinweis: Das Bezugsspektrum kann nur angezeigt werden, wenn die Parameter (Frequenz) *Bereich*, *Mittenfreq.*, (Anzahl) *Linien* und *Aktueller Sensor* mit denen der aktuell angezeigten Messung übereinstimmen.

Als Ref. verwenden

Mit der Option 'Als Ref. verwenden' wird das aktuell angezeigte Spektrum als Bezugsspektrum im Messwert-Zwischenspeicher abgelegt (dazu tippen Sie *FFT* auf der Zeile des primären Cursors an und wählen *Als Ref. verwenden* in der Dropdown-Liste, siehe Abb. 6.2).

Abb. 6.2
Speichern des
Bezugsspektrums



Einblenden/Ausblenden

Das Bezugsspektrum lässt sich mit dem Grafikfeld ein- und ausblenden (siehe Abb. 2.2). Das Bezugsspektrum kann in Form von Linien oder Balken dargestellt werden, je nachdem, ob es in der ersten oder zweiten Zeile des Grafikfeldes ausgewählt wird.

Abgleichen

Wenn sich das aktuelle Setup hinsichtlich *Bereich*, *Mittenfrequenz* oder (Anzahl der) *Linien* vom Setup des gespeicherten Bezugsspektrums unterscheidet, werden Sie gefragt, ob Sie die Messung ‘abgleichen’ wollen (d.h. das aktuelle Mess-Setup an dasjenige des Bezugsspektrums anpassen), siehe Abb. 6.3.

Wenn jedoch ein anderer Sensor verwendet wird, lässt sich das Bezugsspektrum nicht anzeigen, auch wenn die drei genannten Parameter übereinstimmen, siehe auch Abb. 6.3.

Abb. 6.3

Meldungsfelder:

Links: wenn Parameter des Spektrums nicht übereinstimmen

Rechts: wenn der Sensor nicht übereinstimmt



6.4 Toleranzfenster

6.4.1 Exponentielle Mittelung

Während einer Messung mit exponentieller Mittelung lässt sich mit Hilfe von Toleranzfenstern berechnen, ob die Deltasumme innerhalb bestimmter Grenzen liegt. (Siehe “Deltasumme” auf Seite 21.) Die Deltasumme beruht auf den gemessenen FFT-Linien im gewählten Frequenzbereich, dabei werden jedoch Spektrumanzeige, Skalierung und Nachbewertung berücksichtigt. Das Summationsprinzip ist in Tabelle 4.1 beschrieben.

Die Deltasumme wird in regelmäßigen Intervallen (alle 100 ms bei bis zu 1600 Linien und alle 1 s bei mehr als 1600 Linien) während der Messung berechnet und mit den Grenzen verglichen. Neben den Toleranzergebnisparametern wird eine Reihe anderer Parameter aktualisiert:

- Deltasumme
- Max. Deltasumme
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme (erfordert Tacho = Ein)
- LAF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme

Damit die Integrität der oben aufgelisteten Parameter gesichert bleibt, können der Frequenzbereich und die Grenzen der Toleranzfenster während oder nach der Messung nicht geändert werden, ohne die Messung zurückzusetzen. Dies gilt auch für Änderungen bestimmter Anzeigeparameter (Skalierung, Spektrumanzeige, Einheitensystem, Y-Achse und Nachbewertung).

Ein Anwendungsbeispiel stellt die Überprüfung dar, ob der Schwingungspegel (in einem bestimmten Frequenzbereich) beim Hochlaufen eines Motors eine bestimmte Grenze überschreitet:

- 1) Stellen Sie *Bereich*, *Linien* und *Mittenfreq.* wie gewünscht ein.
- 2) Setzen Sie *Mittelungsart* auf *Exponentiell*, *#Gemittl. Spektren* = 1, *Toleranz für* = FFT, *Prüfen* = Ein, *Geprüfte Werte* = Deltasumme und wählen Sie *Obere* und *Untere Grenze* sowie *Höchste* und *Tiefste* Frequenz.
- 3) Starten Sie die Messung, wenn der Motor anläuft.
- 4) Stoppen Sie die Messung, wenn der Motor die gewünschte Drehzahl erreicht hat.

Während der Messung wird eine max. Deltasumme zusammen mit dem Spektrum gemessen, das zu diesem Zeitpunkt vorhanden war.

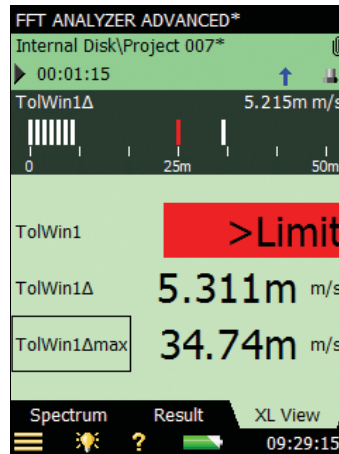
Die Anzeigeparameter können in der Gruppe „Toleranz Deltasumme“ gewählt werden: Tippen Sie einen beliebigen Parameter und anschließend **Mehr>Toleranz Deltasumme>Deltasummen-Parameter** an

Abb. 6.4
Untermenü Deltasummen-Parameter



Die Parameter können auch im Balkendiagramm in der XL-Ansicht angezeigt werden (siehe Abb. 6.5).

Abb. 6.5
XL Ansicht-Register



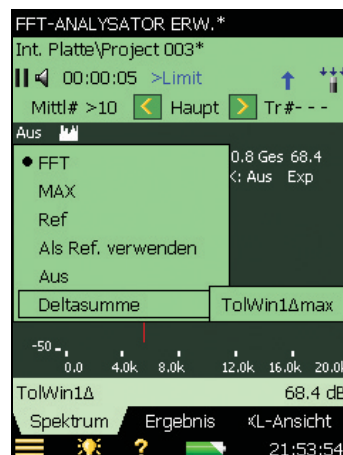
Die Deltasummen-Parameter können zur Anzeige im Balkendiagramm ausgewählt werden (Parameter in der ersten Zeile im Balkendiagramm antippen). Die obere Grenze (rote Linie) wird auf dem Balkendiagramm zusammen mit der max. Deltasumme (eine weiße Linie) angezeigt. Der Deltasummen-Parameter wird in derselben Maßeinheit wie das FFT-Spektrum angezeigt.

Wenn *Einheit, Y-Achse* auf *Technisch* eingestellt ist, kann die Skalierung des Balkendiagramms Log oder Lin sein und Sie können ein- und auszoomen oder die Skala verschieben, indem Sie die Achse des Balkendiagramms antippen.

Anstelle des Deltasummen-Parameters können Sie im Balkendiagramm das gesamte FFT-Spektrum oder LAF oder LZF wählen.

Das FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme kann in der Grafikauswahl von der Deltasummen-Gruppe gewählt werden (siehe Abb. 6.6).

Abb. 6.6
Grafikauswahl für
Deltasummen-Parameter



Kapitel 7

Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231

7.1 Allgemein


Die Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231 verwendet Schallspektren und ermöglicht:

- Bewertung der Tonhaltigkeit anhand von gemessenen FFT-Spektren gemäß ISO 1996:2007 „Akustik – Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umweltgeräuschen – Teil 2: Bestimmung des Umgebungslärmpegels“. Anhang C (informativ) „Objektive Methode zur Bestimmung der Hörbarkeit von Tönen im Geräusch – Referenzmethode“
- Erzeugung eines Sinustons am Kopfhörerausgang des handgehaltenen Analysators (Funktion „Ton am Cursor“), der mit dem aktuellen Geräusch verglichen werden kann

BZ-7231 ist eine Erweiterung von BZ-7230 und gestattet die Bestimmung der Tonhaltigkeit vor Ort. Das Ergebnis der Tonhaltigkeitsanalyse ist ein Tonzuschlag K_t , der zum Beurteilungspegel addiert wird, wie in ISO 1996 beschrieben. Der L_{Aeq} und weitere Breitband-Parameter werden vom handgehaltenen Analysator gleichzeitig gemessen und der Beurteilungspegel einschließlich Tonzuschlag kann vor Ort berechnet werden. Die Funktion „Ton am Cursor“ ist ein wertvolles Werkzeug, das zusätzlich verwendet werden kann, um tonale Schallquellen zu identifizieren.

BZ-7231 lässt sich mit der Schallaufzeichnungs-Option BZ-7226 kombinieren und bildet zusammen mit BZ-7230 ein komplettes System zur objektiven FFT-basierten Tonhaltigkeitsanalyse mit Schallaufzeichnung.

BZ-7231 liefert Ergebnisse vor Ort und bereitet die Messwerte für die Nachverarbeitung und Berichterstellung im Büro vor. Die Dokumentation kann mit der PC-Software für handgehaltene Analysatoren BZ-5503 vorbereitet werden, die Messwerte lassen sich jedoch zur Nachverarbeitung nach Evaluator Typ 7820 oder andere Programme wie Microsoft® Excel® exportieren.

Prüfen Sie im **Info** Menü, ob Sie die erforderliche Lizenz für die Option zur Tonhaltigkeitsanalyse haben. (Das **Info** Menü wird von der Hilfe-Funktion aus erreicht – in der Shortcut-Leiste  antippen und **Info** wählen.)

Wenn Sie den handgehaltenen Analysator zusammen mit Softwaremodulen erworben haben, sind die betreffenden Lizenzen bereits auf dem Gerät vorinstalliert.

Wenn Sie für Ihren handgehaltenen Analysator ein Softwaremodul separat erwerben, muss die Lizenz auf dem Gerät installiert werden. Dies erfolgt mit Hilfe der PC-Software für handgehaltene Analysatoren BZ-5503. Bitte entnehmen Sie der Online-Hilfe der Software BZ-5503, wie Lizenzen installiert werden.

7.2 Einführung in die Tonhaltigkeitsanalyse

Bei der Beurteilung von Lärm ist allgemein anerkannt, dass Geräusche, die tonale Komponenten enthalten, lästiger wirken als Geräusche mit demselben A-bewerteten Breitbandpegel ohne wahrnehmbare Töne. Eine erste Einschätzung, ob das Geräusch tonale Komponenten enthält, wird meist vom menschlichen Ohr vorgenommen. Für vergleichbare Ergebnisse und die Dokumentation kann jedoch eine objektive Analyse erforderlich sein.

Die Bewertung der Tonhaltigkeit kann anhand von Terzspektren oder FFT-basiert erfolgen. ISO 1996-2:2007 „Bestimmung des Umgebungslärmpegels“ enthält zwei informative Anhänge, die sich mit objektiver Tonhaltigkeitsanalyse beschäftigen:

- Anhang C: „Objektive Methode zur Bestimmung der Hörbarkeit im Geräusch – Referenzmethode“. Bei dieser Methode wird FFT-Analyse verwendet.
- Anhang D: „Objektive Methode zur Bestimmung der Hörbarkeit von Tönen im Geräusch – vereinfachte Methode“. Bei dieser Methode werden Terzspektrenmessungen verwendet.

Welche Methode zur Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen verwendet wird, ist von den örtlichen Rechtsvorschriften abhängig. Die örtlichen Rechtsvorschriften können sich auf ISO 1996-2 oder eine andere Methode beziehen.

Die Methode nach ISO 1996-2 Anhang C beschreibt Messverfahren, mit denen sich das Vorliegen hörbarer tonaler Komponenten überprüfen lässt. Diese Methode basiert auf dem psychoakustischen Konzept der kritischen Bänder. Ein kritisches Band ist dadurch definiert, dass Geräusche außerhalb des Bandes nicht signifikant zur Hörbarkeit von Tönen innerhalb des kritischen Bandes beitragen.

Die Implementierung der Methode von ISO 1996-2 Anhang C in die Option für den handgehaltenen Analysator zur Tonhaltigkeitsanalyse auf FFT-Basis BZ-7231 umfasst Verfahren für Dauertöne, Schmalbandrauschen und tieffrequente Töne. Das Ergebnis ist ein skaliertes Zuschlag K_t zum Beurteilungspegel, der aus dem L_{Aeq} berechnet wird. Der korrigierte Beurteilungspegel wird erhalten, indem man den Zuschlag K_t zum L_{Aeq} -Pegel addiert.

ISO 1996-2 Anhang C beschreibt die Vorgehensweise bei zeitlich veränderlichen Tonkomponenten. Dabei kann entweder die Stärke oder die Frequenz der Töne variieren. Die Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231 unterstützt keine automatischen Funktionen zur Handhabung zeitlich veränderlicher Tonkomponenten.

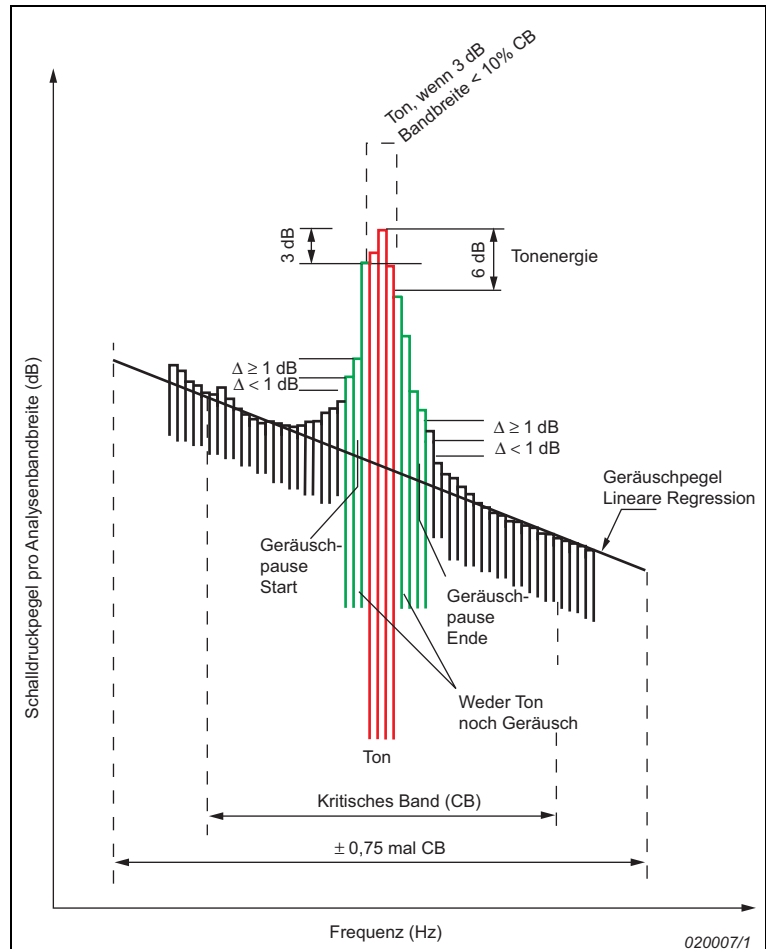
Weitere Informationen über Beurteilungspegel und die Bewertung von Umweltschall finden Sie in ISO 1996-2 und der Broschüre „Umweltschall“ von Brüel & Kjær.

7.2.1 Berechnung der Tonhaltigkeit

BZ-7231 folgt den in ISO 1996-2 Anhang C angegebenen Regeln. Abb. 7.1 zeigt eine grafische Übersicht der in diesem Abschnitt erläuterten Begriffe und Definitionen.

Abb. 7.1

Grafische Übersicht von Begriffen in Verbindung mit der FFT-basierten Tonhaltigkeitsanalyse



Erkennen tonaler Komponenten

Zunächst sucht der Rechenalgorithmus im gemessenen FFT-Spektrum nach „Geräuschpausen“. Eine Geräuschpause ist ein örtliches Maximum im Spektrum, das mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit einen Ton enthält.

Das **Tonsuchkriterium** im **Setup** Menü dient als Schwelle für den Algorithmus bei der Suche nach Geräuschpausen im Spektrum, d.h. Pegeldifferenzen zwischen aufeinanderfolgenden Linien. Das Kriterium lässt sich als der maximale Pegelunterschied zwischen benachbarten Linien im FFT-Spektrum interpretieren, bei dem keine tonale Komponente vorliegt. Normalerweise wird das Kriterium auf 1 dB eingestellt. Bei unregelmäßigen Spektren (hauptsächlich Spektren mit kurzer Mittelungszeit) kann es sein, dass Werte bis 4 dB bessere Ergebnisse liefern.

Wird eine Geräuschpause erkannt, sucht der Tonsuchalgorithmus nach Tönen (oder Schmalbandrauschen) an örtlichen Maxima innerhalb der Geräuschpause. Ein Ton (oder Schmalbandrauschen) ist ein örtliches Maximum mit einer 3 dB-Bandbreite, die kleiner ist

als 10% der Bandbreite des kritischen Bandes. Der Tonpegel ist die Energiesumme aller Linien innerhalb von 6dB des Pegels am örtlichen Maximum, einschließlich einer Korrektur, die den Einfluss des Hanning-Fensters berücksichtigt.

Kritische Bänder

Das kritische Band (der Frequenzbereich, der den Ton maskieren kann) ist um den Ton zentriert und seine Breite beträgt 100 Hz (für den Bereich unter 500 Hz) bzw. 20% der Tonfrequenz über 500 Hz. Beachten Sie, dass dies oberhalb von 500 Hz dicht an der Bandbreite von Terzfiltern (23%) liegt, während es bei tieferen Frequenzen zunehmend breiter wird.

Wenn in einem kritischen Band mehr als ein Ton gefunden wird, wird das kritische Band symmetrisch um die Töne im kritischen Band angeordnet, und zwar zentriert auf die Summe der Frequenzen dividiert durch die Anzahl der Töne. In die Positionierung des kritischen Bandes werden nur Töne innerhalb von 10 dB des höchsten Tonpegels einbezogen. Wenn nicht alle Töne in das kritische Band einbezogen werden können, wird die Platzierung des kritischen Bandes so gewählt, dass die größte Differenz zwischen dem Tonpegel und dem Pegel des maskierenden Rauschens erhalten wird.

Tonpegel und Geräuschpegel

In der Regel stimmt die Frequenz eines Tons nicht genau mit einer Linie im FFT-Spektrum überein. Stattdessen wird seine Energie auf zwei oder mehr Linien verteilt. In diesen Fällen ist der Tonpegel die Pegelsumme aller Linien innerhalb von 6,0 dB des örtlichen Maximums, einschließlich einer Korrektur für die verwendete Hanning-Fensterfunktion.

In einem kritischen Band können mehrere Töne gefunden werden. Der resultierende Pegel für den einzelnen Ton (siehe oben) wird auf Energiebasis addiert. Bei der Tonhaltigkeitsanalyse werden alle gefundenen Töne und die möglicherweise zugehörigen kritischen Bänder beurteilt. Das entscheidende kritische Band, das die größte Hörbarkeit liefert, wird als Endergebnis angegeben. Der am stärksten hervortretende Ton ist der Ton mit der größten Hörbarkeit im entscheidenden kritischen Band.

Die Ergebnisse für Töne in anderen Bändern werden ebenfalls gezeigt. In manchen Spektren kann es möglich sein, einen Ton mit größerer Hörbarkeit als derjenigen im entscheidenden kritischen Band zu finden – dann ist der Tonpegel sehr niedrig. Ein Ton kann vernachlässigt werden, wenn sein Pegel mehr als 10 dB unter dem Ton mit dem höchsten Pegel im kritischen Band liegt.

Der Geräuschpegel L_{pn} in einem kritischen Band wird durch lineare Regression des Spektrums im Bereich von $\pm 0,75 \times$ mal dem kritischen Band von der Mitte des kritischen Bandes gefunden. Bei der Ermittlung des Geräuschpegels werden alle Maxima, die von Tönen stammen, vernachlässigt. Der Geräuschpegel wird aus dem Teil der Regressionsgeraden innerhalb des kritischen Bandes berechnet, der symmetrisch um den Ton (die Töne) angeordnet ist.

Hörbarkeit und Tonzuschlag

Die Gesamthörbarkeit ΔL_{ta} ist frequenzabhängig und wird aus der Differenz zwischen dem Gesamt-Tonpegel L_{pt} und dem Pegel des maskierenden Rauschens L_{pn} im kritischen Band berechnet.

Der Tonzuschlag K_t bezieht sich auf das gesamte analysierte FFT-Spektrum und wird aus dem **entscheidenden Band** berechnet. Das entscheidende Band ist das kritische Band, das die größte Hörbarkeit ergibt.

Der am stärksten hervortretende Ton ist der Ton im entscheidenden kritischen Band mit der größten Hörbarkeit.

Wenn die Hörbarkeit weniger als 4 dB beträgt, wird kein Zuschlag addiert.

Bei einer Hörbarkeit von mehr als 10 dB beträgt der Zuschlag 6 dB.

Zwischen 4 und 10 dB beträgt der Zuschlag $\Delta L_{ta} - 4$ dB.

Hinweis: Der Zuschlag braucht kein ganzzahliger Wert zu sein.

Analyse sehr niedriger Tonpegel

Das Ziel der objektiven Bestimmung der Tonhaltigkeit besteht in erster Linie darin, objektive Indikatoren für die empfundene Lästigkeit tonaler Komponenten in Geräuschen zu liefern. Mit der objektiven Tonhaltigkeitsanalyse muss sehr vorsichtig umgegangen werden, wenn der Pegel des gefundenen Tons (der Töne) in der Nähe der Hörschwelle oder des Eigenrauschens des Mess-Systems liegt, das zur Analyse und Berechnung der objektiven Parameter verwendet wird.

Das Eigenrauschen

Das Eigenrauschen des handgehaltenen Analysators kann Störsignale enthalten, die bewirken, dass ein Zuschlag (K_t) berechnet wird, der größer als 0 dB ist. Auf dem Display des handgehaltenen Analysators wird der Pegel des Eigenrauschens der FFT-Anwendung durch eine rote Linie auf der Y-Achse angezeigt. Diese Anzeige kann als Orientierung dienen, um die Quelle eines tonalen Signals zu beurteilen. Weitere Einzelheiten zum Eigenrauschen des handgehaltenen Analysators entnehmen Sie bitte den technischen Daten.

Die Hörschwelle

Bei sehr leisen Tönen sollten Sie überprüfen, ob der Gesamt-Tonpegel im kritischen Band über der Hörschwelle liegt. Wenn der Gesamt-Tonpegel in einem kritischen Band die Hörschwelle nicht überschreitet, sollte dieses kritische Band vernachlässigt werden. Besondere Vorsicht ist bei tiefen Tönen geboten, weil hier die Hörschwelle höher liegt.

7.3 Kalibrierung

ISO 1996-2 Anhang C empfiehlt, das Mess-System mit dem Frequenzanalysator für Schallpegelmessungen zu kalibrieren (dB re 20 μ Pa). Weitere Informationen über die akustische Kalibrierung entnehmen Sie bitte Kapitel 5 des Bedienungshandbuchs für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250, BE 1726.

7.4 Einrichten des Gerätes

7.4.1 Einrichten der Option zur Tonhaltigkeitsanalyse


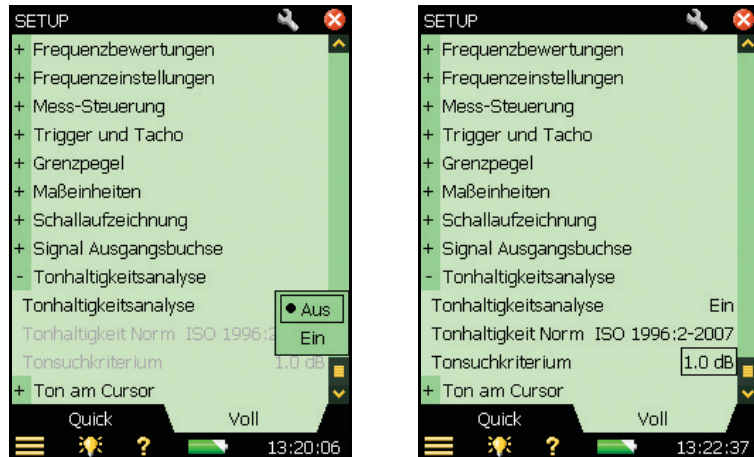
Tippen Sie das Hauptmenü-Symbol  an und wählen Sie **Setup** in der Liste. Tippen Sie unter den *Ton-Einstellungen* (auf der Liste mit sämtlichen Optionen) die Option *Tonhaltigkeitsanalyse* an und wählen Sie *Ein*, siehe Abb. 7.2.

Abb. 7.2

Links: Auswahl der Option zur Tonhaltigkeitsanalyse
Rechts: Einstellung des Tonsuchkriteriums



Die Standardeinstellung des *Tonsuchkriteriums* ist 1 dB. Wird für das Kriterium ein höherer Wert gewählt, ist der Tonsuchalgorithmus beim Durchsuchen des FFT-Spektrums nach möglichen Tönen weniger empfindlich. Eine Erhöhung des *Tonsuchkriteriums* kann für die Analyse unregelmäßiger Spektren in Frage kommen (hauptsächlich Spektren mit kurzen Mittelungszeiten). Das *Tonsuchkriterium* kann zwischen 0,5 und 4 dB variiert werden.

7.4.2 Einrichten der Messung mit den Standardeinstellungen

Die Option zur Tonhaltigkeitsanalyse bietet zwei Möglichkeiten zum Einrichten der FFT-Messung für die Berechnung der Tonhaltigkeit. Zunächst wird die Standardmethode beschrieben. In Abschnitt 7.4.3 finden Sie eine Beschreibung, wie die Messung manuell eingerichtet wird.


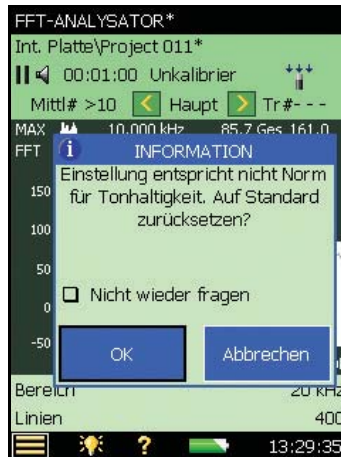
Starten Sie die FFT-Messung, indem Sie **Start/Pause**  drücken. Wenn die gewählten Setupparameter den Empfehlungen von ISO 1996-2 Anhang C nicht entsprechen, erscheint folgendes Popup-Fenster:

Abb. 7.3
*Popup-Fenster zur
Überprüfung der
Messeinstellungen*



Im Popup-Fenster zur Überprüfung der Messeinstellungen (siehe Abb. 7.3) können Sie die relevanten Parameter für die Tonhaltigkeitsanalyse auf die Standardeinstellungen zurücksetzen, die mit ISO 1996-2 Anhang C übereinstimmen. Um alle relevanten Parameter auf die in Tabelle 7.1 beschriebenen Standardeinstellungen zurückzusetzen, tippen Sie **OK** an. Um mit den manuell gewählten Einstellungen zu messen, tippen Sie **Abbrechen** an.

Das Popup-Fenster lässt sich auch für den Rest der Messung deaktivieren, indem Sie das Kästchen *Nicht wieder fragen* anhaken. Um die Überprüfung der Einstellungen für die Tonhaltigkeitsanalyse wieder zu aktivieren, müssen Sie die Projektvorlage FFT-ANALYSATOR erneut starten oder das Messgerät neu einschalten. Die Überprüfung der Messeinstellungen ist auch deaktiviert, wenn *Tonhaltigkeitsanalyse* im **Setup** Menü auf *Aus* gesetzt ist.

Tabelle 7.1 Für die Überprüfung der Messeinstellungen nach ISO 1996-2 Anhang C verwendete Standardparameter

Standardeinstellungen gemäß ISO 1996-2 Anhang C							
Tonhaltigkeits-analyse		Frequenz-einstellungen		Mess-steuerung		Maßeinheit	
Tonsuch-kriterium:	1 dB	Bereich:	20 kHz	Mittelungs-art:	Linear	Skalie-rung:	Eff
L_{pn} Regressions-bereich:	$\pm 0,75 \times CB^1$	Linien:	6400	# Gemittl. Spektren:	600		
		Mitten-freq.:	10 kHz	Fenster-typ:	Hanning		
		Vor-bewertung:	A-Bewertung	Gesamte Mittelungs-zeit:	00:01:04, 213 ²		

1. Kann nicht vom Benutzer beeinflusst werden.

2. Wird vom handgehaltenen Analysator berechnet.

7.4.3 Manuelles Einrichten der Messung

Beurteilungspegel

Das Ergebnis der FFT-basierten Tonhaltigkeitsanalyse ist der Tonzuschlag K_t , der zum gemessenen L_{Aeq} addiert werden muss, um den Beurteilungspegel gemäß ISO 1996-2 zu berechnen.

Wenn der handgehaltene Analysator mit der FFT-Analyse-Software BZ-7230 verwendet wird, stehen auch die zahlreichen Breitband-Parameter (z.B. L_{Aeq}) der Schallpegelmesser-Software BZ-7222 zur Verfügung. Weitere Informationen über die Breitband-Parameter entnehmen Sie bitte dem Bedienungshandbuch für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250 (BE 1726).

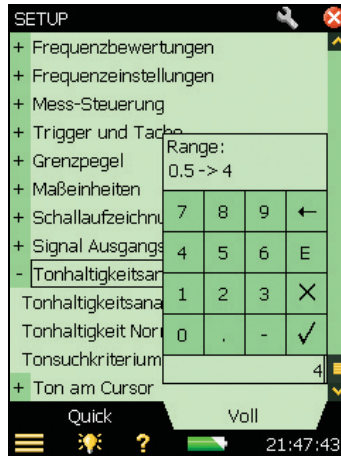
Frequenzeinstellungen

Gemäß ISO 1996-2 Anhang C soll die effektive Analysebandbreite weniger als 5% der Bandbreite von kritischen Bändern mit tonalen Komponenten betragen. Für Mittenfrequenzen unter 500 Hz beträgt die Bandbreite der kritischen Bänder 100 Hz und für Mittenfrequenzen über 500 Hz beträgt sie 20% der Mittenfrequenz.

Dieses 5% Kriterium wird im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz mit folgenden Einstellungen erfüllt: *Bereich 20 kHz, Linien 6400 und Mittenfreq. 10000 Hz*. In diesem Fall beträgt die effektive Analysebandbreite 4,7 Hz.

Sie können andere Kombinationen von Frequenzbereich und Linien wählen (siehe Abb. 7.4) – diese Parameter finden Sie im **Setup** Menü unter *Frequenzeinstellungen*. Wenn Sie weniger Linien wählen, erfolgt die Berechnung der Tonhaltigkeit schneller. Bei Verstößen gegen das 5% Bandbreite-Kriterium im gemessenen Frequenzbereich wird eine Fehleranzeige in Form von Statuscodes (Smileys) ausgelöst.

Abb. 7.4
Auswahl des
Frequenzbereichs



Sie können die Berechnung der Tonhaltigkeit beschleunigen, ohne gegen das 5% Bandbreite-Kriterium zu verstoßen, indem Sie einen kleineren Bereich und entsprechend weniger Linien wählen. Achten Sie jedoch darauf, dass der Bereich mit den hörbaren Tönen analysiert wird!

In seltenen Fällen kann bei komplexen Tönen, die viele eng benachbarte Komponenten enthalten, eine höhere Auflösung erforderlich sein, um den Pegel des maskierenden Rauschens korrekt zu bestimmen.

Die Einstellung der Frequenzkorrektur *FK* auf *Ein* oder *Aus* beeinflusst nur die vom Hauptcursor abgelesenen Werte und ist für die Tonhaltigkeitsanalyse ohne Bedeutung.

Vor- und Nachbewertung der Frequenz

In der Standardeinstellung ist als Vorbewertung in Übereinstimmung mit ISO 1996-2 die Frequenzbewertung 'A' eingestellt. Mit dem handgehaltenen Analysator haben Sie die Möglichkeit, als Vorbewertung *A*, *B*, *C* oder *Z* und als Nachbewertung *A* oder *Z* zu wählen. Bitte beachten Sie, dass der handgehaltene Analysator, um Doppelbewertung zu vermeiden, die Nachbewertungsfunktion automatisch deaktiviert, wenn als Vorbewertung etwas anderes als *Z* gewählt ist.

Für eine Erläuterung der Frequenzeinstellungen schlagen Sie bitte in Abschnitt 4.2.4 nach.

Mess-Steuerung

Gemäß ISO 1996-2 Anhang C muss die Tonhaltigkeitsanalyse mit linearer Mittelung über mindestens 1 Minute erfolgen. Mit dem handgehaltenen Analysator können Sie jedoch


verschiedene Kombinationen der linearen Mittelungszeit sowie der laufenden exponentiellen Mittelung wählen.

Die Mess-Steuerung ist in Abschnitt 4.2.2 erläutert.


7.4.4 Schallaufzeichnung

Wenn eine gültige Lizenz für die Schallaufzeichnungs-Option vorhanden ist, kann während der Messung des FFT-Spektrums eine Schallaufzeichnung erfolgen. Informationen über die Schallaufzeichnungs-Option finden Sie im Bedienungshandbuch für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250, Kapitel 13.

Hinweis 1: Wenn Aufzeichnungen vom handgehaltenen Analysator für die weitere Analyse auf einem PC verwendet werden sollen, muss bei den *Aufzeichnungsparametern AGC* auf *Aus* gesetzt und die *Aufzeichnungsqualität Hoch* gewählt werden.

Hinweis 2: Der Vorlagen-Explorer (vom Hauptmenü  zu erreichen) kann praktisch sein, um die eigenen Messeinstellungen zu speichern. Weitere Informationen über Projektvorlagen finden Sie im Bedienungshandbuch für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250 (BE 1726).

7.5 Messung

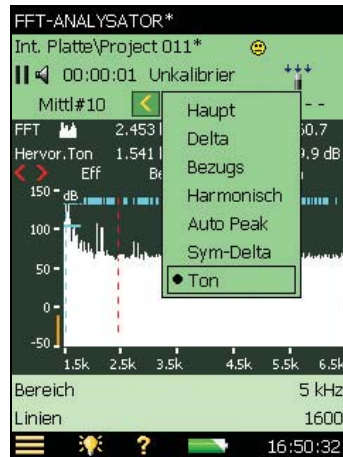
Wenn die Messung abgeschlossen ist (die vorgewählte Messzeit für eine lineare Messung ist abgelaufen oder **Start/Pause**  wird gedrückt), führt der handgehaltene Analysator die Tonhaltigkeitsanalyse aus. Eine typische Berechnung nach ISO 1996-2 Anhang C mit 6400 FFT-Linien dauert 4 bis 5 Sekunden.

7.6 Ergebnisanzeige

7.6.1 Der Toncursor

Wählen Sie den *Ton*-Cursor im **Cursor** Dropdown-Menü (erscheint, wenn Sie den Cursor antippen), siehe Abb. 7.5.

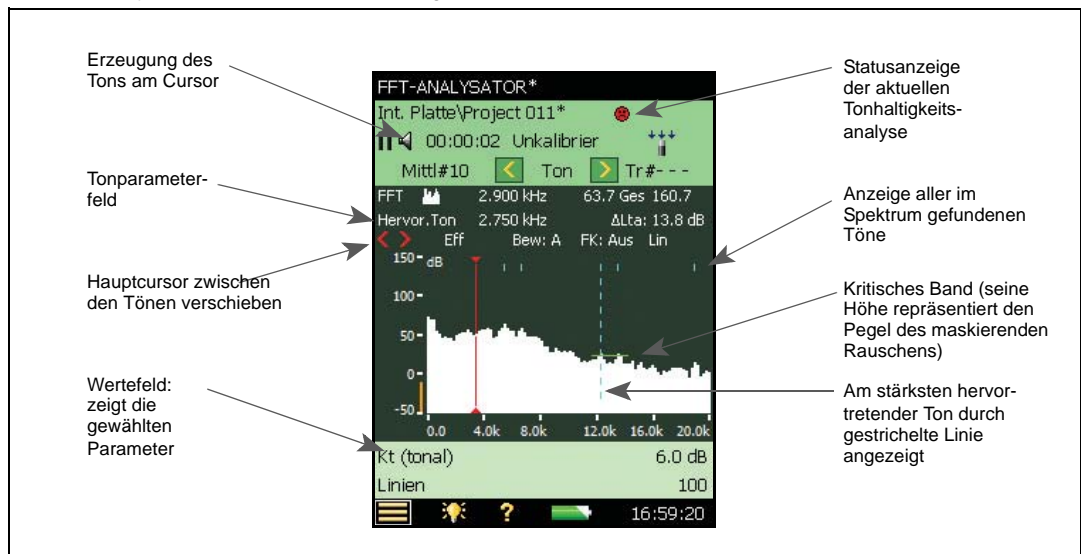
Abb. 7.5
Wählen des Ton-Cursors



Die Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse können auf dem Display des handgehaltenen Analysators nur angezeigt werden, wenn der Ton-Cursor gewählt ist, siehe Abb. 7.6. Nach Beendigung der Tonhaltigkeitsanalyse springt der Cursor an den am stärksten hervortretenden Ton. Wenn im analysierten FFT-Spektrum keine Töne gefunden werden, werden Sie durch eine Popup-Meldung darüber informiert.

Wenn der Ton-Cursor gewählt ist, wird die Tonhaltigkeitsanalyse am FFT-Spektrum auf dem Display ausgeführt. Das gewählte FFT-Spektrum kann entweder ein FFT-, MAX- oder Bezugsspektrum sein.



Abb. 7.6 Typische FFT-Spektrenanzeige mit den verschiedenen Feldern





7.6.2 Das Tonparameter-Feld

Das Tonparameter-Feld zeigt die Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse bezogen auf die Position des Ton-Cursors. Das Tonparameter-Feld zeigt (von links nach rechts)

- *Ton* – die Frequenz des gewählten Tons. (*Hervor.Ton*) im Wertefeld markiert den am stärksten hervortretenden Ton im entscheidenden Band. In Übereinstimmung mit ISO 1996-2 ist die Tonfrequenz die Frequenz der Linie mit dem höchsten Pegel (ohne Korrektur für den Einfluss der Fensterfunktion). Um die Tonfrequenz mit Korrektur für die Fensterfunktion abzulesen, aktivieren Sie bitte die Frequenzkorrektur, indem Sie auf der Spektrumanzeige direkt auf *FK:Aus* tippen und im Dropdown-Menü **Ein** wählen. Sie können dann den Wert am Hauptcursor ablesen. Weitere Informationen zur Frequenzkorrektur finden Sie in Abschnitt 2.3.1.
- ΔL_{ta} – die Hörbarkeit aller Töne, die im selben kritischen Band wie der gewählte Ton gefunden werden. Wenn der gewählte Ton der 'Hervor.Ton' ist, ist ΔL_{ta} die Gesamt-Hörbarkeit im entscheidenden Band.

Um die gefundenen Töne schrittweise zu durchlaufen, tippen Sie  und  an.

Mit den   Tasten 'springt' der Hauptcursor zwischen den gefundenen Tönen und Sie können auf diese Weise die generierte Frequenz wählen.

7.6.3 Ansicht-Bereich

Ergebnisse, die sich auf die gesamte FFT-Analyse beziehen, werden im Wertefeld angezeigt, siehe Abb. 7.6. Es können zwei Parameter ausgewählt und angezeigt werden, durch Antippen lassen sich die angezeigten Parameter ändern.

Als Voreinstellung werden folgende Parameter im Wertefeld gezeigt:

- K_t ist die Größe des Zuschlags in dB
- L_{pt} ist der Gesamt-Tonpegel in dB (für alle Töne im entscheidenden Band)

Durch Antippen eines der Parameter kann man Zugang zu allen Parametern erhalten, die für die FFT-Analyse, Tonhaltigkeitsanalyse und Breitband-Parameter zur Verfügung stehen. Tippen Sie in der Dropdown-Liste *Mehr* und dann *Ton-Parameter* an, um die Liste mit den Ton-Parametern zu erhalten, siehe Abb. 7.7.

Abb. 7.7
Auswahl verschiedener
Ton-Parameter



Wählen Sie in der Liste zwischen den folgenden Parametern:

- K_t – Größe des Zuschlags in dB. Der Zuschlag wird aus dem entscheidenden Band berechnet und bezieht sich auf das Gesamtspektrum
- ΔL_{ta} – Hörbarkeit aller Töne, die im selben kritischen Band wie der gewählte Ton gefunden wurden
- L_{pn} – Gesamtpegel des maskierenden Rauschens im Band, das den gewählten Ton enthält
- L_{pti} – Pegel des gewählten Tons
- L_{pt} – Pegel aller Töne im kritischen Band, das den gewählten Ton enthält
- Kritisches Band – Beginn und Ende des kritischen Bandes, das den gewählten Ton enthält

7.6.4 Breitband-Parameter

Das Ergebnis der FFT-basierten Tonhaltigkeitsanalyse ist der Tonzuschlag K_t , der zum gemessenen L_{Aeq} addiert wird, um den Beurteilungspegel L_r gemäß ISO 1996-2 zu berechnen. Der Beurteilungspegel mit Tonzuschlag wird nach folgender Gleichung berechnet:

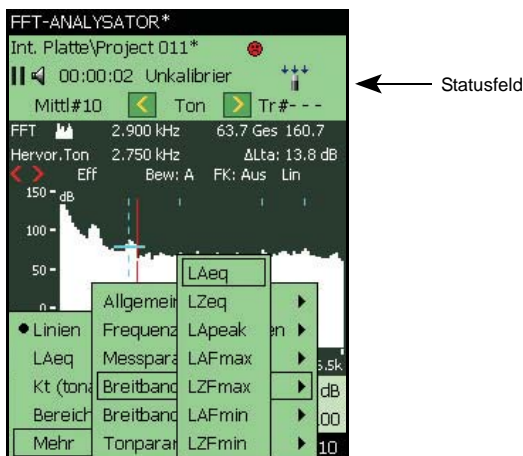
$$L_r = L_{Aeq} + K_t$$

Der Beurteilungspegel L_r kann mit weiteren Zuschlägen versehen werden (z.B. für Impulshaltigkeit, Tageszeit etc.). Weitere Informationen über Beurteilungspegel entnehmen Sie bitte ISO 1996-2 oder der Broschüre „Umweltlärm“ von Brüel & Kjær.

Wenn auf dem handgehaltenen Analysator die FFT-Analyse-Software BZ-7230 aktiviert ist, stehen auch die zahlreichen Breitband-Parameter der Schallpegelmessers-Software BZ-7222 zur Verfügung und können im Statusfeld gewählt werden, siehe Abb. 7.8. Tippen Sie das Feld an und wählen Sie, welcher Parameter angezeigt werden soll.

Abb. 7.8

Auswählen der Breitband-Parameter

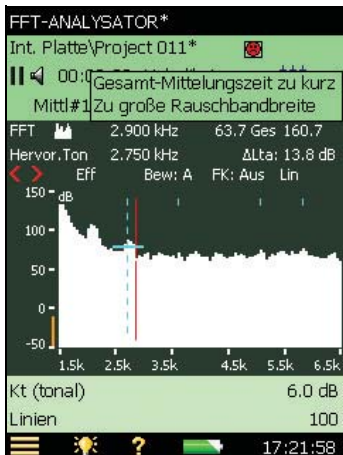


7.6.5 Statuscodes (Smileys)

Wenn der handgehaltene Analysator mit der Tonhaltigkeitsanalyse fertig ist, kann eventuell ein Qualitätsindikator (Smiley) erscheinen. Tippen Sie den Smiley an, um eine Erläuterung des Statuscodes zu sehen sowie einen Hinweis, wie sich die Einstellung des Messgerätes korrigieren oder verbessern lässt, siehe das Beispiel in Abb. 7.9.










Abb. 7.9

Erläuterung von Statuscodes



Eine Übersicht der mit den verschiedenen Smileys verbundenen Abhilfemaßnahmen finden Sie in Tabelle 7.2.

Tabelle 7.2 Übersicht der Smiley-Indikatoren und der zugehörigen Abhilfemaßnahmen

Smiley	Farbe	Erläuterung	Abhilfe – Hinweis zur Lösung
	Rot	Zu große Rauschbandbreite	Effektive Analysebandbreite muss weniger als 5% der kleinsten kritischen Bandbreite betragen. Vergrößern Sie die Anzahl der Linien oder verkleinern Sie den analysierten Frequenzbereich
	Rot	A-Bewertung erforderlich	Wählen Sie <i>Frequenzbewertung A</i>
	Rot	Hanning-Fenster erforderlich	Wählen Sie <i>Hanning-Fenster</i>
	Gelb	Gesamt-Mittelungszeit zu kurz	Verlängern Sie die <i>Gesamt-Mittelungszeit</i> auf insgesamt mehr als eine Minute
	Gelb	Lineare Mittelung fehlt	Stellen Sie <i>Lineare Mittelung</i> ein
	Gelb	Dicht benachbarte Töne	Bessere Frequenzauflösung erforderlich, siehe ISO 1996-2 Anhang C: Anmerkung 3, Seite 27
	Gelb	Ton dicht an Frequenzbereichsgrenze	Passen Sie den analysierten Frequenzbereich entsprechend an
	Gelb	Beurteilung erfolgt am MAX-Spektrum	Wählen Sie erneut <i>Ton-Cursor</i> oder ändern Sie die Anzeige manuell zu <i>FFT</i>
	Gelb	Beurteilung erfolgt am Bezugsspektrum	Wählen Sie erneut <i>Ton-Cursor</i> oder ändern Sie die Anzeige manuell zu <i>FFT</i>

Hinweis: Besondere Vorsicht ist bei leisen tonalen Komponenten geboten. Weitere Informationen siehe "Analyse sehr niedriger Tonpegel" auf Seite 75.

7.7 Generierung des Tons am Cursor

Bei 'Ton am Cursor' handelt es sich um eine nützliche Funktion, um die Ergebnisse der objektiven FFT-basierten Tonhaltigkeitsanalyse mit dem aktuellen Geräusch zu vergleichen. Hiermit lässt sich überprüfen, wie gut die subjektive Beurteilung des Geräusches mit der objektiven Berechnung übereinstimmt. Sie ist auch nützlich bei der Identifizierung einer tonalen Geräuschquelle und kann beispielsweise beim Dialog mit einem Beschwerdeführer verwendet werden.


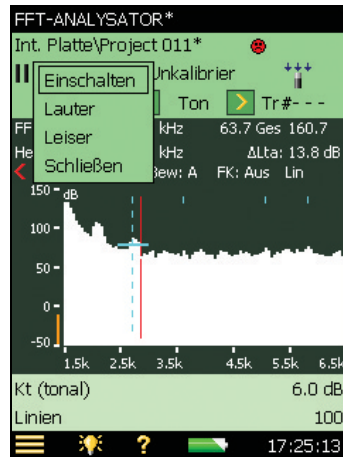


Tippen Sie in der Messanzeige das Lautsprecher-Symbol  an und wählen Sie *Einschalten* im Dropdown-Menü, siehe Abb. 7.10. Damit wird ein reiner Ton generiert, dessen Frequenz der Position des Hauptcursors entspricht. Der Ton wird an der Kopfhörerbuchse generiert. Der aktuelle Ausgangspegel im Kopfhörer hängt von der Empfindlichkeit der verwendeten Kopfhörer ab.


Abb. 7.10

Generierung des Tons am
Cursor




Wenn die „Ton am Cursor“ Funktion aktiviert ist, zeigt das Display das Symbol ‘Lautsprecher ein’ . Wenn die „Ton am Cursor“ Funktion deaktiviert ist, zeigt das Display das Symbol ‘Lautsprecher aus’ .

7.7.1 Anpassung der Lautstärke

Wenn „Ton am Cursor“ aktiviert ist, lässt sich die Lautstärke mit dem Dropdown-Menü regulieren, das beim Antippen von  erscheint, siehe Abb. 7.10. Tippen Sie *Lauter* oder *Leiser* an oder navigieren Sie zum **Setup** Menü und stellen Sie den *Pegel* unter *Ton am Cursor* ein.

7.7.2 Navigierung durch die Frequenzen

Die Frequenz des generierten Tons folgt der Position des Hauptcursors.

Mit den  ‘springt’ der Hauptcursor zwischen den gefundenen Tönen und Sie können auf diese Weise die generierte Frequenz wählen.

7.7.3 Anhören eines gemischten Signals

‘Ton am Cursor’ kann mit dem Signal vom Mikrofon kombiniert werden. Wenn Sie gleichzeitig das Eingangssignal hören wollen, navigieren Sie zu *Kopfhörer-Einstellungen* unter *Voreinstellungen* und setzen *Signal anhören* auf *Eingang*. Wenn *Ton am Cursor* aktiviert ist, wird das Eingangssignal jetzt mit dem generierten Ton gemischt.

7.8 Aufrufen gespeicherter Messungen

Gespeicherte FFT-Messungen können geöffnet und auf Tonhaltigkeit untersucht werden.

Bitte sehen Sie im Bedienungshandbuch für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250 (BE 1726) nach, wie FFT-Messungen gespeichert und aufgerufen werden.

Kapitel 8

Technische Daten

Falls nicht anders angegeben, sind die technischen Daten als typische Daten für die Referenzumgebungsbedingungen zu verstehen, wobei das System mit den nominellen Übertragungsfaktoren der Mikrofone und Beschleunigungsaufnehmer kalibriert ist.

Technische Daten – Plattform Typ 2270 und 2250

Die technischen Daten beziehen sich auf Typ 2270 und 2250, sofern nicht anders angegeben.

ZWEIKANAL-MESSUNGEN (NUR TYP 2270)

Mit den beiden unabhängigen Messkanälen des Typ 2270 können zahlreiche akustische Parameter gemessen werden. Voraussetzung ist eine Lizenz für Zweikanal-Anwendungen.

REFERENZUMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Lufttemperatur: 23°C

Statischer Luftdruck: 101,325 kPa

Relative Luftfeuchte: 50%

MITGELIEFERTES MIKROFON

Typ 4189: Dauerpolarisiertes ½"-Freifeldmikrofon

Nominelles Leerlauf-Übertragungsmaß: 50 mV/Pa (entspricht -26 dB re 1 V/Pa) ± 1,5 dB

Kapazität: 14 pF (bei 250 Hz)

MIKROFONVORVERSTÄRKER ZC-0032

Nominelle Dämpfung des Vorverstärkers: 0,25 dB

Anschluss: 10-pol. LEMO

Verlängerungskabel: Der Mikrofonvorverstärker betreibt Kabel bis 100 m Länge zwischen Mikrofonvorverstärker und dem handgehaltenen Analysator

Hinweis: EMV-Prüfung erfolgte nur mit einem 10 m-Kabel (AO-0441-D-100)

Erkennung von Zubehör: Windschirm UA-1650 wird automatisch erkannt, wenn er auf ZC-0032 (Vorverstärker) angebracht wird

MIKROFON-POLARISATIONSSPANNUNG

Wahl zwischen 0 V und 200 V

SENSORDATENBANK

Sensoren sind in einer Sensordatenbank beschrieben, mit Angaben zu Seriennummer, ID-Nummer für Vorverstärker, nominellem Übertragungsfaktor und CCLD.

Für Mikrofone werden auch Polarisationsspannung, Freifeldtyp und Kapazität angegeben.

Für Beschleunigungsaufnehmer wird auch das Gewicht angegeben.

Die analoge Hardware wird automatisch in Übereinstimmung mit dem ausgewählten Sensor eingerichtet

KORREKTURFILTER

Für die Mikrofontypen 4189, 4190, 4191, 4193, 4950 und 4952 kann BZ-7230 den Frequenzgang korrigieren, um Schallfeld und Zubehör zu kompensieren:

Schallfeld: Freifeld oder Diffusfeld (nur für Typ 4952: 0° (Oben) Bezugsrichtung und 90° (Seite)

Bezugsrichtung

Zubehör (nur Typ 4189): Kein, Windschirm UA-1650 oder Außenmikrofon-Kit UA-1404

Zubehör (nur Typ 4191 und 4193): Kein oder Windschirm UA-1650

Zubehör (nur Typ 4950): Kein oder Windschirm UA-0237

KALIBRIERUNG

Für Beschleunigungsaufnehmer Typ 4397-A, 4513, 4513-001, 4513-002, 4514, 4514-001, 4514-002, 8341, 8324 und 6233C-10 wird die untere

Frequenzgrenze optimiert, so dass sie den Spezifikationen des Aufnehmers entspricht.

Erst-Kalibrierung eines jeden Sensors wird für den Vergleich mit späteren Kalibrierungen gespeichert

Akustisch: Mit dem Schallkalibrator Typ 4231 oder einem anderen geeigneten Kalibrator. Beim Kalibrieren mit dem Schallkalibrator Typ 4231 wird der Kalibrierpegel automatisch erkannt

Mechanisch: Mit dem Kalibriererregger Typ 4294 oder einem anderen geeigneten Kalibrator

Elektrisch direkt: Mit einer externen Spannungsreferenz

Elektrisch: Mit einem intern erzeugten elektrischen Signal, kombiniert mit eingegebenem Wert für den Übertragungsfaktor

Kalibrierhistorie: Bis zu 20 Kalibrierungen werden aufgelistet und können auf dem Gerät betrachtet werden

TASTATUR

Tasten: 11 Tasten, von hinten beleuchtet, für Mess-Steuerung und Bildschirminavigation optimiert

EIN/AUS-TASTE

Funktion: Zum Einschalten 1 s drücken; für Standby 1 s drücken; zum Ausschalten länger als 5 s drücken

AMPELANZEIGE

Rote, gelbe und grüne LED zeigen Mess-Status und momentane Übersteuerung folgendermaßen an:

- Gelbe LED blinkt alle 5 s = gestoppt, messbereit
- Grüne LED blinkt langsam = wartet auf Trigger oder Kalibriersignal
- Grüne LED leuchtet konstant = Messung
- Gelbe LED blinkt langsam = Pause, Messung nicht gespeichert
- Rote LED blinkt rasch = zeitweilig übersteuert, Kalibrierung misslungen

DISPLAY

Typ: Transflekatives, von hinten beleuchtetes farbiges Touchdisplay

240 × 320 Punktmatrix

Farbschemen: Fünf – für verschiedene Einsatzbedingungen optimiert (Tag, Nacht, etc.)

Hintergrundbeleuchtung: Anpassbare Helligkeit und Einschaltdauer

BENUTZEROBERFLÄCHE

Mess-Steuerung: Mit Hilfe der Tasten auf der Tastatur
Setup und Ergebnisanzeige: Mit dem Griffel auf dem Touchdisplay oder mit Tasten

Verriegelung: Tastatur und Touchdisplay lassen sich ver- und entriegeln

GESPROCHENE ANMERKUNGEN

Gesprochene Anmerkungen können mit den Messungen verknüpft und zusammen mit den Messwerten gespeichert werden

Wiedergabe: Die abgespielten Kommentare können mit einem Ohrhörer/Kopfhörer abgehört werden, der an die Kopfhörerbuchse angeschlossen ist

Verstärkungsanpassung: –60 dB bis 0 dB

SCHRIFTLICHE ANMERKUNGEN

Schriftliche Anmerkungen können mit Messungen verknüpft und zusammen mit den Messwerten gespeichert werden

BILDANMERKUNGEN (NUR TYP 2270)

Anmerkungen in Form von Bildern können mit den Messungen verknüpft werden. Die Bilder können auf dem Bildschirm betrachtet werden

DATENVERWALTUNG

Metadaten: Pro Projekt können bis zu 10 Metadaten-Anmerkungen definiert werden (Text über Tastatur oder Auswahlliste, Zahl über Tastatur oder automatisch generierte Nummer)

Projektvorlage: Definiert die Anzeige- und Mess-Setups. Setups können gesperrt werden

Projekt: mit der Projektvorlage gespeicherte Messdaten

Job: Projekte werden in „Jobs“ organisiert
Einfache Datenverwaltung durch Explorer-Funktionalität (Kopieren, Ausschneiden, Einfügen, Löschen, Umbenennen, Daten betrachten, Projekt öffnen, Job erstellen, Standard-Projektnamen wählen)

USB-SCHNITTSTELLE

USB 1.1 OTG Mini-B-Buchse

MODEM-SCHNITTSTELLE

Hayes-kompatible GSM-Modems oder analoge Standardmodems über Compact Flash-Steckplatz

COMPACT FLASH-BUCHSE

Zum Anschluss an das Internet über GPRS/EDGE/HSPA-Modem, das an den Compact Flash-Steckplatz angeschlossen ist

Unterstützt DynDNS für automatische Aktualisierung der IP-Adresse und des Hostnamens

Zum Anschluss von CF-Speicherkarte, CF-Modem, CF LAN-Schnittstelle oder CF WLAN-Schnittstelle

LAN-SCHNITTSTELLENBUCHSE (NUR TYP 2270)

Anschluss: RJ45

Geschwindigkeit: 10 MB/s

Protokoll: TCP/IP

UNTERE EINGANGSBUCHSE (TYP 2270 BESITZT ZWEI)

Anschluss: Triaxial LEMO für Direkteingang sowie für Eingang mit Konstantstromversorgung (CCLD)

Eingangsimpedanz: $\geq 1 \text{ M}\Omega$

Direkteingang: Max. Eingangsspannung:

$\pm 14,14 \text{ V}_{\text{Peak}}$, $10 \text{ V}_{\text{Eff}}$ für sinusförmige

Eingangssignale, keine Übersteuerung von Signalen bis $\pm 20 \text{ V}_{\text{Peak}}$. Quellimpedanz $\leq 1 \text{ k}\Omega$

CCLD-Eingang: Max. Eingangsspannung:

$\pm 7,07 \text{ V}_{\text{Peak}}$, (Überschreitung wird nicht angezeigt), keine Übersteuerung von Signalen im Bereich –10 bis $+25 \text{ V}_{\text{Peak}}$

CCLD-Strom/Spannung: 4 mA/25 V

CCLD Anzeige von Kabelbruch/Kurzschluss: Wird vor und nach der Messung überprüft

TRIGGERBUCHSE

Anschluss: Triaxial LEMO

Max. Eingangsspannung: $\pm 20 \text{ V}_{\text{Peak}}$, keine Übersteuerung von Signalen bis $\pm 50 \text{ V}_{\text{Peak}}$

Eingangsimpedanz: $> 47 \text{ k}\Omega$

CCLD-Strom/Spannung: 4 mA/25 V

AUSGANGSBUCHSE

Anschluss: Triaxial LEMO

Max. Spitzen-Ausgangspegel: $\pm 4,46 \text{ V}$

Ausgangsimpedanz: 50Ω

Lastimpedanz: $> 15 \text{ k}\Omega$ || $< 1 \text{ nF}$ für $< 0,2 \text{ kHz}$

Dämpfung von DC bis 20 kHz, kurzschlussfest ohne Einfluss auf die Messergebnisse

Max. DC-Offset: $\pm 15 \text{ mV}$

Quelle: Konditioniertes Eingangssignal (Verstärkungsregelung –60 dB bis 60 dB)

KOPFHÖRER-BUCHSE

Anschluss: 3,5 mm Miniklinke-Stereobuchse

Max. Spitzen-Ausgangspegel: $\pm 1,4 \text{ V}$ (ohne Last)

Ausgangsimpedanz: 32Ω in beiden Kanälen,

kurzschlussfest ohne Einfluss auf die Messergebnisse

Quellen: Konditioniertes Eingangssignal (Verstärkungsregelung –60 dB bis 60 dB), Wiedergabe gesprochener Kommentare (Verstärkungsregelung –

60 dB bis 0 dB) und Wiedergabe von Aufzeichnungen (Verstärkungsregelung –60 dB bis 0 dB)

MIKROFON FÜR ANMERKUNGEN

Mikrofon mit automatischer Verstärkungsregelung (AGC) in der Unterseite des Gerätes. Für gesprochene Kommentare, die an die Messwerte angehängt werden

KAMERA (NUR 2270)

Fixfokus-Kamera mit automatischer Belichtung in der Unterseite des Gerätes.

Für die Aufnahme von Fotos, die an die Messwerte angehängt werden

Bildgröße: 640 × 480 Pixel

Bildsuchergroße: 212 × 160 Pixel

Format: jpg mit Exif-Informationen

ANFORDERUNGEN AN EXTERNE

GLEICHSTROMVERSORGUNG

Dient zum Laden des Akkupacks im Gerät

Spannung: 8–24 VDC, überlagerte Wechselspannung <20 mV

Strom: min. 1,5 A

Stromverbrauch: < 2,5 W, wenn der Akku nicht geladen wird, < 10 W beim Laden

Kabelanschluss: LEMO Typ FFA.00, positiv am mittleren Stift

EXTERNES NETZTEIL

Teil-Nr.: ZG-0426

Versorgungsspannung: 100 – 120/200 – 240 VAC; 47 – 63 Hz

Anschluss: 2-pol. IEC 320

BATTERIEN

Teil-Nr.: QB-0061 Li-Ion-Akku

Spannung: 3,7 V

Kapazität: 4800 mAh nominell

Typische Betriebsdauer: > 8 Stunden

Batterielebensdauer: > 500 vollständige Lade-/Entladezyklen

Batterie-Ladeindikator: Verbleibende

Batteriekapazität und erwartete Betriebsdauer können in % und als Zeit angezeigt werden

Batteriezustandsanzeige: Der Akku ist mit einer Anzeige versehen, die fortlaufend die aktuelle Batteriekapazität im Akkuteil misst und speichert

Ladezeit: Im Gerät typisch 10 Stunden vom vollständig entladenen Zustand bei Umgebungstemperaturen unter 30°C. Um den Akku zu schonen, wird der Ladevorgang bei Umgebungstemperaturen über 40°C vollständig abgebrochen. Zwischen 30 und 40°C ist die Ladezeit verlängert. Mit externem Ladegerät ZG-0444 (optionales Zubehör) typisch 5 Stunden

Hinweis: Es ist nicht empfehlenswert, den Akku bei Temperaturen unter 0°C oder über 50°C zu laden. Dies verkürzt die Lebensdauer des Akkus.

SPICHERSYSTEM

Interner Flash-RAM (nicht flüchtig): 20 Mbyte für Benutzersetups und Messdaten

Externe Secure Digital Speicherkarte (SD/SDHC-Karte): Zum Speichern/Aufrufen von Messdaten

Externe Compact Flash Speicherkarte (CF-Karte): Zum Speichern/Aufrufen von Messdaten

ECHTZEITUHR

Durch Backup-Batterie versorgte Uhr. Drift < 0,45 s per 24 Stunden

ANLAUFZEIT

Nachdem das Gleichgewicht mit der Umgebung erreicht und der Strom eingeschaltet wurde

Ab Einschalten: < 2 Minuten

Aus dem Standby: < 10 Sekunden für dauerpolarisierte Mikrofone

TEMPERATUR

IEC 60068–2–1 und IEC 60068–2–2:

Umweltprüfverfahren. Kälte und trockene Wärme.

Betriebstemperatur: –10 bis +50°C, < 0,1 dB

Lagertemperatur: –25 bis +70°C

FEUCHTE

IEC 60068–2–78: Feuchte Wärme: 90% rF (ohne Kondensation bei 40°C).

Einfluss der Feuchte: < 0,1 dB bei 0% < rF < 90% (bei 40°C und 1 kHz)

MECHANISCH

Schutzklasse gegenüber Umwelteinflüssen: IP44

Außer Betrieb:

IEC 60068–2–6: Schwingungen: 0.3 mm, 20 m/s², 10–500 Hz

IEC 60068–2–27: Schocken: 1000 m/s²

IEC 60068–2–29: Dauerschocken: 4000 Schocks bei 400 m/s²

GEWICHT UND ABMESSUNGEN

650 g mit Akku

300 × 93 × 50 mm mit Vorverstärker und Mikrofon

BENUTZER

Multinutzer-Konzept mit Login. Der einzelne Benutzer kann für Jobs und Projekte eigene Einstellungen verwenden, die von anderen Benutzern völlig unabhängig sind

VOREINSTELLUNGEN

Datum, Uhrzeit und Zahlenformate können für den einzelnen Benutzer eingestellt werden

SPRACHE

Benutzeroberfläche auf Chinesisch, Dänisch, Deutsch, Englisch, Flämisch, Französisch, Italienisch, Japanisch, Katalanisch, Kroatisch, Polnisch, Portugiesisch, Rumänisch, Schwedisch, Serbisch, Slowenisch, Spanisch, Tschechisch, Türkisch und Ungarisch

HILFE

Kurzgefasste kontextbezogene Hilfe auf Deutsch, Chinesisch, Englisch, Französisch, Italienisch, Japanisch, Polnisch, Portugiesisch, Rumänisch, Serbisch, Slowenisch und Spanisch

SOFTWARE-UPDATES

Update auf beliebige Versionen mit BZ-5503 über USB oder Update auf die neueste Version über Internet

WEBSEITE

Verbindung zum Gerät mit Hilfe eines Internetbrowsers, der Javascript unterstützt. Die Verbindung ist passwortgeschützt

Zwei Schutzebenen:

- Gast-Ebene: nur zum Betrachten
- Administrator-Ebene: Betrachten und volle Steuerung des Gerätes

BENACHRICHTIGUNGEN

Sendet eine SMS oder E-Mail, wenn eine Alarmbedingung erfüllt ist.

Alarmbedingungen:

- Speicherplatz unter eingestelltem Wert
- Trig.-Eing.spannung unter eingestelltem Wert
- Interne Batterie gelangt in eingestellten Zustand
- Änderung des Mess-Status
- Neustart des Gerätes

Software-Spezifikationen – FFT-Analyse-Software BZ-7230

Die technischen Daten beziehen sich auf den handgehaltenen Analysator mit installierter Software BZ-7230 und einem der empfohlenen Sensoren (siehe Tabelle 8.1)

FFT-ANALYSE

Abtastfrequenz: Downsampling von 51,2 kHz

Frequenzbereich: 100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 20 kHz

Linien: 100, 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400^a

Zoom-Mittenfrequenz: Kann so eingestellt werden, dass der gemessene Frequenzbereich zwischen 0 und 20 kHz liegt

Spektrum: Gemittelt und Maximum

Vorbewertung: Z (keine), A, B oder C

MESS-STEUERUNG

Manueller Start

Messungen können mit einer Taste oder einem externen Signal manuell gestartet und gestoppt werden

Exponentielle Mittelung: Mit einer Mittelungszeit bis zu 999 Spektren, gemessen mit Hanning-Fenster und 67% Überlappung

Lineare Mittelung: Bis zu 8388607 Spektren, gemessen mit Hanning-Fenster und 67% Überlappung

Getriggelter Start

Transientes Signal: Lineare Mittelung von bis zu 32767 getriggerten Spektren, gemessen mit Rechteckfenster und 0% Überlappung

Kontinuierliches Signal: Lineare Mittelung von bis zu 32767 Spektren, gemessen mit Hanning-Fenster und 67% Überlappung. Pro Trigger werden bis zu 32767 Spektren gemittelt

Auto-Start: Insgesamt 10 Zeitgeber zur Einstellung von Startzeiten für Messungen bis zu einem Monat im Voraus.

Zeitgeber können wiederholt werden. Nach Beendigung werden die Messungen automatisch gespeichert

TRIGGER

Verzögerung: Von 16383 Abtastwerten vor dem Triggerzeitpunkt bis 300 Sekunden danach

Hold-Off: 0 bis 300 s

Interner Trigger: Verwendet das Zeitsignal des verwendeten Sensors. Der interne Pegel wird in der relevanten Maßeinheit eingestellt

Externer Trigger: Verwendet den Triggereingang. Der externe Pegel wird zwischen -20 und 20 V eingestellt

Hysterese (nur für externe Trigger): 0 bis 10 V

Flanke (nur für externe Trigger): Steigend, Fallend

Pull-Up (nur für externe Trigger): Für 2250 mit Seriennummer zwischen 2479653 und 2630265. Der Triggereingang wird durch einen Widerstand von 7,5 k Ω auf +5 V gehalten, wenn für diesen Parameter *Ein* gewählt ist. Bei Geräten mit Seriennummer 2630266 und darüber wurde Pull-Up durch eine CCLD-Stromversorgung ersetzt

a. Die tatsächliche Anzahl Linien beträgt eine Linie mehr als angegeben, damit Symmetrie um die Mittenfrequenz erreicht wird.

MESSBEREICH

(Siehe Tabelle 8.1)

Tabelle 8.1 Messbereiche mit den empfohlenen Sensoren

Sensor	Nomineller Übertragungsfaktor	Störfreier Dynamikbereich für hohe Pegel	Störfreier Dynamikbereich für niedrige Pegel	Typischer Frequenzgang mit tieffrequenter Erweiterung Ein/Aus
Direkteingang	1 V/V	3 μ V – 14.1 V _{Peak}	300 nV – 75 mV _{Peak}	1.5/6.3 Hz – 20 kHz
4189	50 mV/Pa	10 dB – 143 dB _{Peak}	–10 dB – 97.5 dB _{Peak}	6.8/7.8 Hz – 20 kHz
4190	50 mV/Pa	10 dB – 143 dB _{Peak}	–10 dB – 97.5 dB _{Peak}	4.0/6.7 Hz – 20 kHz
4191	12.5 mV/Pa	22 dB – 155 dB _{Peak}	2 dB – 109.5 dB _{Peak}	3.6/6.6 Hz – 20 kHz
4193	12.5 mV/Pa	22 dB – 155 dB _{Peak}	2 dB – 109.5 dB _{Peak}	0.56/6.3 Hz – 20 kHz
4950	50 mV/Pa	10 dB – 143 dB _{Peak}	–10 dB – 97.5 dB _{Peak}	4.3/6.3 Hz – 19 kHz
4952	31.6 mV/Pa	14 dB – 146 dB _{Peak}	–6 dB – 101.5 dB _{Peak}	4.3/6.3 Hz – 14 kHz
4397-A	1 mV/ms ⁻²	3 mm/s ² – 7.1 km/s ² _{Peak}	300 μ m/s ² – 75 m/s ² _{Peak}	1.25/6.3 Hz – 20 kHz
4513/4514	1 mV/ms ⁻²	3 mm/s ² – 7.1 km/s ² _{Peak}	300 μ m/s ² – 75 m/s ² _{Peak}	1.25/6.3 Hz – 10 kHz
4513-001/4514-001	10 mV/ms ⁻²	300 μ ms ⁻² – 710 ms ⁻² _{Peak}	30 μ ms ⁻² – 7.5 ms ⁻² _{Peak}	1.25/6.3 Hz – 10 kHz
4513-002/4514-002	50 mV/ms ⁻²	60 μ ms ⁻² – 141 ms ⁻² _{Peak}	6 μ ms ⁻² – 1.5 ms ⁻² _{Peak}	1.25/6.3 Hz – 10 kHz
6233-C-10+2647-D	1 mV/ms ⁻²	3 mms ⁻² – 7.1 kms ⁻² _{Peak}	300 μ ms ⁻² – 75 ms ⁻² _{Peak}	1.25/6.3 Hz – 8 kHz
8324+2647-D	1 mV/ms ⁻²	3 mms ⁻² – 7.1 kms ⁻² _{Peak}	300 μ ms ⁻² – 75 ms ⁻² _{Peak}	1.25/6.3 Hz – 10 kHz
8341	10 mV/ms ⁻²	300 μ ms ⁻² – 710 ms ⁻² _{Peak}	30 μ ms ⁻² – 7.5 ms ⁻² _{Peak}	0.7/6.3 Hz – 10 kHz

Die untere Grenze des Messbereiches wird vom selbsterzeugtem stochastischem Rauschen und selbsterzeugten Tönen beeinflusst, die als Störsignale bezeichnet werden. Der Einfluss des stochastischen Anteils kann unter das Niveau der Störsignale reduziert werden, indem man eine schmale Analysenbandbreite wählt (schmaler Bereich und viele Linien). Deshalb wird die untere Grenze als maximaler Spitzenwert der Störsignallinien angegeben. BZ-7230 verwendet nur einen Messbereich, aber der Störpegel hängt vom Spitzenwert des Signals ab. Deshalb werden zwei verschiedene Spezifikationen angegeben: eine für hohe Pegel (wobei die obere Grenze die Übersteuerungsgrenze ist) und eine für niedrige Pegel.

Der typische Frequenzgang zeigt die ± 1 dB-Grenzen für Direkteingang und Mikrofone, sowie die ± 10 %-Grenzen für Beschleunigungsaufnehmer.

DREHZAHLMESSUNG

Die Drehzahl wird anhand des Signals gemessen, das am Triggereingang anliegt, wenn Tacho *Ein* gewählt ist.

Bereich: 1 bis 6000000 U/min

Momentane Drehzahl: Die momentane Drehzahl wird nur angezeigt (und nicht gespeichert)

Mittlere Drehzahl: Wird zusammen mit allen Spektrumergebnissen angezeigt und gespeichert. Bei linearer Mittelung ist es ein Mittelwert über dieselbe Zeit wie das Spektrum. Bei exponentieller Mittelung ist es die zuletzt gemessene Drehzahl.

Übersetzungsverhältnis: 10^{-5} bis 10^{38} . Die angezeigte Drehzahl ist die gemessene Drehzahl, dividiert durch das Drehzahl-Übersetzungsverhältnis.

ÜBERSTEUERUNG

Momentane Übersteuerung: Momentane Übersteuerung wird als Symbol auf dem Display sowie durch die Ampelanzeige angezeigt.

Spektrum-Übersteuerung: Wird mit allen Spektrumergebnissen angezeigt und gespeichert.

SPEKTRENANZEIGE

Zwei überlagerte Spektren

Skalierung: Eff, Peak, Peak-to-Peak, Power, PSD, ESD

Bezugsspektrum: Vergleich des Spektrums mit einem gespeicherten (gemessenen) Bezugsspektrum

Achse: Logarithmische oder lineare Y-Achse, Logarithmische oder lineare X-Achse

X-Achse: Anzeige des vollen Frequenzbereiches oder Erweiterung der X-Achse, bis nur 20 FFT-Linien angezeigt werden. Scrollen möglich

Anzeigebereich der Y-Achse: 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 oder 200 dB. Autozoom oder Autoskalierung möglich

Digitale Nachbewertung: Z- (keine) oder A-Bewertung

ANZEIGEPARAMETER

Schall: Schalldruckpegel in dB

Schwingungen: Beschleunigung, Geschwindigkeit oder Weg in dB oder physikalischen Einheiten. SI-Einheiten (m/s^2 , m/s oder m) oder angloamerikanische Einheiten (g, m/s oder Mil)

Direkt: Spannung in dB oder V

CURSOR

Abgelesener Wert: Gesamtpegel innerhalb des Spektrums.

Frequenzkorrektur: Für Spektren, die mit Hanning-Fenster gemessen wurden, werden Peaks interpoliert, um eine höhere Präzision zu erreichen

Hauptcursor: Zeigt den Pegel über der Frequenz an
Symmetrischer Delta- und Delta-Cursor: Definiert eine untere und obere Frequenzgrenze für einen beliebigen Teil des Spektrums und berechnet die Pegelsumme innerhalb dieses Frequenzbereiches

Harmonisch: Findet Grundfrequenz und Harmonische im Spektrum und berechnet die harmonische Gesamtverzerrung^a (THD)

Referenz: Zeigt die Differenz zwischen dem Y-Wert des Hauptcursors und dem Y-Wert des Referenzcursors an

TOLERANZPRÜFUNG

Toleranzfenster: Bestimmt den oberen und unteren Pegel sowie die höchste und tiefste Frequenz, bei der das Spektrum geprüft wird. Die Prüfung kann entweder an allen FFT-Linien im angegebenen Bereich oder an der Deltasumme der Linien erfolgen.

Folgende Parameter werden gemessen, um die Deltasummen-Prüfung mit exponentieller Mittelung durchzuführen:

- Deltasumme
 - Max. Deltasumme
 - Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme
 - LAF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme
 - FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme
- Pro Vorlage können bis zu 10 Toleranzfenster definiert werden.

Prüfung von Einzelwerten: Toleranzen lassen sich für folgende Parameter einstellen: L_{AF} , momentane Drehzahl, L_{Aeq} und mittlere Drehzahl.

Anzeige: Es können Ergebnisse für die einzelnen Toleranzfenster und die vier Einzelwerte angezeigt werden.

a. Die harmonische Gesamtverzerrung (THD) ist die Summe (in %) aller Harmonischen bezogen auf die Summe aus der Grundfrequenz und allen Harmonischen.

werden. Ein Gesamtergebnis (Kombination aller Ergebnisse) und ein festgehaltenes Ergebnis (über die Messdauer festgehalten) können angezeigt und im Statusfeld angezeigt werden.

Wenn Toleranzgrenzen überschritten werden, kann eine Aufzeichnung starten (erfordert Lizenz für BZ-7226) und es kann ein Gleichspannungssignal von 3,3 V DC (obere Grenze überschritten), -3,3 V DC (untere Grenze unterschritten) oder zwischen 3,3 V und -3,3 V wechselnd (Grenze über- und unterschritten) an die Ausgangsbuchse ausgegeben werden

BALKENDIAGRAMM

LAF, LZF, Gesamtspektrum und Deltasumme können auf einem Balkendiagramm mit Angabe von max. Deltasumme und oberer Grenze angezeigt werden. Für technische Einheiten kann die Achse auf dem Balkendiagramm logarithmisch oder linear sein und lässt sich zoomen

Schallpegelmesser-Parameter

Schallpegelmesser-Parameter (Breitband) werden gleichzeitig mit den FFT-Parametern gemessen. Ihre Messung beginnt mit dem Drücken der Start/Pause-Taste und endet mit der nächsten vollen Sekunde nach dem Ende der FFT-Messung. Die technischen Daten für die Schallpegelmesser-Parameter gelten für den handgehaltenen Analysator Typ 2270/2250 mit Mikrofon Typ 4189 und Mikrofonvorverstärker ZC-0032

EIGENRAUSCHEN

Typische Werte bei 23°C für das nominelle Leerlauf-Übertragungsmaß des Mikrofons:

Bewertung	Mikrofon	Elektrisch	Gesamt
"A"	14.6 dB	12.4 dB	16.6 dB
"B"	13.4 dB	11.5 dB	15.6 dB
"C"	13.5 dB	12.9 dB	16.2 dB
"Z" 5 Hz–20 kHz	15.3 dB	18.3 dB	20.1 dB
"Z" 3 Hz–20 kHz	15.3 dB	25.5 dB	25.9 dB

Erfüllt folgende nationale und internationale Normen:

- IEC 61672–1 (2002–05) Klasse 1
- IEC 60651 (1979) plus Änderung 1 (1993–02) und Änderung 2 (2000–10), Typ 1
- IEC 60804 (2000–10), Typ 1
- DIN 45657 (1997–07)
- ANSI S1.4–1983 plus ANSI S1.4A–1985 Amendment, Type 1
- ANSI S1.43–1997 Type 1

Hinweis: Die internationalen IEC-Normen werden durch CENELEC als europäische Normen angenommen. In diesem Fall werden die Buchstaben

IEC durch EN ersetzt, während die Nummer erhalten bleibt. Der Analysator erfüllt auch diese EN-Normen.

DETEKTOREN

Parallele Detektoren für alle Messungen:

A- oder B-bewerteter Breitband-Detektorkanal (umschaltbar) mit drei Zeitbewertungen 'Fast', ein linear mittelnder Detektor und ein Spitzenwert-Detektor

C- oder Z-bewerteter (umschaltbar) wie für A- oder B-bewerteten

Übersteuerungsdetektor: Überwacht die Übersteuerung aller frequenzbewerteten Kanäle

MESSUNGEN

X = Frequenzbewertung A oder B

Y = Frequenzbewertung C oder Z

V = Frequenzbewertung A, B, C oder Z

Anzeige und Speichern möglich

Start-Zeit	Stopp-Zeit	Übersteuerung %
Verstrichene Zeit	L_{Xeq}	L_{Yeq}
L_{XFmax}	L_{YFmax}	L_{XFmin}
L_{YFmin}	L_{Xleq}	L_{Yleq}
L_{AFteq}	L_{Vpeak}	

Nur zur Anzeige als Zahl

L_{XF} L_{YF}

MESSBEREICHE

Mit Mikrofon Typ 4189:

Dynamikbereich: Vom typischen Eigenrauschen bis zum max. Pegel für ein A-bewertetes Reintonssignal von 1 kHz: 16,6 bis 140 dB

Primärer Messbereich: In Übereinstimmung mit IEC 60651, A-bewertet: 23.5 dB bis 123 dB

Linearitätsbereich: In Übereinstimmung mit IEC 60804,

A-bewertet: 21.4 dB bis 140 dB

Linearer Arbeitsbereich: In Übereinstimmung mit IEC 61672, A-bewertet: 1 kHz: 24.8 dB bis 140 dB

Bereich der C-bewerteten Spitzenschallpegel: In Übereinstimmung mit IEC 61672: 42.3 dB bis 143 dB

Breitbandparameter für Eingangssignale von Beschleunigungsaufnehmern: Wenn der handgehaltene Analysator Typ 2270/2250 mit einem Beschleunigungsaufnehmer ausgestattet ist, können die folgenden Breitbandparameter in technischen Einheiten angezeigt werden:

- L_{Xeq}
- L_{Yeq}
- L_{XFmax}
- L_{YFmax}
- L_{XFmin}
- L_{YFmin}
- L_{Vpeak}

Software-Spezifikationen – Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231

LIZENZ

Die Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231 wird mit einer separaten Lizenz aktiviert und kann mit der FFT-Vorlage verwendet werden

NORM

Die Tonhaltigkeitsanalyse basiert auf dem gemessenen FFT-Spektrum in Übereinstimmung mit ISO 1996:2007 Akustik – Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umweltgeräuschen – Teil 2: Bestimmung des Umgebungslärmpegels. Anhang C (informativ) Objektive Methode zur Bestimmung der Hörbarkeit von Tönen im Geräusch – Bezugsmethode

ANALYSIERTE SPEKTREN

Jedes angezeigte FFT-Schallspektrum (FFT, Ref, MAX oder ein bei der max. Deltasumme erhaltenes Spektrum) kann analysiert werden

Die Analyse erfolgt als Nachverarbeitung, d.h. bei pausierter oder gestoppter Messung

NORMGERECHTES SETUP

Standardsetup: Bitte in Tabelle 7.1 informieren

Einstellungen, die von der Norm abweichen, werden als solche auf dem Display angezeigt. Daraufhin kann man akzeptieren, das Standardsetup zu übernehmen. Die Tonhaltigkeitsanalyse wird auch bei Normabweichungen nach Möglichkeit ausgeführt
Tonsuchkriterium: 0,1 bis 4.0 dB in 0,1 dB-Schritten

TON AM CURSOR

Am Kopfhörerausgang steht ein Sinuston zur Verfügung, um erkannte Töne identifizieren zu helfen
Frequenz: Die Frequenz wird mit dem Hauptcursor gewählt

Verstärkung: –70 dB bis +10 dB

Optionen: Der generierte Ton kann mit dem Eingangssignal gemischt werden, siehe die Beschreibung der Voreinstellungen/Kopfhörer-Einstellungen in Abschnitt 7.7.3

CURSOR FÜR TONHALTIGKEITSANALYSE

Alle gefundenen Töne werden auf dem Display angezeigt.

Der Ton-Cursor steht anfangs auf dem am stärksten hervortretenden Ton und kann schrittweise durch die gefundenen Töne bewegt werden

Es kann auch der Hauptcursor verwendet werden, um schrittweise durch die Töne zu gehen

ERGEBNISSE

Ergebnisse werden im Ton-Feld und im Wertefeld angezeigt

Sie werden nicht mit den Messwerten gespeichert

Alle Töne: Frequenz, Tonpegel L_{pt} , Pegel des maskierenden Rauschens L_{pn} , Hörbarkeit ΔL_{ia} , Kritisches Band CB

Der am stärksten hervortretende Ton: Tonpegel L_{pt} , Zuschlag K_t

QUALITÄTSINDIKATOREN

Auf dem Display erscheint ein Qualitätsindikator (Smiley), wenn es eine Anmerkung zur Qualität der Tonhaltigkeitsanalyse gibt. Den Indikator antippen, um den Hinweis zu sehen (in Tabelle 7.2 aufgelistet)

Software-Spezifikationen – Schallaufzeichnungs-Option

AUFZEICHNUNG

Die Schallaufzeichnungs-Option BZ-7226 wird mit einer separaten Lizenz aktiviert
Schallaufzeichnung erfordert eine CF- oder SD-Karte zum Speichern der Daten

AUTOMATISCHE VERSTÄRKUNGSREGELUNG (AGC)

Der mittlere Signalpegel wird auf eine Dynamik von 40 dB begrenzt. Die Verstärkung kann auch fest eingestellt werden

ABTAstrate UND VORAUFZEICHNUNG

Zwischenspeicherung des Signals ermöglicht Voraufzeichnung. Auf diese Weise kann der Beginn von Ereignissen aufgezeichnet werden, auch wenn diese erst später erkannt werden

Abtast-rate (kHz)	Maximale Voraufzeichnung (s)	Schallqualität	Speicher (kB/s)
8	100	Niedrig	16
16	50	Befriedigend	32
24	30	Mittel	48
48	10	Hoch	96

Manuelle Steuerung der Aufzeichnung:

Die Aufzeichnung kann während der Messung mittels Tastendruck manuell gestartet und gestoppt werden

Automatische Steuerung der Aufzeichnung:

Aufzeichnung beginnt zusammen mit der Messung. Mindest- und maximale Dauer der Aufzeichnung kann vorgewählt werden

Toleranzpegel: Die Aufzeichnung startet, wenn die Toleranzgrenzen überschritten werden

WIEDERGABE

Schallaufzeichnungen können mit einem Ohrhörer/Kopfhörer abgehört werden, der an die Kopfhörerbuchse angeschlossen ist

AUFZEICHNUNGSFORMAT

Die Aufzeichnung erfolgt in Form von 16-Bit-Wave-Dateien (Dateierweiterung .wav), die an die Messergebnisse im Projekt angehängt und anschließend auf dem PC mit BZ-5503, Typ 7815 oder 7820 abgespielt werden können.

AUFGEZEICHNETES SIGNAL

Das Z-bewertete Signal des Mess-Sensors

Software-Spezifikationen – PC-Software für handgehaltene Analysatoren BZ-5503

BZ-5503 wird mit dem handgehaltenen Analysator mitgeliefert und dient zum Synchronisieren von Setups und Daten zwischen PC und Analysator. BZ-5503 wird auf der CD-ROM BZ-5298 geliefert

ONLINE-ANZEIGE DER DATEN VON TYP 2250/2270

Messungen mit dem Analysator können vom PC aus gesteuert und online auf dem PC angezeigt werden.

Der PC zeigt dieselbe Benutzeroberfläche wie Analysator

DATENVERWALTUNG

Explorer: Funktionen zur einfachen Verwaltung von Geräten, Benutzern, Jobs, Projekten und Projektvorlagen (Kopieren, Ausschneiden, Einfügen, Löschen, Umbenennen, Erzeugen)

Datenbetrachter: Betrachten von Messdaten (Inhalt von Projekten). Grafik und Messwerte können in die Windows® Zwischenablage kopiert werden

Vorlagen-Editor: Editor zum Ändern von Setups in Projektvorlagen

Synchronisierung: Projektvorlagen und Projekte für einen bestimmten Benutzer können zwischen PC und Analysator synchronisiert werden

BENUTZER

Benutzer des Analysators können erstellt oder gelöscht werden

EXPORTFUNKTIONEN

Excel: FFT-Projekte können nach Microsoft® Excel® exportiert werden

Typ 7815/20: FFT-Projekte können nach Noise Explorer 7815 und Evaluator 7820 exportiert werden

SOFTWARE UPGRADES UND LIZENZEN FÜR DEN HANDGEHALTENEN ANALYSATOR

Die PC-Software steuert die Software-Upgrades für den Analysator und die Lizenzierung der Anwendungen für den Analysator

SCHNITTSTELLE ZUM HANDGEHALTENEN ANALYSATOR

USB Version 1.1 oder Hayes-kompatibles GSM-Modem oder analoges Standardmodem

ANFORDERUNGEN AN DEN PC

Betriebssystem: Windows® 7/XP oder Windows Vista® (32 und 64 bit-Versionen) und Microsoft® .NET

Empfohlener PC: Pentium® III (oder äquivalenter) Prozessor, 2048 Mbyte RAM, SVGA-Grafikkarte, Soundkarte, DVD-Laufwerk, Maus, USB, Windows® 7

Bestellinformationen

2270-H-001 Handgehaltener Analysator Typ 2250 mit FFT-Analyse-Software BZ-7230

Im Lieferumfang von 2250-H-001:

- AO-1476: Schnittstellenkabel USB Standard A zu USB Mini B, 1,8 m
- BZ-5298: Environmental Software, einschließlich PC-Software für handgehaltene Analysatoren BZ-5503
- BZ-7230: FFT-Analyse-Software
- DD-0594: Schutzstöpsel für obere Buchse
- FB-0679: Schutzabdeckung für handgehaltenen Analysator
- KE-0459: Tragetasche
- QB-0061: Akkupack
- UA-1654: 5 zusätzliche Griffel
- UA-1673: Adapter für Befestigungsgewinde des Standardstativs
- ZG-0426: Netzteil

2270-H-002 Handgehaltener Analysator Typ 2270 mit Schallpegelmesser-Software BZ-7222 und FFT-Analyse-Software BZ-7230

2250-H-002 Handgehaltener Analysator Typ 2250 mit Schallpegelmesser-Software BZ-7222 und FFT-Analyse-Software BZ-7230

Im Lieferumfang von 2270-H-002 und 2250-H-002:

- Typ 4189: Dauerpolarisiertes 1/2"-Freifeldmikrofon
- ZC-0032: Mikrofonvorverstärker
- BZ-7222: Schallpegelmesser-Software
- BZ-7230: FFT-Analyse-Software
- KE-0440: Tragetasche
- KE-0441: Schutzhülle für Typ 2250
- DH-0696: Trageriemen
- UA-1650: Windschirm (90 mm Durchmesser) mit AutoDetect
- UA-1651: Stativverlängerung für handgehaltenen Analysator
- UA-1654: 5 zusätzliche Griffel
- UA-1673: Adapter für Befestigungsgewinde des Standardstativs
- QB-0061: Akkupack
- ZG-0426: Netzteil
- AO-1476: Schnittstellenkabel USB Standard A zu USB Mini B, 1,8 m
- HT-0015: Ohrhörer
- BZ-5298: Environmental Software, einschließlich PC-Software für handgehaltene Analysatoren BZ-5503
- FB-0679: Schutzabdeckung für handgehaltenen Analysator

2270-H-003 Handgehaltener Analysator Typ 2270 mit Schallpegelmesser-Software BZ-7222, Frequenzanalyse-Software BZ-7223, Schallaufzeichnungs-Option BZ-7226 und FFT-Analyse-Software BZ-7230

2250-H-003 Handgehaltener Analysator Typ 2250 mit Schallpegelmesser-Software BZ-7222, Frequenzanalyse-Software BZ-7223, Schallaufzeichnungs-Option BZ-7226 und FFT-Analyse-Software BZ-7230

Im Lieferumfang von 2270-H-003 und 2250-H-003:

- Typ 4189: Dauerpolarisiertes 1/2"-Freifeldmikrofon
- ZC-0032: Mikrofonvorverstärker
- BZ-7222: Schallpegelmesser-Software
- BZ-7223: Frequenzanalyse-Software
- BZ-7226: Schallaufzeichnungs-Option
- BZ-7230: FFT-Analyse-Software
- KE-0440: Tragetasche
- KE-0441: Schutzhülle für Typ 2250
- DH-0696: Trageriemen
- UA-1650: Windschirm (90 mm Durchmesser) mit AutoDetect
- UA-1651: Stativverlängerung für handgehaltenen Analysator
- UA-1654: 5 zusätzliche Griffel
- UA-1673: Adapter für Befestigungsgewinde des Standardstativs
- QB-0061: Akkupack
- ZG-0426: Netzteil
- AO-1476: Schnittstellenkabel USB Standard A zu USB Mini B, 1,8 m
- HT-0015: Ohrhörer
- BZ-5298: Environmental Software, einschließlich PC-Software für handgehaltene Analysatoren BZ-5503
- UL-1009: SD-Speicherkarte für handgehaltene Analysatoren
- FB-0679: Schutzabdeckung für handgehaltenen Analysator

SEPARAT ERHÄLTICHE SOFTWAREMODULE

BZ-7230 FFT-Analyse-Software
 BZ-7231 Option zur Tonhaltigkeitsanalyse
 BZ-7222 Schallpegelmesser-Software
 BZ-7222-UPG Upgrade, um Anwendungen auf Basis von Schallpegelmessungen auf dem Typ 2250 zu ermöglichen
 BZ-7223 Frequenzanalyse-Software
 BZ-7224 Protokollier-Software
 BZ-7225 Erweiterte Protokollier-Software
 BZ-7225-UPG Upgrade von Protokollier-Software BZ-7224 auf Erweiterte Protokollier-

Software BZ-7225 (ohne Speicherkarte)
 Schallaufzeichnungs-Option
 Nachhallzeit-Software
 Bauakustik-Software
 Zweikanal-Bauakustik-Software (nur 2270)
 Lärmüberwachungs-Software

KALIBRIERUNG

Typ 4294 Kalibriererrreger
 Typ 4231 Schallkalibrator (passt in KE-0440)
 Typ 4226 Multifunktionskalibrator
 Typ 4228 Pistophon
 2270-CAI Akkreditierte Erst-Kalibrierung von Typ 2270
 2270-CAF Akkreditierte Kalibrierung von Typ 2270
 2270-CTF Rückführbare Kalibrierung von Typ 2270
 2270 TCF Konformitätsprüfung von Typ 2270, mit Zertifikat
 2250-CAI Akkreditierte Erst-Kalibrierung von Typ 2250
 2250-CAF Akkreditierte Kalibrierung von Typ 2250
 2250-CTF Rückführbare Kalibrierung von Typ 2250
 2250 TCF Konformitätsprüfung von Typ 2250, mit Zertifikat
 4513-CAF IEPE Beschleunigungsaufnehmer, Akkreditierte Kalibrierung
 4513-CAF IEPE Beschleunigungsaufnehmer, Rückführbare Kalibrierung

PC-SOFTWARE

BZ-5503 PC-Software für handgehaltene Analysatoren (gehört zum Standard-Lieferumfang von Typ 2270 und 2250)
 Typ 7815 Noise Explorer – Software zur Datendarstellung
 Typ 7820 Evaluator – Software für Datendarstellung und Berechnung

ZUBEHÖR FÜR DIE MESSUNG

Typ 2647-D-004 Ladungs-/DeltaTron-Wandler mit fest verbundenem Kabel und Anschlüssen für Beschleunigungsaufnehmer Typ 8324
 Typ 4513/4514 Universal-Beschleunigungsaufnehmer mit Übertragungsfaktor 1 mV/ms⁻² und 10–32 UNF-Anschluss
 Typ 4513-001/ Beschleunigungsaufnehmer für

4514-001	niedrige Schwingungspegel, 10 mV/ms ⁻² und 10–32 UNF-Anschluss	QS-0007	Tube mit Cyanoacrylatklebstoff
Typ 4513-002/	Beschleunigungsaufnehmer für sehr	UA-0642	Montagemagnet für Aufnehmer mit 10–32 UNF-Anschluss
4514-002	niedrige Schwingungspegel, 50 mV/ms ⁻² und 10–32 UNF-Anschluss	UA-1077	Montagemagnet für Aufnehmer mit M3-Anschluss
Typ 4397-A	Beschleunigungsaufnehmer mit Übertragungsfaktor 1 mV/ms ⁻² für hohe Frequenzen und hohe Schwingungspegel, mit M3-Anschluss	AO-0440-D-015	Signalkabel, LEMO/BNC, 1,5 m
Typ 8324	Beschleunigungsaufnehmer vom Ladungstyp, Industrie, mit Übertragungsfaktor 1 pC/ms ⁻² und 2-pol. 7/16-27 UNS-Anschluss	AO-0697-015	Mikrofonverlängerungskabel, 10-pol. LEMO, Länge 1,5 m
Typ 8341	Beschleunigungsaufnehmer, Industrie, mit Übertragungsfaktor 10,2 mV/ms ⁻² und Mil-C-5015-Anschluss oben	AO-0697-030	Mikrofonverlängerungskabel, 10-pol. LEMO, Länge 3 m
AO-0701-D-030	Aufnehmerkabel, LEMO/M3, Länge 3 m	AO-0697-100	Mikrofonverlängerungskabel, 10-pol. LEMO, Länge 10 m
AO-0702-D-030	Aufnehmerkabel, LEMO auf 10–32 UNF, Länge 3 m	AO-0722-D-030	Aufnehmerkabel, LEMO/MIL-C-5015, Länge 5-m
YJ-0216	Bienenwachs zur Befestigung von Aufnehmern	AO-0726-D-050	Kabel für Laser-Drehzahlsensor MM-0360, LEMO/SMB, 5 m
		AO-0727-D-015	Signalkabel, LEMO/BNC-Buchse, 1,5 m
		MM-0360	Laser-Drehzahlsensor
		UA-0801	Kleines Stativ
		UA-1317	Mikrofonhalter
		UL-1009	SD-Speicherkarte
		UL-1013	CF-Speicherkarte
		UL-1016	10/100 Ethernet CF-Karte
		UL-1017	SDHC-Speicherkarte
		ZG-0444	Ladegerät für Akkupack QB-0061

Brüel & Kjær bietet eine große Auswahl an Beschleunigungsaufnehmern an. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen zu den verschiedenen Typen und ihre Anwendung an Ihr Brüel & Kjær Verkaufsbüro oder besuchen Sie die Website www.bksv.com.

Brüel & Kjær behält sich das Recht vor, technische Daten und Zubehör zu ändern.

Anhang A

Setup-Parameter

Dieser Anhang enthält eine Liste und Erläuterung der verschiedenen Parameter, die für FFT-Messungen und Tonhaltigkeitsanalyse gewählt werden können.

A.1 Eingangsparameter

Tabelle A.1 *Eingangsparameter*

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Eingang</i>	<i>Obere Buchse</i> <i>Untere Buchse</i>	Bestimmt, ob das Eingangssignal von der oberen oder unteren Buchse des Gerätes entnommen wird. Schließen Sie den Sensor an eine dieser Buchsen an.
<i>Akt. Sensor</i>	<i>Direkt</i> <i>Beschleunigungs-</i> <i>aufnehmer</i> <i>Mikrofon</i>	Bestimmt, welcher Sensor gegenwärtig am handgehaltenen Analysator angeschlossen ist. Die Hardware des Analysators wird automatisch passend eingestellt. Wenn <i>Direkt</i> gewählt ist, wird an der Eingangsbuchse (je nach Wahl die <i>Obere</i> oder <i>Untere Buchse</i>) Spannung gemessen. Dieser Parameter ist Teil des Gerätesetups und gilt für sämtliche Setups. Er kann auch im Hauptmenü unter Sensoren eingestellt werden.
<i>Schallfeldkorrektur</i>	<i>Freifeld</i> <i>Diffusfeld</i>	Wählen Sie eine Korrektur, die zu den Schallfeldbedingungen Ihrer Messungen passt. Wenn die Schallquelle so angebracht werden kann, dass sie (genau) auf das Mikrofon zeigt (d.h. der Schall hauptsächlich aus einer Richtung kommt), verwenden Sie die Freifeldkorrektur, andernfalls die Diffusfeldkorrektur.

Tabelle A.1 (Forts.) Eingangspartner

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Autom. Windschirm-Detektor</i>	<i>Ein</i> <i>Aus</i>	<p>Bei „Ein“ wird der Windschirm UA-1650 automatisch erkannt, wenn er am Mikrofonvorverstärker ZC-0032 angebracht ist, und sein Einfluss auf den Gesamtfrequenzgang des Analysators wird kompensiert.</p> <p>Deaktivieren Sie den Parameter, wenn die Windschirmkorrektur manuell eingestellt werden soll.</p> <p>Hinweis 1: Der Vorverstärker sollte an der oberen Buchse angeschlossen sein – falls erforderlich, mit einem Mikrofonverlängerungskabel.</p> <p>Hinweis 2: Die Erkennung des Windschirms kann nicht bei laufender Messung erfolgen. Wenn das Gerät eine Änderung des Windschirm-Status erkennt (Windschirm wurde entfernt oder ein Windschirm wurde während der Messung angebracht), erscheint ein Meldungsfeld. Damit erhalten Sie die Gelegenheit zum Zurücksetzen der Messung, indem Sie <i>OK</i> antippen. Falls Sie die Messung speichern wollen, tippen Sie <i>Abbrechen</i> an und speichern die Messung wie üblich.</p>
<i>Windschirmkorrektur</i>	<i>Keine</i> <i>UA-1650</i> <i>UA-1404</i>	Wenn <i>Windschirm AutoDetect Aus</i> ist, können Sie manuell eine geeignete Windschirmkorrektur für den verwendeten Windschirm wählen.
<i>Tieffrequente Erweiterung</i>	<i>Aus</i> <i>Ein</i>	Dieser Parameter dient dazu, die untere Frequenzgrenze der Messung bis hinab auf ca. 1 Hz zu erweitern, abhängig vom verwendeten Sensor und der Konstantstromschaltung.

Tabelle A.1 (Forts.) Eingangsparameter

Parameter	Werte	Kommentar
Triggereingang	MATRON Schalter Spannungspegel Tacho/Trigger	<p>Die Einstellung dieses Parameters soll dem an der Triggereingangsbuchse des Analysators angeschlossenen Gerät entsprechen.</p> <p><i>Tacho/Trigger</i> wählen, wenn die Buchse nicht verwendet wird oder bei externer Triggerung oder wenn ein Drehzahlsensor am Triggereingang angeschlossen ist.</p> <p>Hinweis: <i>CCLD/Pull-Up</i> entsprechend dem Gerät einstellen.</p> <p><i>MATRON Schalter</i> wählen, wenn die Messung mit einem MATRON Handschalter gestartet und gestoppt werden soll. Für weitere Informationen bitte an das Brüel & Kjær-Verkaufsbüro wenden.</p> <p><i>Spannungspegel</i> wählen, wenn die Messung durch einen extern erzeugten Spannungspegel gestartet/ gestoppt werden soll. Der Spannungspegel sollte mindestens 2 V für einen Start und weniger als 1 V für einen Stopp betragen. Der Pegel sollte mindestens 1 s anhalten, damit er vom Analysator erkannt werden kann.</p> <p>Hinweis: Der Start/Stopp einer Messung mit dem Triggereingang lässt sich nicht mit der Anwendung als Tacho- oder Triggersignal kombinieren.</p>

A.2 Frequenzbewertungen

Tabelle A.2 Frequenzbewertungsparameter

Parameter	Werte	Kommentar
Breitband (außer Peak)	AC AZ BC BZ	Alle Breitbandparameter (außer L_{peak}) werden gleichzeitig mit zwei verschiedenen Frequenzbewertungen gemessen, die hier gewählt werden.
Breitband Peak	X C Z	<p>Es wird ein Breitband-Spitzenwert L_{peak} gemessen, dessen Frequenzbewertung hier gewählt wird</p> <p>Hinweis: X = Frequenzbewertung A oder B. 'A' erfordert, dass der Parameter <i>Breitband (außer Peak)</i> auf <i>AC</i> oder <i>AZ</i> gesetzt ist. 'B' erfordert, dass der Parameter <i>Breitband (außer Peak)</i> auf <i>BC</i> oder <i>BZ</i> gesetzt ist.</p>

A.3 Parameter zur Frequenzeinstellung

Tabelle A.3 Parameter zur Frequenzeinstellung

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Bereich</i>	100 Hz 200 Hz 500 Hz 1 kHz 2 kHz 5 kHz 10 kHz 20 kHz	Bestimmt die Frequenzspanne, über die das Signal gemessen wird.
<i># Linien</i>	100 200 400 800 1600 3200 6400	Bestimmt, wie viele FFT-Linien gemessen und auf dem Display angezeigt werden.
<i>Mittenfreq.</i>	Bereich von: 50 Hz bis 19.950 kHz	Bestimmt, um welche Frequenz der gewählte Frequenzbereich gleichmäßig verteilt wird.
<i>Aufzeichnungslänge</i>	–	Ist der Kehrwert der Frequenzauflösung. Das Feld kann nicht geändert werden. Es wird intern berechnet und dann angezeigt.
<i>Nachbewertung</i>	Z A	Bestimmt, welche Bewertung auf das FFT-Spektrum angewendet wird. Bei Schallmessungen ist A-Bewertung zu verwenden, um Frequenzen zu betonen, die im menschlichen Hörbereich liegen.
<i>Vorbewertung</i>	X C Z	Bestimmt, welche Bewertung auf das Eingangssignal angewendet wird. Bei Schallmessungen ist A-Bewertung zu verwenden, um Frequenzen zu betonen, die im menschlichen Hörbereich liegen. Hinweis: X = Frequenzbewertung A oder B. 'A' erfordert, dass der Parameter <i>Breitband (außer Peak)</i> auf AC oder AZ gesetzt ist. 'B' erfordert, dass der Parameter <i>Breitband (außer Peak)</i> auf BC oder BZ gesetzt ist.

Tabelle A.3 (Forts.) Parameter zur Frequenzeinstellung

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Frequenzkorrektur</i>	<i>Ein</i> <i>Aus</i>	Bestimmt, ob die Frequenzkorrektur auf den Cursorwert angewendet wird. Wenn ein reiner Ton gemessen wird, kann ein Spitzenwert zwischen den Linien liegen. In diesem Fall wird die Energie dieses Spitzenwertes zwischen diesen beiden Linien verteilt. Deshalb werden Pegel und Frequenz nicht exakt angezeigt, wenn <i>Frequenzkorrektur</i> auf <i>Aus</i> gesetzt wird. Für einen Ton, der mit einer FFT-Linie zusammenfällt, stimmen der korrigierte und unkorrigierte Wert nahezu überein. Korrigierte Pegel und Frequenzen werden mit dem Präfix <i>c</i> angezeigt.

A.4 Mess-Steuerungsparameter

Tabelle A.4 Mess-Steuerungsparameter

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Messbetriebsart</i>	<i>Manuell</i> <i>Getriggert</i>	Bestimmt, ob die Messung manuell oder getriggert durchgeführt wird.
<i>Mittelungsart</i>	<i>Linear</i> <i>Exponentiell</i>	Bestimmt, auf welche Weise die Spektren gemittelt werden. Hinweis: Wenn als Messbetriebsart <i>Getriggert</i> gewählt ist, wird <i>Mittelungsart</i> automatisch auf <i>Linear</i> gesetzt und kann nicht geändert werden.
<i># Gemittl. Spektren</i>	<i>1 bis 8388607</i> (Linear) <i>1 bis 999</i> (Exponentiell)	Bestimmt die Anzahl der gemittelten Spektren. Hinweis: Wenn die getriggerte Messart gewählt ist, wird die Anzahl Spektren eingestellt, die sich aus der Einstellung der Parameter <i># Trigger</i> und <i># Spektren pro Trigger</i> ergibt.
<i>Signaltyp</i>	<i>Kontinuierlich</i> <i>Transient</i>	Bestimmt den Typ des gemessenen Signals. Hinweis: Wenn die manuelle Messart gewählt ist, wird <i>Signaltyp</i> automatisch auf <i>Kontinuierlich</i> gesetzt.
<i>Fenstertyp</i>	<i>Hanning</i> <i>Rechteck</i>	Bestimmt, welches Zeitfenster auf das Messsignal angewendet wird. Hinweis: Wenn die manuelle Messart gewählt ist, wird <i>Fenstertyp</i> automatisch auf <i>Hanning</i> gesetzt.
<i># Trigger</i>	<i>1 bis 32767</i>	Bestimmt die Anzahl der Trigger für die Messung. Hinweis: Dieser Parameter ist in der manuellen Messart deaktiviert.

Tabelle A.4 (Forts.) Mess-Steuerungsparameter

Parameter	Werte	Kommentar
# Spektren pro Trigger	1 bis 32767	Bestimmt die Anzahl der gemittelten Spektren pro Trigger. Hinweis: Dieser Parameter ist in der manuellen Messart deaktiviert.
Autom. speichern	Ein Aus	Ein wählen, um die Messung automatisch zu speichern, wenn die Messung in den Pausenzustand geht (automatisch oder manuell).

A.5 Trigger- und Tachoparameter

Tabelle A.5 Trigger- und Tachoparameter

Parameter	Werte	Kommentar
Triggertyp	Intern Extern	Bestimmt, ob das Triggersignal intern oder extern ist. Bei internem Trigger wird das eingehende Zeitsignal zum Triggern verwendet. Bei externem Trigger erfolgt das Triggern durch ein Signal, das an der Trigger-Eingangsbuchse anliegt.
Verzögerung	Zulässige Verzögerungen für die betreffenden Bereiche: 20kHz: –0,64s bis 300s 10kHz: –1,28s bis 300s 5kHz: –2,56s bis 300s 2kHz: –6,4s bis 300s 1kHz: –12,8s bis 300s 500Hz: –25,6s bis 300s 200Hz: –64s bis 300s 100Hz: –128s bis 300s	Bestimmt die Verzögerung zwischen dem Trigger und dem Beginn der Aufzeichnung. Bei positiver Verzögerung beginnt die Aufzeichnung die angegebene Zeitdauer nach dem Triggerpunkt. Bei negativer Verzögerung beginnt die Aufzeichnung die angegebene Zeitdauer vor dem Triggerpunkt.
Hold-Off	0 bis 300s	Bestimmt, wie lange die Triggerschaltung wartet, nachdem ein Trigger aufgetreten ist. Ein neuer Trigger wird erst nach Ablauf dieser Zeit akzeptiert.
Interner Pegel	Welcher Maximalwert eingegeben werden kann, hängt vom Skalenendwert ab.	Bestimmt, bei welchem Pegel des eintreffenden Mess-Signals ein Trigger ausgelöst wird. Dieser Parameter ist aktiviert, wenn <i>Triggertyp</i> auf <i>Intern</i> gesetzt ist.
Tacho	Ein Aus	Bei <i>Tacho Ein</i> erfolgen Drehzahlmessungen anhand des Signals, das an der Trigger-Eingangsbuchse anliegt. Die Parameter <i>Externer Pegel</i> , <i>Hysteresis</i> , <i>Flanke</i> und <i>Pull-Up</i> dienen zum Finden der Tacho-Impulse, die zur Messung der Drehzahl verwendet werden. Bei <i>Tacho Aus</i> wird keine Drehzahl gemessen.

Tabelle A.5 (Forts.) Trigger- und Tachoparameter

Parameter	Werte	Kommentar
Übersetzungsverhältnis	10^{-5} bis 10^{38}	Die angezeigte Drehzahl ist die gemessene Drehzahl, dividiert durch das Übersetzungsverhältnis.
Externer Pegel	−20 V bis +20 V	Bestimmt, bei welchem Signalpegel am Triggereingang ein Trigger ausgelöst wird. Der Parameter ist aktiviert, wenn <i>Triggertyp</i> auf <i>Extern</i> gesetzt ist oder <i>Tacho</i> auf <i>Ein</i> .
Hysterese	0 V bis 10 V	Bestimmt die Hysterese des externen Triggers. Der Parameter ist aktiviert, wenn <i>Triggertyp</i> auf <i>Extern</i> gesetzt ist oder <i>Tacho</i> auf <i>Ein</i> .
Flanke	Steigend Fallend	Bestimmt die Triggerflanke bei einem externen Trigger. Der Parameter ist aktiviert, wenn <i>Triggertyp</i> auf <i>Extern</i> gesetzt ist oder <i>Tacho</i> auf <i>Ein</i> .
CCLD/Pull-Up	Ein Aus	Bei Geräten mit Seriennummer 2630266 und höher wird dieser Parameter als CCLD bezeichnet. Dieser Parameter dient zum Ein- und Ausschalten einer CCLD-Stromversorgung, abhängig von dem am Triggereingang angeschlossenen Gerät. Hinweis: Für den Laser-Drehzahlsensor MM-0360 muss CCLD auf Ein gesetzt werden. Bei Geräten mit einer Seriennummer unter 2630266 wird der Parameter als Pull-Up bezeichnet. Mit diesem Parameter können Sie das Trigger-Eingangssignal auf +5 V verstärken (über einen 7,5 k Ω Widerstand). Der CCLD/Pull-Up-Parameter ist aktiviert, wenn <i>Triggertyp</i> auf <i>Extern</i> gesetzt ist oder <i>Tacho</i> auf <i>Ein</i> .

A.6 Toleranzfenster-Parameter

Tabelle A.6 Toleranzfenster-Parameter

Parameter	Werte	Kommentar
Toleranz für	FFT LAeq LAF Mittlere Drehzahl Momentane Drehzahl	FFT wählen, um Einstellungen für eines der Toleranzfenster zu zeigen. LAeq wählen, um Toleranzen für L_{Aeq} anzuzeigen. LAF wählen, um Toleranzen für L_{AF} anzuzeigen. Mittlere Drehzahl wählen, um Toleranzen für die mittlere Drehzahl zu zeigen. Momentane Drehzahl wählen, um Toleranzen für die momentane Drehzahl zu zeigen.
Konfigurieren	Fenster 1 bis Fenster 10	Wählen Sie, für welches der 10 Fenster die Toleranzen gezeigt werden sollen. Hinweis: Steht nur zur Verfügung, wenn <i>Toleranz für</i> auf FFT gesetzt ist.

Tabelle A.6 (Forts.) *Toleranzfenster-Parameter*

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Prüfen</i>	<i>Aus Ein</i>	Bestimmt, ob die Toleranzprüfung für das gewählte Fenster bzw. den Parameter erfolgt oder nicht.
<i>Geprüfte Werte</i>	<i>FFT-Linien Deltasumme</i>	<p><i>FFT-Linien</i> wählen, um zu prüfen, ob alle FFT-Linien innerhalb der tiefsten und höchsten Frequenz des Fensters innerhalb der oberen und unteren Grenze für dieses Fenster liegen oder nicht.</p> <p><i>Deltasumme</i> wählen, um zu prüfen, ob alle FFT-Linien innerhalb der tiefsten und höchsten Frequenz des Fensters innerhalb der oberen und unteren Grenze für dieses Fenster liegen oder nicht. Die Deltasumme beruht auf den gemessenen FFT-Linien, dabei werden jedoch Spektrumanzeige und Nachbewertung berücksichtigt. Das Summationsprinzip ist in Tabelle 4.1 beschrieben. Der Deltasummen-Parameter wird in denselben Einheiten wie das FFT-Spektrum angezeigt. Bei linearer Mittelung erfolgen die Berechnung und die Überprüfung der Deltasumme (und FFT-Linien) am vorhandenen FFT-Spektrum. Sie können Frequenzbereich und Grenzen der Toleranzfenster vor, während und nach der Messung ändern – die Toleranzergebnisse werden neu berechnet (mit Ausnahme des festgehaltenen Ergebnisses, das nur während der Messung aktualisiert wird). Bei exponentieller Mittelung wird die Deltasumme periodisch (z.B. alle 100 ms) während der Messung berechnet und mit den Grenzen verglichen. Neben den Toleranzergebnisparametern wird eine Reihe anderer Parameter aktualisiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deltasumme • Max. Deltasumme • Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme (erfordert Tacho = Ein) • LAF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme • FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme
<i>Obere Grenze</i>	<i>Untere Grenze bis höchster Wert</i>	Bestimmt die obere Grenze für das gewählte Fenster bzw. den Parameter.
<i>Untere Grenze</i>	<i>Niedrigster Y-Wert bis obere Grenze</i>	Bestimmt die untere Grenze für das gewählte Fenster bzw. den Parameter.
<i>Höchste Frequenz</i>	<i>0.0 Hz bis 20000 Hz</i>	Bestimmt die obere Grenze des Toleranzfensters.
<i>Tiefste Frequenz</i>	<i>0.0 Hz bis 20000 Hz</i>	Bestimmt die untere Grenze des Toleranzfensters.

Tabelle A.6 (Forts.) Toleranzfenster-Parameter

Parameter	Werte	Kommentar
Beschriftung	1-10 Zeichen	Ein Name (Beschriftung) für das gewählte Toleranzfenster oder den Parameter.

A.7 Einheitenbezogene Parameter

Tabelle A.7 Einheitenbezogene Parameter

Parameter	Werte	Kommentar
Skalierung	<i>Pwr</i> <i>Eff</i> <i>ESD</i> <i>PSD</i> <i>Peak</i> <i>Peak-Peak</i>	Bestimmt die auf das Mess-Signal angewendete Skalierung und verändert entsprechend den Y-Achsenbereich, das Spektrum und die Maßeinheit.
Spektrumanzeige	<i>Beschleunigung</i> <i>Geschwindigkeit</i> <i>Weg</i> <i>Schall</i> <i>Spannung</i>	Wenn als <i>Akt. Sensor</i> ein Mikrofon gewählt wurde, ist dieser Parameter auf <i>Schall</i> eingestellt und kann nicht geändert werden. Wenn ein Beschleunigungsaufnehmer gewählt ist, bestimmt dieser Parameter, ob das Mess-Signal als Beschleunigung, Geschwindigkeit oder Weg angezeigt wird. Wenn unter <i>Akt. Sensor Direkt</i> gewählt wurde, ist dieser Parameter auf <i>Spannung</i> eingestellt und kann nicht geändert werden.
Einheiten-System	<i>SI</i> <i>US/UK</i>	Bestimmt, welches Einheitensystem auf das Mess-Signal angewendet wird.
Y-Achse	<i>dB</i> <i>Techn.</i>	Bestimmt, ob die Y-Achse in Dezibel (dB) oder technischen Einheiten angezeigt wird.
Einheit	–	Bestimmt die aktuelle Maßeinheit. Sie hängt von allen oben genannten Parametern ab.

A.8 Aufzeichnungsparameter

Tabelle A.8 Aufzeichnungsparameter^a

Parameter	Werte	Kommentar																				
Aufz.steuerung	<div>Aus</div> <div>Automatisch</div> <div>Manuelles Ereignis</div> <div>Tol. überschreitung</div>	<p>Bestimmt, wie die Aufzeichnung des Mess-Signals gesteuert wird.</p> <p><i>Automatisch</i> wählen, um die Aufzeichnung zusammen mit der Messung zu starten und die gesamte Messung aufzuzeichnen. Einzige Begrenzung ist die <i>Maximale Dauer</i>.</p> <p><i>Manuelles Ereignis</i> wählen, um die Aufzeichnung während der Messung manuell durch Drücken der Taste Manuelles Ereignis zu starten. Die Aufzeichnung läuft, bis die Taste erneut gedrückt wird (dabei sind <i>Maximale</i> und <i>Mindestdauer</i> zu beachten).</p> <p><i>Tol. überschreitung</i> wählen, um eine Aufzeichnung zu beginnen, sobald das Signal eine der eingestellten oberen Grenzen überschreitet oder eine der unteren Grenzen unterschreitet, und zu stoppen, wenn sich das Signal innerhalb aller Toleranzgrenzen befindet.</p>																				
Aufz.qualität	<div>Niedrig (3,3kHz)</div> <div>Befriedigend (6,6 kHz)</div> <div>Mittel (10 kHz)</div> <div>Hoch (20 kHz)</div>	<p>Dieses Setup bestimmt die Qualität der Aufzeichnung durch Anpassung der Abtastrate.</p> <p>Wie viel Platz die Aufzeichnung auf der Speicherkarte erfordert, hängt von der gewählten Qualität ab:</p> <table><thead><tr><th>Qualität</th><th>Abtast- freq.</th><th>Obere Freq.</th><th>Speicher</th></tr></thead><tbody><tr><td>Niedrig</td><td>8 kHz</td><td>3 kHz</td><td>16 KB/s</td></tr><tr><td>Befriedigend</td><td>16 kHz</td><td>6 kHz</td><td>32 KB/s</td></tr><tr><td>Mittel</td><td>24 kHz</td><td>10 kHz</td><td>48 KB/s</td></tr><tr><td>Hoch</td><td>48 kHz</td><td>20 kHz</td><td>96 KB/s</td></tr></tbody></table>	Qualität	Abtast- freq.	Obere Freq.	Speicher	Niedrig	8 kHz	3 kHz	16 KB/s	Befriedigend	16 kHz	6 kHz	32 KB/s	Mittel	24 kHz	10 kHz	48 KB/s	Hoch	48 kHz	20 kHz	96 KB/s
Qualität	Abtast- freq.	Obere Freq.	Speicher																			
Niedrig	8 kHz	3 kHz	16 KB/s																			
Befriedigend	16 kHz	6 kHz	32 KB/s																			
Mittel	24 kHz	10 kHz	48 KB/s																			
Hoch	48 kHz	20 kHz	96 KB/s																			

Tabelle A.8 (Forts.) Aufzeichnungsparameter^a

Parameter	Werte	Kommentar
AGC	<i>Ein</i> <i>Aus</i>	<p>Um die Identifizierung von Schallquellen mit großem Dynamikbereich zu erleichtern, lässt sich die Verstärkung automatisch regeln und damit der mittlere Pegel auf einen Dynamikbereich von 40 dB begrenzen. Beim Abspielen des aufgezeichneten Signals ist dann der gesamte Signalinhalt deutlich zu hören, unabhängig davon, ob der Pegel 20 dB oder 140 dB betrug.</p> <p>AGC auf <i>Ein</i> setzen, um das aufgezeichnete Signal zu konvertieren.</p> <p>AGC auf <i>Aus</i> setzen, um das Signal mit einer festen Verstärkung aufzuzeichnen – dann <i>Max. Aufzeichnungspegel</i> passend zum Signal einstellen.</p> <p>Hinweis: Wenn das Geräusch sehr hohe Pegel bei tiefen Frequenzen enthält, wird eine feste Verstärkung empfohlen.</p>
<i>Max. Aufzeichnungspegel</i>	Hängt vom Typ des aktuell gewählten Sensors ab.	<p>Das aufgezeichnete Signal wird als 16-Bit-Wave-Datei gespeichert, die einen Dynamikbereich von bis zu 96 dB umfasst. Beim Abspielen auf dem handgehaltenen Analysator beträgt der Dynamikbereich des Ausgangs ca. 75 dB. Beim Abspielen über einen PC kann er noch kleiner sein. Stellen Sie den <i>Max. Aufzeichnungspegel</i> passend zum Signal ein.</p> <p>Die Werte für <i>Max. Aufzeichnungspegel</i> berücksichtigen den Übertragungsfaktor des angeschlossenen Sensors.</p> <p>Hinweis: Dieser Parameter ist nur aktiviert, wenn AGC auf <i>Aus</i> gesetzt ist.</p>

Tabelle A.8 (Forts.) Aufzeichnungsparameter^a

Parameter	Werte	Kommentar										
Vorlaufzeichnung	0 bis 110 s	<p>Die Aufzeichnung startet die für die <i>Vorlaufzeichnung</i> gewählte Anzahl Sekunden, bevor die Triggerbedingungen erfüllt werden (z.B. bedeutet 5 s, dass die Aufzeichnung 5 s vor dem Drücken der Taste Manuelles Ereignis beginnt). Dies ist möglich, weil die Aufzeichnung kontinuierlich in einem internen Zwischenspeicher erfolgt und als Wave-Datei abgespeichert werden kann. Die <i>Vorlaufzeichnung</i> ist durch die Kapazität des Zwischenspeichers und die <i>Aufzeichnungsqualität</i> begrenzt:</p> <table><tr><td><u>Qualität</u></td><td><u>Grenze für Vorlaufzeichnung</u></td></tr><tr><td>Niedrig</td><td>110s</td></tr><tr><td>Befriedigend</td><td>50s</td></tr><tr><td>Mittel</td><td>30 s</td></tr><tr><td>Hoch</td><td>10 s</td></tr></table>	<u>Qualität</u>	<u>Grenze für Vorlaufzeichnung</u>	Niedrig	110s	Befriedigend	50s	Mittel	30 s	Hoch	10 s
<u>Qualität</u>	<u>Grenze für Vorlaufzeichnung</u>											
Niedrig	110s											
Befriedigend	50s											
Mittel	30 s											
Hoch	10 s											
Nachaufzeichnung	0 bis 300 s	Mit diesem Parameter wählen Sie, wie lange die Aufzeichnung fortgesetzt werden soll, nachdem die Triggerbedingungen nicht mehr erfüllt sind.										
Begrenzte Dauer	Ein Aus	<p>Dieser Parameter dient zum Aktivieren der Parameter <i>Mindestdauer</i> und <i>Maximale Dauer</i> der Schallaufzeichnung. Diese Einstellungen haben gegenüber der von der Triggerbedingung bestimmten Dauer Vorrang.</p> <p>Hinweis: Dieser Parameter ist nur aktiviert, wenn <i>Aufz.steuerung</i> auf <i>Manuelles Ereignis</i> oder <i>Grenzpegel</i> gesetzt ist.</p>										
Mindestdauer	00:00:00 bis 01:00:00	<p>Wenn <i>Begrenzte Dauer</i> aktiviert (<i>Ein</i>) ist, bestimmt <i>Mindestdauer</i> die minimale Aufzeichnungszeit unabhängig von den Triggerbedingungen.</p> <p>Die Gesamtlänge der Aufzeichnung ist dann (mindestens) die Summe aus <i>Mindestdauer</i>, <i>Vorlaufzeichnung</i> und <i>Nachaufzeichnung</i>.</p>										

Tabelle A.8 (Forts.) Aufzeichnungsparameter^a

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Maximale Dauer</i>	00:00:00 bis 01:00:00	Wenn <i>Begrenzte Dauer</i> aktiviert (<i>Ein</i>) ist, bestimmt <i>Maximale Dauer</i> die maximale Aufzeichnungszeit unabhängig von den Triggerbedingungen. Die Gesamtlänge der Aufzeichnung ist dann (maximal) die Summe aus <i>Maximale Dauer</i> , <i>Vorlaufzeichnung</i> und <i>Nachlaufzeichnung</i> . Hinweis: Bei <i>Maximale Dauer</i> = 00:00:00, ist der Parameter deaktiviert und begrenzt die Dauer nicht.

a. Erfordert Lizenz für Schallaufzeichnungs-Option BZ-7226.

A.9 Parameter für das Signal an der Ausgangsbuchse

Tabelle A.9 Parameter für das Signal an der Ausgangsbuchse

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Quelle</i>	<i>Aus</i> <i>Eingang</i> <i>Gesamt-Toleranzergebnis</i> <i>Festgehaltenes Toleranzergebnis</i>	Bestimmt die Quelle des Eingangssignals für die Ausgangsbuchse des handgehaltenen Analysators. Sie haben die Auswahl zwischen <i>Aus</i> und dem <i>Eingangssignal</i> für Überwachungszwecke. Wählen Sie zwischen <i>Gesamt-Toleranzergebnis</i> und <i>Festgehaltenes Toleranzergebnis</i> . Dies bewirkt bei Überschreitung einer oberen Grenze ein Ausgangssignal von 3,3 V DC, bei Unterschreitung einer unteren Grenze –3,3 V DC bzw. abwechselnd 3,3 V und –3,3 V bei Überschreitungen in beiden Richtungen. Hinweis: Wenn das Signal nicht ausgegeben werden soll, wählen Sie für diesen Parameter <i>Aus</i> , um Energie zu sparen
<i>Verstärkung</i>	–60 dB bis 60 dB	Geben Sie einen Wert für die Verstärkung des Eingangssignals ein (Auflösung 0,1 dB). Mit '@' reagiert der Ausgang unmittelbar auf den eingegebenen Wert – mit den Auf/Ab-Navigationstasten wird der Wert schrittweise um 1 dB erhöht/verringert. Hinweis 1: 0 dB bedeutet 1 V Ausgang bei 1 V Eingang. Hinweis 2: Dieser Parameter ist nur aktiviert, wenn <i>Quelle</i> auf <i>Eingang</i> gesetzt ist.

A.10 Parameter der Tonhaltigkeitsanalyse

Tabelle A.10 Parameter der Tonhaltigkeitsanalyse^a

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Tonhaltigkeitsanalyse</i>	<i>Ein</i> <i>Aus</i>	Wählen Sie <i>Ein</i> , um Tonhaltigkeitsanalyse zu aktivieren Hinweis: Um die Tonhaltigkeitsanalyse zu aktivieren, muss eine gültige Lizenz für BZ-7231 vorhanden sein
<i>Tonhaltigkeit Norm</i>	<i>ISO 1996:2-2007</i>	Bestimmt, auf welcher Norm die Tonhaltigkeitsanalyse basiert. Gegenwärtig wird nur ISO 1996:2-2007 unterstützt
<i>Tonsuchkriterium</i>	<i>0.1 dB bis 4.0 dB</i>	Bestimmt, ob eine klassifizierte Linie eine Geräuschpause darstellt. Eine Rauschlinie wird als Geräuschpause klassifiziert, wenn die Differenz zwischen ihrem dB-Pegel und den dB-Pegeln der unmittelbar benachbarten Linien größer oder gleich dem Tonsuchkriterium ist

a. Nur für Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231 erhältlich.

A.11 Parameter für Ton am Cursor

Tabelle A.11 Parameter für Ton am Cursor^a

Parameter	Werte	Kommentar
<i>Pegel [re. 1 V]</i>	<i>–70 dB bis +10.0 dB</i>	Bestimmt den Pegel eines Tons (Sinuswelle) an der Cursor-Frequenz. Der Ton wird an der Kopfhörerbuchse ausgegeben

a. Nur für Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231 erhältlich.

Anhang B

Messparameter

Dieser Anhang beschreibt die Messparameter. Diese werden in Übereinstimmung mit den Setupparametern gemessen.

Eine Beschreibung der Parameter entnehmen Sie bitte dem Glossar in Anhang E des Bedienungshandbuchs für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250 (BE 1726) sowie dem Glossar in Anhang C diesem Handbuch.

Um die unterschiedlichen Frequenzbewertungen, Zeitbewertungen und Perzentilpegel zu repräsentieren, werden sie in den Parametern durch folgende Buchstaben ersetzt:

V = Frequenzbewertung A, B, C oder Z (bestimmt durch Parameter **Setup** – *Frequenzbewertung – Breitband Peak*)

X = Frequenzbewertung A oder B (bestimmt durch Parameter **Setup** – *Frequenzbewertung – Breitband (außer Peak)*)

Y = Frequenzbewertung C oder Z (bestimmt durch Parameter **Setup** – *Frequenzbewertung – Breitband (außer Peak)*)

W = Frequenzbewertung A, B, C oder Z (bestimmt durch Parameter **Setup** – *Frequenzbewertung – Spektrum*)

B.1 Gesamtmessung

B.1.1 Für FFT-Analyse-Software BZ-7230

FFT-Parameter

Spektrum-Parameter

- FFT-Spektrum
- MAX-Spektrum

FFT-Parameter

- Aktuelle Anzahl Mittelungen
- Aktuelle Mittelungszeit
- Gesamt-Mittelungszeit
- Gesamt FFT-Spektrum
- Gesamt MAX-Spektrum
- Gesamt REF-Spektrum
- Momentane Drehzahl
- Mittlere Drehzahl

Breitband-Parameter

Innerhalb der verstrichenen Zeit werden folgende Parameter gemessen:

Äquivalente Dauerschallpegel

- L_{Xeq}
- L_{Yeq}

Spitzenschalldruckpegel

- L_{Vpeak}

Maximale zeitbewertete Schallpegel

- L_{XFmax}
- L_{YFmax}

Minimale zeitbewertete Schallpegel

- L_{XFmin}
- L_{YFmin}

Allgemeine Parameter

- Übersteuerung in %
- Startzeit
- Stopp-Zeit
- Verstrichene Zeit (ohne Pausen)

Spezielle Parameter

- L_{XIeq}
- L_{YIeq}
- L_{AFTeq} (auch L_{AFm5} genannt)

Toleranzergebnisse

- Toleranzfenster 1
- Toleranzfenster 2
- Toleranzfenster 3
- Toleranzfenster 4
- Toleranzfenster 5
- Toleranzfenster 6
- Toleranzfenster 7
- Toleranzfenster 8
- Toleranzfenster 9
- Toleranzfenster 10
- Toleranz L_{AF}
- Toleranz L_{Aeq}
- Toleranz momentane Drehzahl
- Toleranz mittlere Drehzahl
- Gesamt-Toleranzergebnis
- Festgehaltenes Toleranzergebnis

B.1.2 Parameter für Toleranzfenster mit Prüfung der Deltasumme

Deltasummen-Parameter

- Deltasumme für Toleranzfenster 1
- Deltasumme für Toleranzfenster 2
- Deltasumme für Toleranzfenster 3
- Deltasumme für Toleranzfenster 4
- Deltasumme für Toleranzfenster 5
- Deltasumme für Toleranzfenster 6
- Deltasumme für Toleranzfenster 7
- Deltasumme für Toleranzfenster 8
- Deltasumme für Toleranzfenster 9
- Deltasumme für Toleranzfenster 10

Max. Deltasummen-Parameter (nur exponentielle Mittelung)

- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 1
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 2
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 3
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 4
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 5
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 6
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 7
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 8
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 9
- Max. Deltasumme für Toleranzfenster 10

Drehzahl-Toleranzparameter (nur exponentielle Mittelung)

- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 1
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 2
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 3
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 4
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 5
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 6
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 7
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 8
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 9
- Drehzahl zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 10

LAF-Toleranzparameter (nur exponentielle Mittelung)

- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 1
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 2
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 3
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 4
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 5
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 6
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 7
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 8
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 9
- LXF zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 10

Spektren zum Zeitpunkt der max. Deltasumme (nur exponentielle Mittelung)

- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 1
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 2
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 3
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 4
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 5
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 6
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 7
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 8
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 9
- FFT-Spektrum zum Zeitpunkt der max. Deltasumme für Toleranzfenster 10

B.1.3 Für Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231

Parameter

- K_t (tonal)
- ΔL_{ta}
- L_{pn}
- L_{pti}
- L_{pt}
- Kritisches Band

B.1.4 Momentan gemessene Parameter (nicht mit der Messung gespeichert)

Momentane zeitbewertete Schallpegel

- L_{XF}
- L_{YF}

Anhang C

Glossar

Dieser Anhang ist eine Fortsetzung des Glossars in Anhang E des Bedienungshandbuches für die handgehaltenen Analysatoren Typ 2270 und 2250 (BE 1726).

C.1 FFT-Parameter

Aktuelle Anzahl Mittelungen	Wenn mehrere Spektren gemittelt werden, gibt „Aktuelle Anzahl Mittelungen“ an, wie viele Spektren bisher gemittelt wurden.
Aktuelle Mittelungszeit:	Wenn mehrere Spektren gemittelt werden, gibt „Aktuelle Mittelungszeit“ die bisher verstrichene Mittelungszeit an.
Gesamt-Mittelungszeit:	Wenn mehrere Spektren gemittelt werden, gibt „Gesamt-Mittelungszeit“ die Zeit für die komplette Messung an.
Gesamt FFT-Spektrum	Das „Gesamt FFT-Spektrum“ ist die Summe der Pegel sämtlicher Linien im angezeigten FFT-Spektrum.
Gesamt MAX-Spektrum:	Das „Gesamt MAX-Spektrum“ ist die Summe der Pegel sämtlicher Linien im angezeigten MAX-Spektrum.
Gesamt REF-Spektrum	Das „Gesamt REF-Spektrum“ ist die Summe der Pegel sämtlicher Linien im angezeigten Bezugsspektrum.
Momentane Drehzahl:	Die momentane Drehzahl ist der aktuelle Wert der Drehzahl.
Mittlere Drehzahl:	Bei linearer Mittelung ist die mittlere Drehzahl die über die Gesamt-Mittelungszeit gemittelte Drehzahl. Bei exponentieller Mittelung ist sie die zuletzt gemessene Drehzahl.

C.2 Parameter der Tonhaltigkeitsanalyse

Tonpegel (L_{pt}):	Pegel aller Töne im kritischen Band, das den gewählten Ton enthält.
Pegel (L_{pti}):	Pegel des gewählten Tons.
Pegel des maskierenden Rauschens (L_{pn}):	Als maskierendes Rauschen wird das Geräusch bezeichnet, das nicht zum Ton gehört und die Hörbarkeit des Tons begrenzt, indem es diesen „maskiert“ oder verdeckt. Es ist der Gesamtpegel des maskierenden Rauschens im Band, das den gewählten Ton enthält
Hörbarkeit (ΔL_{ta}):	Die Hörbarkeit ist die Differenz zwischen dem Tonpegel und dem Pegel des maskierenden Rauschens. Sie bezieht sich auf die Hörbarkeit aller Töne, die im selben kritischen Band wie der gewählte Ton gefunden werden.
Kritisches Band:	Beginn und Ende des kritischen Bandes, das den gewählten Ton enthält.
Zuschlag (K_t):	Größe des Tonzuschlags in dB. Der Zuschlag wird aus dem entscheidenden Band berechnet und bezieht sich auf das Gesamtspektrum

Index

Symbole

# Gemittl. Spektren	103
# Linien	102
# Spektren pro Trigger	104
# Trigger	103

Numerisch

4189	88
4190	88
4191	88
4193	88
4950	88
4952	88

A

A-Bewertung	41
Abgleichen	67
AGC	109
Aktivieren der Frequenzkorrektur	65
Aktuelle Anzahl Mittelungen	119
Aktuelle Mittelungszeit	119
Aktueller Sensor	99
Als Ref. verwenden	66
Analyse sehr niedriger Tonpegel	75
Andere Beschleunigungsaufnehmer	34
Anhören eines gemischten Signals	86
Ansicht-Bereich	82
Anzahl der Linien	40
Anzahl der Mittelungen und verstrichene Zeit	46
Anzeige der Gesamtleistung	46
Anzeige in technischen Einheiten	53
Aufrufen gespeicherter Messungen	86
Aufz.steuerung	108
Aufzeichnung	22
Aufzeichnungslänge	102
Aufzeichnungsparameter	108
Aufzeichnungsqualität	108
Auswahl der Montageposition	32
Autom. speichern	104
Autom. Windschirm-Detektor	100

Auto-Peak	15
-----------------	----

B

Bandbreite	3, 39
Begrenzte Dauer	110
Berechnung der Tonhaltigkeit	72
Bereich	102
Beschleunigung	56
Beschleunigungsaufnehmer für Schwingungsmessungen	29, 34
Beschriftung	107
Bezugsspektrum-Anzeige	25, 45, 66
Breitband-Parameter	83

C

CB (Konstante Bandbreite)	3
CCLD	59, 105
CPB (Konstante relative Bandbreite)	3

D

Delta-Cursor	14, 17
Deltasummen-Parameter	115
Deterministisch	63
Drehzahlmessung	65
Drehzahl-Toleranzparameter	116

E

Eff	65
Eigenrauschen	7, 75, 81
Einblenden/Ausblenden	66
Einführung in die Fourier-Signalanalyse (FFT)	3
Einführung in die Tonhaltigkeitsanalyse	72
Eingang	34, 99
Einheiten-System	52, 55, 107
Einrichten der Option zur Tonhaltigkeitsanalyse	76
Einstellen der Mess-Steuerungsparameter	38
Einstellung der Parameter für lineare Mittelung	47
Einzoomen auf den Frequenzbereich	10, 47
Einzoomen auf der Anzeige	9, 26
Empfohlene Beschleunigungsaufnehmer	33
Erkennen tonaler Komponenten	73

Erkennen von Kabelbruch/Kurzschluss	45
Erweitern der X-Achse	9, 45
ESD	43, 53
Exponentielle Mittelung	21, 38, 46, 67
Exponentielle Y-Achse	54
Externer Pegel	59, 105
Externer Trigger	57

F

Fallend	59
Feineinstellung	47
Fenstertyp	103
Flüchtiger Speicher	66
Fortsetzen	46
Frequenzauflösung/Bereich	5, 39, 64
Frequenzbereich	39, 102
Frequenzbewertungsparameter	101
Frequenzkorrektur	8, 45, 103
Für deterministische Signale	65

G

Gemittelte Spektren	39
Gemittelte Spektren, Parameter	39, 52
Generierung des Tons am Cursor	85
Geprüfte Werte	106
Gesamt FFT-Spektrum	119
Gesamt MAX-Spektrum	119
Gesamt REF-Spektrum	119, 120
Gesamtmessung, Parameter	
Allgemeine Parameter für BZ-7230	114
Äquivalenter Dauerschallpegel	
für BZ-7230	114
FFT-Parameter für BZ-7230	114
Für FFT-Analyse-Software BZ-7230	114
Maximale zeitbewertete Schallpegel	
für BZ-7230	114
Minimale zeitbewertete Schallpegel	
für BZ-7230	114
Parameter für BZ-7231	117
Spektrum-Parameter für BZ-7230	114
Spezielle Parameter für BZ-7230	115
Gesamt-Mittelungszeit	119
Geschwindigkeit	56
Getriggert	23, 57
Glossar	119
Grafikfeld	7, 81

H

Handgehaltene Sonde	32
Harmonische Gesamtverzerrung (THD)	93
Harmonischen-Cursor	16
Hauptcursor	46
Höchste Frequenz	106
Hold-Off	58, 104
Hörbarkeit	120
Hörbarkeit und Tonuschlag	75

Hörschwelle	75
Hysterese	58, 105

I

Interner Pegel	59, 104
Interner Trigger	57
Isolierte Montage	31

K

Kalibrierung	35, 75
Klebkopfschrauben	31
Konfiguration	105
Konfigurieren des Eingangs	34, 38
Konstante Bandbreite (CB)	3
Konstante relative Bandbreite (CPB)	3
Kontinuierlich	60
Korrekte Skalierung deterministischer Signale	65
Kritische Bänder	74
Kritisches Band	120

L

LAF-Toleranzparameter	116
Lineare Mittelung	21, 46, 57
Exponentielle Mittelung	103
Lineare Y-Achse	54
Linien	102
Logarithmische Y-Achse	54

M

Manuelles Einrichten der Messung	78
Max. Aufzeichnungspegel	109
Max. Deltasummen-Parameter	116
Maximale Dauer	111
Mechanischer Filter	32
Messbetriebsart	57
Messbetriebsart, Parameter	103
Messparameter	113
Messpause/Fortsetzen/Speichern	46
Mess-Steuerung	38, 79
Mess-Steuerungsparameter	
Einstellung	38, 50, 61, 64, 103
Messung	45, 62
Messung Start	45
Mindestdauer	110
Mittelungsart	13, 47, 57, 103
Mittelungszeit	39
Mittelungszeit, Parameter	39
Mittenfrequenz	39, 102
Mittl#>n	46
Mittl#n	46
Mittlere Drehzahl	119
Momentane Drehzahl	119
Momentane zeitbewertete Schallpegel	117
Montage mit Hilfe eines Magneten	31
Montage mit Hilfe von Bienenwachs	31

N

Nachaufzeichnung	110
Nachbewertung	41, 102

O

Obere Buchse	99
Obere Grenze	106
Option zur Tonhaltigkeitsanalyse BZ-7231	71, 72

P

Parameter der Tonhaltigkeitsanalyse	112
Parameterfeld	7, 81
Pause	46
PC-Software BZ-5503	95
Peak	15, 43
Pegel	120
Pegel des maskierenden Rauschens	120
Pegel des Triggers	59
Physikalische Einheiten	53
Prüfen	106
PSD	44
Pull-Up	59, 105
PWR	65

Q

Quelle	111
--------------	-----

R

Rauschbandbreite	5, 6, 39
Pegel	112
Referenz-Cursor	15

S

Schallaufzeichnung	80
Schallfeldkorrektur	99
Schwingungsmessungen mit Beschleunigungsaufnehmer	29
Sensordatenbank	34
Signal Ausgangsbuchse, Parameter	111
Signaltyp	103
Skalenendwert	39
Skalierung	43, 65, 107
Skalierung des Pegels im FFT-Diagramm	43
Speichern	46
Speicher-Taste	46
Spektren pro Trigger	61
Spektren zum Zeitpunkt der max. Deltasumme	117
Spektrenanzeige	107
Spektrum komprimieren/erweitern	45
Spitzenschalldruckpegel	114
Standardparameter für die Überprüfung der Messeinstellungen	78
Stationär	37
Statuscodes (Smileys)	84
Steigend	59
Stiftschraube zur Befestigung	31

Stochastische Signale	37
Summationsprinzip	44
Symmetrischer Delta-Cursor	16

T

Tacho	104
Taste, Speichern	46
Technische Daten	87
Tieffrequente Erweiterung	100
Tiefste Frequenz	106
Toleranz	22
Toleranzen für	105
Toleranzergebnisse	115
Toleranzfenster	18, 20, 67
Ton am Cursor, Parameter	112
Toncursor	80
Tonhaltigkeit Norm	112
Tonhaltigkeitsanalyse	112
Allgemeines	71
Beurteilungspegel	78
Einrichten des Gerätes	76
Einstellungen	76
Ergebnisanzeige	80
Frequenzeinstellungen	78
Messung	80
Tonparameter-Feld	82
Tonpegel	120
Tonpegel und Geräuschpegel	74
Tonsuchkriterium	112
Transient	49
Trigger	52, 58, 61, 103
Trigger intern/extern	58, 104
Triggereingang	101
Triggerflanke	59, 105
Triggerpegel	59

U

Übersetzungsverhältnis	65, 105
Übersicht	7
Übersicht der Qualitätsindikatoren	85
Übersicht der Smiley-Indikatoren	85
Übersicht der Summationsprinzipien	44
Übersteuerung	45
Übersteuerungsanzeige	45
Übertragungsfaktor und Frequenzbereich	30
Untere Buchse	99
Untere Grenze	106

V

Verstärkung	111
Verzögerung	58, 104
Vor- und Nachbewertung der Frequenz	79
Vorlaufzeichnung	110
Vorbereitung auf die Messung	37
Vorbewertung	42, 102

W

Weg	56
Wertefeld	7, 46, 81
Windschirmkorrektur, Parameter	100

Y

Y-Achse	25, 54, 107
---------------	-------------

Z

Zeitfenster	6, 8, 40, 51, 61, 64, 103
-------------------	---------------------------

STAMMHAUS: DK-2850 Nærum · Dänemark · Telefon: + 45 4580 0500 · Fax: + 45 4580 1405 · www.bksv.com · info@bksv.com

Deutschland: Brüel & Kjær GmbH · Zentrale: +49 421 17 87 0 · Fax: +49 421 17 87 100 · Service: 0180 3 713 711
Auftragsbearbeitung: 0180 3 713 712 · Technischer Verkauf: 0180 3 713 713 · www.bruelkjaer.de · infobk.de@bksv.com

Österreich: Brüel & Kjær GmbH · Zentrale: +43 1 865 74 00 · Fax: +43 1 865 74 03 · bk.austria@bksv.com

Schweiz: B&K Messtechnik GmbH · Zentrale: +41 1 880 70 35 · Fax: +41 1 880 70 39 · www.bkmt.ch · info@bkmt.ch

Translation of English BE 1778 – 14

