

Version
05.00Juli
2005

Leistungsmessköpfe R&S®NRV-Z

Für die HF- und Mikrowellentechnik

- ◆ Thermische Sensoren und Dioden-Sensoren zur präzisen Leistungsmessung
- ◆ Kompatibel zu den Grundgeräten R&S®NRVS, R&S®NRVD, R&S®URV35, R&S®URV55
- ◆ Frequenzbereich DC bis 40 GHz
- ◆ Leistungsbereich 100 pW bis 30 W
- ◆ Standards:
z.B. GSM900/1800/1900, DECT, cdmaOne, CDMA2000®, W-CDMA, NADC, PDC, DAB, DVB
- ◆ Absolut kalibriert, einfach anschließen
- ◆ Kalibrierdatenspeicher für individuelle Messkopfeigenschaften
- ◆ Ausgezeichnete Langzeitstabilität
- ◆ Hervorragendes Temperaturverhalten


ROHDE & SCHWARZ

Mit einer umfangreichen Palette von Abschluss-Messköpfen bietet Rohde&Schwarz das passende Handwerkszeug für Leistungsmessungen mit den Grundgeräten R&S®NRVS, R&S®NRVD, R&S®URV35 und R&S®URV55.

Insgesamt 15 Messkopftypen erschließen den Frequenzbereich von DC bis 40 GHz und den Leistungsbereich von 100 pW (–70 dBm) bis 30 W (+45 dBm). Neben thermischen Sensoren, die sich als hochgenaue Referenz für beliebige Signalformen eignen, stehen Dioden-Sensoren mit einem Dynamikbereich von über 80 dB zur Verfügung.

Die Spitzenleistungsmessköpfe der Reihen R&S®NRV-Z31/R&S®NRV-Z32/R&S®NRV-Z33 ermöglichen Leistungsmessungen an TDMA-Handys für verschiedene digitale Standards sowie die Erfassung der Spitzenleistung gepulster oder anderweitig modulierter Signale.

Anschließen und messen

Mit den individuell kalibrierten Messköpfen der Reihe R&S®NRV-Z steht unmittelbar nach dem Anschließen an das Grundgerät ein vollständig kalibriertes Leistungsmessgerät zur Verfügung, ohne Eintippen von Kalibrierfaktoren und ohne Justierung an einer 50-MHz-Leistungsreferenz: Ein nicht zu unterschätzender Vorteil bei der täglichen Arbeit in Forschung und Entwicklung und eine Fehlerquelle weniger bei einem Wechsel des Messkopfes. Dafür sorgen der erstmals von Rohde&Schwarz eingeführte Kalibrierdatenspeicher mit allen relevanten physikalischen Parametern des Sensors und die ausgezeichnete Langzeitstabilität der Rohde&Schwarz-Leistungsmessköpfe. Weltweit ist Rohde&Schwarz der einzige Hersteller, der seine Leistungsmessköpfe absolut kalibriert.

Der passende Sensor für jede Anwendung

Abschluss-Messköpfe werden zur Leistungsmessung an einer Vielzahl von Quellen eingesetzt, was zu ganz unterschiedlichen Anforderungen an den Sensor bezüglich Frequenz- und Leistungsbereich, Messgenauigkeit und Messgeschwindigkeit führen kann.

Vier Klassen von Leistungsmessköpfen ermöglichen eine optimale Anpassung an die jeweilige Messaufgabe:

- ◆ Die thermischen Messköpfe R&S®NRV-Z51/-Z52/-Z53/-Z54/-Z55
- ◆ Die hochempfindlichen Messköpfe R&S®NRV-Z1/-Z3/-Z4/-Z6/-Z15
- ◆ Die empfindlichen Dioden-Messköpfe R&S®NRV-Z2/R&S®NRV-Z5
- ◆ Die Spitzenleistungsmessköpfe R&S®NRV-Z31/-Z32/-Z33

Thermische Messköpfe

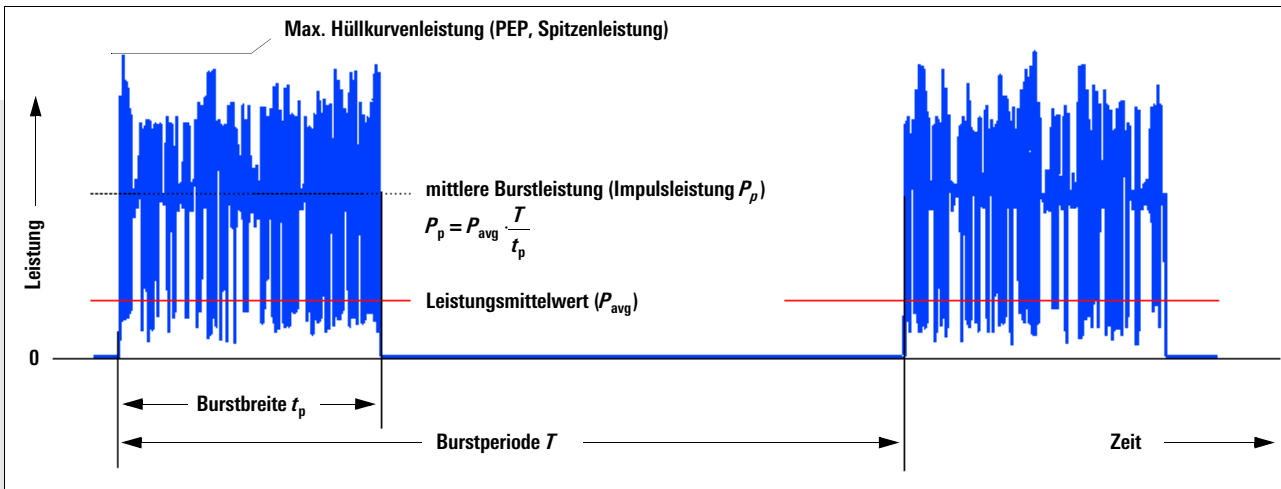
Die thermischen Messköpfe der Reihe **R&S®NRV-Z51** bis **R&S®NRV-Z55** erfüllen höchste Ansprüche an Messgenauigkeit und Anpassung. Sie erschließen den Leistungsbereich von 1 µW (–30 dBm) bis 30 W (+45 dBm) und den Frequenzbereich von DC bis 40 GHz.

Sie können – ohne Einschränkung der Messgenauigkeit – nicht nur die Leistung von CW-Signalen messen, sondern auch den Leistungsmittelwert beliebig modulierter oder verzerrter Signale, indem sie alle spektralen Komponenten innerhalb des spezifizierten Frequenzbereichs leistungsrichtig erfassen. Deswegen sind thermische Sensoren die erste Wahl bei Leistungsmessungen am Ausgang von Leistungsverstärkern sowie bei Trägersignalen mit modulierter Hüllkurve. Fast überflüssig zu erwähnen, dass die Linearität des Messkopfes unabhängig von Frequenz, Umgebungstemperatur und Signalform ist, und ihr Messunsicherheitsbeitrag von 0,5% bzw. 0,02 dB bei den Messköpfen R&S®NRV-Z51/R&S®NRV-Z52/R&S®NRV-Z55 vernachlässigt werden kann.

Hochempfindliche Dioden-Messköpfe

Die hochempfindlichen Messköpfe **R&S®NRV-Z1/-Z3/-Z4/-Z6/-Z15** auf der Basis von Zero-Bias-Schottky-Dioden erschließen den Leistungsbereich unter 1 µW bis an die physikalisch mögliche Grenze von 100 pW (–70 dBm). In diesem Bereich von –70 dBm bis –20 dBm verhalten sie sich (fast) wie thermische Sensoren, d. h. sie ermöglichen genaue Messung des Leistungsmittelwerts





Definition der wichtigsten Leistungsparameter am Beispiel des Sendesignals einer NADC-Mobilstation; die mittlere Burstleistung lässt sich mit den Grundgeräten R&S® NRVS, R&S® NRVD und R&S® URV55 nach Eingabe des Tastverhältnisses t_p/T anzeigen; Voraussetzung ist ein Messkopf, der den Leistungsmittelwert P_{avg} genau erfassen kann, d. h. ein thermischer Sensor oder ein Dioden-Sensor, der im quadratischen Bereich betrieben wird

modulierter Signale, leistungsrichtige Bewertung von Oberwellen, temperatur- und frequenzunabhängige Linearität.

Alle hochempfindlichen Messköpfe von Rohde&Schwarz sind so kalibriert, dass sie genaue Leistungsmessungen auch außerhalb des quadratischen Bereichs gestatten, und zwar bis zu einer Leistung von 20 mW (+13 dBm). Der große Signal-Rauschabstand des Sensor-Ausgangssignals in diesem Bereich ermöglicht dabei sehr kurze Messzeiten. Allerdings

muss beachtet werden, dass das Verhalten hochempfindlicher Messköpfe außerhalb des quadratischen Bereichs von dem thermischen Sensoren abweicht, so dass nur spektralreine Signale mit unmodulierter Hüllkurve (CW, FM, ϕ M, FSK, GMSK) gemessen werden sollten.

Bezüglich der Anzeigelinearität ist in diesem Bereich frequenz- und temperaturabhängig mit größeren Unsicherheiten als bei thermischen Sensoren zu rechnen.

Empfindliche Dioden-Messköpfe

Die empfindlichen Dioden-Messköpfe **R&S® NRV-Z2** und **R&S® NRV-Z5** auf der Basis von Dioden-Sensoren mit 20-dB-Vorteiler füllen die Lücke zwischen thermischen und hochempfindlichen Messköpfen, wenn im Leistungsbereich zwischen -20 dBm und 0 dBm gleichzeitig hohe Messgeschwindigkeit und das Verhalten eines thermischen Sensors gefordert werden.

Dieser Messkopftyp zeichnet sich durch eine Dauerbelastbarkeit von 2 W und somit eine außergewöhnlich hohe Robustheit aus.

Spitzenleistungsmessköpfe

Die Spitzenleistungsmessköpfe **R&S® NRV-Z31/R&S® NRV-Z32/R&S® NRV-Z33** nehmen eine Sonderstellung unter den Dioden-Sensoren ein. Sie ermöglichen die Messung der maximalen Hüllkurvenleistung (Spitzenleistung) modulierter Signale, und zwar für eine Dauer der Signalspitze von 2 μ s bis 100 ms. Damit erschließen sie eine Fülle von Anwendungen, beginnend bei der Messung der getakteten Sendeleistung von TDMA-Handys über spezielle Messaufgaben im technisch-physikalischen Bereich bis zur Messung der Synchronimpulsleistung terrestrischer TV-Sender.



DC bis 40 GHz/100 pW bis 30 W – GSM900/1800/1900, DECT,

Spitzenleistungsmessköpfe gibt es von Rohde&Schwarz für den Frequenzbereich 30 MHz bis 6 GHz in den Leistungsklassen 20 mW (R&S®NRV-Z31), 2 W (R&S®NRV-Z32) und 20 W (R&S®NRV-Z33), letztere für die direkte Leistungsmessung am Ausgang von Endstufen.

Verschiedene Modelle innerhalb einer Leistungsklasse ermöglichen die Anpassung an vielfältige Signalformen:

- ◆ **Modell .02** (des R&S®NRV-Z31) und **Modell .05** (des R&S®NRV-Z32) sind universell verwendbar und eignen sich für die Leistungsmessung von HF-Bursts ab 2 μ s Breite und Wiederholraten ab 10/s (R&S®NRV-Z31/Mod. 02) bzw. 25/s (R&S®NRV-Z32/Mod. 05)
- ◆ **Modell .03** (High-Speed-Modell der Klassen R&S®NRV-Z31/R&S®NRV-Z33) ist bei Wiederholraten ab 100/s einsetzbar; es bietet sich wegen der höheren Messgeschwindigkeit für Systemapplikationen und die Messung der Synchronimpulsleistung negativ modulierter TV-Signale nach den



üblichen Normen für terrestrisches Fernsehen (NTSC, ITU-R, British und OIRT) an: der Bildinhalt hat keinen Einfluss auf das Messergebnis, der Einfluss des Tonträgers kann anhand tabellierter Korrekturfaktoren nachträglich korrigiert werden

- ◆ Die **Modelle .04** aller Spitzenleistungsmessköpfe sind auf die Belange der TDMA-Funktechnik zugeschnitten und ermöglichen die Messung der Sendeleistung von TDMA-Mobilstationen nach den Standards GSM und DECT

Die folgende Tabelle unterstützt bei der Auswahl des passenden Messkopfes für digitale Modulation:

Modulation	zeitliche Struktur	Applikation	geeigneter Messkopf	Messgröße	Dynamikbereich
GMSK, GFSK, 4FSK (unmodulierte Hüllkurve)	kontinuierlich	Basisstation GSM, DECT; gleiche Leistung in allen Zeitschlitzen	alle Messköpfe, ohne Einschränkung	P_{avg}	50 dB bis 80 dB
	ein Zeitschlitz aktiv, Rahmenlänge <10 ms	Mobilstation GSM, DECT	R&S®NRV-Z31/-Z32/-Z33 Mod. 04	P_p (PEP) ¹⁾	43 dB
QPSK, OQPSK	kontinuierlich	Basisstation cdmaOne, CDMA2000®, W-CDMA	R&S®NRV-Z51 bis -Z55	P_{avg}	50 dB
OFDM	kontinuierlich	DVB-T/DAB -Sender	R&S®NRV-Z51 bis -Z55	P_{avg}	50 dB
$\pi/4$ -DQPSK, 8 PSK, 16-QAM, 64-QAM Symbolrate beliebig	kontinuierlich	Basisstation NADC, PDC, PHS, TETRA; gleiche Leistung in allen Zeitschlitzen	R&S®NRV-Z51 bis -Z55	P_{avg}	50 dB
$\pi/4$ -DQPSK, 8 PSK, 16-QAM, 64-QAM Symbolrate <25 ksp/s	kontinuierlich	Basisstation NADC, PDC, TETRA; gleiche Leistung in allen Zeitschlitzen	R&S®NRV-Z31/-Z32/-Z33 Mod. 02/03/05	PEP	43 dB
		Mobilstation NADC, PDC	R&S®NRV-Z32, Mod. 05	PEP	43 dB
	ein Zeitschlitz aktiv, Rahmenlänge \leq 40 ms		R&S®NRV-Z51	P_p	40 dB

Fußnoten: siehe Ende des Datenblattes.

cdmaOne, CDMA2000[®], CDMA, W-CDMA, NADC, PDC, DAB, DVB...

Der passende Messkopf bei digitaler Modulation

Es sind im Wesentlichen zwei Eigenschaften des digital modulierten Signals, die bei Leistungsmessungen zu beachten sind:

- ◆ Die pulsierende Hüllkurvenleistung bei CDMA, DAB und DVB sowie allen Standards mit den Modulationsarten PSK, QAM und $\pi/4$ -DQPSK (z. B. NADC, PDC, PHS und TPTS) erfordert eine Unterscheidung nach Leistungsmittel- und Leistungsspitzenwert; für die Messung des Leistungsmittelwerts stehen ohne Einschränkung alle thermischen Messköpfe zur Verfügung; bei Beschränkung auf den quadratischen Kennlinienteil lassen sich dafür auch Dioden-Messköpfe einsetzen; für die Messung des Spitzenwerts bei Symbolraten bis 25 kps können die Spitzenleistungsmessköpfe der Reihe R&S[®]NRV-Z31/-Z32/-Z33 (Modelle .02, .03 und .05) verwendet werden
- ◆ Bei Übertragungsstandards mit TDMA-Struktur, wie z. B. GSM, DECT, NADC, PDC oder PHS, wird der Datenstrom für einen Kanal auf einen von mehreren Zeitschlitzten komprimiert, was eine auf ein Zeitintervall terminierte Leistungsmessung erforderlich macht; für den Fall eines aktiven Zeitschlitzes im Sendesignal (Mobilstation) können wieder die Spitzenleistungsmessköpfe der Reihe R&S[®]NRV-Z31/-Z32/-Z33 verwendet werden, und zwar die Modelle .02, .03 und .05 für die Messung der Spitzenleistung und das Modell .04 für die Messung der mittleren Sendeleistung (nur GSM und DECT)

Präzise Kalibrierung

Ein Leistungsmesskopf kann nur so genau sein wie die zu seiner Kalibrierung verwendeten Messgeräte. Deswegen sind die von Rohde&Schwarz verwendeten Standards direkt auf die entsprechenden Leistungsnormale der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) rückführbar.

Alle bei der Kalibrierung gewonnenen Daten und wichtige physikalische Eigenschaften des Sensors, z. B. seine Temperaturabhängigkeit, sind in einem mit dem Messkopf fest verbundenen Datenspeicher untergebracht, so dass sie

vom jeweiligen Grundgerät ausgelesen und bei den Messungen berücksichtigt werden können.

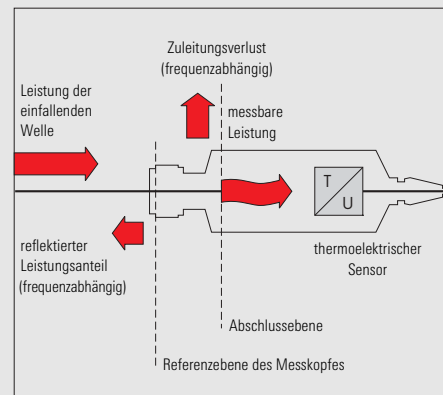
Da alle Rohde&Schwarz-Leistungsmessköpfe absolut kalibriert sind, kann unmittelbar nach dem Anstecken an das Grundgerät mit den Messungen begonnen werden, ohne dass vorher die Kalibrierung an einer 1-mW-Referenzquelle nötig ist. Zur Aktivierung der frequenzabhängigen Kalibrierfaktoren ist vom Anwender lediglich die Messfrequenz in das Grundgerät einzugeben.



Die Kalibrierung der Messköpfe R&S[®]NRV-Z ist auf die Normale der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt rückführbar

Leistungsmessköpfe werden auf die Leistung der einfallenden Welle kalibriert; dadurch ist gewährleistet, dass bei quellenseitiger Anpassung die an 50 Ω (75 Ω) verfügbare Leistung der Quelle gemessen wird

Bei fehlangepasster Quelle wird die Leistung der einfallenden Welle entsprechend der Fehlanpassungsunsicherheit von der verfügbaren Leistung abweichen



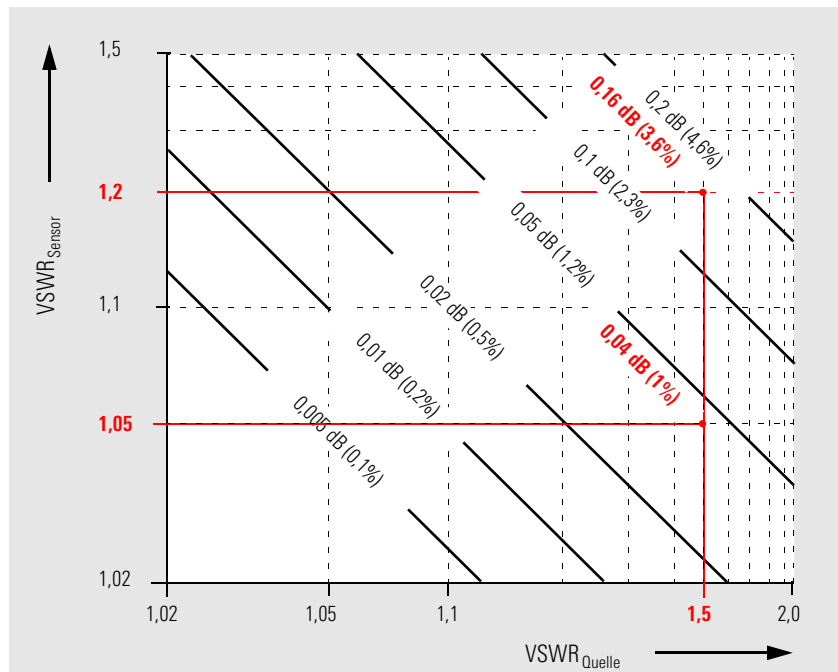
Messgenauigkeit und Anpassung

Die Genauigkeit von Leistungsmessungen wird durch ganz unterschiedliche Parameter, wie z. B. die Messunsicherheit bei der Kalibrierung, die Linearität oder die Umgebungstemperatur bestimmt: Einflussgrößen, deren jeweilige Auswirkung sich unmittelbar angeben lässt. Der Einfluss der Fehlanpassung des Leistungsmesskopfes hingegen lässt sich erst dann abschätzen, wenn die Anpassung der Quelle bekannt ist.

Beiderseitige Fehlanpassung führt dazu, dass das Messobjekt – die Quelle – etwas mehr oder etwas weniger Leistung abgibt als im Fall exakter ausgangsseitiger Anpassung. Wie die nebenstehende Grafik zeigt, kann die dadurch entstehende Messabweichung die Messabweichung aller anderen Einflussgrößen um ein Vielfaches überschreiten. Leistungsmessköpfe von Rohde&Schwarz sind deswegen exzellent angepasst, so dass auch bei stark reflektierenden Messobjekten für optimale Messgenauigkeit gesorgt ist.

Die Grundgeräte

Alle Leistungsmessköpfe lassen sich an den folgenden Rohde&Schwarz-Grundgeräten verwenden:



Betrag der maximalen Messabweichung durch Fehlanpassung für die an 50 Ω (75 Ω) verfügbare Leistung einer Quelle; Angaben in dB und in % vom Leistungswert in W

Abgebildetes Beispiel:

Leistungsmessung an einer Quelle mit einem VSWR von 1,5.

Ein sehr gut angepasster Messkopf mit einem VSWR von nur 1,05 (z. B. R&S® NRV-Z5) erzeugt eine Messabweichung von lediglich 0,04 dB (1%), während ein VSWR des Messkopfes von 1,2 zur vierfachen Messabweichung führen würde

R&S® NRVD

- ◆ Vielseitiger Zweikanal-Leistungsmesser
- ◆ Menübedienung
- ◆ IEC-Bus-Anschluss (SCPI)
- ◆ Besonders geeignet für Relativmessung mit zwei Messkanälen (Dämpfung, Reflexion)
- ◆ Umfangreiche Palette von Messfunktionen

- ◆ Messwertdarstellung in allen üblichen Einheiten
- ◆ Viele Extras, wie 1-mW-Testgenerator, Anzeige der Messunsicherheit usw.

R&S® NRVS

- ◆ Preiswerter Einkanal-Leistungsmesser
- ◆ Manuelle Bedienung wie R&S® NRVD



R&S® NRVD



R&S® NRVS

- ◆ Viele Messfunktionen
- ◆ Messwertdarstellung in allen üblichen Einheiten
- ◆ Analogausgang serienmäßig
- ◆ IEC-Bus-Anschluss (syntaxkompatibel zu R&S®NRV/R&S®URV5)

R&S® URV 35

- ◆ Kompaktes Spannungs- und Leistungsmessgerät für Service, Prüffeld und Labor
- ◆ Einzigartige Kombination von Analog- und Digitalanzeige durch Drehspulinstrument mit hinterlegtem LC-Display

- ◆ Viele Messfunktionen
- ◆ Anzeige in allen üblichen Einheiten
- ◆ Wahlweise Batterie- oder Netzbetrieb
- ◆ RS-232-C-Schnittstelle

R&S® URV 55

Preiswerter Einkanal-Spannungsmesser; ähnlich dem R&S®NRVS



R&S® URV 35



R&S® URV 55

Messköpfe zur Spannungs- und Pegelmessung

Mit Tast- und Durchgangsköpfen ergeben sich weitere interessante Anwendungen für die Leistungsmesser:

HF-Tastkopf R&S® URV5-Z7

- ◆ Für nahezu rückwirkungsfreies Messen in offenen HF-Schaltungen; der Frequenzbereich beträgt 20 kHz bis 1 GHz
- ◆ Umfangreiches Zubehör, u. a. Adapter für 50- Ω - und 75- Ω -Anschlüsse

Durchgangsköpfe R&S® URV5-Z2/-Z4

- ◆ Zur Pegelmessung zwischen Quelle und Verbraucher in koaxialen 50- Ω - und 75- Ω -Systemen. Bei gut angepasster Last sind damit Durchgangsleistungsmessungen von -60 dBm bis $+53$ dBm ohne Richtkoppler möglich
- ◆ Frequenzbereich von 9 kHz bis 3 GHz

DC-Probe R&S® URV5-Z1

Für belastungsarme Gleichspannungsmessungen in HF-Schaltungen von 1 mV bis 400 V



R&S® URV5-Z2/R&S® URV5-Z4

Kalibrierkit R&S®NRVC

Das Kalibrierkit R&S®NRVC gestattet die schnelle, programmgesteuerte Kalibrierung von Rohde & Schwarz-Leistungsmessköpfen der Reihe R&S®NRV-Z bis 18 GHz sowie der Spannungsmessköpfe R&S®URV5-Z. Es ist ein wertvolles Hilfsmittel für Kalibrierlabors und alle Anwender, die die genannten Messköpfe in größeren Stückzahlen einsetzen und vor Ort kalibrieren wollen. Die Messunsicherheiten entsprechen den Datenblattwerten und sind mit denen des Stammwerks vergleichbar.

Hauptmerkmale

- ◆ Rückführbare Leistungskalibrierung von DC bis 18 GHz
- ◆ Messpegel von -30 dBm ($1 \mu\text{W}$) bis $+20$ dBm (100 mW), je nach Messkopf
- ◆ Hohe Langzeitstabilität der thermischen Leistungsreferenz durch Gleichspannungsbezug
- ◆ Rückführbare Linearitätskalibrierung von -30 dBm bis $+33$ dBm bei 50 MHz
- ◆ Komplettkalibrierung eines Messkopfes in ca. 15 Minuten
- ◆ Einfache Bedienung durch eine Windows-Oberfläche
- ◆ Programmierung der Datenspeicher von R&S®NRV-Messköpfen mit den ermittelten Korrekturwerten
- ◆ Normenkonforme Dokumentation der Messergebnisse



Kalibrierkit R&S®NRVC

Technische Daten

Modell Anschluss, Impedanz	Frequenzbereich	Leistungsmessbereich, Belastbarkeit	max. VSWR (Reflexionsfaktor)	Nullpunkt- abweichung ²⁾	Anzeige- rauschen ³⁾	Linearitäts- unsicherheit	Leistungs- koeffizient
Hohempfindliche Dioden-Messköpfe (Effektivbewertung bis 10 µW; R&S®NRV-Z3 bis 6 µW)							
R&S®NRV-Z4 N-Stecker, 50 Ω	100 kHz bis 6 GHz	100 pW bis 20 mW 100 mW (AVG) 100 mW (PK)	0,1 MHz bis 100 MHz 1,05 (0,024) >0,1 GHz bis 2 GHz 1,10 (0,048) >2 GHz bis 4 GHz 1,20 (0,09) >4 GHz bis 6 GHz 1,35 (0,15)	±50 pW	20 pW	0,03 dB (0,7%) ⁴⁾	0
R&S®NRV-Z1 N-Stecker, 50 Ω	10 MHz bis 18 GHz	200 pW bis 20 mW 100 mW (AVG) 100 mW (PK)	0,01 GHz bis 1 GHz 1,06 (0,03) >1 GHz bis 2 GHz 1,13 (0,06) >2 GHz bis 4 GHz 1,27 (0,12) >4 GHz bis 18 GHz 1,41 (0,17)	±100 pW	40 pW	0,03 dB (0,7%) ⁴⁾	0
R&S®NRV-Z6 PC-3,5-Stecker, 50 Ω	50 MHz bis 26,5 GHz	400 pW bis 20 mW 100 mW (AVG) 100 mW (PK)	0,05 GHz bis 4 GHz 1,15 (0,070) >4 GHz bis 26,5 GHz 1,37 (0,157)	±200 pW	80 pW	0,04 dB (1,0%) ⁴⁾	0
R&S®NRV-Z15 K-Stecker ⁵⁾ (2,92 mm), 50 Ω	50 MHz bis 40 GHz	400 pW bis 20 mW 100 mW (AVG) 100 mW (PK)	0,05 GHz bis 4 GHz 1,15 (0,070) >4 GHz bis 40 GHz 1,37 (0,157)	±200 pW	80 pW	0,04 dB (1,0%) ⁴⁾	0
R&S®NRV-Z3 N-Stecker, 75 Ω	1 MHz bis 2,5 GHz	100 pW bis 13 mW 70 mW (AVG) 70 mW (PK)	1 MHz bis 1 GHz 1,11 (0,05) >1 GHz bis 2,5 GHz 1,20 (0,09)	±40 pW	16 pW	0,03 dB (0,7%) ⁴⁾	0
Empfindliche Dioden-Messköpfe (Effektivbewertung bis 1 mW)							
R&S®NRV-Z5 N-Stecker, 50 Ω	100 kHz bis 6 GHz	10 nW bis 500 mW 2 W (AVG) 10 W (PK)	100 kHz bis 4 GHz 1,05 (0,024) >4 GHz bis 6 GHz 1,10 (0,048)	±5 nW	2 nW	0,03 dB (0,7%) ⁴⁾	0
R&S®NRV-Z2 N-Stecker, 50 Ω	10 MHz bis 18 GHz	20 nW bis 500 mW 2 W (AVG) 10 W (PK)	0,01 GHz bis 4 GHz 1,05 (0,024) >4 GHz bis 8 GHz 1,10 (0,048) >8 GHz bis 12,4 GHz 1,15 (0,07) >12,4 GHz bis 18 GHz 1,20 (0,09)	±10 nW	4 nW	0,03 dB (0,7%) ⁴⁾	0
Thermische Messköpfe (Effektivbewertung im gesamten Leistungsbereich)							
R&S®NRV-Z51 N-Stecker, 50 Ω	DC bis 18 GHz	1 µW bis 100 mW 300 mW (AVG) 10 W (PK, 1 µs)	DC bis 2 GHz 1,10 (0,048) >2 GHz bis 12,4 GHz 1,15 (0,07) >12,4 GHz bis 18 GHz 1,20 (0,09)	±60 nW	22 nW	0,02 dB (0,5%)	0
R&S®NRV-Z52 PC-3,5-Stecker, 50 Ω	DC bis 26,5 GHz	1 µW bis 100 mW 300 mW (AVG) 10 W (PK, 1 µs)	DC bis 2 GHz 1,10 (0,048) >2 GHz bis 12,4 GHz 1,15 (0,07) >12,4 GHz bis 18 GHz 1,20 (0,09) >18 GHz bis 26,5 GHz 1,25 (0,11)	±60 nW	22 nW	0,02 dB (0,5%)	0
R&S®NRV-Z55 K-Stecker ⁵⁾ (2,92 mm), 50 Ω	DC bis 40 GHz	1 µW bis 100 mW 300 mW (AVG) 10 W (PK), 1 µs)	DC bis 2 GHz 1,10 (0,048) >2 GHz bis 12,4 GHz 1,15 (0,07) >12,4 GHz bis 18 GHz 1,20 (0,09) >18 GHz bis 26,5 GHz 1,25 (0,11) >26,5 GHz bis 40 GHz 1,30 (0,13)	±60 nW	22 nW	0,02 dB (0,5%)	0
R&S®NRV-Z53 N-Stecker, 50 Ω	DC bis 18 GHz	100 µW bis 10 W 18 W (AVG) 1 kW (PK, 1 µs) (s. Diagramm S. 10)	DC bis 2 GHz 1,11 (0,052) >2 GHz bis 8 GHz 1,22 (0,099) >8 GHz bis 12,4 GHz 1,27 (0,119) >12,4 GHz bis 18 GHz 1,37 (0,157)	±6 µW	2,2 µW	0,03 dB (0,7%)	0,011 dB/W (0,25%/W)
R&S®NRV-Z54 N-Stecker, 50 Ω	DC bis 18 GHz	300 µW bis 30 W ⁶⁾ 36 W (AVG) 1 kW (PK, 3 µs) (s. Diagramm S. 10)	DC bis 2 GHz 1,11 (0,052) >2 GHz bis 8 GHz 1,22 (0,099) >8 GHz bis 12,4 GHz 1,27 (0,119) >12,4 GHz bis 18 GHz 1,37 (0,157)	±20 µW	7 µW	0,03 dB (0,7%)	0,007 dB/W (0,15%/W)
Spitzenleistungsmessköpfe							
R&S®NRV-Z31 N-Stecker, 50 Ω	30 MHz bis 6 GHz ⁷⁾	1 µW bis 20 mW 100 mW (AVG) 100 mW (PK)	0,03 GHz bis 0,1 GHz 1,05 (0,024) >0,1 GHz bis 2 GHz 1,10 (0,048) >2 GHz bis 4 GHz 1,20 (0,09) >4 GHz bis 6 GHz 1,35 (0,15)	±30 nW	3 nW	in Kalibrier- unsicherheit enthalten	0
R&S®NRV-Z32 N-Stecker, 50 Ω	30 MHz bis 6 GHz ⁷⁾	100 µW bis 2 W (Modell .04); 100 µW bis 4 W ⁸⁾ (Modell .05); 1 W (AVG) 4 W (PK, 10 ms) 8 W (PK, 1 ms)	0,03 GHz bis 4 GHz 1,11 (0,052) >4 GHz bis 6 GHz 1,22 (0,099)	±3 µW (Mod. 04) ±4 µW (Mod. 05)	0,3 µW (Mod. 04) 0,4 µW (Mod. 05)	in Kalibrier- unsicherheit enthalten	0,044 dB/W (1,0%/W)
R&S®NRV-Z33 N-Stecker, 50 Ω	30 MHz bis 6 GHz ⁷⁾	1 mW bis 20 W 18 W (AVG) 80 W (PK) (s. Diagramm S. 10)	0,03 GHz bis 2,4 GHz 1,11 (0,052) >2,4 GHz bis 6 GHz 1,22 (0,099)	±30 µW	3 µW	in Kalibrier- unsicherheit enthalten	0,015 dB/W (0,35%/W)

Fußnoten: siehe Ende des Datenblattes.

Kalibrierunsicherheiten in dB (fett) und in % vom Leistungsmesswert

Die Kalibrierunsicherheiten in dB wurden aus den Prozentangaben berechnet und auf zwei Nachkommastellen aufgerundet. Daher kann sich für unterschiedliche Prozentangaben derselbe dB-Wert ergeben

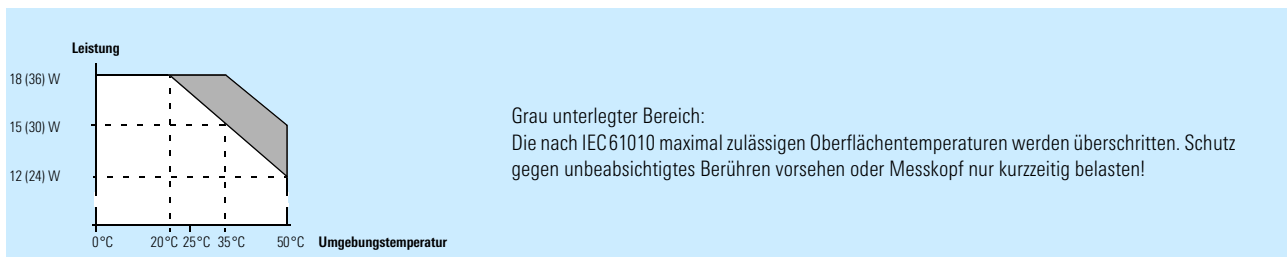
Frequenz in GHz	bis	>0,03	>0,1	>1	>2	>4	>6	>8	>10	>12,4	>15	>16	>18	>20	>24	>26,5	>30	>35	>35
	0,03	bis 0,1	bis 1	bis 2	bis 4	bis 6	bis 8	bis 10	bis 12,4	bis 15	bis 16	bis 18	bis 20	bis 24	bis 26,5	bis 30	bis 35	bis 40	
R&S®NRV-Z1	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,14	0,15							
R&S®NRV-Z2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,11	0,13							
R&S®NRV-Z3	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	kalibriert bis 2,5 GHz													
R&S®NRV-Z4	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07													
R&S®NRV-Z5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06													
R&S®NRV-Z6		0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,10	0,12	0,14	0,15	0,08	0,09	0,09				
R&S®NRV-Z15		0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,10	0,12	0,14	0,15	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	
R&S®NRV-Z31	0,05	0,06	0,07	0,07	0,11	0,11	0 mW bis 10 mW												
	0,05	0,06	0,07	0,07	0,15	0,16	>10 mW bis 20 mW												
R&S®NRV-Z32 (04)	0,08	0,08	0,09	0,09	0,13	0,17	0 W bis 1 W												
	0,08	0,08	0,09	0,09	0,17	0,20	>1 W bis 2 W												
R&S®NRV-Z32 (05)	0,08	0,08	0,09	0,09	0,13	0,17	0 W bis 1 W												
	0,09	0,09	0,10	0,10	0,25	0,28	>1 W bis 4 W												
R&S®NRV-Z33	0,08	0,08	0,09	0,09	0,14	0,17	0 W bis 10 W												
	0,08	0,08	0,09	0,09	0,18	0,20	>10 W bis 20 W												
R&S®NRV-Z51	⁹⁾ 0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,10	0,12								
R&S®NRV-Z52	⁹⁾ 0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,08	0,09	0,09					
R&S®NRV-Z53	⁹⁾ 0,07	0,07	0,07	0,10	0,10	0,10	0,12	0,13	0,16	0,17	0,18								
R&S®NRV-Z54	⁹⁾ 0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,16	0,17	0,18								
R&S®NRV-Z55	⁹⁾ 0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10		

Temperatureinfluss (relative Messabweichung in dB (fett) und in % vom Leistungsmesswert)

Umgebungstemperatur T _u	22°C bis 24°C		18°C bis 28°C		10°C bis 40°C		0°C bis 50°C	
	in der Kalibrierunsicherheit enthalten		max.	typ.	max.	typ.	max.	typ.
R&S®NRV-Z1 bis -Z5, -Z31			0,05 /1,0	0,015 /0,3	0,14 /3,0	0,05 /1,0	0,32 /7,0	0,09 /2,0
R&S®NRV-Z6/-Z15			0,03 /0,6	0,005 /0,1	0,09 /2,0	0,02 /0,5	0,18 /4,0	0,05 /1,0
R&S®NRV-Z32			0,06 /1,3	0,02 /0,4	0,16 /3,6	0,06 /1,2	0,37 /8,1	0,10 /2,3
R&S®NRV-Z33			0,06 /1,4	0,02 /0,4	0,19 /4,2	0,06 /1,3	0,41 /9,0	0,11 /2,5
R&S®NRV-Z51/-Z52/-Z55			0,02 /0,4	0,005 /0,1	0,06 /1,3	0,02 /0,4	0,09 /2,0	0,02 /0,5
R&S®NRV-Z53/-Z54			0,04 /0,8	0,01 /0,2	0,11 /2,5	0,03 /0,7	0,18 /4,0	0,05 /1,0

Belastbarkeit in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur für die Messköpfe R&S®NRV-Z33, R&S®NRV-Z53 und R&S®NRV-Z54

Angaben in () für R&S®NRV-Z54



Ergänzende Angaben zu den Spitzenleistungsmessköpfen R&S®NRV-Z31/-Z32/-Z33

Signalform

Modell	.02	.03	.04	.05
Min. Burstbreite	2 µs	2 µs	200 µs	2 µs
Min. Burst-Folgefrequenz ¹⁰⁾	10 Hz	100 Hz	100 Hz	25 Hz
Min. Tastverhältnis ¹¹⁾	5×10^{-4} (2×10^{-3})	10^{-3} (10^{-2})	2×10^{-2} (2×10^{-2})	5×10^{-4} (2×10^{-3})

Spitzenmessabweichung

R&S®NRV-Z32, Modell .05

Maximale Spitzenmessabweichungen für Burst-Signale von TDMA-Mobilstationen nach den Spezifikationen GSM 900/1800/1900, PDC und NADC in Prozent vom Leistungsmesswert:

Mittlere Burstleistung	GSM 900/1800/1900	NADC / PDC
10 mW bis 2 W	1,5 [1,5]	5,5 [5,5]
1 mW bis 10 mW	1,5 [2,0]	5,5 [6,5]
0,3 mW bis 1 mW	3,5 [4,5]	6,5 [8]
0,1 mW bis 0,3 mW	8,0 [11]	15 [20]

Werte ohne Klammern (Fettdruck) $T_u = 18^\circ\text{C}$ bis 28°C
 Werte in [] 0°C bis 50°C

Zur Umrechnung in dB siehe Tabelle rechts.

Für andere Signalformen gelten näherungsweise die für R&S®NRV-Z31 Modell .02 angegebenen Diagramme, wobei den Burstfolgefrequenzen von 10 Hz und 50 Hz jeweils Burstfolgefrequenzen von 25 Hz und 125 Hz bei R&S®NRV-Z32 entsprechen.

R&S®NRV-Z31/-Z32 (Modell .04)/R&S®NRV-Z33

Für alle Spitzenleistungsmessköpfe (außer R&S®NRV-Z32, Modell .05 – gesonderte Angaben befinden sich in der Tabelle oben) gelten die in den Diagrammen auf den nachfolgenden Seiten spezifizierten maximalen Messabweichungen für Burst-Signale mit entsprechender Breite und Folgefrequenz im Vergleich zu einem CW-Signal gleicher Leistung.

Zahlenwerte: Betrag der maximalen Abweichung in % vom Leistungsmesswert.

– ohne Klammern (Fettdruck): $T_u = 18^\circ\text{C}$ bis 28°C

– in (): 10°C bis 40°C

– in []: 0°C bis 50°C

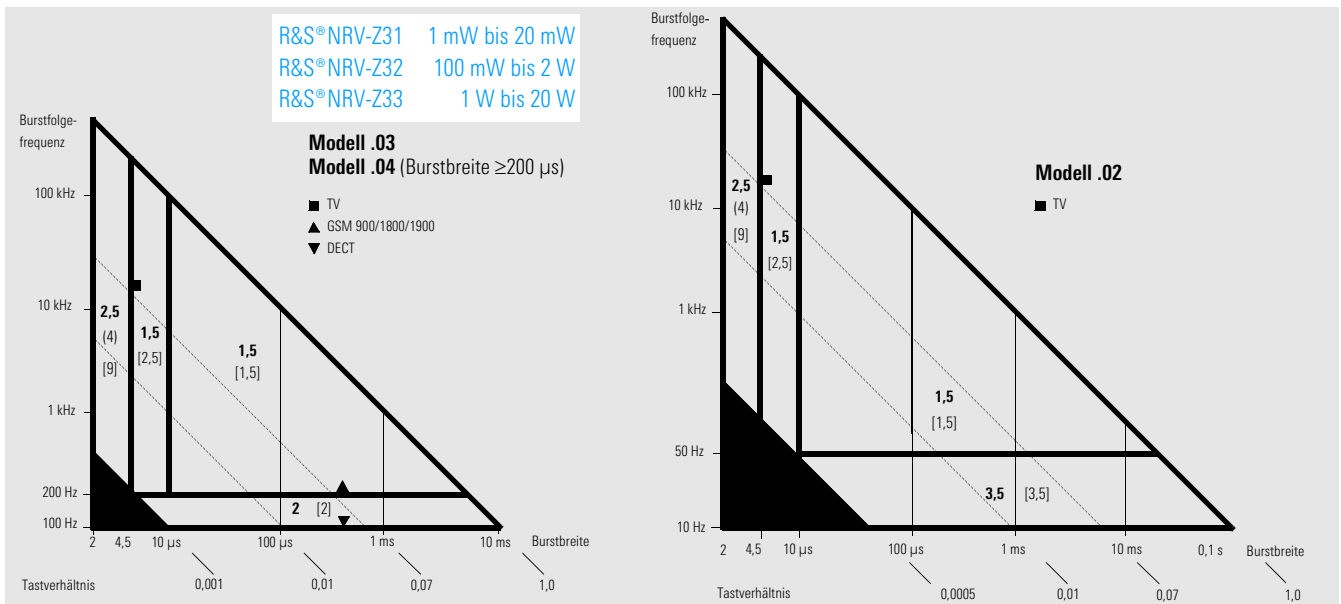
– geschwärzte Bereiche: nicht spezifiziert

Zur Umrechnung in dB siehe Tabelle rechts.

Bei fehlenden Angaben für den Temperaturbereich 10°C bis 40°C ist der Mittelwert aus den Werten für 18°C bis 28°C und 0°C bis 50°C zu bilden.

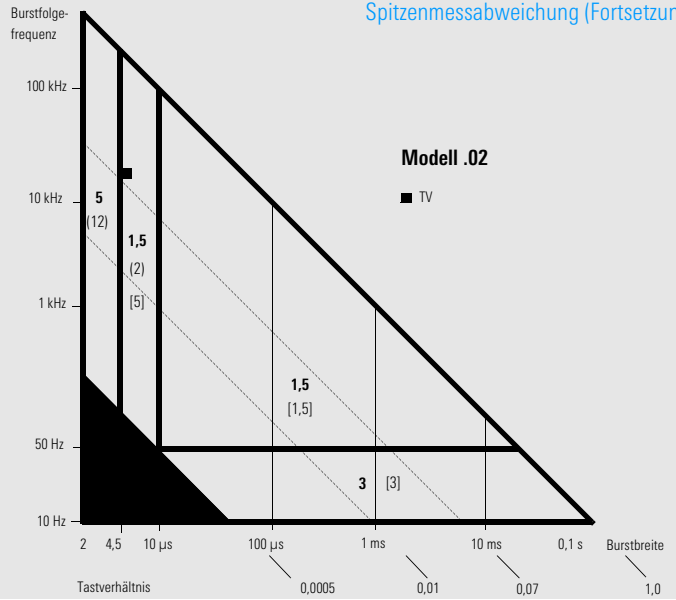
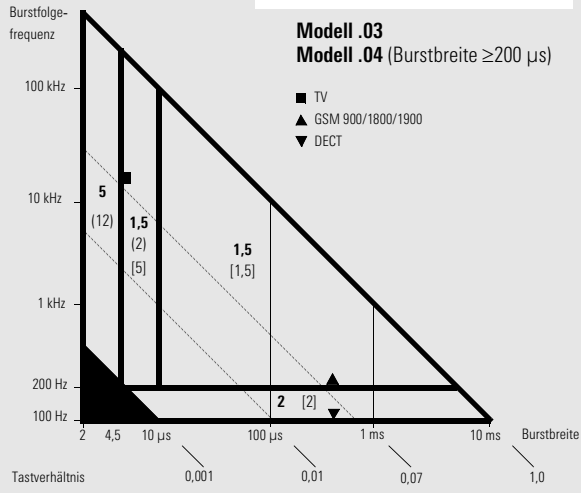
Umrechnung einer Messabweichung in % vom Leistungsmesswert in dB:

%	dB
±1,5	-0,066/+0,065
±2	-0,088/+0,086
±2,5	-0,110/+0,107
±3	-0,132/+0,128
±3,5	-0,155/+0,149
±4	-0,177/+0,170
±5	-0,223/+0,212
±6	-0,269/+0,253
±7	-0,315/+0,294
±8	-0,362/+0,334
±9	-0,410/+0,374
±10	-0,458/+0,414
±11	-0,506/+0,453
±12	-0,555/+0,492
±13	-0,605/+0,531
±14	-0,655/+0,569
±15	-0,706/+0,607
±16	-0,757/+0,645
±18	-0,862/+0,719
±20	-0,969/+0,792

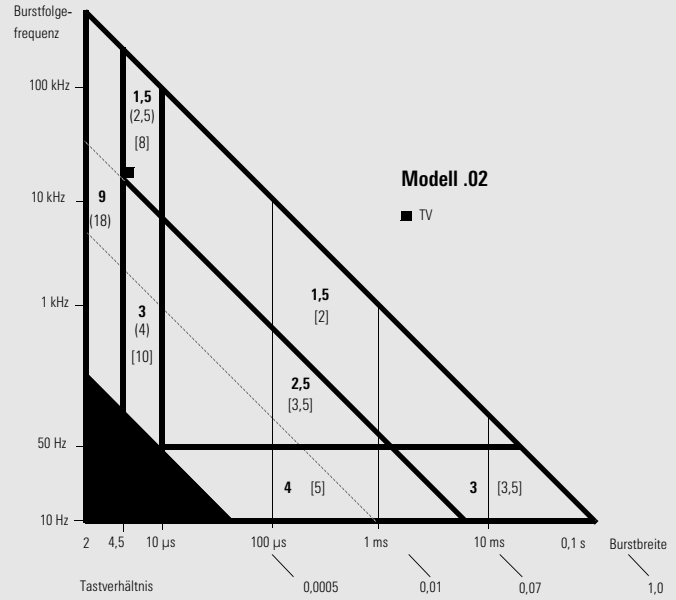
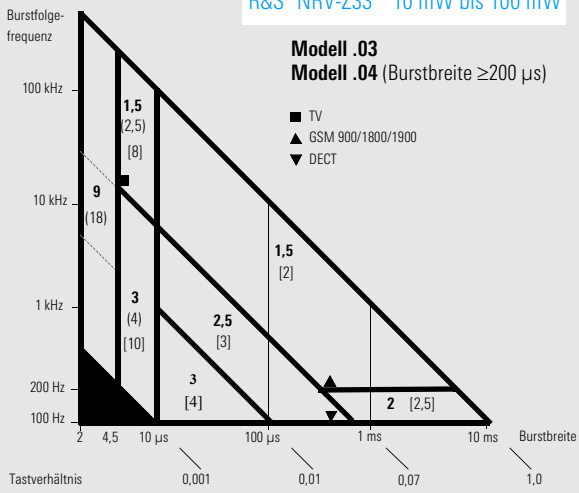


Fußnoten siehe Ende des Datenblattes.

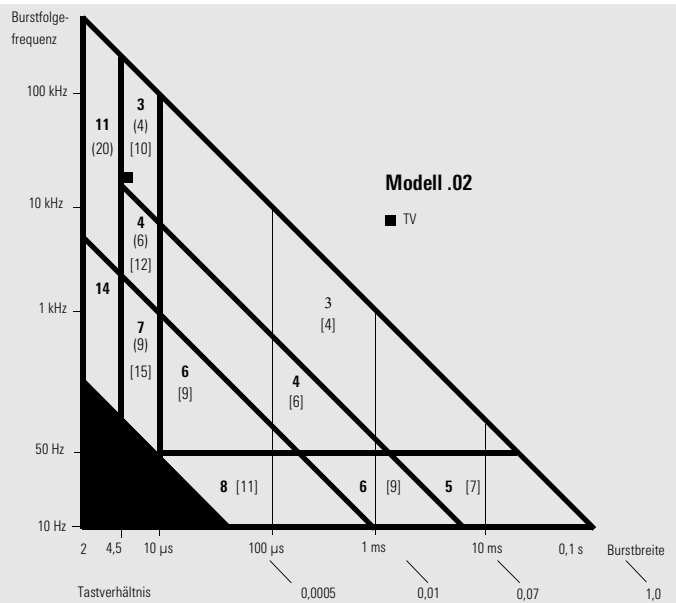
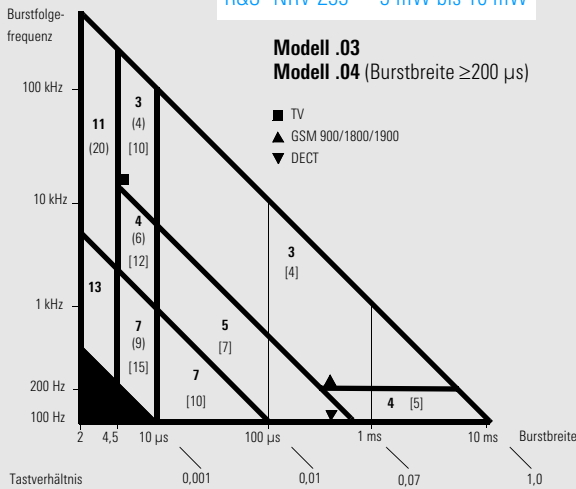
R&S®NRV-Z31 100 µW bis 1 mW
 R&S®NRV-Z32 10 mW bis 100 mW
 R&S®NRV-Z33 100 mW bis 1 W

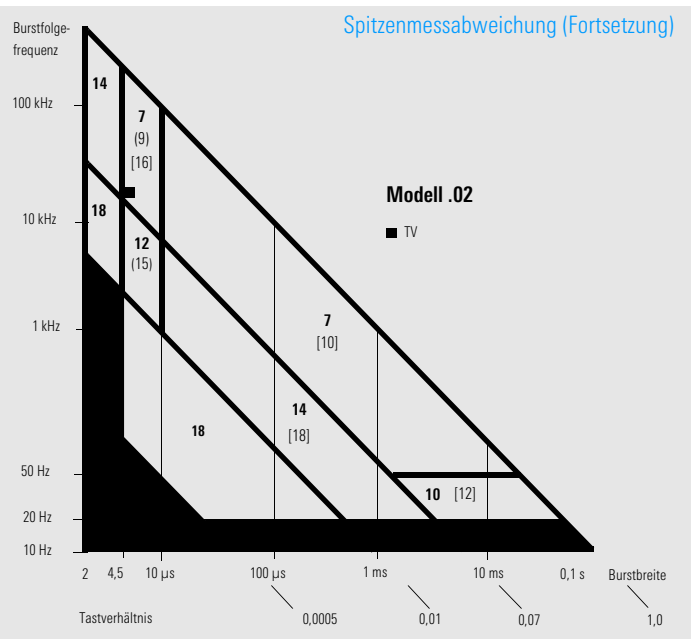
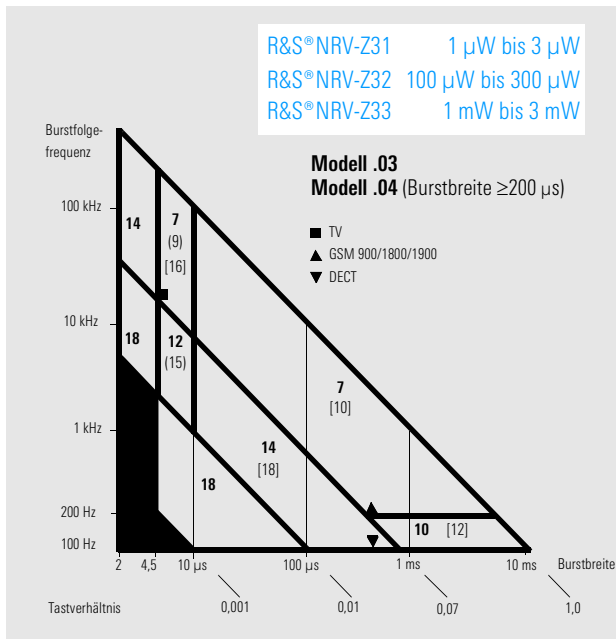


R&S®NRV-Z31 10 µW bis 100 µW
 R&S®NRV-Z32 1 mW bis 10 mW
 R&S®NRV-Z33 10 mW bis 100 mW



R&S®NRV-Z31 3 µW bis 10 µW
 R&S®NRV-Z32 300 µW bis 1 mW
 R&S®NRV-Z33 3 mW bis 10 mW





Allgemeine Daten

Umweltbedingungen	
Temperaturbereiche	nach DIN IEC 68-2-1/68-2-2
Betrieb	0 °C bis +50 °C
Lager	-40 °C bis +70 °C
Zulässige Feuchte	max. 80%, ohne Kondensation
Sinusvibration	5 Hz bis 55 Hz, max. 2 g; 55 Hz bis 150 Hz, 0,5 g kontinuierlich (DIN IEC 60068-2-6, IEC 1010 und MIL-T-28800 D, Klasse 5 erfüllt)
Randomvibration	10 Hz bis 500 Hz, 1,9 g effektiv (nach DIN IEC 60068-2-36)
Schock	40-g-Schockspektrum (nach MIL-STD 810 D, DIN IEC 60068-2-27 erfüllt)
EMV	nach EN50081-1 und 50082-1, EMV-Richtlinie der EG (89/336/EWG) und EMV-Gesetz der BRD, MIL-STD-461 C, RE 02, CE 03, RS 03, CS 02 erfüllt
Sicherheit	nach EN61010-1
Abmessungen und Gewicht	
R&S®NRV-Z1 bis -Z15/-Z31 R&S®NRV-Z51/-Z52/-Z55	120 mm × 37 mm × 31 mm; 0,35 kg
R&S®NRV-Z52, Modell .04	156 mm × 37 mm × 31 mm; 0,35 kg
R&S®NRV-Z32	190 mm × 37 mm × 31 mm; 0,42 kg
R&S®NRV-Z33, R&S®NRV-Z53	240 mm × 54 mm × 60 mm; 0,53 kg
R&S®NRV-Z54	298 mm × 54 mm × 60 mm; 0,68 kg
Länge des Anschlusskabels	1,3 m/5 m (andere Längen auf Anfrage)

Bestellangaben

Hochempfindliche Dioden-Messköpfe

20 mW, 50 Ω, 18 GHz	R&S®NRV-Z1	0828.3018.02
mit 5 m Kabel	R&S®NRV-Z1	0828.3018.03
13 mW, 75 Ω, 2,5 GHz	R&S®NRV-Z3	0828.3418.02
mit 5 m Kabel	R&S®NRV-Z3	0828.3418.03
20 mW, 50 Ω, 6 GHz	R&S®NRV-Z4	0828.3618.02
mit 5 m Kabel	R&S®NRV-Z4	0828.3618.03
20 mW, 50 Ω, 26,5 GHz	R&S®NRV-Z6	0828.5010.03
20 mW, 50 Ω, 40 GHz	R&S®NRV-Z15	1081.2305.02

Empfindliche Dioden-Messköpfe

500 mW, 50 Ω, 18 GHz	R&S®NRV-Z2	0828.3218.02
mit 5 m Kabel	R&S®NRV-Z2	0828.3218.03
500 mW, 50 Ω, 6 GHz	R&S®NRV-Z5	0828.3818.02
mit 5 m Kabel	R&S®NRV-Z5	0828.3818.03

Thermische Messköpfe

100 mW, 50 Ω, 18 GHz	R&S®NRV-Z51	0857.9004.02
mit 3 m Kabel, thermisch isoliert*)	R&S®NRV-Z51	0857.9004.04
100 mW, 50 Ω, 26,5 GHz	R&S®NRV-Z52	0857.9204.02
10 W, 50 Ω, 18 GHz	R&S®NRV-Z53	0858.0500.02
30 W, 50 Ω, 18 GHz	R&S®NRV-Z54	0858.0800.02
100 mW, 50 Ω, 40 GHz	R&S®NRV-Z55	1081.2005.02

Spitzenleistungsmessköpfe

20 mW, 50 Ω, 6 GHz	R&S®NRV-Z31	
- Standard-Ausführung	- Mod. 02	0857.9604.02
- High-Speed-Ausführung	- Mod. 03	0857.9604.03
- TDMA-Ausführung	- Mod. 04	0857.9604.04
2 W, 50 Ω, 6 GHz	R&S®NRV-Z32	
- TDMA-Ausführung	- Mod. 04	1031.6807.04
- Universal-Ausführung	- Mod. 05	1031.6807.05
20 W, 50 Ω, 6 GHz	R&S®NRV-Z33	
- High-Speed-Ausführung	- Mod. 03	1031.6507.03
- TDMA-Ausführung	- Mod. 04	1031.6507.04

Kalibrierkit

Kalibrierkit für Leistungsmessköpfe 1 µW bis 100 mW; DC bis 18 GHz	R&S®NRVC	1109.0500.02
Verifikationsset zu R&S®NRVC	R&S®NRVC-B1	1109.1007.02
Zubehör-Set für Linearitätsmessungen	R&S®NRVC-B2	1109.1207.02

*) Zur Verwendung an HF-Anschlüssen einer großen Temperaturdifferenz zur Umgebung des Leistungsmesskopfes, z.B. am Ausgang von Leistungsdämpfungsgliedern.

Begriffserklärungen

Messunsicherheit

Dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden können. Rohde & Schwarz hält sich bei Kalibrierungen und Spezifikationen in Datenblättern an die einschlägigen internationalen Richtlinien¹⁵⁾, welche die Angabe der erweiterten Unsicherheit mit einem Überdeckungsfaktor $k=2$ empfehlen. Bei normalverteilten Messabweichungen kann davon ausgegangen werden, dass die so definierten Grenzen in 95% aller Fälle eingehalten werden.

Kalibrierunsicherheit

Den Kalibrierfaktoren im Datenspeicher eines Messkopfes zugeordnete erweiterte ($k=2$) Unsicherheit und damit die kleinste, unter Referenzbedingungen¹⁶⁾ erzielbare Messunsicherheit für absolute Leistungsmessungen. Die Datenblattangabe für R&S® NRV-Messköpfe¹⁷⁾ setzt sich aus der Messunsicherheit bei der Kalibrierung und einem Zuschlag für Alterung und Verschleiß zusammen.

Fehlanpassungsunsicherheit

Messunsicherheitsbeitrag, der an einer fehlangepassten Quelle zusätzlich berücksichtigt werden muss, wenn aus dem Messwert des Leistungsmessers auf die bei Anpassung verfügbare Leistung der Quelle geschlossen werden soll.

Linearität

Maß für Fähigkeit eines Leistungsmessers, eine Vergrößerung/Verkleinerung der Messleistung in eine dazu proportionale Änderung des Messwerts umzusetzen. Die Linearität wird negativ beeinflusst durch störende Einflüsse bei

der Kalibrierung des Messkopfes (Linearitätsunsicherheit), Nullpunktabweichungen, Anzeigerausachen und den Einfluss des Grundgeräts (bei einem Wechsel des Messbereichs). Bei Dioden-Messköpfen, die außerhalb des quadratischen Bereichs betrieben werden, können folgende Einflussgrößen hinzukommen: Frequenzabhängige Linearitätsabweichungen, Temperatureinfluss, Oberwellen.

Linearitätsunsicherheit

Kleinste, unter Referenzbedingungen¹⁸⁾ erzielbare erweiterte ($k=2$) Unsicherheit für relative Leistungsmessungen, bezogen auf die messkopfspezifische Referenzleistung. Die Höhe der Linearitätsunsicherheit wird im Wesentlichen durch das Kalibrierverfahren bestimmt.

Frequenzabhängige Linearitätsabweichung

Durch die spannungsabhängige Sperrschichtkapazität eines Dioden-Gleichrichters hervorgerufene Linearitätsabweichungen außerhalb des quadratischen Bereichs, die sich oberhalb von etwa $\frac{1}{4}$ der oberen Frequenzgrenze bemerkbar machen. Rohde&Schwarz spezifiziert die Abweichung bezogen auf die messkopfspezifische Referenzleistung.

Leistungskoeffizient

Maß für die Empfindlichkeit eines Messkopfes höherer Leistung bezüglich der Eigenerwärmung des vorgeschalteten Dämpfungsglieds. Multipliziert mit dem Leistungsmittelwert des Messsignals, ergibt sich die maximale Änderung des Dämpfungswerts, die zu einer Messwertänderung derselben Größe führt. Abhängig von der Änderungsgeschwindigkeit der Messgröße kann dieses Verhalten zu

Linearitätsabweichungen führen. Die thermischen Zeitkonstanten der verwendeten Dämpfungsglieder liegen im Sekundenbereich.

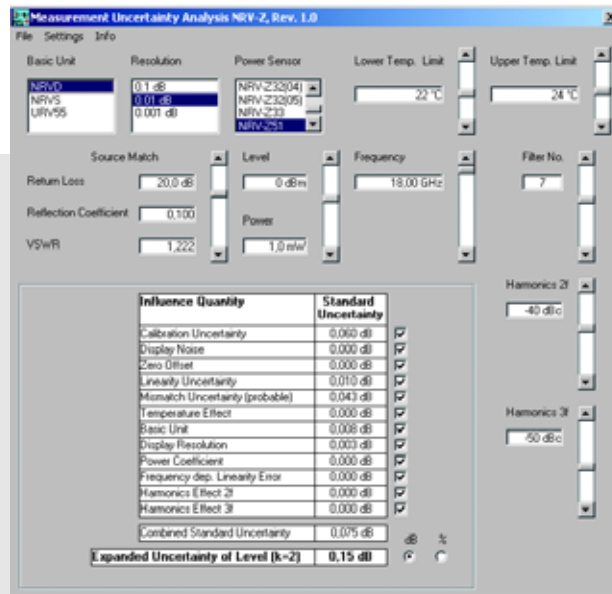
Nullpunktabweichung

Durch den Leistungsmesser hervorgerufene Verfälschung des Messergebnisses, die sich als systematische, von der Höhe der Messleistung unabhängige absolute Messabweichung bemerkbar macht. Nullpunktabweichungen sind besonders einfach an einem von Null verschiedenen Messwert zu erkennen, wenn dem Messkopf keine Leistung zugeführt wird. Die durch Nullpunktabweichungen hervorgerufene relative Messunsicherheit nimmt umgekehrt proportional zur Messleistung ab.

Fußnoten: siehe Ende des Datenblattes.

Begriffserklärungen (Fortsetzung)

Bedienoberfläche des Programms
Measurement Uncertainty Analysis



Anzeigerauschen

Dem Messwert überlagerte statistische Komponente, deren absolute Höhe unabhängig von der Messleistung ist. Deswegen nimmt die durch das Anzeigerauschen hervorgerufene relative Messunsicherheit umgekehrt proportional zur Messleistung ab.

Spitzenmessabweichung

Messabweichung eines Spitzenleistungsmesskopfes bei einem gepulsten, aber ansonsten unmodulierten HF-Signal mit rechteckförmiger Hüllkurve (Burst) im Vergleich zu einem CW-Signal gleicher Leistung.

Oberwelleneinfluss

Oberwellen können die Messgenauigkeit von Dioden-Messköpfen negativ beeinflussen, wobei abhängig von der Phasenlage relativ zur Grundschwingung eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Messwerts im Vergleich zu einem thermischen Messkopf stattfindet. Thermische Sensoren messen stets die Leistung des gesamten Signals und bewerten daher Oberwellen – soweit sie in den spezifizierten Frequenzbereich fallen – ausschließlich entsprechend ihrer Leistung. Details zum Verhalten von Dioden-Sensoren können der Rohde&Schwarz Broschüre „Spannungs- und Leistungsmesstechnik“ (PD 0757.0835) entnommen

werden. Als Faustregel gilt, dass der Oberwelleneinfluss für Leistungen unter $1 \mu\text{W}$ (-30 dBm) bei hochempfindlichen Sensoren bzw. $100 \mu\text{W}$ (-10 dBm) bei empfindlichen Sensoren vernachlässigbar ist. Oberwellenabstände unter -60 dBc können unabhängig von der Messleistung als unkritisch angesehen werden.

Temperatureinfluss

Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Genauigkeit des Messkopfes. Rohde&Schwarz spezifiziert die verbleibende relative Messabweichung nach interner Korrektur der Temperaturabhängigkeit des Messkopfes, und zwar den Betrag des Maximalwerts und einen sogenannten typischen Wert, der in etwa einer Standardabweichung entspricht. Bei thermischen Messköpfen und bei Dioden-Messköpfen innerhalb des quadratischen Bereichs gelten die Angaben uneingeschränkt, bei Dioden-Messköpfen außerhalb des quadratischen Bereichs gelten sie ausschließlich für CW-Signale.

Einfluss des Grundgerätes

Rohde&Schwarz spezifiziert den Maximalwert der durch das Grundgerät hervorgerufenen Messabweichung für absolute Leistungsmessungen bei verschiedenen Umgebungstemperaturen.

CDMA2000® ist eingetragenes Warenzeichen der Telecommunications Industry Association (TIA -USA).

Begriffserklärungen (Fortsetzung)

Berechnung der Gesamt-Messunsicherheit

Die Berechnung oder zumindest Abschätzung der Messunsicherheit sollte Teil jeder Leistungsmessung sein. Deswegen bietet Rohde&Schwarz mit dem Programm Measurement Uncertainty Analysis R&S®NRV-Z*) ein Werkzeug an, welches die schnelle Messunsicherheitsberechnung ohne Vorkenntnisse ermöglicht. Bei manueller Berechnung sollten die einzelnen Einflussgrößen ebenfalls auf statistischer Basis, wie z. B. auf Seite 14 angegeben, zusammengefasst werden. Die zu berücksichtigenden Einflussgrößen können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Messkopftyp ⇨	Thermischer Messkopf oder Dioden-Messkopf im quadratischen Bereich		Dioden-Messkopf außerhalb des quadratischen Bereichs + CW-Signal		Spitzenleistungs-Messkopf		
	Art der Messung ⇨	absolut	relativ ²⁰⁾	absolut	relativ ²⁰⁾	absolut	relativ ²⁰⁾
Einflussgröße							
Fehlanpassungsunsicherheit	●	○ ¹⁹⁾	●	○ ¹⁹⁾	●	○ ¹⁹⁾	
Kalibrierunsicherheit	●		●		●	●	
Linearitätsunsicherheit	●	●	●	●			
Frequenzabhängige Linearitätsabweichung			●	●			
Leistungskoeffizient	○ ¹²⁾	○ ¹²⁾			○ ¹²⁾	○ ¹²⁾	
Oberwelleneinfluss	○ ¹³⁾	○ ¹³⁾	●	●	●	●	
Temperatureinfluss	●		●	●	●	●	
Nullpunktabweichung	●	●			●	●	
Anzeigerauschen	●	●			●	●	
Grundgerät	●	○ ¹⁴⁾	●	○ ¹⁴⁾	●	○ ¹⁴⁾	
Spitzenmessabweichung					●	●	

Als Beispiel zeigt die folgende Tabelle die manuelle Berechnung der Messunsicherheit für eine absolute Leistungsmessung mit dem thermischen Messkopf R&S®NRV-Z51 bei 1,9 GHz / -10 dBm:

Einflussgröße	Spezifikation		Standardunsicherheit
	Wert	Gewichtung /Verteilung	u_i
Fehlanpassungsunsicherheit (VSWR _{Quelle} = 1,2)	0,038 dB	1,4 σ /u	0,027 dB
Kalibrierunsicherheit	0,050 dB	2 σ /normal	0,025 dB
Linearitätsunsicherheit	0,020 dB	2 σ /normal	0,010 dB
Temperatureinfluss (18 °C bis 28 °C)	0,005 dB	1 σ	0,005 dB
Nullpunktabweichung	60 nW	2 σ /normal	0,001 dB
Anzeigerauschen (Filter 7)	4 × 22 nW	2 σ /normal	0,002 dB
Grundgerät R&S®NRVS	0,017 dB	1,7 σ /Rechteck	0,010 dB
Erweiterte Unsicherheit			
$(2 \cdot \sqrt{\sum u_i^2}) = 0,080 \text{ dB (1,8\%)}$			

*) Application Note 1GP43, herunterladbar von der Rohde&Schwarz-Homepage, Rubrik 'Products & More', Application Notes.

Fußnoten

- ¹⁾ Bei GSM und DECT ist die Hüllkurve unmoduliert, so dass die Bestimmung der mittleren Burstleistung auf eine Messung der Spitzenleistung zurückgeführt werden kann.
- ²⁾ Innerhalb von 1 h nach Nullabgleich mit einer Wahrscheinlichkeit von 95%, zulässige Temperaturänderung 1 °C, Grundgerät mit Messkopf 2 h eingelaufen.
R&S®NRV-Z53 und R&S®NRV-Z54: Nach dem Messen höherer Leistungen können vorübergehend größere Nullpunktabweichungen auftreten (bis zu 0,5 mW für R&S®NRV-Z53, 2 mW für R&S®NRV-Z54 nach Belastung mit Nennleistung).
- ³⁾ Die Rauschangaben (2 Standardabweichungen) beziehen sich auf Filter 11, Temperatur 18 °C bis 28 °C. Filter 11 stellt sich bei R&S®NRVS, R&S®NRVD und R&S®URV55 automatisch im empfindlichsten Messbereich ein (Auto-Filter-Modus, Auflösung HIGH). Die Rauschwerte für andere Filtereinstellungen ergeben sich durch Multiplikation mit den tabellierten Faktoren. Die angegebenen Messzeiten sind Richtwerte für den ferngesteuerten Betrieb.

Filternummer (R&S®NRVS, R&S®NRVD, R&S®URV55)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rausch-Multiplikator	51	32	23	16	11,3	8	5,6	4	2,8	2	1,4	1,0	0,7
Messzeit (s) R&S®NRV-Z1 bis -Z6/-Z15	0,045	0,05	0,06	0,08	0,15	0,27	0,49	0,95	1,85	3,6	7,2	14,5	28,5
R&S®NRV-Z31, Modell .02	1,04	1,04	1,05	1,07	1,13	1,24	1,44	1,84	2,7	4,3	7,5	14	27
R&S®NRV-Z31, Modell .03/.04	0,135	0,14	0,15	0,17	0,23	0,34	0,54	0,94	1,77	3,4	6,6	13	26
R&S®NRV-Z32, Modell .04	0,135	0,14	0,15	0,17	0,23	0,34	0,54	0,94	1,77	3,4	6,6	13	26
R&S®NRV-Z32, Modell .05	0,435	0,44	0,45	0,47	0,53	0,64	0,84	1,24	2,07	3,7	6,9	14	27
R&S®NRV-Z33	0,135	0,14	0,15	0,17	0,23	0,34	0,54	0,94	1,77	3,4	6,6	13	26
R&S®NRV-Z51 bis -Z55	0,115	0,12	0,13	0,15	0,21	0,32	0,52	0,92	1,75	3,4	6,6	13	26

Bei Filterautomatik werden die nachfolgend tabellierten Einstellungen in Abhängigkeit von Messbereich und Auflösung vorgenommen:

			Filternummer						
Auflösung	HIGH	0,001 dB	11	9	7	7	7	7	7
	MEDIUM	0,01 dB	9	7	3	3	3	3	3
	LOW	0,1 dB	7	3	0	0	0	0	0
Messbereich	R&S®NRV-Z1/-Z3/-Z4/-Z6/-Z15	10 nW	100 nW	1 µW	10 µW	100 µW	1 mW	20 mW	
	R&S®NRV-Z2/-Z5	1 µW	10 µW	100 µW	1 mW	10 mW	100 mW	500 mW	
	R&S®NRV-Z31	–	1 µW	10 µW	100 µW	1 mW	20 mW	–	
	R&S®NRV-Z32	–	100 µW	1 mW	10 mW	100 mW	2(4) W	–	
	R&S®NRV-Z33	–	1 mW	10 mW	100 mW	1 W	20 W	–	
	R&S®NRV-Z51/-Z52/-Z55	10 µW	100 µW	1 mW	10 mW	100 mW	–	–	
	R&S®NRV-Z53	1 mW	10 mW	100 mW	1 W	10 W	–	–	
	R&S®NRV-Z54	10 mW	100 mW	1 W	10 W	30 W	–	–	

Fußnoten (Fortsetzung)

⁴⁾ Weitere Ursachen für Linearitätsabweichungen sind im Abschnitt „Begriffserklärungen“ unter dem Stichwort „Linearität“ aufgeführt.

Die nachfolgend tabellierten frequenzabhängigen Linearitätsabweichungen gelten jeweils bei Bezug auf die messkopfspezifische Referenzleistung. Da die Abweichungen proportional zu Frequenz und Leistung sind, ist mit den angegebenen Maximalwerten erst an den jeweiligen Intervallgrenzen zu rechnen.

Frequenzabhängige Linearitätsabweichungen für Dioden-Messköpfe:

		Frequenz			
		10 MHz bis 4 GHz	>4 GHz bis 8 GHz	>8 GHz bis 13 GHz	>13 GHz bis 18 GHz
R&S®NRV-Z1	-17 dBm bis +3 dBm 20 µW bis 2 mW	0	0 dB bis +0,09 dB 0% bis +2%	0 dB bis +0,21 dB 0% bis +5%	0 dB bis +0,25 dB 0% bis +6%
	>+3 dBm bis +13 dBm >2 mW bis 20 mW	0	0 dB bis +0,17 dB 0% bis +4%	0 dB bis +0,41 dB 0% bis +10%	0 dB bis +0,49 dB 0% bis +12%
R&S®NRV-Z2	+3 dBm bis +23 dBm 2 mW bis 200 mW	0	0 dB bis +0,09 dB 0% bis +2%	0 dB bis +0,21 dB 0% bis +5%	0 dB bis +0,25 dB 0% bis +6%
	>+23 dBm bis +27 dBm >200 mW bis 500 mW	0	0 dB bis +0,15 dB 0% bis +3,5%	0 dB bis +0,33 dB 0% bis +8%	0 dB bis +0,41 dB 0% bis +10%
		100 kHz bis 1,5 GHz	>1,5 GHz bis 3 GHz	>3 GHz bis 6 GHz	
R&S®NRV-Z4	-17 dBm bis +3 dBm 20 µW bis 2 mW	0	0 dB bis +0,09 dB 0% bis +2%	0 dB bis +0,25 dB 0% bis +6%	
	>+3 dBm bis +13 dBm >2 mW bis 20 mW	0	0 dB bis +0,17 dB 0% bis +4%	0 dB bis +0,41 dB 0% bis +10%	
R&S®NRV-Z5	+3 dBm bis +23 dBm 2 mW bis 200 mW	0	0 dB bis +0,09 dB 0% bis +2%	0 dB bis +0,25 dB 0% bis +6%	
	>+23 dBm bis +27 dBm >200 mW bis 500 mW	0	0 dB bis +0,15 dB 0% bis +3,5%	0 dB bis +0,33 dB 0% bis +8%	
		0,05 GHz bis 0,2 GHz	>0,2 GHz bis 4 GHz	>4 GHz bis 12,4 GHz	>12,4 GHz bis 26,5 GHz
R&S®NRV-Z6	-17 dBm bis +3 dBm 20 µW bis 2 mW	±0,01 dB ±0,2%	0	0 dB bis +0,04 dB 0% bis +1%	0 dB bis +0,09 dB 0% bis +2%
	>+3 dBm bis +13 dBm >2 mW bis 20 mW	-0,02 dB bis +0,01 dB -0,5% bis +0,2%	0	0 dB bis +0,09 dB 0% bis +2%	0 dB bis +0,33 dB 0% bis +8%
		0,05 GHz bis 0,2 GHz	>0,2 GHz bis 4 GHz	>4 GHz bis 12,4 GHz	>12,4 GHz bis 40 GHz
R&S®NRV-Z15	-17 dBm bis +3 dBm 20 µW bis 2 mW	±0,01 dB ±0,2%	0	0 dB bis +0,04 dB 0% bis +1%	0 dB bis +0,09 dB 0% bis +2%
	>+3 dBm bis +13 dBm >2 mW bis 20 mW	-0,02 dB bis +0,01 dB -0,5% bis +0,2%	0	0 dB bis +0,09 dB 0% bis +2%	0 dB bis +0,33 dB 0% bis +8%

⁵⁾ K-Stecker ist ein Warenzeichen der Firma Anritsu.

⁶⁾ Im Temperaturbereich 35 °C bis 50 °C nur kurzzeitige oder reduzierte Belastung (siehe Diagramm S. 10), wenn kein Schutz gegen unbeabsichtigtes Berühren vorhanden ist.

⁷⁾ Die untere Frequenzgrenze beträgt 10 MHz für Umgebungstemperaturen bis 28 °C.

⁸⁾ 4 W Spitzenleistung entspricht bei einem Mobiltelefon nach Standard NADC bzw. PDC einem Leistungsmittelwert von etwa 2,1 W.

⁹⁾ Für Frequenzen unter 50 MHz sind keine Kalibrierfaktoren im EPROM des Messkopfes abgelegt.
In diesem Bereich sollte daher ohne Frequenzgangkorrektur gearbeitet und eine Kalibrierunsicherheit von 2% angenommen werden.

¹⁰⁾ Die Burst-Folgefrequenz ist der Kehrwert der Burst-Periode T.

¹¹⁾ Die Klammerwerte sollten im ferngesteuerten Betrieb nicht unterschritten werden. Ansonsten ist nicht gewährleistet, dass der erste Messwert nach Triggern eingeschwingen ist. Es ist dann entweder so lange zu triggern, bis stabile Messergebnisse ausgegeben werden. Oder es ist nach Anlegen der Messeistung eine entsprechende Wartezeit vor Triggern vorzusehen.

¹²⁾ Nur Messköpfe mit vorgeschaltetem Dämpfungsglied.

¹³⁾ An der Obergrenze des quadratischen Bereichs.

¹⁴⁾ Bei Messungen in verschiedenen Messbereichen zu berücksichtigen.

¹⁵⁾ ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, ISBN: 92-67-10188-9, 1995.
Radio Equipment and Systems (RES); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics. ETSI Technical Report ETR028, June 1997, 3rd Edition, European Telecommunications Standards Institute. Valbonne, France.

Fußnoten (Fortsetzung)

- ¹⁶⁾ Messkopftemperatur 22 °C bis 24 °C, angepasste Quelle, CW-Signal mit messkopfspezifischer Referenzleistung, Oberwellenabstand >50 dB bei Dioden-Sensoren.
Einfluss des Grundgeräts vernachlässigt (z. B. nach vorangegangener Kalibrierung).
Die messkopfspezifische Referenzleistung beträgt
1 µW bis 10 µW für hochempfindliche Dioden-Messköpfe,
0,1 mW bis 1 mW für empfindliche Dioden-Messköpfe,
1 mW für R&S®NRV-Z51/-Z52/-Z55,
10 mW bis 100 mW für R&S®NRV-Z53 und
10 mW bis 300 mW für R&S®NRV-Z54.
Für die Spitzenleistungsmessköpfe R&S®NRV-Z31/-Z32/-Z33 gelten die spezifizierten Kalibrierunsicherheiten über den gesamten Leistungsbereich,
allerdings bei einem Oberwellenabstand von 60 dB oder mehr.
- ¹⁷⁾ Für einen durchschnittlichen Messkopf des jeweiligen Typs berechnet. Die im Kalibrierprotokoll angegebenen Unsicherheiten können davon geringfügig abweichen, da sie unter Berücksichtigung der individuellen Eigenschaften des jeweiligen Messkopfes und des verwendeten Kalibriersystems ermittelt werden. Die Datenblattwerte werden in der Regel unterschritten, Überschreitungen können gelegentlich bei einzelnen Frequenzpunkten auftreten.
- ¹⁸⁾ Thermische Messköpfe und Dioden-Messköpfe innerhalb des quadratischen Bereichs:
Keine Einschränkungen durch den Messkopf, lediglich der Einfluss von Grundgerät und Nullpunkt sollte vernachlässigbar sein
(Messleistung ausreichend hoch, Grundgerät vorher kalibriert, Umgebungstemperatur 15 °C bis 35 °C).
Dioden-Messköpfe außerhalb des quadratischen Bereichs:
Messkopftemperatur 22 °C bis 24 °C, CW-Signal mit einem Oberwellenabstand >60 dB,
Frequenz innerhalb des Bereichs ohne frequenzabhängige Linearitätsunsicherheiten,
Einfluss von Grundgerät und Nullpunkt vernachlässigbar (Messleistung ausreichend hoch, Grundgerät vorher kalibriert).
- ¹⁹⁾ Bei leistungsabhängiger Anpassung der Quelle.
- ²⁰⁾ Bei unveränderter Messfrequenz.

Weitere Informationen unter
www.rohde-schwarz.com
(Suchbegriff: NRV-Z)



ROHDE & SCHWARZ