

Mit der Kombination Analyskop EZF und UHF-Tuner EZFU steht jetzt ein Meßplatz zur Verfügung, der den Frequenzbereich 6 kHz bis 2700 MHz überstreicht. Der Spiegelempfang ist in allen Bereichen unterdrückt. Mehrdeutigkeiten treten nicht auf, da ausschließlich die Oszillator-Grundwelle zur Umsetzung verwendet wird.

# Analyskop EZF bis 2700 MHz erweitert durch UHF-Tuner EZFU



BILD 1 Analyskop EZF mit UHF-Tuner EZFU.  
Foto 21 158

## Eigenschaften

Der UHF-Tuner EZFU vergrößert den Anwendungsbereich des Analyskop EZF [1 bis 4] beträchtlich. Die Kombination der beiden Geräte (Bild 1 und 2) bietet folgende Vorteile:

- ▶ Maximale Darstellbreite 1400 MHz.
- ▶ Absolutpegelmessung (in dBm geeicht).
- ▶ Quarzgenaue Frequenzmessung mit eingebautem siebenstelligen Frequenzzähler, der in allen EZF- und EZFU-Frequenzbereichen von 0 bis 2700 MHz die jeweils eingestellte Empfangsmittelfrequenz beziehungsweise bei Darstellbreiten über 20 MHz die Frequenz einer verschiebbaren Marke anzeigt (z. B. bei Darstellung 0 bis 120 MHz). Bei Umschalten der Darstellbreite auf  $\leq 20$  MHz wird die Markenfrequenz automatisch zur Empfangsmittelfrequenz.
- ▶ Kontinuierliche Abstimmung in allen EZF- und EZFU-Bereichen. Frequenzanzeige über den eingebauten Zähler. Hohe Treffsicherheit der Abstimmung (sehr wichtig z. B. bei Oberwellenmessungen über Antenne).

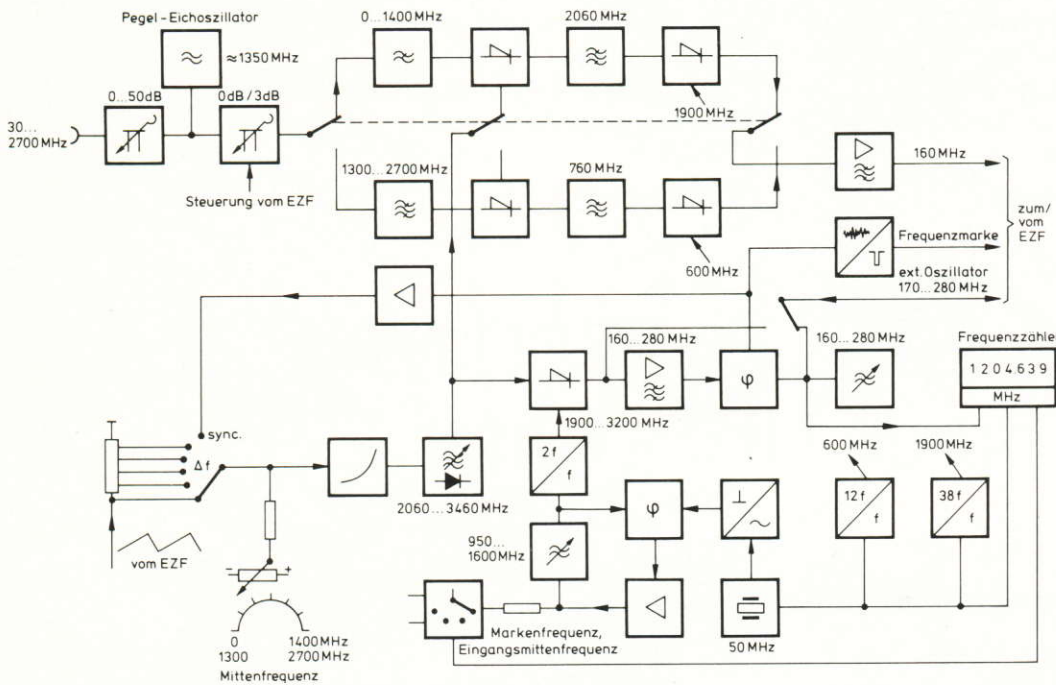
- ▶ Automatische Markierung von Eigenstörprodukten bei Übersteuerung, wodurch in vielen Fällen der nutzbare Aussteuerbereich erheblich vergrößert werden kann.
- ▶ Nulllinien-Austastung (base line clipper), dadurch Dunkelastung des störenden Grundrauschens möglich. Die Frequenzmarken sind von der Dunkelastung ausgenommen.

## Elektrischer Aufbau

Wegen seiner geringen Leistungsaufnahme arbeitet auch der EZFU ohne Lüfter und kann deshalb auch an Wechselspannungen mit einer Frequenz von 400 Hz betrieben werden. Bei Batteriebetrieb wird der EZFU über den im EZF eingebauten Wandler versorgt.

Wichtigster Punkt bei der Entwicklung des EZFU war, **die guten Eigenschaften des Grundgerätes EZF auch im höheren Frequenzbereich voll zu erhalten.** Die Frequenzgrenze wurde auf 2700 MHz gelegt, damit auch die 3. Harmonische der Fernsehsender für Bereich V gemessen werden kann.

BILD 2  
Blockschaltbild des  
UHF-Tuners EZFU.



Die Forderung, eindeutigen Empfang bei optimaler Empfindlichkeit, schließt die Verwendung von Oszillator-Oberwellen für die Mischung aus, das bedeutet, daß die Oszillator-Grundwelle bereits recht hoch liegen muß. Die zweite Forderung, wonach der Oszillator einen Eigenrauschabstand von mindestens 110 dB/Hz in 10 kHz Abstand haben muß (z. B. bei 1 kHz Auflösung bzw. Rauschbandbreite Signal/Rauschabstand  $\geq 80$  dB in 10 kHz Abstand vom Träger), läßt sich mit einem varactorabgestimmten Oszillator erfüllen. Ein in diesem Frequenzbereich sonst sehr zweckmäßiger YIG-abgestimmter Oszillator erwies sich als ungeeignet, da die durch die magnetische Abstimmung bedingten Eigenschaften eine schnelle Ausregelung des Eigenstörhubs nicht gestatten (Bild 3).

Zum quarzgenauen **Einstellen des Oszillators** auf eine vorgegebene Frequenz dient eine Referenzfrequenz mit sehr geringem Phasenrauschen. Sie ist die Summe der Frequenzen eines in 100-MHz-Schritten schaltbaren und eines über 120 MHz kontinuierlich veränderbaren Oszillators. Dieser kontinuierlich ab-

stimmbarer Oszillator übernimmt als externer Oszillator auch die Abstimmung für die drei Bereiche im EZF-Grundgerät (6 kHz bis 1,3 MHz, 60 kHz bis 13 MHz und 100 kHz bis 130 MHz) entweder direkt oder über die internen Frequenzteiler.

Der **eingebaute Zähler** zeigt bei allen Betriebsarten unmittelbar die eingestellte Eingangs- oder Markenfrequenz an. Das Komma wird automatisch umgeschaltet, so daß die Frequenz in allen Bereichen in MHz erscheint. Der Wert der letzten Stelle beträgt je nach Frequenzbereich 1 kHz, 100 Hz oder 10 Hz und die Absolutgenauigkeit über alles, je nach Bereich, zwischen einigen kHz und einigen hundert Hz. Eine eventuelle Drift des durchstimmbaren Oszillators wird durch den Zähler ausgeregelt, dessen achte, nicht angezeigte Stelle (intern erhöhte Auflösung) als Regelkriterium dient.

Die **Meßfolge** beträgt immer 50 Hz, so daß eine gute Verfolgung des Abstimmvorgangs möglich ist. Die Anzeige der Abstimm-lage des EZF beziehungsweise EZFU ist nicht zuletzt dadurch möglich, daß alle ZF-Umsetzungen quarzstabil erfolgen und ein

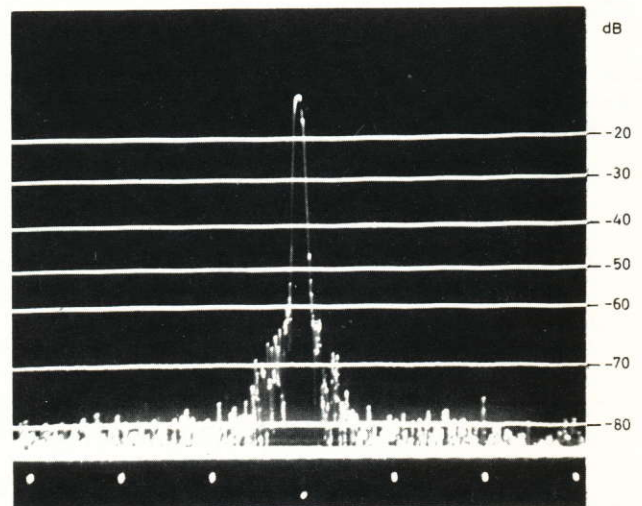
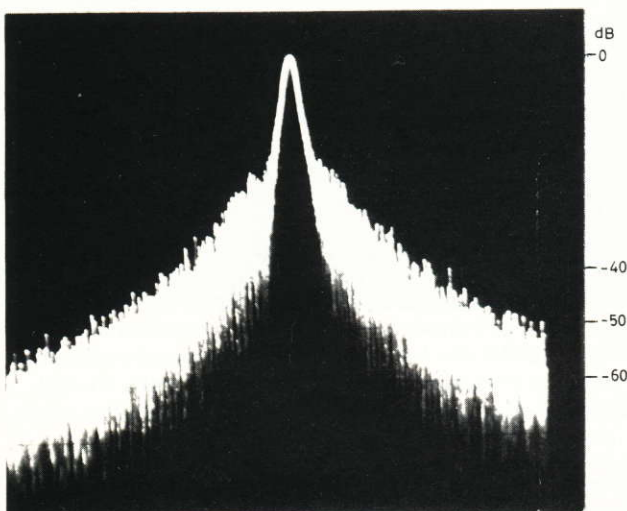


BILD 3 Unterschied zwischen YIG-abgestimmtem und varactorabgestimmtem Oszillator. Links: Typische Rauschglocke eines synchronisierten YIG-Oszillators, gemessen mit 1 kHz Bandbreite. Rechts: Mit EZF/EZFU gemessener quarzgesteuerter 2400-MHz-Generator. Auflösung (Rauschbandbreite) 1 kHz, Frequenzmarkenabstand 10 kHz.

eventueller Frequenzfehler des gerade in Betrieb befindlichen Wobbeloszillators über die quarzgesteuerte Mittenmarke eliminiert wird.

Wie bereits beim EZF ist auch beim EZFU die **Darstellbreite** automatisch mit einer für pegelrichtige Darstellung bestimmten Mindestablaufzeit gekoppelt, was auch hier einen raschen Wechsel der Darstellbreite durch Einknopfbedienung gestattet. Bei Darstellbreiten über 20 MHz ist die Auflöseseitenbreite entweder fest 300 kHz oder frei wählbar (bei entsprechender Vergrößerung der Ablaufzeit), wenn dies für besondere Meßaufgaben erforderlich sein sollte.

Wird ein Analysator mit Signalpegeln betrieben, die weit über dem für Vollaussteuerung zulässigen Wert liegen, so treten Eigenstörprodukte auf, die entweder als Signale angezeigt werden oder die Anzeige echter Signale verfälschen. Besonders unangenehm sind solche Störungen, bei denen das verursachende starke Signal außerhalb des gerade dargestellten Frequenzbereichs liegt und daher eine Übersteuerung nicht angenommen wird.

Eine Vorrichtung im EZFU kennzeichnet solche im Gerät selbst entstandenen Störprodukte automatisch und hilft so, Fehlmessungen zu vermeiden. Darüber hinaus läßt sich mit Hilfe dieser **Störproduktkennung** der Aussteuerbereich bei vielen Messungen beträchtlich erweitern, da die Eigenstörprodukte meist nicht mit den zu messenden Signalen zusammenfallen. Doch selbst in diesen Fällen (Oberwellenmessung, Messung von Differenztonfaktoren) läßt sich bis zu der Grenze messen, bei der das im Analysator erzeugte Störprodukt in die gleiche Größenordnung wie das zu messende Störsignal kommt.

Die Arbeitsweise der Kennzeichnungseinrichtung beruht auf der Tatsache, daß alle durch Übersteuerung entstehenden Störprodukte ihren Pegel bei linear ansteigendem Signal quadratisch oder mit einer höheren Potenz ändern. Ändert sich der Signalpegel beispielsweise um 3 dB, so wird sich der Pegel des Störproduktes um 6 oder 9 dB ändern.

Die Pegeländerung geschieht über ein mit der halben Ablaufwiederholfrequenz geschaltetes 3-dB-Dämpfungsglied im Signaleingang. Ein zweites synchron aber mit entgegengesetzten Dämpfungssprüngen geschaltetes Dämpfungsglied nach der letzten ZF-Selektion (Auflösefilter) hebt für das Signal die Wirkung des ersten Dämpfungsgliedes wieder auf. Der überproportionale Anteil bei den Störprodukten wird jedoch nicht aufgehoben, das heißt, alle Übersteuerungsprodukte ändern ihren Pegel in der Anzeige um mindestens 3 dB im Rhythmus der halben Ablauffolgefrequenz (Bild 4).

Auch im Gerät selbst (bei einem Defekt oder bei Einstellung der Frequenz Null) ohne äußeres Signal entstehende Anzeigen werden um 3 dB in ihrer Amplitude moduliert, da diese Signale nur ein Dämpfungsglied durchlaufen. Dies gilt natürlich auch für die Pegelmeßlinie, die dann als Doppellinie mit 3 dB Abstand auftritt und damit außerdem als Einschaltkontrolle für die Automatik dient.

Bild 5 zeigt die Fourier-Analyse (0 bis 500 MHz) eines Impulssignals, wie sie auf dem Bildschirm des EZF angezeigt wird. Die große Treffsicherheit der Abstimmung, die schnelle Frequenz- und Pegelmessung, die Möglichkeit der Zeitdarstellung und des Abhörens der Modulation bei AM- und FM-Sendern machen die Kombination EZF/EZFU auch zu einem kompakten Funkbeobachtungsmeßplatz. Die Darstellung der Zeitfunktion der Modulation (AM, FM) ist bei allen ZF-Bandbreiten (Auflösung) möglich. Der Frequenzbereich für  $f_{\text{mod}}$  beträgt 10 Hz bis 50 kHz, der maximale Hub bei Frequenzmodulation  $\pm 100$  kHz.

Die Art der verwendeten Selektionsfilter garantiert eine sehr hohe Auffaßwahrscheinlichkeit von Kurzzeitsignalen bei gleichzeitig guter Selektion. Durch entsprechende Vorverstärker läßt sich die Empfindlichkeit noch um etwa 20 dB verbessern.

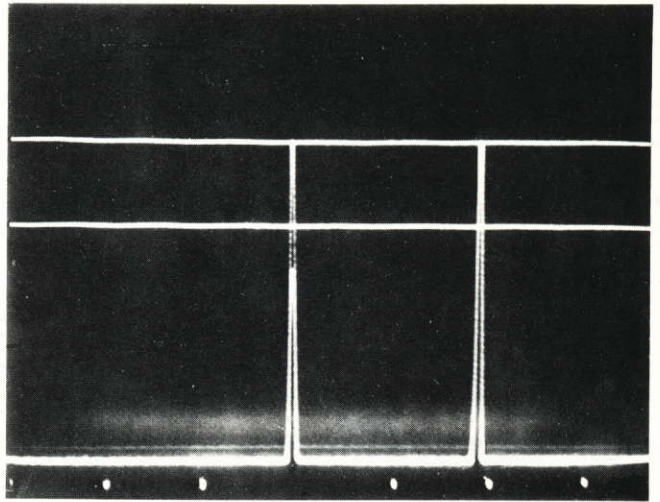


BILD 4 Ein infolge Übersteuerung durch einen starken, außerhalb des Bildfeldes liegenden Träger entstandenes Eigenstörprodukt (linke Spektrallinie) wird automatisch als Störanzeige gekennzeichnet. Das rechte Signal dagegen ist echt.

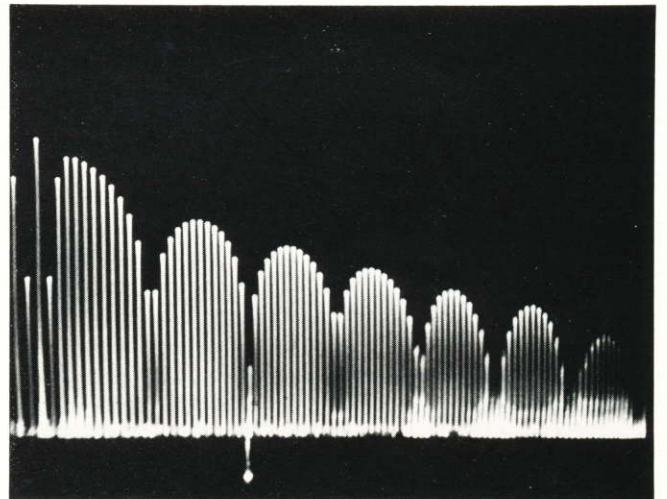


BILD 5 Mit EZF/EZFU gemessenes Diagramm eines Impulsgenerators. Darstellung 0 bis 500 MHz, Frequenzmarke bei 140 MHz, Nulllinie und ein Teil des Rauschens dunkelgetastet.

## Sonderzubehör zum EZF

Der **Quarzadapter**, der mit bis zu zwölf Quarzen bestückt werden kann, erlaubt den schnellen Wechsel der Abstimmung bei mehreren vorgegebenen Festfrequenzen (z. B. Empfänger-Zwischenfrequenz). Mit einer Standardbestückung von zwölf Quarzen ist unter Zuhilfenahme der internen Ausschnittverschiebung auch eine lückenlose Abstimmung (mit 100% Überlappung) in den Frequenzbereichen bis 130 MHz durchführbar, wenn kein EZFU für die Abstimmung zur Verfügung steht.

Der **Vorumsetzer** oder externe Mischer dient speziell zur Messung der Nachbarkanalabstrahlung bei Sprechfunkgeräten im Frequenzbereich 10 bis 500 MHz. Mit einem externen Oszillator wird dabei das Signal des Meßobjekts auf 1 MHz umgesetzt und im Bereich I des Analysators dargestellt. Infolge des niedrigen Frequenzbereichs ist hier auch das Phasenrauschen der internen Oszillatoren extrem niedrig, es liegt bei etwa 130 dB/Hz in 10 kHz Abstand, so daß bei 1 kHz Auflösung in 10 kHz Abstand vom Träger noch Seitenbänder gemessen werden können, die 90 dB unter dem Träger liegen (Bild 6).

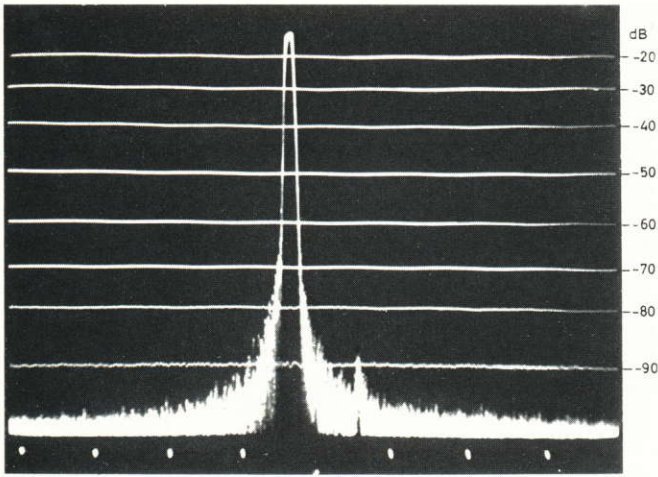


BILD 6 Zwei Signale mit 90 dB Pegelunterschied mit externem Mischer auf Bereich I des EZF umgesetzt. Oberste Pegellinie -20 dB, bezogen auf Signal (20 dB Übersteuerung), Frequenzmarkenabstand 10 kHz, Auflösung 1 kHz.

Zur einfachen Erweiterung des Pegellinienmeßbereichs enthält der Vorumsetzer ein schaltbares Dämpfungsglied, das eine definierte Anhebung des EZF-Eingangspegels um 10 oder 20 dB und somit eine definierte Übersteuerung gestattet. Der Pegelplan des EZF ist so ausgelegt, daß bei dieser Übersteuerung noch keine Amplitudenkompression vor der schmalbandigen Selektion auftritt, so daß die Seitenbänder des zu messenden Signals nicht beeinträchtigt werden.

Der Vorumsetzer enthält auch vor der eigentlichen Mischstufe ein Dämpfungsglied und ist somit für eine optimale Eingangsspannung von  $U_{eff} = 1\text{ V}$  ausgelegt. Als Umsetzoszillatoren können rauscharme Sender wie SMFA, SLSV, SMLM, ASV, SMDA und SMDF verwendet werden.

Der **Schreiberadapter** dient der automatischen Aufzeichnung der auf dem Bildschirm dargestellten Frequenzspektren. Er ist

für alle handelsüblichen XY- oder YT-Schreiber verwendbar. Während der Schirmbildbetrachtung erhält der Schreiber bereits seine Startpositionen für die X- und Y-Achse. Bei Umschalten auf „Schreiben“ registriert der Schreiber das Schirmbild. Die für Schreiberbetrieb entsprechend verlängerte Ablaufzeit (bis zu 3 min) kann am Schreiberadapter vorher eingestellt werden. Der Schreiber zeichnet auch Pegelmeßlinien und die Frequenzmarken mit auf, so daß kein umständliches Umrechnen des Maßstabes erforderlich ist. Bei „Schreiben“ kann einmaliger oder sich periodisch wiederholender Ablauf eingeschaltet werden. Außerdem läßt sich der Ablauf über ein externes Mitlaufpotentiometer, über eine externe Steuerspannung oder von Hand über ein im Schreiberadapter eingebautes Potentiometer steuern. In all diesen Fällen läuft die Schirmbildanzeige synchron mit.

Die Umschaltung Signal/Pegellinie geschieht bei den entsprechenden Endlagen der Steuerspannung beziehungsweise des Potentiometers automatisch. Für den Start des Papiervorschubs bei YT-Schreibern oder für den „pen lift“ bei XY-Schreibern steht ein Umschaltkontakt zur Verfügung, der bei Umschaltung auf „Schreiben“ betätigt wird. Bei YT-Schreibern kann zur Pegelbewertung eine Pegeltreppe geschrieben werden; die Frequenzmarken lassen sich auch hier unmittelbar in der Spektraldarstellung mit aufzeichnen. Der Schreiberadapter wird über eine Steckverbindung direkt an den Tochterausgang an der Rückseite des EZF angeschlossen. Er ist selbstverständlich auch für die Kombination EZF/EZFU verwendbar.

K. Zirwick

#### LITERATUR

- [1] Birgels, P.; Zirwick, K.: Analyskop EZF, ein vielseitiger Frequenz- und Zeitanalysator für 6 kHz bis 170 MHz. Neues von Rohde & Schwarz (1970) Nr. 42, S. 18–23.
- [2] Birgels, P.; Zirwick, K.: Frequenz- und Zeitanalyse. Neues von Rohde & Schwarz (1970) Nr. 42, S. 34–36.
- [3] MD/RS: Analyskop de luxe. Neues von Rohde & Schwarz (1970/71) Nr. 46, S. 36–37.
- [4] Zirwick, K.: Filter für Spektrumanalysatoren. Neues von Rohde & Schwarz (1971) Nr. 49, S. 25–26.

### KURZDATEN DER KOMBINATION EZF + EZFU

Frequenzbereich	I	II	III	IV	V	VI
Eingangsfrequenz	6 kHz... 1,3 MHz	60 kHz... 13 MHz	100 kHz... 130 MHz	150... 170 MHz	30... 1400 MHz	1300... 2700 MHz
Amplitudenfehler	$\leq \pm 0,5\text{ dB}$	$\leq \pm 0,5\text{ dB}$	$\leq \pm 1\text{ dB}$	$\leq \pm 0,5\text{ dB}$	$\leq \pm 0,5\text{ dB}$	$\leq \pm 1\text{ dB}$
Empfindlichkeit S+R=2R bei 1 kHz Auflösung	$\leq 0,5\text{ }\mu\text{V}$	$\leq 1\text{ }\mu\text{V}$	$\leq 1,5\text{ }\mu\text{V}$	$\leq 1\text{ }\mu\text{V}$	$\leq 1,5\text{ }\mu\text{V}$	$\leq 1,5\text{ }\mu\text{V}$
Maximale Darstellbreite	200 kHz	2 MHz	120 MHz	20 MHz	1400 MHz	1400 MHz
Eingangsteiler	stetig $\geq 60\text{ dB}$				50 dB in 10-dB-Stufen	
Pegelmeßbereich					absolut: +10 dBm... -122 dBm	
ZF-Teiler					$\geq 100\text{ dB}$	
Abstimmung	Interner Oszillator, Frequenzanzeige für die Bereiche I, II, III, V, VI über eingebauten Frequenzzähler, Bereiche I, II, III auch über Steckquarze oder externen Oszillator					
Eingangswiderstand	50 $\Omega$ VSWR $\leq 1,5$					
Darstellbreite	1400 MHz   500 MHz   200 MHz   100 MHz   50 MHz   20 MHz			20 MHz   6 MHz   2 MHz   600 kHz   200 kHz   60 kHz   6 kHz		
Auflösung	verkoppelt 300 kHz oder beliebig wählbar			300 kHz   100 kHz   30 kHz   10 kHz   3 kHz   1 kHz   50 Hz (70 Hz)		
Frequenzmarken	verschiebbare Marke mit Absolutfrequenzanzeige			2 MHz   1 MHz   200 kHz   100 kHz   20 kHz   10 kHz		
	Markenraster					
Bestellbezeichnung						
EZF	Ident.-Nr. 100.8831...					
EZFU	Ident.-Nr. 210.0011...					

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 54/9