



# Frequenzzähler FZ 7002

**DC bis 5GHz-Meßbereiche, 3 quasi gleichzeitig nutzbare Eingangsverstärker sowie LED-beleuchtetes, hochauflösendes Grafik-LC-Display mit komfortabler Menüführung sind nur einige der herausragenden Merkmale dieses innovativen Frequenzzählers. Neben den Standardfunktionen: Frequenz, Periode, Puls, Zeit und Ereignis können auch Puls-/Pausenverhältnisse sowie Phasenverschiebungen zwischen 2 Kanälen gemessen werden. Hinzu kommen umfangreiche mathematische Funktionen. Bemerkenswert sind auch die Möglichkeiten durch die neue Multi-Kanalmessung, d. h. es können alle 3 Kanäle gleichzeitig gemessen und angezeigt werden.**

## Allgemeines

Durch den Einsatz eines Mikrocontrollers und eines großformatigen LC-Grafikdisplays ist es den ELV-Ingenieuren gelungen, einen Frequenzzähler zu entwickeln, der an Vielfalt selbst manch professionelle Meßgeräte in den Schatten stellt. Dabei ist die Bedienung, trotz der umfangreichen Möglichkeiten, durch eine intelligente Menüführung so einfach geblieben, daß eine Anleitung bei den Hauptfunktionen eigentlich nicht erforderlich ist. Selbst die komplexen mathematischen Funktionen sind durch die grafische Darstellung intuitiv zu bedienen.

Neben den normalen Funktionen wie Frequenz-, Perioden-, Pulsbreitenmessung und Ereigniszählung war es möglich, noch viele weitere nützliche Funktionen zu implementieren. Zum Beispiel ist die Anzeige der Pulsbreite nicht nur auf Sekunden

beschränkt, sondern kann auch in Grad oder in Prozent zur Gesamtperiode erfolgen. Des weiteren können das Puls-/Pausenverhältnis eines beliebigen Kanals sowie die Phasenverschiebung von Kanal A zu Kanal B in Sekunden oder in Grad ermittelt werden. Außerdem läßt sich bei den Funktionen Pulsbreite, Puls/Pause und Phasenverschiebung ein Mittelwert über mehrere Messungen bilden.

Dazu kommen die komplexen mathematischen Funktionen, die die Möglichkeit bieten, bei den Funktionen Frequenz, Periode und Pulsbreite jeden Kanal oder eine Konstante durch eine der mathematischen Funktionen Plus (+), Minus (-) oder geteilt (/) mit jedem Kanal oder einer Konstanten zu verknüpfen. Somit kann zum Beispiel das Verhältnis von 2 Kanälen gebildet, eine Konstante von einem Kanal subtrahiert, oder ein Kanal von einer Konstanten subtrahiert werden usw. Dabei verhindert die intelligente Menüführung die

Eingabe unlogischer Verknüpfungen. Zum Beispiel ist die Eingabe: Kanal A/Kanal A nicht möglich, da dies ja bekanntlich immer 1 ergäbe.

Als besonderes Feature können bei den Funktionen Frequenz, Periode, Pulsbreite und Puls-/Pausenverhältnis 2 oder alle 3 Kanäle gleichzeitig gemessen und angezeigt werden. In diesem Fall werden die 2 oder 3 Kanäle nacheinander bearbeitet und die Meßwerte untereinander auf dem Display dargestellt.

Alle Parameter der Eingangsverstärker wie AC/DC-Umschaltung, 20dB-Abschwächer, 50kHz-Tiefpaß, Invertierung und Offseteinstellung werden digital und menügesteuert eingestellt. Außer den 7 Tasten und dem Netzschalter befinden sich dadurch keine anderen Bedienungs- oder Abgleichelemente an diesem Gerät.

Selbst der Abgleich des internen Referenzoszillators geschieht softwaremäßig durch Messung einer beliebigen Referenz-

frequenz im Bereich 1 MHz bis 30 MHz. Aus dieser Messung wird dann die Frequenz des internen Referenzoszillators berechnet und abgespeichert. Es versteht sich von selbst, daß natürlich alle Parameter des Gerätes netzausfallsicher gespeichert werden und nach erneutem Einschalten wieder vorhanden sind. Auch der Anschluß einer externen Referenz wird durch freie Festlegung der Referenzfrequenz im Bereich von 1 MHz bis 30 MHz erheblich vereinfacht.

Daß ein Meßgerät dieser Güte eine serielle V24B-Schnittstelle zum Anschluß eines PCs zur Steuerung des Gerätes besitzt, ist selbstverständlich.

## Bedienung

Nach dem Einschalten des Gerätes erscheint auf dem LC-Display die erste Seite des Hauptmenüs zur Auswahl der gewünschten Meßfunktion. Diese beinhaltet die Funktionen: Frequenz, Periode, Pulsbreite sowie die Anwahl der zweiten Seite. Durch einen Druck auf die zugehörige Taste unter dem Display wird die gewünschte Funktion oder die zweite Seite aktiviert. Auf dieser befinden sich dann die restlichen 3 Funktionen: Puls/Pause, Phase A-B, Ereignis sowie der Rücksprung auf die erste Seite. Auch hier wird die gewünschte Funktion durch einen Druck auf die zugehörige Taste aktiviert. Zur Verdeutlichung sind in Abbildung 1 der Bedienungsbaum noch einmal ausführlich dokumentiert und alle Abläufe skizziert.

Im weiteren folgt jetzt erst einmal die Beschreibung der einzelnen 6 Meßarten. Vorab aber noch einige für alle Funktionen gleichsam gültige Beschreibungen.

## Displayaufteilung

Nach Aktivierung einer Funktion ist das Display immer in 4 logische Bereiche aufgeteilt, in denen abhängig von der gegenwärtigen Aufgabe Informationen vorhanden sind oder nicht. In Abbildung 2 ist dazu die Aufteilung noch einmal kurz skizziert.

Der linke, obere Bereich des LC-Displays ist reserviert zur Anzeige des (der) Meßwerte(s). Da er die wichtigste Information (den gemessenen Wert) enthält, ist dies der größte Bereich des Displays.

In der rechten oberen Ecke des Meßwertbereiches befindet sich das Statussymbol für den Meßablauf, welches die folgenden 3 Zustände besitzt :

- Meßintervall noch nicht abgelaufen, dargestellt durch einen kleinen Punkt
- Warten auf Signalfanke, dargestellt durch einen kleinen ungefüllten Kreis
- Tor aktiv, dargestellt durch einen großen gefüllten Kreis

Dieses Symbol erscheint bei allen Mes-

## Technische Daten

3 Kanäle	A/B:	Impedanz:	1 M( $\Omega$ ) $\parallel$ 20 pF
		Eingangsspannung:	max. 200V <sub>ss</sub>
		Frequenzgang:	0 Hz bis 100 MHz
		Empfindlichkeit:	20 mV <sub>eff</sub>
		Kopplung:	AC oder DC
		Filter:	Tiefpaß 50 kHz schaltbar
		Abschwächer:	20 dB schaltbar
		Inverter:	schaltbar
		Offset:	einstellbar im Peak to Peak Bereich des Signals
	C:	Impedanz:	50 $\Omega$
		Eingangsspannung:	max. 5 V <sub>ss</sub>
		Frequenzgang:	100 MHz - 5 GHz (1,8 GHz)
		Empfindlichkeit:	5 mV <sub>eff</sub>
		Inverter:	schaltbar
Anzeige:		grafisches LC-Display der Auflösung 120 x 32 Pixel	
Bedienung:		menügeführt mittels 7 Tasten	
Externe Referenz:		1 MHz bis 30 MHz	TTL-Pegel
Interne Referenz:		25 MHz Quarzofen	$\pm$ 3ppm
Meßbereiche			Auflösung
Frequenzmessung:		0 Hz bis 5 GHz	max. 9 Stellen
Periodenmessung:		200 ps bis 1000 s	max. 9 Stellen
Pulsbreite:		- pos. oder neg. Puls	
		- 0 s bis 1000 s	40ns
		- 0° bis 360°	max. 0.001°
		- 0% bis 100%	max. 0.001%
Puls-/Pausenverhältnis:		1:0 bis 1:1000	max. 1:0.0001
		0:1 bis 1000:1	max. 0.0001 : 1
Phasenverschiebung A zu B:		0° bis 360°	max. 0.001°
		0s bis 1000s	40ns
Ereigniszählung:		1 bis 4294967296 (2 <sup>32</sup> )	1
<u>Torzeitvorgabe bei Frequenz- und Periodenmessung</u>			
Auflösung		1 ms bis 99 ms mit 1 ms	
Auflösung		100 ms bis 990 ms mit 10 ms	
Auflösung		1s bis 40 s mit 100 ms	

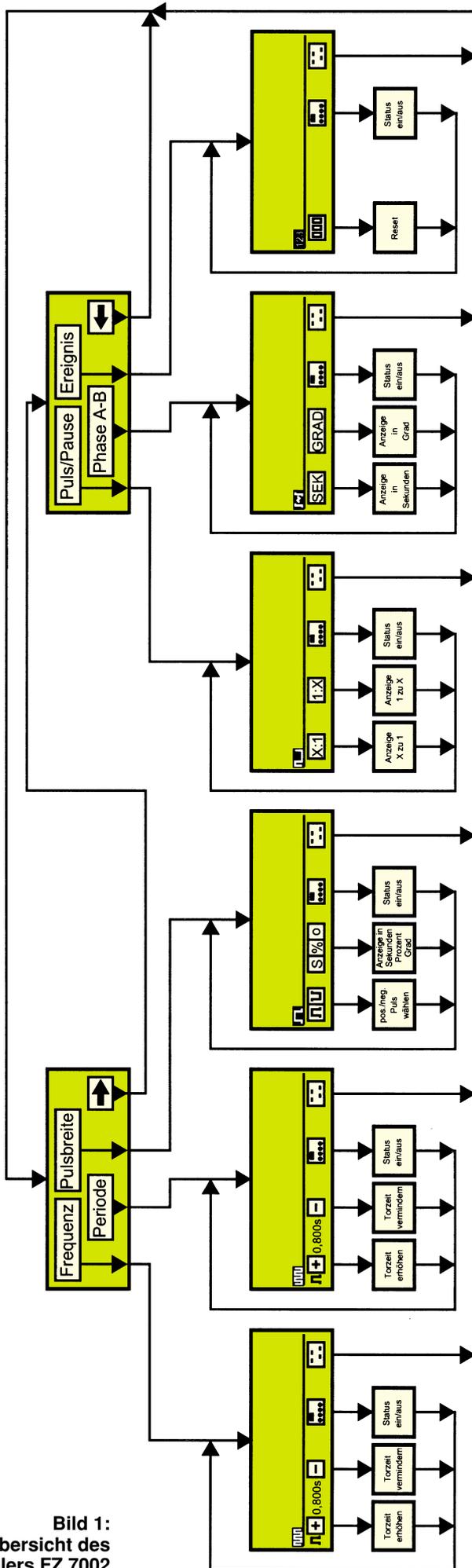
### Sonstiges

- Softwaremäßige Kalibrierung durch Messung eines Referenzsignals
- Mathematische Funktionen +,-,/ von Kanal/Konstante zu Kanal/Konstante
- Multikanalmessung (1, 2 oder 3 Kanäle können quasi gleichzeitig gemessen und angezeigt werden.)
- Anzeigenintervall-Vorgabe von 0 s bis 9,99 s
- Mittelwertbildung
- netzausfallsichere Speicherung aller Parameter

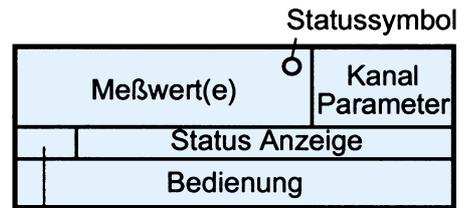
Netz: 230V~, 0,1 A, schutzisoliert

Gewicht: 1,94 kg

Abmessungen: 272mm x 85mm x 150mm (BxHxT)



**Bild 1:**  
Bedienungsübersicht des  
Frequenzzählers FZ 7002



**Funktionssymbol**

**Bild 2:** Aufteilung der Displayeinheit

sungen mit Ausnahme der Ereigniszählung.

Rechts daneben befindet sich das Feld der Statusanzeigen für die Eingangsstufen. Hier werden die für den Kanal A sowie die für den Kanal B aktiven Einstellungen: AC/DC-Kopplung, Tiefpaß ein/aus, 20dB-Abschwächer ein/aus, Triggerung auf pos./neg.-Flanke sowie die Offseinstellung angezeigt.

Die Zeile im mittleren Bereich beinhaltet links das Symbol der aktiven Funktionen, in der Mitte, bei aktiver mathematischer Funktion, die Funktionsbeschreibung sowie rechts, falls aktiv, die Symbole für Remote und externe Referenz.

Der untere Bereich des Displays (unterhalb der waagerechten Linie) ist für die Bedienung reserviert, wobei die Belegung der beiden linken Tasten abhängig von der momentan aktiven Funktion ist. Mit der zweiten Taste von rechts können die Statusanzeigen ein- bzw. ausgeschaltet und mit der rechten Taste kann ins Hauptmenü zurückgesprungen werden.

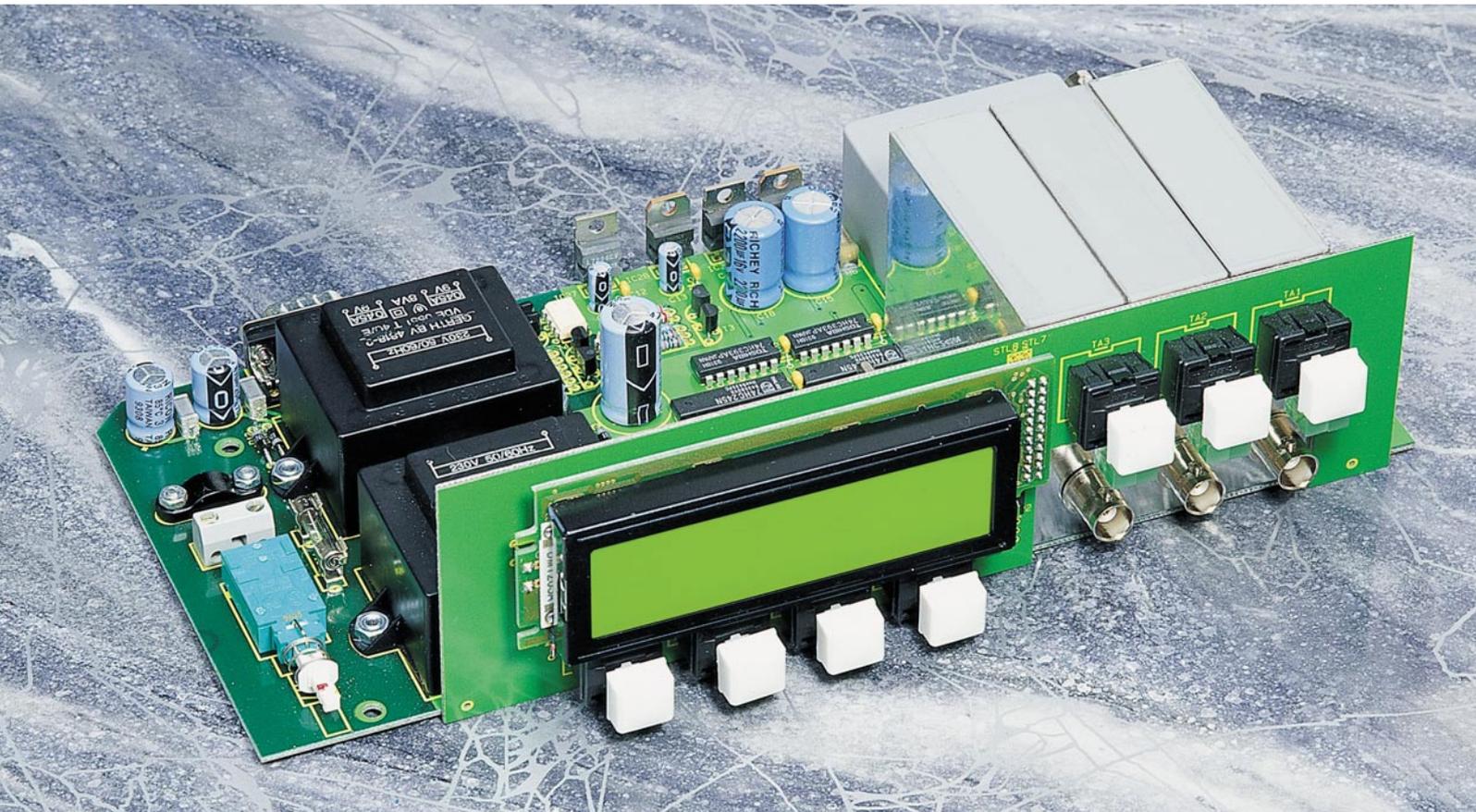
### Kanalauswahl und Parametrisierung

Bei allen Funktionen außer der Funktion Phase A-B kann mit der über der Eingangsbuchse befindlichen Taste der gewünschte Eingangskanal ausgewählt werden. Über dem gewählten Eingang leuchtet daraufhin der Text <Aktiv> auf, und auf dem Display erscheint bei Aktivierung des Kanals A oder B im unteren Bereich ein Menü zur Einstellung der Kanalparameter (Abbildung 3). Dieses Menü besteht aus 2 Seiten, die mit der rechten Taste umgeschaltet werden können. Erfolgt 5 Sekunden lang keine Bedienung, so kehrt das Gerät zur normalen Belegung der Tasten zurück.

Tabelle 1 gibt Aufschluß über die möglichen Kanalparameter der Kanäle A und B. Auf der ersten Seite des Kanalmenüs

**Tabelle 1: Kanalparameter**

Kopplung: .....	AC / DC
Filter: .....	ohne / 50kHz-Tiefpaß
Abschwächer: .....	0 dB / 20 dB
Offset: .....	100 Schritte im Peak-to-Peak-Bereich
Triggerflanke: .....	positiv oder negativ



legt die linke Taste die Kopplungsart des Eingangs (AC oder DC) fest. Mit der zweiten Taste von links kann der 50kHz-Tiefpaß und mit der dritten Taste von links der 20dB-Abschwächer ein- oder ausgeschaltet werden.

Auf der zweiten Seite verändern die beiden linken Tasten die Offseiteinstellung (+ oder -) und die dritte Taste von links die Flanke, auf die getriggert wird (pos. oder neg.). Zur visuelle Kontrollen werden alle Parameter im oberen rechten Bereich des Displays angezeigt.

Um das Kanalmenü zu verlassen, genügt es, entweder 5 Sekunden lang keine Bedienung vorzunehmen oder eine Taste der Kanalaktivierung zu drücken, wobei allerdings kein Kanal aktiviert, sondern nur das Kanalmenü verlassen wird.

### Ansicht der fertig montierten Leiterplatten des Frequenzzählers FZ 7002

### Frequenz-/Periodenmessung

Nach Aktivierung eines der Menüpunkte „Frequenz“ oder „Periode“ auf der ersten Seite des Hauptmenüs erscheint auf dem Display die Oberfläche der Frequenz- bzw. der Periodenmessung.

Der Ablauf einer Messung gestaltet sich folgendermaßen:

Das Gerät wartet auf eine positive oder negative Flanke des Meßsignals (abhängig von der Einstellung im Kanalmenü). Durch das Eintreffen besagter Flanke wird die Messung gestartet und nach Ablauf der

Torzeit und der Meßperiode wieder beendet. Es folgen nun die Berechnung und die Anzeige des Meßwertes, dessen Stellenanzahl abhängig von der Torzeit und dem Referenzsignal ist.

Zur Einstellung der Torzeit dienen die beiden linken Tasten unter dem Display. Mit ihnen kann die Torzeit im Bereich von 1 ms bis 40 s eingestellt werden, wobei die Schrittweite abhängig vom Bereich 1 ms, 10 ms oder 100 ms beträgt (siehe Tabelle 2). Die Torzeit wird auf dem Display zwischen den beiden Symbolen für die Tasten angezeigt.

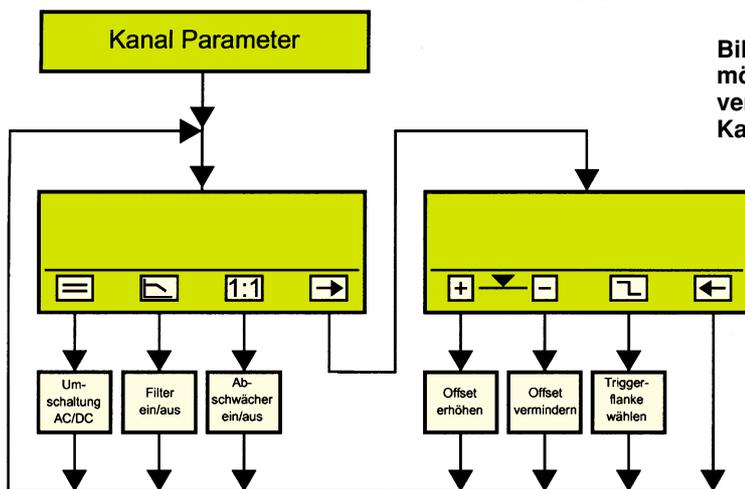
Um die Torzeit schnell ändern zu kön-

**Tabelle 2: Schrittweite bei Torzeit**

Bereich	Schrittweite
1 ms bis 99 ms	1 ms
100 ms bis 990 ms	10 ms
1 s bis 40 s	100 ms

**Tabelle 3: Sonderfunktionen**

Funktion	Mathematische Funktionen	Multikanal
Frequenz	+	+
Periode	+	+
Pulsbreite	+	+
Puls/Pause	-	-
Phase A/B	-	-
Ereignis	-	-



**Bild 3: Einstellungsmöglichkeiten der verschiedenen Kanalparameter**

nen, haben die beiden Tasten eine Repeatfunktion, die, sofern die Taste gedrückt gehalten wird, nach 1 s einsetzt und deren Repeat-Rate sich ständig erhöht. Das heißt, je länger die Taste gedrückt gehalten wird, desto schneller ändert sich der Wert.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, einen Mittelwert über mehrere Messungen zu bilden. Die genaue Funktion ist unter dem Kapitel „Anzeigenintervall“ beschrieben.

### Pulsbreitenmessung

Nach Auswahl des Menüpunktes Pulsbreite auf der ersten Seite des Hauptmenüs, wird auf dem Display die Oberfläche der Pulsbreitenmessung angezeigt. Es kann sowohl die Breite des positiven als auch des negativen Pulses gemessen werden. Die Umschaltung dazu geschieht mit der linken Taste unter dem Display. Zu beachten ist hierbei allerdings, daß die mögliche Invertierung des Signals im Kanalmenü die Lage des Pulses umdreht.

Mit der zweiten Taste von links kann die Art der Anzeige gewählt werden. Hierbei gibt es 3 Formen der Darstellung, die nacheinander anwählbar sind:

1. Ausgabe der Pulsbreite in Sekunden
2. Ausgabe der Pulsbreite in Prozent bezüglich der gesamten Periode
3. Ausgabe der Pulsbreite in Grad (0°-360°) bezogen auf die gesamte Periode.

Die Anzahl der angezeigten Stellen ist hierbei abhängig von der Referenzfrequenz und der Meßfrequenz. Wie bei der Frequenz-/Periodenmessung ist auch hier eine Mittelwertbildung möglich (siehe Kapitel Anzeigenintervall).

### Puls-/Pausenverhältnismessung

Durch Aktivierung des Menüpunktes Puls/Pause auf der zweiten Seite des Hauptmenüs, erscheint auf dem Display die Oberfläche der Puls-/Pausenverhältnismessung. Gemessen wird das Verhältnis vom Puls zur Pause, und zwar entweder als „Faktor : 1“ oder als „1 : Faktor“ angezeigt.

Die Auswahl, in welcher Form der Meßwert angezeigt werden soll, geschieht mit den beiden linken Tasten unterhalb des Displays. Die Anzahl der angezeigten Stellen ist abhängig von der Referenzfrequenz und der Meßfrequenz. Auch hier ist eine Mittelwertbildung möglich (siehe Kapitel Anzeigenintervall).

### Phasenverschiebung A zu B

Nach Aktivierung des Menüpunktes Phase A-B auf der zweiten Seite des Hauptmenüs, wird auf dem Display die Oberfläche der Phasenverschiebung A zu B angezeigt. Bei dieser Funktion ist eine Kanalwahl nicht möglich, da ausschließlich die Phasenverschiebung von Kanal A zu Kanal B gemessen werden kann. Die Ka-

nalparameter für Kanal A sowie Kanal B erscheinen gleichzeitig untereinander im Display.

Die Phasenverschiebung kann sowohl in Sekunden als auch in Grad bezogen auf die gesamte Periode angezeigt werden. Die Umschaltung erfolgt durch die beiden linken Tasten unterhalb des Displays. Eine Mittelwertbildung ist auch hier möglich (siehe Kapitel Anzeigenintervall).

### Ereigniszählung

Als letzte Funktion steht der Menüpunkt Ereignis auf der zweiten Seite des Hauptmenüs zur Verfügung. Auf dem Display erscheint dazu die Oberfläche der Ereigniszählung.

Nach Aktivierung dieser Funktion ist der Zähler zuerst auf 0 gesetzt und fängt sofort damit an, Eingangsimpulse des aktivierten Kanals zu zählen. Mit der linken

Taste unter dem Display kann der Zähler zu jeder Zeit auf 0 gesetzt werden.

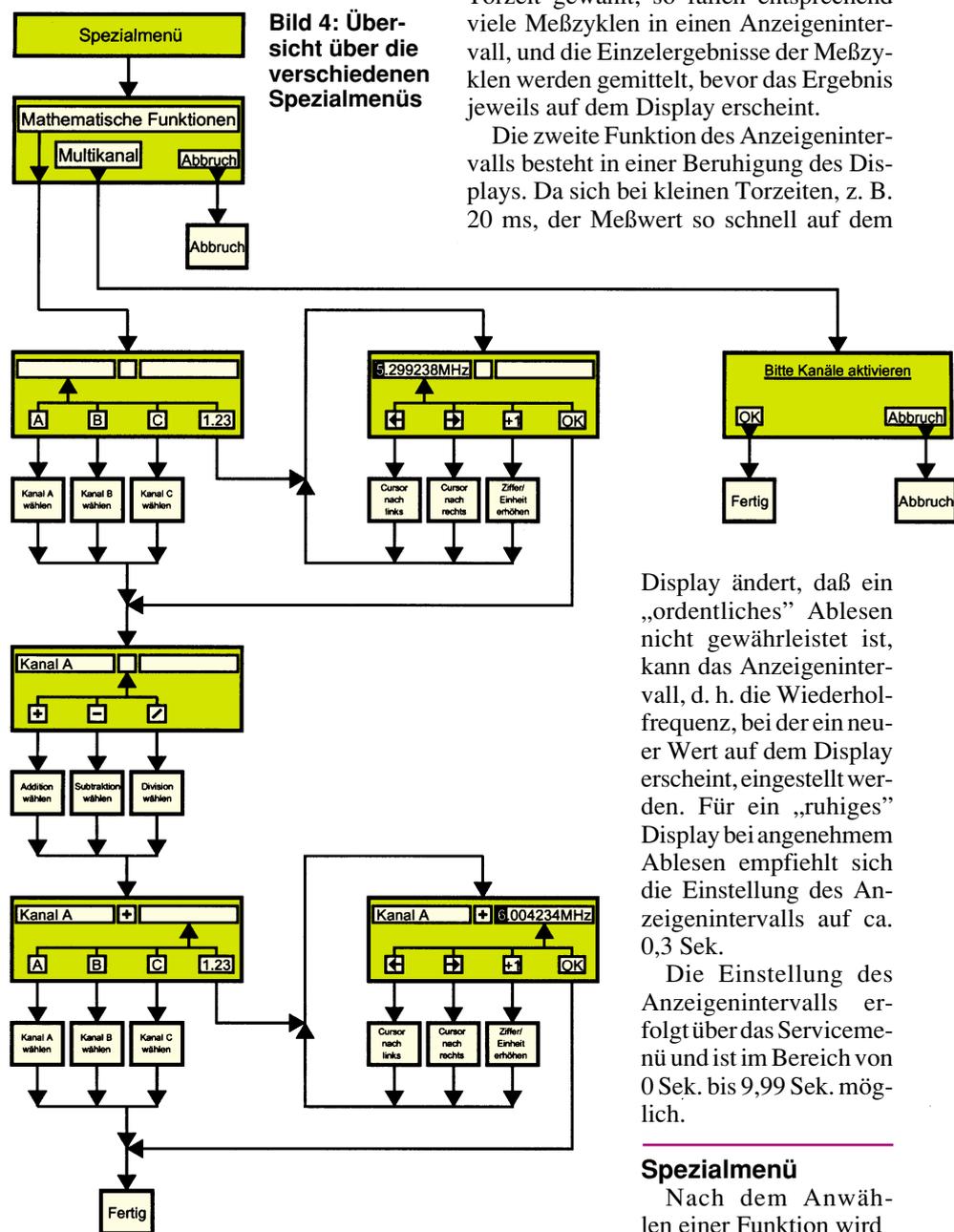
Nach der Beschreibung der Hauptfunktionen wenden wir uns nun den Spezialitäten des FZ 7002 zu.

### Anzeigenintervall

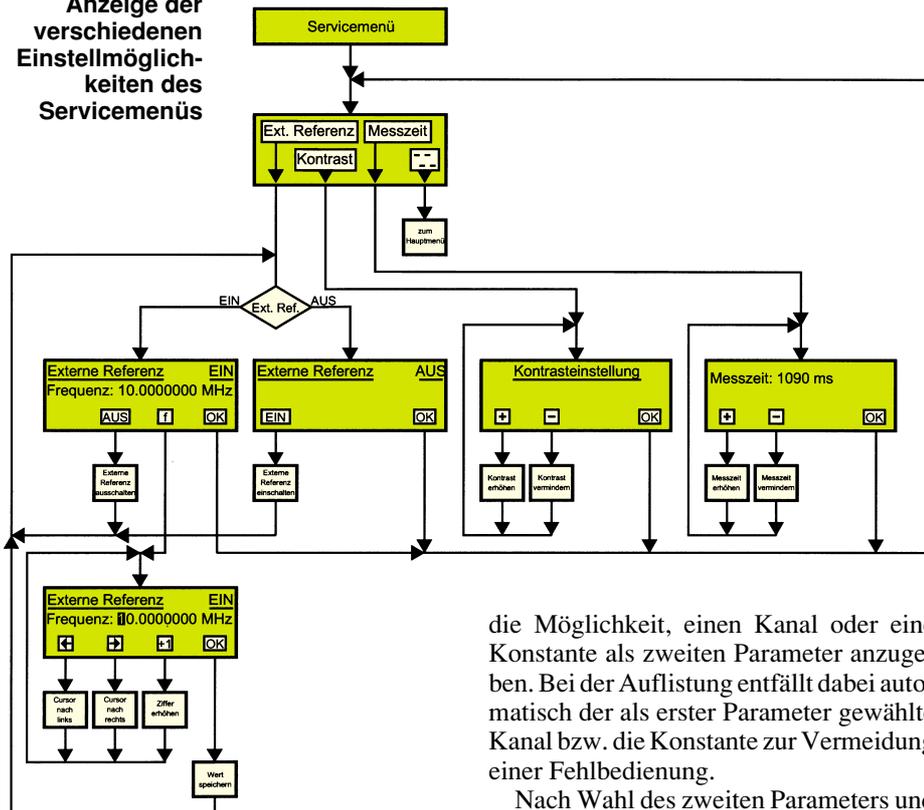
Mit der Einstellung des Anzeigenintervalls stehen gleichzeitig 2 nützliche und wichtige Funktionsmerkmale zur Verfügung. Zum einen ist damit eine Mittelwertbildung über mehrere Meßzyklen möglich und zum anderen die Beruhigung der Anzeige bei kurzen Torzeiten. Nachfolgend gehen wir auf diese Features im einzelnen ein:

Eine Mittelwertbildung über mehrere Meßzyklen ist immer dann günstig, wenn das Meßsignal nur eine eingeschränkte Stabilität aufweist (Jitter). Wird z. B. das Anzeigenintervall deutlich länger als die Torzeit gewählt, so fallen entsprechend viele Meßzyklen in einen Anzeigenintervall, und die Einzelergebnisse der Meßzyklen werden gemittelt, bevor das Ergebnis jeweils auf dem Display erscheint.

Die zweite Funktion des Anzeigenintervalls besteht in einer Beruhigung des Displays. Da sich bei kleinen Torzeiten, z. B. 20 ms, der Meßwert so schnell auf dem



**Bild 5:**  
Anzeige der  
verschiedenen  
Einstellmöglich-  
keiten des  
Servicemenüs



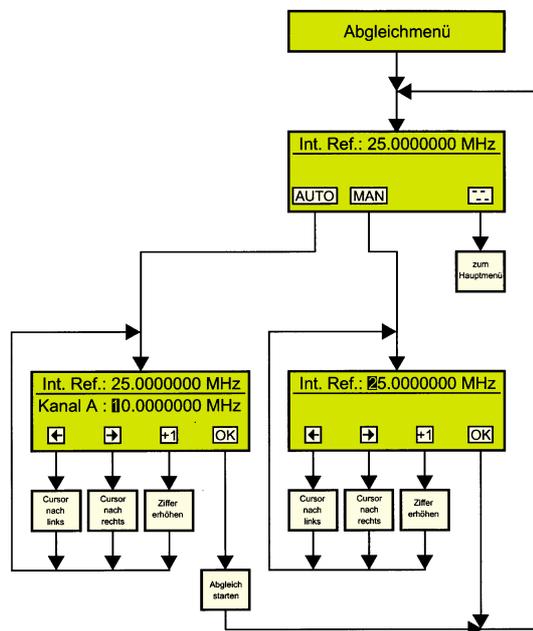
durch Betätigen und Festhalten einer Kanalauswahl-taste bei den Funktionen Frequenz, Periode und Pulsbreite das Spezialmenü aktiviert (Abbildung 4). Es besteht sodann die Möglichkeit, eine mathematische Funktion zu wählen oder mehrere Kanäle gleichzeitig auf die Anzeige zu bringen.

Bei den mathematischen Funktionen erscheint nach Drücken der zugehörigen Taste sodann die Auswahl des ersten Parameters auf dem Display. Hier kann nun zwischen Kanal A, Kanal B, Kanal C oder einer Konstanten gewählt werden.

Bei Wahl der Konstanten erscheint deren bisheriger Wert im linken Rahmen der Anzeige. Dieser Wert ist nun mit den 3 linken Tasten einstellbar (Cursor links, Cursor rechts und Ziffer erhöhen). Im Anschluß an die Einstellung des gewünschten Wertes wird die Eingabe durch Betätigen der OK-Taste (rechts) mit der Wahl der mathematischen Funktion (+, - oder /) fortgesetzt.

Im Anschluß an die Auswahl der mathematischen Funktion besteht

**Bild 6:** Im Abgleichmenü kann sowohl die Frequenz des internen Referenzoszillators manuell eingestellt als auch automatisch ermittelt werden.



die Möglichkeit, einen Kanal oder eine Konstante als zweiten Parameter anzugeben. Bei der Auflistung entfällt dabei automatisch der als erster Parameter gewählte Kanal bzw. die Konstante zur Vermeidung einer Fehlbedienung.

Nach Wahl des zweiten Parameters und eventueller Eingabe der Konstanten ist die Eingabe der mathematischen Funktion abgeschlossen, und das Gerät kehrt zur normalen Anzeige zurück. Hierbei wird zur Verdeutlichung der mathematischen Funktion in der Statuszeile die Funktionsbeschreibung invertiert angezeigt.

Wurde nach Aktivierung des Spezialmenüs die Funktion Multikanal gewählt, so erscheint auf dem Display die Aufforderung, alle gewünschten Kanäle zu aktivieren. Jetzt können mit den Kanaltasten die gewünschten Kanäle aktiviert oder deaktiviert werden.

Ist die Auswahl abgeschlossen und die

OK-Taste (links) betätigt, erscheint wieder die reguläre Anzeige auf dem Display, jedoch mit dem Unterschied, daß nun auf dem Display nicht allein 1 Meßwert, sondern 2 oder 3 Meßwerte gleichzeitig erscheinen. Zur eindeutigen Zuordnung des jeweiligen Meßwertes zu dem entsprechenden Kanal steht vor jedem Wert der Buchstabe des Kanals (A, B oder C).

Um die Bedienung auch dieser komplexen Funktionen zu vereinfachen und übersichtlich zu gestalten, erfolgt beim Wechsel der Betriebsfunktion des Gerätes eine automatische Deaktivierung der mathematischen Funktionen sowie der Multikanalfunktion.

### Servicemenü

Um in das Servicemenü zu gelangen, sind im Hauptmenü die rechte Taste sowie zusätzlich die linke Taste zu betätigen und für ca. 3 Sek. zu halten. Es erscheint sodann die Maske des Servicemenüs, in der ein externes Referenzsignal aktiviert, der Kontrast eingestellt sowie das Anzeigenintervall eingegeben werden können (Abbildung 5).

Da die Vorgehensweise der Einstellung identisch mit der vorher beschriebenen ist, wird hierauf nicht weiter eingegangen. Erwähnt sei nur, daß die Frequenz der externen Referenz im Bereich 1 MHz bis 30MHz und das Anzeigenintervall im Bereich von 0 s bis 10 s einstellbar sind.

### Abgleich

Auch beim Abgleich geht ELV beim Frequenzzähler FZ 7002 einen besonders innovativen Weg. Es sind weder langwierige Drehprozeduren an Spindeltrimmern erforderlich, noch ist ein Öffnen des Gerätes nötig.

Um in das Abgleichmenü (Abbildung 6) zu gelangen, sind während des Einschaltvorgangs und ca. 3 Sek. danach die beiden linken Tasten unter dem Display zu betätigen und festzuhalten.

Nun kann sowohl die Frequenz des internen Referenzoszillators manuell eingestellt als auch automatisch ermittelt werden. Nach Wahl der automatischen Ermittlung besteht die Möglichkeit, eine genau bekannte Frequenz auf Kanal A einzuspeisen, deren Wert auf dem Display mittels der zugehörigen Tasten eingestellt werden muß.

Nach Betätigen der OK-Taste ermittelt der FZ 7002 unter der Voraussetzung, daß das eingespeiste Signal hinreichend exakt ist, die Frequenz des internen Oszillators und speichert diese als Referenz ab, womit der Abgleich bereits abgeschlossen ist.

Im zweiten Teil dieses Artikels folgt die ausführliche Beschreibung der interessanten Schaltungstechnik des Frequenzzählers FZ 7002.