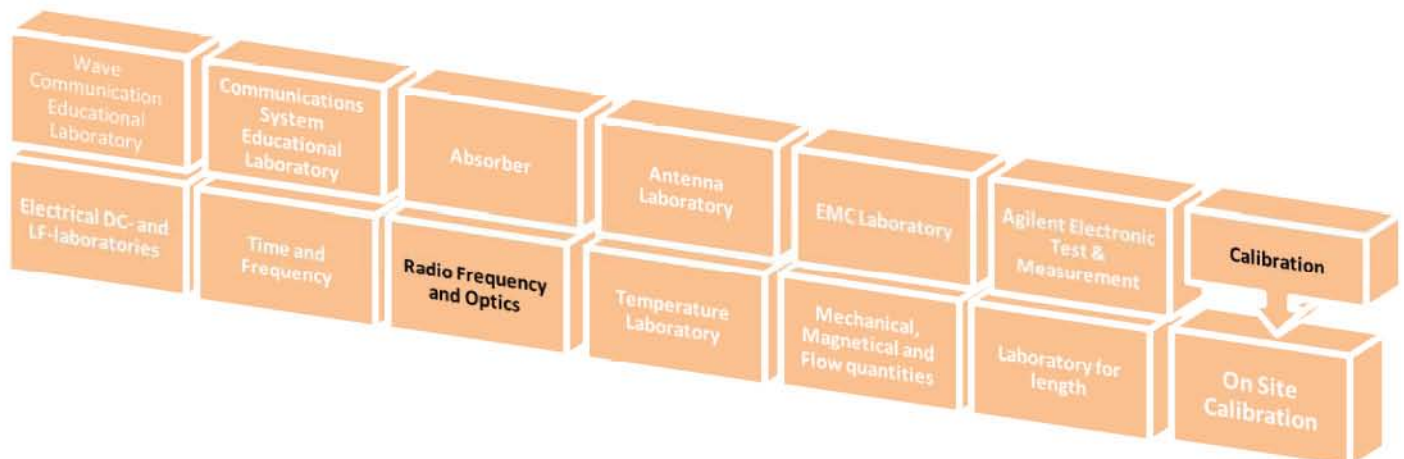


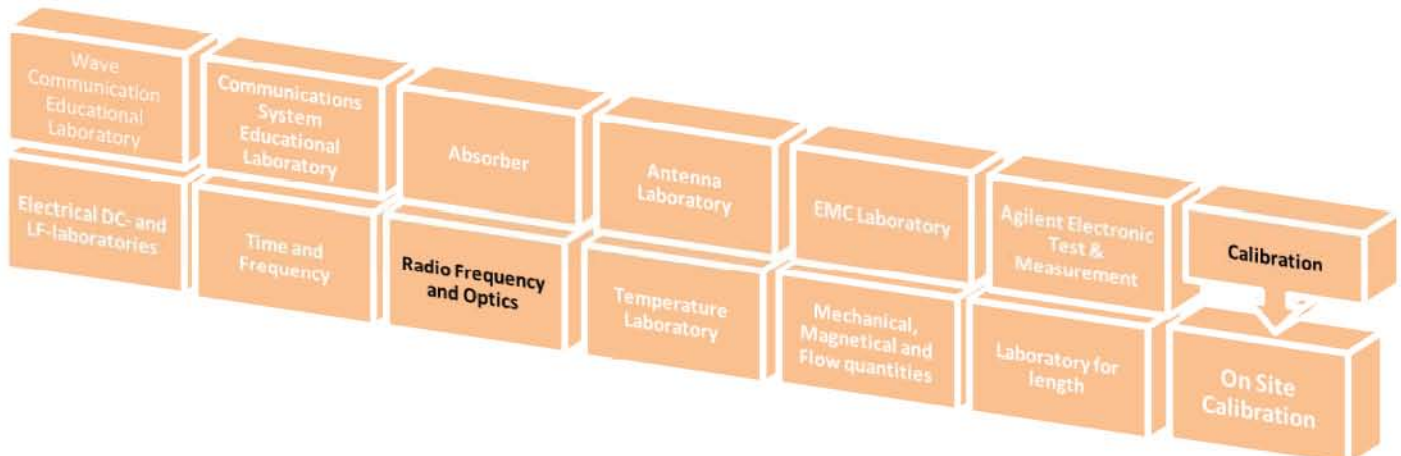


**Hochfrequenz- und Optik / Radio frequency and optics<sup>\*)</sup>**

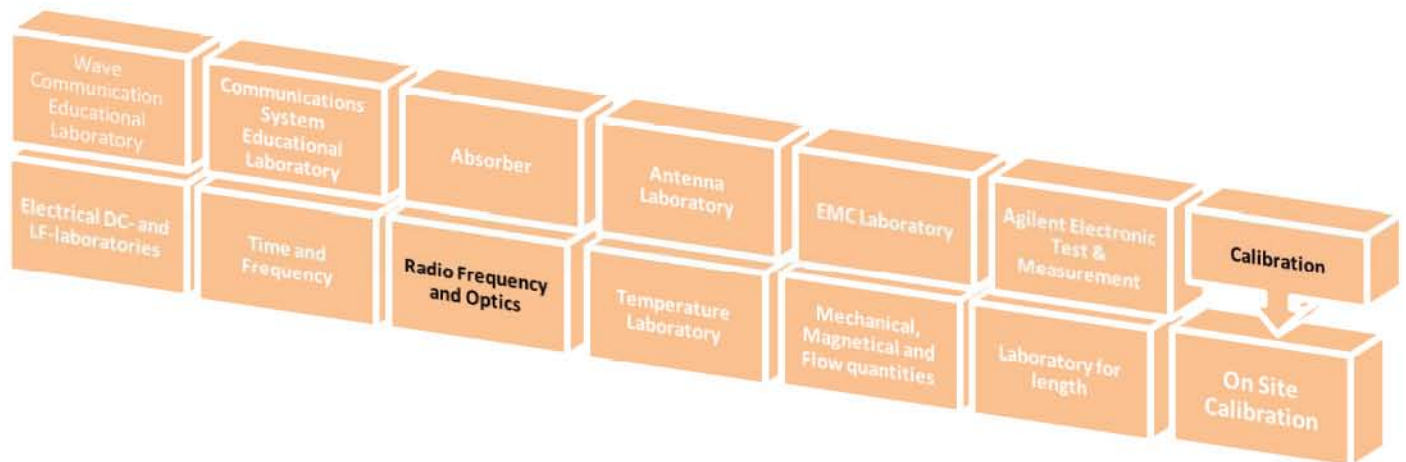
Messgröße, Kalibriergegenstand <i>Measured Quantity or Instrument</i>	Messbereich, Messspanne <i>Range</i>	Messbedingungen, Verfahren <i>Conditions / Procedure</i>	Kleinste angebbare Messunsicherheit <i>Best Measurement Capability</i>	Bemerkungen <i>Remarks</i>
HF-Leistung / RF- Power <sup>*)</sup> Eingangsleistung und Kalibrierungs- faktor von HF- Leistungsmessgeräten <i>Incident power and calibration factor of RF-power indicators</i>	0,1 µW bis <0,1 mW	10 MHz bis 50 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ U_{i,out}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,13$ $4 \leq f < 18 \text{ GHz}$ R&S NRV-Z1
		>50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		>2 GHz bis 4 GHz	$23 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ U_{i,out}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,13$ $4 \leq f < 18 \text{ GHz}$ R&S NRV-Z51
		>50 MHz bis 2 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		>2 GHz bis 4 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
1 µW bis 80 mW	DC bis 50 MHz	$9,0 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$	$ U_{i,out}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,13$ $4 \text{ GHz} \leq f < 18 \text{ GHz}$ R&S NRVC <sup>*)</sup>	
	>50 MHz bis 2 GHz	$10 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$		
	>2 GHz bis 4 GHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$		
2,92 mm-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit <i>2,92 mm-connector, 50 Ω, raised uncertainties on different connectors</i>	0,1 µW bis <0,1 mW	10 MHz bis 50 MHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$	$ U_{i,out}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,1$ $4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,13$ $12 \text{ GHz} \leq f < 26,5 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,15$ $26,5 \text{ GHz} \leq f < 40 \text{ GHz}$ R&S NRV-Z15
		>50 MHz bis 2 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$	
		>2 GHz bis 4 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$	
	0,1 mW bis 80 mW	10 MHz bis 50 MHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$	$ U_{i,out}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,1$ $4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,13$ $12 \text{ GHz} \leq f < 26,5 \text{ GHz}$ $ U_{i,out}  \leq 0,15$ $26,5 \text{ GHz} \leq f < 40 \text{ GHz}$ R&S NRV-Z55
		>50 MHz bis 2 GHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$	
		>2 GHz bis 4 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(1)}$	
Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen (G) <i>Output power and calibration factor of RF-sources and generators (G)<sup>*)</sup></i>	0,1 µW bis <0,1 mW	10 MHz bis 50 MHz	$17 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ U_{i}  \leq 0,1$ $f \leq 1 \text{ GHz}$ $ U_{i}  \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} < f \leq 4 \text{ GHz}$ $ U_{i}  \leq 0,3$ $4 \text{ GHz} < f \leq 18 \text{ GHz}$
		>50 MHz bis 1 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		>1 GHz bis 2 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
	0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz	$10 \cdot 10^{-3} \cdot P$	$ U_{i}  \leq 0,1$ $f \leq 1 \text{ GHz}$ $ U_{i}  \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} < f \leq 4 \text{ GHz}$ $ U_{i}  \leq 0,3$ $4 \text{ GHz} < f \leq 18 \text{ GHz}$ R&S NRV-Z51
		>50 MHz bis 3 GHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		>3 GHz bis 4 GHz	$18 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		>4 GHz bis 17 GHz	$31 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
		>17 GHz bis 18 GHz	$38 \cdot 10^{-3} \cdot P$	



Messgröße, Kalibriergegenstand <i>Measured Quantity or Instrument</i>	Messbereich, Messspanne <i>Range</i>	Messbedingungen, Verfahren <i>Conditions / Procedure</i>	kleinste angebbare Messunsicherheit <i>Best Measurement Capability</i>	Bemerkungen <i>Remarks</i>
Ausgangsleistung und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen (G) <i>Output power and calibration factor of RF-sources and generators (G)</i>	0,1 µW bis <0,1 mW	10 MHz bis 50 MHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(n)}$	$ I_{rel}  \leq 0,1$ $f \leq 1 \text{ GHz}$ $ I_{rel}  \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} < f \leq 4 \text{ GHz}$ R&S NRV-Z15
		>50 MHz bis 1 GHz	$27 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(n)}$	
		>1 GHz bis 4 GHz	$45 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(n)}$	
2,92 mm-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit 2,92 mm connector, 50 Ω, raised uncertainties on different connectors	0,1 mW bis 80 mW	DC bis 50 MHz	$12 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(n)}$	$ I_{rel}  \leq 0,1$ $f \leq 1 \text{ GHz}$ $ I_{rel}  \leq 0,2$ $2 \text{ GHz} < f \leq 4 \text{ GHz}$ $ I_{rel}  \leq 0,3$ $4 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz}$ R&S NRV-Z55
		>50 MHz bis 1 GHz	$20 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(n)}$	
		>1 GHz bis 4 GHz	$33 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(n)}$	
		>4 GHz bis 18 GHz	$64 \cdot 10^{-3} \cdot P^{(n)}$	
		>18 GHz bis 26,5 GHz	$81 \cdot 10^{-3} \cdot P$	
>26,5 GHz bis 40 GHz	$110 \cdot 10^{-3} \cdot P$			
Nicht-Linearität von HF-Leistungsmessgeräten <i>Non-Linearity of RF- power sensors</i>	10 nW bis 1 W	50 MHz	$5,5 \cdot 10^{-3}$ (0,024 dB)	R&S NRVC-B2 60 dB max. Dynamikbereich / 60 dB max. dynamic range
Nicht-Linearität von HF-Leistungsquellen / <i>Non-Linearity of RF- power sources</i>	1 fW bis <1 nW	50 MHz	$21 \cdot 10^{-3}$ (0,091 dB)	Agilent N5532A Referenzwert 1 mW / Referenced to 1 mW
	1 nW bis <1 µW		$12 \cdot 10^{-3}$ (0,052 dB)	
	1 µW bis 100 mW		$7,6 \cdot 10^{-3}$ (0,033 dB)	
HF-Spannung / RF- Voltage <sup>(1)</sup> Eingangsspannung an 50 Ω-Empfängern und Messgeräten <i>Input voltage over 50 Ω-receivers and indicators</i>	5 mV bis <70 mV	10 MHz bis 4 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$ I_{L,dev}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,13$ $4 \leq f < 18 \text{ GHz}$
		>4 GHz bis 12 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		>12 GHz bis 18 GHz	$30 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
	70 mV bis 2 V	DC bis 50 MHz	$6,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$	$ I_{L,dev}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,13$ $4 \leq f < 18 \text{ GHz}$
		>50 MHz bis 4 GHz	$8,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		>4 GHz bis 12 GHz	$14 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
>12 GHz bis 18 GHz	$22 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
2,92mm-Konnektor, 50 Ω, andere Konnektoren erhöhen die Messunsicherheit 2,92 mm-connector, 50 Ω, raised uncertainties on different connectors	5 mV bis <70 mV	10 MHz bis 50 MHz	$9 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$	$ I_{L,dev}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,1$ $4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,13$ $12 \text{ GHz} \leq f < 26,5 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,15$ $26,5 \text{ GHz} \leq f < 40 \text{ GHz}$
		>50 MHz bis 2 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$	
		>2 GHz bis 4 GHz	$13 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$	
	70 mV bis 2 V	>4 GHz bis 18 GHz	$23 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$	$ I_{L,dev}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,1$ $4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,13$ $12 \text{ GHz} \leq f < 26,5 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,15$ $26,5 \text{ GHz} \leq f < 40 \text{ GHz}$
		>18 GHz bis 26,5 GHz	$25 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
		>26,5 GHz bis 40 GHz	$48 \cdot 10^{-3} \cdot U$	
10 MHz bis 50 MHz	70 mV bis 2 V	10 MHz bis 50 MHz	$7 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$	$ I_{L,dev}  \leq 0,07$ $f < 2 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,10$ $2 \text{ GHz} \leq f < 4 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,1$ $4 \text{ GHz} \leq f < 12 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,13$ $12 \text{ GHz} \leq f < 26,5 \text{ GHz}$ $ I_{L,dev}  \leq 0,15$ $26,5 \text{ GHz} \leq f < 40 \text{ GHz}$
	>50 MHz bis 2 GHz	$9 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$		
	>2 GHz bis 4 GHz	$11 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$		
	>4 GHz bis 18 GHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$		
	>18 GHz bis 26,5 GHz	$21 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$		
	>26,5 GHz bis 40 GHz	$44 \cdot 10^{-3} \cdot U^{(1)}$		



Messgröße, Kalibriergegenstand <i>Measured Quantity / Instrument</i>	Messbereich, Messspanne <i>Range</i>	Messbedingungen, Verfahren <i>Conditions / Procedure</i>	kleinste angebbare Messunsicherheit <i>Best Measurement Capability</i>	Bemerkungen <i>Remarks</i>
HF-Stromstärke / RF- Current <sup>(1)</sup> Stromzangen / Current clamps	100 µA bis 50 mA	50 kHz bis 1 MHz	$16 \cdot 10^{-3} \cdot f$	Tektronix 015-0601-50 $f$ = Frequenz in MHz $f$ = frequency in MHz
		>1 MHz bis 2,5 MHz	$19 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
		>2,5 MHz bis 65 MHz	$(7,7 \cdot 10^{-3} + 3,8 \cdot 10^{-3} \cdot f / \text{MHz}) \cdot f$	
HF- Reflexionsfaktor / Reflection Coefficient <sup>(2)</sup> Betrag / magnitude	0 bis 1	300 kHz bis <45 MHz 45 MHz bis 6 GHz >6 GHz bis 10 GHz >10 GHz bis 18 GHz	0,0045 ·  Γ  <sup>2</sup> + 0,005 0,004 ·  Γ  <sup>2</sup> + 0,005 0,003 ·  Γ  <sup>2</sup> + 0,008 0,007 ·  Γ  <sup>2</sup> + 0,012	N-Konnetor, 50 Ω, andere Konnetoren erhöhen die Messunsicherheit N-Type connector, 50 Ω, raised uncertainties on different connectors
Phasenwinkel φ Phase angle	-180 ° bis +180 °	300 kHz bis 18 GHz	$U(\varphi) = \arcsin \frac{U( \Gamma )}{ \Gamma } \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$	
skalare Messung <sup>(1)</sup> scalar measurement	0 bis 0,2	300 kHz bis 6 GHz	0,021 + 0,0065 · f	R&S FSEK30 und HP 86205A; N-Konnetor / Type-N Connector  $f$ = Frequenz in GHz $f$ = frequency in GHz
3,5 mm; 2,92 mm; SMA <sup>(3)</sup>	0 bis 0,3	45 MHz bis 2 GHz	0,014	Agilent E8361A 2,92 mm-Konnetor <sup>(1)</sup> oder kompatibel, 50 Ω
		>2 GHz bis 20 GHz	0,016	
		>20 GHz bis 40 GHz	0,024	
>0,3 bis 1	45 MHz bis 2 GHz	$0,002 + 0,039 \cdot  Z $	2,92 mm connector or compatible, 50 Ω	
	>2 GHz bis 20 GHz	$0,005 + 0,041 \cdot  Z $		
	>20 GHz bis 40 GHz	$0,001 + 0,075 \cdot  Z $		
2,4 mm; 1,85 mm <sup>(3)</sup>	0 bis 0,3	45 MHz bis 20 GHz	0,008	Agilent E8361A 1,85 mm-Konnetor <sup>(1)</sup> oder kompatibel, 50 Ω
		>20 GHz bis 40 GHz	0,014	
		>40 GHz bis 67 GHz	0,024	
>0,3 bis 1	45 MHz bis 20 GHz	$0,003 + 0,020 \cdot  Z $	1,85mm connector or compatible, 50 Ω	
	>20 GHz bis 40 GHz	$0,007 + 0,031 \cdot  Z $		
	>40 GHz bis 67 GHz	$0,004 + 0,065 \cdot  Z $		
HF-Dämpfung / RF- Attenuation feste Abschwächer / fixed attenuators	0 dB bis 20 dB	45 MHz bis <500 MHz	0,06 dB	koaxial 50-Ω Steckersystem Typ N an Agilent E8361A  coaxial 50 Ω, Type-N connector
		500 MHz bis 10 GHz	0,05 dB	
		>10 GHz bis 18 GHz	0,07 dB	
	>20 dB bis 30 dB	45 MHz bis <500 MHz	0,08 dB	
		500 MHz bis 2 GHz	0,07 dB	
		>2 GHz bis 18 GHz	0,08 dB	
	>30 dB bis 40 dB	45 MHz bis <500 MHz	0,11 dB	
		500 MHz bis 18 GHz	0,10 dB	
	>40 dB bis 50 dB	45 MHz bis 500 MHz	0,2 dB	
		500 MHz bis 18 GHz	0,12 dB	
	>50 dB bis 60 dB	45 MHz bis 500 MHz	0,6 dB	
		500 MHz bis 18 GHz	0,2 dB	
schaltbare Dämpfungsglieder / step attenuators	0 dB bis 20 dB	45 MHz bis <500 MHz	0,06 dB	
		500 MHz bis 10 GHz	0,06 dB	
		>10 GHz bis 18 GHz	0,09 dB	
	>20 dB bis 30 dB	45 MHz bis <500 MHz	0,08 dB	
		500 MHz bis 2 GHz	0,08 dB	
		>2 GHz bis 18 GHz	0,11 dB	
	>30 dB bis 40 dB	45 MHz bis <500 MHz	0,11 dB	
		500 MHz bis 10 GHz	0,10 dB	
	>40 dB bis 50 dB	45 MHz bis 500 MHz	0,2 dB	
		500 MHz bis 10 GHz	0,12 dB	
	>50 dB bis 60 dB	45 MHz bis 500 MHz	0,14 dB	
		500 MHz bis 18 GHz	0,6 dB	



Messgröße, Kalibriergegenstand <i>Measured Quantity or Instrument</i>	Messbereich, Messspanne <i>Range</i>	Messbedingungen, Verfahren <i>Conditions / Procedure</i>	kleinste angebbare Messunsicherheit <i>Best Measurement Capability</i>	Bemerkungen <i>Remarks</i>	
HF- Dämpfung / RF- Attenuation N-Konnekter / Type-N Connector, APC 7; DIN 7/16	0 dB bis 40 dB	300 kHz bis 1.3 GHz	0,1 dB + M	Agilent 8753C <sup>(1)</sup>  M = Fehlanpassungs- unsicherheit durch den Reflexionsfaktor  M = Uncertainty contribution due to mismatch	
	>40 dB bis 50 dB	>1,3 GHz bis 6 GHz	0,14 dB + M		
		>1,3 GHz bis 6 GHz	0,2 dB + M		
	>50 dB bis 60 dB	300 kHz bis 1.3 GHz	0,26 dB + M		
		>1,3 GHz bis 6 GHz	0,4 dB + M		
>60 dB bis 70 dB	300 kHz bis 1.3 GHz	0,6 dB + M			
	>1,3 GHz bis 6 GHz	1 dB + M			
2.92 mm; 3.5 mm; SMA	0 dB bis 30 dB	45 MHz bis 20 GHz	0,20 dB + M		
	>30 dB bis 50 dB	>20 GHz bis 40 GHz	0,25 dB + M		
		45 MHz bis 40 GHz	0,3 dB + M		
	>50 dB bis 60 dB	45 MHz bis 2 GHz	0,5 dB + M		
		>2 GHz bis 40 GHz	0,3 dB + M		
	>60 dB bis 80 dB	45 MHz bis 2 GHz	1 dB + M		
>80 dB bis 90 dB	>2 GHz bis 40 GHz	0,3 dB + M			
2.4 mm; 1.85 mm	0 dB bis 30 dB	45 MHz bis 20 GHz	0,13 dB + M		
		>20 GHz bis 40 GHz	0,18 dB + M		
		>40 GHz bis 67 GHz	0,24 dB + M		
	>30 dB bis 50 dB	45 MHz bis 2 GHz	0,24 dB + M		
		>2 GHz bis 40 GHz	0,18 dB + M		
		>40 GHz bis 67 GHz	0,29 dB + M		
	>50 dB bis 70 dB	45 MHz bis 2 GHz	0,5 dB + M		
		>2 GHz bis 40 GHz	0,3 dB + M		
		>40 GHz bis 67 GHz	0,4 dB + M		
	>70 dB bis 90 dB	500 MHz bis 20 GHz	0,6 dB + M		
>20 GHz bis 40 GHz		0,9 dB + M			
>40 GHz bis 67 GHz		1 dB + M			
HF-Dämpfung / RF- Attenuation Anzeigelinearität / Display linearity	0 dB bis 40 dB	45 MHz bis 2 GHz	0,2 dB	Γ <sub>r</sub>   = 0,07 f < 2 GHz  Γ <sub>r</sub>   = 0,13 2 GHz ≤ f < 10 GHz  Γ <sub>r</sub>   = 0,17 10 GHz ≤ f < 18 GHz	
		>40 dB bis 50 dB	>2 GHz bis 10 GHz		1,3 dB
			>10 GHz bis 18 GHz		2 dB
	>50 dB bis 70 dB	45 MHz bis 2 GHz	0,3 dB		
		>2 GHz bis 10 GHz	1,3 dB		
	>70 dB bis 90 dB	>2 GHz bis 10 GHz	0,6 dB		
		>10 GHz bis 18 GHz	2 dB		
>90 dB bis 100 dB	45 MHz bis 3 GHz	0,3 dB			
HF-Rauschen / RF-noise Rauschzahlverhältnis von Rauschquellen / equiv. noise ratio of noise sources	4 dB bis 35 dB	10 MHz bis 10 GHz	0,2 dB	Rauschquelle als Transfernormal / noise source as transfer standard	
		>10 GHz bis 18 GHz	0,3 dB		
HF-Modulation / RF- Modulation Amplitudenmodulation / Amplitude Modulation	10 % <sub>AM</sub> bis 95 % <sub>AM</sub>	50 kHz bis 40 GHz	1 %	Marconi 2305 / R&S FSEK 30	
Frequenzmodulation / Frequency Modulation	1 kHz bis 500 kHz	300 kHz bis 40 GHz	0,5 %		
Phasenmodulation / Phase Modulation	10 rad bis 500 rad	300 kHz bis 40 GHz	2 %		
Serielle Daten (Bitrate) / Serial Data (Bitrate) ANSI T1.102 ; SONET GR-253 ; IEEE 802.3 ; ITU-T G.703 ;	Pulsmaskenbewertung horizontal und vertikal bis STM-64 oder 20 GB/s Pulse mask evaluation up to STM-64 or 20 GB/s	elektrisch / electrical	7,5 % <sup>(1)</sup>	Agilent 54854	
		1100 nm bis 1550 nm	7,5 %	Tektronix CSA8000, externes Clocksignal erforderlich / external clock required	
Jitter	0,1 UI <sub>pp</sub> bis 10 UI <sub>pp</sub>		0,02 UI <sub>pp</sub>		

