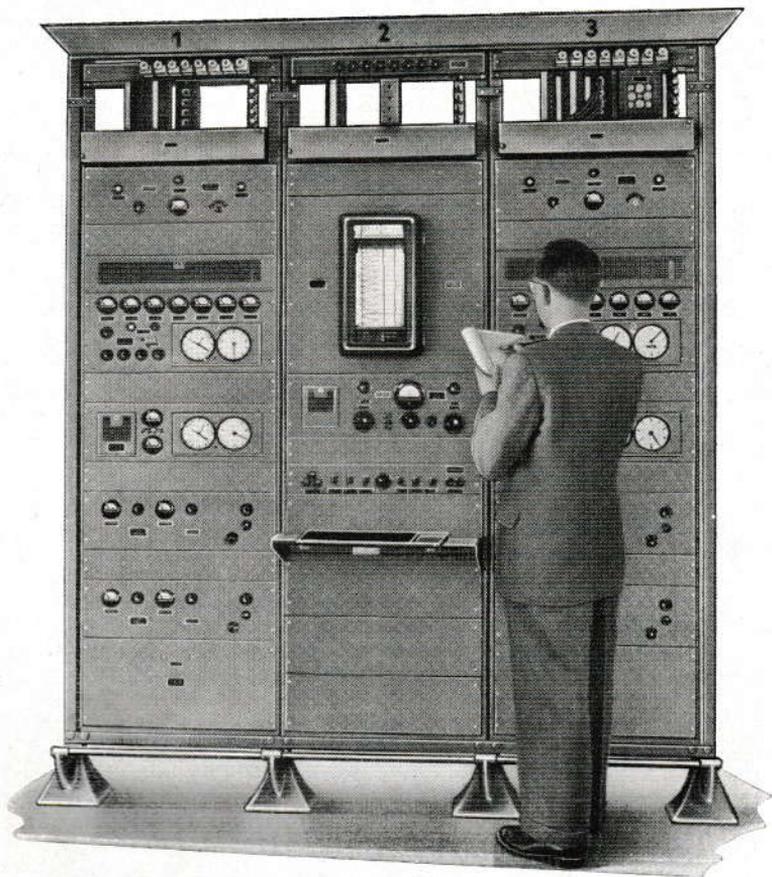




## Normalzeit / Normalfrequenz



Geräte und Anlagen höchster Genauigkeit für alle  
Aufgaben der Zeit- und Frequenzmessung

**ROHDE & SCHWARZ** MÜNCHEN

BN 7001

# Grundsätzliches

Die Quarzuhr, Ende der zwanziger Jahre als Laboratoriumsgerät entstanden, wurde bald ein Inbegriff meßtechnischer Genauigkeit überhaupt. Industrielle Entwicklungsarbeit schuf daraus ein handliches Gerät, bei dem die technischen Anforderungen gegen den notwendigen Aufwand sorgfältig abgewogen sind und das erstaunliche Leistungen erzielt.

Dem Aufbauprinzip nach ein hochgezüchteter quartzgesteuerter Sender, der mit einer Einrichtung zur Zeitanzeige versehen ist, stellt die Quarzuhr sowohl ein Zeit- wie ein Frequenznormal dar. Sie findet ihre Anwendung demgemäß einerseits auf dem Gebiete der Normalfrequenzversorgung und der Frequenzmessung, andererseits im Zeitdienst und für Aufgaben der Zeitmessung.

Wir haben als eine der ersten Firmen die technische Entwicklung und Fertigung von Quarzuhren aufgegriffen und verfügen damit über langjährige reiche Erfahrungen, die laufend weiter ausgebaut werden. Unsere Quarzuhr Type CFQ konnte sich so bald eine führende Stellung in Wissenschaft und Technik erwerben.

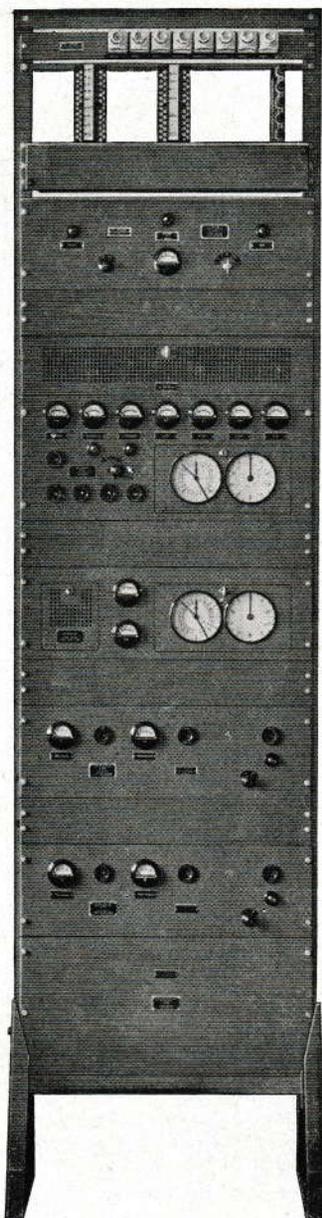
Ihr Fehler liegt bei Auslieferung unter  $10^{-7}$ , jedoch werden im allgemeinen Konstanz von  $10^{-8}$  auch über längere Zeiten ohne weiteres erreicht. Sie besitzt als Zeitnormal eine Synchronuhr mit Sekundenzeiger und Präzisions-Sekundenkontakten; als Frequenzstandard gibt sie die Normalfrequenzen 50 Hz, 1 kHz und 100 kHz ab.

Für die meisten Verwendungszwecke ist die Quarzuhr allein damit nicht vielseitig genug; sie wird deshalb bei voller Wahrung ihrer Genauigkeit im allgemeinen zur Steuerung weiterer Zusatzgeräte benützt, die ihre Anwendungsmöglichkeiten auf beiden Gebieten erweitern und ihre Leistungsfähigkeit voll auszuschöpfen gestatten. Auch diese Geräte konnten von uns auf Grund vielfacher Erfahrungen auf einen hohen Stand der Technik gebracht werden und sind sorgfältig in ihrer Arbeitsweise aufeinander abgestimmt.

Im Bereich der Zeitmessung handelt es sich dabei z. B. um Synchron-Nebenuhren, die unabhängige Messungen ohne Eingriffe in die eigentliche Quarzuhr ermöglichen oder die in Spezialausführungen die Weitergabe der Normalzeit in Form von Zeitzeichen oder durch Steuerung elektrischer Uhrenanlagen gestatten. Elektrische Kurzzeitmeßgeräte dienen der Prüfung von Quarzuhren auf ihre Gangeigenschaften, Registriereinrichtungen ihrer Überwachung und Betriebskontrolle.

Auf dem Normalfrequenzgebiet ermöglichen sogenannte „Vervielfacherfelder“ den Aufbau eines dekadisch gestuften Systems sinusförmiger Normalfrequenzen, das den Bereich von 1 kHz . . . 100 MHz umfaßt und seiner Leistung nach eine gleichzeitige Versorgung zahlreicher Verbraucher gestattet. Hieran schließen sich die sogenannten „Verzerrerfelder“, die in ihrer Gesamtheit eine zwischen 10 kHz und 1000 MHz lückenlose Folge von nebeneinander vorhandenen Normalfrequenzen erzeugen. Diese „Frequenzspektren“ können teils zur Eichung von Empfängern und zur Messung beliebiger Frequenzen nach bekannten Differenzverfahren benützt werden, teils enthalten die Verzerrerfelder selber Einrichtungen, die durch Differenzbildung die Eichung von Schwingungserzeugern gestatten.

Daneben führen wir eine Reihe von Geräten, die speziell einem Ausbau der genannten Frequenzmeßmethoden zu einem bis ins Letzte durchdachten Meßverfahren dienen, mit dem die Bestimmung beliebiger Frequenzen, ja sogar die Messung von drahtlosen Wellen im Fernfeld und bei kleinsten Feldstärken in einfachster Weise möglich ist.



- ← Gestellrahmen
- ← Sicherungsfeld
- ← Signallampen-  
und Anschlußfeld
- ← Becherwanne
- ← Netzfeld,           Type CNW
- ← Quarzuhrfeld,     Type CFQ
- ← Uhrenfeld,         Type CFU
- ← Vervielfacherfeld  
1 kHz und 10 kHz, Type CVT
- ← Vervielfacherfeld  
100 kHz und 1 MHz, Type CVM
- ← Spannungsgleichhalterfeld  
Type CNG
- ← Standzusatz zum Gestellrahmen

Abb. 1. Hauptstandanlage BN 7002

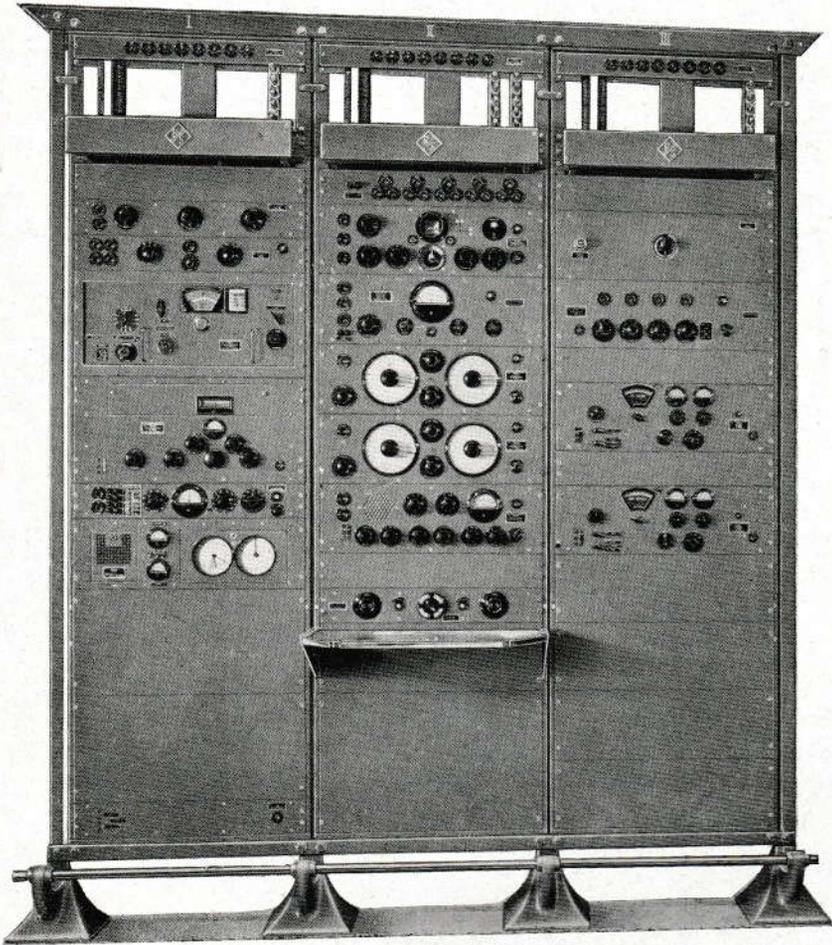


Abb. 2. Frequenzmeß-Großanlage

# Aufgaben und Eigenschaften der Einzelgeräte

## Quarzuhr und Hilfsgeräte

### Quarzuhr

#### Type CFQ BN 7750

Zeit- und Frequenznormal höchster Genauigkeit und Konstanz. Zeitanzeige über Synchronuhr Type CFS, zwei eingebaute Präzisions-Sekundenkontakte. Abgegebene Frequenzen: 50 Hz 1 V,  $R_i = 5000 \Omega$ , 1 kHz 1 V,  $R_i = 150 \Omega$ , 100 kHz 1 V,  $R_i = 150 \Omega$  (unsymmetrisch). Betriebsspannung 220 V -, ca. 0,5 A. Höhe 4 Einheiten.

### Netzfeld

#### Type CNW BN 7950

Netzanschlußgerät zum Betrieb der Quarzuhr aus dem Wechselstromnetz und zur gleichzeitigen Ladung einer Batterie 220 V. Eingebaute Relaisautomatik zur Umschaltung auf Batteriebetrieb bei Netzausfall. Betriebsspannung 220 V  $\approx$ ; abgegebene Spannung 220 V - (max. 0,5 A Verbraucher und 0,5 A Batterieladung). Höhe 2 Einheiten.

### Spannungsgleichhalterfeld

#### Type CNG BN 7951

Selbsttätiges Regelgerät zur Konstanzhaltung der Spannung des Netzfeldes Type CNW. Höhe 3 Einheiten. Regelbereich  $\pm 15\%$ , Regelgenauigkeit  $\pm 2\%$ .

## Zeitmeß- und Kontrollgeräte

### Uhrenfeld

#### Type CFU BN 7770

Gerät mit Synchronuhr Type CFS als Nebenuhr zu einer Quarzuhr Type CFQ für unabhängige Zeitvergleichsmessungen und zur Zeitbewahrung, einschl. Verstärker zum Betrieb der Synchronuhr. Steuerspannung 1 kHz 0,1...10 Volt (unsymmetrisch). Abgegebene Spannung 50 Hz, 220 Volt an 10 k $\Omega$  (unsymmetrisch, regelbar) als starre Subharmonische der 1 kHz-Steuerspannung zum Betrieb von 50 Hz-Verbrauchern. Betriebsspannung 220 V  $\approx$  (Sonderausführung 220 V -). Höhe 2 Einheiten.

### Uhrenfeld

#### Type CFUZ BN 7772

Gerät gleich dem Uhrenfeld CFU, jedoch mit von der Synchronuhr gesteuerten Auswahlkontakten zur Erzeugung von Zeitzeichen, die aus vorgegebenen Folgen von Sekundenimpulsen gleicher Länge bestehen. Signalfolge nach Vereinbarung. Betriebsspannung 220 V -. Höhe 2 Einheiten.

### Zeitdifferenzmeßfeld

#### Type CKB BN 7271

Kurzzeit-Meßgerät zur Messung einmaliger und periodischer Zeitintervalle zwischen 0 und 400 msec.; speziell zur Bestimmung des Standes von Uhren mit Sekundenkontakt gegeneinander oder gegen Zeitzeichen und damit zur absoluten Frequenzkontrolle von Quarzuhren. Begrenzung des zu messenden Zeitintervalles durch spannungsfreie Kontaktschlüsse oder Spannungsimpulse. Anzeige über eingebautes direkt geeichtes ballistisches Meßinstrument. Betriebsspannung: 220 V  $\approx$ . Höhe 1 Einheit.

### Meß- und Registrierfeld

#### Type CKR BN 7211

Überwachungsgerät mit eingebautem Sechsfarben-Punktschreiber zur Aufzeichnung der wichtigsten Betriebsdaten in größeren Quarzuhranlagen. Höhe 6 Einheiten.

## Normalfrequenz-Vervielfachergeräte

### Vervielfacherfeld

Type CVT BN 7110

Gerät zur Bereitstellung der Normalfrequenzen 1 kHz und 10 kHz mit größerer Leistung, großer Reinheit und hoher Spannungskonstanz. Steuerspannung 1 kHz 1 V (unsymmetrisch); abgegebene Frequenzen 1 kHz und 10 kHz je 10 V (unsymmetrisch) an einem Innenwiderstand unter  $2 \Omega$ , max. Leistung 2 W. Betriebsspannung  $220 V_{\approx}$ , (Sonderausführung  $220 V -$ ). Höhe 2 Einheiten.

### Vervielfacherfeld

Type CVM BN 7111

wie Vervielfacherfeld Type CVT, jedoch für 100 kHz und 1 MHz.

### Vervielfacherfeld

Type CVK BN 7112

Gerät zur Bereitstellung der Normalfrequenzen 1 MHz, 10 MHz und 100 MHz mit größerer Leistung. Steuerspannung 1 MHz 10 V; abgegebene Frequenzen 1 MHz, 10 MHz und 100 MHz je 1 W an  $70 \Omega$ , frequenzmodulierbar. Betriebsspannung  $220 V_{\approx}$ . Höhe 2 Einheiten.

## Normalfrequenz-Verzerrergeräte

### Verzerrerfeld

Type CZR BN 7421

Gerät zur Erzeugung dichter Normalfrequenzspektren im Bereich 10 kHz ... 25 MHz. Die Spektren können mit 1 kHz oder beliebigen anderen Frequenzen bis 100 kHz moduliert werden. Steuerspannungen: (1 kHz), 10 kHz, 100 kHz und 1 MHz je 10 V (unsymmetrisch); Ausgang: Spektrum aus Frequenzen im Abstand von wahlweise 10 kHz, 100 kHz oder 1 MHz, Spannung jeder Frequenz etwa 2 mV max., regelbar;  $R_i = 150 \Omega$  unsymmetrisch. Betriebsspannung  $220 V_{\approx}$ . Höhe 1 Einheit.

### Verzerrerfeld

Type CZK BN 7412

Gerät zur Erzeugung dichter Normalfrequenzspektren im Bereich 0,1 MHz ... 100 (300) MHz. Die Spektren können mit 1 kHz oder beliebigen anderen Frequenzen bis 100 kHz moduliert werden. Steuerspannungen: (1 kHz), 100 kHz und 1 MHz je 10 V (unsymmetrisch). Eingebauter Mischteil zum Vergleich von Frequenzen ( $> 0,1 V$ ) mit dem Spektrum. Ausgang: Spektrum aus Frequenzen im Abstand von wahlweise 100 kHz, 1 MHz oder 10 MHz, Spannung jeder Frequenz etwa 1 mV max., regelbar;  $R_i = 150 \Omega$  unsymmetrisch. Betriebsspannung  $220 V_{\approx}$ . Höhe 2 Einheiten.

### Verzerrerfeld

Type CZD BN 7413

Gerät zur Erzeugung dichter Normalfrequenzspektren im Bereich 1 MHz ... 1000 (1500) MHz. Steuerspannungen: 1 MHz, 10 MHz und 100 MHz je 10 V (unsymmetrisch); eingebauter Mischteil zum Vergleich von Frequenzen ( $> 0,1 V$ ) mit dem Spektrum. Ausgang: Spektrum aus Frequenzen im Abstand von wahlweise 1 MHz, 10 MHz oder 100 MHz, Spannung jeder Frequenz etwa 0,5 mV,  $R_i = 70 \Omega$  unsymmetrisch. Betriebsspannung  $220 V_{\approx}$ . Höhe 2 Einheiten.

# Geräte für Frequenzmeßanlagen

## **Frequenzzeigerfeld**

**Type CMF BN 7510**

Direktzeigerer Frequenzmesser für 10 Hz ... 500 kHz in 9 Bereichen, mit eingebauter Mischstufe zur Differenzbildung gegen Normalfrequenz, durch die der Meßbereich bis 100 MHz erweitert bzw. die Meßgenauigkeit gesteigert werden kann. Anschlußmöglichkeit für Tintenschreiber zur Registrierung von Frequenzänderungen. Eingangsspannung 0,5 ... 100 V bei weitgehender Unabhängigkeit von der Kurvenform. Betriebsspannung 220 V $\approx$ . Höhe 2 Einheiten.

## **Frequenzmeß-Schwabungssummer**

**Type CMI 10 BN 7540**

Schwabungssummer höchster Präzision und Konstanz, speziell zur Bestimmung der bei Differenzverfahren auftretenden Niederfrequenzen mittels oszillographischen Vergleichs. Frequenzbereich 0 ... 10 kHz, aufgeteilt auf 2 Skalen 0 ... 10 kHz und 0 ... 100 Hz. Ausgangsspannung max. 5 V,  $R_i = 500 \Omega$ . Betriebsspannung 220 V $\approx$  Höhe 2 Einheiten.

## **Frequenzmeß-Schwabungssummer**

**Type CMI 100 BN 7541**

Schwabungssummer wie Type CMI 10. Frequenzbereich 0 ... 100 kHz, aufgeteilt auf 2 Skalen 0 ... 100 kHz und 0 ... 1000 Hz. Ausgangsspannung max. 5 V,  $R_i = 500 \Omega$ . Betriebsspannung 220 V $\approx$ . Höhe 2 Einheiten.

## **Niederfrequenzfeld**

**Type CMT BN 7530**

Scharfes Niederfrequenzfilter, Bandbreite etwa 8 Hz ... 300 Hz (bis 10 kHz) bzw. etwa 2 kHz (bis 100 kHz), dessen Durchlaßbereich mit den Schwabungssummern CMI elektrisch gekoppelt ist und mit deren Abstimmung mitläuft. Anwendung zur Selektion der bei Differenz-Meßverfahren auftretenden Niederfrequenzen. Eingebauter Lautsprecher und Meßinstrument mit Meßmöglichkeit vor und nach der Selektion. Betriebsspannung 220 V $\approx$ . Höhe 2 Einheiten.

## **Oszillographenfeld**

**Type CMO BN 7520**

Spezieller Oszillograph für Frequenzmessungen. Normalfrequenz-synchronisierte Kippablenkung wahlweise 100 Hz, 200 Hz oder 1 kHz (mit einstellbarer Schreibgeschwindigkeit), die bis 100 kHz eine Interpolation von 100 zu 100 Hz mittels der Schwabungssummer CMI oder unmittelbare Feinmessung (Genauigkeit 0,02 Hz) mittels eingebauten Schnellzählwerkes erlaubt. Steuerspannung: 1 kHz 10 V. Betriebsspannung 220 V $\approx$ . Höhe 2 Einheiten.

## **Meßempfänger** **Type CEL BN 7621, Type CEZ BN 7622, Type CEK BN 7623, Type CEU BN 7624, Type CEV BN 7625**

Empfänger mit den Bereichen 72 ... 1525 kHz bzw. 0,98 ... 10,2 MHz bzw. 1,5 ... 25 MHz bzw. 20 ... 110 MHz bzw. 85 ... 300 MHz für Empfang, Selektion und Mischung zu messender Frequenzen mit Normalfrequenzspektrern und für Zeitzeichenaufnahme. Empfindlichkeit 0,5 ... 20  $\mu$ V je nach Bereich, Schwundregelung (außer bei CEL), regelbare Bandbreite. Telegraphieüberlagerer. Betriebsspannung 220 V $\approx$  (bei CEL und CEK über eigenes Netzgerät Type CNE BN 7953). Höhe 3 bzw. 3, 3, 2, 2 Einheiten.

## **Antennenfeld**

**Type CEA BN 7610 bzw. Type CEB BN 7611**

Geräte zur Mischung und geeigneten Dosierung von Meßfrequenz und Normalfrequenz-Spektrum vor den Empfängern BN 7621 ... 7625. Frequenzbereich 60 kHz ... 25 MHz bzw. 20 ... 300 MHz. Höhe 1 bzw. 2 Einheiten.

# Gliederung der Anlagen und ihre Verwendung

Die beschriebenen Geräte, die je nach Bedarf noch durch Spezialtypen erweitert werden können, sind größtenteils einzeln verwendbar, soweit sich dies nicht durch ihr Zusammenwirken mit anderen Geräten verbietet. Sie werden jedoch meist je nach Verwendungszweck zu größeren Anlagen zusammengestellt, die wir teils listenmäßig in Standardausführung herstellen, teils den Wünschen unserer Kunden entsprechend zusammenbauen. Wir unterscheiden dabei

dem Verwendungszweck nach  
Normalzeitanlagen,  
Normalfrequenzanlagen  
Eichanlagen  
Frequenzmeßanlagen,

der Größe nach  
Tischanlagen  
Standanlagen  
Großanlagen;

weiterhin

Hauptanlagen, die selber eine Quarzuhr als primäres Standard enthalten und somit völlig unabhängig sind, und

Nebenanlagen, die der Fremdsteuerung durch eine zugeführte Normalfrequenz bedürfen und damit ihrem Wesen nach zur Erweiterung des Wirkungsbereiches bestehender Anlagen dienen.

Mit diesem Programm sind praktisch alle auf dem Gebiet der Zeit- und Frequenzmessung auftretenden Aufgaben zu lösen, von denen wir nachstehend nur einige als Beispiel nennen wollen:

Zeitnormal auf Sternwarten, an wissenschaftlichen Forschungsstellen, in Uhrenfabriken und bei Behörden; zur Erzeugung von Zeitzeichen und (Fern-)Synchronisierung von Uhrenanlagen.

Frequenznormal zur Eichung von Sendern und Empfängern in Prüffeldern, zur Messung beliebiger Frequenzen mit höchster Genauigkeit und zur Kontrolle des technischen Wechselstromes in Kraftwerken.

Normalfrequenzgenerator zur Erzeugung beliebiger Frequenzen, die durch Vervielfachung oder Teilung aus den Grundfrequenzen gewonnen werden können, und damit als Frequenznormal zur Steuerung von Rundfunksendern und von Trägerfrequenzsystemen.

Frequenznormal zur Synchronisierung räumlich getrennter Vorgänge.

## Die wichtigsten Standardanlagen

Als Anhaltspunkt für die Möglichkeiten bei der Zusammenstellung von Anlagen seien die gebräuchlichsten Typen kurz näher beschrieben:

### Haupttischanlage BN 7001

bestehend aus 1 Quarzuhrfeld  
1 Netzfeld

Type CFQ  
Type CNW

montiert und verdrahtet in einem Tischgestellrahmen KG 6008.

Kleinste selbständige Einheit, geeignet als Zeitnormal und als Normalfrequenzgeber (50 Hz, 1kHz und 100 kHz) kleiner Ausgangsleistung.

### Hauptstandanlage BN 7002 (Abb. 1)

bestehend aus	1 Quarzuhrenfeld	Type CFQ
	1 Netzfeld	Type CNW
	1 Spannungsgleichhalterfeld	Type CNG
	1 Uhrenfeld	Type CFU
	1 Vervielfacherfeld	Type CVT
	1 Vervielfacherfeld	Type CVM

montiert u. verdrahtet in einem Standgestellrahmen KG 6020

Standardanlage, geeignet als Zeitnormal und als Normalfrequenzgeber (50 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz und 1000 kHz) größerer Ausgangsleistung, die zur Versorgung ausgedehnter Verbraucherkomplexe und zum Betrieb der oben genannten Zusatzgeräte (Verzerrerfelder usw.) ausreicht.

Als Ausführung BN 70021 enthält die Anlage zusätzlich ein Zeitdifferenzmeßfeld Type CKB zur Absolutkontrolle.

### Hauptgroßanlage BN 7003 (Titelbild)

bestehend aus	2 Hauptstandanlagen	BN 7002
	1 Umschaltfeld	Type CKU
	1 Meß- und Registrierfeld	Type CKR
	1 Zeitdifferenzmeßfeld	Type CKB

montiert und verdrahtet in einem Gruppenrahmen KG 6320

Ausführung für größte Betriebssicherheit und höchste Konstanz durch doppelten Gerätesatz und Ausrüstung mit Überwachungseinrichtungen.

### Frequenzmeß-Großanlage (Ausführungsbeispiel nach Abb. 2)

bestehend aus	1 Antennenfeld	Type CEA
	1 Antennenfeld	Type CEB
	1 Meßempfänger	Type CEL
	1 Meßempfänger	Type CEK
	1 Meßempfänger	Type CEU
	1 Meßempfänger	Type CEV
	1 Netzgerät	Type CNE
	1 Verzerrerfeld	Type CZR
	1 Verzerrerfeld	Type CZK
	1 Frequenzzeigerfeld	Type CMF
	1 Oszillographenfeld	Type CMO
	1 Frequenzmeß-Schwebungssumme	Type CMI 10
	1 Frequenzmeß-Schwebungssumme	Type CMI 100
	1 Niederfrequenzfeld	Type CMT
	1 Buchsenfeld	Type CKD
	1 Netzschaltfeld	Type CNS

montiert und verdrahtet in einem Gruppenrahmen KG 6320.

Steuerung durch eine Hauptstandanlage BN 70021 (700) oder eine Hauptgroßanlage BN 7003.

Universelle Anlage zur Präzisionsmessung der Frequenz unmodulierter oder amplitudenmodulierter elektrischer Schwingungen bis 300 MHz, auch im Fernfeld von Sendern bei kleinen und kleinsten Feldstärken und in der Nachbarschaft von Störsendern. Trotz der großen Leistungsfähigkeit gewährleistet

sorgfältig abgewogenes Zusammenwirken der einzelnen Einheiten rasche und mühelose Bedienung. Zusatzgeräte ermöglichen die Erfassung frequenzgetasteter oder frequenzmodulierter Schwingungen.

Entsprechende Anlagen werden mit Meßbereichen bis 1,5 MHz, 25 MHz oder 110 MHz hergestellt; sie lassen sich nachträglich bis 300 MHz ausbauen.

Diese Frequenzmeß-Großanlagen sind das ideale Hilfsmittel zur zentralen Frequenzüberwachung von Rundfunk- und kommerziellen Sendern.

### **Frequenz-Eich- und Prüfanlage für Dezimeterwellen BN 70411**

bestehend aus	1 Vervielfacherfeld	Type CVK
	1 Verzerrerfeld	Type CZD
	1 Frequenzzeigerfeld	Type CMF

montiert und verdrahtet in einem Tischgestellrahmen KG 6008.

Steuerung durch eine Hauptstandanlage BN 70021 (7002) oder durch ein Quarzsteuerfeld Type CFG, das in die Anlage miteingebaut werden kann (Ausführung BN 70410).

Anlage zum Eichn von Empfängern und Sendern im Bereich 50...1000 (1500) MHz mit Hilfe von Normalfrequenzspektren.

## **Abmessungen der Geräte und Anlagen**

Die obengenannten Einzelgeräte besitzen durchgehend eine Breite von 632 mm und eine Tiefe von meist 205 mm (ohne Knöpfe), während die Höhe nach Einheiten von je 100 mm gestuft ist. Sie sind für Einbau in R&S-Normgestelle 632 konstruiert, verfügen aber auch über alle notwendigen Steckanschlüsse, um sie als Einzelgerät benützen zu können.

Die verwendeten R&S-Meßgestelle 632 haben folgende Abmessungen:

662 mm Breite x 1095 mm Höhe	(Tischgestellrahmen KG 6008),
662 mm Breite x 2505 mm Höhe	(Standgestellrahmen KG 6020),
2275 mm Breite x 2580 mm Höhe	(Gruppenrahmen KG 6320).

Weitere Einzelheiten bitten wir den einschlägigen Datenblättern zu entnehmen. Bei der Planung von Meßeinrichtungen und Anlagen empfiehlt es sich im übrigen, immer mit uns Fühlung aufzunehmen. Wir sind stets gerne bereit mit der Ausarbeitung von Vorschlägen und Angeboten behilflich zu sein.

#### **Literatur:**

- L. Rohde: Normalfrequenz und Frequenzmessung. Fortschritte der Hochfrequenztechnik, Bd. 2, Akad. Verlagsges. Leipzig 1942
- L. Rohde und R. Leonhardt: Quarzuhr und Normalfrequenzgenerator. El. Nachr. Technik 17 (1940), S. 117
- L. Rohde: D. R. P. Nr. 691 848
- L. Rohde und R. Leonhardt: Fernsynchronisierung mit Normalfrequenz. Fernmeldetechn. Zt. 2 (1949), S. 85

**Änderungen, insbesondere solche, die durch den technischen Fortschritt bedingt sind, vorbehalten!**