

Vibration equipment division

N600

ZWEIKANAL-SPECTRUMANALYSATOR UND AUSWUCHTGERÄT

BEDIENUNGS- UND WARTUNGSANLEITUNG



www.cemb.com

CEMB S.p.A.
Via Risorgimento, 9
23826 MANDELLO del LARIO (Lc) Italy

**Übersetzung der Originalanweisungen*



ALLGEMEINE INHALT

1.	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	5
1.1	STANDARDAUSRÜSTUNG	5
1.2	OPTIONALES ZUBEHÖR	5
1.3	ANSCHLÜSSE	6
1.4	BATTERIE	7
1.5	ALLGEMEINE RATSCHLÄGE	7
2.	ALLGEMEINE ÜBERSICHT	8
2.1	AUF DEM BEDIENUNGSFELD PRÄSENTE TASTEN	8
2.2	ALLGEMEIN GEBRÄUCHLICHE FUNKTIONEN	10
2.2.1	AN DIE MESSPHASE GEBUNDENE FUNKTIONEN	10
2.2.2	FUNKTION "ANDERE FUNKTIONEN..."	10
2.2.3	BEI DEN GRAFIKEN ZUR ANWENDUNG KOMMENDE FUNKTIONEN	11
2.2.4	ABSPEICHERN DER MESSUNGEN	13
2.2.5	FESTHALTEN UND ABSPEICHERN VON BILDERN	14
3.	STARTBILDSCHIRMSEITE (MENÜ)	15
4.	BETRIEBSART SETUP	16
4.1	SENSOR SETUP	16
4.1.1	SENSORTYP	16
4.1.2	EMPFINDLICHKEIT DES SENSORS	17
4.1.3	LICHTSCHRANKE	17
4.2	SETUP DES MESSVORGANGS	18
4.2.1	MASSEINHEITEN	18
4.2.2	MESSTYP	18
4.2.3	FREQUENZEINHEITEN	19
4.2.4	MAX-FREQUENZ	19
4.2.5	ANZ. LINIEN	19
4.2.6	ANZ. MITTELWERTE	19
4.3	ALLGEMEINES SETUP	20
4.3.1	DATUM	20
4.3.2	UHRZEIT	20
4.3.3	SPRACHE	20
4.3.4	MESSSYSTEM	20
4.3.5	TIME ZONE	20
4.3.6	FIRMWARE UPDATE	20
5.	BETRIEBSART VIBRATIONSMESSER	22
5.1	VIBRATIONSMESSER - MESSBILDSCHIRMSEITE	22
5.1.1	DIREKTES AUSDRUCKEN DER VIBRATIONSGRÖSSE (OPTION)	22
5.2	ÜBERWACHUNG NACH ZEIT	23
5.3	ÜBERWACHUNG NACH DREHZAHL (GESCHWINDIGKEIT)	23
6.	BETRIEBSART FFT - FAST FOURIER TRANSFORM	25
6.1	SPEKTRALANALYSE (FFT)	25
6.2	HARMONISCHER CURSOR	25
6.3	FUNKTION DER WELLENFORM	26

6.4	TRIGGER SETUP	26
6.4.1	MODALITÄT	27
6.4.2	KANAL	27
6.4.3	SCHWELLE	28
7.	BETRIEBSART AUSWUCHTEN	29
7.1	WAHL DES AUSWUCHTPROGRAMMS	30
7.1.1	NEUES PROGRAMM - AUSWUCHTSETUP	30
7.1.1.1	ANZAHL DER EBENEN	30
7.1.1.2	FILTERPRÄZISION	30
7.1.2	PROGRAMM AUS ARCHIV LADEN	31
7.1.3	DAS AKTUELLE PROGRAMM NUTZEN	31
7.1.4	ARCHIVKOPIE AUF DEM USB-STICK	31
7.2	KALIBRIERSEQUENZ	32
7.3	AUSFÜHREN DER MESSUNG	33
7.3.1	TESTMASSE	33
7.4	UNWUCHTMESSUNG UND BERECHNUNG DER KORREKTUR	34
7.5	ZERLEGUNG DES KORREKTURGEWICHTS	36
7.6	SPEICHERN EINES AUSWUCHTPROGRAMMS	37
8.	PROJEKTMANAGEMENT	38
8.1	VORHANDENES PROJEKT AUFRUFEN	38
8.2	GEWÄHLTE PUNKTE ÄNDERN	39
8.3	NEUES PROJEKT	40
8.4	PROJEKTE VON USB-STICK IMPORTIEREN	40
8.5	PROJEKTE AUF USB-STICK EXPORTIEREN	40
8.6	LÖSCHEN VON PROJEKTEN	41
9.	ARCHIVFUNKTION	42
9.1	SCREENSHOT LADEN	42
9.2	SCREENSHOTS LÖSCHEN	43
10.	PROGRAMM CEMB N-Pro (OPTION)	44
10.1	SYSTEMANFORDERUNGEN	44
10.2	INSTALLIEREN DER SOFTWARE	44
10.3	INSTALLATION DER DRIVER FÜR DIE USB KOMMUNIKATION MIT DEN INSTRUMENTEN N100 UND N300 (NUR FÜR 1.3.4 UND VORHERIGEN VERSIONEN)	45
10.4	INSTALLATION DER DRIVER FÜR DIE USB KOMMUNIKATION MIT DEN INSTRUMENTEN N100 UND N300 (NUR FÜR 1.3.5 UND HÖHERE VERSIONEN)	46
10.5	AKTIVIEREN DER SOFTWARE	47
10.6	GEBRAUCH DER SOFTWARE	48
10.6.1	FUNKTIONSLEISTE	48
10.7	ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN	49
10.8	ABLESEN DER DATEN AUS DEM INSTRUMENT N100 ODER N300	50
10.9	ARCHIV DER VOM INSTRUMENT N100 ODER N300 IMPORTIERTEN DATEN	51
10.10	ABLESEN DER DATEN AUS DEM INSTRUMENT N600	51
10.11	ANZEIGE DER IM ARCHIV PRÄSENTEN DATEN	52
10.12	SPEZIELLE FUNKTIONEN FÜR DIE GRAFIKEN DES SPEKTRUMS	52
10.13	MESSUNG DER DREHZAHLSYNCHRONEN SCHWINGUNGSGRÖSSE (NUR FÜR INSTRUMENTEN N100 UND N300)	53
10.14	AUSWUCHTDATEN (NUR FÜR INSTRUMENTEN N300 UND N600)	54
10.16	ERSTELLUNG UND DRUCK VON MEHRFACHMESSUNGEN ENTHALTENDEN ZERTIFIKATEN (MULTI-REPORT)	55

**Anhang A**

TECHNISCHE DATEN	56
-------------------------	-----------

Anhang B

BEURTEILUNGSKRITERIEN	58
------------------------------	-----------

Anhang C

LEITFADEN ZUR INTERPRETATION EINES SPEKTRUMS	62
---	-----------

Anhang D

LASERSENSOR FÜR CEMB-INSTRUMENTE N	68
---	-----------

Anhang E

INFORMATIONEN ZUR ERSTELLUNG KUNDENSPEZIFISCHER TEMPLATES (MODELLE) FÜR DIE VOM CEMB PROGRAMM	
--	--

N-PRO ERSTELLTEN ZERTIFIKATE	69
-------------------------------------	-----------

Anlage: Auswuchtgenauigkeit starrer Rotoren



1. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Der Apparat **N600** wird gemeinsam mit seinem Zubehör in einem eigens dafür vorgesehenen Koffer geliefert und es empfiehlt sich, ihn nach jedem Gebrauch wieder darin zu verstauen um Transportschäden zu vermeiden.



1.1 STANDARDAUSRÜSTUNG

- 2 St. Beschleunigungsaufnehmer 100mV/g
- 2 St. Anschlusskabel f. Signalaufnehmer L 2,5 m
- 1 St. Heavy-Duty Spiralkabel L 2 m
- 2 St. Magnethalter Ø 25 mm
- 2 St. Prüfspitzen
- 1 St. High-Speed Laser Photozelle 250.000 u/min komplett mit Stativ und Magnethalter
- 1 Rolle Reflexionsband
- 1 Stck. USB-Stick zur Datenaustausch
- Gradscheibe
- Akkuladegerät
- Universalstecker
- Gerätekofter mit Schulterriemen
- Handbuch

1.2 OPTIONALES ZUBEHÖR

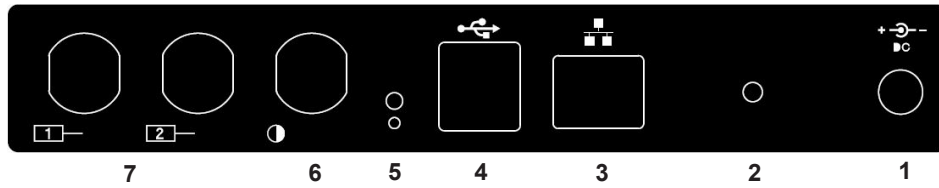
- Bluetooth Thermodrucker zum direkten Ausdrucken von Zertifikaten auf normalem oder selbstklebendem Thermopapier
- Schutzhülle
- Geschwindigkeitsaufnehmer DM-40 komplett mit Kabel und Magnethalter
- Näherungssensor ARA-18 komplett mit Kabel und Magnethalter
- Anschlusskabel f. Messwertaufnehmer L 5 m
- 10m Verlängerungskabel für Messwertaufnehmer
- 10m Verlängerungskabel für Photozelle
- CEMB ADS Software zum Archivieren und Verwalten der Daten



NACH DEM ANSCHLIESSEN DES DRUCKERS ÜBER BLUETOOTH MUSS MAN NOCH ETWA 5 SEKUNDEN LANG ABWARTEN, DAMIT DIE AUTOMATISCHE ERKENNUNGS- UND INITIALISIERUNGSPROZEDUR BEENDET WIRD. ERST JETZT KANN DURCH DRÜCKEN DER

TASTE F3  EIN AUSDRUCK ERFOLGEN.

1.3 ANSCHLÜSSE



- 1 Batterieladegerät
- 2 Bereich zur Dissipation der Innenwärme (elektronisch)
- 3 Netz-Port (für den Anschluss des Instruments an PC und die gemeinsame Nutzung eines Ordners für den Datenaustausch zwischen den beiden Elementen)
- 4 2 USB Ausgänge Typ A (Master)
- 5 Resetknopf des Instruments
- 6 LED zur Anzeige des Akku-Ladezustands
- 7 Photozelleneingang
- 8 2 Messkanaleingänge

Das Anschließen von Sensoren und Photozelle geschieht einfach durch das Einstecken des Verbinders in die entsprechende Anschlussbuchse, das "Klicken" verrät, dass der Verbinder eingerastet ist. Die Sicherheitsverbindung sorgfältig ausrichten, so wie in der Abbildung gezeigt wird.



Zum Herausziehen des Verbinders hingegen auf sein Ende drücken (blau oder gelb) und gleichzeitig den Hauptkorpus ziehen (grau), damit dieser entriegelt wird.



ACHTUNG!

NICHT MIT GEWALT AM VERBINDER ZIEHEN, OHNE IHN WIE VORHER BESCHRIEBEN ENTRIEGELT ZU HABEN, ER KÖNNTE SONST BESCHÄDIGT WERDEN.



1.4 BATTERIE

Der Apparat N600 ist mit einer eingebauten wiederaufladbaren Lithiumbatterie ausgestattet. Diese sorgt unter normalen Gebrauchsbedingungen für eine Autonomie von mehr als acht Stunden.

Der Ladezustand der Batterie wird von einem Symbol angezeigt, das sich oben rechts auf dem Bildschirm befindet.



Batterie vollständig geladen



Batterie teilweise entladen



Batterie fast entladen (wenn dieses Symbol erscheint, hat das Gerät noch etwa eine Stunde Autonomie)



Batterie leer: innerhalb von 5 Minuten für sein Aufladen sorgen

Unter diesen Bedingungen sind alle möglicherweise noch aktiven und daher noch nicht gespeicherten Messungen unterbrochen.



ACHTUNG!

ES EMPFIEHLT SICH DIE BATTERIE BEI AUSGESCHALTETEM APPARAT AUFZULADEN. DA DER VOLLSTÄNDIGE LADEVORGANG IN WENIGER ALS 5 STUNDEN ABGESCHLOSSEN IST, SOLLTE DAS BATTERIELADEGERÄT NICHT ZU LANGE ANGESCHLOSSEN BLEIBEN (MAXIMAL 12 STUNDEN)



ACHTUNG!

DIE LITHIUM BATTERIE HÄLT OHNE WEITERES AUCH TÄGLICHE LADE-ENTLADE-ZYKLEN AUS, KANN ABER SCHÄDEN DAVONTRAGEN, WENN SIE VOLLSTÄNDIG ENTLADEN WIRD. DESHALB SOLLTE DIE BATTERIE MINDESTENS ALLE DREI MONATE WIEDERAUFGELODEN WERDEN, AUCH WENN SIE LÄNGER NICHT GEBRAUCHT WERDEN SOLLTE.



DA DIE RÜCKBELEUCHTUNG DES LCD DISPLAYS DEN GRÖSSTEN STROMVERBRAUCH VERURSACHT, SCHALTET SICH DAS DISPLAY AUTOMATISCH AUS, WENN ZWEI MINUTEN LANG KEINE TASTE GEDRÜCKT WIRD. DAS DRÜCKEN IRGEND EINER TASTE (MIT AUSNAHME



VON UND DER ALPHANUMERISCHEN TASTATUR) REICHT AUS UM SIE WIEDER EINZUSCHALTEN.

1.5 ALLGEMEINE RATSCHLÄGE

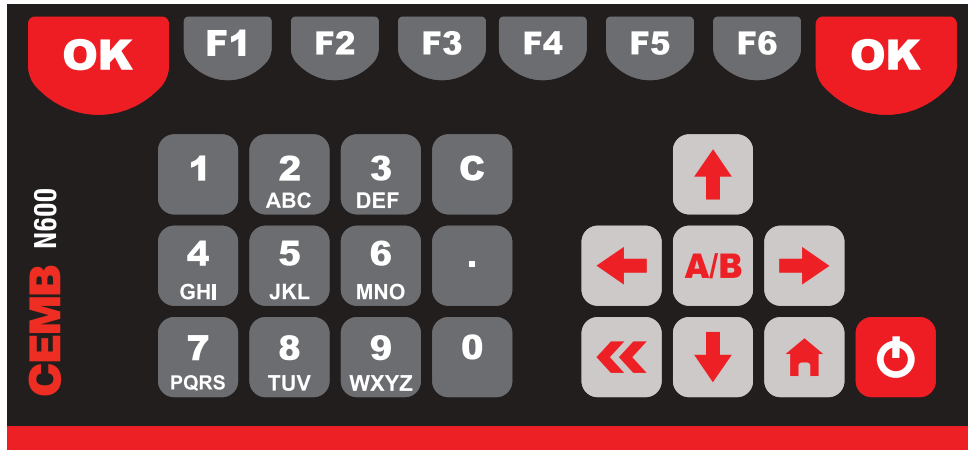
Das Instrument nicht in der Nähe von starken Wärmequellen und Magnetfeldern (Inverter und leistungsstarke Elektromotoren) aufbewahren und benutzen.

Die Messgenauigkeit kann von Anschlusskabel Wandler / Instrument beeinflusst werden, deshalb:

- dies Kabel nicht so verlegen, dass es gemeinsame Verlegungsabschnitte mit Leistungskabeln gibt
- muss es doch Leistungskabel in einem Punkt kreuzen, sollte dies senkrecht zueinander geschehen
- immer das möglichst kürzeste Kabel verwenden; schwimmend gelagerte Leitungen können in der Tat wie aktive und passive Antennen fungieren.

2. ALLGEMEINE ÜBERSICHT

2.1 AUF DEM BEDIENTUNGSFELD PRÄSENTE TASTEN



Das Bedienungsfeld der CEMB N600 Apparatur beinhaltet eine Tastatur, auf der die Tasten je nach ihrer Funktion zusammengegruppert sind:

► Taste zum Einschalten / Ausschalten



Diese Taste drücken um die Apparatur einzuschalten; zum Ausschalten mindestens 3 Sekunden lang gedrückt halten und dann die Drucktaste loslassen



NACH DEM DRÜCKEN VON , IST DIE APPARATUR ERST AM ENDE DER EINSCHALTPROZEDUR BETRIEBSBEREIT, WAS DURCH DAS ERSCHEINEN DER STARTBILDSCHIRMSEITE SIGNALISIERT WIRD (👉 **HOME SCREEN - MENU**).

NACHDEM DAS GERÄT AUSGESCHALTET WURDE, MUSS MAN ETWA 30 SEKUNDEN ABWARTEN, BEVOR MAN ES ERNEUT EINSCHALTEN KANN.

► Tasten zum Surfen zwischen den Seiten



Das Drücken dieser Taste auf einer Setup Seite bestätigt die gewählte Einstellung und gestattet die Passage zur nächsten Seite. Auf einer Messseite bewirkt das Drücken dieser Taste den Messungsstart / Messungsstopp (👉 **START / STOP THE ACQUISITION**).



UM DIE APPARATUR AUCH BEQUEM MIT DER LINKEN HAND BEDIENEN ZU KÖNNEN BEFINDET SICH DIE  TASTE AUF BEIDEN SEITEN DES DISPLAYS.



Drückt man diese Taste, verlässt man die aktuelle Bildschirmseite und kehrt zur vorherigen zurück, ohne dass eventuelle Änderungen (oder Speicherungen) bei den Einstellungen berücksichtigt wurden

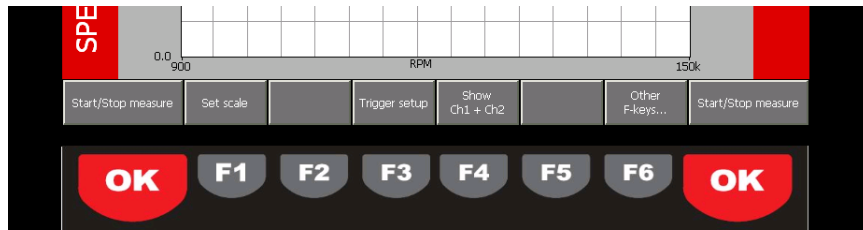


Wird von jeder beliebigen Seite zur Rückkehr auf die Hauptbildschirmseite genutzt.

► Funktionstasten



Auf den diversen Bildschirmseiten ist jede von ihnen an unterschiedliche Funktionen gebunden, die Mal für Mal auf den Tasten angegeben werden, die unten auf dem Display zu sehen sind: jede Funktion wird durch das Drücken der darunter befindlichen Funktionstaste aktiviert.

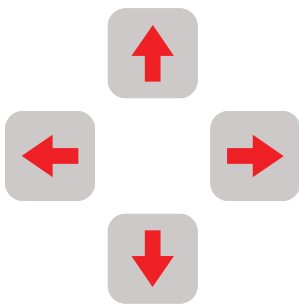


Auf den Setup Seiten werden sie zum Einstellen der diversen Parameter genutzt, jeder Parameter ist durch eine Nummer gekennzeichnet, welche der jeweiligen Funktionstaste entspricht. Diese ist dann zum Variieren des Parameters zu drücken.

► Tabulator Taste

A/B Wird nur dann genutzt, wenn sich zwei Grafiken auf der gleichen Seite befinden. Durch Drücken der Tabulator Taste kann man zwischen den beiden Grafiken hin und herspringen. Die aktive Grafik ist durch das Symbol  zu erkennen, Änderungen werden nur an der aktiven Grafik vorgenommen.

► Richtungspfeile



Bei der Anzeige einer Grafik erhöhen oder erniedrigen die Richtungspfeile jeweils den Mindest- und Höchstwert der X – Achse ( , ) oder der Y-Achse ( , ). Gibt man einen Wert für einen Parameter ein, verschieben sie den

Cursor nach links oder rechts ( , ) und erhöhen oder erniedrigen den jeweiligen Wert ( , ).

► Alphanumerische Tastatur



Wird zur Eingabe alphanumerischer Zeichen in die Felder benutzt, bei denen man nicht nur vordefinierte Wahlen treffen muss. Wo nur Zahlen eingegeben werden können, funktioniert die Tastatur wie ein normales Nummernfeld. Um hingegen einen Buchstaben einzugeben, wiederholt eine Taste drücken und die zugehörigen Buchstaben durchlaufen (z.B. M N O 6) bis der gewünschte Buchstabe oder die gewünschte Zahl erscheint.

Der Cursor geht nach einer Pause von einer Sekunde oder nach dem Drücken einer anderen Taste automatisch auf die nächste Position über.

Mit **C** kann das links neben dem Cursor stehende Zeichen gelöscht werden.

Möchte man z.B. das Wort "TUR-1" eingeben, folgendes drücken:





EINE IKONE WEIST DARAUF HIN, OB DIE **UMSCHALTETASTE** FÜR DIE **GROSSBUCHSTABEN**  (AKTIV IST (ANWÄHLBAR MIT ) ODER DIE **KLEINBUCHSTABEN**  (ANWÄHLBAR MIT ).

► Taste zum Festhalten der Bilder



Das Drücken dieser Taste dient zum Festhalten des auf dem Display präsenten Bildes und öffnet eine Bildschirmseite, die das Abspeichern ermöglicht ( **FESTHALTEN UND ABSPEICHERN VON BILDERN**).

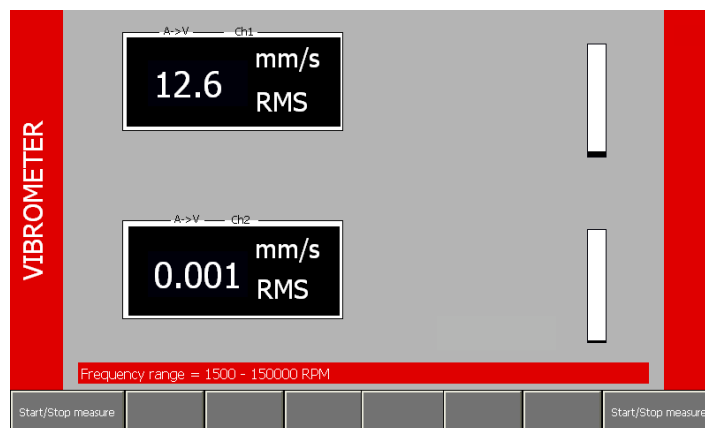
2.2 ALLGEMEIN GEBRÄUCHLICHE FUNKTIONEN

Neben zahlreichen Funktionen, die für jede Betriebsart spezifisch und in den entsprechenden Abschnitten beschrieben sind, gibt es auch allgemein gebräuchliche Funktionen, die hier nachstehend präsentiert werden.

2.2.1 AN DIE MESSPHASE GEBUNDENE FUNKTIONEN

► Messung starten / stoppen

Auf allen Messbildschirmseiten wird die Messung durch Drücken von  gestartet und anschließend durch erneutes Drücken von  gestoppt. Die aktive Messphase ist leicht erkennbar (ausgenommen in der Betriebsart Auswuchten) und zwar durch die Präsenz einer Leiste, die bei jedem der aktiven Kanäle das Niveau des eingehenden Signals anzeigt.



In der Betriebsart Auswuchten hingegen wird dieser Zustand von der Angabe der Qualität der laufenden Messung signalisiert ( **AUSFÜHREN DER MESSUNG**).

2.2.2 FUNKTION "ANDERE FUNKTIONEN..."

Wenn auf einer bestimmten Seite mehr als 6 Funktionen zur Verfügung stehen, sind nicht genügend dazugehörige Funktionstasten vorhanden, in diesem Fall wird die Taste  **Other F-keys...** zugeordnet:

Bei ihrem Drücken werden die von  bis  zugehörigen Funktionen durch andere fünf ausgetauscht. Die anfängliche Auswahl kann durch ein erneutes Drücken von  wieder hergestellt werden.



2.2.3 BEI DEN GRAFIKEN ZUR ANWENDUNG KOMMENDE FUNKTIONEN

► Einstellen der Skala

Set scale	Mit Hilfe dieser Funktion kann man die Mindest- und Maximalwerte bei den Achsen einer Grafik verändern, auf diese Weise kann ein Bereich von größerem Interesse angezeigt werden. Ihre Aktivierung stellt die folgenden Unterfunktionen zur Verfügung:
Back	verlässt die Funktion Einstellen der Skala
xmin	gibt den Mindestwert der X-Achse vor
xmax	gibt den Maximalwert der X-Achse vor
Ymin	gibt den Mindestwert der Y-Achse vor
Ymax	gibt den Maximalwert der Y-Achse vor
Autoscale	gibt die Achsengrenzen in Kohärenz mit den Kurvendaten vor

Der gewählte Extremwert (xmin, xmax, Ymin oder Ymax, wird mit weißer Schrift auf schwarzem Hintergrund angezeigt) und kann durch das jeweilige Drücken von oder bei der X-Achse und von oder für die Y-Achse erhöht oder erniedrigt werden.



OK DIE MESSUNG KANN MIT **OK** AUCH DANN GESTARTET WERDEN, WENN SKALA EINSTELLEN AKTIV IST, ABER DAS RUFT DAS SOFORTIGE VERLASSEN DIESER FUNKTION HERVOR.



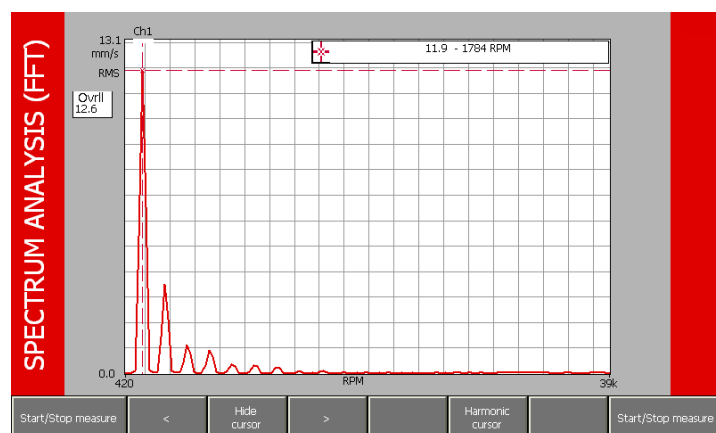
WENN AUF DER GLEICHEN BILDSCHIRMSEITE ZWEI GRAFIKEN BZW. KURVEN GLEICHZEITIG DARGESTELLT SIND, ARBEITEN DIE SKALEN FUNKTIONEN BEI DER AKTIVEN GRAFIK (IST AM SYMBOL ZU ERKENNEN. DIE AKTIVE GRAFIK KANN DURCH DRUCK DER TASTE



A/B GEWECHSELT WERDEN.

► Gebrauch des Cursors

In jeder Grafik – der sichtbare Abschnitt darf aber nicht leer sein – kann man einen Cursor einführen um das Ablesen und Interpretieren der angezeigten Daten zu erleichtern. Dies kann mit F2 geschehen. Ein Fenster rechts oben in der Ecke der Grafik enthält die Koordinaten des Punktes, an dem sich der Cursor gerade befindet.



Der Cursor kann einen Schritt nach rechts oder nach links bewegt werden und zwar mit den Tasten F1 oder F3 . Um schnell weiter entfernte Punkte erreichen zu können, die Tasten F1 oder F3 länger gedrückt halten. Mit der Taste F2 wird der Cursor ausgeblendet.



DIE MESSUNG KANN MIT **OK** AUCH DANN GESTARTET WERDEN, WENN DER CURSOR SICHTBAR BZW. EINGEBLENDET IST; AM ENDE DER MESSUNG BLEIBT DER CURSOR EINGEBLENDET.

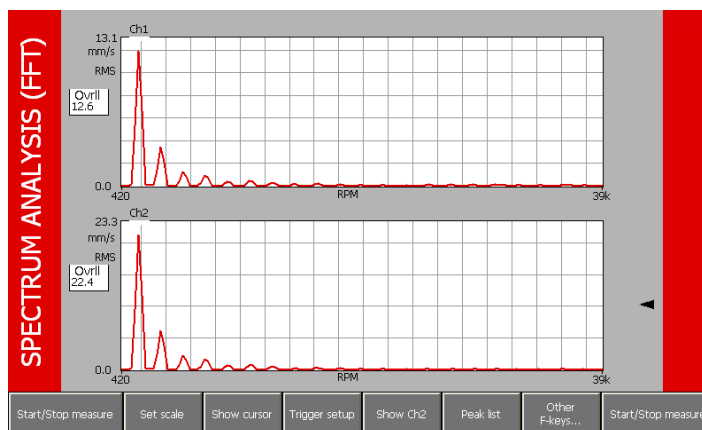


WENN AUF DER GLEICHEN BILDSCHIRMSEITE ZWEI GRAFIKEN GLEICHZEITIG ANGEZEIGT WERDEN, KANN DER CURSOR AUCH AUF BEIDEN ANGEZEIGT WERDEN UM VERGLEICHE UND BEWERTUNGEN ZU ERLEICHTERN. DAS DRÜCKEN DER FUNKTIONSTASTEN HAT JEDOCH NUR BEI DER MOMENTAN AKTIVEN GRAFIK AUSWIRKUNGEN (ERKENNBAR DURCH DAS SYMBOL ). DIE AKTIVE GRAFIK KANN DURCH DRÜCKEN DER TASTE **A/B** GEWECHSELT WERDEN.

► Wechsel des angezeigten Kanals

Sollten beide Messkanäle befähigt sein, sind diverse Anzeigearten möglich.

- nur die Grafik bzw. Kurve von Kanal Ch1
- nur die Grafik bzw. Kurve von Kanal Ch2
- Grafiken bzw. Kurven von Kanal Ch1 und Ch2 gleichzeitig.



Drückt man wiederholt die Taste **F4** durchläuft man nacheinander die diversen Möglichkeiten, was Mal für Mal den Optionen **Show Ch2**, **Show Ch1 + Ch2** oder **Show Ch1** entspricht.

► Peak Liste

Wählt man diese Funktion, erscheint eine Tabelle mit den 10 größten Peaks aus dem angezeigten Bereich der Grafik, in Verbindung mit den dazugehörigen Frequenzen. Ihre Größe wird mit Hilfe eines Interpolationsalgorithmus und der FFT Kurve berechnet. Auf diese Weise können auch Peaks erkannt werden, die nicht mit einer der Spektrumlinien zusammentreffen.

Ch2	RMS	Freq [RPM]
	21.250	1800
	6.127	3601
	2.220	5403
	1.744	7207
	0.797	10828
	0.683	9014
	0.486	12644
	0.323	16268
	0.239	14450
	0.237	18069

Drückt man **F5** **Back to graph** verlässt man diese Funktion und es wird wieder die Grafik (odie Grafiken) präsentiert.



DIE 10 HÖCHSTEN PEAKS WERDEN IM VERHÄLTNISS ZUR GRÖSSE DES HÖCHSTEN IN DER GRAFIK VORHANDENEN PEAKS BESTIMMT; DESHALB KÖNNTE DIE LISTE IN EINIGEN FÄLLEN WENIGER ALS 10 PEAKS ENTHALTEN..

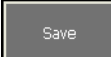


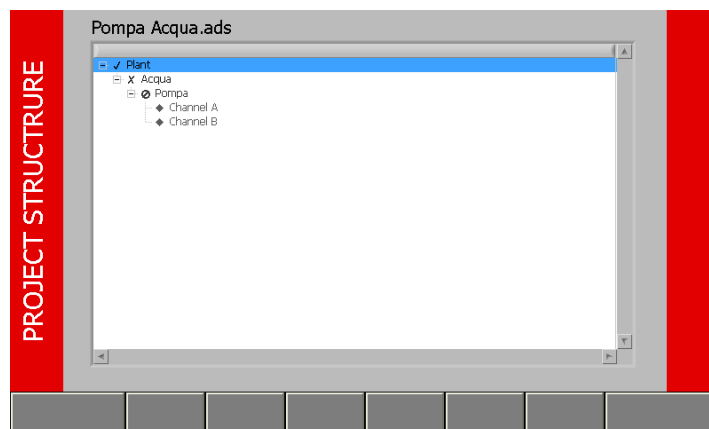
SOLLTEN DIE GRAFIKEN BZW. KURVEN BEIDER KANÄLE ANGEZEIGT WERDEN, WIRD DIE PEAK LISTE FÜR DEN AKTIVEN KANAL BE RECHNET (ERKENNBAR AM SYMBOL ).

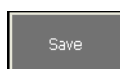
2.2.4 ABSPEICHERN DER MESSUNGEN

Das auf Grundlage einer Logik von Messrouten (Speicherpfaden) aufgebaute Instrument N600 ermöglicht die einfache Speicherung der erfassten Daten, wofür zwei unterschiedliche Arten von Routen zur Verfügung stehen ( **PROJEKTMANAGEMENT**):

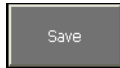
- Soft Route
- Strict Route

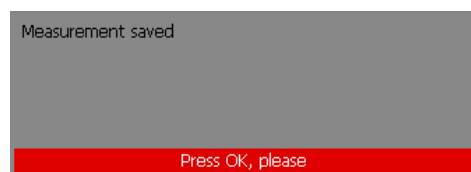
Wird Soft Route verwendet, wird durch Betätigen von  der Bildschirm PROJEKTSTRUKTUR mit dem Verzeichnisbaum der momentan aktivierten Route aufgerufen. Alle einzelnen mit dem Symbol  markierten Messpunkte gestatten die mehrmalige Speicherung der Daten.

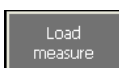


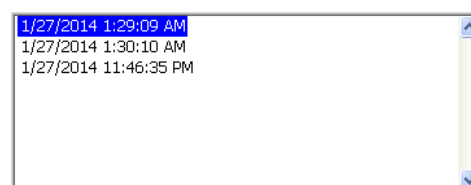
Die Auswahl des Messpunkts, an dem die durchgeführten Messungen gespeichert werden sollen, erfolgt mithilfe der Pfeiltasten  und , Danach wird einfach  gedrückt, um die Speicherung der Messung am gewählten Punkt vorzunehmen.

Wurde eine Erfassung auf zwei Kanälen durchgeführt, erfolgt die Speicherung automatisch für beide Kanäle in derselben Datei.

Wird hingegen Strict Route verwendet, weist bei Betätigen der Taste F5  ein Popup den Bediener darauf hin, dass die Speicherung erfolgreich vorgenommen worden ist.



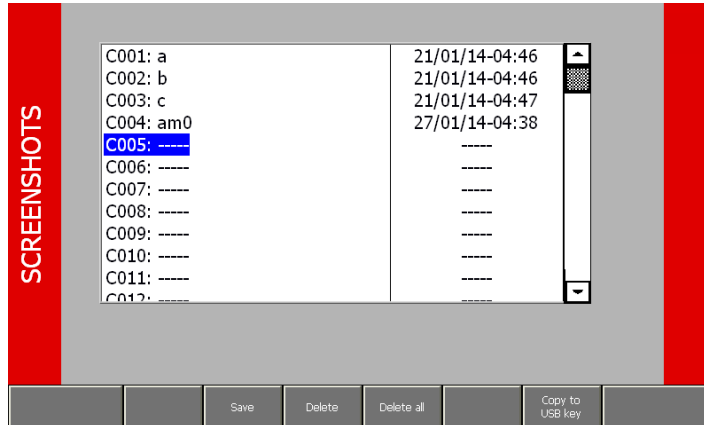
DIE TASTE , DIE VERFÜGBAR WIRD, NACHDEM DIE TASTE , GEDRÜCKT WORDEN IST, GESTATTET DAS ERNEUTE AUFRUFEN VON ZUVOR BEARBEITETEN MESSUNGEN.



MIT DEN PFEILTASTEN  UND , WIRD DIE MESSUNG SELEKTIERT, DIE AUFGERUFEN WERDEN SOLL (GEKENNZEICHNET DURCH DATUM MM/TT/JJ UND UHRZEIT HH:MM:SS DER ERFASSUNG); DIE BESTÄTIGUNG ERFOLGT MIT TASTE .

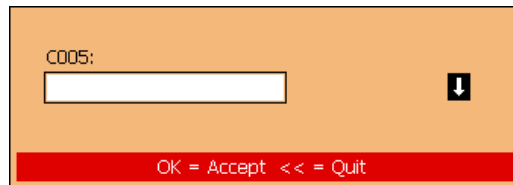
2.2.5 FESTHALTEN UND ABSPEICHERN VON BILDERN

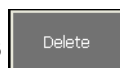
Auf allen Bildschirmseiten des Apparats N600 kann das auf dem Display sichtbare Bild mit Hilfe von  festgehalten und im png Format in einem eigens dafür vorgesehenen Archiv abgespeichert werden. Der Bediener kann dann das abgespeicherte Bild anschließend zum Erstellen von Dokumentationen nutzen.

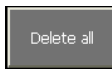


Mit Hilfe der Tasten  und , kann man die Position wählen, in der man das festgehaltene Bild abspeichern möchte;

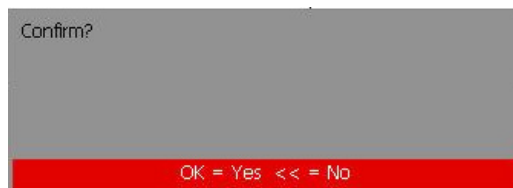
dann reicht das Drücken von F2  aus um ein Pop Up Feld anzuzeigen, in dem der gewünschte Name eingegeben wird, so wie unter  **ALPHANUMERISCHE TASTATUR** beschrieben ist.

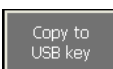


Das Löschen eines Bildes und das Freimachen der dazugehörigen Archivposition erfolgt durch Drücken von F3 

Mit F4  kann hingegen das Bildarchiv komplett entleert werden.

Bei Betätigung der oben genannten Tasten fordert das nachstehend gezeigte Popup zur Bestätigung des Vorgangs mit der Taste  oder Abbrechen mit der Taste  auf.



Abschließend werden mit Taste F6 , alle auf dem Instrument gespeicherten Bilddateien in den Ordner „Screenshots“ kopiert, der automatisch auf dem am Instrument eingesteckten USB-Stick erstellt wird.



JEDES MAL WENN NEUE ABBILDUNGEN DER BILDSCHIRME AUF DEMSELBEN USB-STICK GESPEICHERT WERDEN SOLLEN, WERDEN IM ORDNER „SCREENSHOTS“ NEUE, MIT DATUM UND UHRZEIT BENANNTE UNTERORDNER ERSTELLT.

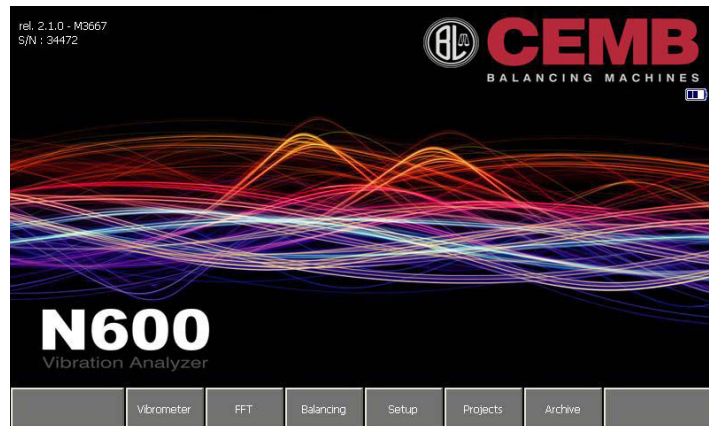


DIE TASTEN  UND , KÖNNEN ZUM SCHNELLEN ARCHIVDURCHLAUF BENUTZT WERDEN, DA SIE JEWEILS UM 10 PLÄTZE VORWÄRTS ODER RÜCKWÄRTS LAUFEN.



3. STARTBILDSCHIRMSEITE (MENÜ)

Nach Beendigung der Einschaltprozeduren präsentiert der Apparat N600 seine Hauptbildschirmseite:



Auf dieser sind eine Reihe Informationen zu sehen:

- Herstellerlogo und Name des Instruments
- Seriennummer (S/N) des Apparats
- Programmversion
- Batteriezustand:
 - > vollständig aufgeladen 
 - > teilweise aufgeladen 
 - > fast leer 
 - > leer 
 - > Gerät im Aufladezustand (mit dem mitgelieferten Ladegerät an eine Steckdose angeschlossen)

Wie in einem Menü können die zur Verfügung stehenden Betriebsarten ausgewählt werden:

► **Vibrationsmesser**

- Misst die Gesamtgröße und die Synchrongröße der Vibration
- Misst und speichert den Verlauf der Vibration bei Variation von Zeit oder Rotordrehzahl (Rotorgeschwindigkeit).

► **FFT Betriebsart**

- Zerlegung der Vibration in ihre Frequenzkomponenten
- **Anzeige der Vibrationswellenform (Kurvenform)**

► **Auswuchten**

- Auswuchten von Rotoren

► **Setup**

- Einstellen der mit dem Apparat zusammenhängenden Sensorcharakteristiken
- Einstellen der allgemeinen Funktionsparameter des Apparats

► **Projektmanagement**

- Aufrufen eines vorhandenen Projekts
- Ändern der Messpunkte, die in einem Projekt während einer Feldmesskampagne ausgewählt werden können
- Erstellen eines neuen Projekts (nur Soft Route)
- Importieren neuer Projekte (Soft Route und Strict Route) von USB-Stick
- Speichern von Projekten mit Daten, die auf USB-Stick abgespeichert sind
- Löschen vorhandener Projekte

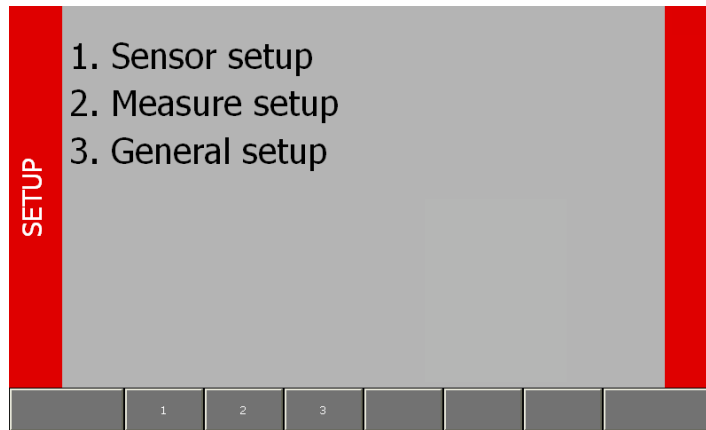
► Archiv

- Laden eines zuvor aufgenommenen Screenshots
- Löschen eines oder aller zuvor aufgenommenen Screenshots



VON JEDER BILDSCHIRMSEITE AUS KANN MAN DURCH DRÜCKEN VON  AUF DIESE BILDSCHIRMSEITE ZURÜCKKEHREN.

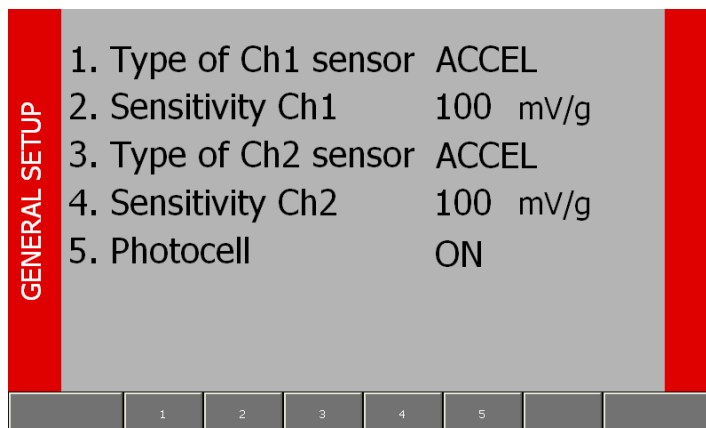
4. BETRIEBSART SETUP



Diese Funktion gestattet die Vornahme aller am Instrument N600 möglichen Konfigurationseinstellungen. Im Einzelnen gehören zu diesen Einstellungen:

- Setup der Sensoren; Konfiguration des Sensorenmaterials, das an das Instrument angeschlossen werden kann
- Setup des Messvorgangs: Konfiguration der Messeinstellungen
- Allgemeiner Setup: Konfiguration der allgemeinen Betriebsparameter des Geräts.

4.1 SENSOR SETUP



Der Apparat N600 kann mit diversen Sensortypen und -Modellen verwendet werden und für eine korrekte Messung ist es deshalb unverzichtbar, dass Typ und Empfindlichkeit der effektiv angeschlossenen Sensoren genau eingestellt werden.



AUCH WENN DER APPARAT MIT JEDER SENSORKOMBINATION KORREKT FUNKTIONIEREN KANN, EMPFIEHLT ES SICH DIE GLEICHEN SENSORENTYPEN UND -MODELLE AN DIE BEIDEN KANÄLE ANZUSCHLIESSEN.

4.1.1 SENSORTYP

Es kann jede der folgenden Möglichkeiten ausgewählt werden:

- **OFF** : Sensor nicht präsent (oder Kanal soll ausgeschaltet bleiben)
- **ACCEL** : Beschleunigungsmesser
- **VELOC** : Geschwindigkeitsmesser
- **DISPLC** : (kontaktloser) Näherungssensor



ES KÖNNEN NICHT BEIDE KANÄLE AUF OFF GESTELLT WERDEN; MINDESTENS EINER MUSS AKTIV BLEIBEN.



AUCH WENN DIE GEWOLLTE MASSEINHEIT VON DER NATÜRLICHEN MASSEINHEIT DES SENSORS ABWEICHT, SIND NUR DIESE KOMBINATIONEN MÖGLICH.

SENSORTYP	GEWÜNSCHTES MASS
ACCEL	Beschleunigung, Geschwindigkeit, Bewegung
VELOC	Geschwindigkeit, Bewegung
DISPLC	Bewegung



DAS INSTRUMENT N600 IST IN DER LAGE AUTOMATISCH ZU BESTIMMEN, OB AN EINEM BESTIMMTEN KANAL (D.H. DER IM SENSOR

SETUP NICHT AUF OFF GESTELLT WURDE) KEIN SENSOR ANGESCHLOSSEN IST UND WEIST DURCH ANZEIGE DES SYMBOLS  NAHE DER SIGNALLEISTE DES ENTSPRECHENDEN KANALS DARAUF HIN (NUR WÄHREND DER MESSUNG). UM DIESE ANZEIGE ZU VERMEIDEN, DEN EVENTUELL NICHT VERWENDETEN KANAL DEAKTIVIEREN UND AUF OFF STELLEN.



ACHTUNG!

DAS ERSCHEINEN DIESER SYMBOLS FÜR EINEN KANAL, AN DEN IN WIRKLICHKEIT EIN SENSOR ANGESCHLOSSEN WURDE, WEIST AUF EINE MÖGLICHE FUNKTIONSSTÖRUNG DES SENSORS ODER AUF EIN ANSCHLUSSPROBLEM HIN (DAS KABEL KÖNNTE Z.B. DURCHTRENNT WORDEN SEIN). IN DIESEM FALL EMPFIEHLT ES SICH EINIGE TESTS VORZUNEHMEN, INDEM EIN MIT SICHERHEIT FUNKTIONIERENDER SENSOR AN DEN BETREFFENDEN KANAL ANGESCHLOSSEN WIRD UND MIT DEM CEMB SERVICE KONTAKT AUFNEHMEN, SOLLTE DAS PROBLEM BZW. DIE ANZEIGE BLEIBEN.

4.1.2 EMPFINDLICHKEIT DES SENSORS

Ist die Voltzahl pro Einheit, die vom Sensor produziert wird: für die diversen Typen drückt sie sich aus in:

SENSORTYP	EMPFINDLICHKEIT	TYPISCHER WERT
ACCEL	mV/g	100
VELOC	mV/(mm/s)	21,2
DISPLC	mV/μm	4



ACHTUNG!

JE NACH MODELL KÖNNEN DIE EMPFINDLICHKEITEN VON DEN TYPISCHEN WERTEN ABWEICHEN; AUFMERKSAM IN DEN SENSORUNTERLAGEN NACH DEM RICHTIGEN WERT SUCHE UND DIESEN EINSTELLEN.

4.1.3 LICHTSCHRANKE

Hier kann die Aktivierung oder die Schaltung für die Versorgung der Lichtschranke eingestellt werden. Wird der Parameter auf ON gesetzt, wird die Lichtschranke ständig gespeist, sobald sie an das Instrument angeschlossen wird.



FALLS DIE LICHTSCHRANKE NICHT FREIGEgeben IST UND EIN PROGRAMM GEWÄHLT WIRD, DAS DEREN VERWENDUNG ERFORDERT, WIRD MIT EINEM POPUP ZUR AKTIVIERUNG AUFGEFORDERT.

4.2 SETUP DES MESSVORGANGS

Wird eine Analyse mit Soft Route vorgenommen, gestattet diese Funktion die erforderlichen Einstellungen sowohl für den Erhalt einer korrekten global gültigen Messung (overall), die mit der Funktion Vibrometer erfolgt, als auch zum Hervorheben bedeutsamer Informationen im Messspektrum, indem diese anhand der Funktion FFT vom unvermeidlichen Hintergrundrauschen getrennt werden.

MEASURE SETUP	1. Measurement unit	mm/s						
	2. Measurement type	RMS						
	3. Unit of frequency	RPM						
	4. Max frequency	150000						
	5. N° of lines	800						
	6. N° of averages	1						
Accept		1	2	3	4	5	6	Accept



BEI ANALYSE MIT STRICT ROUTE GESTATTET DIESE FUNKTION LEDIGLICH DIE ÜBERPRÜFUNG DER EINGESTELLTEN PARAMETER, OHNE

DASS DIESE GEÄNDERT WERDEN KÖNNEN. DAS SYMBOL  GESTATTET DIE ERKENNUNG EINES STRICT ROUTE SETUPS.

MEASURE SETUP	1. Measurement unit	mm/s						
	2. Measurement type	RMS						
	3. Unit of frequency	RPM						
	4. Max frequency	6000						
	5. N° of lines	100						
	6. N° of averages	1						
Accept								Accept



4.2.1 MASSEINHEITEN

Die Maßeinheit auswählen, in der die Schwingung angegeben werden soll. Zur Wahl stehen:

- Beschleunigung (g) - dabei werden hohe Frequenzen hervorgehoben und niedrige Frequenzen gedämpft
- Geschwindigkeit (mm/s oder inch/s)
- Verschiebung (µm oder mils) - dabei werden niedrige Frequenzen hervorgehoben und hohe Frequenzen gedämpft.

4.2.2 MESSTYP

Die Art und Weise, in der jede Komponente (Linie) des Spektrums angegeben wird. Zur Wahl stehen:

- **RMS** (Root Mean Square): quadratischer Mittelwert
der zuvor ins Quadrat erhobene Mittelwert der Schwingungen;
dieser wird üblicherweise von den europäischen Normen insbesondere für Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitsmessungen verwendet.
Es handelt sich um den direkten Index des „Energiegehalts“ der Schwingung: praktisch wird die von der Schwingung getragene Kraft dargestellt, die auf die Lager oder Stützflächen der vibrierenden Struktur einwirkt.
- **PK** (Peak): Spitzenwert
Der Höchstwert, der von der Schwingung innerhalb eines bestimmten Zeitraums erreicht wird.
Für rein sinusförmige Signale entspricht dieser einfach dem RMS-Wert mal 1,41.
- **PP** (Peak-to-Peak): Spitze zu Spitze
Der Unterschied zwischen Höchst- und Mindestwert, die von der Schwingung in einem bestimmten Zeitraum erreicht werden. Für rein sinusförmige Signale entspricht dieser einfach dem RMS-Wert mal 2,82.
Dieser wird nur für die Messung der Verschiebung verwendet



4.2.3 FREQUENZ EINHEITEN

Die Wahl besteht zwischen:

- Hz - Zyklen (Umdrehungen) pro Sekunde
- RPM - Umdrehungen pro Minute



ZWISCHEN DEN BEIDEN EINHEITEN BESTEHT SELBSTREDEND DAS VERHÄLTNISS $1 \text{ Hz} = 60 \text{ RPM}$.

4.2.4 MAX-FREQUENZ

Die höchste interessante Frequenz des untersuchten Phänomens; praktisch die höchste Frequenz, die im Spektrum angezeigt werden kann. Diese kann zwischen den vorgegebenen Werten 100, 500, 1000, 2500, 5000 und 10.000 Hz gewählt werden; auf dieser Grundlage legt dann das Instrument N600 die geeignete Frequenz zur Datenerfassung fest.



DIE TYPISCHE FÜR DIE MEISTEN SITUATIONEN PASSENDE WAHL BETRÄGT 1000 Hz (60.000 RPM) ENTSPRECHEND DEN ANGABEN DER NORM ISO 10816-1.



EINE ÜBLICHERWEISE ANGESTELLTE PRAKTISCHE ÜBERLEGUNG BESTEHT DARIN ZU PRÜFEN, DASS DIE EINGESTELLTE HÖCHSTFREQUENZ MINDESTENS 20-30 MAL DIE ROTATIONSGESCHWINDIGKEIT DER UNTERSUCHTEN WELLE BETRÄGT. SO KANN AUCH DER HOCHFREQUENZ BEREICH INS SPEKTRUM EINGESCHLOSSEN WERDEN, IN DEM ÜBLICHERWEISE PROBLEME AN DEN LAGERN AUFTRETEN.



BEI UNVERÄNDERTEN BEDINGUNGEN FÜHRT DIE WAHL EINER NIEDRIGEN HÖCHSTFREQUENZ (UNTER 1000 Hz) ZU EINER ERHEBLICHEN VERLÄNGERUNG DER ZUR ERFASSUNG UND MESSUNG ERFORDERLICHEN ZEIT.

4.2.5 ANZ. LINIEN

Mit diesem Parameter wird die Anzahl von Linien definiert, die im FFT-Algorithmus verwendet werden, der praktisch mit der Frequenzauflösung im Spektrum zusammenhängt. Dadurch wird bestimmt, wie nahe die Frequenz von zwei Spitzen sein darf, damit sie im FFT-Diagramm noch unterschieden werden können. Die Auflösung entspricht

$$\frac{f_{\max}}{N_{\text{linee}}}$$

Um sie konstant zu halten, muss bei einer Steigerung der Höchstfrequenz auch die Anzahl der Linien erhöht werden. Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die zur Erfassung einer korrekten Anzahl von Mustern erforderliche Zeit der genauen Umkehr der Auflösung entspricht; dazu ist die Zeit für die Datenverarbeitung hinzuzufügen. Ein Beispiel für den Zusammenhang Auflösung-Erfassungsdauer geht aus folgender Tabelle hervor:

Auflösung [Hz]	Erfassung [sec]
5	0,2
2,5	0,4
1,25	0,8
0,625	1,6
0,3125	3,2



DIE VERWENDUNG EINER ZU HOHEN ANZAHL VON LINIEN IST NICHT EMPFEHLENSWERT AUSSER IN SITUATIONEN, IN DENEN EINE EXTREM HOHE AUFLÖSUNG BENÖTIGT WIRD. DIESE WAHL BRINGT NÄMLICH EINE VERLÄNGERUNG DER BERECHNUNGSZEITEN UND ERHÖHTEN PLATZBEDARF FÜR DIE DATENSPEICHERUNG MIT SICH, OFT OHNE DASS BESONDERE INFORMATIONEN DAZUKÄMEN. EINE VERNÜNFTIGE WAHL ENTSPRICHT 200, 400 ODER MAXIMAL 800 LINIEN, WOBEI DARAUF ZU ACHTEN IST, DASS EINE ZUR GEPRÜFTEN SITUATION PASSENDE HÖCHSTFREQUENZ EINGESTELLT WIRD.

4.2.6 ANZ. MITTELWERTE

Die Anzahl von Spektren/Daten, die berechnet und untereinander gemittelt werden müssen, um die Messstabilität zu erhöhen. Vier Mittelwerte sind bei normalen Schwingungsmessungen an rotierenden Maschinen mehr als genug.

Durch Betätigen von  werden die Einstellungen bestätigt.

4.3 ALLGEMEINES SETUP

GENERAL SETUP	1. Date (dd/mm/yyyy)	17/02/2014
	2. Time (hh:mm:ss)	06:29:00
	3. Language	ENGLISH
	4. Measuring system	g; mm/s; μ m
	5. Time zone	Greenwich Standard Time
	6. Firmware update	

Accept	1	2	3	4	5	6	Accept
--------	---	---	---	---	---	---	--------

Auf dieser Seite sind die Parameter zum allgemeinen Gebrauchs des Apparats einzustellen.



NACH DRÜCKEN DER TASTE  WIRD DIE POP-UP **SYSTEM INFO** MIT ALLEN INFORMATIONEN ÜBER DAS SYSTEM ANGEZEIGT. DAS FENSTER KANN DURCH DRÜCKEN JEDER BELIEBIGEN TASTE WIEDER GESCHLOSSEN WERDEN.

4.3.1 DATUM

Mit Hilfe der alphanumerischen Tastatur das Datum im Format DD/MM/YYYY eingeben.

4.3.2 UHRZEIT

Mit Hilfe der alphanumerischen Tastatur die Uhrzeit im Format HH:MM:SS eingeben.

4.3.3 SPRACHE

Eine der zur Verfügung stehenden Sprachen auswählen:

- ITALIANO
- ENGLISH
- DEUTSCH
- FRANÇAIS
- ESPAÑOL

4.3.4 MESSSYSTEM

Die für die Beschleunigungs-, Geschwindigkeits-, und Bewegungsgrößen benutzten Maßeinheiten können wie folgt sein:

- g; mm/s; μ m: metrische Einheiten
- g; inc/s; mils: angelsächsische Einheiten.

4.3.5 TIME ZONE

Hiermit wird die Zeitzone eingestellt. Diese Einstellung ist wichtig, wenn das Instrument mit der Datenverarbeitungssoftware Advanced Diagnostic Software von CEMB kombiniert wird.

4.3.6 FIRMWARE UPDATE

Das Drücken der Taste  stellt zwar keinen Parameter ein, ermöglicht aber bei Bedarf das Aktualisieren des Programms (Firmware) innerhalb des Apparats. Jede neue Firmware Version besteht aus einer Datei im fmw Format, die beim mitgelieferten USB Schlüssel ins Hauptverzeichnis kopiert werden muss. Es ist ausreichend, den Pendrive in eine der USB

Anschlussbuchsen des Apparats zu stecken und anschließend  zu drücken um die automatische Setup Prozedur zu starten. Am Ende der Prozedur weist das pop-up:

Firmware update in progress.

Don't switch off the device
and don't unplug the USB key.



Unplug the USB key, then press OK.
The device will be automatically restarted.

Press OK, please

auf den erfolgten Dateitransfer hin und fordert den Bediener dazu auf, den Apparat zum Abschluss der Arbeiten auszuschalten und wieder einzuschalten.



ACHTUNG!

DAS AKTUALISIEREN DER FIRMWARE IST EINE EMPFINDLICHE AKTION, DIE LÄNGERE ZEIT BZW. DIVERSE MINUTEN DAUERN KANN. UM KEINE FUNKTIONSSTÖRUNGEN ODER DATENVERLUSTE ZU VERURSACHEN, HAT MAN SICH GENAU AN DIE MITGELIEFERTEN ANWEISUNGEN ZU HALTEN; AUS DIESEM GRUND HAT MAN DAS STARTEN DIESER PROZEDUR AUSDRÜCKLICH ZU BESTÄTIGEN.

Firmware update must be performed carefully,
in order not to cause improper working.
Don't switch off the device during the update.

OK = Update << = Quit

Es ist nur direkt vom CEMB Service erhaltene Firmware zu verwenden und vor einem Neustart des Apparats sollte der USB Pendrive aus der Anschlussbuchse entfernt werden.

Bei der Verwendung ungeeigneter Firmware erscheint folgender Popup:

Firmware invalid for N600 device

Press OK, please



ACHTUNG!

SOLLTE DIE AUTOMATISCHE SETUP PROZEDUR ERFOLGLOS BLEIBEN, MIT DEM CEMB SERVICE KONTAKT AUFNEHMEN UND DEN ANGEZEIGTEN FEHLERTYP MELDEN.

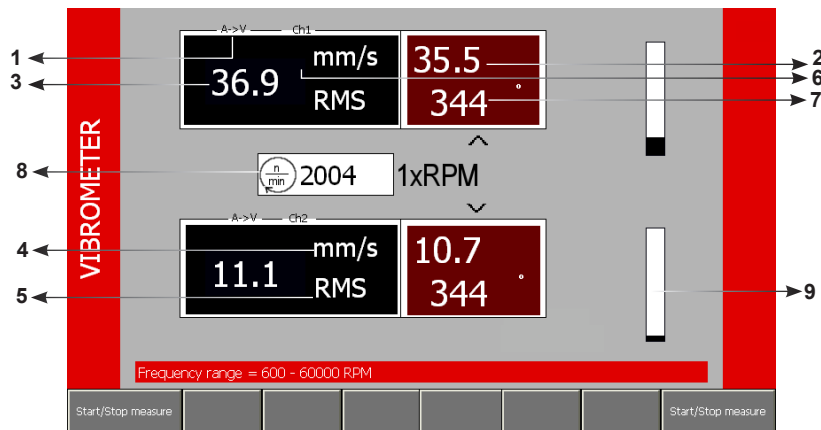
5. BETRIEBSART VIBRATIONSMESSER

Eine der einfachsten aber gleichzeitig signifikantesten Informationen bei der Vibrationsanalyse liefert der Vibrationsgesamtwert (overall). Dies ist in der Tat oft der erste Parameter, der zur Bewertung der Arbeitsbedingungen eines Motors, eines Ventilators, einer Pumpe oder einer Werkzeugmaschine zu berücksichtigen ist. Mit Hilfe entsprechender Tabellen kann man einen optimalen, guten, zulässigen, tolerierbaren, unzulässigen oder sogar gefährlichen Zustand bestimmen (siehe Anhang B – Bewertungskriterien).

In einigen Situationen kann es interessant sein, die Modul- und Phasenwerte der Synchronvibrationen zu kennen (1xRPM) und zwar bezogen auf die Rotordrehzahl. Die Betriebsart Vibrationsmesser realisiert diesen Messtyp und stellt auch zwei Überwachungsfunktionen zur Verfügung, damit der Verlauf der Vibration auch im Verlauf der Zeit oder bei veränderter Rotordrehzahl beobachtet werden kann.

5.1 VIBRATIONSMESSER - MESSBILDSCHIRMSEITE

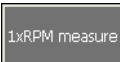
Die Messbildschirmseite weist eine Reihe Informationen auf, die wie in der Abbildung angeordnet sind:

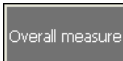


1. gemessener Kanal Informationen zur Messung: geben die Einheit des Sensors an (A, V oder D) und die eventuelle vorgenommene Umwandlung um den Overall Wert zu liefern (A → V bedeutet, dass das Ablesen mit einem Beschleunigungsmesser durchgeführt wurde, aber die Vibration in Geschwindigkeit geliefert wird)
2. Vibrationsgesamtwert
3. Maßeinheit
4. Messtyp
5. Größe der Synchronvibration
6. Phase der Synchronvibration
7. Rotordrehzahl
8. Signalniveauanzeigeleiste
9. Verstärkungszustand beim Kanal



DIE AUF DIESE WEISE ERHALTENEN WERTE KÖNNEN ZUR BEWERTUNG DES ARBEITSZUSTANDS EINER APPARATUR DIENEN, WENN MAN Z.B. DIE TABELLEN UND DIAGRAMME AUS DEM ANHANG B DIESES HANDBUCHES ZUR HILFE NIMMT.

Defaultmäßig wird die Gesamtvibration gemessen, aber durch Drücken von F4  kann man zur Messung der Synchrongröße übergehen: auf diese Weise erscheinen die Informationen zu Modul, Phase und Rotordrehzahl. Das Drücken

von F4  gestattet die Rückkehr zur Overall Messung.



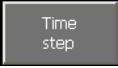
ES IST ANGEMESSEN DARAN ZU ERINNERN, DASS ZUM AUSFÜHREN EINER SYNCHRONMESSUNG DIE PHOTOZELLE ANGESCHLOSSEN WERDEN UND ÜBERPRÜFT WERDEN MUSS, OB DIESE RICHTIG POSITIONIERT WURDE (SIEHE  ÜBERWACHUNG NACH GESCHWINDIGKEIT).

5.1.1 DIREKTES AUSDRUCKEN DER VIBRATIONSGRÖSSE (OPTION)

Schließt man den tragbaren Drucker (Option) an und drückt F3  kann man unmittelbar und direkt die auf der Seite VIBRATIONSMESSER angezeigten Größen ausdrucken.



5.2 ÜBERWACHUNG NACH ZEIT

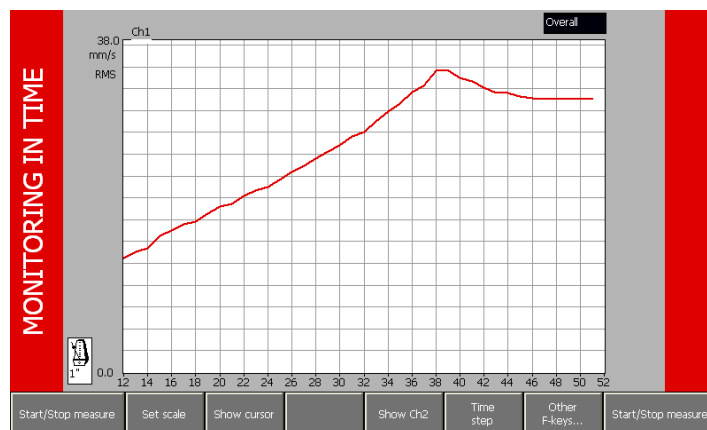
Die Überwachungsfunktion nach Zeit gestattet das Beobachten (und das eventuelle Abspeichern) des Vibrationsgesamtwertes im Verlauf der Zeit. Zu diesem Zweck ist ein angemessener Wert für den Parameter F5  einzustellen. Man kann zwischen den folgenden Möglichkeiten wählen:

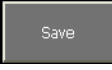
- 1" - eine Sekunde
- 10" - zehn Sekunden
- 1' - eine Minute
- 15' - fünfzehn Minuten

Nach Drücken von  erfolgt eine Overall Messung, die von einem Punkt in der Grafik angezeigt wird. Nach dem ausgewählten Zeittakt wird diese Messung automatisch wiederholt und auch der neue Messpunkt erscheint in der Grafik. Die Verfügbarkeit einer neuen Messung wird dadurch signalisiert, indem der Zeittaktwert kurz mit weißer Schrift auf schwarzem Hintergrund eingeblendet wird (unter der Ikone mit dem Zeittaktsymbol ). Wurden mehr als vierzig Messungen ausgeführt, können nur die letzten vierzig Messpunkte in der Grafik angezeigt werden.

Das Überwachen kann man durch ein weiteres Drücken von  anhalten und es stehen dann die typischen Funktionen zur Weiterverarbeitung der Grafik zur Verfügung ( **GRAFIKEN ZUR ANWENDUNG KOMMENDE FUNKTIONEN**).

- Skala einstellen (mit der man bei Wunsch auch alle vorgenommenen Messungen anzeigen kann)
- Cursor einblenden
- gemessenen Kanal wechseln
- Peak Liste



Wählt man F6  und dann F4  kann die gesamte Überwachung für anschließende Analysen in einer Datei abgespeichert werden. Ist die Messdatenerfassung für beide Kanäle aktiviert, erfolgt das Abspeichern automatisch für beide Kanäle in der gleichen Datei.



DA MAN VON DER BILDSCHIRMSEITE VIBRATIONSMESSER AUS ZUGANG ZUR FUNKTION ÜBERWACHUNG NACH ZEIT HAT, SIND DIE ZUR BERECHNUNG DES OVERALL WERTES GENUTZTEN EINSTELLUNGEN DIEJENIGEN, DIE AUF DER SEITE VIBRATIONSMESSER SETUP AUSGEWÄHLT WURDEN.



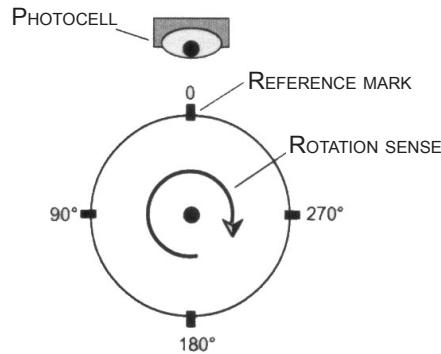
DER FÜR EINE EINZELNE ÜBERWACHUNG RESERVIERTE SPEICHER GESTATTET DAS ABSPEICHERN VON MAXIMAL 1024 WERTEN PRO KANAL. BEIM ERREICHEN DER GRENZE WIRD DIE ERFASSUNG AUTOMATISCH GESTOPPT UM KEINE DATEN ZU VERLIEREN. AUS DIESEM GRUND IST ES WICHTIG, JE NACH DAUER DES UNTERSUCHTEN PHÄNOMENS DIE GEEIGNETESTE TAKTRATE ZU WÄHLEN.

5.3 ÜBERWACHUNG NACH DREHZAHL (GESCHWINDIGKEIT)

In vielen Situationen kann es nützlich sein, den Wert der Vibration von der Rotationsgeschwindigkeit einer Welle abhängig zu machen; auf diese Weise kann man z.B. beobachten wie der Overall Wert oder die synchrone Komponente in der Anlauf- oder Anhaltephase der Maschine variiert, es können eventuelle kritische Zonen oder Resonanzrisiken erkannt werden, die besser vermieden werden sollten.

Um diese Funktion zu gebrauchen benötigt man unbedingt das Drehzahlsignal; deshalb:

- eine rückstrahlende Plakette auf dem Rotor als Referenzzeichen anbringen (0°). Ab dieser Position werden die Winkel der Wellendrehrichtung entgegengesetzt gemessen.



Die Photozelle anschließen und korrekt positionieren (50 – 400 mm), damit die an der Photozellenrückseite befindliche LED bei jeder Drehung nur einmal aufleuchtet und zwar dann, wenn der Lichtstrahl das Referenzzeichen anstrahlt. Sollte die Funktionsweise nicht regulär sein, die Photozelle entfernen oder annähern oder der Werkstückoberfläche gegenüber neigen. **ANHANG D - LASERSENSOR FÜR CEMB-INSTRUMENT N.**

Die Überwachung nach Drehzahl kann auf eine der beiden verschiedenen Modalitäten erfolgen:

- Überwachung der Gesamtvibration (Overall)
- Überwachung von Modul und Phase der mit der Drehzahl synchronen Vibration (1xRPM)

Ein Symbol im oberen Teil der Seite weist auf die momentan gewählte Modalität hin, diese kann durch Drücken von **F3**.

Bei einer Synchronüberwachung werden immer zwei Grafiken gleichzeitig angezeigt, diese können sein:

- Modul und Phase der Vibration von Kanal 1
- Modul und Phase der Vibration von Kanal 2
- Vibrationsmodule beider Kanäle

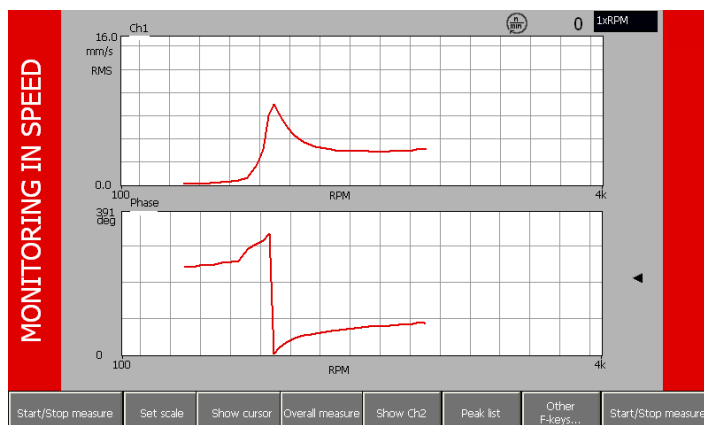
Durch Drücken von **F4** kann man von einer Art zur anderen übergehen.

Nach Drücken von **OK** erfolgt eine Vibrationsmessung und eine Drehzahlmessung, die von einem Punkt in der Grafik angezeigt werden. Diese Messungen werden automatisch wiederholt und der neue Messpunkt erscheint in der Grafik.

Oben rechts, neben dem Symbol  wird zur Information die aktuelle Rotordrehzahl in RPM angezeigt.

Das Überwachen kann man durch ein weiteres Drücken von **OK**, anhalten und es stehen dann die typischen Funktionen zur Weiterverarbeitung der Grafik zur Verfügung (**GRAFIKEN ZUR ANWENDUNG KOMMENDE FUNKTIONEN**).

- Skala einstellen
- Cursor einblenden
- Gemessenen Kanal wechseln
- Peak Liste



Wählt man **F4** **Save** kann die gesamte Überwachung für anschließende Analysen in einer Datei abgespeichert werden.

Ist die Messdatenerfassung für beide Kanäle aktiviert, erfolgt das Abspeichern automatisch für beide Kanäle in der gleichen Datei.



DIE BETÄTIGUNG VON **F4** **Save** GESTATTET DIE SPEICHERUNG DES MESSWERTS, INDEM DER GEEIGNETE MESSPUNKT AM VERZEICHNISBAUM DER MOMENTAN SELEKTIERTEN ROUTE GEWÄHLT WIRD.

MIT DER TASTE **F2** **Load measure** KÖNNEN ZUVOR VOM INSTRUMENT BEARBEITETE MESSUNGEN WIEDER AUFGERUFEN WERDEN.



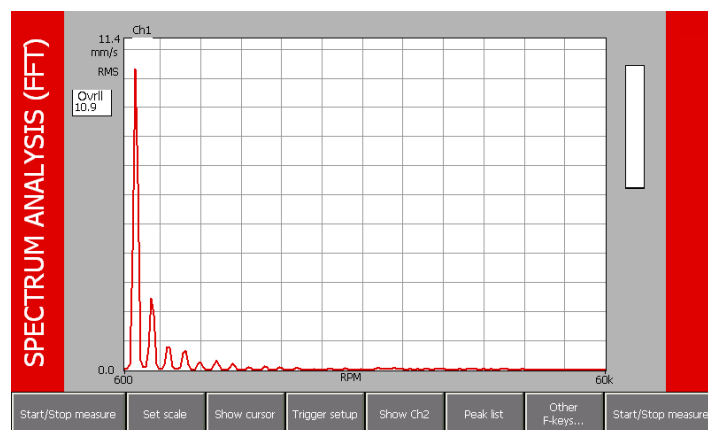
6. BETRIEBSART FFT - FAST FOURIER TRANSFORM

Zu einer kompletten Vibrationsanalyse gehört die Studie der diversen Beiträge, die gemeinsam die Vibrationsgesamtgröße ausmachen und aus diesem Grund ist es unverzichtbar eine Spektralanalyse mit einem FFT (Fast Fourier Transform) Algorithmus ausführen zu können. Mit Hilfe dieser Technik lässt sich ein, innerhalb einer gewissen Zeitdauer gemessenes und gespeichertes, Signal in seine Frequenzen zerlegen, was die Entdeckung der Vibrationsursachen vereinfacht.

Die Analyse der größten Peaks aus dem Spektrum, gemeinsam mit der Analyse der dazu gehörigen Frequenzen macht es möglich die Hauptvibrationsursachen festzustellen und sie folglich reduzieren zu können. Auch wenn ein Spektrum eine Reihe signifikanter Informationen enthält, erfordert seine Interpretation eine gewisse Erfahrung und Aufmerksamkeit; zu diesem Zweck kann die Studie von **ANHANG C - INTERPRETATION EINES SPEKTRUMS SEHR NÜTZLICH SEIN.**

6.1 SPEKTRALANALYSE (FFT)

Unter Berücksichtigung der durchgeführten Einstellungen wird bei den erfassten Signalen der FFT Algorithmus angewendet. In Übereinstimmung mit den Empfehlungen aus der mathematischen Abhandlung, aus der er entstanden ist, geht dieser numerischen Verarbeitung die Anwendung eines Hanning Fensters beim erfassten Signal voraus. Dies gestattet eine Dämpfung der durch die Digitalisierung hervorgerufenen Randeffekte und eine Reduzierung der leakage Phänomene (Dispersion) im Spektrum. Auf der Messbildschirmseite ist die Gestalt in der Abbildung zu sehen und die Bildschirmseite wurde so eingeteilt, dass der Darstellung der FFT Grafik so viel Platz wie nur möglich eingeräumt wurde.



Auf der linken Seite ist ein Ovrl Feld vorhanden, in dem der Gesamtwert (overall) des Signals für den angezeigten Kanal angezeigt wird. Seine Maßeinheiten sind die gleichen wie bei der FFT. Dank dieser Information lässt sich die Gesamtvibration unter Kontrolle halten, auch während der Analyse ihrer einzelnen Komponenten.

Zusätzlich zu den üblichen Funktionen zur Handhabung der Grafiken (**GRAFIKEN ZUR ANWENDUNG KOMMENDE FUNKTIONEN**) :

- Skala einstellen
- Cursor einblenden
- Gemessenen Kanal wechseln
- Peak Liste zum Anzeigen der höchsten Peaks im Spektrum (**PEAK LISTE**).

stehen noch weitere zur Verfügung:

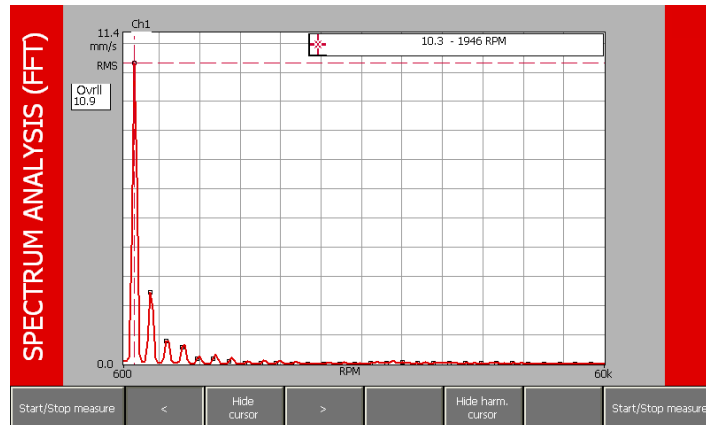
- Wellenform (**FUNKTION DER WELLENFORM**)
- Trigger Setup zum Einstellen eines Triggers, der zum Starten der Messwerterfassung genutzt werden soll (**TRIGGER SETUP**).

6.2 HARMONISCHER CURSOR

Die Anzeige des Cursors auf einer FFT Kurve (**GEBRAUCH DES CURSORS**) ermöglicht eine besondere Art der Cursor-nutzung, diese hat den Namen harmonischer Cursor.

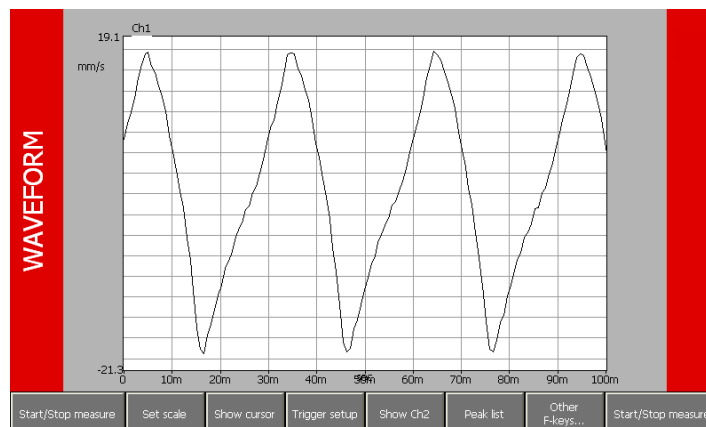
Die Frequenz, auf der sich der Cursor beim Anklicken von F5 gerade befindet, wird als fundamentale Frequenz für das zu untersuchende Signal gewertet und auf der Kurve werden alle nächsthöheren Harmonischen markiert (2., 3., 4. ...). Das Verschieben des Cursors hat die Variation der als fundamental angesehenen Frequenz zur Folge und ruft eine automatische Aktualisierung der Position aller Vielfachen hervor. Mit dem harmonischen Cursor kann man mühelos Peak Familien im Spektrum ausmachen und zwar bei Frequenzen, die ein Vielfaches eines bestimmten Wertes darstellen und

typische Anzeichen für defekte Teile sind (👉 **ANHANG C - INTERPRETATION EINES SPEKTRUMS SEHR NÜTZLICH SEIN**).



6.3 FUNKTION DER WELLENFORM

In der zweiten Funktionsgruppe, erreichbar durch F6 (Other F-keys...) ist die Funktion F1 (Waveform) präsent. Diese gestattet den Zugang zu einer Seite, in der die Vibrationssignale abhängig von der Zeit dargestellt werden.



In dieser Betriebsart kann der Apparat N600 wie ein Oszillograph genutzt werden und liefert weitere Informationen zum Vibrationssignal.

Es stehen auch hier die typischen Funktionen zur Verwaltung der Grafiken zur Verfügung (👉 **GRAFIKEN ZUR ANWENDUNG KOMMENDE FUNKTIONEN**).

Die Rückkehr zur Seite SPEKTRALANALYSE ist möglich durch Auswahl von F6 (Other F-keys...) und dann von F1 (Back to FFT).

6.4 TRIGGER SETUP

In einigen Fällen kann es nützlich sein, dass der Messbeginn nicht mit dem Drücken von **OK** durch den Bediener erfolgt, sondern an eine Kondition gebunden ist, die mit dem zu untersuchenden Phänomen zu tun hat, dies ist durch die Befähigung des sogenannten Triggers möglich.

Auf diese Weise beginnt die Messung nicht sofort nach dem Drücken von **OK** sondern erst dann, wenn das Signal des Triggerkanals die eingestellte Schwelle überschreitet.

Der Betrieb mit Trigger kann auf zwei verschiedenen Arten erfolgen:

- Cont. (Dauerbetrieb)
 - Single (Einzelmessung)
- und bedarf der Einstellung
- eines Kanals
 - einer Schwelle

Einer der häufigsten Gebräuche ist der sogenannte Impact test: ein Hammer wird benutzt um eine Struktur zu belasten, eine Vibration hervorzurufen und somit die natürlichen Frequenzen zu erfassen. Hierzu einen Sensor in der Zone positionieren, die man untersuchen möchte. Einen Schwellenwert wählen, der höher als das Hintergrundgeräusch ist aber unterhalb des Wertes, der durch den Hammerschlag auf die Struktur erzeugt wird.



NACH AKTIVIERUNG DES TRIGGERS UND NACHDEM DIE GEWÜNSCHTEN EINSTELLUNGEN ERFOLGT SIND, **OK** DRÜCKEN UND MAN KEHRT ZUR MESSBILDSCHIRMSEITE ZURÜCK, AUF WELCHER DER AUSGEWÄHLTE TRIGGER MODUS DURCH EIN SPEZIFISCHES SYMBOL ERKENNBAR IST:



DAUERBETRIEB

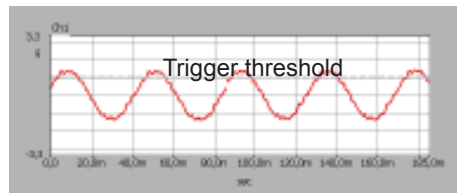
"EINZELMESSUNG"

Nun reicht ein einfacher Druck von **OK**, aus und man wartet ab, bis die Triggerschwelle überschritten wird. Möchte man den Prozess von Hand anhalten (vor oder nach dem Überschreiten der Schwelle) reicht dazu ein weiterer Druck von **OK** aus.

6.4.1 MODALITÄT

Dies ist der Parameter, der den Trigger Zustand angibt:

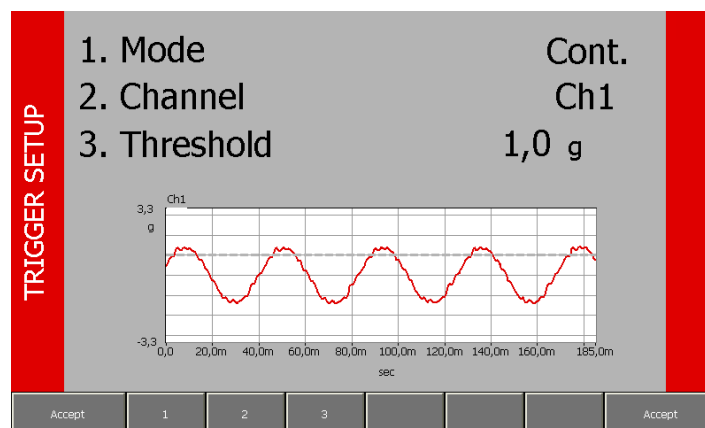
- OFF (deaktiviert) : die Messung wurde gestartet und manuell vom Bediener durch Drücken von **OK** gestoppt
- Cont. (befähigt im Dauerbetrieb) : die Messung wird gestartet, wenn das Signal die Triggerschwelle überschreitet und dauert solange an, bis sie der Bediener von Hand anhält (Drücken von **OK**)
- Single (befähigt in der Modalität "Einzelmessung") : wenn das Signal die Trigger Schwelle überschreitet, erfolgt eine einzelne Messung (unter Berücksichtigung der für FFT eingestellten Parameter), dann wird die Messwerterfassung automatisch gestoppt. Dies ist die gebräuchlichste Modalität, da sie eine Analyse vorübergehender Phänomene gestattet. Stellt man die Parameter für FFT günstig ein kann man eine Messwerterfassungsdauer erzielen, die ausreichend lang ist um signifikante Informationen zu enthalten



Anschließende Messwerterfassungen würden nur Lärm einfangen und wären somit gegenproduktiv.

Wird der Trigger befähigt, sind auf der Seite TRIGGER SETUP die Einstellungen sichtbar:

- Kanal
- Schwelle



6.4.2 KANAL

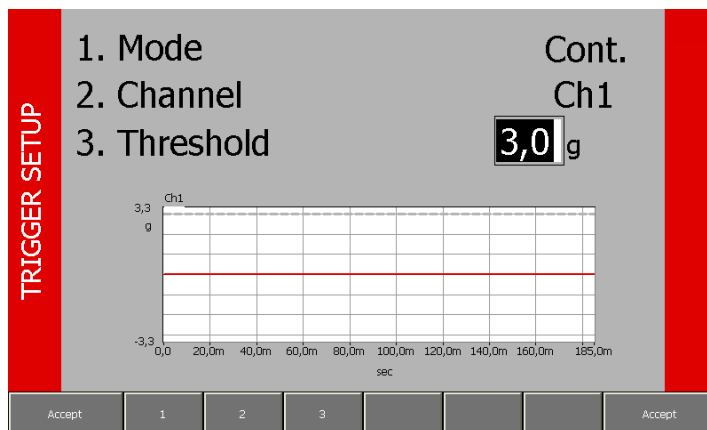
Gibt an, auf welchem Kanal (Ch1 oder Ch2) der Vergleich zwischen der Signalgröße und der Schwellengröße stattfindet, damit die Messwerterfassung gestartet werden kann.



IST NUR EINER DER BEIDEN MESSKANÄLE BEFÄHIGT, IST DIE WAHL DES TRIGGERKANALS OFFENSICHTLICH UND WIRD AUTOMATISCH FORCIERT.

6.4.3 SCHWELLE

Ist das Niveau, das vom Signal überschritten werden muss (in einer Steigung der Wellenform), damit die Messwerterfassung automatisch gestartet werden kann. Die Wahl eines angemessenen Wertes ist in der Regel eine der delikatesten Operationen, wird aber durch den Gebrauch des Instruments N600 erheblich vereinfacht. Auf der Grafik unten auf der Seite werden in realer Zeit das Signal des Trigger Kanals (als durchgehende Linie) und die aktuelle Schwelle (als gestrichelte Linie) dargestellt. Die Effekte der diversen Größen für diese Schwelle können unmittelbar bewertet werden, was eine schnelle Auswahl des geeignetsten Wertes erleichtert.



Nach dem Drücken von **F3** kann der Schwellenwert auf zwei Arten eingegeben werden:

- Durch Eingabe mit dem numerischen Tastenfeld (erst nach Drücken von **OK**, verschiebt sich die gestrichelte Linie in der Grafik.)
- mit Hilfe von **↓** und **↑**, kann man den Wert einer einzelnen Ziffer erhöhen oder erniedrigen, die mit **←** und **→** ausgewählt werden kann (die gestrichelte Linie verschiebt sich sofort in der Grafik, aber zur Bestätigung ist auf jeden Fall **OK** zu drücken).



DIE TRIGGER SCHWELLE MUSS AUF JEDEN FALL IN DER NATÜRLICHEN MASSEINHEIT DES SENSORS EINGESTELLT WERDEN. AUF DER MESSBILDSCHIRMSEITE KANN DIE VIBRATION AUCH IN EINER ANDEREN MASSEINHEIT GELIEFERT WERDEN, AUCH WENN WIR BEI MESSUNG MIT AKTIVIERTEM TRIGGER DAVON ABRATEN..



*DIE BETÄTIGUNG VON F5 **Save** GESTATTET DIE SPEICHERUNG DES MESSWERTS, INDEM DER GEEIGNETE MESSPUNKT IM VERZEICHNISBAUM DER MOMENTAN SELEKTIERTEN ROUTE GEWÄHLT WIRD.*

*MIT DER TASTE F2 **Load measure** KÖNNEN ZUVOR VOM INSTRUMENT BEARBEITETE MESSUNGEN WIEDER AUFGERUFEN WERDEN.*



7. BETRIEBSART AUSWUCHTEN

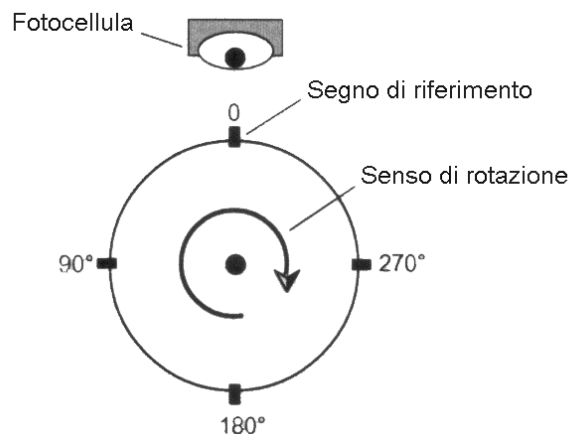
Eine in der Praxis am häufigsten auftretende Vibrationsursache ist die Unwucht eines rotierenden Teils (Ungleichförmigkeit der Masse um ihre Drehachse herum), die mit Hilfe einer Auswuchtprozedur korrigiert werden kann.

Der Apparat N600 ermöglicht das Auswuchten jedes Rotors unter Betriebsbedingungen, auf einer oder zwei Ebenen und zwar durch den Einsatz zweier Vibrationsaufnehmer und einer Photozelle.

Für die gewöhnlich auftretenden Situationen (Auswuchten auf einer Ebene mit einem Sensor und Auswuchten auf zwei Ebenen mit zwei Sensoren) wurden eigene Prozeduren realisiert, die den Bediener Schritt für Schritt durch die Arbeitssequenz begleiten. In allen anderen Fällen (seltener im Gebrauch) steht eine allgemeine, assistierte Prozedur zur Verfügung.

Zum korrekten Auswuchten sind einige Regeln zu beachten:

- die Sensoren so nah wie möglich an den Lagern des auszuwuchtenden Rotors anordnen, für eine gute Wiederholbarkeit der Messungen die magnetische Basis oder die Befestigung mit Hilfe des Gewindelochs nutzen;
- eine rückstrahlende Plakette auf dem Rotor als Referenzzeichen anbringen (0°). Ab dieser Position werden die Winkel der Wellendrehrichtung entgegengesetzt gemessen.



- Die Photozelle anschließen und korrekt positionieren (50 – 400 mm), damit die an der Photozellenrückseite befindliche LED bei jeder Drehung nur einmal aufleuchtet und zwar dann, wenn der Lichtstrahl das Referenzzeichen anstrahlt. Sollte die Funktionsweise nicht regulär sein, die Photozelle entfernen oder annähern oder der Werkstückoberfläche gegenüber neigen (👉 **ANHANG D - LASERSENSOR FÜR CEMB-INSTRUMENT N**).

Weitere Hinweise sind in der Anlage Auswuchtgenauigkeit starrer Rotoren zu entnehmen.

Die Auswuchtprozedur besteht aus zwei Teilen:

- Kalibrieren: mit Hilfe einiger Läufe lassen sich für einen bestimmten Rotor die zur Auswuchtung notwendigen Parameter festlegen
- Unwuchtmessung und Berechnung der Korrektur

Da die Kalibrierung gewöhnlich eine arbeitsaufwendige Prozedur ist, können die ermittelten Parameter abgespeichert und anschließend bei weiteren Eingriffen an der gleichen Maschine wieder aufgerufen werden. Dies ist möglich mit der Hilfe von Auswuchtprogrammen: ein Programm wird zur Arbeit an einem bestimmten Rotor mit einer Serie Einstellungen definiert und enthält alle Informationen und am Rotor erfassten Daten. Es ist jederzeit möglich das Programm in einem eigens dafür vorgesehenen Archiv abzuspeichern und es steht somit auch in Zukunft zur Verfügung..

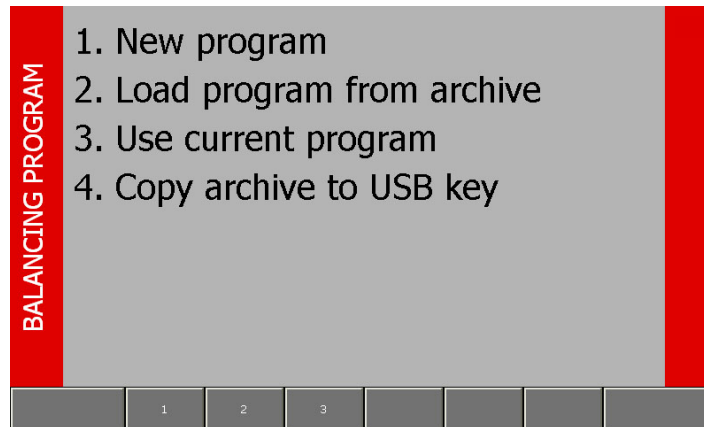


UM DATEN UND PARAMETER EINES VORHER ABGESPEICHERTEN PROGRAMMS ERNEUT NUTZTEN ZU KÖNNEN, MÜSSEN DIE AM ROTOR MONTIERTEN WANDLER UNBEDINGT WIEDER IN DER GLEICHEN POSITION EINGEBAUT WERDEN.

7.1 WAHL DES AUSWUCHTPROGRAMMS

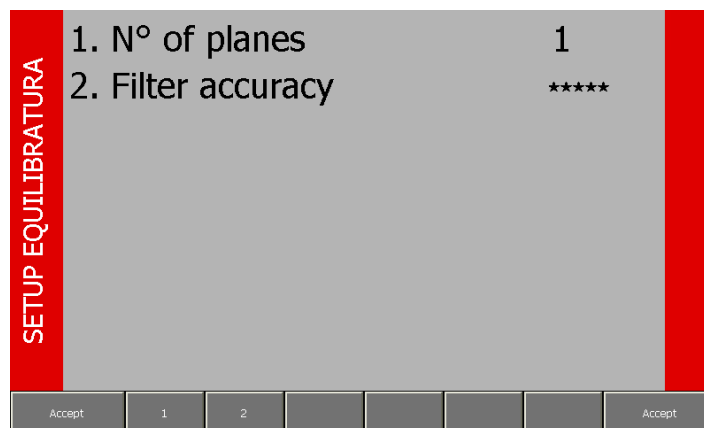
Wählt man die Betriebsart Auswuchten, erscheint eine Seite zur Auswahl des zu benutzenden Auswuchtprogramms, hier kann man unter den Optionen wählen:

- Neues Programm
- Programm aus Archiv laden
- Aktuelles Programm nutzen (nur dann verfügbar, wenn bereits vorher ein Programm erstellt oder geladen wurde)
- Archivkopie auf dem USB-Stick



7.1.1 NEUES PROGRAMM - AUSWUCHTSETUP

Die Erstellung eines neuen Programms erfordert das Einstellen diverser Parameter auf der Bildschirmseite AUSWUCHT-SETUP.



7.1.1.1 ANZAHL DER EBENEN

Dies ist die Anzahl der Ebenen, auf denen man die Rotorunwucht korrigieren möchte und die Anzahl kann 1 oder 2 betragen.

7.1.1.2 FILTERPRÄZISION

Ein Auswuchten bei nicht sonderlich stabilem Signal ist sicherlich kritisch und erfordert längere Messwerterfassungszeiten um eine befriedigende Qualität der gemessenen Größe zu erzielen. Das kann man durch Einstellen der Filterpräzision erreichen:



Erfassung mit einem breiten Filter: ist schneller, eignet sich aber nur für Situationen mit besonders stabilem Signal (hohen Unwuchtgrößen).



Erfassung mit einem engen Filter: eignet sich für den Großteil der Situationen



Erfassung mit einem sehr engen Filter: eignet sich für Situationen mit besonders kritischem Signal (geringe Unwuchtgrößen); erfordert längere Messzeiten.

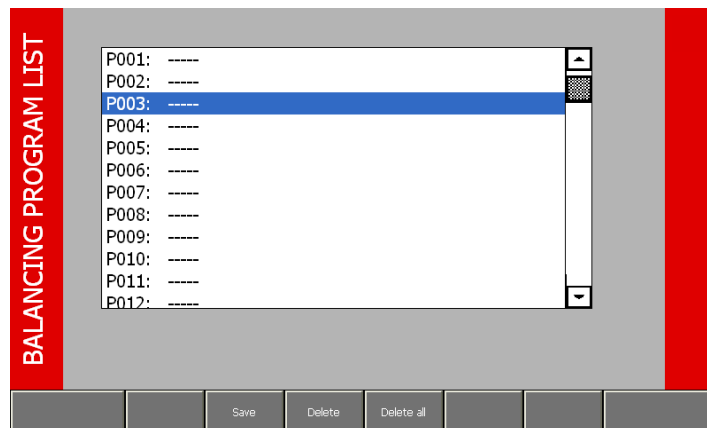


AUF GRUNDLAGE DER FÜR DEN FILTER AUSGEWÄHLTEN PRÄZISION BESTIMMT DER APPARAT AUTOMATISCH DIE FÜR JEDE MESSUNG NOTWENDIGE MESSRUNDENANZAHL. DA IN EINIGEN SITUATIONEN BIS ZU HUNDERT RUNDEN NOTWENDIG WERDEN KÖNNEN, KANN DIE FÜR EINE MESSUNG ERFORDERLICHE ZEIT AUCH MEHRERE DUTZEND SEKUNDEN BETRAGEN. BERÜCKSICHTIGT MAN, DASS ZUM ERREICHEN EINER AKZEPTABLEN MESSQUALITÄT MEHRERE AUF EINANDERFOLGENDE MESSUNGEN NOTWENDIG SIND, KANN DAS VERMESSEN LANGSAMER ROTOREN AUCH DIVERSE MINUTEN DAUERN. BEI EINEM MIT 600 U/MIN DREHENDEM ROTOR KANN ES BIS ZU 10 SEKUNDEN LANG DAUERN, BEVOR MAN DAS ERSTE MESSERGEBNIS SIEHT.

Die Bestätigung (mit ) der ausgewählten Einstellungen erzeugt ein neues Auswuchtprogramm, dem noch kein Name zugeordnet ist, da es als aktuelles Programm direkt zugänglich ist. Erst beim eventuellen Abspeichern im Archiv wird der Bediener nach der Eingabe eines spezifischen Namens gefragt, welcher das Programm ab dem Moment kennzeichnet.

7.1.2 PROGRAMM AUS ARCHIV LADEN

Wählt man diese Option, hat man zum Programmarchiv Zugang.



Mit Hilfe der Pfeile  und  kann man die 10 zur Verfügung stehenden Positionen durchlaufen und das gewünschte Programm auswählen (ist mit weißer Schrift auf schwarzem Grund sichtbar); dieses kann dann durch Drücken von F1  geladen werden.

Kann die angeforderte Aktion nicht korrekt ausgeführt werden (z.B. wenn man versucht ein Programm aus einer unbesetzten Position zu laden, erkennbar durch das Symbol -----), erscheint ein Fehlerhinweis in der schwarzen Leiste unten auf der Seite.

Nach dem Laden wird dem Bediener folgendes präsentiert:

- Die Bildschirmseite zum Messen und Korrigieren der Unwucht, wenn die Kalibrierprozedur bereits vervollständigt wurde;
- Andernfalls die Bildschirmseite zum Kalibrieren

7.1.3 DAS AKTUELLE PROGRAMM NUTZEN

Ermöglicht den Gebrauch des zuletzt benutzten Programms (neu oder geladen) und zwar genau an dem Punkt, an dem man es verlassen hat.



ACHTUNG!

DAS AUSSCHALTEN DES APPARATS RUFT DEN VERLUST NICHT ABGESPEICHERTER DATEN HERVOR (UND DAMIT AUCH DES AKTUELLEN PROGRAMMS); DIESE OPTION STEHT ALSO BEIM EINSCHALTEN ANFÄNGLICH NICHT ZUR VERFÜGUNG; SIE STEHT ERST DANN ZUR VERFÜGUNG, NACHDEM EIN PROGRAMM ERSTELLT ODER AUS DEM ARCHIV GELADEN WURDE.

7.1.4 ARCHIVKOPIE AUF DEM USB-STICK

Es ermöglicht Ihnen, auf einem USB-Stick alle Auswuchtprogramme prededentemete gespeichert exportieren. Es wird eine Datei "Unb_Data.ini" zu erstellen, muss benutzerdefinierte tun Balancing-Berichte (mit N-Pro-Software).

7.2 KALIBRIERSEQUENZ

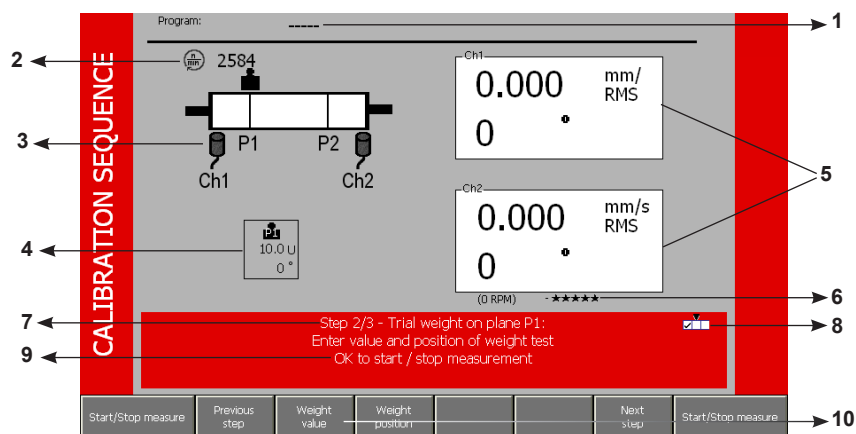
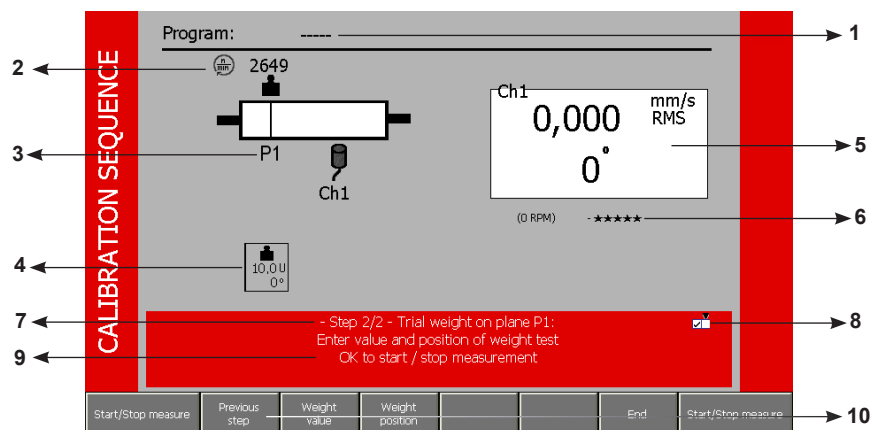
Das Kalibrieren ist notwendig um die Unwucht eines Rotors beurteilen zu können und ist im allgemeinen eine aus mehreren Schritten bestehende Prozedur. Für die beiden häufigsten Fälle besteht sie insbesondere aus:

- Kalibrieren zum Auswuchten auf einer Ebene:
 - > erster Messlauf ohne Testmasse
 - > zweiter Messlauf mit Testmasse auf der Auswuchtebene
- Kalibrieren zum Auswuchten auf zwei Ebenen:
 - > erster Messlauf ohne Testmasse
 - > zweiter Messlauf mit Testmasse nur auf der ersten Auswuchtebene
 - > dritter Messlauf mit Testmasse nur auf der zweiten Auswuchtebene

Für die beiden Konfigurationen:

- Korrektur auf einer Ebene mit einem Sensor
- Korrektur auf zwei Ebenen mit zwei Sensoren

Die Bildschirmseite zum Kalibrieren sieht beim Apparat N600 wie folgt aus:



1. Auswuchtprogrammnummer und Name (falls es aus dem Archiv geladen wurde), andernfalls ----
2. aktuelle Drehzahl, in Umdrehungen pro Minute
3. Positionsschema der Sensoren und der Korrekturebenen auf dem Rotor; Angabe der Ebene, auf welcher die eventuelle Testmasse angebracht werden soll.



DIESE DARSTELLUNG IST REIN INFORMATIV; SENSOREN UND KORREKTUREBENEN KÖNNEN IN JEDER POSITION ZUEINANDER ANGEORDNET WERDEN (SENSOREN IN ODER AUSSERHALB DER EBENEN, ...), DA DIE KALIBRIERUNG ZUR BESTIMMUNG DER KORREKTEN PARAMETER ZUM AUSWUCHTEN BEI JEDER KONFIGURATION DIENST.

4. Größe und Winkellage der eventuellen Testmasse
5. Angabe der Vibrationskomponente, die synchron mit der Rotation ist (Unwucht), mit ihrer Größe und Phase für jeden Messkanal
6. durchschnittliche Drehzahl und Filterpräzision, mit denen die Vibration gemessen wurde

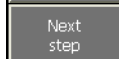


DER DURCHSCHNITTliche DREHZahlWERT IST SEHR WICHTIG, DA DIE KAlIBRIERPROZEDUR NUR DANN ALS GUT AUSGEFÜHRT ANGE SEHEN WERDEN KANN, WENN ZWISCHEN EINEM SCHRITT UND DEM ANDEREN KEINE DREHZAhLSCHWANKUNGEN VON MEHR ALS 5% AUFTRETEN. DIE KONTROLLE DIESER KONDITION IST AUFGABE DES BEDIENERS.

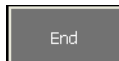
7. Angabe der Nummer des gewählten Kalibrierschritts
8. Angabe des Zustands der Kalibrierschritte
 - > vollständig
 - > noch durchzuführen
9. Anweisungen für den laufenden Kalibrierschritt
10. Funktionen zur Wahl des Kalibrierschritts



(F1): zum vorherigen Schritt gehen



zum nächsten Schritt gehen (sollte der aktuelle der letzte in der Sequenz sein, beendet diese mit F6)



angegebene Funktion das Kalibrieren und lädt die Bildschirmseite zum Messen der Unwucht)



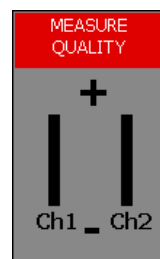
BEI DER AUSWAHL JEDES BEREITS VOLLSTÄNDIGEN SCHRITTES WERDEN AUF DEM BILDSCHIRM DIE ZUR VERFÜGUNG STEHENDEN DATEN ANGEZEIGT (VIBRATION, DURCHSCHNITTliche MESSDREHZAhL, ...). DIESE INFORMATIONEN SIND AUCH IN EINEM ZWEITEN MOMENT NÜTZLICH, UM ZU ENTSCHEIDEN OB DIE MESSUNG WIEDERHOLT WERDEN SOLL ODER NICHT.



WENN ES SICH AUCH EMPFIEHLT DIE KAlIBRIERSCHRITTE IN DER REIHENFOLGE AUSZUFÜHREN, IN DER SIE PRÄSENTIERT WERDEN, WIRD MAN NICHT DARAN GEHINDERT NACH DEN EIGENEN BEDÜRFNISSEN EINEN ANDEREN ZU WÄHLEN.

7.3 AUSFÜHREN DER MESSUNG

Für jeden der Schritte muss die Messung durch Drücken von **OK** gestartet werden; es erscheint ein pop-up Feld, das in realer Zeit die Qualität der laufenden Messung anzeigt (für jeden Kanal).



Je höher das Niveau auf der Leiste ist, desto höher ist die Qualität der Messung (die im Verlauf der Zeit gemittelt wird). Ist

das gewünschte Niveau erreicht, wird die Messung durch ein weiteres Drücken von **OK** beendet. Entschließt sich der Bediener dazu den erhaltenen Wert beizubehalten bzw. zu akzeptieren, muss er **F5** in Überein-

stimmung mit der Option **Accept**, drücken. Diese blinkt bereits um den Bediener darauf hinzuweisen, dass ihr Drücken wichtig ist.

Wurde die Messung akzeptiert, wird der entsprechende Kalibrierschritt als vollständig ☒ gekennzeichnet.



INSTABILE SIGNALE PRODUZIEREN MESSUNGEN, DEREN QUALITÄT KEIN AKZEPTABLES NIVEAU ERREICHEN KANN; IN DIESEN KONDI- TIONEN EMPFIEHLT ES SICH DIE PRÄZISION DES FILTERS ZU ERHÖHEN (👉 **FILTERPRÄZISION**) UND FOLGLICH DIE GANZE PROZEDUR ZU WIEDERHOLEN.



WURDE DIE QUALITÄT EINER BESTIMMTEN MESSUNG DURCH EIN BESONDERES EREIGNIS VERÄNDERT (Z.B. EINEN STOSS) KANN ES MANCHMAL ZU LANGE DAUERN UM DIE URSACHEN AUSZUMACHEN; DANN KANN MAN DURCH DRÜCKEN VON **Reset** EIN MANUELLES RESET DER MESSUNG VORNEHMEN.

7.3.1 TESTMASSE

Beim Kalibrieren wird eine Testmasse benötigt, die anschließend in Übereinstimmung mit den diversen Korrektorebenen anzubringen ist. Diese beiden Parameter müssen mit Hilfe der eigens dafür vorgesehenen Funktionen F2 **Weight value** und

F3  eingestellt werden. Hierzu die entsprechenden Werte mit der numerischen Tastatur eingeben und mit Drücken

von  bestätigen. Zum Abdecken der diversen Anwendungsbedürfnisse kann beim Auswuchten auf zwei Ebenen auf Ebene 1 und auf Ebene 2 eine unterschiedliche Testmasse (Wert und Position) angegeben werden.



DIE GRÖSSE DIESER TESTMASSE IST IN EINER ALLGEMEINEN EINHEIT U ANZUGEBEN; DER BEDIENER KANN SELBSTSTÄNDIG ENTSCHIEDEN, OB ER DIESE EINHEIT U DEN PHYSIKALISCHEN EINHEITEN SEINER PRÄFERENZ ENTSPRECHEN LÄSST, WOBEI ER ZU BERÜCKSICHTIGEN HAT, DASS AUCH DIE UNWUCHT UND DIE NOTWENDIGE KORREKTUR IN DER GLEICHEN EINHEIT U ANGEGEBEN WERDEN.



ACHTUNG!

DIE TESTMASSE WURDE RICHTIG GEWÄHLT, WENN SIE GEGENÜBER DEM ANFANGSMESSLAUF IN JEDEM DER MESSLÄUFE EINE AUSREICHEND GROSSE VIBRATIONSvariation PRODUZIERT.

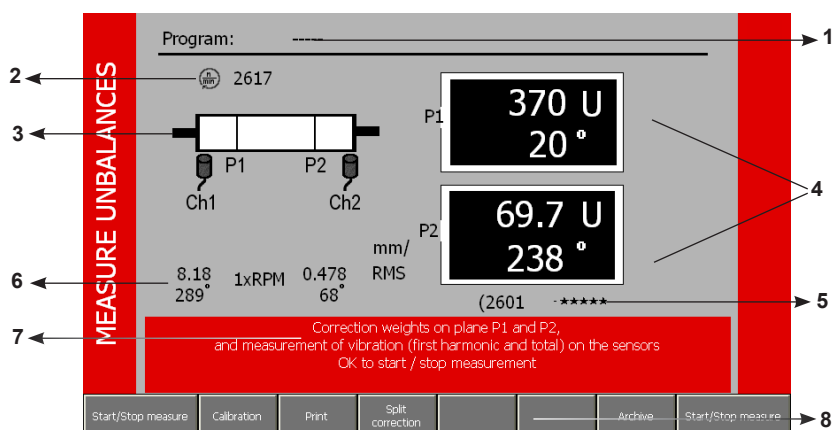
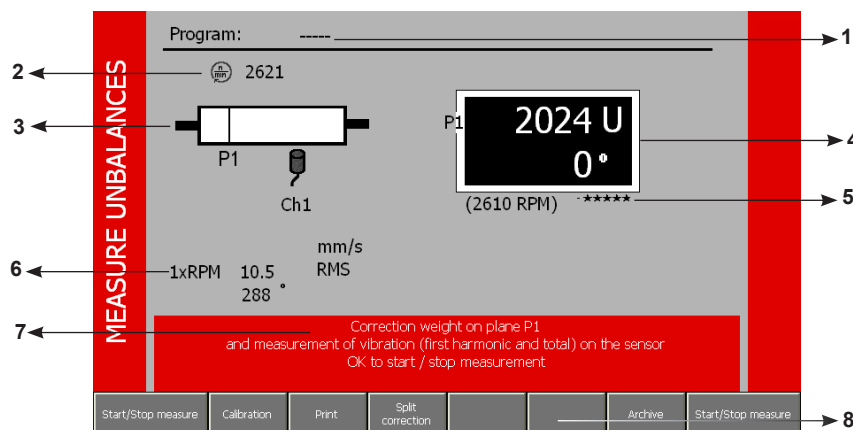
DIES KANN ALS ERFÜLLT ANGESEHEN WERDEN, WENN MINDESTENS

- EINE variation DES MODULS VON MINDESTENS 30%

- EINE variation DER PHASE VON MINDESTENS 30° AUFGETRETEN IST.

7.4 UNWUCHTMESSUNG UND BERECHNUNG DER KORREKTUR

Die Seite zur UNWUCHTMESSUNG ähnelt in ihrem Aussehen sehr der Kalibrierseite:



und es können die folgenden Informationen entnommen werden:

1. Auswuchtprogrammnummer und Name (falls es aus dem Archiv geladen wurde), andernfalls ----
2. aktuelle Drehzahl, in Umdrehungen pro Minute
3. Positionsschema der Sensoren und der Korrekturbenen auf dem Rotor



DIESE DARSTELLUNG IST REIN INFORMATIV; SENSOREN UND KORREKTUREBENEN KÖNNEN IN JEDER POSITION ZUEINANDER ANGEORDNET WERDEN (SENSOREN IN ODER AUSSERHALB DER EBENEN, ...), DA DIE KALIBRIERUNG ZUR BESTIMMUNG DER KORREKTEN PARAMETER ZUM AUSWUCHTEN BEI JEDER KONFIGURATION DIENT.

4. Angabe von Größe und Position der Korrekturmasse auf jeder Ebene



DAS MODUL WIRD IN DER ALLGEMEINEN EINHEIT U ANGEZEIGT, IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DER EINHEIT, DIE FÜR DIE TESTMASSE VERWENDET WURDE. DA DAS PROGRAMM DIE KORREKTUREN DURCH MATERIALZUGABE AUSFÜHRT, IST DIE ANGEZEIGTE POSITION DIEJENIGE, IN DER DIE KORREKTURMASSE HINZUGEFÜGT WIRD. MÖCHTE MAN MATERIAL ABTRAGEN, IST DAS IN DER GEGENÜBERLIEGENDEN POSITION VORZUNEHMEN (ZUR ANGEZEIGTEN PHASE 180° HINZUADDIEREN) AVERAGE SPEED OF ROTATION AND FILTER ACCURACY WITH WHICH THE UNBALANCE HAS BEEN MEASURED

5. durchschnittliche Drehzahl und Filterpräzision, mit denen die Vibration gemessen wurde



ACHTUNG!

DER DURCHSCHNITTICHE DREHZAHLOWERT IST SEHR WICHTIG, DA DIES EINE KONTROLLE DARÜBER GESTATTET, OB DIE MESSUNG ANNÄHERND BEI DER KALIBRIERDREHZAH AUSGEFÜHRT WURDE (UNTERSCHIEDE GERINGER ALS 5%).

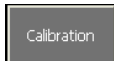
AUFGUNDE KLEINER IN DER PRAXIS IMMER PRÄSENTER UNLINEARITÄTEN SOLLTE MAN KEINE KORREKTURBERECHNUNGEN VORNEHMEN, WENN DIE DREHZAH ZU SEHR VON DER KALIBRIERDREHZAH ABWEICHT. DIE KONTROLLE DIESER KONDITION IST AUFGABE DES BEDIENERS.

6. Größe und Phase der Vibration, die synchron zur Rotation ist (1xRPM), und Gesamtgröße der an den Sensoren gemessene Gesamtwert (Overall)



DIESE INFORMATION IST WICHTIG UND IST EIN INDIKATOR FÜR DIE AUSWUCHTGÜTE: IN DER PRAXIS IST MAN AN DER VERRINGERUNG DER VIBRATION UNTERHALB EINES TOLERIERBAREN WERTES INTERESSIERT (👉 ANHANG B). DIE VERRINGERUNG DER UNWUCHT HAT JEDOCH NUR AUF DIE KOMPONENTE 1xRPM AUSWIRKUNGEN. WEIST DIESE KOMPONENTE EINEN NIEDRIGEN WERT AUF UND WIRD SIE VON EINEM HOHEN OVERALL WERT BEGLEITET, WEIST DIES AUF ANDERE PROBLEMATIKEN ALS DIE DER UNWUCHT HIN UND DIESE KÖNNEN NICHT DURCHS AUSWUCHTEN AUSGEGLICHEN WERDEN.

7. zur Verfügung stehende Funktionen



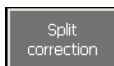
(F1): Kalibrierprozedur



WURDE DIE KALIBRIERPROZEDUR NICHT VERVOLLSTÄNDIGT, BLINKT DIESE TASTE UM DEN BEDIENER DARAUF HINZUWEISEN, DASS ER ZUR KALIBRIERPROZEDUR ZURÜCKKEHREN MUSS, BEVOR ER UNWUCHTMESSUNGEN VORNEHMEN KANN. ANDERNFALLS WERDEN BEREITS DIE KORREKTURMASSEN UND DIE VON DEN KALIBRIERMESSLÄUFEN ERHALTENEN POSITIONEN ANGEZEIGT



(F2): direktes Ausdrucken eines Auswuchtzertifikates, unter Zuhilfenahme des tragbaren Druckers (Option). Auf dem Zertifikat sind die Unwuchten zu den Korrektorebenen angegeben (in Einheit U), außerdem die Vibrationsgrößen (Global und Synchron) für diese Ebenen.



(F3): Funktion für die Zerlegung des Korrekturgewichts an zwei einstellbaren Winkeln (👉 ZERLEGUNG DES KORREKTURGEWICHTS).



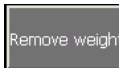
(F6): zeigt das Programmarchiv (gestattet das Speichern oder Löschen eines Programms).

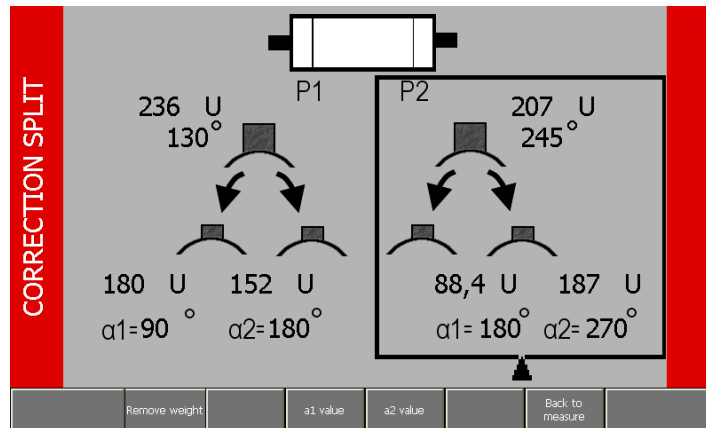
Wie beim Kalibrieren wird auch die Messung mit  gestoppt; wenn die Messung aktiv ist erscheint ein pop-up Feld, das die Messqualität jedes Kanals signalisiert. Wurden die angegebenen Korrekturen ausgeführt, kann die Prozedur Messung -Korrektur solange wiederholt werden, bis man die gewollten Konditionen erreicht hat (in der Regel Vibrationen an den Sensoren unterhalb einer gewissen Größe).

7.5 ZERLEGUNG DES KORREKTURGEWICHTS

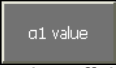
Auf dieser Seite kann unter den Korrekturmodalitäten gewählt werden:

- zum Hinzufügen von Material 
- zum Abtragen von Material 

durch jeweiliges Drücken der Drucktasten F1  und . Manchmal ist es in der Praxis nicht möglich, in der theoretisch als optimal berechneten Position zu korrigieren: bei einem Lüfterrad z.B. könnte diese Position auf den Platz zwischen zwei Schaufeln fallen, wo es offensichtlich unmöglich ist, Material hinzuzufügen oder abzutragen. Auch bei gleichmäßigen Rotoren wird oft bevorzugt, die Korrektur in Übereinstimmung bereits vorhandener Löcher auszuführen oder auf jeden Fall bestimmte Bereiche zu vermeiden.

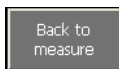


Die Zerlegungsfunktion des Instruments N600 berechnet die Gewichte, die in Übereinstimmung mit zwei beliebigen Positionen α_1 und α_2 so anzubringen oder abzutragen sind, dass ihre Wirkung mit der vom Auswuchtalgorithmus berechneten

Korrektur äquivalent ist. Durch Drücken von F3  oder F4  kann der Bediener diesen beiden Positionen die geeignetste Größe zuweisen, wobei er unter den effektiv in der Praxis für den bestimmten Rotor zur Verfügung stehen-

den Größen wählen kann. Nach dem Drücken von  werden sie automatisch berechnet und die beiden entsprechen-

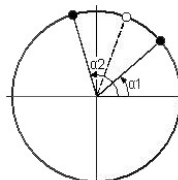
den Korrekturgewichte angezeigt. Diese Operation kann separat auf jeder der Ebenen vorgenommen werden, nachdem man mit Drücken von  die gewünschte Ebene ausgewählt hat.

Durch Betätigen von F6  kehrt der Bildschirm zur Seite der Restunwucht zurück.



ACHTUNG!

UNABHÄNGIG VOM WERT VON α_1 UND α_2 RESULTIERT DER DREHWINKEL IN ZWEI TEILE UNTERTEILT, EINER DER TEILE IST KONVEX ($<180^\circ$) UND DER ANDERE KONKAV ($>180^\circ$). UM DIE ZERLEGUNG MÖGLICH ZU MACHEN, MÜSSEN DIE WINKEL α_1 UND α_2 SO GEWÄHLT WERDEN, DASS DIE BEIM AUSWUCHTEN ERRECHNETE KORREKTURPOSITION IN DEN KONVEXEN BEREICH FÄLLT. ANDERNFALLS IST DIE ZERLEGUNG NICHT MÖGLICH UND DAS INSTRUMENT N600 GIBT FÜR BEIDE POSITIONEN α_1 UND α_2 ALS GEWICHT NULL AN.

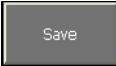


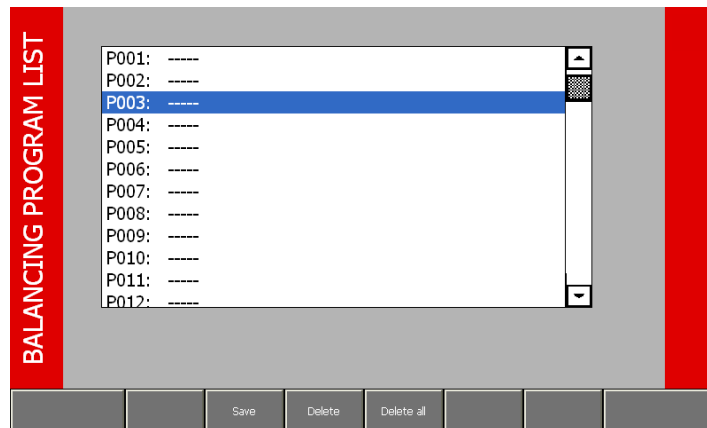


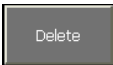
ES LÄSST SICH FOLGENDES BEOBACHTEN: JE MEHR SICH DIE POSITIONEN $\alpha 1$ UND $\alpha 2$ VON DER BERECHNETEN AUSWUCHTPosition ENTFERNEN, DESTO GRÖßER WERDEN DIE WERTE FÜR DIE ENTSPRECHENDEN KORREKTURMASSEN. ES EMPFIEHLT SICH DESHALB, $\alpha 1$ UND $\alpha 2$ SO NAH WIE MÖGLICH AM BERECHNETEN KORREKTURWINKEL UND AUF JEDEN FALL SO ZU WÄHLEN, DASS DEREN DIFFERENZ WENIGER ALS 150° BETRÄGT.

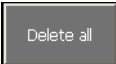
7.6 SPEICHERN EINES AUSWUCHTPROGRAMMS

Hat man das Programmarchiv aufgerufen, kann man mit den Tasten  und  die Position auswählen, in der man das gerade in Gebrauch befindliche Programm abspeichern möchte.

Drückt man F2  wird ein pop-up Feld eingeblendet, in dem man den Programmnamen eingeben kann, so wie in  **ALPHANUMERISCHE TASTATUR** angegeben ist.



Drückt man hingegen F3  kann man das ausgewählte Programm löschen, aber nicht wenn es sich bei diesem um das aktuelle Programm handelt.

Mit F4  ist es hingegen möglich alle im Archiv befindlichen Auswuchtprogramme zu löschen bzw. zu beseitigen.

8. PROJEKTMANAGEMENT

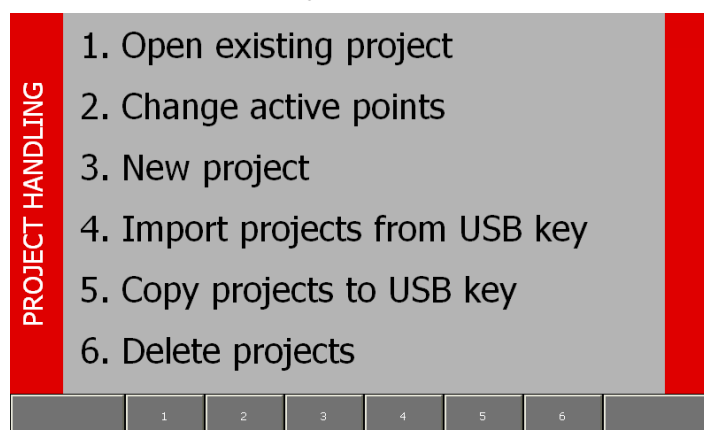
Das Instrument N600 arbeitet auf Grundlage einer Logik der Routen (Speicherpfade), entlang der alle vom Instrument bearbeiteten und erfassten Messdaten gespeichert werden können.

Diese Routen sind in zwei Typologien unterteilt:

- Soft Route (kann mit der Software Route Manager erstellt werden. Es ist möglich, eine „vereinfachte“ Route direkt am Instrument zu erstellen -  **NEUES PROJEKT**. Kennzeichnend dafür ist, dass zwei Messpunkte erstellt werden, für welche die Merkmale der Messeinstellungen jederzeit geändert werden können).
- Strict Route (kann nur durch den Route Managers erstellt werden. Kennzeichnend dafür ist, dass die Messeinstellungen der erstellten Messpunkte von der Software festgelegt werden, d.h. sie können während der Datenerfassung auf keinen Fall geändert werden).

Durch Betätigen von  ruft der Bediener den Bildschirm PROJEKTMANAGEMENT auf, an dem unter folgenden Wahlmöglichkeiten entschieden wird:

- Vorhandenes Projekt aufrufen (aus dem Verzeichnis der verfügbaren Projekte selektieren)
- Gewählte Punkte ändern (einen Messpunkt im Verzeichnisbaum des gewählten Projekts selektieren)
- Neues Projekt (eine neue Soft Route erstellen)
- Projekte von USB-Stick importieren (eine Soft/Strict Route importieren, die mithilfe der Software zuvor erstellt und auf einem USB-Stick gespeichert worden ist)
- Projekte auf USB-Stick exportieren (eine Route vom Instrument auf den USB-Stick übertragen)
- Projekt löschen (ein am Instrument vorhandenes Projekt eliminieren)



8.1 VORHANDENES PROJEKT AUFRUFEN

Die auf dem Instrument N600 gespeicherten Projekte (Routen) können mithilfe folgender Funktion selektiert werden. Zum

Wechseln des aktiven Projekts bewegt man sich mit den Pfeiltasten  und  ; im Verzeichnis, wählt das gewünschte aus (dies wird durch die weiß auf blauem Grund hervorgehobene Schrift verdeutlicht) und bestätigt mit der Taste F1





Wird eine Strict Route gewählt, erscheint der Bildschirm PROJEKTSTRUKTUR, auf dem man sich mit den Pfeiltasten



und



im Verzeichnis der Messpunkte bewegen und den ersten Punkt mit F2

Link to
chA

auswählen kann.

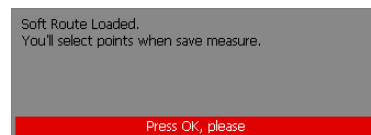


Die erfasste Messung wird entsprechend den bei Erstellung der Route festgelegten Methoden eingestellt. Die Messfunktionen (Vibrometer, FFT, waveform, monitor_T und monitor_V) werden durch das Logo , gekennzeichnet und im oberen Teil der Diagramme ist der Name des Messpunkts aufgeführt..



BEI ANALYSE MIT STRICT ROUTE GESTATTET DIESE MESS-SETUP-FUNKTION LEDIGLICH DIE ÜBERPRÜFUNG DER EINGESTELLTEN PARAMETER, OHNE DASS DIESE GEÄNDERT WERDEN KÖNNEN. DAS SYMBOL  GESTATTET DIE ERKENNUNG EINES STRICT-ROUTE-SETUPS.

FALLS EINE SOFT ROUTE AUSGEWÄHLT WIRD, ERSCHEINT EIN POPUP, DAS DEN BEDIENER AUF DIE ART DER AUSGEWÄHLTEN ROUTE UND DIE ART DER SPEICHERUNG DER ERFASSTEN DATEN HINWEIST.



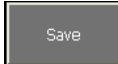
ZUR BESTÄTIGUNG OBEN GENANNTEN POPUPS DIE TASTE  DRÜCKEN.

8.2 GEWÄHLTE PUNKTE ÄNDERN

Am Instrument N600 können bei aktivierter Strict Route mit dieser Funktion die Punkte am Verzeichnisbaum der gewählten Route von Mal zu Mal geändert werden. Für jeden selektierten Messpunkt wird die Messung entsprechend der Einstellung erfasst, die bei der Erstellung des Pfads durch die Software Route Manager festgelegt worden sind.

Durch Aufrufen der Funktion erhält man die Möglichkeit, den Bildschirm PROJEKTSTRUKTUR mit dem Verzeichnisbaum

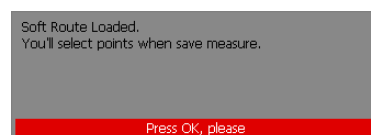
der momentan aktivierten Route anzuzeigen. Darin bewegt man sich mit den Pfeiltasten  und  zum Selektieren

des gewünschten Messpunkts, der mit der Taste F5  bestätigt werden kann.



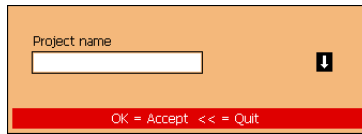
ERFOLGT DIE ANALYSE MIT AKTIVIERTER SOFT ROUTE, ERSCHEINT BEIM AUFRUFEN DIESER FUNKTION EIN POPUP, DAS DEN BEDIENER DARAUF HINWEIST, DASS DIE MESSPUNKTE, DENEN DER GELESENE WERT ZUGEORDNET/AN DENEN ER GESPEICHERT WERDEN SOLL,

BEI DER SPEICHERUNG DER MESSUNG SELBST AUSGEWÄHLT WERDEN. DURCH BETÄTIGEN VON , KEHRT DAS INSTRUMENT ZURÜCK ZUR STARTSEITE.



8.3 NEUES PROJEKT

Mit dieser Funktion kann direkt am Instrument N600 eine Soft Route mit nur zwei Messpunkten erstellt werden. Es erscheint ein Popup, in das entsprechend der Anleitung unter  **ALPHANUMERISCHE TASTATUR** der gewünschte Name eingesetzt wird.



Den gewünschten Namen eintippen und mit  bestätigen. An dieser Stelle angelangt, wird die zuvor erstellte Soft Route automatisch aktiviert.

8.4 PROJEKTE VON USB-STICK IMPORTIEREN

Mit dieser Funktion werden alle auf dem am Instrument N600 eingesteckten USB-Stick gespeicherten Projekte in den internen Speicher übernommen. Ein Popup weist auf den erfolgreich abgeschlossenen Vorgang hin. Dieser wird mit  bestätigt.

Da das Instrument ein Windows-gestütztes internes Betriebssystem hat, ist jede Art von mit diesem Betriebssystem formatiertem USB-Stick für den Anschluss an das Instrument geeignet.

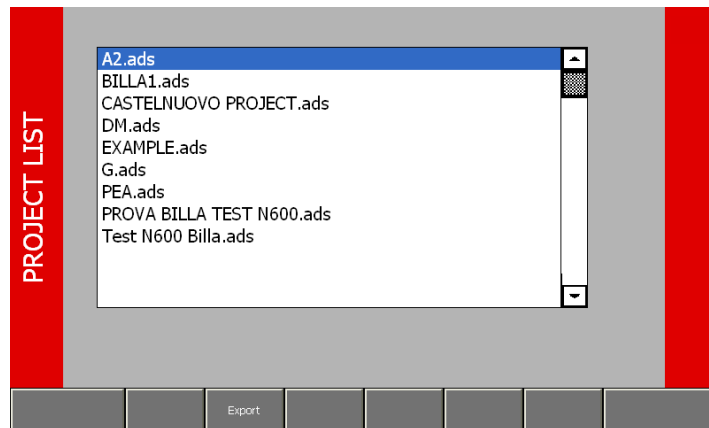


ACHTUNG

FALLS DIESE FUNKTION AUFGERUFEN WIRD, OHNE DASS ZUVOR EIN USB-STICK AM PORT ANGESCHLOSSEN WORDEN IST, FORDERT EIN POPUP DEN BEDIENER ZUM EINSTECKEN EINES USB-STICKS AUF.

8.5 PROJEKTE AUF USB-STICK EXPORTIEREN

Gestattet den Export von Routen, die auf dem Instrument N600 gespeichert sind, auf den USB-Stick. Bei Aufruf dieser Funktion durch  erscheint der Bildschirm Projektverzeichnis: dort bewegt man sich mit den Pfeiltasten  und , bis die Route hervorgehoben wird, die auf den USB-Stick kopiert werden soll (weiße Schrift auf blauem Grund). Den Vorgang mit F2  bestätigen. Ein Popup weist auf den erfolgreich abgeschlossenen Vorgang hin. Das Popup mit der Taste  schließen.

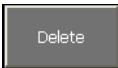


FALLS VERSUCHT WIRD, EIN BEREITS AUF DEM USB-STICK GESPEICHERTES PROJEKT DORTHIN ZU KOPIEREN, FORDERT EIN POPUP ZUR BESTÄTIGUNG DES ÜBERSCHREIBENS AUF.



FALLS DIESE FUNKTION AUFGERUFEN WIRD, OHNE DASS ZUVOR EIN USB-STICK ANGESCHLOSSEN WORDEN IST, FORDERT EIN POPUP DEN BEDIENER ZUM EINSTECKEN EINES USB-STICKS AUF.

8.6 LÖSCHEN VON PROJEKTEN

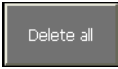
Damit werden im Innern des Instruments gespeicherte Projekte gelöscht. Ein einzelnes Projekt wird gelöscht, indem die Taste F5  , gedrückt und das Projekt am Bildschirm Projektverzeichnis ausgewählt wird, indem mit den Pfeiltasten



und



das zum Löschen vorgesehene Projekt herausgesucht wird.

Mit der Taste F6  können hingegen alle auf dem Instrument gespeicherten Projekte gelöscht werden.



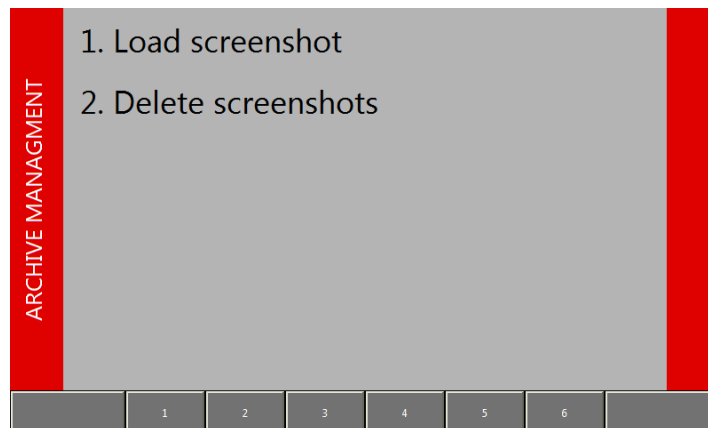
ES IST NICHT MÖGLICH, DAS MOMENTAN AKTIVIERTE PROJEKT AUS DEM VERZEICHNIS ZU LÖSCHEN.

9. ARCHIVFUNKTION

Mit dem Instrument N600 können zuvor abgespeicherte Screenshots durch die Betätigung von , aufgerufen und bearbeitet werden, indem diese spezifische, direkt vom Anfangsbildschirm aus zugängliche Funktion verwendet wird.

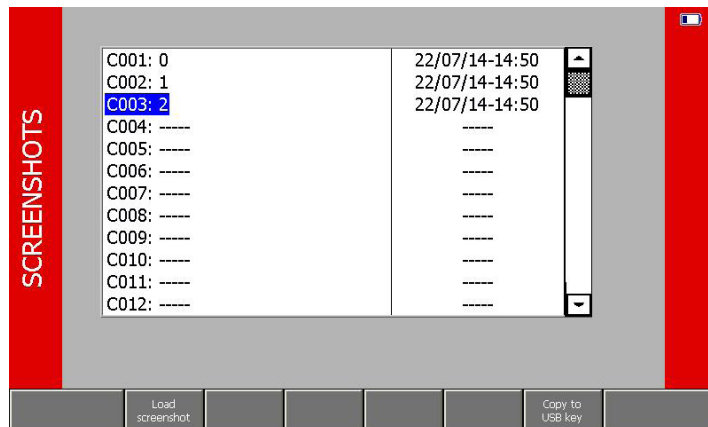
Bei Betätigen von F6  wird dem Bediener der Bereich ARCHIV angeboten, in dem er folgende Wahlmöglichkeiten hat:

- Screenshot Laden (Anzeige eines zuvor gespeicherten Bildschirmfotos)
- Screenshots Löschen (eines oder mehrere der archivierten Bilder löschen)

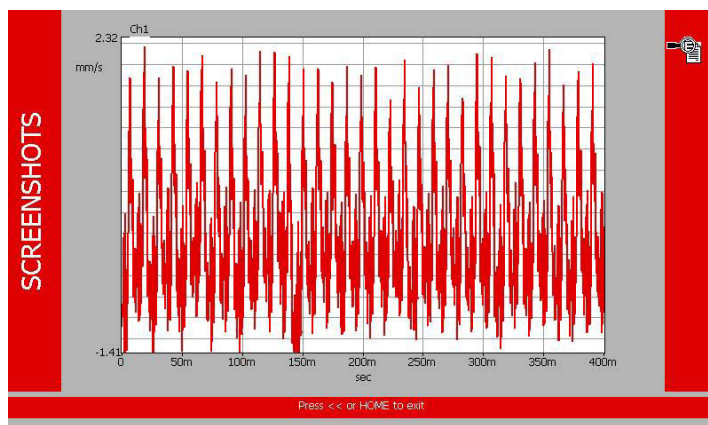


9.1 SCREENSHOT LADEN

Damit werden zuvor gespeicherte Screenshots am Display geladen und können erneut betrachtet werden. Der Bildschirm zeigt eine Liste von Positionen, unter denen die Screenshots abgespeichert worden sind:



Die Wahl des gewünschten Screenshots erfolgt mit den Pfeiltasten  und ; danach einfach F1  betätigen, um den gewählte Screenshot aufzurufen.





Um zur Liste der gespeicherten Screenshots zurückzukehren



drücken; mit



geht es hingegen zurück zum Hauptbildschirm..



DIE GELADENEN SCREENSHOTS SIND MIT DEM SYMBOL



MARKIERT, WOMIT DARAUF HINGEWIESEN WIRD, DASS NICHT DER AKTUELLE SONDERN EIN IN DER VERGANGENHEIT ERFASSTER BILDSCHIRM ANGEZEIGT WIRD.

9.2 SCREENSHOTS LÖSCHEN

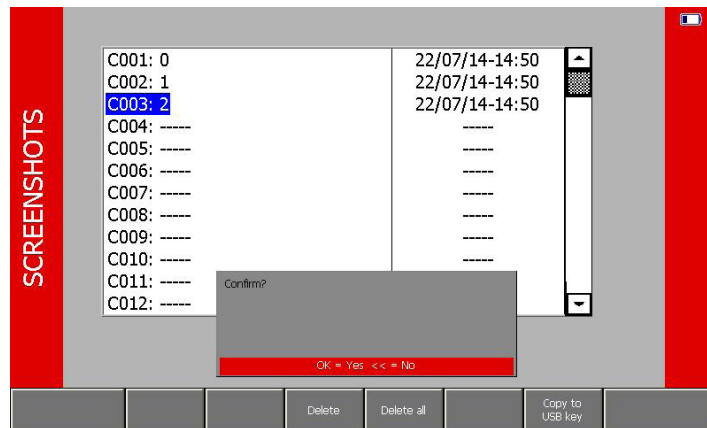
Das Löschen eines Screenshots und Freimachen der entsprechend Speicherposition erfolgt mit der Taste F3

Delete

Mit F4

Delete all

wird hingegen das gesamte Screenshot-Archiv geleert. Der Bildschirm zeigt eine Liste von Positionen, unter denen die Screenshots abgespeichert worden sind.



Im Einzelnen erfolgt die Wahl des Screenshots, der gelöscht werden soll, mit den Pfeiltasten



und



; danach

einfach F3

Delete

betätigen, um den selektierten Screenshot zu löschen.

Mit F4

Delete all

, werden hingegen alle gespeicherten Screenshots auf einmal gelöscht. Bei Betätigung der oben genannten Tasten fordert das nachstehend gezeigte Popup zur Bestätigung des Vorgangs mit der

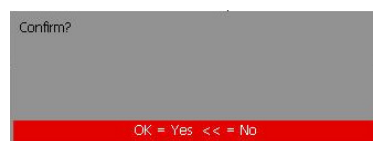
Taste



oder Abbrechen mit der Taste



.auf.



Bezüglich der beiden Funktionen Screenshot Laden und Screenshots Löschen werden mit der Taste F6

Copy to USB key

alle auf dem Instrument gespeicherten Bilddateien in den Ordner „Screenshots“ kopiert, der automatisch auf dem eingesteckten USB-Stick angelegt wird.



SOLLEN AUF DEMSELBEN USB-STICK NEUE SCREENSHOTS GESPEICHERT WERDEN, DANN WERDEN IM ORDNER „SCREENSHOTS“ JEWEILS NEUE MIT DATUM UND UHRZEIT BENANNTE UNTERORDNER ANGELEGT.



DIE TASTEN



UND



, MIT DENEN DIE SELEKTIERTE POSITION JEWEILS UM 10 STELLEN WEITER- ODER ZURÜCKGESROLLT WIRD, KÖNNEN VERWENDET WERDEN, UM DAS ARCHIV RASCH ZU DURCHBLÄTTERN..

10. PROGRAMM CEMB N-Pro (OPTION)

Die in den Geräten N100, N300 und N600 gespeicherten Daten können problemlos an einen PC übertragen werden, auf der Festplatte arrangiert, gespeichert und anschließend analysiert, verglichen und ausgedruckt werden.

Diese Schritte sind dank der CEMB Software N-Pro (Professional Environment for N-Instruments) möglich, die für Microsoft Windows Betriebssysteme zur Verfügung steht.

Die Benutzeroberfläche wurde so gestaltet, dass ihr Gebrauch intuitiv und somit auch für ungeübte Bediener sehr einfach ist.



IN DIESEM KAPITEL WIRD ALLGEMEIN VOM "INSTRUMENT N" ODER "GERÄT N" GESPROCHEN. HIERMIT MEINEN WIR NUR DIE MODELLE N100, N300 UND N600, BEI DENEN DIE SOFTWARE CEMB N-PRO VERWENDET WERDEN KANN (KOMMUNIKATION, UNTERBRINGUNG DER DATEN IM ARCHIV, AUSDRUCKEN...).

ES IST HINGEGEN NICHT MÖGLICH DAS PROGRAMM CEMB N-PRO MIT ANDEREN CEMB INSTRUMENTEN ZU VERWENDEN, AUCH WENN SIE DER FAMILIE N ANGEHÖREN.

10.1 SYSTEMANFORDERUNGEN

Installation und Gebrauch des CEMB Programms N-Pro erfordert:

- mindestens einen Intel Pentium IV Prozessor mit 1GHz oder einen äquivalenten Athlon Prozessor
- Arbeitsspeicher: 512MB (empfehlenswert: 1GB oder höher)
- Freien Platz auf der Festplatte: mindestens 400MB vor der Installation (beinhaltet nicht den Platz, der anschließend vom Datenarchiv besetzt wird)
- Betriebssystem:
 - > Microsoft Windows 2000, mindestens das Service Pack 4
 - > Microsoft Windows XP, mindestens das Service Pack 2
 - > Microsoft Windows Vista
 - > Microsoft Windows 7 (32 und 64 Bit)
 - > Microsoft Windows 8 und 8.1 (32 e 64 bit)
- Bildschirmauflösung 1024x768 oder höher.

10.2 INSTALLIEREN DER SOFTWARE

Zum Installieren der CEMB Software N-Pro ist das Programm setup.exe zu starten, das sich auf der CD-ROM befindet.

Anschließend die Taste  anklicken, ohne irgendeine Option zu verändern.

Auf diese Weise wird die Software im Programmverzeichnis installiert.



ACHTUNG

(NUR FÜR N100 UND N300):

BEIM INSTALLIEREN DER SOFTWARE WIRD EIN VERZEICHNIS MIT DEN DRIVERN FÜR DIE USB KOMMUNIKATION ERSTELLT: ES IST DESHALB WICHTIG, DASS DIE CEMB SOFTWARE N-PRO INSTALLIERT WIRD, BEVOR DAS GERÄT (N100 ODER N300) AM PC ANGESCHLOSSEN WIRD, SONST KÖNNTEN FUNKTIONSSTÖRUNGEN AUFTRETEN.



ERFOLGT EIN UPDATE VON VERSIONEN VOR DER VERSION 1.3.3 UNTER BETRIEBSSYSTEMEN WIE WINDOWS VISTA, WINDOWS 7, UND WINDOWS 8 MÜSSEN DIE FOLGENDEN SCHRITTE AUSGEFÜHRT WERDEN UM DIE SOFTWARE NUTZEN ZU KÖNNEN:

- MIT DER RECHTEN MAUSTASTE DAS SYMBOL DES CEMB PROGRAMMS N-PRO AUF DEM DESKTOP ANKLICKEN
- DAS MENÜ 'KOMPATIBILITÄT' AUFRUFEN
- PRÜFEN, DASS DIE OPTION 'PROGRAMM FÜR FOLGENDEN FUNKTIONSMODUS AUS-FÜHREN:' DEAKTIVIERT IST
- PRÜFEN, DASS DIE OPTION 'PROGRAMM ALS ADMINISTRATOR AUSFÜHREN' DEAKTIVIERT IST



- OK DRÜCKEN

10.3 INSTALLATION DER DRIVER FÜR DIE USB KOMMUNIKATION MIT DEN INSTRUMENTEN N100 UND N300 (NUR FÜR 1.3.4 UND VORHERIGEN VERSIONEN)

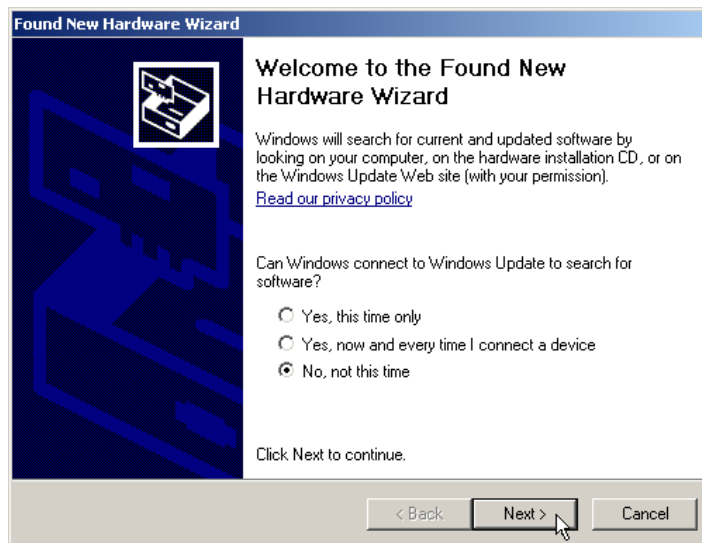
Erst nachdem die CEMB Software N-Pro korrekt installiert wurde, das Gerät N mit Hilfe des mitgelieferten USB Kabels an den PC anschließen; nach einigen Sekunden wird folgendes angezeigt:

Neue Hardware gefunden
USB <-> Serial

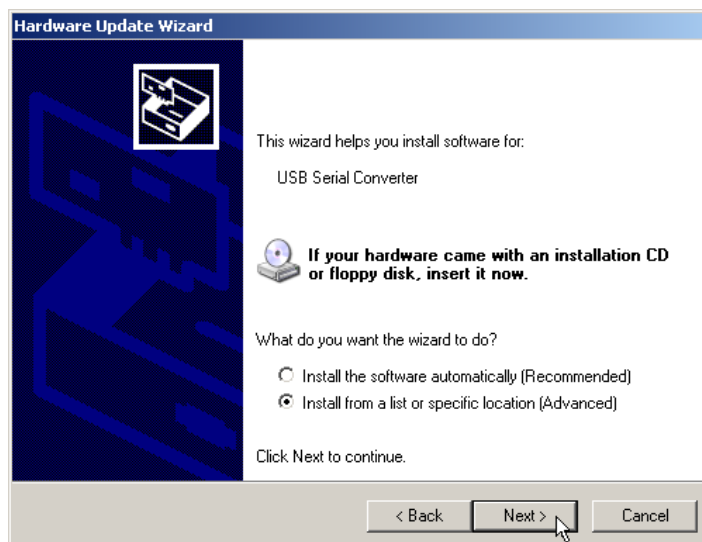
in der Windows Leiste (Ecke unten rechts).

Dann erscheint das Fenster mit der assistierten Prozedur zum Hinzufügen neuer Hardware.

- Bei der Frage, ob Windows dazu autorisiert werden soll, zum Suchen der Driver mit dem Internet Verbindung aufzunehmen, die Option **'Nein, dieses Mal nicht'** wählen und **'Weiter >'** drücken



- Dann **'Von einer bestimmten Position aus installieren (Fortgeschritten)'** und nochmals **'Weiter >'** drücken



- Die Optionen **'Den besten Driver in diesen Pfaden suchen'** und **'Diesen Pfad in die Suche einschließen'** befähigen.
- Mit der Drucktaste **'Suchen'** das Unterverzeichnis **'USB Driver'** in dem Pfad auswählen, in dem die CEMB Software N-Pro installiert wurde. Erst dann auf **'Weiter >'** klicken.

Am Ende dieser assistierten Prozedur ist die Hardware **'USB Serial Converter'** korrekt installiert.

Abwarten, bis in der Windows Leiste eine neue Nachricht erscheint:

Neue Hardware gefunden
USB Serial Port

und bis ein zweites Fenster erscheint: die assistierte Prozedur zum Hinzufügen einer neuen Hardware.

Zum Installieren der Hardware 'USB Serial Converter' genau die gleichen Schritte ausführen.
Erst jetzt können der PC und die Apparate N100 und N300 korrekt miteinander kommunizieren.

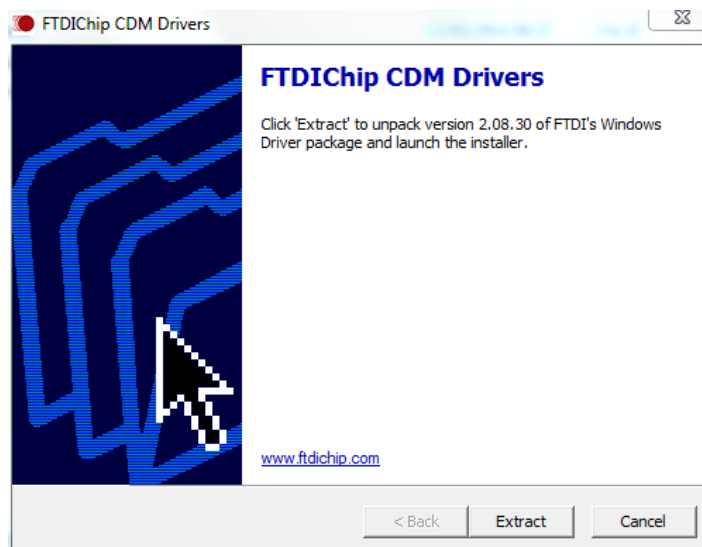


UM DIE INSTALLATION VON SOFTWARE UND DRIVER KORREKT AUSFÜHREN ZU KÖNNEN, MUSS MAN DIE ADMINISTRATOR RECHTE BEIM VERWENDETEN PC HABEN; DIES IST MÖGLICH, WENN MAN EIN LOGIN ALS ADMINISTRATOR VORNIMMT.

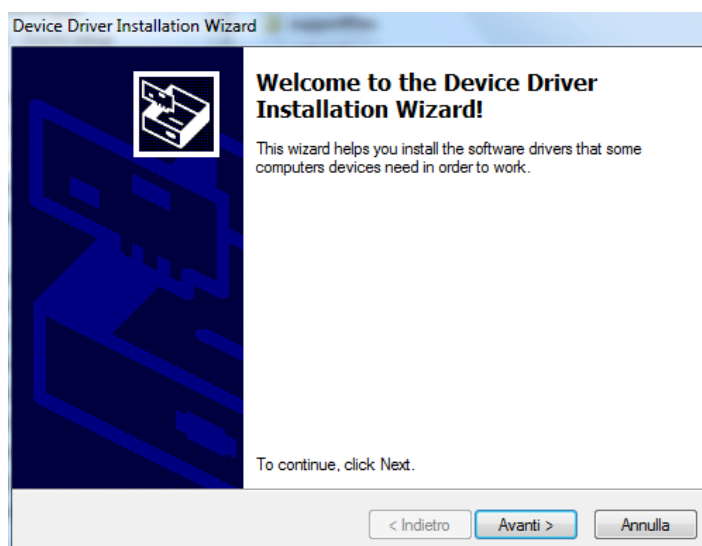
10.4 INSTALLATION DER DRIVER FÜR DIE USB KOMMUNIKATION MIT DEN INSTRUMENTEN N100 UND N300 (NUR FÜR 1.3.5 UND HÖHERE VERSIONEN)

Ab Version 1.3.5 werden die USB-Kommunikationstreiber bei den Geräten N100 und N300 automatisch zusammen mit dem Programm N-Pro installiert.

Nach der Installation des Programms wird das Fenster „FTDICHIP CDM Drivers“ für die Installation der USB-Treiber angezeigt. Extract drücken:



Am Ende wird automatisch das Fenster „Welcome to the Device Driver Installation Wizard!“ angezeigt. „Weiter>“ drücken:



Die erfolgreiche Installation wird mit dem folgenden Bild angezeigt:

Driver Name	Status
✓ FTDI CDM Driver Packa...	Ready to use
✓ FTDI CDM Driver Packa...	Ready to use



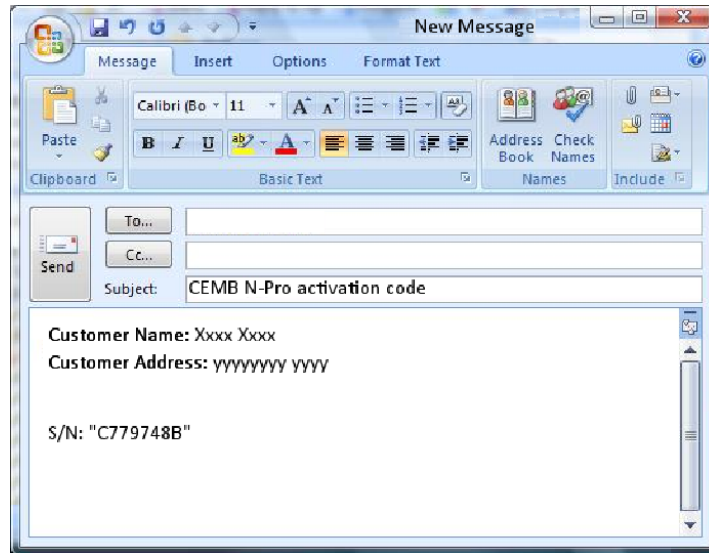
10.5 AKTIVIEREN DER SOFTWARE

Beim ersten Ausführen der Software wird ein aufklappendes Fenster angezeigt, dies gibt die Seriennummer (S/N) der Software an und der Bediener wird zur Eingabe des Aktivierungs-codes aufgefordert.

Diesen kann man per E-Mail beim Kundendienst ,Division Schwingungsanalyse' per E-Mail erfragen (www.cemb.com) Folgendes Objekt angeben: "CEMB N-Pro activation code" und in der E-Mail-Nachricht die eigenen Daten und die Seriennummer (S/N) angeben, die dem Fenster zu entnehmen ist.

Der CEMB Kundendienst antwortet per E-Mail, diese enthält den jeweiligen Aktivierungscode (AC)

Dieser Code ist auch bei der Registrierprozedur einzugeben, die den Gebrauch der Software gestattet.



ACHTUNG

UM DIE REGISTRIERUNG DER **CEMB SOFTWARE N-PRO** ZU VERVOLLSTÄNDIGEN, IST DAS **PRO-GRAMM** MIT **ADMINISTRATORRECHTEN** AUF DEM **PC** ZU STARTEN. ANSCHLIESSEND KANN DAS **PROGRAMM** AUCH VON **BEDIENERN** MIT **BEGRENZTEREN RECHTEN** AUSGEFÜHRT WERDEN.



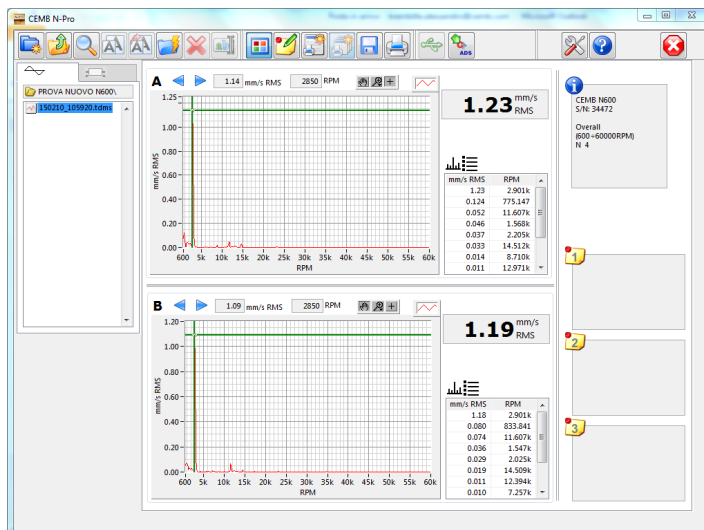
DAS DRÜCKEN VON "SPÄTER REGISTRIEREN" GESTATTET EINEN ZEITWEILIGEN GEBRAUCH DER SOFTWARE IN ERWARTUNG DES KORREKTEN AKTIVIERUNGSCODE DURCH DEN CEMB KUNDENDIENST..



ACHTUNG

DIE INSTALLIERUNG DER **CEMB SOFTWARE N-PRO** ERFORDERT FÜR JEDEN **PC** EINEN ANDEREN **AKTIVIERUNGSCODE** UND JEDER IST BEI **CEMB** MIT DEN OBEN BESCHRIEBENEN **MODALITÄTEN** ANZUFORDERN.

10.6 GEBRAUCH DER SOFTWARE



Mit den Drucktasten auf der Funktionsleiste hat man auf alle in der CEMB Software N-Pro zur Verfügung stehenden Funktionen Zugriff. Besagte Leiste befindet sich im oberen Bildschirmbereich.

Auf der linken Seite ist immer der Inhalt des Datenarchivs zu sehen, unterteilt in:

-  Schwingungsmessungen (Gesamt- oder drehzahlsynchrone Schwingung)
-  Auswuchtungen (nur für instrument N300)

Der verbleibende Platz ist Kontextinformationen reserviert, je nach gerader aktiver Funktion, wie in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben ist.

10.6.1 FUNKTIONSLEISTE

In der Funktionsleiste sind die Drucktasten je nach Typ gruppiert:

• das Datenarchiv betreffende Funktionen:



ein neues Verzeichnis anlegen



den Inhalt des übergeordneten Verzeichnisses anzeigen



im Archiv suchen



das ausgewählte Element kopieren



das ausgewählte Element versetzen



das zu kopierende oder zu versetzende Element in der angezeigten Position einfügen



das ausgewählte Element löschen



das ausgewählte Element umbenennen

• Funktionen zur Anzeige der Archivelemente:



zeigt das ausgewählte Element an



verändert die dem angezeigten Element zugeordneten Anmerkungen (Schwingungs- oder Auswuchtmessung). Für eine maximale Flexibilität können jedem Element 3 unterschiedliche Anmerkungen



zugeordnet werden: der Bediener kann nach eigenem Ermessen die Informationen einfügen, der er Mal für Mal am geeignetsten hält



erzeugt und zeigt einen Report des ausgewählten Elements an



erzeugt und zeigt einen Multi-Report der ausgewählten Elemente an

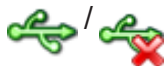


speichert den erzeugten Report (oder Multi-Report) ab



druckt den erzeugten Report (oder Multi-Report) aus

- **Funktion für den Datenimport von den Geräten N100 und N300:**



startet / beendet die automatische Datenimportprozedur vom Gerät N über die USB Verbindung

- **Funktion für den Datenimport von die Gerät N600:**



startet die automatische Datenimportprozedur vom Gerät N600 (Daten, die vorher auf USB-Stick gespeichert)

- **Allgemeine Funktionen:**



Öffnet das Fenster ‚Einstellungen‘



zeigt eine Tafel mit den Informationen zur Software an (Hersteller, Version, ...)

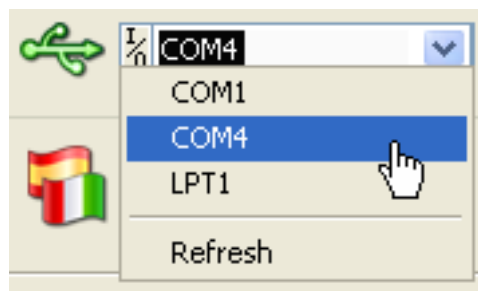


beendet das Programm.

10.7 ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN

In diesem Fenster sind die allgemeinen Betriebsparameter der CEMB Software N-Pro einzustellen, wie:

- der Ausgang des PC, an den das Gerät N angeschlossen werden soll
- dies wird eine der zur Verfügung stehenden seriellen COMx sein, die beim Anklicken des Aufklappmenüs angezeigt werden



UM DEN AUSGANG RICHTIG AUSZUWÄHLEN, SOLLTE MAN WIE FOLGT VORGEHEN:

- MIT DEM NOCH NICHT AN DEN PC ANGESCHLOSSENEN INSTRUMENT N AUF DAS AUF-KLAPPMENÜ KLICKEN UND REFRESH ANWÄHLEN, SICH DIE LISTE DER ZUR VERFÜGUNG STEHENDEN AUSGÄNGE NOTIEREN
- DAS INSTRUMENT N (N100 ODER N300) AN DEN PC ANSCHLIESSEN UND EINIGE SEKUNDEN ABWARTEN
- ERNEUT DAS AUFKLAPPMENÜ ANKLICKEN UND REFRESH ANKLICKEN
- DER AUSGANG, AN DEN DAS GERÄT ANGESCHLOSSEN IST, IST DERJENIGE, DER SICH ZUR NOTIERTEN LISTE HINZUGESSELLT HAT.



ACHTUNG

ES EMPFIEHLT SICH DAS INSTRUMENT **N** IMMER AN DEN GLEICHEN **USB** AUSGANG DES **PC** ANZUSCHLIESSEN. ANDERNFALLS IST DIE NUMMER DES **COM** AUSGANGS IM FENSTER ALLGE-MEINE EINSTELLUNGEN ABZUÄNDERN UND IN EINIGEN FÄLLEN SOGAR DIE **USB DRIVER** INSTALLATION ZU WIEDERHOLEN.

- Die Sprache der Hinweise kann in einem Aufklappmenü gewählt werden, man kann wählen unter:
 Italiano
 English
 Français
 Deutsch
 Español
- Die Modalität der Visualisierung der Frequenzwerte kann mit der entsprechenden Checkbox folgendermaßen eingestellt werden.
 - > Markiert: Die Frequenzen werden in kmin-1 oder kHz angezeigt
 - > Nicht markiert: Die Frequenzen werden in min-1 oder Hz angezeigt
- der Pfad des Basisverzeichnis (DB_N-Pro) des Datenarchivs auf dem PC innerhalb dessen die Unterverzeichnisse auf dem PC erstellt werden:
 - > vibr: für die Schwingungsmessungen
 - > bal: für die Auswuchtdateien (nur für N300)

Nachdem die Werte eingestellt wurden  drücken.

Zum Verlassen des Fensters ohne irgendeine Auswahl getroffen zu haben  drücken.

10.8 ABLESEN DER DATEN AUS DEM INSTRUMENT N100 ODER N300

Nachdem das Instrument N an den PC angeschlossen wurde, nachdem die Einstellung des USB Ausgangs mit der CEMB Software N-Pro überprüft und eventuell abgeändert wurde, kann man automatisch alle im Archiv des Instrument N präsenten Daten auslesen lassen: einfach  anklicken.

Danach braucht man nur noch den Hinweis abzuwarten, der den Abschluss dieser Operation mitteilt, ohne irgendeine Taste drücken zu müssen. Das fortschreitende Auslesen der Daten wird dadurch angezeigt, dass sich eine horizontale Leiste progressiv füllt. Diese Prozedur erzeugt in jedem der beiden Archive (Schwingung und Auswuchtung) ein Verzeichnis, dessen Name unter Zuhilfenahme von Uhrzeit und Datum erzeugt wird und zwar im Format AAMMGG_hhmmss, wobei:

- AA = die letzten beiden Ziffern des Jahres sind
- MM = der Monat des Jahres ist (01 Januar; 02 Februar; ... 12 Dezember)
- GG = Tag des Monats ist
- hh = die Uhrzeit ist (00 ... 23)
- mm = die Minuten sind (00 ... 59)
- ss = die Sekunden sind (00 ... 59)

Auf diese Weise werden die Messungen automatisch in Reihenfolge angezeigt.

Fortgeschrittene Benutzer oder mit besonderen Bedürfnissen können dies Verzeichnis nach Wunsch umbenennen, sowie den gesamten Inhalt oder einen Teil davon kopieren oder versetzen.



DAS DRÜCKEN VON  VOR ABSCHLUSS DES DATENTRANSFERS RUFT EINE SOFORTIGE BEENDIGUNG DIESER OPERATION HERVOR, DIE SOMIT NICHT VERVOLLSTÄNDIGT WIRD.

*LDAS AUSLESEN DER DATEN AUS DEM INSTRUMENT VERÄNDERT AUF KEINERLEI ART UND WEIST DAS IM GERÄT VORHANDENE ARCHIV: NACHDEM DER BEDIENER ÜBERPRÜFT HAT, DASS DER DATENTRANSFER ZUM PC KORREKT ERFOLGT IST, KANN ER ENTSCHIEDEN OB DIE DATEN VOM INSTRUMENT GELÖSCHT WERDEN SOLLEN, SO WIE IN **MESSARCHIV** BESCHRIEBEN IST.*

DIE AUSWUCHTDATEIEN STEHEN NUR FÜR DAS GERÄT N300 ZUR VERFÜGUNG. DAS MODELL N100 FÜHRT HINGEGEN NUR SCHWINGUNGSMESSUNGEN AUS UND SPEICHERT DIESE AB.



10.9 ARCHIV DER VOM INSTRUMENT N100 ODER N300 IMPORTIERTEN DATEN

Die CEMB Software N-Pro unterteilt das Datenarchiv auf dem PC in zwei Unterarchive, eins für die Schwingungsmessungen (Symbol ) und eins für die Auswuchtdaten () , die der Benutzer nach Wunsch handhaben kann. Mit der Taste  können zum Unterteilen der Daten Verzeichnisse und Unterverzeichnisse erstellt werden, diese können z.B. nach Typ, Datum, Bediener, Uhrzeit etc. gegliedert werden. Mit den Tasten  ,  und  kann man einzelne Dateien oder ganze Verzeichnisse kopieren oder versetzen. Auch das Umbenennen oder Löschen eines Elements erfolgt durch einen einfachen Tastendruck.

Um die Nutzung des Datenarchivs zu erleichtern steht auch eine nützliche Suchfunktion  , zur Verfügung, einfach den Namen (oder einen Teil von ihm) eingeben, nach dem man suchen möchte. Sollte im Archiv eines oder mehrere Elemente vorhanden sein, die die Suchkriterien erfüllen, werden diese nacheinander durch Drücken der Taste „nächster“  präsentiert.

10.10 ABLESEN DER DATEN AUS DEM INSTRUMENT N600

Nach dem Exportieren auf einem USB-Stick Route (Datei mit dem Namen *.ads), auf dem gespeichert sind, die mit N600 Instrument gesammelten Daten, schließen Sie die Stick, um die PC-USB-Port. Die Ikone  anwählen: Ein Popup-Fenster den Export von Datei *.ads bestätigen:



Im Zuge dieses Verfahrens wird im Archiv „Vibration“ (Symbol ) ein Ordner angelegt, dessen Name je nach Typologie der importierten Route variiert.

- Route Soft: Der Ordner und die Unterordner erhalten generell die Bezeichnung Plant > Group > Machine > Channel A_B; die ermittelten Werte werden hierin „YYMMDD_hhmmss.tdms“ genannt, in der spezifischen:
 - > YY: Die letzten beiden Ziffern des Jahres
 - > MM: Monat des Jahres (01. Januar; 02. Februar; ... 12. Dezember)
 - > DD: Tag des Jahres
 - > hh: Stunde der Uhrzeit (00 ... 23)
 - > mm: Minuten (00 ... 59)
 - > ss: Sekunden (00 ... 59)
- Route Strict: Ordner und Unterordner mit den Namen, die ihnen während der Phase des Anlegens der Route mit der Software RouteManager erteilt wurden. Hierin sind die ermittelten Werte mit dem Namen „YYMMDD_hhmmss.tdms“ enthalten (siehe oben die Beschreibung der Route Soft).

Nutzer mit besonderen oder höheren Anforderungen können diesen Ordnern nach Belieben neue Namen erteilen; außerdem können sie deren Inhalt ganz oder teilweise kopieren oder verschieben, wohin sie möchten.

Wie für die Datenverteilung , nach dem Exportieren die Datei "Unb_Data.ini" auf USB-Stick, auf dem auf N600 gespeichert

gespeicherten Programme; dieser wird daraufhin an die USB-Schnittstelle des PC angeschlossen. Das Icon  und der Pfad wählen, zu Dateien zu erhalten.

Im Zuge dieses Verfahrens wird im Archiv „Vibration“ (Symbol ) ein Ordner angelegt, dessen Name „YYMMDD_hhmmss“ lautet (siehe oben die Angaben zur Benennung).

Im Inneren befindet sich die einzelnen Auswuchtprogramme; diese werden so genannt, wie es auf dem Instrument N600 sichtbar ist (Pxxx.N3b).

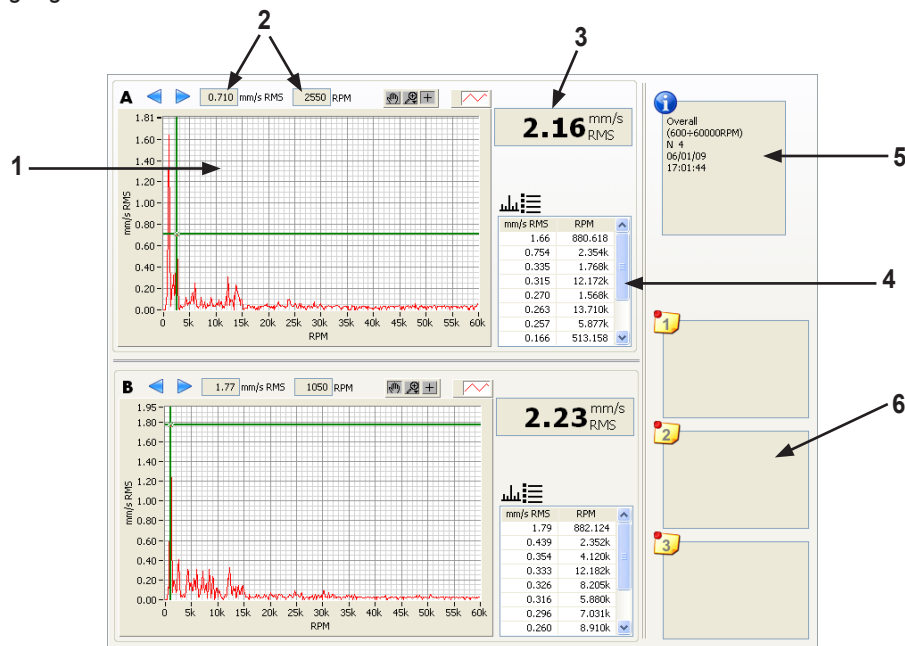
10.11 ANZEIGE DER IM ARCHIV PRÄSENTEN DATEN

Nachdem man eine Datei des Archivs ausgewählt hat, kann man sich den Inhalt durch Drücken von  klar und im Detail ansehen.

Für die diversen Datentypen wird man folgendes vorfinden:

1. Grafik des Spektrums (auf dem Instrument N100 oder N300 nicht direkt anzeigbar)
2. Cursorposition und -Wert
3. Gesamtschwingung
4. Liste mit den Spitzenwerten
5. Informationen und Parameter der Messung
6. Zur Messung gehörende Anmerkungen

Messen der Gesamtschwingung:



10.12 SPEZIELLE FUNKTIONEN FÜR DIE GRAFIKEN DES SPEKTRUMS

• Cursor

Auf der Grafik befindet sich ein Cursor, der schrittweise nach links oder nach rechts bewegt werden kann, durch Anklicken oder durch Drücken von  

Wählt man hingegen , kann man den Cursor direkt anklicken und diesen bei gedrückter linker Maustaste schnell in die gewünschte Position ziehen.

• Zoom

Klickt man auf die Taste , kann man zwischen den diversen Zoommöglichkeiten wählen :

- >  (Rechteck vergrößern): einen Punkt anklicken und den Cursor weiterziehen, so kann man das Rechteck auswählen, das man vergrößern möchte
- >  (zoom x) : einen Punkt anklicken und den Cursor horizontal verschieben; so kann man den X-Achsen-Abschnitt auswählen, den man vergrößern möchte
- >  (zoom y) : einen Punkt anklicken und den Cursor vertikal verschieben; so kann man den Y-Achsen-Abschnitt auswählen, den man vergrößern möchte
- >  (Auto-Skala) : klickt man die Grafik an, werden die Achsenendwerte automatisch angepasst, auf Grundlage dessen, was angezeigt wird
- >  (zoom in) : klickt man auf einen Punkt, wird der Bereich um den Punkt herum vergrößert



>  (zoom out) : klickt man auf einen Punkt, wird ein größerer Bereich um den Punkt herum vergrößert.

• Verschieben der Grafik ins Fenster

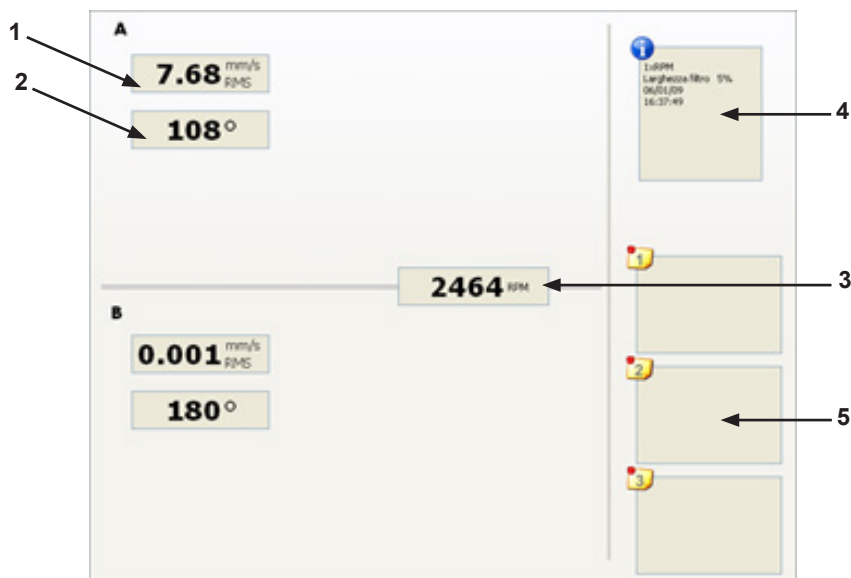
Nachdem man  , ausgewählt hat, kann man einen Punkt der Grafik anklicken und ohne die Maustaste freizugeben die Grafik in das Innere des Fensters verschieben. Dies entspricht praktisch einem Wechsel der Anfangs- und Endwerte beider Achsen, ohne jedoch die Skala zu verändern. Bringt man den Cursor wieder aus dem Fenster heraus, kehrt die Grafik in ihre vorherige Position zurück.



DIE AXSENANFANGS- UND ENDWERTE KÖNNEN EINZELN VERÄNDERT WERDEN, EINFACH ANKLICKEN UND EINEN NEUEN WERT VON DER TASTATUR AUS EINGEBEN.

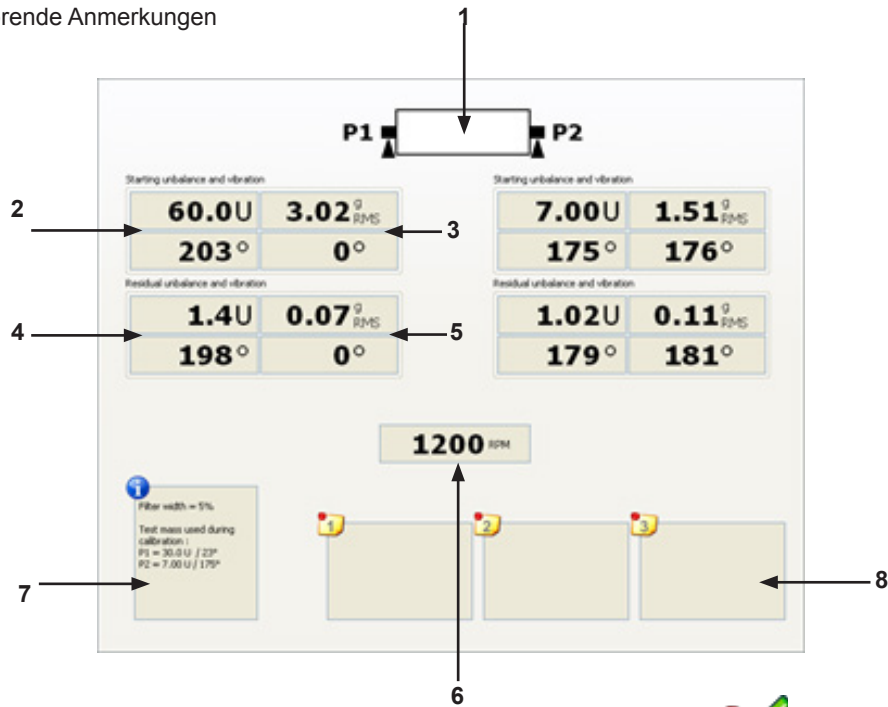
10.13 MESSUNG DER DREHZAHLSYNCHRONEN SCHWINGUNGSGRÖSSE (NUR FÜR INSTRUMENTEN N100 UND N300)

1. Umfang der drehzahlsynchronen Schwingungsgröße
2. Phase der drehzahlsynchronen Schwingungsgröße
3. Frequenz der drehzahlsynchronen Schwingungsgröße
4. Informationen und Parameter der Messung
5. zur Messung hörende Anmerkungen



10.14 AUSWUCHTDATEN (NUR FÜR INSTRUMENTEN N300 UND N600)

1. Auswuchtart (in einer oder zwei Ebenen)
2. Größe (in allgemeiner Einheit U) und Phase der Ausgangsunwucht
3. Größe und Phase der Ausgangsunwucht
4. Größe (in allgemeiner Einheit U) und Phase der Endunwucht (d.h. nach dem Auswuchten)
5. Größe und Phase der Endschwingung (d.h. nach dem Auswuchten)
6. Rotordrehzahl
7. Informationen und Parameter der Messung
8. Zur Messung gehörende Anmerkungen



Die zu jeder Messung gehörenden Anmerkungen können jederzeit durch Drücken von  verändert werden. Diese Möglichkeit stellt eine gute Hilfe nach der Datenanalyse dar: der Bediener kann nicht nur Bemerkungen oder Kommentare zu den Messwerten oder –Typen hinzufügen sondern auch zu den Messbedingungen. Es können weiterhin Erinnerungshilfen für zukünftige Eingriffe eingefügt werden, sowie Anmerkungen, die man für bedeutungsvoll hält.

Bei den Auswuchtungen empfiehlt es sich z.B. anzumerken, welchen physikalischen Einheiten (mg, g, kg, g·mm, g·cm, g·m, ...) die allgemeinen Einheiten U entsprechen.

10.15 ERSTELLEN UND AUSDRUCKEN VON ZERTIFIKATEN (REPORT)

Mit der CEMB Software N-Pro kann man problemlos kundeneigene Zertifikate erstellen und ausdrucken, sowohl über die Schwingungsanalyse als auch zu den Auswucharbeiten.

Nach dem Drücken der Taste  reicht es aus, für das zu erstellende Zertifikat ein Modell (template) auszuwählen. Dies Modell ist eine einfache HTML Datei, die der Bediener unter Zuhilfenahme irgendeines HTML Editors selbst erstellen oder nach eigenen Bedürfnissen anpassen kann. Das CEMB Programm N-Pro sorgt für die Erstellung des reports, indem innerhalb der Template einige vordefinierte Codes verändert werden, mit den dazugehörigen Werten der angezeigten Messung.

Das Ergebnis wird in einem eigens dafür vorgesehenen Fenster angezeigt und die folgenden Funktionen werden befähigt:

-  : Abspeichern des soeben erstellten reports , unter Angabe von Name und Position
-  : Ausdrucken des angezeigten reports, unter Auswahl eines der beim PC installierten Drucker.



IST AM PC EIN VIRTUELLER PDF DRUCKER INSTALLIERT (Z.B. PDFCREATOR, ...), REICHT ES AUS DIESEN FÜR EIN ZERTIFIKAT IM PDF FORMAT ANZUWÄHLEN, ANSTELLE EINES AUF PAPIER AUSGEDRUCKTEN ZERTIFIKATS. DIES KANN DANN AUF DER FESTPLATTE IN DER GEWÜNSCHTEN POSITION UND UNTER EINEM BELIEBIGEN NAMEN ABGESPEICHERT WERDEN, WAS NICHT NUR EINE BEQUEME ARCHIVIERUNG GESTATTET, SONDERN AUCH EIN SPÄTERES ABSCHICKEN PER E-MAIL. EINE KOPIE KANN AUSSERDEM AUCH ZU EINEM SPÄTEREN ZEITPUNKT AUF PAPIER AUSGEDRUCKT WERDEN, EINFACH DAS PDF DOKUMENT AUSDRUCKEN.



UM DEM **BEDIENER** DIE **ARBEIT** ZU **ERLEICHTERN**, STELLT DAS **CEMB PROGRAMM N-Pro** BEREITS EINIGE **TEMPLATES** ZUR **VERFÜGUNG**. **DIESE MODELLE** KÖNNEN ALS **GRUNDLAGE** DIENEN UND **ANSCHLIESSEND** NACH **WUNSCH** **ANGEPASST** WERDEN. **BESAGTE MODELLE** BEFINDEN SICH IM **UNTERVERZEICHNIS REPORT TEMPLATES** DES **N-Pro** **VERZEICHNISSES**, IM DEM DAS **PROGRAMM** **INSTALLIERT** IST.



ACHTUNG

MÖCHTE MAN **EINE** DER **BEREITS** IM **VERZEICHNIS REPORT TEMPLATES** **VORHANDENEN** **TEMPLATES** **ANPASSEN**, DAS **ABGEÄNDERTE** **MODELL** **UNTER** EINEM **ANDEREN** **NAMEN** ODER **IN** EINEM **ANDEREN** **VERZEICHNIS** **ABSPEICHERN**. EIN **ZUKÜNFTIGES** **UPDATE** DER **N-Pro** **SOFTWARE** **ÜBERSCHREIBT** DIE VON **CEMB** **GELIEFERTEN** **TEMPLATES** **GEMEINSAM** MIT DEM **PROGRAMM**.



DIE **LISTE** DER **IN** DEN **TEMPLATES** **VERWENDBAREN** **CODES** UND IHRE **BEDEUTUNGEN** **SIND** IM **ANHANG E** **AUFGEFÜHRT**, **GENAU** SO **WIE** **EINIGE** **EMPFEHLUNGEN** ZUR **ERSTELLUNG** **KUNDENEIGENER** **ZERTIFIKATE**..

10.16 ERSTELLUNG UND DRUCK VON MEHRFACHMESSUNGEN ENTHALTENDEN ZERTIFIKATEN (MULTI-REPORT)

Aber der Version 1.3 ist es mit der CEMB N-Pro Software möglich, auf sehr einfache Art und Weise persönlich gestaltete Zertifikate mit unterschiedlichen Mess- und Auswuchtdaten zu erstellen und auszudrucken. So kann in einem einzigen Dokument eine Reihe Messungen zusammengefasst werden, die nacheinander und auch an verschiedenen Punkten unterschiedlicher Maschinen gemacht wurden.

Dank des mit Templates arbeitenden Konzepts kann das Zertifikat persönlich gestaltet werden: die für ein Mehrfachzertifikat (Multi-Report) vordefinierten Codes bestehen aus zwei Teilen:

- Der auszuwechselnde Informationscode (identisch mit dem Report einer Einzelmessung)
- Die progressive Nummer der Messung, auf die sich der Code bezieht

Die Schritte zum Erstellen eines Mehrfachzertifikats sind sehr einfach:

1. mit 'CTRL + click' oder 'SHIFT + click' alle Messungen im Archiv auswählen, die im Multi-Report zusammengefasst werden sollen, diese müssen alle im gleichen Verzeichnis enthalten sein
2. die Drucktaste  betätigen
3. das gewünschte Template auswählen.



BESCHREIBUNG, **AUFLISTUNG** UND **BEDEUTUNG** DER **IN** DEN **TEMPLATES** DER **MULTI-REPORTS** **VERWENDBAREN** **CODES** **SIND** IM **ANHANG E** **AUFGEFÜHRT**.

Anhang A

TECHNISCHE DATEN

Apparat

- Abmessungen: ca. 225 x 200 x 50 mm
- Gewicht: 1.4 kg

Arbeitsumgebung

- Temperatur: von -10° bis +50° C
- Luftfeuchtigkeit: von 0 bis 95% ohne Kondenswasser

Stromversorgung

- Wieder aufladbare Lithium Batterie zu 6 Ah
- Ladedauer: weniger als 5 Stunden (bei komplett entladener Batterie)
- Netzteil – Ladegerät für 100-240 V, 50/60 Hz (24 V, 1.5 A)
- Autonomie: mehr als 8 Stunden bei einem normalen Gebrauch des Apparats

Display

- 7" TFT LCD Farbdisplay mit LED-Hintergrundbeleuchtung
- A/D Wandler: Auflösung 24 bit

Tastatur

- 28 Tasten, einschließlich 6 Funktionstasten

Eingangskanäle

- 2 unabhängige und simultane Messkanäle (Beschleunigungs-, Geschwindigkeits- und Wegaufnehmer mit 5V-PP max. Signal)
- 1 Kanal f. Photozelle (Drehzahl und Winkelreferenz)
- 2 USB-Ports für Datenaustausch

Anschließbare Sensoren

- Beschleunigungsmesser
- Geschwindigkeitsmesser
- Annäherungssensor
- Allgemein, mit max. Signal 5 V-PP
- Photozelle 30-250.000 RPM

Tragbarer Drucker (Option)

- Abmessungen: 146 x 88 x 65 mm
- Gewicht: 0,360 kg (ohne Papierrolle)
- Druck auf normalem oder selbstklebendem Papier
- Papierbreite: 57,5 mm ± 1 mm

Funktionen

- Messung der Gesamtschwingung (Beschleunigung, Geschwindigkeit, Verschiebung)
- Messung der Schwingungsphase
- Analyse der Schwingung in der Frequenzdomäne
- Monitoring der Gesamtschwingung in Abhängigkeit von Zeit oder Geschwindigkeit (Bode-Diagramm)
- Wuchtung von rotierenden Teilen unter Betriebsbedingungen an 1 oder 2 Ebenen
- Sinusform

Messmethode

- Wirksamer Wert (RMS)
- Spitzenwert (Pk)
- Spitze zu Spitze (PP)

**Maßeinheit**

- Beschleunigung: [g]
- Geschwindigkeit: [mm/s] oder [mils]
- Verschiebung: [µm] oder [mils]
- Frequenz: [Hz] oder [RPM]

Vibrometer-Funktion

- Messung der Gesamtschwingung
- Einstellbare Höchsthfrequenz (100; 500; 1000 Hz; 2.5; 5; 10 KHz)
- Messung von Wert und Phase der Grundschiwingung 1x
- Messung Rotationsgeschwindigkeit

FFT-Funktion (Frequenzanalyse)

- FFT-Analyse (manuell/Trigger)
- Einstellbare Höchsthfrequenz (100; 500; 1000 Hz; 2.5; 5; 10 KHz)
- Auflösung (100; 200; 400; 800; 1600; 3200 Linien)
- Anzahl von Mittelwerten: von 1 bis 16
- Liste der Hauptspitzen

Monitorfunktion - Datenlogger

- Aufzeichnung und Angabe der Entwicklung des Gesamtwerts der Schwingung im Zeitverlauf
- Speicherung und Anzeige des Verlaufs von Schwingung und Phase beim Variieren der Rotationsgeschwindigkeit

Auswuchtungsfunktion

- Anzahl der Korrektorebenen: von 1 bis 2
- Graphische Anzeige der Messstabilität
- Schritt für Schritt angeleiteter Auswuchtungsvorgang mit der Möglichkeit zwischendurch Editing- und Änderungsvorgänge vorzunehmen
- Vektorielle Zerlegung der Unwucht
- Korrektur durch Hinzufügen oder Wegnehmen von Material

Anhang B

BEURTEILUNGSKRITERIEN

DIN ISO 10816-3 Mechanische Schwingungen - Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen - Teil 3: Industrielle Maschinen mit Nennleistungen über 15 kW und Nenndrehzahlen zwischen 120 min⁻¹ und 15000 min⁻¹ bei Messungen am Aufstellungsort

Einleitung

Die Norm ISO 10816-1 stellt das Grundlagendokument dar, in dem die allgemeinen Anforderungen für die Bewertung von Schwingungen an unterschiedlichen Maschinentypen beschrieben werden, wenn die Schwingungsmessungen an nicht-rotierenden Teilen vorgenommen werden. Sie liefert eine spezifische Anleitung zur Einschätzung des Schweregrads von Schwingungen, die an Lagern, Lagerhalterungen oder Gehäusen von industriellen Maschinen gemessen werden, wenn die Messungen am Aufstellungsort vorgenommen werden.

Messpunkte

Normalerweise sollten die Messungen an sichtbaren und üblicherweise zugänglichen Maschinenteilen vorgenommen werden. Es muss dafür gesorgt werden, dass die Messungen einigermaßen repräsentativ für die vorhandenen Schwingungen am Lagersitz sind und keinerlei lokale Resonanz oder Verstärkung enthalten. Die Position und Richtung der jeweiligen Schwingungsmessung müssen so ausgelegt sein, dass eine angemessene Empfindlichkeit für die dynamischen Kräfte der Maschine gewährleistet wird. Allgemein sind hierzu zwei radiale, im rechten Winkel zueinander angeordnete Messpositionen an jedem Gehäuse bzw. jeder Lagerhalterung erforderlich, entsprechend Abbildung 1 und 2.

Die Sensoren können in beliebiger Winkelung an den Aufnahmen oder Halterungen der Lager angebracht werden. Bei horizontal montierten Maschinen empfiehlt sich üblicherweise eine vertikale und horizontale Anordnung der Sensoren. Bei geneigt oder vertikal aufgestellten Maschinen entspricht die Position, welche die Messung der stärksten Schwingungen (normalerweise in Richtung der elastischen Achse) liefert, einer der verwendeten. In einigen Fällen kann es empfehlenswert sein, eine Messung auch in Achsrichtung durchzuführen.

An einem Gehäuse oder einer Lagerhalterung kann ein Sensor allein anstelle des üblichen, rechtwinklig angeordneten Sensorpaars verwendet werden, wenn bekannt ist, dass dieser Sensor ausreichende Informationen über die Schwingungsamplitude der Maschine liefert. Dennoch sind Vorkehrungen zu treffen, wenn die Schwingungen mit nur einem Sensor auf einer Messebene beurteilt werden, da die Gefahr besteht, dass deren Ausrichtung nicht dazu geeignet ist, eine angemessene Annäherung an den Maximalwert für diese Ebene zu liefern.

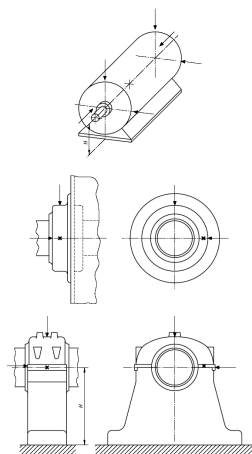


Abbildung 1 Messpunkte

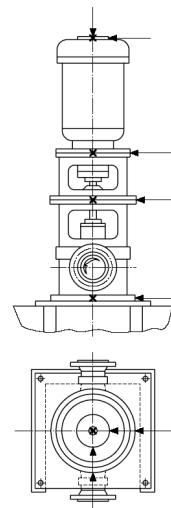


Abbildung 2 Messpunkte für gruppen vertikal-Maschinen

KLASSIFIZIERUNG NACH MASCHINENTYP, NENNLEISTUNG ODER ACHSHÖHE

Die erheblichen Unterschiede bei Entwurf und Typ bzw. bei den Lagern und Halterungsstrukturen erfordern eine Unterteilung in unterschiedliche Maschinengruppen (bezüglich Achshöhe H, siehe ISO 496). Die Maschinen der 4 folgenden Grup-



pen können horizontale, vertikale oder geneigte Achsen haben und starr oder elastisch gelagert sein.

Gruppe 1: Große Maschinen mit Nennleistung über 300 kW; elektrisch angetriebene Maschinen mit Achshöhe $H \geq 315$ mm. Normalerweise haben diese Maschinen Muffenlager. Der Bereich der Betriebs- bzw. Nenndrehzahl ist relativ weit und reicht von 120 min⁻¹ bis 15.000 min⁻¹.

Gruppe 2: Mitttelgroße Maschinen mit Nennleistung von 15 kW bis einschl. 300 kW; elektrisch angetriebene Maschinen mit Achshöhe $H 160 \text{ mm} \leq < 315 \text{ mm}$. Normalerweise haben diese Maschinen Wälzlager und Betriebsdrehzahlen über 600 min⁻¹.

Gruppe 3: Pumpen mit Flügelrad und separatem Antrieb (Kreiselpumpen, mit gemischtem oder axialem Fluss) mit Nennleistung über 15 kW. Die Maschinen dieser Gruppe können Muffen- oder Wälzlager haben.

Gruppe 4: Pumpen mit Flügelrad und eingebautem Antrieb (Kreiselpumpen, mit gemischtem oder axialem Fluss) mit Nennleistung über 15 kW. Die Maschinen dieser Gruppe sind normalerweise mit Muffen- oder Wälzlager ausgerüstet.

KLASSIFIZIERUNG NACH ELASTIZITÄT DER LAGERUNG

Die Elastizität der Lagerungsgruppe in den aufgeführten Richtungen wird in zwei Gruppen eingestuft:

- starre Lagerung;
- elastische Lagerung.

Diese Lagerungsbedingungen werden durch das Verhältnis zwischen der Elastizität der Maschine und der ihres Fundaments bestimmt. Wenn die niedrigste natürliche Frequenz des kombinierten Systems Maschine-Lagerung in Messrichtung um mindestens 25% höher ist als die Haupteinregungsfrequenz (meistens entspricht diese der Rotationsfrequenz), dann kann das Lagerungssystem als starr gelten. Alle anderen Lagerungssysteme gelten als elastisch.

Typische Beispiele: große und mittlere Elektromotoren mit vorwiegend niedrigen Drehzahlen werden starr gelagert, während Turbogeneratoren und Kompressoren mit Leistung über 10 MW und vertikale Maschinengruppen normalerweise elastisch gelagert werden.

Unter bestimmten Umständen kann die Lagerungseinheit in einer Richtung starr und in der anderen elastisch sein. Zum Beispiel kann die niedrigste natürliche Frequenz in vertikaler Richtung weit über der Haupteinregungsfrequenz liegen, während die natürliche Frequenz in horizontaler Richtung erheblich geringer ausfällt. Ein solches System wäre in der vertikalen Ebene starr, in der horizontalen jedoch elastisch. In diesen Fällen sind die Schwingungen auf Grundlage der Lagerklassifikation zu beurteilen, die der Messrichtung entspricht.

Falls die Klasse des Systems Maschine-Lagerung sich nicht leicht aus Zeichnungen oder Berechnungen erschließen lässt, kann sie anhand von Versuchen ermittelt werden.

BEWERTUNGSBEREICHE

Folgende Bewertungsbereiche werden definiert, um eine qualitative Einschätzung der Schwingungen einer Maschine vorzunehmen und um etwaige Leitlinien für die erforderlichen Messungen zu liefern.

Bereich A: Die Schwingungen der Maschine liegen bei der ersten Inbetriebnahme allgemein in diesem Bereich.

Bereich B: Maschinen mit Schwingungen in diesem Bereich gelten normalerweise als akzeptabel für den uneingeschränkten Langzeiteinsatz.

Bereich C: Maschinen mit Schwingungen in diesem Bereich gelten normalerweise als nicht geeignet für den kontinuierlichen Langzeiteinsatz. Allgemein kann die Maschine unter diesen Bedingungen über einen beschränkten Zeitraum hinweg betrieben werden, bis sich die Gelegenheit für Reparaturmaßnahmen bietet.

Bereich D: Schwingungswerte in diesem Bereich gelten allgemein als so schwerwiegend, dass sie Maschinenschäden verursachen.

Die an den Zonengrenzen zugewiesenen Zahlenwerte sollen nicht als spezifische Akzeptanz, die Gegenstand der Vereinbarung zwischen Maschinenhersteller und Kunde muss zu dienen. Allerdings sind diese Werte Leitlinien zur Verhinderung von größeren Störungen oder Platzierung unrealistische Anforderungen. In bestimmten Fällen, für eine gegebene Maschine in bestimmten konstruktiven Lösungen, die Einführung von verschiedenen Werten (höher oder tiefer) an den Zonengrenzen erfordern würde angenommen werden. In diesen Fällen ist es im Allgemeinen notwendig, dass der Hersteller der Maschine werden die Gründe und der Bestätigung, insbesondere zu erklären, dass die Maschine würde nicht Schaden, der durch einen weiteren Betrieb mit Vibrationswerte leiden.

GRENZEN DER BEWERTUNGSBEREICHE

Situation A.1

Klassifikation der Schwerebereiche für die Schwingungen von Maschinen der Gruppe 1: Große Maschinen mit Nennleistung über 300 kW jedoch maximal 50 MW; elektrisch angetriebene Maschinen mit Achshöhe $H \geq 315$ mm

Lagerungsart	Bereichsgrenze	Wirksame Verschiebung, μm	Wirksame Geschwindigkeit mm/s
Starr	A/B	29	2,3
	B/C	57	4,5
	C/D	90	7,1
Elastisch	A/B	45	3,5
	B/C	90	7,1
	C/D	140	11,0

Situation A.2

Klassifikation der Schwerebereiche für die Schwingungen von Maschinen der Gruppe 2: Mitttelgroße Maschinen mit Nennleistung über 15 kW bis einschl. 300 kW; elektrisch angetriebene Maschinen mit Achshöhe H $160 \text{ mm} \leq H < 315 \text{ mm}$

Lagerungsart	Bereichsgrenze	Wirksame Verschiebung, μm	Wirksame Geschwindigkeit mm/s
Starr	A/B	22	1,4
	B/C	45	2,8
	C/D	71	4,5
Elastisch	A/B	37	2,3
	B/C	71	4,5
	C/D	113	7,1

Situation A.3

Klassifikation der Schwerebereiche für die Schwingungen von Maschinen der Gruppe 3: Pumpen mit Flügelrad und separatem Antrieb (Kreiselpumpen, mit gemischtem oder axialem Fluss) mit Nennleistung über 15 kW

Lagerungsart	Bereichsgrenze	Wirksame Verschiebung, μm	Wirksame Geschwindigkeit mm/s
Starr	A/B	18	2,3
	B/C	36	4,5
	C/D	56	7,1
Elastisch	A/B	28	3,5
	B/C	56	7,1
	C/D	90	11,0

**Situation A.4**

Klassifikation der Schwerebereiche für die Schwingungen von Maschinen der Gruppe 4: Pumpen mit Flügelrad und eingebautem Antrieb (Kreiselpumpen, mit gemischtem oder axialem Fluss) mit Nennleistung über 15 kW

Lagerungsart	Bereichsgrenze	Wirksame Verschiebung, μm	Wirksame Geschwindigkeit mm/s
Starr	A/B	11	1,4
	B/C	22	2,8
	C/D	36	4,5
Elastisch	A/B	18	2,3
	B/C	36	4,5
	C/D	56	7,1

Anhang C

LEITFADEN ZUR INTERPRETATION EINES SPEKTRUMS

TYPISCHE FÄLLE VON VIBRATIONEN BEI MASCHINEN

1. KURZER LEITFADEN ZUR ERSTEN ORIENTIERUNG

Bei der Kontrolle gemessene Größen

f = Vibrationsfrequenz [Zyklen/min] oder [Hz]

s = Bewegungsausschlag [μm]

v = Vibrationsgeschwindigkeit [mm/s]

a = Vibrationsbeschleunigung [g]

n = Rotationsgeschwindigkeit (Drehzahl) eines Teiles [U/min]

Erfassen der Frequenz	Ursachen	Anmerkungen
1) $f = n$	Unwucht rotierender Körper	Intensität proportional zur Unwucht, überwiegend in radialer Richtung, wächst mit der Geschwindigkeit an
	Durchbiegung des Rotors	Manchmal empfindliche axiale Vibrationen
	Resonanz rotierender Körper	Kritische Geschwindigkeit nahe bei n , Vibrationsintensität sehr hoch
	Exzentrisch montierte Wälzlager	Es empfiehlt sich das Auswuchten des auf seine Lager montierten Rotors
	Ausrichtungsfehler	Auch erhebliche axiale Vibration präsent, mehr als 50% der transversalen Vibration; auch häufig $f=2n, 3n$.
	Exzentrizität von Riemenscheiben, Zahnrädern etc	Wenn Rotationsachse nicht mit geometrischer Achsen zusammenfällt
	Unregelmäßigkeiten des Magnetfeldes in elektrischen Maschinen	Die Vibration verschwindet beim Unterbrechen des Stroms
	Riemenlänge ist ein exaktes Vielfaches der Riemenscheibenausdehnung	Mit dem Stroboskop können Riemen und Riemenscheibe gleichzeitig blockiert werden
2) $f \cong n$ mit Schwebungen	Zahnrad mit defektem Zahn	Überlagert sich häufig mit durch Unwucht verursachter Vibration
	Wechselnde Kräfte	Es ist die zweite und dritte Harmonische präsent
	Überlagerung von Defekten durch mechanische Unwucht und Unregelmäßigkeiten im Magnetfeld	Bei Asynchronmotoren; Schwebung wird durch Gleiten hervorgerufen



3) $f \cong (0,40 \div 0,45) n$	Gleitlager mit defekter Schmierung Wälzlagergehäuse defekt	Bei hohem n , oberhalb der 1. kritischen Mit Stroboskop kontrollieren Präzessionsbewegung des Zapfens (oil whirl) Eventuelle Harmonische
4) $f = \frac{1}{2} n$	Mechanische Labilität des Rotors Lockere Gleitlagerschalen Mechanisches Versagen	Ist eine Sub-Harmonische, die oft auftritt aber selten von Wichtigkeit ist. Häufig präsent auch $f = 2n, 3n, 4n$ und halbe Harmonische
5) $f = 2n$	Ausrichtungsfehler Mechanische Lockerungen	Es sind auch starke axiale Vibration präsent. Gelockerte Schrauben, zu großes Spiel beweglicher Teile und der Lager, Risse und Brüche in der Struktur: Präsenz von Sub-Harmonischer und oberer Harmonischer
6) f ist ein genaues Vielfaches von n	Wälzlager fehlerhaft ausgerichtet oder im Sitz forciert. Defektes Zahnrad (Getriebe) Ausrichtungsfehler mit zu großen axialen Spielen Laufräder mit Schaufeln (Pumpen, Ventilatoren)	Frequenz = $n \times$ Anzahl Kugeln oder Rollen. Mit Stroboskop kontrollieren. $f = z n$ (z = Anzahl defekter Zähne). Bei allgemeinem Verschleiß, schlecht gefertigte Zähne wenn z = Gesamtzahl der Zähne $f = n \times$ Anzahl der Schaufeln (oder Kanäle)
7) f sehr viel höher als n und ist nicht exaktes Vielfaches	Beschädigte Wälzlager Gleitlager mit zu hoher Reibung Zu stark gespannte Riemen Ungleichmäßige Mehrfachriemen Schwach belastete Getriebe Laufräder mit Schaufeln zum Antreiben von Flüssigkeiten (Hohlsog, Rückstau etc.)	Frequenz, Intensität und Phase instabil. Axiale Vibration Schmierung absolut oder zonenweise fehlerhaft. Quietschen zu hören Charakteristisches Quietschen hörbar Gleiten zwischen den Riemen Stöße zwischen den Zähnen durch fehlende Belastung; instabile Vibration Frequenz und Intensität instabil. $f = n \times$ Anzahl Schaufeln $\times$ Anzahl Kanäle Häufig axiale Vibration
8) f = natürliche Frequenz anderer Teile	Gleitlager mit zu großem Spiel Riemen, die durch Vibration anderer Teile erregt werden	Anhebung durch Stoß (oil whip) der Vibrationen der anderen Teile. Mit Stroboskop kontrollieren Beispiele: exzentrische oder unwuchtige Riemenscheiben, Ausrichtungsfehler, Unwuchten von Rotoren
9) f instabil mit Schwebungen	Ungleichmäßige Mehrfachriemen. Riemen mit mehreren Verbindungsstellen	Intensität instabil
10) $f = n_c$ $n \neq n_c$	(n_c = kritischem Wellendrehzahl) Wälzlager (n_r = Netzfrequenz) Elektromotoren, Generatoren	Für Rotoren oberhalb der kritischen Geschwindigkeit Auch Harmonische präsent
12) $f = f_c < n$ oder $f = 2 f_c$	Riemen mit einem Bereich, der Elastizitätsdefekte aufweist.	f_c ist die Frequenz des Riemens $f_c = \pi D n / l$ (D = Riemenscheibendurchmesser; l = Riemenlänge)

Empfindliche axiale Vibrationen, über 10% der transversalen Vibration, weisen auf typische Ursachen hin:

- Ausrichtungsfehler (mehr als 40%)
- Durchbiegung der Welle, insbesondere bei Elektromotoren
- defekte Drucklager
- elliptische Exzentrizität bei Elektromotorrotoren
- Durch Rohrleitungen hervorgerufene Kräfte

- schiefe Untergründe
- Reibung bei Wellendichtungen etc.
- axiale Reibung des Rotors
- Radial-Lager defekt
- Kupplungen defekt
- Riemen defekt.

2. TYPISCHE VIBRATIONSSPEKTREN DER HÄUFIGSTEN DEFEKTE

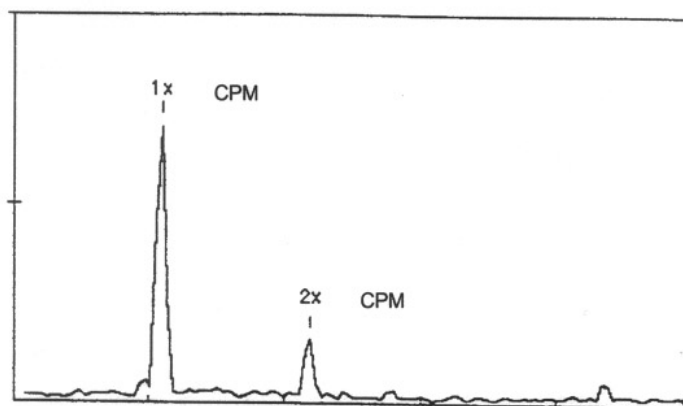


DIE FOLGENDEN SPEKTREN SIND REIN INFORMATIV. DIE MIT DEM INSTRUMENT N600 ERZIELTEN SPEKTREN HABEN EINE ANDERE GRAFISCHE GESTALT.

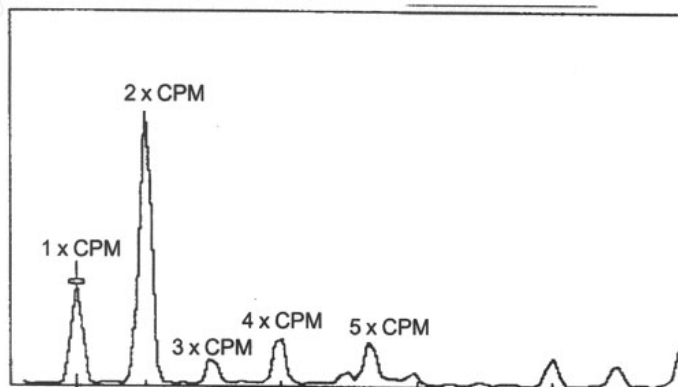
Anschließend werden die Spektren typischer Vibrationen aufgeführt, die in der Praxis von den üblichsten Defekten hervorgerufen werden.

CPM = Rotationsgeschwindigkeit (Drehzahl) der Welle in Umdrehungen pro Minute.

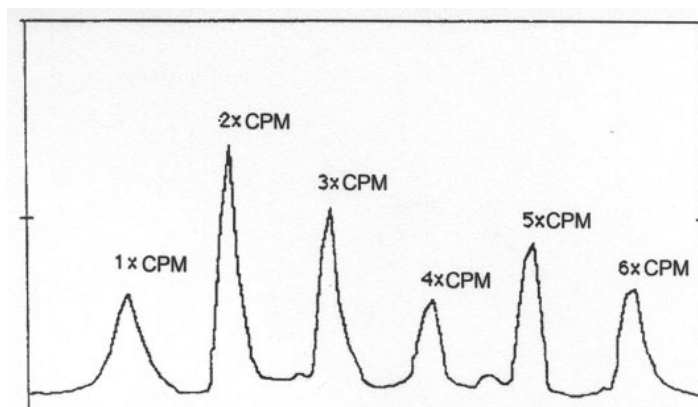
UNWUCHT



AUSRICHTUNGSFEHLER

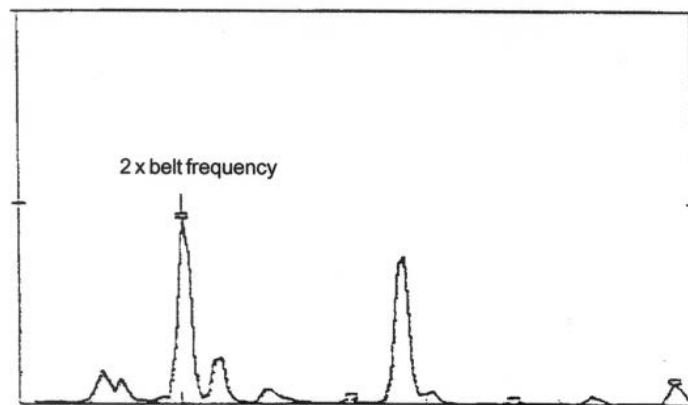


MECHANISCHE LOCKERUNG / SPIEL

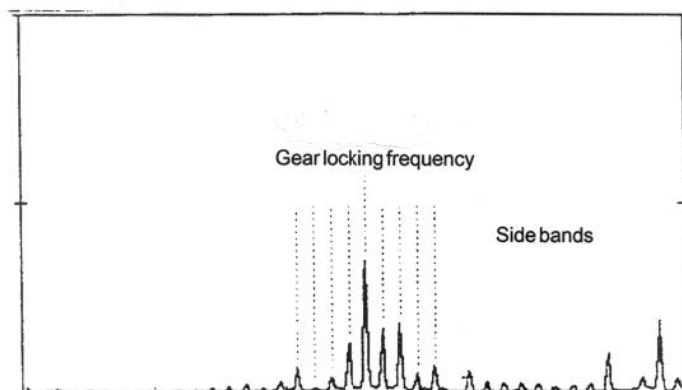




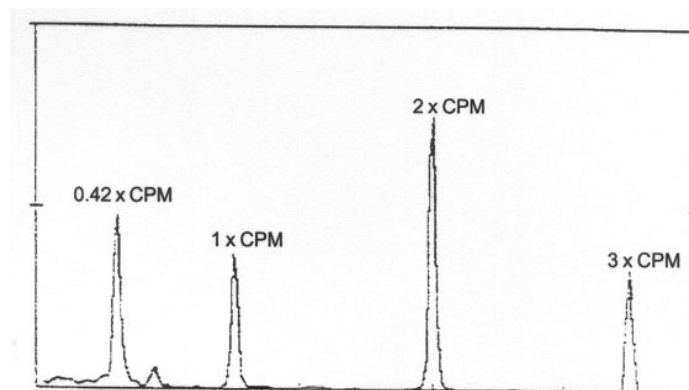
RIEMEN



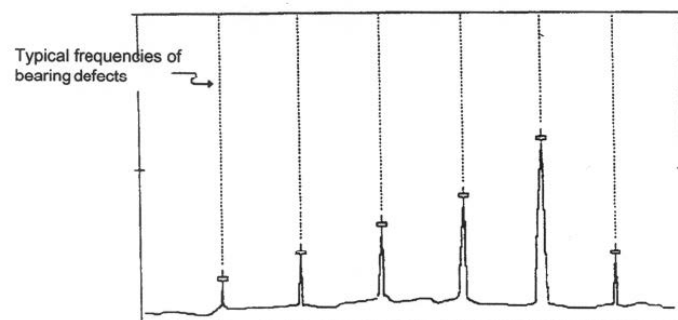
ZAHNRÄDER (GETRIEBE)



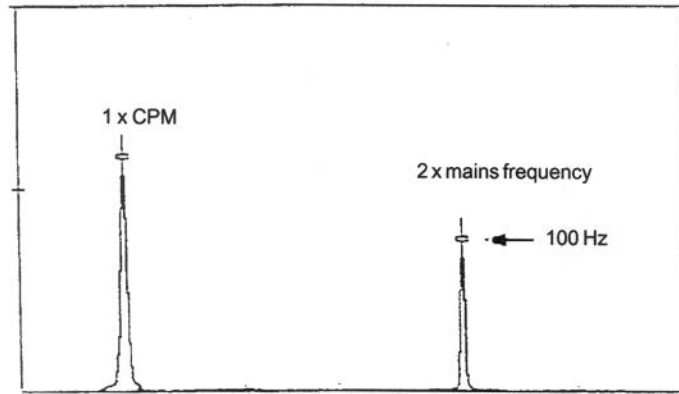
GLEITLAGER



WÄLZLAGER



ELEKTROMOTOREN



3. FORMELN ZUM BERECHNEN TYPISCHER LAGERDEFEKTFREQUENZEN

SIMBOLE:

FTF = Käfigfrequenz
BPFO = Defekt auf Außenspur
BPFI = Defekt auf Innenspur
BSP = Defekt auf Rolle/Kugel

Die Frequenzen der Lager können berechnet werden mit Kenntnis von:

S = Anzahl der Wellendrehungen
PD = Teilkreisdurchmesser
BD = Durchmesser Kugel/Rolle
N = Anzahl der Kugeln/Rollen
 Θ = Kontaktwinkel

Gängigster Fall:

a - feststehender Außenring (drehender Innenring)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right]$$

$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right]$$

$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right]$$

$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right)^2 \right]$$

b - drehender Außenring (feststehender Innenring)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right]$$

$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right]$$



$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right]$$

$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right)^2 \right]$$

Annähernde Berechnungsformeln ($\pm 20\%$)

FTF = 0.4 x S (a) oder 0.6 x S (b)

BPFO = 0.4 x N x S (a) oder (b)

BPFI = 0.6 x N x S (a) oder (b)

BSP = 0.23 x N x S (N < 10) (a) oder (b)

= 0.18 x N x S (N $\geq$ 10) (a) oder (b)

LASERSENSOR FÜR CEMB-INSTRUMENTE N

Spezifikationen

Vollständiger CEMB-Code: 9206812659

Abstand vom Ziel: 100 - 2000 mm nom.

Stromstärke: 30mA nom.

Ersatzteile

CEMB, nur Sensor, Code: 800625541

CEMB, nur Kabel, Code: 962600025

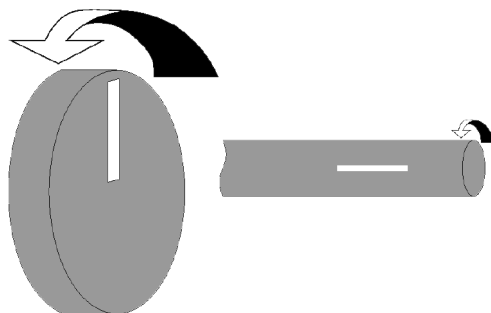
Anschlüsse

Pin 1	Braun	Stromversorgung Plus
Pin 3	Weiß	Erde
Pin 4	Grün	Ausgangssignal

Gebrauchsanleitung

Position Rückstrahler auf rotierendem Teil oder Welle.

1. Ein Stück Reflexband am rotierenden Teil befestigen.
2. Die Größe muss mindestens das Doppelte des Lasterspots betragen.
3. So anordnen, dass der Laserstrahl die Mitte des Rückstrahlers trifft.
4. Mit am Instrument angeschlossenem Laser erleuchtet die LED-Anzeige, wenn der Strahl über den Rückstrahler gleitet, und erlischt danach wieder. Während der Rotation scheint die LED konstant zu leuchten.



Einsatz ohne Rückstrahler

Unter besonderen Umständen kann die Verwendung ohne Rückstrahler erfolgen. Falls ein Unterschied beim Reflexionsgrad zwischen einem Bereich des rotierenden Teils und dem Rest besteht, kann auf den Rückstrahler verzichtet werden.

Falls pro Umdrehung mehr als ein Ziel vorhanden ist, kann nicht die richtige Geschwindigkeit gemessen werden.

Auf stark reflektierenden Oberflächen den Laser im 90° Winkel zum Messpunkt anordnen und einen Teil davon mit einem Farbstift markieren.



ACHTUNG!

DER LASER ERFASST DEN UNTERSCHIEDLICHEN REFLEXIONSGRAD, NICHT DEN FARBUNTERSCHIED.

DIE EMPFINDLICHKEIT DES SYSTEMS KANN JE NACH ANWENDUNGSART VARIIEREN.

ES EMPFIEHLT SICH, DIE OPTIMALE LÖSUNG ANHAND EINIGER VERSUCHSLÄUFE ZU ERMITTELN.



Anhang E

INFORMATIONEN ZUR ERSTELLUNG KUNDENSPEZIFISCHER TEMPLATES (MODELLE) FÜR DIE VOM CEMB PROGRAMM N-PRO ERSTELLTEN ZERTIFIKATE

NUMERISCHE CODES

In dem Moment, in dem das Zertifikat erstellt wird, tauscht die CEMB Software N-Pro im Modell automatisch einige vordefinierte Codes aus (der Form #x#), mit den dazugehörigen Informationen zur gerade angezeigten Messung.

Damit das Austauschen korrekt erfolgt, nur die folgenden Codes verwenden:

#1#	Aktuelles Datum
#2#	Aktuelle Uhrzeit
#3#	Anmerkung Nummer 1 zur Messung
#4#	Bild der Grafik beim Spektrum von Kanal A
#5#	Bild der Grafik beim Spektrum von Kanal B
#6#	Name der Messung
#7#	Pfad (path) des Verzeichnisses, das die Messung enthält
#8#	Seriennummer des Gerätes N100 oder N300
#11#	Messart (Pk, PP, RMS)
#12#	An Kanal A angeschlossener Sensortyp
#13#	An Kanal B angeschlossener Sensortyp
#14#	Messung (overall, 1xRPM, 2xRPM, ...)
#15#	Anzahl der Mittelwerte (nur für overall Messung)
#16#	Breite des Synchronfilters, in % (nur für Messung der drehzahlsynchronen Schwingung oder Auswuchtungen)
#17#	Gemessene Maximalfrequenz (nur für overall Messung)
#18#	Anzahl der Linien beim Spektrum
#19#	Anmerkung Nummer 2 zur Messung
#20#	Anmerkung Nummer 3 zur Messung
#48#	Modell des Geräts, mit dem die Messung vorgenommen wurde (N100, N300)
#49#	Firmware Version des Geräts N100 oder N300

#50#	Maß- bzw. Messeinheit der Frequenzen und Drehzahlen
#51#	Datum der letzten Messung
#61#	Uhrzeit, bei der die Messung vorgenommen wurde
#301#	Gesamtschwingung (overall) von Kanal A
#302#	Gesamtschwingung (overall) von Kanal B
#311#	Größe der drehzahlsynchronen Schwingung von Kanal A
#312#	Größe der drehzahlsynchronen Schwingung von Kanal B
#321#	Phase der drehzahlsynchronen Schwingung von Kanal A
#322#	Phase der drehzahlsynchronen Schwingung von Kanal B
#331#	Frequenz der drehzahlsynchronen Schwingung von Kanal A
#332#	Frequenz der drehzahlsynchronen Schwingung von Kanal B
#351#	Maß- bzw. Messeinheit der Schwingung (g, mm/s, µm, ...)
#401#	Frequenz des Spitzenwertes Nr.1 der Schwingung von Kanal A
#402#	Frequenz des Spitzenwertes Nr.2 der Schwingung von Kanal A
#...#	Frequenz des Spitzenwertes Nr.... der Schwingung von Kanal A
#405#	Frequenz des Spitzenwertes Nr.5 der Schwingung von Kanal A
#426#	Spitzenwert Nr.1 der Schwingung von Kanal A
#427#	Spitzenwert Nr.2 der Schwingung von Kanal A
#...#	Spitzenwert Nr.... der Schwingung von Kanal A
#430#	Spitzenwert Nr.5 der Schwingung von Kanal A
#451#	Frequenz des Spitzenwertes Nr.1 der Schwingung von Kanal B
#452#	Frequenz des Spitzenwertes Nr.2 der Schwingung von Kanal B



#...#	Frequenz des Spitzenwertes Nr.... der Schwingung von Kanal B
#455#	Frequenz des Spitzenwertes Nr.5 der Schwingung von Kanal B
#476#	Spitzenwert Nr.1 der Schwingung von Kanal B
#477#	Spitzenwert Nr.2 der Schwingung von Kanal B
#...#	Spitzenwert Nr.... der Schwingung von Kanal B
#480#	Spitzenwert Nr.5 der Schwingung von Kanal B
#601#	Größe der Ausgangsunwucht in Ebene P1 (in Einheit U)
#602#	Phase der Ausgangsunwucht in Ebene P1 (in Grad °)
#603#	Größe der Ausgangsschwingung in Ebene P1
#604#	Phase der Ausgangsschwingung in Ebene P1 (in Grad °)
#605#	Größe der aktuellen (End- Unwucht in Ebene P1 (in Einheit U)
#606#	Phase der aktuellen (End- Unwucht in Ebene P1 (in Grad °)
#607#	Größe der Ausgangsunwucht in Ebene P2 (in Einheit U)
#608#	Phase der Ausgangsunwucht in Ebene P2 (in Grad °)
#609#	Größe der Ausgangsschwingung in Ebene P2
#610#	Phase der Ausgangsschwingung in Ebene P2 (in Grad °)
#611#	Größe der aktuellen (End- Unwucht in Ebene P2 (in Einheit U)
#612#	Phase der aktuellen (End- Unwucht in Ebene P2 (in Grad °)
#613#	Auswuchtdrehzahl

Im Fall eines Multi-Reports (ein Zertifikat, das mit Hilfe der Daten von N verschiedenen Messungen erstellt wird) sind Codes der Form #x-y# zu verwenden, wobei:

- x = der numerische Code ist, der in der obenstehenden Tabelle aufgelistet ist
 - y = die progressive Nummer der Messung ist, aus welcher der Multi-Report zusammengesetzt wurde (1, 2, ... N)
- Zum Beispiel:
- > #6-1# = Name der Messung n° 1 des Multi-Report
 - > #11-2# = Typ der Messung n° 2 des Multi-Report
 - > ...

EMPFEHLUNGEN FÜR DIE ANPASSUNG DER ZERTIFIKATE AN DIE EIGENEN BEDÜRFNISSE

Der Gebrauch eines HTML Modells (template) zur Erstellung der Zertifikate bietet dem Kunden die freie Möglichkeit die von CEMB mitgelieferten Zertifikate anzupassen oder neue zu erstellen. Kunden, die besondere Bedürfnisse haben, können selbst Logos oder Bilder einfügen, sowie Abmessungen und Farben der Aufschriften verändern.

Da es sich bei diesen templates um HTML Dokumente handelt, empfiehlt es sich diese mit geeigneten Programmen, mit einem HTML Editor, zu verändern bzw. zu erstellen. Ihr Gebrauch ist dem eines normalen Textverarbeitungsprogramms ähnlich (Microsoft Word, Openoffice Writer, ...), mit dem Unterschied, dass die erstellten Dokumente direkt im HTML Format abgespeichert werden: auf diese Weise wird die grafische Gestalt des Dokuments beim Abspeichern nicht verändert. Nutzt man hingegen Textverarbeitungsprogramme und speichert die Datei dann im HTML Format ab, besteht die Gefahr, dass Ausrichtung, Leerstellen und Dimensionen nach dem Konvertieren und Abspeichern verändert werden. In einem solchen Fall sieht das HTML Modell anders aus als man es eigentlich erstellen wollte. Diese Situationen kennen Nutzer von Microsoft Word 2000 oder höheren Versionen.

Es stehen zahlreiche HTML Editoren zur Verfügung, wir weisen hier nur auf einige hin:

KompoZer: mehrsprachig, und kostenlos von der Internetseite <http://www.kompozer.net/> herunterladbar
W3C Amaya: mehrsprachig, und kostenlos von der Internetseite <http://www.w3.org/Amaya/> herunterladbar
Mozilla Composer: mehrsprachig, ein Teil von Mozilla Seamonkey, und kostenlos von der Internetseite <http://www.seamonkey-project.org/> herunterladbar

- Adobe Dreamweaver: mehrsprachig, nicht kostenlos

Zur Unterstützung des Bedieners ist das Programm KompoZer in der gleichen CD enthalten wie die CEMB Software N-Pro.

ERSTELLEN VON ZERTIFIKATEN IM PDF FORMAT

Zum Erstellen von Zertifikaten im PDF Format reicht es aus, dass auf dem eigenen PC ein virtueller PDF Drucker installiert

ist, diesen auswählen, nachdem die Taste  in der CEMB Software N-Pro angeklickt wurde.

Sollte man über keinen derartigen Drucker verfügen, kann man den PDFCreator installieren, der kostenlos von der Internetseite <http://sourceforge.net/projects/pdfcreator/> heruntergeladen werden kann.

Einmal installiert, erscheint eine neuer Drucker mit dem Namen PDFCreator im, Drucker und Fax' Fenster, neben den realen an den PC angeschlossenen Druckern.

AUSWUCHTUNGSGENAUIGKEIT STARRER ROTOREN

Das Ziel der Auswuchtung ist es, die Massenverteilung eines Rotors so zu verbessern, daß dieser auf seiner Lagerebene dreht, ohne Fliehkräfte über eine bestimmte zulässige Grenze hinaus zu verursachen.

Dieses Ziel kann und muß nur bis zu einem bestimmten Grad erreicht werden: auch nach der Auswuchtung bleibt eine unvermeidliche Restunwucht. Wie bei der Verarbeitung von Teilen durch Werkzeuge, bei der es nicht möglich ist, die Größen „exakt“ nach den Zeichnungen zu fertigen, weshalb man „Bearbeitungstoleranzen“ festlegt, so ist es bei der Auswuchtung notwendig, geeignete Auswuchtungstoleranzen zu erreichen, deren Werte von Fall zu Fall wechseln können, je nach den Bearbeitungsbedürfnissen. Dies geschieht durch Festlegung der „maximal zulässigen Restunwucht“, bzw. „Auswuchtungstoleranzen“.

Es ist klar, daß eine ungenügende Auswuchtung unzulässige Schwingungen verursachen würde, mit all den Störungen und Schäden, die sich daraus ergeben. Andererseits wäre es falsch, einen Rotor mit höherer Genauigkeit auszuwuchten, als es für den normalen, ruhigen Betrieb der Maschine, auf die der Rotor montiert ist, notwendig ist; wenn man z.B. die maximal erreichbare Auswuchtungsgenauigkeit einer Maschine verwendet. In der Tat würde man die Rotorqualität nicht verbessern, sondern nur die Zeit, die für die Auswuchtung nötig ist, verlängern und die Kosten dadurch erhöhen.

Wenn man die Auswuchtungstoleranz festlegt, muß man sich dabei auch die „Wiederholungsmöglichkeit“ vor Augen halten, d.h. einen niedrigsten Wert, den man auch bei wiederholten Prüfungen mit Sicherheit erreichen kann. Wenn es sich z.B. zeigt, daß ein einfacher Ab- und Wiederaufbau eines Rotors auf die Auswuchtmaschine, oder verschiedene Auswuchtungen auf der endgültigen Betriebsmaschine eine Veränderung der örtlichen Schwerpunktverlagerung um 5 Mikron verursacht, so ist es unsinnig, den Rotor mit einer viel höheren Genauigkeit als 5 Mikron auszuwuchten.

Es ist deshalb nötig, daß für jeden Rotor die technisch und wirtschaftlich günstigste Toleranz festgelegt und vorgeschrieben wird.

Die Zeichnungen müssen deswegen zeigen:

- den Wert der maximal zulässigen Restunwucht für jede Ausgleichsebene, und zwar mit Präzision;
- wo und wie die Ausgleichsgewichte angebracht werden müssen, oder wo Material weggenommen werden kann, ohne das Teil zu beschädigen;
- die Lagerzapfen, worauf der Rotor auf der Auswuchtmaschine gestützt wird;
- den empfohlenen Geschwindigkeitsbereich für die Auswuchtung;
- für jeden Fall, alle nützlichen Daten, die dem Benutzer helfen können, für eine schnelle und sichere Auswuchtung.

Dies gilt für starre Rotoren, während für nachgiebige Rotoren andere Vorschriften nötig sind. Wie die Auswuchtungsvorgänge verschieden sind, abhängig davon, ob es sich um starre oder nachgiebige Rotoren handelt, so ist die Auswuchtungsgenauigkeit oder Toleranz in den zwei Fällen verschieden. Es genügt festzustellen, daß für einen nachgiebigen Rotor der Unwuchteffekt durch Elastizität verstärkt wird, so daß auf die Lagerebene Kräfte anderer Größe wirken, als jene eines starren Rotors mit derselben Unwucht. Wenn alle anderen Bedingungen gleich sind, folgt daraus, daß die Auswuchtungstoleranzen in den zwei Fällen verschieden sein werden, wenn gleiche Kräfte oder Schwingungen auf die Lagerebene zu erreichen sind.

Der Inhalt dieser Beschreibung gilt nur für starre Rotoren, soweit nichts anderes angegeben wird.

MESSEINHEITEN DER AUSWUCHTUNGSTOLERANZ

Die Auswuchtungstoleranz ergibt sich aus dem Produkt der maximal zulässigen Unwucht und ihrer Entfernung von der Drehachse.

Wenn man die Auswuchtungstoleranz durch das Gewicht des Rotors teilt, ergibt sich die „statische Unwucht“. Diese wird auch „zulässige restliche Schwerpunktverlagerung“ genannt, da sie, im Fall von statischer Unwucht, die Schwerpunktverlagerung des Rotors von der Drehachse durch die zulässige Unwucht ausdrückt.

SYMBOLE

p (Gramm)	= maximal zulässige Unwucht
r (mm)	= p 's Entfernung von der Drehachse
P (kg)	= Rotorgewicht
n (U/min)	= Drehgeschwindigkeit bei normalem Gebrauch
$p \cdot r$ (g·mm)	= Auswuchtungstoleranz
$e = \frac{p \cdot r}{P}$	= zulässige restliche Schwerpunktverlagerung (Mikron)
G (mm/s)	= Auswuchtungsgrad (s. Tabelle)

GRADE DER AUSWUCHTUNGSQUALITÄT FÜR VERSCHIEDENEN GRUPPEN VON ROTOREN

Anmerkung - Die Rotorkategorien in Kursivschrift sind nicht in den ISO-Normen enthalten, aber sind vom Autor beigelegt worden. Die Artikel, die mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet sind, sind im Kapitel 7 des Heftes Nr.8 ausführlicher beschrieben.

Grad G mm/s	ROTORTYPEN
0,4	Kreisel * Spindeln Drehscheiben und Anker von höchstgenauen Schleifmaschinen * <i>Spinnspindel</i>
1,0	Kleine, schnellaufende Motoranker mit hohen Auswuchtungsansprüchen Plattenspieler- und Tonbandgerätrantriebe, <i>Kinoprojektoren</i> Höchstgenaue Schleifmaschinantriebe <i>Turbinen- und Kompressorenrotoren Hochgeschwindigkeits-Düsenmotoren</i> <i>Dampfturbinenrotoren mit hohen Auswuchtungsansprüchen</i>
2,5	Rotoren von Dampf- und Gasturbinen, von Turbowechselstromgeneratoren, von Turbogebläsen und von Turbopumpen Antriebsturbinen für Handelsschiffe <i>Schnellaufende Kompressoren, Superkompressoren für Flugzeuge</i> Mittlere und große Motoranker mit hohen Auswuchtungsansprüchen Kleine Motoranker mit gehobenen Auswuchtungsansprüchen <i>für elektrische Haushaltsgeräte von hoher Qualität,</i> <i>Zahnarztbohrer, Spritzpistole</i> Indotti di piccoli motori non compresi nelle condizioni specificate per il grado 6,3 Antriebe von Werkzeugmaschine <i>Gebläse für Klimaanlage in Krankenhäusern und Konzertsälen *</i> <i>Hochgeschwindigkeitsgetriebe für Schiffahrtsturbinen (über 1000 U/min)</i> Festplatten von Computern
6,3	Rotoren für normale elektrische Motoren Teile von Werkzeugmaschinen und von Maschinen im Allgemeinen Schnelle Teile von Arbeitsmaschinen, Webstühle und Spinnmaschinen, Flechtmaschinen, Zentrifugentrommeln <i>(Sahneabscheider, Kläranlagen, Waschmaschinen)</i> Rotoren für hydraulische Maschinen Schwungräder, Ventilatoren *, Zentrifugalpumpen Niedriggeschwindigkeitsgetriebe für Schiffahrtsturbinen (unter 1000 U/min) <i>Zylinder und Rollen für Druckmaschinen</i> Rotoren in Gasturbinen für die Flugzeugindustrie Unabhängige Teile von Maschinen mit hohen Ansprüchen
16	Antriebs- und Kardanwellen mit hohen Auswuchtungsansprüchen Teile für landwirtschaftlichen Maschinen, Mühlen und Dreschmaschinen Motorteile für PKW, LKW und Lokomotiven Kurbelwellen * mit Schwungrädern und Kupplung mit 6 oder mehr Zylindern und hohen Auswuchtungsansprüchen <i>Trommeln für langsame Zentrifugen</i> <i>Propeller für leichte Boote (Motorboote, Tragflügelboote)</i> <i>Radfelgen für PKW und Motorräder</i> <i>Normale Antriebsscheiben</i> <i>Einteilige Werkzeuge für Holzbearbeitungsmaschinen</i>
40	Räder und Radfelgen für PKW * Antriebswellen und vollständige Achsen für Fahrzeuge Kurbelwellen * mit Schwungrädern und Kupplung für 4-Takt Motoren mit 6 oder mehr Zylindern, die elastisch aufgehängt sind, mit Kolbengeschwindigkeit über 9 m/s Kurbelwellen mit Schwungrädern und Kupplung für PKW-, LKW-, und Lokomotivmotoren <i>Antriebswellen für Riemenscheiben</i> <i>Mehrteilige Werkzeuge für Holzbearbeitungsmaschinen</i>
100	Vollständige Kurbelwellen für Dieselmotoren mit 6 oder mehr Zylindern und einer Kolbengeschwindigkeit über 9 m/s Vollständige Fahrzeug- und Lokomotivmotoren <i>Kurbelwellen für Motoren mit 1, 2 oder 3 Zylindern</i>
250	Vollständige Kurbelwellen für festmontierte, 4-Zylinder Dieselmotoren, mit Kolbengeschwindigkeit über 9 m/s
630	Vollständige Kurbelwellen für große, festmontierte, 4-Takt Motoren Vollständige Kurbelwellen für elastisch montierte Schiffsdieselmotoren
1600	Vollständige Kurbelwellen für große, festmontierte, 2-Takt Motoren
4000	Vollständige Kurbelwellen für große, festmontierte Schiffsdieselmotoren mit einer beliebigen Anzahl von Zylindern und einer Kolbengeschwindigkeit unter 9 m/s

GÜLTIGKEITSBEDINGUNGEN DES AUSWUCHTUNGSTOLERANZDIAGRAMMS

Das Diagramm und die Klassifikationstabelle der Rotoren geben gute Richtwerte, soweit die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

1. Die Toleranzwerte beziehen sich auf den ganzen Rotor; wenn es zwei Ausgleichsebene gibt und der Rotor annähernd symmetrisch ist, dann muß jede Ausgleichsebene die Hälfte des gefundenen Toleranzwertes enthalten; im Falle von starker Asymmetrie des Rotors oder der Position der Ausgleichsebenen, muß die Restunwucht zwischen den zwei Ausgleichsebenen günstig geteilt werden.
2. Die Toleranzwerte gelten sowohl für statische als auch für rein dynamische Unwucht; nur in besonderen Fällen kann es nützlich oder notwendig sein, zwei verschiedene Toleranzwerte bezüglich statischer und rein dynamischer Unwucht festzulegen.
3. Der Rotor muß über seinen ganzen Bereich von Arbeitsgeschwindigkeiten und wirklichen Betriebsbedingungen auf der Maschine als starr angesehen werden (Lager, Lagerebene, Maschinenbetten, Fundamente, Verbindungen mit anderen Rotoren, Antriebselemente, u.s.w.).

ANMERKUNG 1 - Auswuchtungsgrade 0,4 und 1

Für Rotoren der Klassen 0,4 und 1 muß die Auswuchtungstoleranz normalerweise mit der direkten Experimentmethode geprüft werden.

Außerdem muß man sich vor Augen halten, daß im Falle sehr genauer Auswuchtung, wie dieser, können die Auswuchtungsmittel (z.B. Antriebskupplungen, Rollenausrüstungen, Temperatur) einen bemerkenswerten Einfluß haben. Im Allgemeinen müssen Rotoren der Klasse 0,4 mit selbständigen Antrieb ohne Kupplung ausgewuchtet werden: die Rotoren der Klasse 1 können auch Antrieb ohne Kardankupplung oder Riemen für genauere Ergebnisse benötigen. Rotoren der Klassen 0,4 und 1 müssen zusammen mit ihren endgültigen Lagern ausgewuchtet werden, da die Toleranzen normalerweise niedriger sind, als die Schwerpunktverlagerung, die in der Lagermontage entsteht.

Weiterhin ist es gute Praxis, eine endgültige Auswuchtung der Rotoren dieser Klassen auf die eigentliche Maschine und unter Arbeitsbedingungen auszuüben.

ANMERKUNG 2 - Benutzung von Hilfsgeräten

In den Rotoren, die für die Auswuchtung auf Hilfswellen oder auf Hilfsflansche montiert werden müssen, haben die gezeigten Toleranzwerte Bedeutung, nur wenn man, außer der Unwucht der Hilfswelle oder des Flansches, auch das Montagespiel und die Bearbeitungstoleranz des Teils kontrolliert, für ihre Konzentrizität mit der Drehachse, sowohl für die Hilfswelle, als auch für die endgültige Welle. Die Gesamtheit der Restunwuchte und der Spiele, in Schwerpunktverlagerungswerte übersetzt, muß natürlich niedriger sein, als die Auswuchtungstoleranz, da sonst die so erreichte Auswuchtungsgenauigkeit rein illusorisch wäre.

Im Falle von zylindrischer Einstellung, wird all das Montagespiel in Schwerpunktverlagerung umgewandelt; die Situation ist bei konischer Einstellung besser, wo nur die Bearbeitungsgenauigkeit der konischen Teilen zu betrachten ist; trotzdem ist es bei konischer Einstellung leichter, daß das Teil mit einer Neigung in Bezug auf die Drehachse montiert wird, so daß nicht zulässige, rein dynamische Unwuchte möglich sind, wenn das Verhältnis zwischen dem äußeren Durchmesser des Teils und dem Durchmesser des Konus groß ist.

Als Richtlinie kann man sagen, daß es, mit Ausnahme sehr genauer Konstruktionen, schwer ist, mit Benutzung von Hilfswellen oder Flansche bei zylindrischer Einstellung eine bessere Genauigkeit als 10 Mikron, bei konischer Einstellung 5 Mikron, zu erreichen.

ANMERKUNG 3 - Zusammengesetzte Rotoren

Im Falle der zusammengesetzten Rotoren, müssen die Unwuchte der Bestandteile vektoriell zusammengezählt werden, wobei man auch die Unwuchte, die von der Montage abhängen, berücksichtigen muß (Bearbeitungstoleranzen, Spiele, Schlüssel, Druckschrauben, usw.).

Wenn die Bestandteile einzeln getrennt ausgewuchtet werden, können die Verbindungselemente, wie Bolzen, Schlüssel, usw., auf ein einziges Teil oder auf verschiedene Teile aufgeteilt befestigt werden, Auf jeden Fall ist es nötig, alle Bestandteile, die während des Aufbaus des Rotors montiert werden, zu berücksichtigen.

Die Unwucht, die sich nach dem Aufbau ergibt, muß niedriger sein, als jene, die in den Diagrammen für den vollständigen Rotor gezeigt wird: ansonsten muß der Rotor nach dem Aufbau ausgewuchtet werden, wobei man zwei günstige Ausgleichsebenen wählt.

ANMERKUNG 4 - Fliegend gelagerte Rotoren

Für Rotoren, die fliegend gelagert oder auf jeden Fall mit Schwerpunkt außerhalb der zwei Lagerebenen sind, können die rotierenden Kräfte, die von den Unwuchten auf die Lagerebenen verursacht werden, ziemlich anders sein, als die, die mit demselben Rotor verursacht würden, wäre er innerhalb der Lagerebenen montiert: z.B. 2 oder 3 mal. In diesem Fall ist es empfehlenswert, einen niedrigeren Qualitätsgrad als den der Tabelle zu betrachten, d.h. eine höhere Genauigkeit.

ANMERKUNG 5 - Antriebsmittel

Häufige Ursachen von Fehlern befinden sich in den Rotorantriebsmitteln während der Auswuchtung, sowohl bei Kardankupplung, als auch bei Riemen oder auch bei Magnetfeldern. Insbesondere im Falle von Kardankupplungen mit Flansch- oder Muffenverbindungen, oder auch im Falle von Spindeln, die das auszuwuchtende Teil fixieren, wird jeder Auswuchtungsfehler der Kupplung, jeder Zentrierungsfehler und jedes übermäßige Spiel auf alle ausgewuchteten Teile übertragen. Wenn man berücksichtigt, daß die Auswuchtungstoleranzen öfters in der Größenordnung von wenigen Mikron, oder gar Bruchteilen von Mikron, restlicher Schwerpunktverlagerung sind, ist es klar, wie die Antriebsverbindungen streng genau und in perfekten Bedingungen sein müssen, wenn man nicht will, daß die hohe Auswuchtungsgenauigkeit, die mit modernen Maschinen leicht erreichbar ist, nicht nur eine einfache Illusion bleibe. Ein nicht angemessenes oder abgenütztes Kupplungsgerät erlaubt keine ernste Auswuchtung.

DIREKTE VERSUCHSMETHODE

Der sicherste und präziseste Nachweis der maximal zulässige Restunwucht erhält man ausschließlich durch eine direkte Überprüfung. Um das zu erreichen, ist zuerst die Beseitigung der Unwucht des Rotors mit Hilfe einer Auswuchtmaschine notwendig. Danach wird das Teil so in die für den vorgesehenen Zweck bestimmte Maschine eingebaut, daß es dann in seiner Funktion in Betrieb genommen werden kann.

Während des Probelaufs erhöht man allmählich die Unwucht so weit, bis die Schwingungen auf der Lagerebene oder die der Maschine spürbar werden. Dann begrenzt man die maximal erlaubte Unwucht im Bezug zum gefundenen Wert, z.B. um ein Drittel.

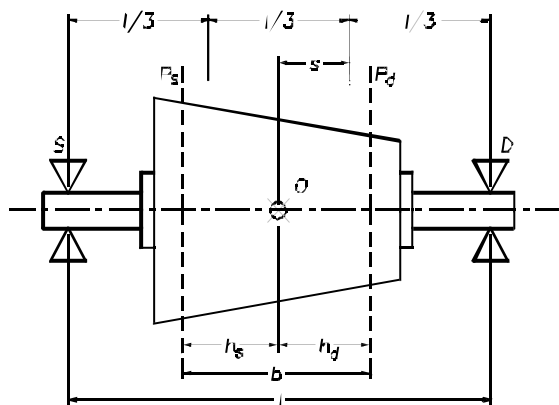
Diese Versuche müssen so vorgenommen werden, daß sie systematisch sind und daß dabei alle Vibrationsmöglichkeiten des Drehkörpers, einschließlich all seiner verschiedenen möglichen Bedingungen und die Stellen der angebrachten Ausgleichsgewichte, berücksichtigt werden können.

VERTEILUNG DER TOLERIERTEN UNWUCHT ZWISCHEN DEN BEIDEN AUSGLEICHEBENEN

Bei den meisten Rotoren ist eine annehmbare Verteilung der gesamten tolerierten Restunwucht $\bar{U}$ des Rotors auf jeder Ausgleichsebene bei Anwendung einer der folgenden Methoden möglich. Dabei sind die spezifischen Bedingungen zu berücksichtigen.

Mit U_s und U_d werden die tolerierten Unwuchten im Bezug zur linken und rechten Ausgleichsebene bezeichnet (siehe Abbildung).

Der Rotor-Schwerpunkt ist mit $\bar{O}$ gekennzeichnet.

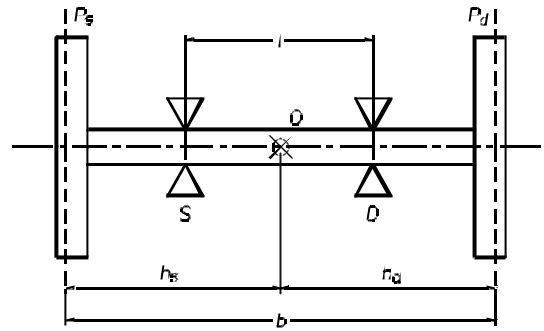


1) Wenn $\frac{l}{3} < b < l$; $s < \frac{l}{3}$ mit $h_s \cong h_d$ kann man

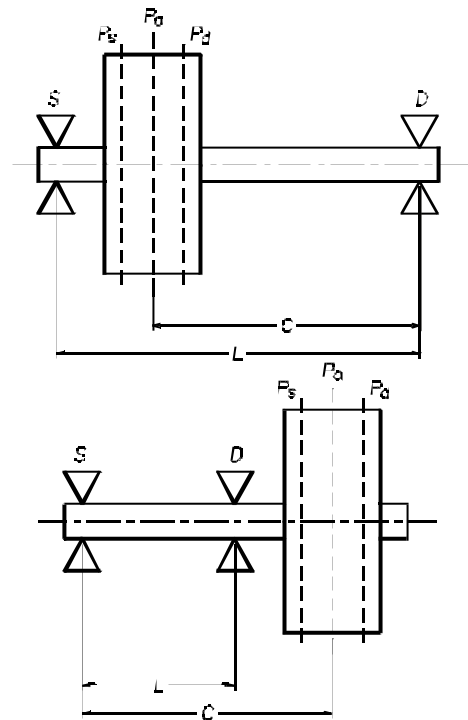
$$U_s = U_d = \frac{1}{2} U \text{ zugrundelegen}$$

Wenn $h_s \neq h_d$ aber $0,3b < h_s < 0,7b$ kann man von

$$U_s = \frac{h_d}{b} U ; U_d = \frac{h_s}{b} U \text{ ausgehen}$$



2) Wenn $b > l$ entspricht, sollte man von einem höheren globalen Unwuchtwert $U' = \frac{l}{b} U$ ausgegangen, der verteilt wird, wie oben beschrieben.



3) Wenn $b < \frac{l}{3}$ entspricht, empfiehlt es sich, von einer

Hilfsausgleichsebene P_a ausgehen (die mit P_s oder P_d übereinstimmen kann) dessen maximal zulässige Unwucht

$$U_a = \frac{U}{2} \frac{l}{2c} \text{ entspricht, einschließlich für die}$$

Ebenen P_s e P_d :

$$U_s = U_d = \frac{U}{2} \frac{3l}{4b}$$

4) Generell ergibt sich die zulässige Restunwucht für eine der beiden Ausgleichebenen als Produkt der global zulässigen Restunwucht des gesamten Rotors im Bezug zur Distanz der anderen Ausgleichebene des Rotor-Schwerpunktes und der Distanz zwischen den Ausgleichebenen.

Sollte es nicht gelingen, den Rotor mit keinem der vorgeschlagenen einfachen Methoden zu testen, ist von der generellen Methode auszugehen, die für jeden Rotor-Typ und für jede; Position der Ausgleichebenen geeignet ist.

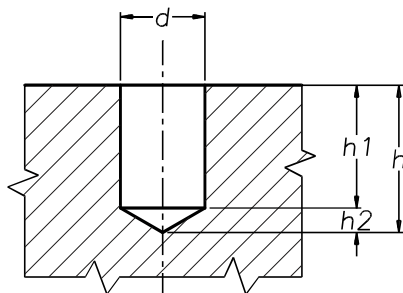
Wünschen Sie weitere Informationen, verlangen Sie das technische Heft Nr.8 (in italienischer und englischer Sprache) von CEMB, worin Sie eine vollständige Bearbeitung der Auswuchtungsgenauigkeit starrer Rotoren finden können, ebenso andere technische Hefte, die verschiedene Auswuchtungsprobleme behandeln.

UNWUCHTAUSGLEICHSDIAGRAMME FÜR DIE PRAXIS

BOHREN IM STAHL:

Je nach Bedarf Diagramme 1 bis 5 benutzen. Jedes Diagramm zeigt die in Abhängigkeit von der wegzubohrenden Masse (P) und dem Bohrerdurchmesser (d) notwendige Bohrtiefe (h) an. Die Kurven wurden unter Berücksichtigung der konischen Form der Bohrspitze (120°) bei einer Stahldichte von 7.85 kg/dm³ nach dem nachstehend beschriebenen Kriterium aufgezeichnet:

Meßeinheit:
P in Gramm
d in mm
h₁-h₂-h in mm



Die durch eine einzige Bohrung entnommene Masse beträgt:
 $P = 7.85 \cdot 10^{-3} V$ (wobei V das Gesamtvolumen der Bohrung ist)
(1) unter Berücksichtigung, daß:

$V = V_1 + V_2$ wobei

$$V_1 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_1 \quad (\text{Volumen des zylindrischen Teils}) \text{ und}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_2 \quad (\text{Volumen des konischen Teils})$$

$$h_1 = h - h_2 ; \quad h_2 = \frac{d}{2} \tan 30^\circ$$

$$(1) \text{ wird: } P = 7.85 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\pi}{4} d^2 h - 0.1511 \cdot d^3 \right) \quad (2)$$

BOHREN IM ALUMINIUM, GUßEISEN, usw.

Die bekannte wegzubohrende Masse ist wegen der unterschiedlichen Dichte der verschiedenen Werkstoffe mit einem Korrekturfaktor zu multiplizieren. Die so errechnete Masse wird bei den Diagrammen (1 – 5) eingesetzt, um die korrekte Bohrtiefe (h) zu erhalten.

KORREKTURFAKTORTABELLE

WERKSTOFF	D Bezugs- dichte (Kg/dm ³)	Korrekturfaktor (7.85/D)
ALUMINIUM	2.7	2.91
GUßEISEN	7.25	1.09
MESSING	8.5	0.92
KUPFER	8.9	0.88

BEISPIEL:

Auszugleichende Unwucht **P** = 10 Gramm. Verwendeter Bohrer **d** = 14 mm. Rotorwerkstoff ALUMINIUM. **P korrekt** = $10 \times 2.91 = 29.1$ Aus dem Diagramm 1 ergibt sich **h** = 27 mm

AUSGLEICH DURCH MATERIALZUGABE AUF STAHL:

Diagramm 6 verwenden. Dieses Diagramm zeigt in Abhängigkeit von den Abmessungen Stärke (**S**) und Breite (**L**) das Gewicht einer Platte mit einer Länge von 1 cm. Um die Länge (**I**) zu errechnen, Unwuchtgröße durch das sich aus dem Diagramm ergebende Gewicht dividieren.

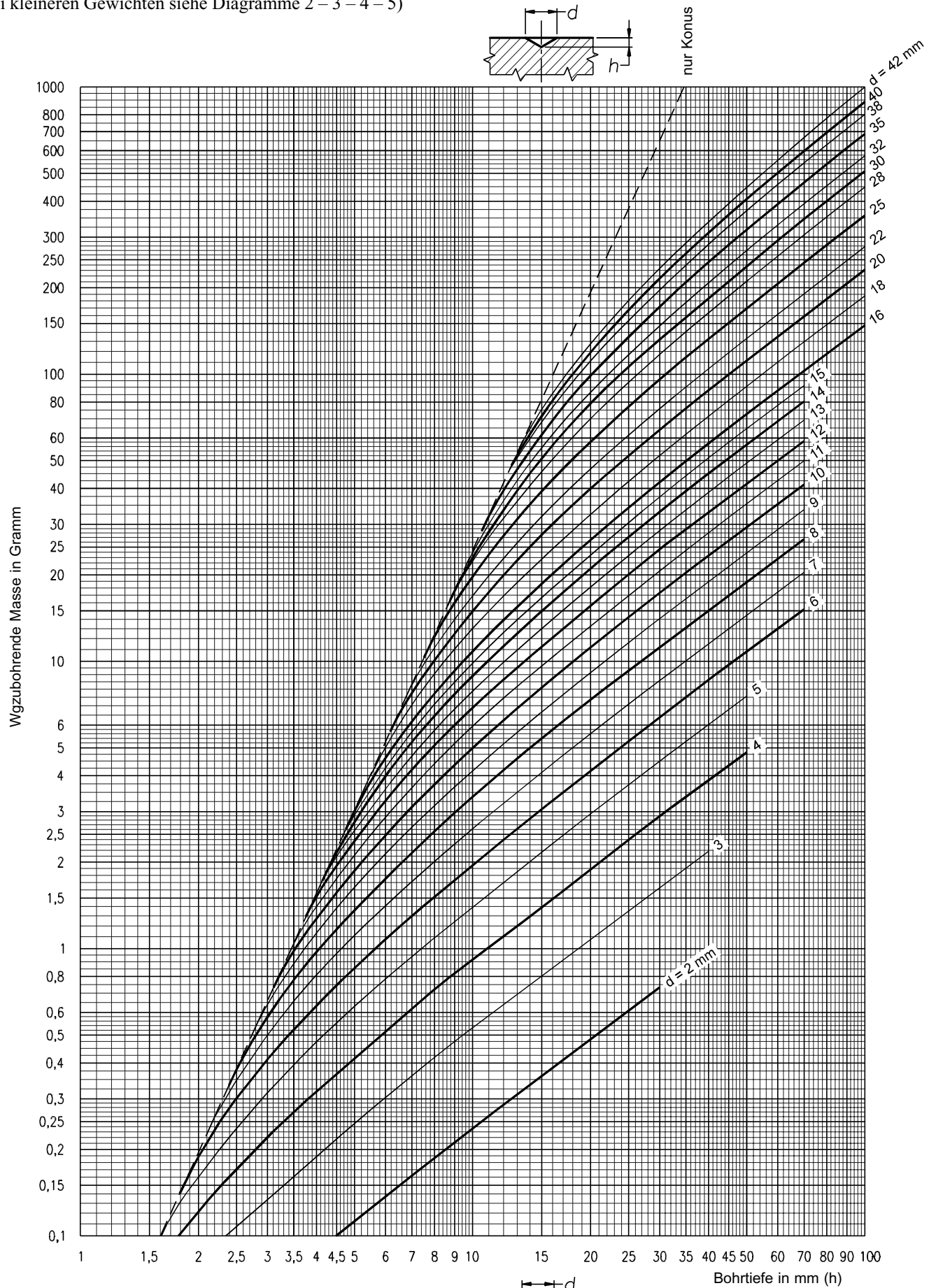
BEISPIEL: Zusatzmasse 50 Gramm
 Verwendete Platte 50x10 mm.

Aus dem Diagramm 1 ergibt sich ein Gewicht
P = 39 Gramm/cm

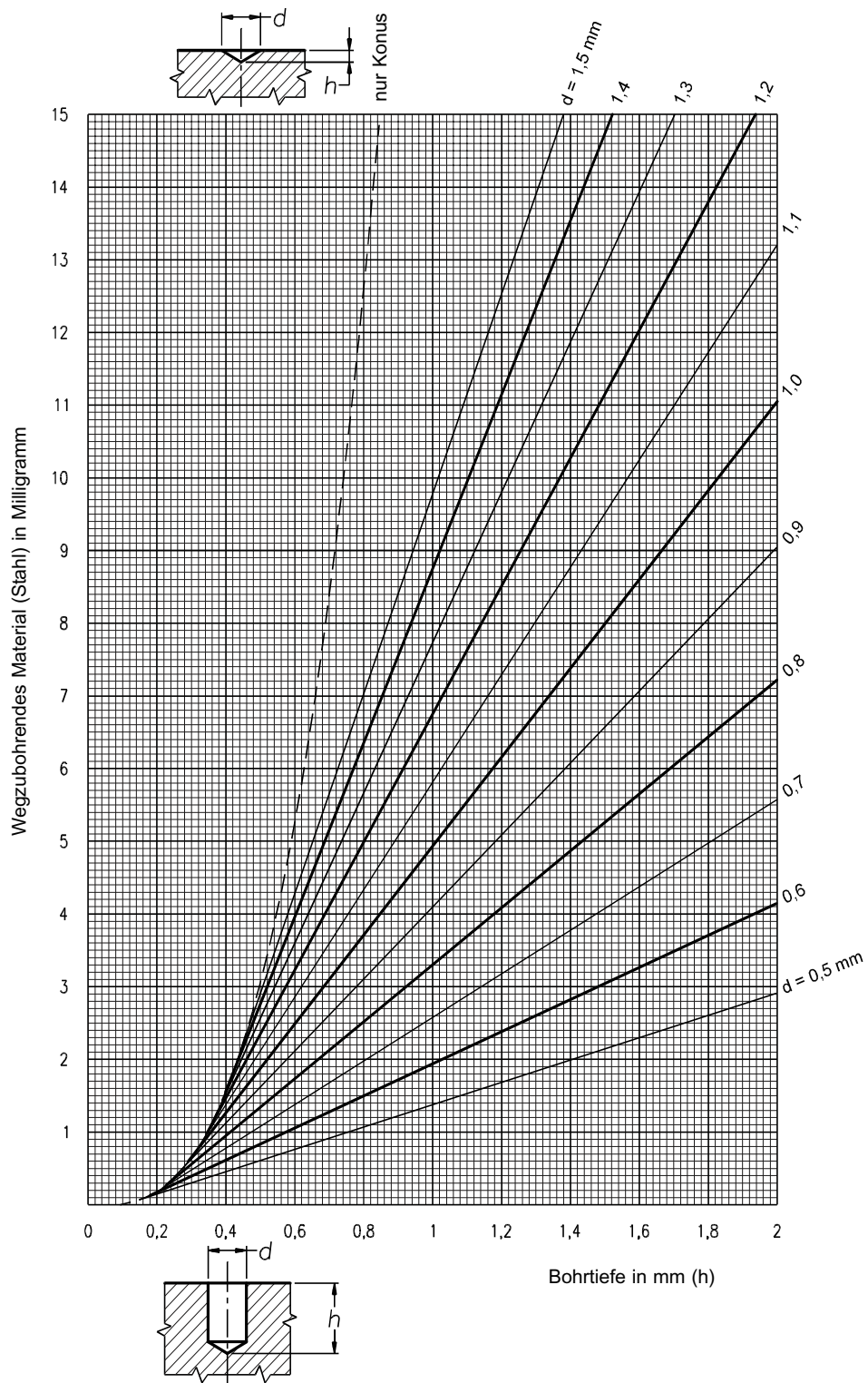
so daß $I = \frac{50}{39} = 1.3$ cm entspricht.

1 - ALLGEMEINES DIAGRAMM FÜR DIE IM STAHL WEGZUBOHRENDE MASSE

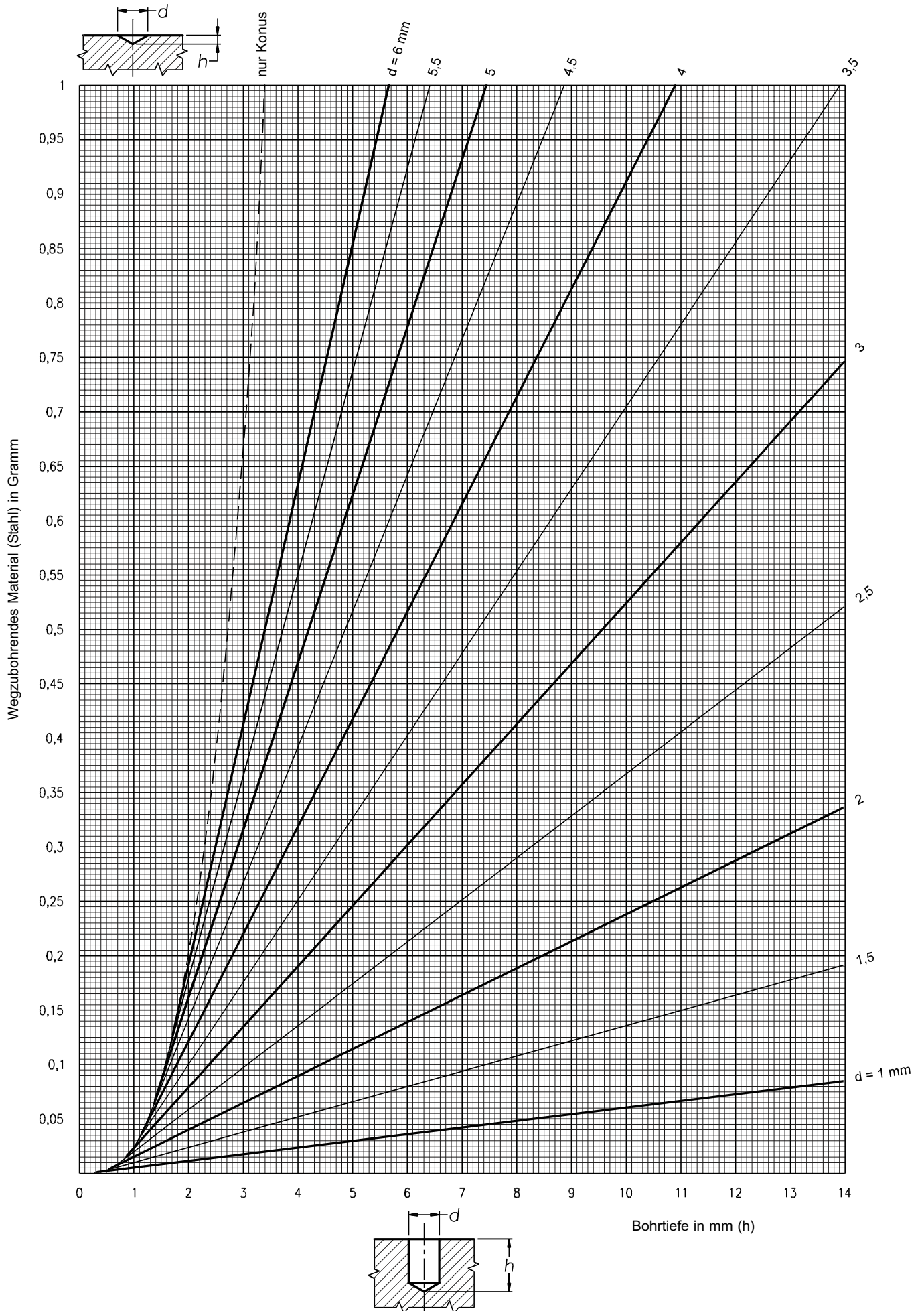
(bei kleineren Gewichten siehe Diagramme 2 – 3 – 4 – 5)



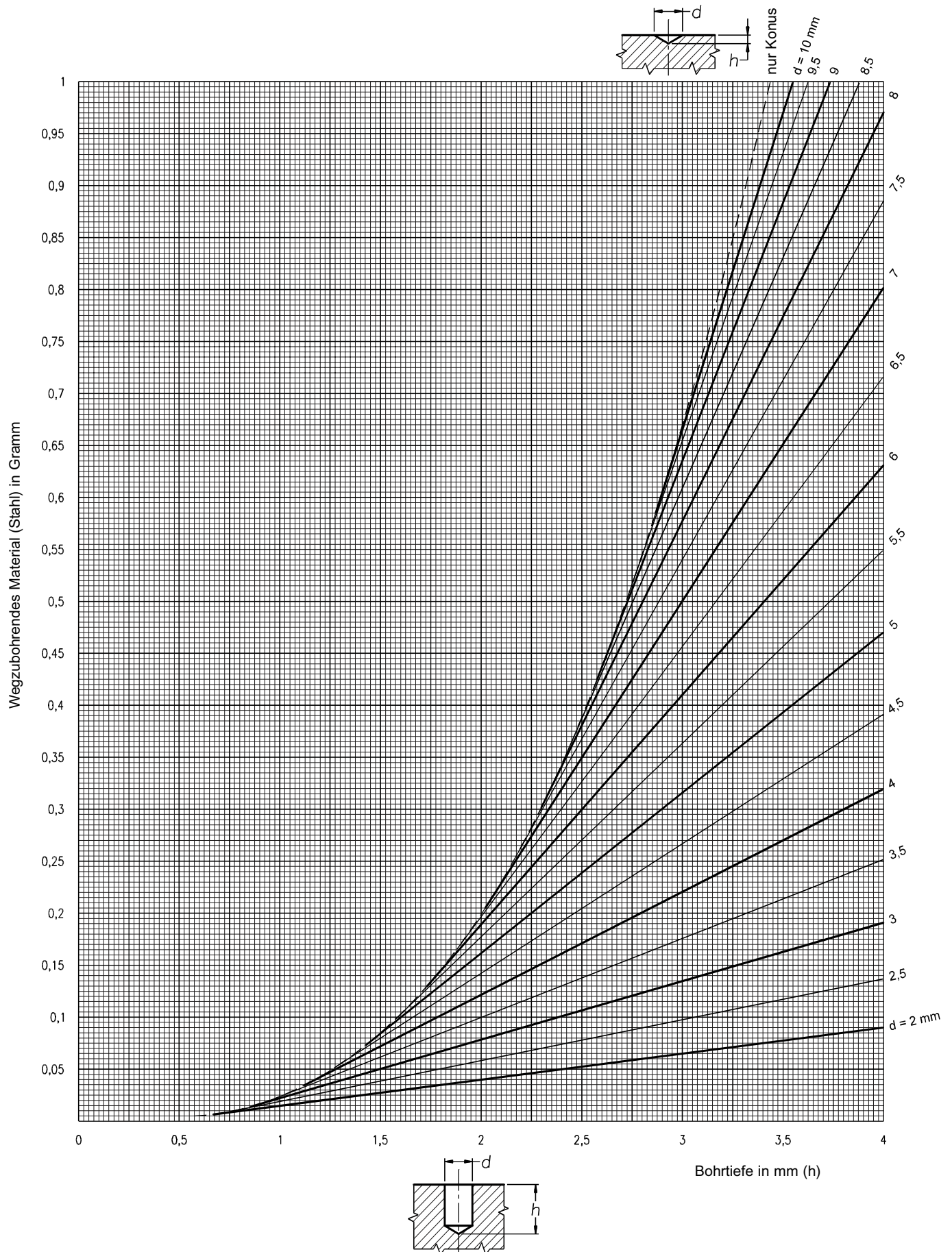
2 - DIAGRAMM FÜR FEINBOHRUNG Ø 0,5 – 1,5 mm



3 - DIAGRAMM FÜR FEINBOHRUNG Ø 1 – 6 mm

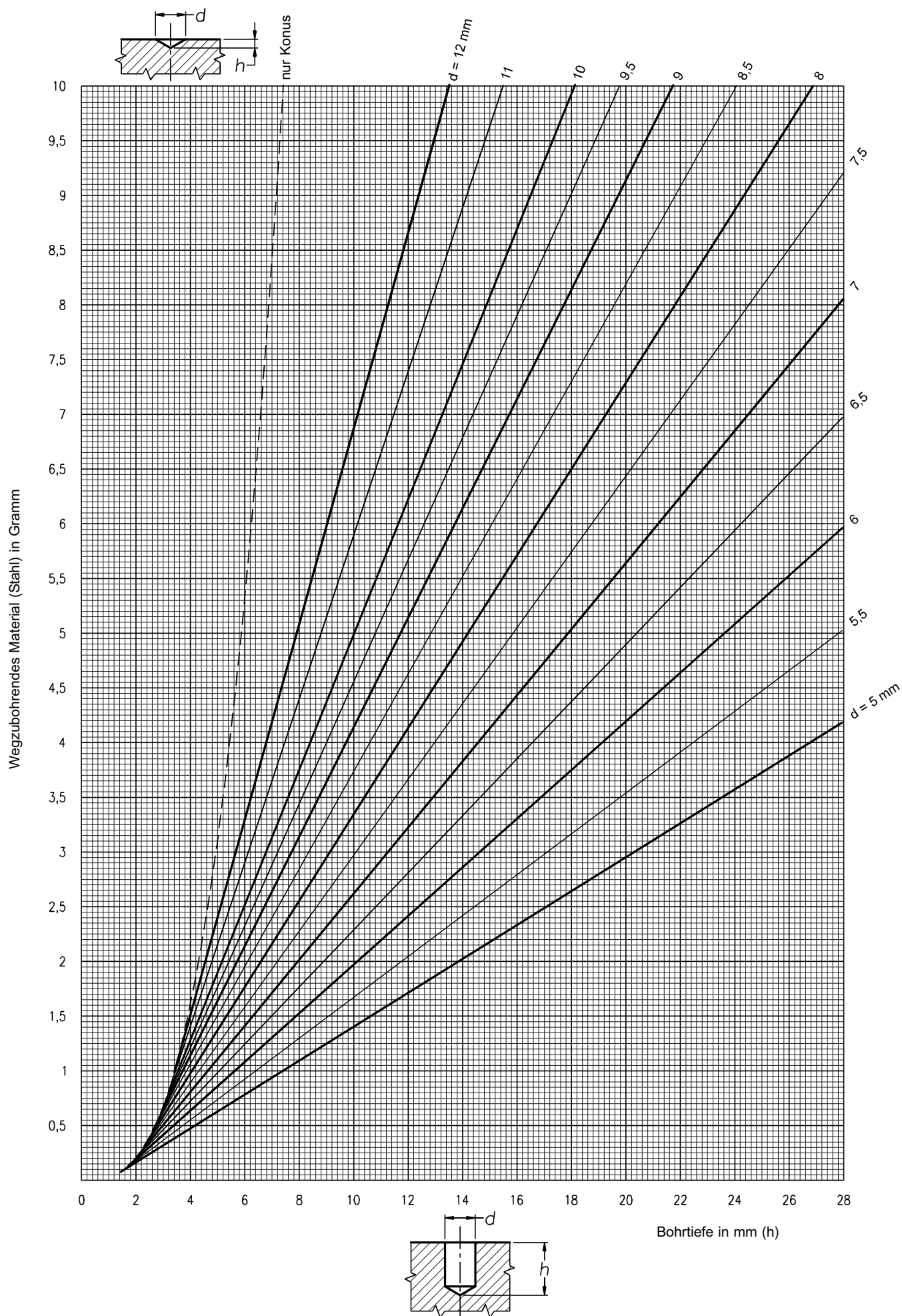


Wegzubohrendes Material (Stahl) in Gramm



5 - DIAGRAMM FÜR FEINBOHRUNG

Ø 5 – 12 mm



6 - DIAGRAMM DES GEWICHTS je cm IN ABHÄNGIGKEIT VON DEN ABMESSUNGEN L - s

