



calibration & metrology

**Anhang zum
Qualitätsmanagement-Handbuch**

Technische Spezifikationen

Ausgabe: 5.5.11	erstellt von: PF am: 08.01.09	geprüft/genehmigt von: PF am: 08.01.09	Kapitel Inhaltsverzeichnis - Technische Spezifikationen zum QMH	Seite 1 von 10
---------------------------	--	---	--	--------------------------

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	5.5.11	08.01.2009
I UMGEBUNGSBEDINGUNGEN	5.5.11	08.01.2009
I.1 ÜBERWACHTE UMGEBUNGSPARAMETER		
I.2 INTERNE KALIBRIERUNG VON THERMOMETERN		
II MESSTECHNISCHE RÜCKFÜHRUNG	5.5.11	08.01.2009
III KALIBRIEREN VON U-I-R-MESSGERÄTEN	5.5.11	08.01.2009
III.1 KALIBRIERVERFAHREN		
III.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
IV KALIBRIEREN MIT HP 3458 UND KEITHLEY 617	5.5.11	08.01.2009
IV.1 DIREKTE MESSUNG		
IV.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
IV.3 KALIBRIERUNG VON RECHTECKSPANNUNG		
IV.4 KALIBRIERUNG AN KEITHLEY 617		
IV.5 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
V KALIBRIERUNG IM SUBSTITUTIONSVERFAHREN	5.5.11	08.01.2009
V.1 SUBSTITUTION MIT HP 3458A		
V.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
VI STROMMESSUNG MIT EINEM SHUNT-WIDERSTAND	5.5.11	08.01.2009
VIIa.1 STROMSTÄRKEMESSUNG ≤ 20 A		
VIIa.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
VIIb.1 STROMSTÄRKEMESSUNG >20 A		
VIIb.2 VORUNTERSUCHUNGEN		
VIIb.3 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
VIIb.4 ERGEBNISSE		
VII WIDERSTANDSMESSUNG	5.5.11	08.01.2009
VIIa WIDERSTÄNDE ≥ 1 m Ω		
VIIa.1 MESSUNG DES SPANNUNGSABFALLS		
VIIa.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
VIIa WIDERSTÄNDE < 1 m Ω		
VIIb.1 MESSUNG DES SPANNUNGSABFALLS		
VIIb.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
VIIb.3 ERGEBNISSE		
VIII MESSGRÖÙE FREQUENZ UND DREHZAHL	5.5.11	08.01.2009
VIII.1 KALIBRIERVERFAHREN		
VIII.2 MESSUNSICHERHEIT		
VIII.3 KALIBRIERUNG VON DREHZAHL		
IX KALIBRIERUNG VON UND MIT OSZILLOSKOPEN	5.5.11	08.01.2009
IX.1 KALIBRIERVERFAHREN		
IX.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET		
IX.3 KALIBRIERUNG AM SAMPLINGOSZILLOSKOP (OSZILLOSKOP ALS NORMAL)		
X KALIBRIERUNG VON LEISTUNGSMESSGERÄTEN	5.5.11	08.01.2009
X.1 KALIBRIERUNG AN FLUKE 5500A		
X.2 Messunsicherheitsbudget		
XI KALIBRIEREN VON LC-MESSBRÜCKEN UND MESSGERÄTEN	5.5.11	08.01.2009

Ausgabe:	erstellt	geprüft/genehmigt	Kapitel	Seite
5.5.11	von: PF am: 08.01.09	von: PF am: 08.01.09	Inhaltsverzeichnis - Technische Spezifikationen zum QMH	2 von 10

<p>XI.1 KALIBRIEREN VON KAPAZITÄTSMESSGERÄTEN MIT STANDARDKAPAZITÄTEN XI.2 KALIBRIEREN VON KAPAZITÄTSMESSGRÄTEN AN ZWISCHENWERTEN XI.3 KALIBRIEREN VON INDUKTIVITÄTSMESSGERÄTEN MIT STANDARDINDUKTIVITÄTEN XI.4 KALIBRIEREN MIT EINGEMESSENEN NORMALEN</p>		
<p>XII KALIBRIEREN VON INDUKTIVITÄTEN UND KAPAZITÄTEN XII.1 KALIBRIERUNG VON KAPAZITÄTEN XII.2 KALIBRIERUNG VON INDUKTIVITÄTEN</p>	5.5.11	08.01.2009
<p>XIII KALIBRIEREN VON HF-LEISTUNG UND HF-SPANNUNG XIII.1 AUSGANGSLEISTUNG VON HF-GENERATOREN / QUELLEN XIII.1.1 KALIBRIERVERFAHREN XIII.1.2 RÜCKFÜHRUNG UND HISTORIE XIII.1.3 MESSUNSICHERHEITSBUDGET XIII.1.4 HF-LEISTUNG - RELATIVER KALIBRIERUNGSFAKTOR, FREQUENZGANG XIII.1.5 ERWEITERUNG AUF HF-AUSGANGSLEISTUNG AN Z_0 XIII.1.6 KALIBRIEREN VON HF-SPANNUNGSQUELLEN XIII.1.7 2,92MM KONNEKTOR XIII.1.8 RECHENBEISPIELE XIII.2 HF-LEISTUNGSMESSGERÄTE UND LEISTUNGSMESSKÖPFE XIII.2.1 MESSVERFAHREN XIII.2.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET XIII.2.3 ERWEITERUNG AUF HF-ABSOLUTLEISTUNGSANZEIGE XIII.2.4 RELATIVER KALIBRIERUNGSFAKTOR XIII.2.5 EMPFÄNGER MIT HF-SPANNUNGSANZEIGE XIII.2.6 2,92MM KONNEKTOR XIII.2.7 KALIBRIERSYSTEM NRVC XIII.2.8 RECHENBEISPIELE XIII.3 HF-REFLEXIONSFAKTORBETRAG XIII.4 HF-DÄMPFUNG XIII.5 BILDMATERIAL XIII.6 QUELLENVERZEICHNIS</p>	5.5.11	08.01.2009
	5.5.6	28.10.2007
	5.5.6	28.10.2007
	5.5.6	28.10.2007
<p>XIV MESSGRÖÖE TEMPERATUR UND FEUCHTE XIV.1 KALIBRIERVERFAHREN XIV.2 RÜCKFÜHRUNG UND HISTORIE XIV.3 MESSUNSICHERHEITSBUDGET XIV.4 THERMOELEMENTE XIV.5 KALIBRIERUNG IM KLIMASCHRANK XIV.6 ERGEBNISSE XIV.A BILDMATERIAL</p>	5.5.11	08.01.2009
<p>XV MILLIVOLTKALIBRIERUNG AN KEITHLEY 181 UND KEITHLEY 263 XV.1 ERZEUGUNG KLEINER SPANNUNGEN AN KEITHLEY 263 XV.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET XV.3 MESSUNG KLEINER SPANNUNGEN AM NANOVOLTMETER KEITHLEY 181 XV.4 ERGEBNIS</p>	5.5.11	08.01.2009
<p>XVI TEMPERATURANZEIGE- UND SIMULATION XVI.1 KALIBRIERVERFAHREN TEMPERATURASIMULATION XVI.2 MESSUNSICHERHEIT XVI.3 KALIBRIERVERFAHREN TEMPERATURANZEIGE XVI.4 MESSUNSICHERHEIT XVI.5 ERGEBNIS</p>	5.5.11	08.01.2009

XVII ERSETZT DURCH XVI.3		
XVIII KALIBRIEREN VON FASEROPTISCHEN LEISTUNGSMESSGERÄTEN XVIII.1 VORBEREITUNG XVIII.2 ABSOLUTLEISTUNG XVIII.3 LINEARITÄT XVIII.4 MESSTECHNISCHE RÜCKFÜHRUNG	5.5.11	08.01.2009
XIX STROMZANGENKALIBRIERUNG XIX.1 GELTUNGSBEREICH XIX.2 KALIBRIERVERFAHREN XIX.3 MESSUNSICHERHEITSBUDGET	5.5.11	08.01.2009
XX HOCHSPANNUNGSKALIBRIERUNG XX.1 KALIBRIERVERFAHREN XX.2 MESSUNSICHERHEITSBUDGET XX.3 WECHSELSPANNUNG XX.4 HOCHSPANNUNGSMESSGERÄTE XX.5 ERGEBNISSE	5.5.11	08.01.2009
XXI.VERZERRTE KURVEN XXIA FLICKER XXIA.1 EINFÜHRUNG XXIA.2 VERFIKATION DER FLICKEROPTION DES NETZLEISTUNGSNORMALS FLUKE 6100A XXIA.3 MESSUNSICHERHEITSBUGDET XXIA.4 KALIBRIERUNG VON FLICKERMESSGERÄTEN XXIb OBERWELLEN - WECHSELSPANNUNG XXIc OBERWELLEN - WECHSELSTROMSTÄRKE XXId ERGEBNISSE DER KONTROLLMESSUNGEN	5.5.11	08.01.2009
XXII MOBILE KALIBRIERUNG VOR ORT XXII.1 UMGEBUNGSBEDINGUNGEN XXII.2 DIREKTE MESSUNG AM MULTIMETER HP 3458A XXII.3 DIREKTE KALIBRIERUNG AM MULTIFUNKTIONSKALIBRATOR FLUKE 5500A-SC300 XXII.4 DIREKTE MESSUNG AM OSZILLOSKOP TEKTRONIX TDS 3052B XXII.5 FREQUENZSYNTHESE UND MESSUNG XXII.6 KALIBRIERUNG VON HF-LEISTUNGSQUELLEN XXII.7 ERGEBNISSE	5.5.11	08.01.2009
XXIII MESSGRÖÖBE DRUCK XXIII.1 BEZUGS UND GEBRAUCHSNORMALE XXIII.2 KALIBRIERGEGENSTÄNDE XXIII.3 UMGEBUNGSBEDINGUNGEN XXIII.4 KALIBRIERVERFAHREN XXIII.5 MESSUNSICHERHEIT XXIII.6 GEBRAUCHSNORMALE UND VOR-ORT-KALIBRIERUNG XXIII.3 MUSTERKALIBRIERSCHEIN	5.5.11	08.01.2009
XXIV EMV STÖRGENERATOREN XXIV.1 GENERATOREN FÜR SCHNELLE TRANSIENTE STÖRGRÖÖBEN/ BURST	5.5.11	08.01.2009

A MUSTERKALIBRIERSCHEINE	5.5.11	13.03.2009
A.1.1 MULTIMETER	5.5.11	13.03.2009
A.1.2 MULTIMETER-ENGLISCH		
A.1.3 MULTIMETER / VOR-ORT KALIBRIERSCHEINE		
A.2 KALIBRATOREN	5.5.11	13.03.2009
A.3.1 FREQUENZZÄHLER	5.5.11	13.03.2009
A.3.2 DREHZAHLMESSGERÄTE		
A.3.3 STROBOSKOPE		
A.4 FREQUENZSTANDARDS	5.5.11	13.03.2009
A.5 OSZILLOSKOPE	5.5.11	13.03.2009
A.6 LEISTUNGSMESSGERÄTE	5.5.11	13.03.2009
A.7 LCR-MESSGERÄTE	5.5.11	13.03.2009
A.8 C-UND L-STANDARDS	5.5.11	13.03.2009
A.9. HF-LEISTUNGSQUELLEN (SIGNALGENERATOREN)	5.5.11	13.03.2009
A.10 HF-LEISTUNGSMESSGERÄTE	5.5.11	13.03.2009
A.11 FUNKTIONSGENERATOREN	5.5.11	13.03.2009
A.12.1 WIDERSTANDSTHERMOMETER	5.5.11	13.03.2009
A.12.2 DIREKT ANZEIGENDE THERMOMETER		
A.12.3 KLIMAMESSGERÄTE		
A.13 THERMOELEMENTE	5.5.11	13.03.2009
A.14 TEMPERATURKALIBRATOREN	5.5.11	13.03.2009
A.15 HOCHOHMWIDERSTÄNDE	5.5.11	13.03.2009
A.16 STROMZANGEN	5.5.11	13.03.2009
A.17.1 FASEROPTISCHE LEISTUNGSMESSGERÄTE	5.5.11	13.03.2009
A.17.2 FASEROPTISCHE DÄMPFUNGSGLIEDER	5.5.11	13.03.2009
A.18 DÄMPFUNGSGLIEDER	5.5.4	24.01.2007
A.19 SPEKTRUMANALYSATOREN	5.5.3	01.10.2006
A.20 DRUCKMESSGERÄTE	5.5.11	13.03.2009

Referenzliste Kalibrierverfahren, Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	QMH Kapitel	Bemerkungen / Normal (s.Kapitel II)
Gleichspannung Normale Messgeräte	1 V	direkte Messung	III	Datron 4910
	1,018 V	Substitution	V	
	10 V			
Gleichspannung Messgeräte Multimeter Voltmeter	0 V	Kurzschlussbrücke	IV	
	0 V bis 2 mV	Lindeck-Rothe	XV	
	>2 mV bis 1100 V	Fluke 5700A	III	
Hochspannung Messgeräte	1 kV bis 30 kV	eingemessene Quelle	XX	Fluke 80K-40+HP 974A
Quellen Kalibratoren	0 mV bis 200 mV	direkte Messung	XV	Keithley 181
	0 mV bis 1000 V	direkte Messung	IV.1	HP 3458A
	10 mV bis 1000 V	Substitution	V	Fluke 5700A
Hochspannung Quellen Generatoren	1 kV bis 40 kV	direkte Messung	XX	Fluke 80K-40+HP 974A
Gleichstromstärke Messgeräte Multimeter Picoamperemeter Ampereter	0 A bis 10 μ A	direkte Messung	III	Keithley 263
	0 A bis 2,2 A	direkte Messung	III	Fluke 5700A
	>2,2 A bis 20 A	über Shunt	VIa	Burster 1282-0,1
	>20 A bis 200 A		VIb	1 m Ω Shunt, Kühlmedium Luft
Stromzangen	10 μ A bis 1000 A		XIX	1 bis 60 Wicklungen
Quellen Kalibratoren	0 A bis 10 μ A	direkte Messung	IV.4	Keithley 617
	0 A bis 1 A		IV.1	HP 3458A
	>1 A bis 20 A	über Shunt	VIa	Burster 1282-0,1
	>20 A bis 200 A		VIb	1 m Ω Shunt, Kühlmedium Luft
Gleichstromwiderstand Messgeräte Ohmmeter Multimeter	0 Ω	Kurzschlussbrücke	III	
	100 $\mu\Omega$ bis 100 m Ω	Festwerte	VIIb	mit eingemessenem Widerstand
	1 Ω bis 100 M Ω		III	Fluke 5700A
	1 G Ω bis 10 T Ω		III	Sefelec KDH2
	1 Ω ; 1 k Ω ; 10 k Ω		III	Fluke 742
Messgeräte, Bereiche	0 Ω bis 100 M Ω	Bereiche	IV.2	an HP 3458A eingemessenes Normal
Widerstände Stromshunts Normale	50 $\mu\Omega$ bis <1 m Ω	Messstromstärke >10 A bis 200 A	VIIb	mit eingemessenem Starkstromshunt und HP 3458A
	1 m Ω bis 10 m Ω	Messstromstärke >2,2A bis 10 A	VIIIa	mit Referenzshunt und HP 3458A
	>10 m Ω bis 1 Ω	Messstromstärke 1 A	VIIIa	mit Fluke 5700A und HP 3458A
	1 Ω bis 100 M Ω	direkte Messung	IV.1	HP 3458A
	>100 M Ω bis 100 G Ω		IV.4	Keithley 617
	>100 M Ω bis 20 T Ω		IV.4	
		1 Ω ; 1 k Ω ; 10 k Ω	Substitution	V
Wechselstrom- widerstand Widerstände Messbrücken Isolationstester LCR-Meter	100 m Ω ; 1 Ω , 10 Ω , 100 Ω	40 Hz bis 10 kHz	XI.2.3	Stromstärke konstant Fluke 5700A und HP 3458A
	1 k Ω , 10 k Ω ; 100 k Ω	40 Hz bis 10 kHz	XI.2.3	HP 4284A
Wechselspannung Messgeräte Multimeter	22 mV bis 1000 V	10 Hz bis 1 MHz	III	Fluke 5700A
Hochspannung Messgeräte	1 kV bis 5 kV	50 Hz	XX	eingemessene Quelle Fluke 80K-40+HP 974A
Wechselspannung Quellen Kalibratoren	10 mV bis 700 V	40 Hz bis 1 MHz	IV.1	direkte Messung an HP 3458A
	22 mV bis 700 V	10 Hz bis 1 MHz	V	Substitutionsmessung an Fluke 5700A

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	QMH Kapitel	Bemerkungen / Normal (s.Kapitel II)
Wechselspannung Hochspannung Quellen Generatoren	1 kV bis 25 kV	45 Hz bis 65 Hz	XX	Fluke 80K-40+HP 974A
Wechselstromstärke Messgeräte Multimeter	22 µA bis 2,2 A >2,2 A bis 20 A	10 Hz bis 10 kHz 40 Hz bis 2 kHz	III VIa	Fluke 5700A über Shunt, Burster 1282-0,1
Stromzangen Zangenmultimeter	22 µA bis 20 A 22 µA bis 800 A	45 Hz bis 1 kHz 45 Hz bis 65 Hz	XIX XIX	1 Wicklung 1 bis 60 Wicklungen
Wechselstromstärke Quellen Kalibratoren	10 µA bis 1 A 22 µA bis 2,2 A 1 A bis 20 A	20 Hz bis 5 kHz 10 Hz bis 20 Hz 40 Hz bis 2 kHz	IV.1 V VIa	direkte Messung an HP3458A Substitutionsmessung an Fluke 5700A über Shunt
Gleichstromleistung Messgeräte Leistungsanalytoren	109 µW bis 11,22 kW	33 mV bis <330 mV 3,3 mA bis <11 A	X	Fluke 5500A
Wechselstrom-wirkleistung Messgeräte Leistungsanalytoren	330 mW bis <3,6 kW	45 Hz bis 65 Hz 33 V bis <330 V 10 mA bis 11A 0,1 ≤ Pf ≤ 1	X	Fluke 5500A
Leistungsfaktor	0,1 bis 1	45 Hz bis 65 Hz	X	Fluke 5500A
Funktionsgeneratoren Oszilloskopkalibratoren Gleichspannung	2 mV bis 11 V	in 50 Ω	IV.1	HP 3458A
Wechselspannung Sinus, effektiv oder Frequenzgang	10 mV bis 11 V 5 mV bis 50 mV >50 mV bis 2 V	40 Hz bis 1 MHz 10 MHz bis 2 GHz DC bis 100 MHz	IV.1 XIII.1.6 XIII.1.6	HP 3458A in 50 Ω R&S NRV-Z1 BNC-Konnektor Z ₀ =50 Ω R&S NRV-Z51 BNC-Konnektor Z ₀ =50 Ω
Rechteckspannung Spitze-Spitze	5 mV bis 200 V 5 mV bis 20 V	10 Hz bis 10 kHz 10 Hz bis 10 kHz	IV.3 IV.3	U-Spannung _{Spitze-Spitze} HP 3458A in 10 MΩ HP 3458A in 50 Ω
Amplitudenparameter (Spitze, MIN, MAX, etc.)	5 mV bis 5 V 5 mV bis 50 V	DC bis 1 GHz DC bis 200 MHz	IX.3 XXII.4	Oszilloskop als Normal Agilent 54854, 50 Ω BNC-Eingang Tektronix TDS3052B BNC-Eingang
Zeitintervall	1 ns bis 100 s		IX.3	Oszilloskop als Normal Agilent 54854
Anstiegszeit	0,1 ns bis 10 ms		IX.3	
Kapazität Messgeräte LCR-Meter Messbrücken	100 pF; 1 nF; 10 nF; 100 nF; 1 µF 10 pF bis 10 µF	100 Hz, 1 kHz, 10 kHz	XI.1 XI.2	GR 1404 / 1409 an HP 4284A eingemessenes Normal
Normale Standardkapazitäten Dekaden	100 pF; 1 nF; 10 nF; 100 nF; 1 µF 10 pF bis 10 µF		XII.1.2 XII.1.1	Substitution an GR 1404 / 1409 und baugleich GR 1409 und baugleich Direktmessung HP 4284A
Induktivität Messgeräte LCR-Meter Messbrücken	100 µH, 1 mH, 10 mH, 100 mH, 1 H 10 µH bis 1 H		XI.3 XI.4	GR 1482 an HP 4284A + eingemessenes Normal
Induktivität Normale Standardinduktivitäten Dekaden	100 µH, 1 mH, 10 mH, 100 mH, 1 H 10 µH bis 1 H		XII.2.2 XII.2.1	Substitution GR 1482 und baugleich Direktmessung HP 4284A

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit	Bemerkungen
verzerrte Kurven Wechselspannung harmonische Oberwellen Quellen, Netzleistungs- normale, Kalibratoren	2,2 V bis 700 V	45 Hz bis 2 kHz	XXIb	$U_{\text{eff}} < 1 \text{ kV}$ Sampling mit HP 3458A und Substitution an Fluke 5700A
Wechselstromstärke harmonische Oberwellen Quellen, Netzleistungs- normale, Kalibratoren	Grundwelle und Harmonische 0,05 A bis 16 A	45 Hz bis 2 kHz 0,05 A bis 20 A, eff.	XXIc	über Shunt, Sampling mit HP 3458A eff. = Effektivwertgrenzen des verzerrten Signals
Wechselspannung harmonische Oberwellen Messgeräte, Leistungsana- lysatoren	Grundwelle und Harmonische 0 V bis 4,8 V	45 Hz bis 2 kHz 1 V bis 1 kV, eff.	XXIb	mit Fluke 6100A eff. = Effektivwertgrenzen des verzerrten Signals mit Fluke 6100A
Wechselstromstärke harmonische Oberwellen Messgeräte, Leistungsana- lysatoren	Grundwelle und Harmonische 0,05 A bis 16 A	45 Hz bis 2 kHz 0,05 A bis 20 A, eff.	XXIc	
Flicker Quellen Netzleistungsnormale Kalibratoren Modulationstiefe $\Delta U/U$	EN 61000-4-15:1998 + A1:2003, Tabelle 5	0,402 % $_{\Delta U/U}$ bis 3,166 % $_{\Delta U/U}$	XXIa.2	rechteckförmiger Flicker, Sampling mit HP 3458A
Frequenz		0,0083 Hz bis 40 Hz		
Messgeräte Flickermeter Modulationstiefe $\Delta U/U$		0,402 % $_{\Delta U/U}$ bis 3,166 % $_{\Delta U/U}$	XXIa.4	Fluke 6100A
Frequenz		0,0083 Hz bis 40 Hz	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot f$	
P_{st} -Wert		nur $P_{\text{st}}=1$	0,25 %	

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	QMH Kapitel	Bemerkungen / Normal (s.Kapitel II)
Frequenz	1 MHz bis 10 MHz in Schritten von 1 MHz	Phasendifferenzzeitmessungen über Messzeiten >1 h	VIII.1.1	Phasenkomparator Ball MVLF
Messung und Synthese	0,1 Hz bis 40 GHz	digitale Messung auf Zählbasis / Synthese	VIII.1.2	ext. Synchronisation erforderlich
Zeitintervall	10 ms bis 10 s			
Drehzahl	0,02 s ⁻¹ bis 1700 s ⁻¹ 1 s ⁻¹ bis 350 s ⁻¹	mit Lichtimpulsgeber mit Stroboskop	VIII.8.3	
Oszilloskop vertikal	5 mV bis 5 V 5 mV bis 200 V	DC bis 10 kHz, in 50 Ω DC bis 10 kHz, in 1 MΩ	IX.2.5	mit Wavetek 9500
horizontal	25 ps bis 5 s			
Frequenzgang und Bandbreite	20 kHz bis 300 MHz	0,2 V bis 1 V	IX.1.5	T-Abgriff
	>300 MHz bis 6 GHz	0,1 V bis 3 V	IX.2.5	Wavetek / Fluke 9500
	>6 GHz bis 26,5 GHz	0,1 V bis 2 V	IX.2.5.4	R&S NRV-Z55
Zeitbasis	10 MHz	DSO	IX.2.5.6	über externen Generator
HF-Leistung Eingangsleistung, Frequenzgang und Kalibrierungsfaktor von HF-Leistungsmessgeräten Leistungsmessköpfen Spektrumanalysatoren Messempfängern	0,1 µW bis <0,1 mW	50Ω 10 MHz bis 18 GHz >18 GHz bis 40 GHz	XIII.2.1 XIII.2.6	R&S NRV-Z1 oder NRV-Z51, NRV-Z15, NRV-Z55, NRVC
	0,1 mW bis 80 mW	DC bis 18 GHz	XIII.2.1	
Nichtlinearität	1 µW bis 1 W	50 MHz	XIII.2.7	
Ausgangsleistung, Frequenzgang und Kalibrierungsfaktor von HF-Quellen Generatoren, Sendern	0,1 µW bis <0,1 mW	10 MHz bis 18 GHz >18 GHz bis 40 GHz	XIII.1.1 XIII.1.7	
	0,1 mW bis 100 mW	DC bis 18 GHz	XIII.1.1	
		>18 GHz bis 40 GHz	XIII.1.7	
HF-Spannung Eingangsspannung und Frequenzgang an 50 Ω-Empfängern, Messempfängern	5 mV bis <70 mV	10 MHz bis 18 GHz	XIII.2.5	
	70 mV bis 2,2 V	DC bis 18 GHz	XIII.2.5	
		>18 GHz bis 40 GHz	XIII.2.7	
Ausgangsspannung und Frequenzgang von Sendern, Generatoren	5 mV bis <70 mV 70 mV bis 2,2 V	10 MHz bis 18 GHz	XIII.1.6	
		DC bis 18 GHz	XIII.1.6	
		>18 GHz bis 40 GHz	XIII.1.7	
Reflexionsfaktor Betrag Impedanznormale, Leistungsmessköpfe, Dämpfungsglieder	0 bis 1	45 MHz bis 18 GHz	XIII.3.1b	Agilent E8361A
		300 kHz bis 6 GHz	in Vorbereitung, siehe AA0076 und AA0076	HP 8753C
HF-Dämpfung feste Abschwächer Dämpfungsglieder Eichleitungen	0 dB bis 60 dB	45 MHz bis 18 GHz	XIII.4.1	Agilent E8361A
		300 kHz bis 6 GHz	in Vorbereitung, siehe AA0076 und AA0076	HP 8753C
Anzeigelinearität Spektrumanalysatoren Messempfänger	0 dB bis 100 dB	45 MHz bis 18 GHz	XIII.4.3	mit eingemessenen Dämpfungsgliedern HP 8496B + 8494B
HF-Stromstärke Oszilloskop-Stromzangen	100 µA bis 50 mA	50 kHz bis 65 MHz	IX.2.5.5	Tektronix 015-0601-50

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	QMH Kapitel	Bemerkungen / Normal (s.Kapitel II)
Länge Messschieber	0 mm bis 500 mm	DKD-R 4-3 Blatt 9.1	QMH Länge, IV	
Bügelmessschrauben	bis 300 mm	DKD-R 4-3 Blatt 10.1	QMH Länge, V	
Messuhren	bis 100 mm	DKD-R 4-3 Blatt 11.1	QMH Länge, III	
Parallelendmaße aus Stahl nach DIN ISO 3650	0,5 mm bis 100 mm in den Nennmaßen der Normale	Messung der Abweichung l_e vom Nennmaß l_n durch Unterschiedsmessung	QMH Länge, VI	
Temperatur Anzeige und Simulation Pt100	-100 °C bis 750 °C	DKD-R 5-5	XVI, XVII	HP 3458A oder an HP 3458A eingemessenes Normal Skala nach DIN 60751
Thermoelemente Typ K, J, E, N, T, R, S	-200 °C bis 1500 °C			Keithley 181 Skala nach DIN 60584
Typ B	200 °C bis 1500 °C			externe Vergleichsstelle im Eisbad
Vergleichsstellenkompensation	-200 °C bis 1500 °C			
Widerstandsthermometer, direkt anzeigende Thermometer Klimamessgeräte Klimalogger	0 °C bis 300 °C	Tauch- oder Einsteckfühler im Eisbad, Wassertripelpunkt, Wasserbad oder Metallblockkalibrator	XIV.1	Vergleich mit Normalwiderstandsthermometern
	0 °C bis 140 °C	im Klimaschrank	XIV.5	
Thermoelemente	0 °C bis 300 °C	im Bad oder Metallblockkalibrator	XIV.4	Vergleichsstelle im Eisbad
Taupunkttemperatur Taupunktmessgeräte, Klimamessgeräte	2 °C bis 29 °C	Umgebungstemperatur 20 °C bis 30 °C	XIV.5	Vergleich mit Taupunktspiegel GE Optica im Klimaschrank
relative Luftfeuchte Klimamessgeräte Klimalogger	30 %r.F. bis 90 %r.F.			
optische Strahlungsleistung faseroptische Leistungsmessgeräte	1 µW (-30 dB(1mW)) bis 0,5 mW (-3 dB(1mW))	Wellenlänge 1310 nm, 1550 nm	XVIII.2	Exfo IQ-1503 Konnektor FC, ST, SC, SMA, HMS-10 oder adaptierbar
Nichtlinearität	10 nW (-50 dB(1mW)) bis 160 µW (-8 dB(1mW))		XVIII.3.1	Additionsmethode
	10 nW (-50 dB(1mW)) bis 1 mW (0 dB(1mW))		XVIII.3.2a	Vergleichsmethode
Transmission faseroptischer Komponenten Dämpfungsglieder, Verstärker	0 dB bis 50 dB	Wellenlänge 1310 nm, 1550 nm, Empfangsleistung 10 nW bis 1 mW	XVIII.3.2b	Dämpfung oder Verstärkung,
Absolutdruck	50 mbar bis 2 bar	Druckmedium Gas DKD-R 6-1	XXIII	WIKA CPC8000-DX
	>2 bar bis 20 bar			
negativer und positiver Überdruck	-900 mbar bis 1 bar			
	>1 bar bis 19 bar			
positiver Überdruck p	0,5 bar bis 70 bar	Druckmedium Öl DKD-R 6-1		DH Budenberg 580DX
	>70 bar bis 700 bar			
	>19 bar bis 200 bar	Druckmedium Gas		Crystal XP2