

# R&S® Scope Rider RTH

## Handheld-Oszilloskop

### Benutzerhandbuch



1326157803  
Version 19

**ROHDE & SCHWARZ**  
Make ideas real



In diesem Handbuch werden die folgenden Modelle von R&S®RTH mit Firmware-Version 1.90 beschrieben:

- R&S®RTH1004 (1317.5000K04)
- R&S®RTH1002 (1317.5000K02)

Neben dem Grundgerät werden auch folgende Optionen beschrieben:

- R&S®RTH-K1 I2C/SPI Triggerung und Decodierung (1325.9969.02)
- R&S®RTH-K2 UART/RS-232 Triggerung und Decodierung (1325.9975.02)
- R&S®RTH-K3 CAN/LIN Triggerung und Decodierung (1333.0550.02)
- R&S®RTH-K9 CAN FD Triggerung und Decodierung (1326.3829.02)
- R&S®RTH-K10 SENT Triggerung und Decodierung (1326.3835.02)
- R&S®RTH-K15 History und segmentierter Speicher (1326.1803.02)
- R&S®RTH-K18 Spektrumanalyse (1333.0680.02)
- R&S®RTH-K19 Erweiterter Trigger (1326.0642.02)
- R&S®RTH-B1 Mixed-Signal-Option (1325.9981.02)
- R&S®RTH-K33 Frequenzzähler (1333.0696.02)
- R&S®RTH-K34 Harmonischen-Analyse (1333.0673.02)
- R&S®RTH-K38 Benutzer-Scripting (1801.4632.02)

© 2024 Rohde & Schwarz

Mühlhofstr. 15, 81671 München, Germany

Phone: +49 89 41 29 - 0

E-mail: [info@rohde-schwarz.com](mailto:info@rohde-schwarz.com)

Internet: [www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)

Änderungen vorbehalten – Daten ohne Genauigkeitsangabe sind unverbindlich.

R&S® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.

Eigennamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer.

1326.1578.03 | Version 19 | R&S®Scope Rider RTH

Im vorliegenden Dokument wird R&S® durchgängig als R&S bezeichnet.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Informationen zur Sicherheit und zu gesetzlichen Bestimmungen</b>	<b>7</b>
1.1	Sicherheitshinweise	7
1.2	Warnhinweis in der Dokumentation	11
1.3	Auffinden wichtiger Dokumente zu Rohde & Schwarz	12
1.4	Korea-Zertifizierung (KC) Klasse A	12
1.5	Gesetzliche Bestimmungen	12
<b>2</b>	<b>Erste Schritte</b>	<b>14</b>
2.1	Einleitung	14
2.2	Inbetriebnahme	16
2.3	Geräteübersicht	21
2.4	Grundlegende Bedienung	28
2.5	Wartung und Unterstützung	40
<b>3</b>	<b>Einrichten von Messkurven</b>	<b>44</b>
3.1	Tastköpfe anschließen	44
3.2	Vertikale Einstellung	45
3.3	Horizontale Einstellung	50
3.4	Erfassungssteuerung	52
3.5	Rollmodus	56
3.6	Trigger	56
<b>4</b>	<b>Messkurvenanalyse</b>	<b>86</b>
4.1	Zoom	86
4.2	Automatische Messungen	88
4.3	Cursor-Messungen	96
4.4	Mathematik	100
4.5	Referenzmesskurven	102
4.6	XY-Diagramm	106
4.7	History (Option R&S RTH-K15)	107
<b>5</b>	<b>Maskentests</b>	<b>113</b>
5.1	Auf Maskenmodus zugreifen	113

5.2	Maskentestergebnisse.....	113
5.3	Maskentests durchführen.....	114
5.4	Maskeneinstellungen.....	115
<b>6</b>	<b>Spektrumanalyse.....</b>	<b>119</b>
6.1	FFT-Modus.....	119
6.2	Spektrum-Modus (Option R&S RTH-K18).....	127
6.3	Harmonischen-Messung (Option R&S RTH-K34).....	145
<b>7</b>	<b>Multimeter-Messungen.....</b>	<b>158</b>
7.1	Digitalmultimeter (R&S RTH1002).....	158
7.2	Voltmeter (R&S RTH1004).....	163
<b>8</b>	<b>Daten-Logger.....</b>	<b>171</b>
8.1	Auf Logger-Modus zugreifen.....	171
8.2	Logger-Anzeige.....	171
8.3	Logger verwenden.....	172
8.4	Logger-Einstellungen.....	175
8.5	Aufgezeichnete Daten analysieren.....	177
8.6	Export von Logger-Aufzeichnungen.....	183
<b>9</b>	<b>Protokollanalyse.....</b>	<b>188</b>
9.1	Grundlagen der Protokollanalyse.....	188
9.2	I2C (Option R&S RTH-K1).....	197
9.3	SPI (Option R&S RTH-K1).....	206
9.4	UART/RS-232/RS-422/RS-485 (Option R&S RTH-K2).....	214
9.5	CAN und CAN FD (Optionen R&S RTH-K3, R&S RTH-K9).....	220
9.6	LIN (Option R&S RTH-K3).....	235
9.7	SENT (Option R&S RTH-K10).....	245
<b>10</b>	<b>Logikanalysator (R&amp;S RTH-B1 MSO).....</b>	<b>269</b>
10.1	Einstellungen des Logikanalysators.....	269
10.2	Triggerung auf Logikkanälen.....	272
10.3	Logikkanäle analysieren.....	273
<b>11</b>	<b>Frequenzzähler (R&amp;S RTH-K33).....</b>	<b>274</b>
11.1	Auf Zähler-Modus zugreifen.....	274

11.2	Anzeige und Steuerung.....	275
11.3	Zählermessung durchführen.....	278
11.4	Zählereinstellungen.....	280
<b>12</b>	<b>Ergebnisse dokumentieren.....</b>	<b>283</b>
12.1	USB-Sticks verwenden.....	283
12.2	Dateisystem-Tools.....	284
12.3	Geräteeinstellungen.....	286
12.4	Messkurven.....	288
12.5	Logger-Aufzeichnung.....	296
12.6	Schnellspeichern mit OneTouch.....	296
12.7	Screenshots.....	297
<b>13</b>	<b>Allgemeine Geräteeinstellungen.....</b>	<b>300</b>
13.1	Gerät zurücksetzen.....	300
13.2	Touchscreen deaktivieren.....	300
13.3	Selbstabgleich (Selfalignment).....	300
13.4	Einstellen von Datum, Uhrzeit und Sprache.....	302
13.5	Geräteeinstellungen.....	303
13.6	Display-Einstellungen.....	305
13.7	Optionen.....	307
13.8	Firmware aktualisieren.....	310
<b>14</b>	<b>Netzwerkverbindungen.....</b>	<b>312</b>
14.1	LAN-Verbindung.....	312
14.2	USB-Verbindung.....	314
14.3	Web-Datei-Browser.....	314
14.4	WLAN-Verbindung (Option R&S RTH-K200/200US).....	316
14.5	Webschnittstelle (Option R&S RTH-K201).....	319
<b>15</b>	<b>Fernsteuerbefehle.....</b>	<b>320</b>
15.1	Konventionen in den Befehlsbeschreibungen.....	320
15.2	Modus.....	320
15.3	Einrichten von Messkurven.....	321
15.4	Messkurvenanalyse.....	356
15.5	Maskentests.....	370

15.6	Spektrumanalyse.....	374
15.7	Digitalmultimeter (R&S RTH1002).....	400
15.8	Voltmeter (R&S RTH1004).....	417
15.9	Frequenzzähler (R&S RTH-K33).....	429
15.10	Daten-Logger.....	436
15.11	Protokollanalyse.....	448
15.12	Logikanalysator (R&S RTH-B1 MSO).....	509
15.13	Ergebnisse dokumentieren.....	512
15.14	Allgemeine Geräteeinstellungen.....	524
15.15	WLAN-Verbindung (Option R&S RTH-K200/200US).....	527
15.16	Benutzer-Scripting (R&S RTH-K38).....	527
	<b>Anhang.....</b>	<b>528</b>
	<b>A SCPI-Befehlsstruktur.....</b>	<b>528</b>
A.1	Syntax für Universalbefehle.....	528
A.2	Syntax für gerätespezifische Befehle.....	529
A.3	SCPI-Parameter.....	531
A.4	Übersicht über Syntaxelemente.....	534
A.5	Struktur einer Befehlszeile.....	535
A.6	Antworten auf Abfragebefehle.....	536
	<b>B Befehlssequenz und Synchronisation.....</b>	<b>538</b>
B.1	Überlappende Ausführung verhindern.....	538
	<b>C Benutzer-Scripting (R&amp;S RTH-K38).....</b>	<b>541</b>
C.1	Laden von Benutzer-Apps auf das Gerät.....	541
C.2	Ausführen von Benutzer-Apps.....	541
C.3	Über Benutzer-Apps.....	542
C.4	Demo-App.....	543
	<b>Liste der Befehle.....</b>	<b>547</b>

# 1 Informationen zur Sicherheit und zu gesetzlichen Bestimmungen

Die Produktdokumentation hilft Ihnen, das Produkt sicher und effizient einzusetzen.

## Wo finde ich Sicherheitsinformationen?

Die Sicherheitsinformationen sind Bestandteil der Produktdokumentation. Sie warnen vor potenziellen Gefahren und geben Hinweise, wie durch gefährliche Situationen verursachte Personen- oder Sachschäden verhindert werden können. Die Sicherheitsinformationen werden wie folgt bereitgestellt:

- In [Kapitel 1.1, „Sicherheitshinweise“](#), auf Seite 7. Dieselben Informationen werden in zahlreichen Sprachen in gedruckter Form bereitgestellt. Die gedruckten "Safety Instructions" für "R&S®Scope Rider RTH" sind im Lieferumfang des Produkts enthalten.
- In der gesamten Produktdokumentation sind Sicherheitshinweise enthalten, sofern sie für Inbetriebnahme oder Betrieb erforderlich sind.

Das R&S RTH Handheld-Oszilloskop ist ausgelegt für Messungen bis zur Messkategorie CAT IV 600 V und CAT III 1000 V.

Das Produkt ist für die Entwicklung, Produktion und Prüfung von elektronischen Bauelementen und Geräten in Industrie-, Verwaltungs- und Laborumgebungen sowie für den Feldeinsatz bestimmt. Verwenden Sie das Produkt nur für seinen bestimmungsgemäßen Zweck. Beachten Sie die im Spezifikationsdokument angegebenen Betriebsbedingungen und Leistungsgrenzen.

## 1.1 Sicherheitshinweise

Produkte der Rohde & Schwarz Unternehmensgruppe werden nach höchsten technischen Standards hergestellt. Um die Produkte sicher verwenden zu können, beachten Sie die nachfolgenden und in der Produktdokumentation enthaltenen Hinweise. Halten Sie die Produktdokumentation griffbereit und geben Sie sie an andere Benutzer weiter.

Verwenden Sie das Produkt nur für seinen bestimmungsgemäßen Gebrauch und innerhalb seiner Leistungsgrenzen. Der bestimmungsgemäße Gebrauch und die Grenzwerte werden in der Produktdokumentation wie beispielsweise dem Spezifikationsdokument, den Handbüchern und dem gedruckten Dokument Safety Instructions beschrieben. Wenn Sie hinsichtlich der bestimmungsgemäßen Verwendung unsicher sind, wenden Sie sich an den Customer Support von Rohde & Schwarz.

Nur Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen dürfen das Produkt verwenden. Ihre Kenntnisse und Fähigkeiten ermöglichen es ihnen, Risiken zu erkennen und potenzielle Gefahren bei der Arbeit mit dem Produkt zu vermeiden. Diese Benutzer benötigen auch sichere Kenntnisse in mindestens einer der Sprachen, in denen die Bedienoberfläche und die Produktdokumentation verfügbar sind.

Eine Rekonfigurierung oder Einstellung des Produkts muss entsprechend der Beschreibung in der Produktdokumentation oder im Spezifikationsdokument erfolgen. Alle anderen Veränderungen können die Sicherheit beeinträchtigen und sind nicht zulässig.

Öffnen Sie niemals das Gehäuse des Produkts. Nur von Rohde & Schwarz autorisiertes Servicepersonal darf das Produkt reparieren. Wenn ein Teil des Produkts beschädigt ist, beispielsweise Bruchstellen aufweist, beenden Sie die Arbeit mit dem Produkt. Wenden Sie sich an den Customer Support von Rohde & Schwarz unter <https://www.rohde-schwarz.com/support>.

### **Betriebsort auswählen**

Das Produkt ist für den Einsatz im Innen- und Außenbereich entsprechend seiner im Spezifikationsdokument vermerkten Schutzart ausgelegt. Die Schutzklasse ist wie folgt zu interpretieren:

- IP51: Schutz gegen Staub und senkrecht fallende Wassertropfen oder Kondenswasser.
- IP54: Schutz gegen Sprühwasser aus allen Richtungen.

Die im Spezifikationsdokument angegebene Schutzklasse gilt nur für den Batteriebetrieb. Wenn Sie das Produkt mit einem externen Netzteil betreiben, können Sie es in Innenräumen nur in Umgebungen mit Verschmutzungsgrad 2 verwenden, in denen keine leitfähige Verschmutzung auftreten kann. Decken Sie zur Aufrechterhaltung der Schutzart immer die Öffnungen des Produkts ab. Eindringendes Wasser kann das Gehäuse mit spannungsführenden Teilen elektrisch verbinden.

Beachten Sie die im Spezifikationsdokument angegebenen Umgebungsbedingungen wie maximale Betriebshöhe, Betriebstemperatur und klimatische Belastung.

### **Produkt aufstellen**

Sie können das Produkt in der Hand mit sich führen oder ein für das Produkt konzipiertes Tragezubehör verwenden, damit Sie die Hände für die Arbeit frei haben.

Wenn Sie das Produkt ablegen, stellen Sie es mit der Rückseite auf eine flache und ebene Fläche, beispielsweise einen Tisch.

Wenn Sie das Produkt in einem Fahrzeug verwenden, befestigen Sie es in der dafür vorgesehenen Fahrzeughalterung. Befestigen Sie das Produkt, damit es nicht herausfallen und Insassen verletzen kann, wenn das Fahrzeug in Bewegung ist.

### **Batterien sicher handhaben**

Das Produkt enthält austauschbare oder eingebaute Lithium-Polymer- oder Lithium-Ionen-Zellen oder Lithium-Batterien. Die nachfolgende Verwendung des Begriffs „Batterie“ bezieht sich immer auf alle aufgeführten Batterietypen. Nur der Batterieinhalt ist potenziell gefährlich. Von einer unbeschädigten Batterie mit intakten Dichtungen geht keine Gefahr aus.

Stöße, Schlageinwirkungen oder Hitze können Schäden wie Beulen, Einstichstellen oder andere Verformungen verursachen. Von einer beschädigten Batterie geht eine Verletzungsgefahr aus. Handhaben Sie eine beschädigte oder auslaufende Batterie mit äußerster Vorsicht. Belüften Sie sofort den Arbeitsbereich, da die Batterie schädli-

che Gase freisetzt. Wenn Sie mit der Batterieflüssigkeit in Kontakt kommen, ziehen Sie sofort alle kontaminierten Kleidungsstücke aus. Es kann zu Reizungen kommen, wenn die Batterieflüssigkeit mit Ihrer Haut oder Ihren Augen in Kontakt kommt. Spülen Sie Ihre Haut oder Augen sofort gründlich mit Wasser und suchen Sie einen Arzt auf.

Beachten Sie diese Regeln zur sicheren Handhabung:

- Schließen Sie die Batterie nicht kurz.
- Die Batterie darf nicht mechanisch beschädigt werden. Die Batterie darf nicht geöffnet oder zerlegt werden.
- Die Batterie darf nicht hohen Temperaturen wie offenen Flammen, heißen Oberflächen und Sonnenlicht ausgesetzt werden.
- Verwenden Sie die Batterie nur mit dem dafür vorgesehenen Rohde & Schwarz Produkt.
- Verwenden Sie zum Laden der Batterie nur das dazugehörige Rohde & Schwarz Ladegerät. Bei unsachgemäßem Laden von Batterien besteht Explosionsgefahr. Die Lade- und Entladetemperaturbereiche entnehmen Sie der Produktdokumentation.
- Ersetzen Sie austauschbare Batterien nur durch den gleichen Batterietyp.
- Bewahren Sie die Batterie im Produkt auf oder verwenden Sie die Produktverpackung.
- Entsorgen Sie austauschbare Batterien nicht im normalen Hausmüll, sondern entsprechend den Vorschriften der örtlichen Abfallentsorgungsbehörde.

Wenn Sie diese Anweisungen nicht einhalten, besteht die Gefahr schwerer Verletzungen gegebenenfalls mit Todesfolge durch Explosion, Feuer oder gefährliche chemische Substanzen. Weitere Einzelheiten finden Sie in der Produktdokumentation.

Wenn austauschbare Batterien oder Produkte mit eingebauten Batterien defekt sind, wenden Sie sich an den Customer Service von Rohde & Schwarz. Rohde & Schwarz klassifiziert den Schweregrad des Defekts. Verwenden Sie bei der Rücksendung von Batterien oder Rohde & Schwarz-Produkten, die Batterien enthalten, ein für den Transport von Gefahrgut qualifiziertes Transportunternehmen und teilen Sie dem Transportunternehmen diese Klassifizierung mit. Beachten Sie die Transportvorschriften des Transportunternehmers gemäß IATA-DGR, IMDG-Code, ADR oder RID.

### **An die Spannungsversorgung anschließen**

Wenn Sie das Produkt an ein externes Netzteil anschließen, verwenden Sie nur das mit dem Produkt gelieferte oder in der Produktdokumentation angegebene Netzteil.

### **Durchführen von Messungen**

Ergreifen Sie zu Ihrer Sicherheit folgende Maßnahmen:

- Höhere Spannungen als 30 V RMS, 42 V Spitze oder 60 V DC gelten als gefährliche Berührungsspannungen. Ergreifen Sie beim Umgang mit gefährlichen Berührungsspannungen Schutzmaßnahmen, um einen direkten Kontakt mit dem Messaufbau auszuschließen:
  - Berühren Sie nicht die freiliegenden Anschlüsse und Komponenten, wenn Strom anliegt.

- Verwenden Sie nur isolierte Spannungstastköpfe, Testkabel und Adapter.
- Stellen Sie mit Hilfe eines geeigneten Spannungsprüfers den spannungsfreien Zustand fest. Ein Messaufbau, der ein Oszilloskop einschließt, ist für diesen Zweck nicht geeignet.
- Verwenden Sie nur vorgegebene Tastköpfe und Zubehörteile, die der Messkategorie (CAT) Ihrer Messaufgabe entsprechen. Wenn Sie anderes Zubehör verwenden, das nicht von Rohde & Schwarz vorgegeben ist, stellen Sie sicher, dass es für das Gerät und die Messaufgabe geeignet ist.
- Beachten Sie alle Spannungs- und Stromangaben am Gerät, an den Tastköpfen und am Zubehör. Der Wert der Komponente mit den niedrigsten Angaben bestimmt den Wert des gesamten Messaufbaus. Grenzwerte und Einstufungen sind am Produkt angegeben und in den Spezifikationsdokumenten aufgeführt.  
Beachten Sie bei Tastköpfen, dass die Nennspannung von der Frequenz abhängig ist. Die Spannungsbegrenzungskennlinien finden Sie im Spezifikationsdokument. Überschreiten Sie nicht diese beiden Werte:
  - Maximale Messspannung von der Tastkopfspitze bis zur Referenzleitung des Tastkopfs.
  - Maximale potenzialfreie Spannung von der Referenzleitung des Tastkopfs bis zum Erdungsanschluss.
- Stellen Sie am Gerät das korrekte Teilverhältnis dem verwendeten Tastkopf entsprechend ein. Andernfalls spiegeln die Messergebnisse nicht die tatsächliche Höhe der Spannung wieder, wodurch Sie die bestehenden Risiken falsch einschätzen könnten.
- Stellen Sie alle Verbindungen zum Gerät her, bevor Sie den Strom einschalten.
- Öffnen Sie das Gerätegehäuse nicht.
- Verwenden Sie das Gerät nicht, wenn das Gerätegehäuse, das Display oder ein Tastkopf oder Zubehörteil beschädigt ist. Wenn Sie eine Beschädigung erkennen oder vermuten, lassen Sie das Gerät oder Zubehör von qualifiziertem Servicepersonal überprüfen.
- Betreiben Sie das Gerät nicht in nassen, feuchten oder explosiven Umgebungen. Stellen Sie sicher, dass alle Anschlüsse vollkommen trocken sind, bevor Sie sie mit den Eingängen verbinden.
- Beachten Sie die im Spezifikationsdokument angegebenen Betriebsbedingungen.

### Messkategorien

IEC 61010-2-030 definiert die Messkategorien für die Einstufung von Geräten im Hinblick auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen kurze transiente Überspannungen, die zusätzlich zur Arbeitsspannung auftreten. Verwenden Sie den Messaufbau nur in elektrischen Umgebungen, die der Einstufung der Geräte entsprechen.

- 0 - Geräte ohne Messkategorieeinstufung  
Für Messungen von Stromkreisen, die nicht direkt an das Netz angeschlossen sind, z. B. elektronische Geräte, batteriegespeiste Stromkreise und besonders geschützte Sekundärkreise. Diese Messkategorie ist auch als CAT I bekannt.
- CAT II:

Für Messungen von Stromkreisen, die über eine Standardsteckdose direkt an die Niederspannungsanlage angeschlossen sind, z. B. Haushaltsgeräte und tragbare Elektrowerkzeuge.

- CAT III:  
Für Messungen in der Elektroinstallation eines Gebäudes, z. B. Verteilerschränke, Schutzschalter, Verteilertafeln und stationäre Geräte mit Festanschluss an der Installation.
- CAT IV:  
Für Messungen an der Quelle der Niederspannungsanlage, z. B. Elektrizitätszähler und primäre Überstromschutzeinrichtungen.

### Produkt auf Schäden überprüfen

Überprüfen Sie das Produkt regelmäßig und stellen Sie sicher, dass es unbeschädigt ist. Überprüfen Sie das Produkt immer dann, wenn es heruntergefallen ist oder Sie es übermäßiger mechanischer Belastung ausgesetzt haben. Ein beschädigtes Produkt kann scharfe Kanten oder einen beschädigten Schutz gegen elektromagnetische Strahlung aufweisen und somit eine Verletzungsgefahr darstellen.

### Produkt reinigen

Trennen Sie vor der Reinigung des Geräts alle Tastköpfe, Testkabel, USB- und LAN-Kabel und die Stromversorgung vom Gerät.

Verwenden Sie zur Reinigung des Produkts ein trockenes, fusselfreies Tuch. Wenn das Produkt die Schutzart IP51 oder höher hat, können Sie einen üblichen Bildschirmreiniger verwenden. Achten Sie darauf, dass das Tuch nicht nass, sondern nur feucht ist. Beachten Sie bei der Reinigung, dass das Gehäuse nur bis zur angegebenen Schutzart wasserdicht ist. Verwenden Sie keine Reinigungsmittel, die das Gerät beschädigen können, wie Lösungsmittel, Säuren oder Laugen.

### Bedeutung der Sicherheitskennzeichnungen

Sicherheitskennzeichnungen auf dem Produkt warnen vor potenziellen Gefahren.

	<p>Potenzielle Gefahr</p> <p>Lesen Sie die Produktdokumentation, um Personenschäden oder eine Beschädigung des Produkts zu vermeiden.</p>
	<p>DC - Gleichstrom</p> <p>Schließen Sie das Gerät an eine Gleichstromversorgung mit dem angegebenen Spannungsbereich an.</p>

## 1.2 Warnhinweis in der Dokumentation

Ein Warnhinweis weist Sie auf ein Risiko oder eine Gefahr hin, der Sie sich bewusst sein müssen. Ein Signalwort gibt an, wie schwerwiegend das Sicherheitsrisiko ist und wie wahrscheinlich es ist, dass es auftritt, wenn Sie die Sicherheitsvorkehrungen nicht befolgen.

**WARNUNG**

Möglicherweise gefährliche Situation. Die Situation könnte zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen, wenn sie nicht vermieden wird.

**VORSICHT**

Möglicherweise gefährliche Situation. Die Situation könnte zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen, wenn sie nicht vermieden wird.

**ACHTUNG**

Möglicherweise Gefahr eines Schadens. Könnte zu Schäden am unterstützten Produkt oder an anderen Vermögenswerten führen.

## 1.3 Auffinden wichtiger Dokumente zu Rohde & Schwarz

Zertifikate, die für Rohde & Schwarz ausgestellt wurden und die für Ihr Land relevant sind, finden Sie unter [www.rohde-schwarz.com/key-documents](http://www.rohde-schwarz.com/key-documents). Sie betreffen folgende Themen:

- Qualitätsmanagement
- Umweltmanagement
- Management der Informationssicherheit
- Genehmigungen

## 1.4 Korea-Zertifizierung (KC) Klasse A



이 기기는 업무용(A급) 전자파 적합기기로서 판매자 또는 사용자는 이 점을 주의하시기 바라며, 가정외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다.

## 1.5 Gesetzliche Bestimmungen

### Teil 15 der FCC- und RSS-210 der IC-Bestimmungen

Dieses Gerät entspricht Teil 15 der FCC-Bestimmungen und dem RSS-Standard der Industry Canada-(IC-)Bestimmungen. Der Betrieb unterliegt den folgenden zwei Bedingungen:

- Das Gerät darf keine schädlichen Interferenzen verursachen und

- das Gerät muss empfangene Interferenzen akzeptieren, einschließlich Interferenzen, die einen unerwünschten Betrieb verursachen.

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes:

- l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et
- l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Änderungen oder Modifikationen dieses Geräts, die nicht ausdrücklich von Rohde & Schwarz genehmigt wurden, können zur Erlöschung der FCC-Betriebserlaubnis des Geräts führen.

Dieses Gerät wurde getestet und entspricht den Beschränkungen für digitale Geräte der Klasse A gemäß Teil 15 der FCC-Bestimmungen. Diese Beschränkungen sollen für einen angemessenen Schutz vor schädlichen Interferenzen sorgen, wenn das Gerät in Geschäftsumgebungen betrieben wird. Dieses Gerät erzeugt und nutzt Funkenergie und kann diese abstrahlen und es kann bei nicht vorschriftsgemäßer Installation und Nutzung schädliche Interferenzen im Funkverkehr verursachen. Der Betrieb dieses Geräts in Wohngebieten kann schädliche Interferenzen verursachen, die in diesem Fall vom Nutzer auf eigene Kosten beseitigt werden müssen.

#### **Warnung in Verwaltungsvorschriften für Niedrigleistungsfunkwellengeräte (Republik China/Taiwan)**

##### Artikel 12

- Ohne Genehmigung durch die NCC dürfen Firmen, Unternehmen oder Nutzer bei zugelassenen Niedrigleistungsfunkgeräten nicht die Frequenz ändern, die Sendeleistung erhöhen oder die ursprünglichen Eigenschaften und Leistungsmerkmale verändern.

##### Artikel 14

- Die Niedrigleistungsfunkgeräte dürfen weder die Flugzeugsicherheit beeinflussen noch die legale Kommunikation stören. Sollte dies festgestellt werden, muss der Nutzer den Betrieb sofort einstellen, bis keine Störung mehr vorliegt.
- Legale Kommunikation bedeutet hier, dass der Funkverkehr in Übereinstimmung mit dem Telekommunikationsgesetz stattfindet.
- Die Niedrigleistungsfunkgeräte müssen empfänglich für den Störeinfluss von legaler Kommunikation oder ISM-Funkwellengeräten sein.

##### LP0002 Warnhinweis

- 經審驗合格之射頻電信終端設備，非經許可，公司、商號使用者均不得擅自變更頻率、加大功率或變更原設計之特性及功能。
- 射頻電信終端設備之使用不得影響飛航安全及干擾合法通信；經發現有干擾現象時，應立即停用，並改善至無干擾時方得繼續使用。所謂合法通信係指依電信法規規定作業之無線電信。
- 輸入、製造射頻電信終端設備之公司、商號或其使用者違反本辦法規定，擅自使用或變更無線電頻率、電功率者，除依電信法規規定處罰外，電信總局並得撤銷其審驗合格證明。

## 2 Erste Schritte

### 2.1 Einleitung

#### 2.1.1 Hauptmerkmale

Das R&S RTH ist das perfekte Mehrzweck-Tool für das Labor und den Einsatz im Feld. Besondere Hauptmerkmale sind:

- Vollständige galvanische Trennung aller Kanäle und Schnittstellen
- Sicherheitsklasse CAT IV 600 V / CAT III 1000 V
- Bandbreite 60 MHz bis 500 MHz bei einer Abtastrate von 5 GS/s
- Erfassung von bis zu 50.000 Messkurven pro Sekunde
- Empfindlichkeit 2 mV/div
- Offsetbereich bis zu 200 V
- 33 automatische Messfunktionen
- Vollständige Bedienung über Touchscreen oder Tastenfeld
- WLAN und Ethernet für webbasierte Fernsteuerung und schnellen Datenzugriff (optional)

Das R&S RTH ist eine Kombination aus folgenden Geräten:

- Oszilloskop mit Laborleistung
- Logikanalysator mit 8 digitalen Eingängen (optional)
- Protokollanalysator mit Trigger und Decodierung (optional)
- Daten-Logger
- Digitalmultimeter (R&S RTH1002)

#### 2.1.2 Eingangsisololation

Das Messgerät besitzt unabhängig voneinander isolierte potenzialfreie Eingänge. Jeder Eingangskanal verfügt über einen eigenen Signaleingang und einen eigenen Referenzeingang. Jeder Eingangskanal ist von den anderen Eingangskanälen galvanisch getrennt. Daher muss jede Referenz der verwendeten Eingänge mit einer Referenzspannung verbunden sein. Außerdem sind die Eingangskanäle galvanisch von den Kommunikationsports und vom Eingang des Netzteils getrennt.



Im Bedienhandbuch werden alle Betriebsarten und Funktionen des Geräts ausführlich beschrieben. Es enthält außerdem eine Einführung in die Fernsteuerung sowie eine vollständige Beschreibung der Fernsteuerbefehle mit Programmierbeispielen. Die neueste Version des Handbuchs ist in Englisch auf der Produkt-Website des R&S RTH unter [www.rohde-schwarz.com/manual/rth](http://www.rohde-schwarz.com/manual/rth) verfügbar.

- Technische Daten und Produktbroschüre  
Das Spezifikationsdokument, das auch als Datenblatt bezeichnet wird, enthält die vollständige Gerätespezifikation. Außerdem werden die Optionen und ihre Bestellnummern sowie das optionale Zubehör aufgeführt. Die Produktbroschüre gibt einen Überblick über das Gerät und beschreibt seine besonderen Eigenschaften. Die Dokumente sind abrufbar unter [www.rohde-schwarz.com/brochure-datasheet/rth](http://www.rohde-schwarz.com/brochure-datasheet/rth).
- Kalibrierschein (Calibration Certificate)  
Das Dokument ist unter <https://gloris.rohde-schwarz.com/calcert> verfügbar.
- Open-Source-Lizenztext (Open Source Acknowledgment)  
Das Dokument Open Source Acknowledgment enthält den wortgetreuen Lizenztext von Open-Source-Software, die in der Firmware des Geräts verwendet wird. Es ist auf der R&S RTH-Website unter [www.rohde-schwarz.com/firmware/rth](http://www.rohde-schwarz.com/firmware/rth) verfügbar und kann direkt auf dem Gerät gelesen werden.
- Instrument Security Procedures (Handbuch)  
Das Handbuch enthält Informationen zu Sicherheitsfragen beim Einsatz des R&S RTH in gesicherten Bereichen.
- Application Cards und Application Notes  
In diesen Dokumenten geht es um spezielle Anwendungen oder Hintergrundinformationen zu bestimmten Themen. Siehe [www.rohde-schwarz.com/application/rth](http://www.rohde-schwarz.com/application/rth).

## 2.2 Inbetriebnahme

Hier finden Sie grundlegende Informationen zum erstmaligen Einrichten des Geräts oder beim Wechsel des Einsatzorts. Lesen und beachten Sie die Sicherheitshinweise in [Kapitel 1.1](#), „Sicherheitshinweise“, auf Seite 7 und in den folgenden Abschnitten.

### 2.2.1 Gerät auspacken

Wenn das Paket bei Ihnen eintrifft, packen Sie es aus und überprüfen Sie das Paket und dessen Inhalt auf Beschädigungen.

1. Packen Sie das Produkt vorsichtig aus.
2. Bewahren Sie die Originalverpackung auf. Verwenden Sie sie bei einem späteren Transport oder Versand des Produkts.
3. Überprüfen Sie das Gerät anhand des Lieferscheins auf Vollständigkeit.

#### 4. Überprüfen Sie das Gerät auf Schäden.

Falls die Lieferung unvollständig oder das Gerät beschädigt ist, setzen Sie sich mit Rohde & Schwarz in Verbindung.

#### Lieferumfang

Das Lieferpaket enthält folgende Teile:

- R&S RTH Handheld-Oszilloskop
- MicroSD-Karte, eingesetzt in das Akkufach
- Netzteil mit Kabel und Adapterset für verschiedene Steckdosentypen
- Akkusatz
- Tastköpfe R&S RT-ZI10 (2x für R&S RTH1002; 4x für R&S RTH1004)
- DMM-Testkabel (nur für R&S RTH1002)
- Handschlaufe, befestigt am Handheld-Oszilloskop
- Handbuch "Erste Schritte" und Broschüre "Safety Instructions"

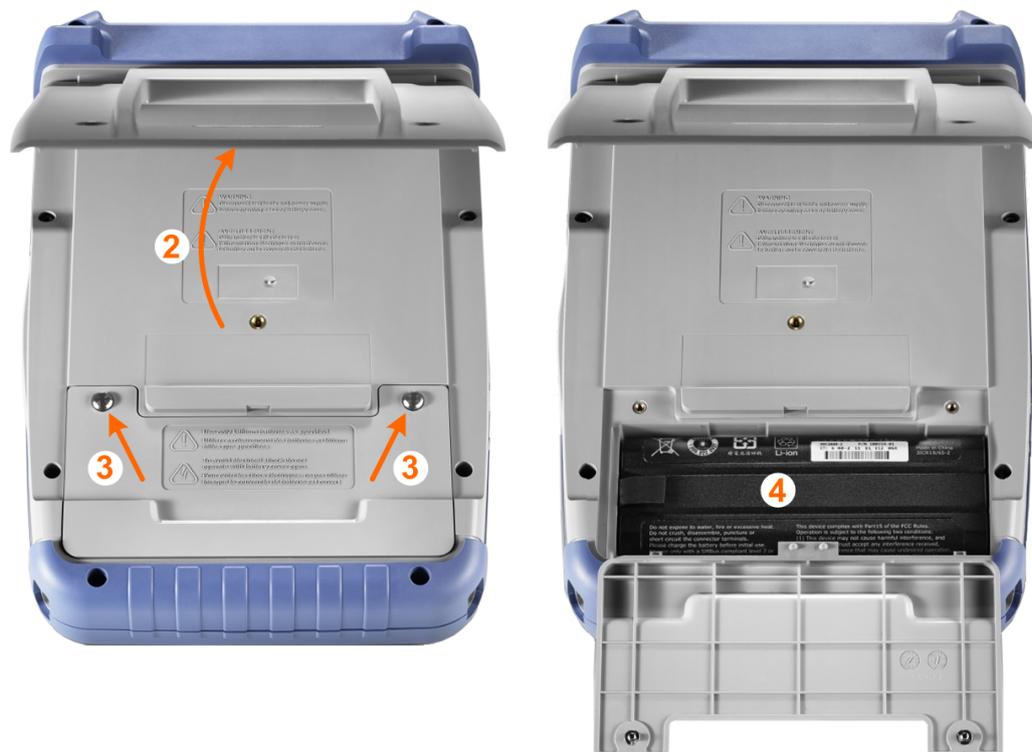
Optionales Zubehör und die zugehörigen Bestellnummern sind im Spezifikationsdokument aufgeführt.

### 2.2.2 Umgang mit dem Akku

Beachten Sie die folgenden Hinweise zum sachgemäßen Umgang mit Akkus:

- Bei Auslieferung befindet sich der Akku im Sleep-Modus, der beibehalten wird, solange der Akku ausgepackt und unbenutzt ist. Der Sleep-Modus ermöglicht eine längere Lagerzeit.
- Vor der ersten Nutzung des Handheld-Oszilloskops müssen Sie den Akkusatz einsetzen und laden.
- Nach der ersten Verwendung muss der Akku regelmäßig, mindestens jedoch alle 3 Monate, geladen werden.
- Vermeiden Sie ein Tiefentladen des Akkus auf unter 5% seiner Kapazität.
- Wir empfehlen, den Akku nach einer Betriebsdauer von 12 Monaten zu wechseln.
- Beachten Sie die Sicherheitshinweise im Abschnitt „[Batterien sicher handhaben](#)“ auf Seite 8.

## Einsetzen und Laden des Akkus



1. Schalten Sie das Gerät aus. Trennen Sie Netzteil, Tastköpfe, Testkabel und alle anderen Kabel vom Gerät.
2. Klappen Sie den Kippständer an der Rückseite des Geräts aus.
3. Schrauben Sie den Akkudeckel ab.
4. **VORSICHT!** Verwenden Sie nur den Lithium-Ionen-Akkusatz, der mit dem Gerät mitgeliefert wurde. Sie können weitere Akkusätze bei Rohde & Schwarz bestellen; Bestellnummer siehe Spezifikationsdokument.  
Setzen Sie den Akkusatz ein.
5. **WARNUNG!** Betreiben Sie das Gerät nicht mit geöffnetem Akkudeckel.  
Schrauben Sie den Akkudeckel wieder auf.
6. **VORSICHT!** Verwenden Sie nur das Netzteil, das mit dem Gerät geliefert wird. Sie können ein Ersatz-Netzteil bei Rohde & Schwarz bestellen; Bestellnummer siehe Spezifikationsdokument.  
Verbinden Sie das Netzteil mit dem Anschluss an der linken Seite des Oszilloskops.



7. Laden Sie den Akku vollständig auf. Das Laden kann mehrere Stunden dauern. Ist das Gerät eingeschaltet, wird der Zustand des Akkus auf dem Display angezeigt. Nun können Sie das Messgerät verwenden.

### 2.2.3 Ein-/Ausschalten

- ▶ Drücken Sie die Taste  [Power], um das Gerät ein- oder auszuschalten. Die Taste blinkt und schaltet nach einigen Sekunden auf grün.

**Tabelle 2-1: Farben der [Power]-Taste**

Grün	Gerät ist eingeschaltet
Blau	Akku wird geladen, Gerät ist ausgeschaltet
Orange (Gelb)	Akku ist voll, Netzteil ist angeschlossen, Gerät ist ausgeschaltet

Wird das Gerät längere Zeit nicht benutzt, entlädt sich der Akku. Wenn Sie das Netzteil anschließen und das Gerät bei entladendem Akku einschalten, dauert es einige Minuten, bis das Gerät starten kann.

### 2.2.4 Verwenden des Kippständers

Das R&S RTH verfügt über einen Kippständer für die ordnungsgemäße Handhabung, wenn das Oszilloskop auf einen Tisch gestellt wird.

- ▶ Ziehen Sie den Kippständer in die unten gezeigte Position.



### 2.2.5 Hinweise zum Messplatz

Beachten Sie die Sicherheitshinweise, siehe [„Durchführen von Messungen“](#) auf Seite 9.

#### Kabelauswahl und elektromagnetische Störungen

Elektromagnetische Störungen (EMI – Electromagnetic Interference) können die Messergebnisse beeinflussen.

Elektromagnetische Strahlung während des Betriebs unterdrücken:

- Verwenden Sie hochwertige geschirmte Kabel, z. B. doppelt geschirmte HF- und LAN-Kabel.
- Schließen Sie offene Kabelenden stets ab.
- Stellen Sie sicher, dass angeschlossene externe Geräte den EMV-Bestimmungen entsprechen.

#### Messzubehör

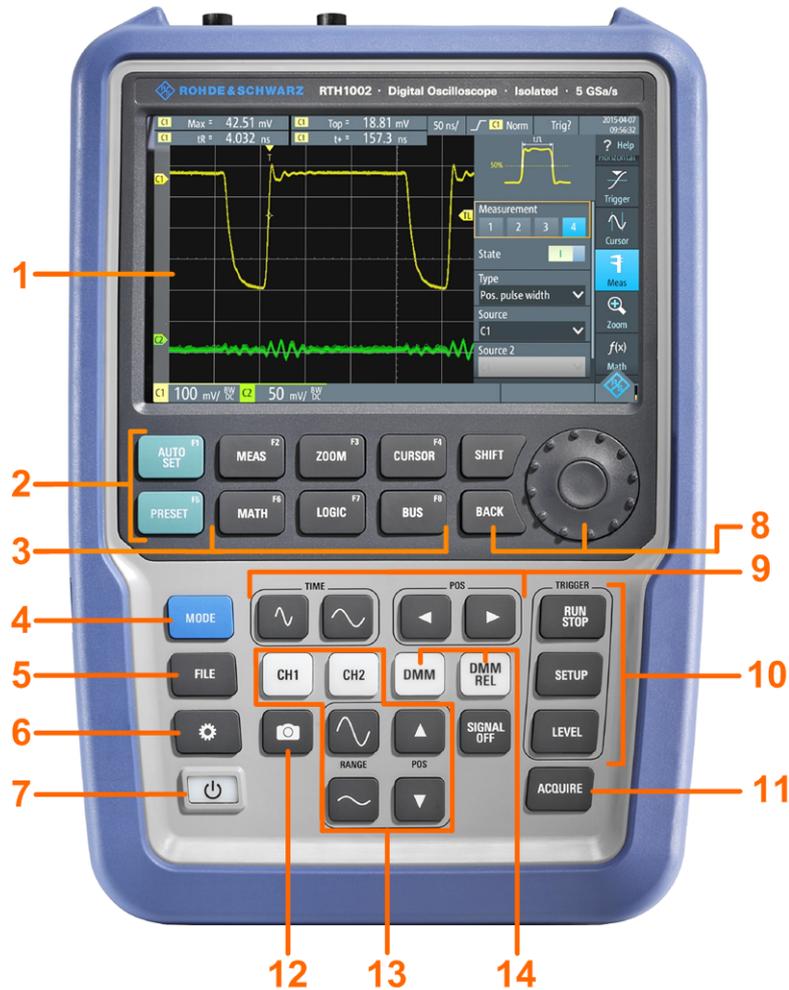
Verwenden Sie nur Tastköpfe und Messzubehör, die der Norm IEC 61010-031 entsprechen.

#### Signaleingangs- und Signalausgangspegel

Das Spezifikationsdokument enthält Informationen zu Signalpegeln. Halten Sie die Signalpegel im angegebenen Bereich, um eine Beschädigung des Produkts und angeschlossener Geräte zu vermeiden.

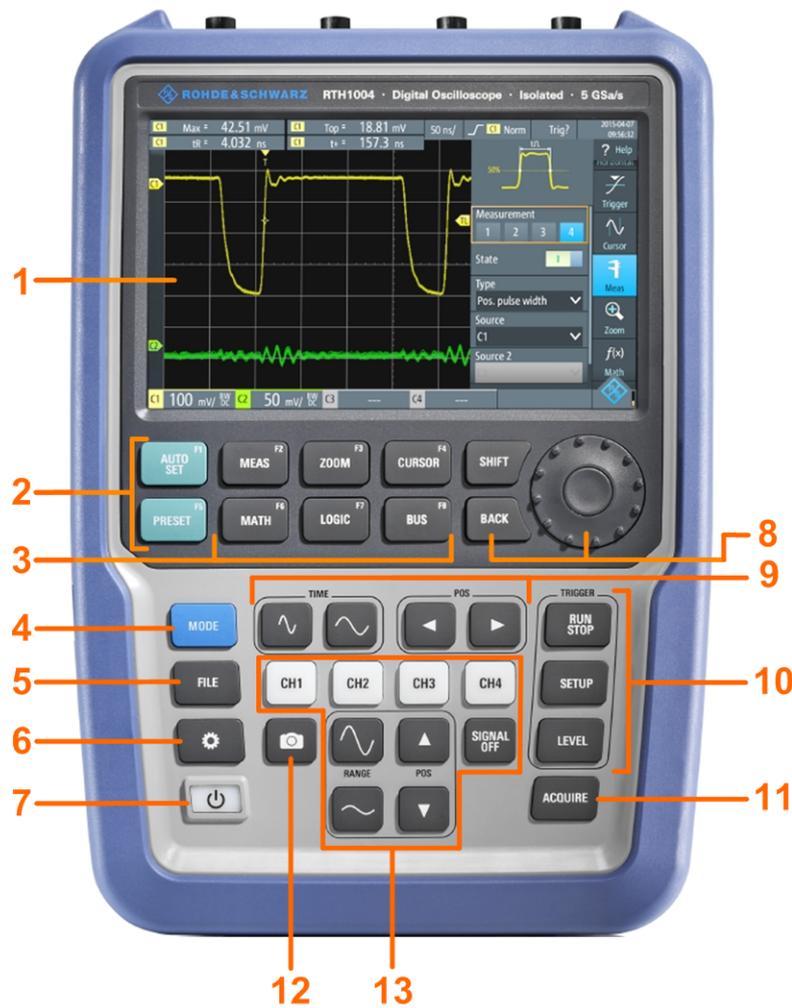
## 2.3 Geräteübersicht

### 2.3.1 Frontansicht



**Bild 2-2: Frontplatte des R&S RTH1002**

- 1 = Touchscreen
- 2 = Einrichten von Messkurven mit [AUTOSET], Rücksetzen auf Grundeinstellung mit [PRESET]
- 3 = Analysefunktionen
- 4 = Modus-Auswahl
- 5 = Speichern/Abrufen
- 6 = Geräteeinstellungen
- 7 = Ein-/Ausschalten
- 8 = Navigationselemente
- 9 = Horizontale Einstellungen
- 10 = Erfassung starten/stoppen und Triggereinstellungen
- 11 = Erfassungseinstellungen
- 12 = Screenshot und Dokumentationsausgabe
- 13 = Kanäle und vertikale Einstellungen
- 14 = Multimeter-Messungen



**Bild 2-3: Frontplatte des R&S RTH1004**

- 1 = Touchscreen
- 2 = Einrichten von Messkurven mit [AUTOSET], Zurücksetzen auf Grundeinstellung mit [PRESET]
- 3 = Analysefunktionen
- 4 = Modus-Auswahl
- 5 = Speichern/Abrufen
- 6 = Geräteeinstellungen
- 7 = Ein-/Ausschalten
- 8 = Navigationselemente
- 9 = Horizontale Einstellungen
- 10 = Erfassung starten/stoppen und Triggereinstellungen
- 11 = Erfassungseinstellungen
- 12 = Screenshot und Dokumentationsausgabe
- 13 = Kanäle und vertikale Einstellungen

Eine Beschreibung der Tasten finden Sie in [Kapitel 2.4.1.3, „Tasten an der Frontplatte verwenden“](#), auf Seite 34.

### 2.3.2 Oberseite

Das R&S RTH1002 besitzt zwei BNC-Eingänge (CH1 und CH2) und zwei 4 -mm-Bananensteckbuchsen für Multimeter-Messungen.



Bild 2-4: Oberseite des R&S RTH1002

Das R&S RTH1004 besitzt vier BNC-Eingänge (CH1, CH2, CH3, CH4).



Bild 2-5: Oberseite des R&S RTH1004

## **⚠️ WARNUNG**

### Stromschlaggefahren durch Hochspannungen

Höhere Spannungen als 30 V RMS, 42 V Spitze oder 60 V DC werden als gefährliche Berührungsspannungen betrachtet. Ergreifen Sie bei Arbeiten mit gefährlichen Berührungsspannungen geeignete Schutzmaßnahmen, um Stromschläge und Verletzungen zu vermeiden:

- Verwenden Sie nur isolierte Tastköpfe, Kabel, Testkabel und Adapter.
- Berühren Sie keine höheren Spannungen als 30 V RMS oder 42 V Spitze oder 60 V DC.
- Legen Sie keine Eingangsspannungen an, die den Nennwert des Geräts und des Zubehörs überschreiten.
- Verwenden Sie nur Tastköpfe, Testkabel und Adapter, die der Messkategorie (CAT) Ihrer Messaufgabe entsprechen.
- Testkabel und Messzubehör für Multimeter-Messungen an einem aktiven Hauptstromkreis müssen in Kategorie CAT III oder CAT IV gemäß IEC 61010-031 eingestuft sein. Die Spannung des gemessenen Stromkreises darf den Nennspannungswert nicht überschreiten.

**BNC-Anschlüsse**

Die Kanaleingänge verfügen über doppelte Kanal-zu-Kanal-Isolierung, die unabhängige potenzialfreie Messungen an jedem Eingang ermöglicht, siehe [Kapitel 2.1.2, „Eingangsisolation“](#), auf Seite 14. Die maximale Eingangsspannung beträgt:

- CAT IV 300 V
- Mit Tastkopf R&S RT-ZI10 oder R&S RT-ZI11: CAT IV 600 V, CAT III 1000 V

**Multimeter-Eingänge**

Die DMM-Eingänge sind als 4 -mm-Bananenstecker-Eingänge ausgeführt, die gegenüber den Oszilloskopeingängen und Schnittstellen sowie Masse vollständig isoliert sind. Die maximale Eingangsspannung beträgt CAT IV 600 V; CAT III 1000 V.

**2.3.3 Rechte Seite**

- 1 = LAN  
 2 = USB Typ B für Fernsteuerung  
 3 = Tastkopfkompensation  
 4 = USB Typ A für Flash-Laufwerk  
 5 = Anschluss für logischen Tastkopf

**⚠ VORSICHT****Gefahr von Verletzungen oder Schäden am Gerät**

Schließen Sie immer die Abdeckungen der Kommunikationsanschlüsse und des DC-Eingangs, wenn sie nicht belegt sind.

**LAN-Anschluss**

RJ-45-Anschluss für die Anbindung des Geräts an ein LAN (Local Area Network). Unterstützt bis zu 100 MBit/s.

**Anschluss USB Typ A**

Anschluss USB Typ A (Host-USB) für einen USB-Stick zum Speichern und Abrufen von Geräteeinstellungen und Messdaten. Diese USB-Schnittstelle ist galvanisch getrennt und hat nur eine eingeschränkte Funktionalität; sie kann nur für die Übertra-

gung von Oszilloskop-Datendateien und Firmware-Updates verwendet werden. Das Installieren anderer Software ist nicht möglich.

### Anschluss USB Typ B (Mini-USB)

Mini-USB-Anschluss (Geräte-USB) für einen Computer zum Fernsteuern des Messgeräts. Der Anschluss ist nur aktiv, wenn USB in den Schnittstelleneinstellungen ausgewählt ist.

### Tastkopfkompensation

Tastkopfkompensations-Klemme für das Abstimmen von passiven Tastköpfen auf den Oszilloskopkanal.

### Anschluss für logischen Tastkopf

Eingang für den logischen Tastkopf R&S RT-ZL04. Für Logikanalysen ist die Mixed-Signal-Option R&S RTH-B1 erforderlich, die den logischen Tastkopf R&S RT-ZL04 einschließt.

## **⚠️ WARNUNG**

### Gefahr eines Stromschlags - keine CAT-Einstufung für MSO-Messungen

Der logische Tastkopf R&S RT-ZL04 ist in keine Messkategorie eingestuft. Stellen Sie sicher, dass die Masseklemmen des R&S RT-ZL04 mit der Schutz Erde am Messobjekt verbunden sind, um Stromschläge und Personenschäden zu vermeiden und Materialschäden zu verhindern.

## 2.3.4 Linke Seite



- 1 = DC-Eingang
- 2 = Steckplatz für Kensington-Schloss

### DC-Eingang

Anschluss für das Netzteil zum Laden des Akkus.

### Steckplatz für Kensington-Schloss

Das Kensington-Schloss dient zum Sichern des Geräts gegen Diebstahl.

### 2.3.5 Rückansicht



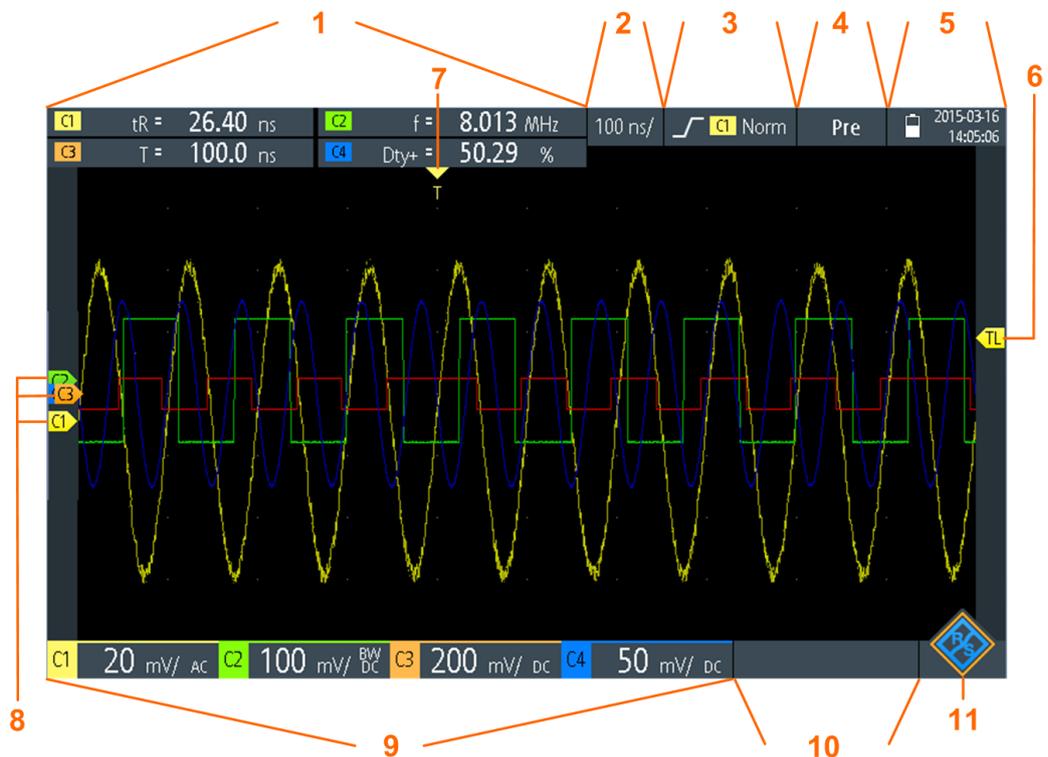
1 = Kippständer zum Ausklappen

2 = Gewindeloch M5

3 = Akkufach

### 2.3.6 Display im Überblick

In den wichtigsten Betriebsarten (Oszilloskop, Maske und XY) zeigt das Display die folgenden Informationen an.



- 1 = Messergebnisse, abhängig von der Betriebsart und der ausgewählten Messung
- 2 = Zeitskala (horizontale Skalierung in s/div)
- 3 = Triggertyp, Triggerquelle und Triggermodus
- 4 = Erfassungsstatus
- 5 = Akkuzustand und AC-Anschluss zum Laden des Akkus; Datum und Uhrzeit
- 6 = Triggerpegelmarker, hat die Farbe der Triggerquelle
- 7 = Triggerpositionsmarker, hat die Farbe der Triggerquelle
- 8 = Kanalmarker zeigen die Erdpotenziale an. Der Fokus liegt auf C3.
- 9 = Vertikale Einstellungen für jeden aktiven Kanal: vertikale Skalierung (vertikale Empfindlichkeit in V/div), Bandbreitengrenze (kein Indikator = volle Bandbreite, BB = begrenzte Frequenz), Kopplung (AC oder DC)
- 10 = Logikkanäle (MSO R&S RTH-B1)
- 11 = Menütaste

Sie können die vertikale Position jeder Messkurve, den Triggerpegel und die Triggerposition anpassen, indem Sie den entsprechenden Marker auf dem Display verschieben. Alternativ können Sie auf den Marker tippen, um den Fokus darauf zu setzen, und mit dem Drehrad die Position anpassen.

## 2.4 Grundlegende Bedienung

### 2.4.1 Funktionen aufrufen

Alle Funktionen sind über die Menüs und Dialoge auf dem Touchscreen verfügbar. Sie können direkt auf dem Display auf die Funktionen tippen oder mit dem Drehrad zu einer Funktion navigieren und sie auswählen. Die wichtigsten Funktionen sind zudem den Tasten an der Frontplatte zugeordnet, damit Messaufgaben schnell eingerichtet und ausgeführt werden können.

#### 2.4.1.1 Touchscreen verwenden

Die Verwendung des Touchscreens des R&S RTH ist so einfach wie bei einem Handy. Tippen Sie zum Öffnen des Menüs auf die „Menütaste“ - das ist das R&S-Logo in der rechten unteren Ecke des Displays.

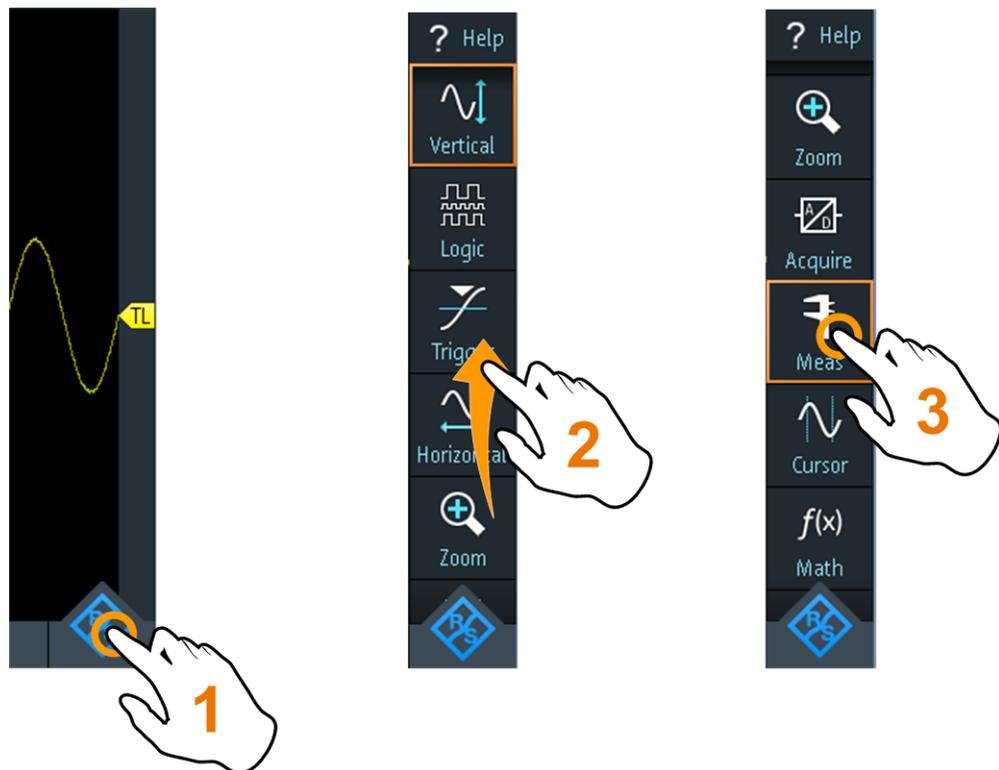


Bild 2-6: Menü öffnen und einen Menüpunkt auswählen



Bild 2-7: Ein- oder ausschalten (links) und einen Parameterwert auswählen (rechts)

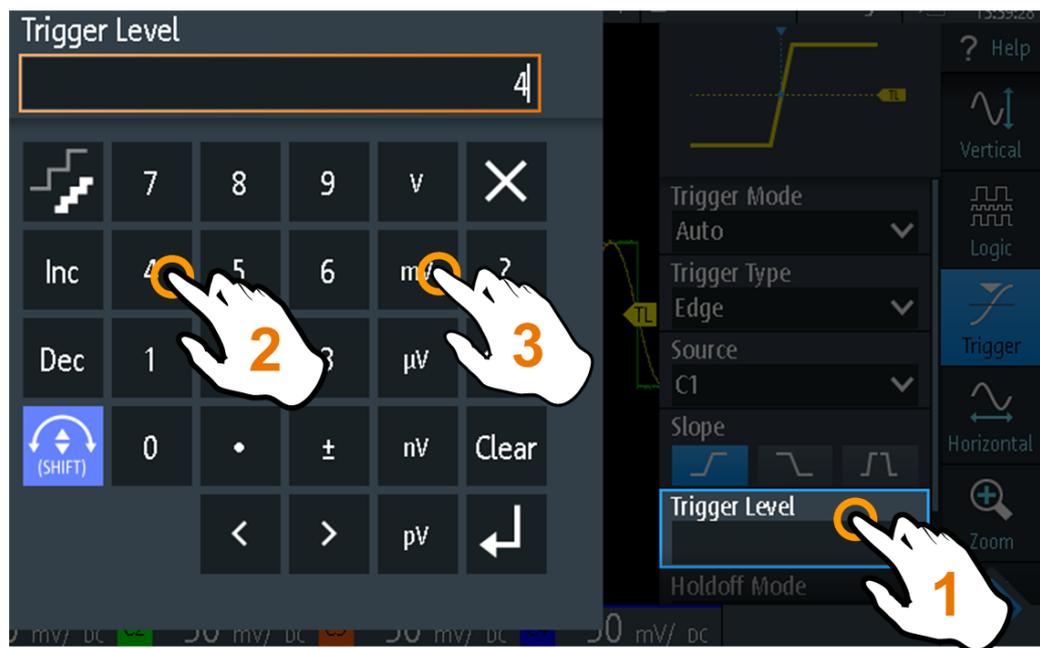


Bild 2-8: Einen numerischen Wert und die Einheit eingeben

#### 2.4.1.2 Navigationsrad verwenden

Zusätzlich oder alternativ zum Touchscreen können Sie das R&S RTH mit dem Drehrad bedienen.

Achten Sie bei Verwendung des Drehrads immer darauf, auf welcher Position der Fokus liegt - das ist der orange Rahmen oder eine andere Hervorhebung, die das aktive Objekt in der Anzeige markiert.

- Fokus liegt auf der Menütaste oder irgendwo im Menü oder in den Dialogen:
  - Drehen Sie das Rad, um den Fokus zu verschieben.
  - Drücken Sie die Drehradtaste, um die Auswahl zu bestätigen.
- Fokus liegt auf einem Element im Diagramm, z. B. einer Messkurve, Cursor-Linie oder einem Triggerpegel:
  - Drehen Sie das Rad, um die Position des aktiven Elements zu ändern.
  - Drücken Sie die Drehradtaste, um das aktive Element zu wechseln, z. B. um zu den Cursor-Linien oder zur Zoomgröße und Zoomposition zu wechseln.

Durch Drücken der Taste [BACK] werden geöffnete Dialoge und Menüs geschlossen und der Fokus wieder auf die „Menütaste“ gesetzt.

### Menünavigation

Im Folgenden wird beschrieben, wie auf das Menü zugegriffen und darin navigiert wird. Die Navigation in Dialogen und die Auswahl von Parameterwerten funktioniert auf dieselbe Weise. Siehe auch: [Bild 2-9](#).

1. Drücken Sie [BACK], bis der Fokus auf der „Menütaste“ liegt.
2. Drücken Sie die Drehradtaste, um das Menü zu öffnen.
3. Drehen Sie das Rad, um den Fokus auf den gewünschten Menüpunkt zu verschieben.
4. Drücken Sie die Drehradtaste, um den Dialog, das Untermenü oder die Tastatur für den ausgewählten Menüpunkt zu öffnen.

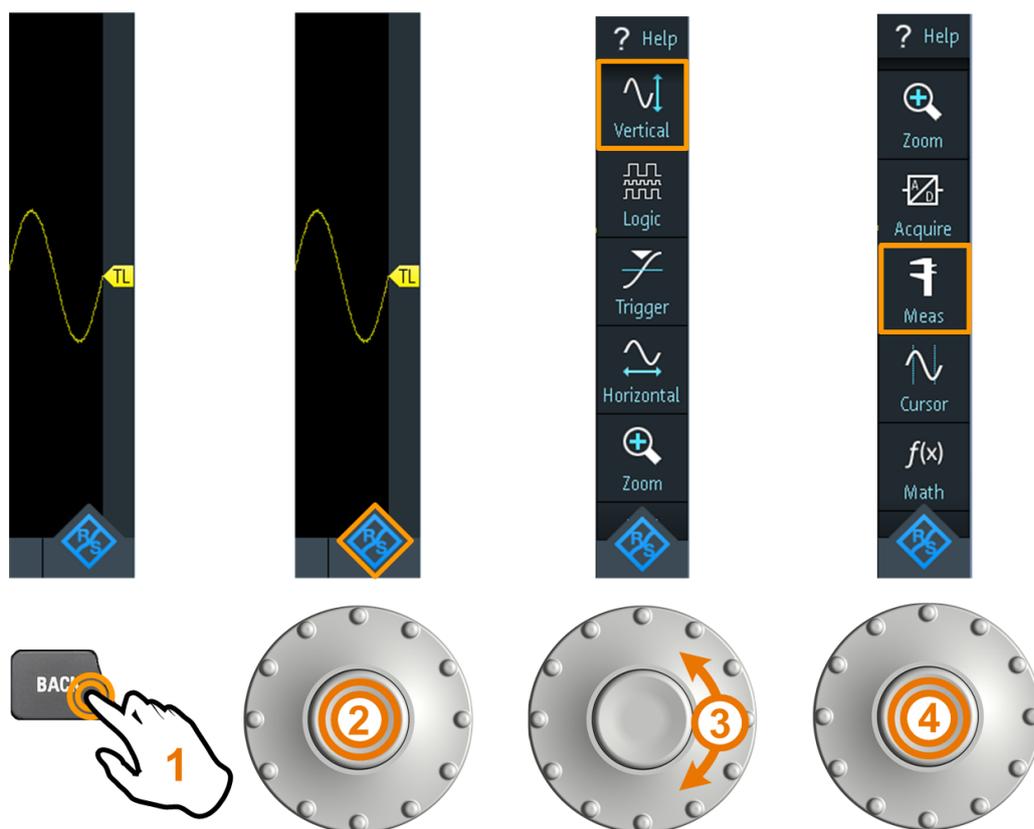


Bild 2-9: Menü öffnen und einen Menüpunkt auswählen

### Numerische Werte über das Drehrad einstellen

1. Setzen Sie den Fokus auf die gewünschte Einstellung und drücken Sie *einmal* die Drehradtaste.
2. Drehen Sie das Rad, bis der gewünschte Wert angezeigt wird.
3. Drücken Sie [BACK].



Bild 2-10: Numerische Werte über das Drehrad einstellen

### Dateneingabe über Drehrad und Tastenfeld

Sie können genaue numerische Werte über das Tastenfeld eingeben. Siehe auch: [Bild 2-11](#).

1. Setzen Sie den Fokus auf die gewünschte Einstellung und drücken Sie *zweimal* die Drehradtaste.
2. Drehen Sie das Rad, bis der Fokus auf der gewünschten Ziffer liegt.
3. Drücken Sie die Drehradtaste.
4. Drehen Sie das Rad, bis der Fokus auf der gewünschten Einheit liegt.
5. Drücken Sie die Drehradtaste.

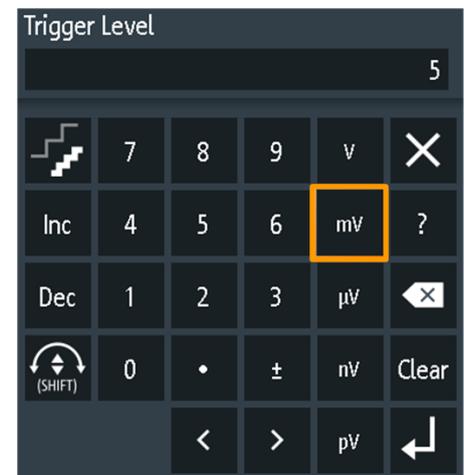
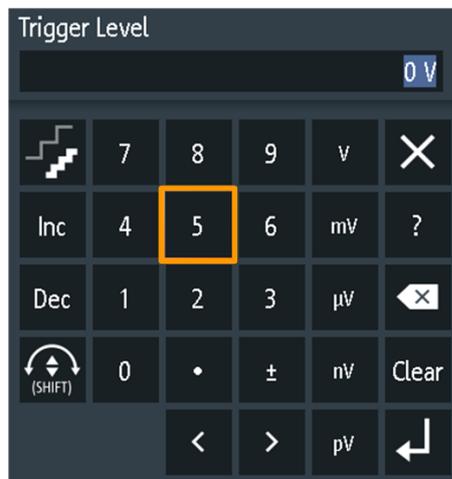
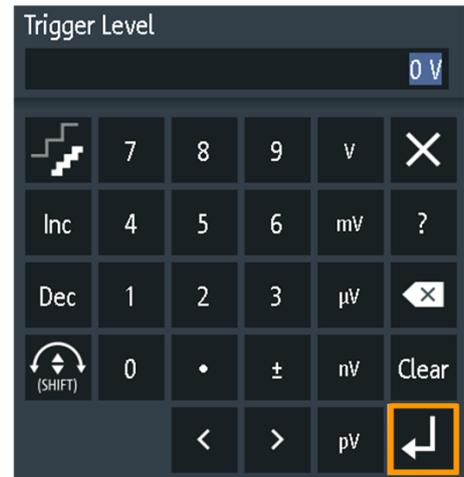


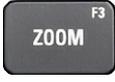
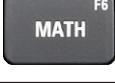
Bild 2-11: Einen numerischen Wert und die Einheit über das Tastenfeld eingeben

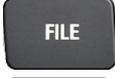
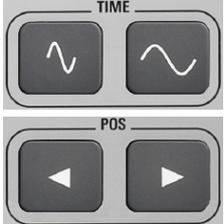


Mit dem Button [SHIFT] wird der Drehradfokus im Tastenfeld umgeschaltet. Liegt der Fokus auf dem Eingabefeld, ändert sich beim Drehen des Rads der Wert. Liegt der Fokus im unteren Teil, werden mit dem Drehrad Zahlen und Einheit ausgewählt.

### 2.4.1.3 Tasten an der Frontplatte verwenden

Einen Überblick über die Tasten an der Frontplatte gibt [Bild 2-3](#).

Taste	Kurz drücken	Lange drücken
	[AUTOSET] analysiert die aktiven Kanäle, passt die Geräteeinstellungen an und zeigt stabile Messkurven an.	
	[PRESET] setzt das Gerät auf die werksseitigen Grundeinstellungen zurück.	
	[MEAS] startet oder stoppt die zuletzt konfigurierten automatischen Messungen.	Öffnet oder schließt den Dialog „Meas“ zur Konfiguration der Messungen.
	[ZOOM] aktiviert oder deaktiviert den Zoom mit der letzten Konfiguration. Ist der Zoom aktiv, aber nicht im Fokus, wird er durch Drücken der Taste in den Fokus geholt.	Öffnet oder schließt den Dialog „Zoom“ zur Konfiguration der Zoomskalierung und -position.
	[CURSOR] startet oder stoppt die zuletzt konfigurierte Cursor-Messung. Ist der Cursor aktiv, aber nicht im Fokus, setzt das Drücken der Taste den Fokus auf die erste Cursor-Linie.	Öffnet oder schließt den Dialog „Cursor“ zur Konfiguration der Messung.
	[MATH] schaltet die mathematische Messkurve ein oder aus.	Öffnet oder schließt den Dialog „Math“ zur Konfiguration der mathematischen Messkurve.
	Erfordert die Logikanalyseoption R&S RTH-B1 (MSO). Die Wirkung hängt vom Zustand der digitalen Kanäle ab: Sind alle digitalen Kanäle inaktiv, werden sie mit der Taste eingeschaltet und der Fokus darauf gesetzt. Sind die digitalen Kanäle aktiv, aber nicht im Fokus, wird mit der Taste der Fokus darauf gesetzt. Ist der Fokus auf digitale Kanäle gesetzt, werden sie mit der Taste ausgeschaltet.	Öffnet oder schließt den Dialog „Logic“ zur Konfiguration digitaler Kanäle.
	Aktiviert oder deaktiviert den seriellen Bus. Eine Tastenfunktion erfordert mindestens eine Option für serielle Triggerung und Decodierung. Verfügbare Optionen sind im Spezifikationsdokument aufgelistet.	Öffnet oder schließt den Dialog „Bus“ zur Konfiguration serieller Protokolle.
	[SHIFT] öffnet einen Dialog zum Speichern und Laden von Geräteeinstellungen.	Zwei Sekunden lang drücken, um den Touchscreen zu deaktivieren oder zu aktivieren.
	Ist ein Dialog oder Menü geöffnet, wird er bzw. es mit [BACK] geschlossen. Ist das Menü geschlossen, wird mit der Taste der Fokus zwischen fokussiertem Element im Diagramm und Menütaste umgeschaltet.	

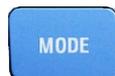
Taste	Kurz drücken	Lange drücken
  	Öffnet oder schließt den Dialog „Mode“, „File“ bzw. „Setup“.	
	Speichert die Messdokumentation: Nur Screenshot, wenn „One-Touch“ (one touch) aktiv ist. ZIP-Datei mit ausgewählten Daten, wenn „One-Touch“ (one touch) inaktiv ist.	Öffnet oder schließt den Dialog „Screenshot“ zur Konfiguration des Screenshots und der „One-Touch“ (one touch)-Ausgabe.
Alle R&S RTH:  Nur R&S RTH1004: 	Die Wirkung hängt vom Kanalzustand ab: Ist der Kanal inaktiv, wird er mit der Taste eingeschaltet und der Fokus darauf gesetzt. Die Taste leuchtet auf. Ist der Kanal aktiv, aber nicht im Fokus, wird mit der Taste der Fokus darauf gesetzt. Die Taste leuchtet auf.	Öffnet oder schließt den Dialog „Vertical“ für den entsprechenden Kanal zur Konfiguration der Kanaleinstellungen.
Nur R&S RTH1002: 	[DMM] startet oder stoppt die Multimeter-Messungen (entspricht [MODE] = „Meter“). [DMM REL] aktiviert oder deaktiviert relative Multimeter-Messungen.	Öffnet oder schließt den Dialog „Meter“ zur Konfiguration der Messungen.
	[TIME] und [POS] stellen die horizontale Zeitskala und Position des Triggerzeitpunkts ein.	
	[RANGE] und [POS] legen die vertikale Skalierung (vertikale Empfindlichkeit) und die vertikale Position der fokussierten Messkurve fest (analog oder Kanal, mathematische oder Referenzmesskurve).	
	[SIGNAL OFF] schaltet die fokussierte Messkurve aus.	
	[RUN STOP] startet und stoppt die Erfassung.	
	[SETUP] öffnet oder schließt den Dialog „Trigger“ zur Auswahl des Triggertyps und zur Anpassung der Triggereinstellungen.	

Taste	Kurz drücken	Lange drücken
	[LEVEL] aktiviert den Triggerpegel, der mit dem Drehrad eingestellt werden soll. Hat der Triggertyp zwei Triggerpegel, wird durch Drücken der Taste zwischen dem oberen und unteren Pegel umgeschaltet.	
	[ACQUIRE] öffnet oder schließt den Dialog „Acquire“ zum Einstellen des Erfassungsmodus.	
	[Power]-Taste: schaltet das Gerät ein oder aus	

## 2.4.2 Modus auswählen

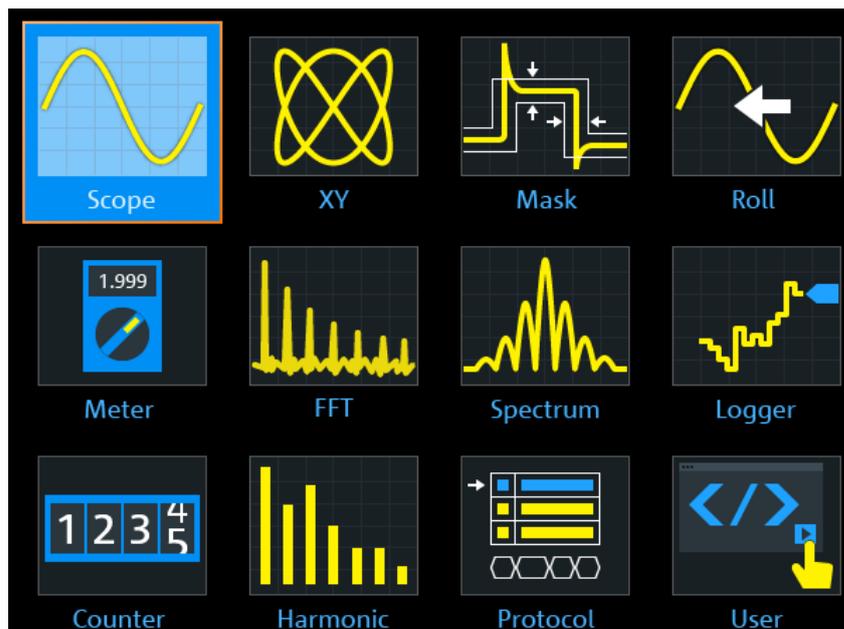
Ein Modus umfasst alle Einstellungen und Funktionen, die zur Ausführung einer Messaufgabe benötigt werden. Die Auswahl des Modus ist der erste Schritt beim Messaufbau.

1. Drücken Sie die Taste [MODE].



2. Wählen Sie den Modus aus:

- Auf dem Touchscreen: Tippen Sie auf das Symbol für den gewünschten Modus.
- Verwenden der Bedienelemente: Drehen Sie das Rad, bis der gewünschte Modus markiert ist, und drücken Sie die Drehradtaste, um den Modus auszuwählen.



Fernsteuerbefehl:

OP [:MODE] auf Seite 320

### 2.4.3 Anzeigen eines unbekanntes Signals

Das R&S RTH kann unbekannte, komplexe Signale automatisch anzeigen. Die Funktion [AUTOSET] analysiert die aktivierten Kanalsignale und passt horizontale, vertikale und Triggereinstellungen für das Anzeigen stabiler Messkurven an.

1. Drücken Sie die Taste [PRESET].



[PRESET] setzt das Gerät auf eine werksseitige Grundeinstellung zurück. Die vorherige benutzerdefinierte Konfiguration wird aufgehoben, und alle Kanäle außer Kanal 1 werden deaktiviert.

2. Drücken Sie die Taste [AUTOSET].



Die Messkurve wird angezeigt.

### 2.4.4 Informationen und Hilfe aufrufen

In den meisten Dialogen erklären Grafiken die Bedeutung der ausgewählten Einstellung. Wenn Sie weitere Informationen benötigen, können Sie die Hilfe öffnen, die Funktionsbeschreibungen der Einstellungen mit Links zu den entsprechenden Fernsteuerbefehlen sowie Hintergrundinformationen enthält.

**Hinweis:** Bei geöffnetem Hilfefenster können Sie nur die Tasten [SHIFT] und [BACK] verwenden. Andere Tasten funktionieren möglicherweise nicht wie erwartet. Schließen Sie das Hilfefenster, bevor Sie die Tasten verwenden.

#### 2.4.4.1 Hilfe anzeigen

- „[Hilfefenster öffnen](#)“ auf Seite 37
- „[Informationen zu einer Einstellung anzeigen](#)“ auf Seite 38
- „[Hilfefenster schließen](#)“ auf Seite 39

#### Hilfefenster öffnen

- ▶ Tippen Sie auf das Symbol „Hilfe“ (Help) ganz oben im Menü.



Wenn ein Dialog geöffnet ist, wird das Hilfethema des Dialogs neben dem Dialog angezeigt.

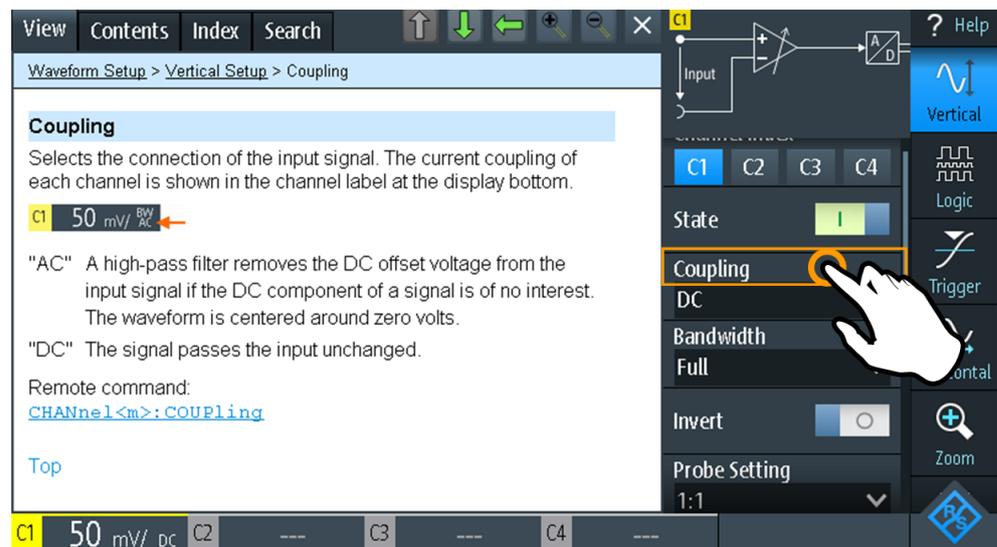
Wenn ein Menü geöffnet ist, wird das Inhaltsverzeichnis angezeigt.

### Informationen zu einer Einstellung anzeigen

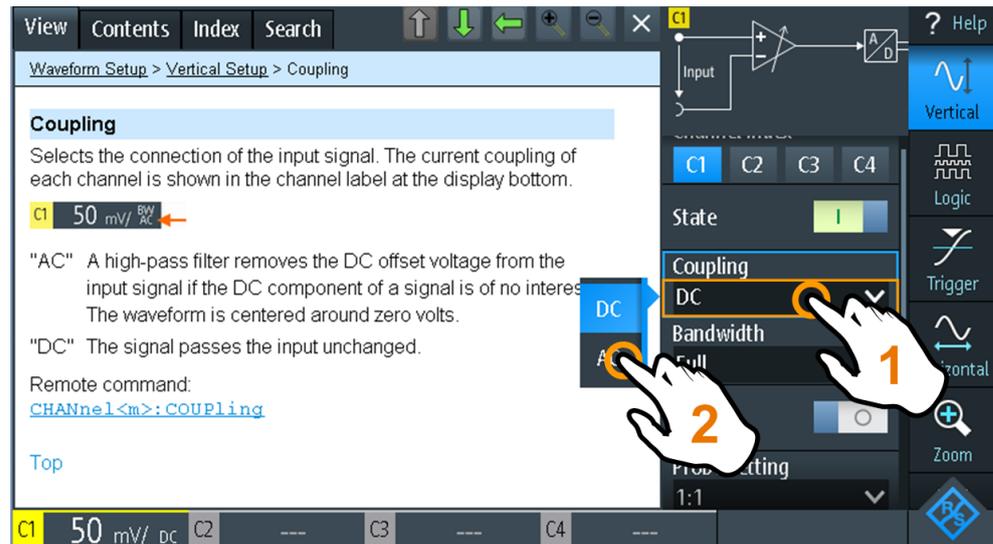
Wenn ein Dialog und das Hilfenfenster geöffnet sind, lassen sich die Informationen zu jeder Einstellung des Dialogs leicht aufrufen.

- Tippen Sie auf den *Namen* der Einstellung.

Das entsprechende Hilfethema wird geöffnet.



Wenn Sie auf den *Schalter* oder das *Eingabefeld* tippen, können Sie die Einstellung anpassen, ohne das Hilfenfenster zu schließen.



### Hilfefenster schließen

- ▶ Tippen Sie auf das Symbol „Schließen“ in der rechten oberen Ecke des Hilfefensters oder drücken Sie [BACK].

#### 2.4.4.2 Hilfefenster verwenden

Das Hilfefenster enthält mehrere Registerkarten:



- „Ansicht“ (View): zeigt das ausgewählte Hilfethema an.
- „Inhalt“ (Contents): enthält ein Inhaltsverzeichnis der Hilfethemen.
- „Index“: enthält Indexeinträge für die Suche nach Hilfethemen.
- „Suche“ (Search): ermöglicht eine Textsuche.

Die Symbolleiste des Hilfefensters enthält folgende Buttons:



- Auf- und Abwärtspfeile: Zum Navigieren in den Themen in der Reihenfolge des Inhaltsverzeichnisses. Aufwärts = vorheriges Thema, Abwärts = nächstes Thema.
- Links- und Rechtspfeile: Navigieren in den zuvor besuchten Themen: links = zurück, rechts = vorwärts.
- Lupen: Vergrößern oder Verkleinern der Schrift.
- ×: schließt das Hilfefenster.

### Im Index nach einem Hilfethema suchen

Der Index ist alphabetisch sortiert. Sie können in der Liste blättern oder nach Einträgen suchen.

1. Tippen Sie auf die Registerkarte „Index“.

2. Tippen Sie auf das Eingabefeld am Anfang der Liste.
3. Geben Sie einige Zeichen des Suchbegriffs ein.  
Sie können mit der Backspace-Taste einzelne Zeichen und mit „Löschen“ (Clear) alle Zeichen im Feld „Suchbegriff“ (Keyword) löschen.
4. Tippen Sie auf die Taste [Enter].  
Daraufhin werden nur Indexeinträge angezeigt, die den Suchbegriff enthalten.
5. So löschen Sie den Suchbegriff:
  - a) Tippen Sie erneut auf das Eingabefeld.
  - b) Tippen Sie auf „Löschen“ (Clear).
  - c) Tippen Sie auf die Taste [Enter].

#### In der Hilfe nach einer Textzeichenfolge suchen

1. Tippen Sie auf die Registerkarte „Suche“ (Search).
2. Tippen Sie oben auf das Eingabefeld.
3. Geben Sie die gesuchten Wörter ein.  
Wenn Sie mehrere durch Leerzeichen getrennte Wörter eingeben, werden Themen gefunden, die alle Wörter enthalten.  
Damit eine Zeichenfolge aus mehreren Wörtern gefunden wird, muss sie in Anführungszeichen gesetzt werden. Zum Beispiel werden bei einer Suche nach *"trigger mode"* alle Themen gefunden, die genau die Zeichenfolge *"trigger mode"* enthalten. Bei einer Suche nach *trigger mode* werden alle Themen gefunden, die die Wörter *trigger* und *mode* enthalten.
4. Tippen Sie auf die Taste [Enter].  
Es wird eine Liste mit Suchergebnissen angezeigt.
5. Sie können die Suche eingrenzen, indem Sie „Nur ganzes Wort“ (Match Whole Word) und „Groß-/Kleinschreibung“ (Match Case) verwenden und auf „Suche starten“ (Start Search) tippen.

## 2.5 Wartung und Unterstützung

Das Messgerät bedarf keiner regelmäßigen Wartung. Lediglich die Reinigung des Instruments ist wichtig.

### 2.5.1 Reinigen

Die Reinigung des Produkts ist hier beschrieben: [„Produkt reinigen“](#) auf Seite 11.

Benutzen Sie zur Reinigung keine Flüssigkeiten. Reinigungsmittel, Lösungsmittel, Säuren und Basen können die Beschriftung der Frontplatte, Kunststoffteile und das Display beschädigen.

## 2.5.2 Kontakt Customer Support

### Technischer Support – wo und wann immer Sie ihn benötigen

Kontaktieren Sie unser Customer Support Center, wenn Sie eine schnelle, fachkundige Hilfe zu einem Rohde & Schwarz Produkt benötigen. Ein Team aus hochqualifizierten Ingenieuren bietet Unterstützung und erarbeitet mit Ihnen Lösungen für all Ihre Fragen rund um Bedienung, Programmierung oder Anwendung von Rohde & Schwarz Produkten.

### Kontaktdaten

Kontaktieren Sie unser Customer Support Center unter [www.rohde-schwarz.com/support](http://www.rohde-schwarz.com/support) oder folgen Sie diesem QR-Code:



Bild 2-12: QR-Code zur Support-Seite von Rohde & Schwarz

## 2.5.3 Informationen für den technischen Support

Wenn Sie auf Probleme stoßen, die Sie nicht selbst lösen können, wenden Sie sich an Ihr Rohde & Schwarz Support-Center, siehe [Kapitel 2.5.2, „Kontakt Customer Support“](#), auf Seite 41. Unsere Mitarbeiter im Support Center sind bestens geschult, um Sie beim Lösen von Problemen zu unterstützen.

Das Support Center kann schneller und effizienter Lösungen finden, wenn Sie ihm Informationen über das Messgerät sowie eine Fehlerbeschreibung zur Verfügung stellen. Zum Erstellen, Erfassen und Speichern der erforderlichen Informationen können Sie einen Servicebericht erstellen. Dieser enthält den Fehlerbericht, alle relevanten Setup-Informationen, Berichts- und Protokolldateien sowie die Konfiguration des Messgeräts (Gerätekonfiguration).

1. Drücken Sie , oder öffnen Sie das Menü „Setup“.
2. Blättern Sie nach unten.
3. Tippen Sie auf „Wartung“ (Maintenance).
4. Wählen Sie „Service“.
5. Tippen Sie auf „Service Report“.

Das Messgerät legt die `.report`-Datei an und speichert sie auf dem USB-Flash-Gerät (sofern angeschlossen) oder auf der microSD-Karte.

6. Fügen Sie die Berichtsdatei als Anhang an eine E-Mail an, in der Sie das Problem beschreiben. Schicken Sie die E-Mail an die im Internet angegebene Customer-Support-Adresse für Ihre Region.

## 2.5.4 Datenspeicherung und -sicherheit

Das Gerät wird mit eingesetzter 4-GByte-microSD-Karte geliefert und ist betriebsbereit. Es wird empfohlen, die microSD-Karte nicht zu entfernen.

Alle Gerätekonfigurationsdaten und Benutzerdaten werden auf der microSD-Karte gespeichert. Außerdem ist eine Fallback-Firmware auf der microSD-Karte gespeichert, um das Messgerät booten zu können, falls ein Update fehlschlägt.

Wenn Sie das Messgerät in einer gesicherten Umgebung verwenden, beachten Sie das Dokument "Sicherheitsverfahren für Messgeräte", das Sie auf der R&S RTH-Webseite finden. Sie können die microSD-Karte entfernen, bevor das Messgerät diesen Bereich verlässt. Der Steckplatz für die microSD-Karte befindet sich unter der rechten Abdeckung unter dem Akkusatz.

Wenn Sie mehr Speicher benötigen, können Sie die microSD-Karte auch auswechseln. Das Gerät unterstützt microSD-Karten mit bis zu 32 GByte.

## 2.5.5 Transport, Lagerung und Verpackung

### Transport

Um das Messgerät zu schützen und es sicher und einfach an einen anderen Arbeitsplatz zu transportieren, ist ein Softcase vorgesehen. Die Bestellnummer ist im Spezifikationsdokument angegeben. Die maximale Transporthöhe ohne Druckkompensation beträgt 4600 m über Normalnull.

### Lagerung

Schützen Sie das Produkt gegen Staub. Stellen Sie sicher, dass die Umgebungsbedingungen, z. B. Temperaturbereich und klimatische Belastung, den im Spezifikationsdokument angegebenen Werten entsprechen.

### Verpacken

Verwenden Sie das Originalverpackungsmaterial. Es besteht aus einer antistatischen Schutzhülle gegen elektrostatische Entladungen und einem speziell für das Produkt entwickelten Verpackungsmaterial.

Falls die Originalverpackung nicht verfügbar ist, verwenden Sie ähnliche Materialien, die den gleichen Schutzgrad bieten. Sie können auch bei Ihrem lokalen Service-Center von Rohde & Schwarz um Rat fragen.

## 2.5.6 Entsorgung

Rohde & Schwarz ist zu einer sorgsamem, umweltschonenden Nutzung natürlicher Ressourcen und zur Minimierung des ökologischen Fußabdrucks seiner Produkte verpflichtet. Helfen Sie uns, indem Sie Abfall so entsorgen, dass die Auswirkungen auf die Umwelt auf ein Minimum reduziert werden.

### Entsorgung elektrischer und elektronischer Betriebsmittel

Am Ende seiner Lebensdauer darf ein Produkt, das wie folgt gekennzeichnet ist, nicht über den normalen Hausmüll entsorgt werden. Auch die Entsorgung über städtische Abgabestellen für Elektro- und Elektronik-Altgeräte ist nicht gestattet.



**Bild 2-13: Kennzeichnung gemäß EU Richtlinie WEEE (Elektro- und Elektronik-Altgeräte)**

Rohde & Schwarz hat ein Entsorgungskonzept zur umweltschonenden Entsorgung oder Wiederverwertung von Abfallstoffen entwickelt. Rohde & Schwarz erfüllt als Hersteller seine Verpflichtung zur Rücknahme und Entsorgung elektrischer und elektronischer Altgeräte in vollem Umfang. Setzen Sie sich zur Entsorgung des Produkts mit Ihrem lokalen Kundendienst in Verbindung.

## 3 Einrichten von Messkurven

### 3.1 Tastköpfe anschließen

1. Schließen Sie einen oder mehrere Tastköpfe an die Kanaleingänge auf der Oberseite des Messgeräts an.
2. Um eine möglichst genaue Messkurvenanzeige und optimale Messergebnisse zu erhalten, trennen Sie alle redundanten Verbindungen: Netzteil, USB-Stick, DMM-Testkabel und ungenutzte Kanäle.
3. Drücken Sie die [CH]-Taste des verwendeten Eingangs und halten Sie sie gedrückt.
4. Wählen Sie „Tastkopfeinstellung“ (Probe Setting) aus.
5. **WARNUNG!** Stromschlaggefahren durch Hochspannungen.  
Stellen Sie sicher, dass das Teilverhältnis auf dem Gerät auf den verwendeten Tastkopf eingestellt wird. Andernfalls geben die Messergebnisse nicht den tatsächlichen Spannungspegel wieder und Sie schätzen das tatsächliche Risiko möglicherweise falsch ein.

Wählen Sie den Teilerfaktor des Tastkopfs aus:

- Um einen gemeinsamen Teilerfaktor einzustellen, wählen Sie ihn in der Liste.
- Einstellen eines benutzerdefinierten Teilerfaktor:
  - Wählen Sie „Benutzer“ (User) aus.
  - Stellen Sie den „Teilerfaktor“ (Probe Factor) ein.

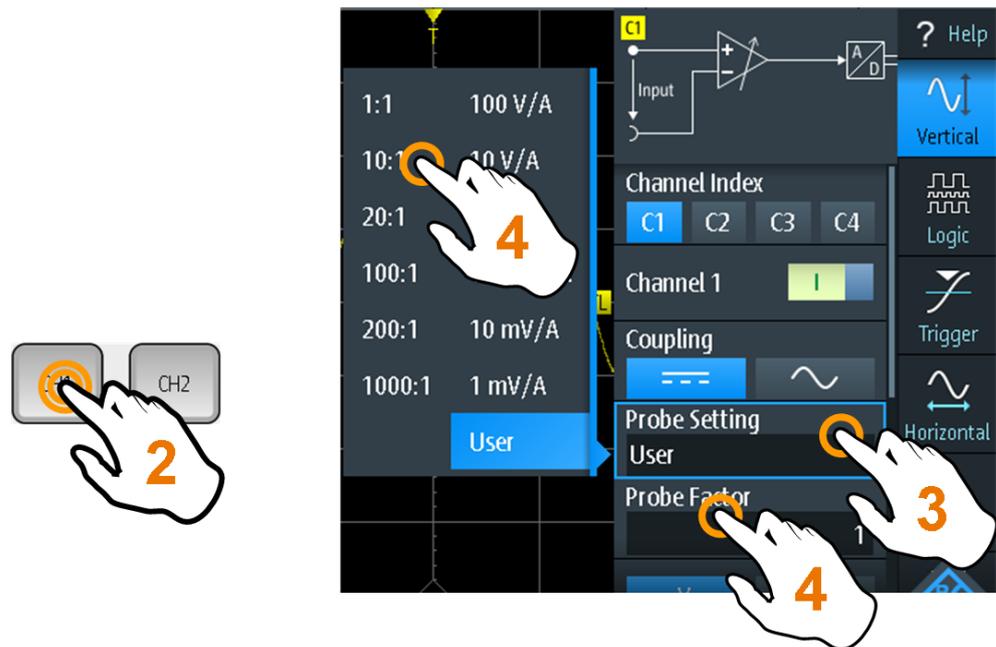
Den Teilerfaktor des Tastkopfs finden Sie auf dem Tastkopf.

#### **Keine Dämpfung mit AC-Kopplung:**

Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.

#### **Strommessungen:**

Bei Strommessungen mit einem Shunt müssen Sie den V/A-Wert des Widerstands mit der Dämpfung des Tastkopfs multiplizieren. Wenn Sie beispielsweise einen 1  $\Omega$ -Widerstand und einen 10:1-Tastkopf verwenden, beträgt der V/A-Wert des Widerstands 1 V/A. Der Teilerfaktor des Tastkopfes beträgt 0,1, und die sich daraus ergebende Strom-Tastkopfdämpfung beträgt 100 mV/A.



6. Schalten Sie den Messkreis aus.
7. Schließen Sie den Tastkopf an das Messobjekt an.
8. Schalten Sie den Messkreis ein.

### 3.2 Vertikale Einstellung

Die Bedienelemente und Parameter des vertikalen Systems passen die Skalierung und Position der Messkurve vertikal an.



1. Stellen Sie die vertikale Skalierung und Position mit den [RANGE]- und [POS]-Tasten ein.



2. Wenn Sie weitere vertikale Einstellungen anpassen möchten, wählen Sie „Vertical“ im Hauptmenü aus.

Vertikale Skalierung und vertikale Position wirken sich direkt auf die Auflösung der Messkurvenamplitude aus. Um die volle Auflösung zu erhalten, sollten die Messkurven einen möglichst großen Teil der Anzeigehöhe abdecken.

### 3.2.1 Vertikale Einstellungen

Solange das Menü „Vertical“ geöffnet ist, werden die Tastkopfeinstellungen aktiver Kanäle auf dem Display angezeigt.



#### Kanalindex (Channel Index)

Gibt den zu konfigurierenden Kanal an. Alle Einstellungen im Kanalmenü beziehen sich auf den ausgewählten Kanal.

Sie können auch kurz auf die Kanaltaste drücken, um einen Kanal auszuwählen. Wenn Sie die Kanaltaste länger drücken, wird das zugehörige Kanalmenü geöffnet.

#### Kanal <n> (Channel <n>)

Schaltet den ausgewählten Kanal ein oder aus.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:STATe](#) auf Seite 322

#### Kopplung (Coupling)

Gibt den Anschluss für das Eingangssignal an. Die aktuelle Kopplung jedes Kanals wird im Kanal-Label am unteren Rand des Displays angezeigt.





AC-Kopplung. Ein Hochpassfilter entfernt die DC-Offsetspannung aus dem Eingangssignal, wenn der DC-Anteil eines Signals nicht von Interesse ist. Die Messkurve wird bei null Volt zentriert.

Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.



DC-Kopplung; das Signal passiert den Eingang unverändert.

Fernsteuerbefehl:

`CHANnel<m>:COUPling` auf Seite 324

### Tastkopfeinstellung (Probe Setting)

Gibt den Teilerfaktor des angeschlossenen Tastkopfs an. Die vertikale Skalierung wird entsprechend angepasst und die Messwerte werden mit diesem Faktor multipliziert, sodass die angezeigten Werte den tatsächlichen Signalwerten entsprechen.

Stellen Sie sicher, dass das Teilverhältnis auf dem Gerät auf den verwendeten Tastkopf eingestellt wird. Andernfalls geben die Messergebnisse nicht den tatsächlichen Spannungspegel wieder und Sie schätzen das tatsächliche Risiko möglicherweise falsch ein.

Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.

Im Menü sind die gemeinsamen Teilerfaktoren aufgelistet. Wenn der gewünschte Faktor nicht in der Liste aufgeführt ist, wählen Sie „Benutzer“ (User), und stellen Sie den **Teilerfaktor (Probe Factor)** ein.

Fernsteuerbefehl:

`CHANnel<m>:PROBe` auf Seite 322

### Teilerfaktor (Probe Factor)

Legt einen benutzerdefinierten Teilerfaktor fest, wenn der Tastkopf eine ungewöhnliche Dämpfung hat, sowie die Einheit (V oder A). Die Einstellung ist verfügbar, wenn „Tastkopfeinstellung“ (Probe Setting) auf „Benutzer“ (User) eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

`PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual` auf Seite 323

`PROBe<m>:SETup:ATTenuation:UNIT` auf Seite 323

### Offset

Legt eine Offset-Spannung fest, die subtrahiert wird, um ein Signal mit einem DC-Anteil zu korrigieren. Der vertikale Mittelpunkt des ausgewählten Kanals wird um den Offset-Wert verschoben, und das Signal wird innerhalb des Diagrammbereichs neu positioniert. Negative Offsetwerte verschieben die Messkurve nach oben, positive Werte nach unten.

Fernsteuerbefehl:

`CHANnel<m>:OFFSet` auf Seite 324

### Bandbreite (Bandwidth)

Gibt die Bandbreitengrenze an. Die volle Gerätebandbreite gibt den Frequenzbereich an, den das Gerät mit einer Dämpfung von weniger als 3 dB genau erfassen und anzeigen kann.

Bei analogen Anwendungen bestimmt die höchste Signalfrequenz die erforderliche Oszilloskopbandbreite. Die Oszilloskopbandbreite sollte mindestens um das Dreifache über der maximalen Frequenz im analogen Testsignal liegen, um die Amplitude mit hoher Genauigkeit zu messen.

Die meisten Testsignale sind komplexer als eine einfache Sinuswelle und enthalten mehrere Spektralanteile. Ein digitales Signal setzt sich beispielsweise aus mehreren ungeraden Harmonischen zusammen. Bei digitalen Signalen sollte die Oszilloskopbandbreite mindestens um das Fünffache über der zu messenden Taktfrequenz liegen.

Das Oszilloskop ist kein autonomes System. Sie benötigen einen Tastkopf zum Messen des Signals und der Tastkopf hat auch eine begrenzte Bandbreite. Durch die Kombination von Oszilloskop und Tastkopf entsteht eine Systembandbreite. Um den Einfluss des Tastkopfs auf die Systembandbreite zu verringern, sollte die Tastkopfbandbreite die Bandbreite des Oszilloskops überschreiten; der empfohlene Faktor ist 1,5 x Oszilloskopbandbreite.

Siehe auch: [Kapitel 3.2.2, „Wirkung des Bandbreitenfilters“](#), auf Seite 50.

Bei FFT-Analysen bestimmt die Kanalbandbreite auch den Frequenzbereich, der im Spektrum angezeigt wird (siehe [„Frequenzbereich“](#) auf Seite 120).

„Full“ Bei voller Bandbreite werden alle Frequenzen im angegebenen Bereich erfasst und angezeigt. Für die meisten Anwendungen wird die volle Bandbreite verwendet.

„x MHz, x kHz“ Frequenzgrenze. Frequenzen oberhalb der ausgewählten Grenze werden entfernt, um Rauschen bei unterschiedlichen Pegeln zu verringern. Begrenzte Bandbreite wird im Kanal-Label angezeigt.



Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:BANDwidth](#) auf Seite 325

### Invert

„Invert“ aktiviert die Invertierung der Signalamplitude. Invertieren bedeutet, dass die Spannungswerte aller Signalkomponenten gegenüber dem horizontalen Display-Mittelpunkt gespiegelt werden. Die Invertierung wird in den Messkurvenbezeichnern durch die Linie über dem Kanalnamen signalisiert.

Die Invertierung wirkt sich nur auf die Anzeige des Signals aus, nicht aber auf den Trigger. Beispiel: Wenn das Oszilloskop auf die steigende Flanke triggert, wird der Trigger durch die Invertierung nicht verändert, aber die tatsächlich steigende Flanke wird als fallende Flanke dargestellt.

Die Autoset-Funktion setzt die Invertierung nicht zurück. Im Spektrum-Modus invertiert die Funktion auch das Eingangskanalsignal, nicht aber das Spektrum.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:POLarity](#) auf Seite 325

**Deskew**

Gibt eine Verzögerung für den ausgewählten Kanal an.

Deskew kompensiert Laufzeitdifferenzen zwischen Kanälen, die durch unterschiedliche Kabellängen, Tastköpfe und andere Quellen verursacht werden. Korrekte Deskew-Werte sind wichtig für eine genaue Triggerung. Die Laufzeitdifferenz kann zu einer nicht synchronen Messkurvenanzeige führen. Zum Beispiel hat ein Signal auf einem Koaxkabel mit einer Länge von 1 Meter eine Laufzeit von typischerweise 5,3 ns.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:DESKew](#) auf Seite 325

**Technologie (Technology), Wert (Value)**

Gibt den Schwellenwert für den Abruf des Signalzustands an. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand hoch (1 bzw. "true" für boolesche Logik). Liegt der Signalwert dagegen unter dem Schwellenwert, gilt der Signalzustand als niedrig (0 bzw. "false"). Der Schwellenwert wird vom Muster- und Zustandstrigger verwendet.

Wenn eine Protokolloption installiert ist und der Kanal im Bus genutzt wird, wird der konfigurierte Kanalschwellenwert auch in der Buskonfiguration verwendet. Die Werte sind im Menü „Vertical“ und in Buskonfigurationsdialogen identisch.

„Technologie“ Wählen Sie einen vordefinierten Wert für eine der gebräuchlichsten (Technology) Technologien oder „Benutzer“ (User) zur Definition eines individuellen Schwellenwerts aus.

„Wert“ (Value) Legen Sie einen individuellen Schwellenwert fest, wenn „Technologie“ (Technology) auf „Benutzer“ (User) eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:THReshold:TECHnology](#) auf Seite 326

[CHANnel<m>:THReshold:USER](#) auf Seite 326

[CHANnel<m>:THReshold:THReshold?](#) auf Seite 327

**Schwelle suchen (Find Threshold)**

Analysiert das Signal und stellt den Schwellenwert auf 50% der Amplitude ein.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel](#) auf Seite 327

**Schwelle anzeigen (Show Threshold)**

Zeigt den Schwellenwertpegel auf dem Display an.

**[RANGE] Tasten**

Die vertikalen [RANGE]-Tasten stellen die vertikale Skalierung (vertikale Empfindlichkeit) der ausgewählten Messkurve ein.

Im FFT-Modus stellen die [RANGE]-Tasten die Skalierung für den Amplitudenbereich (y-Achse) in der Spektrumanzeige ein.

Im „Zähler“-Modus stellen die [RANGE]-Tasten den Messbereich ein.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:SCALE](#) auf Seite 322

[CHANnel<m>:RANGe](#) auf Seite 322

FFT-Modus:

[SPECTrum:FREQuency:MAGNitude:SCALe](#) auf Seite 376

Spektrum-Modus:

[SPECTrum:FREQuency:SCALe](#) auf Seite 380

Zähler-Modus:

[COUNter<m>:SENSe:RANGe](#) auf Seite 434

### [POS] Tasten

Verschieben das ausgewählte Signal im Diagramm nach oben oder nach unten. Die Position ist eine grafische Einstellung, angegeben in Skalenteilen, während der Offset eine Spannung einstellt.

Sie können auch den Kanalmarker auf dem Bildschirm an eine andere Position ziehen.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:POSition](#) auf Seite 324

Spektrum-Modus:

[SPECTrum:FREQuency:POSition](#) auf Seite 380

## 3.2.2 Wirkung des Bandbreitenfilters

Tiefpassfilter verringern die Geschwindigkeit des Signals innerhalb des Messgeräts und verursachen eine Verzögerung des Signals auf dem Bildschirm. Die Verzögerungszeit ist vom ausgewählten Filter abhängig.

In der folgenden Tabelle wird die ungefähre Verzögerung des Signals durch die verschiedenen Filter aufgeführt.

**Tabelle 3-1: Ungefähre Signalverzögerung abhängig vom Bandbreitenfilter**

Filter	Verzögerung	Filter	Verzögerung
200 MHz	30,2 ns	500 kHz	9,07 µs
100 MHz	30,7 ns	200 kHz	22,13 µs
50 MHz	138,5 ns	100 kHz	43,87 µs
20 MHz	145 ns	50 kHz	87,47 µs
10 MHz	166,5 ns	20 kHz	218 µs
5 MHz	193 ns	10 kHz	434,7 µs
2 MHz	270,5 ns	5 kHz	869,3 µs
1 MHz	4,71 µs	2 kHz	2,173 ms
		1 kHz	4,347 ms

## 3.3 Horizontale Einstellung

Horizontale Einstellungen, auch als Zeitbasiseinstellungen bekannt, passen die Anzeige in horizontaler Richtung an.

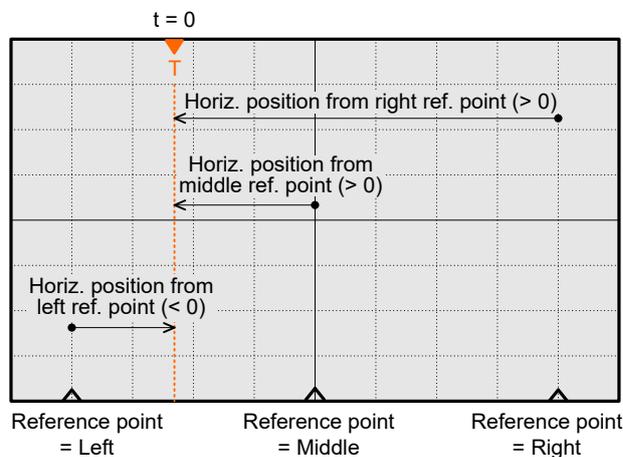


1. Stellen Sie die Zeitbasis und horizontale Position mit den [TIME]- und [POS]-Tasten ein.



2. Wenn Sie alle horizontalen Einstellungen anpassen möchten, wählen Sie „Horizontal“ im Hauptmenü aus.

Der entscheidende Punkt einer Erfassung ist der Triggerzeitpunkt. Zwei Parameter legen die Position des Triggerpunktes fest: Referenzpunkt und horizontale Position (auch als Triggeroffset oder Verzögerung bekannt). Über diese Parameter wählen Sie den Teil der Messkurve aus, den Sie sehen möchten: um den Trigger herum, vor oder nach dem Trigger.



### Signalverzögerung

Wenn Sie eine Bandbreitengrenze festgelegt haben, erscheint das Signal möglicherweise verzögert auf dem Bildschirm. Die Verzögerungszeit ist vom ausgewählten Filter abhängig. Die Wirkung ist sichtbar, wenn mehrere Signale mit unterschiedlichen Grenzwerten angezeigt werden.

Siehe auch: [Kapitel 3.2.2, „Wirkung des Bandbreitenfilters“](#), auf Seite 50.



### Beschreibung von Einstellungen



**Zeitskala (Time Scale)**

Stellt die Zeitskala (Zeitbasis) auf der horizontalen Achse für alle Signale in Sekunden pro Skalenteil (s/div) ein. Der Wert wird in der oberen Informationsleiste angezeigt.

Erhöhen Sie den Wert, um einen größeren Teil der Messkurve zu sehen. Verringern Sie den Wert, um mehr Details des Signals zu sehen. Es gibt einen Punkt auf der Skala, der bei einer Änderung des Skalenwerts seine Position auf dem Bildschirm beibehält - den Referenzpunkt.

Sie können die Zeitskala auch mit den [TIME]-Tasten einstellen.

**Hinweis:** Im FFT-Modus kann die Zeitskala je nach ausgewählter Frequenzdarstellungsbreite eingeschränkt sein, siehe „[Frequenzbereich](#)“ auf Seite 123.

Fernsteuerbefehl:

`TIMEbase:SCALE` auf Seite 327

`TIMEbase:RANGe` auf Seite 328

**Horizontale Position (Horizontal Position)**

Legt die horizontale Position des Triggerzeitpunkts im Verhältnis zum Referenzpunkt fest. Die Triggerposition wird durch ein farbiges Dreieck am oberen Rand des Diagramms markiert.

Der Triggerzeitpunkt kann auch außerhalb des Diagramms gesetzt und das Signal für einen gewissen Zeitraum vor und nach dem Trigger analysiert werden. In diesem Fall wird der Triggermarker auf der linken oder rechten Seite des Diagramms angezeigt.

Sie können die horizontale Position auch mit den [POS]-Tasten einstellen.

Fernsteuerbefehl:

`TIMEbase:HORizontal:POSition` auf Seite 328

**Referenzpunkt (Reference Point)**

Definiert den Zeitreferenzpunkt im Diagramm. Sie können den Referenzpunkt in die Mitte setzen oder rechts daneben, um das Signal vor dem Trigger zu sehen. Befindet sich der Referenzpunkt links daneben, sehen Sie das Signal nach dem Trigger.

Fernsteuerbefehl:

`TIMEbase:REFerence` auf Seite 328

## 3.4 Erfassungssteuerung

Die Erfassungseinstellungen legen die Verarbeitung der erfassten Abtastwerte im Gerät fest.



- ▶ Zum Anpassen der Erfassungseinstellungen die Taste [ACQUIRE] drücken oder im Hauptmenü „Acquire“ auswählen.



- ▶ Zum Starten oder Stoppen einer Erfassung die Taste [RUN STOP] drücken.



Das R&S RTH erfasst das Eingangssignal und wandelt es in digitale Abtastwerte um. Die digitalen Abtastwerte werden gemäß den Erfassungseinstellungen verarbeitet. Das Ergebnis ist eine Messkurvenaufzeichnung, die auf dem Bildschirm angezeigt und im Speicher abgelegt wird.

### Beschreibung von Einstellungen



Bild 3-1: Acquire-Menü des R&S RTH1002 (ohne Mixed-Signal-Option R&S RTH-B1)

#### Erfassungsmodus (Acquisition Mode)

Gibt an, wie die Messkurve aus den erfassten Abtastwerten erstellt wird. Es gibt zwei allgemeine Methoden zum Erstellen der Messkurvenaufzeichnung: Abtastdezimierung und Messkurvenarithmetik.

Bei der Abtastdezimierung wird der Datenstrom des ADC zu einem Strom von Messkurvenpunkten mit niedriger Abtastrate und einer weniger genauen Zeitbereichsauflösung reduziert. Das R&S RTH verwendet Dezimierung, wenn die Messkurve „Abtastrate Rate C1 - C4“ (Sampling Rate C1 - C4) kleiner als die ADC-Abtastrate ist. Die Erfassungsmodi „Sample“, „Peak Detect“ und „Hochauflösend“ (High Resolution) sind Dezimierungsmethoden.

Bei der Messkurvenarithmetik wird die endgültige Messkurve aus mehreren aufeinanderfolgenden Erfassungen des Signals erstellt. Die Erfassungsmodi „Mittelwert“ (Average) und „Hüllkurve“ (Envelope) sind arithmetische Methoden.

„Sample“      Einer von n Abtastwerten wird in einem Abtastintervall als Messkurvenpunkt aufgezeichnet, die anderen Abtastwerte werden verworfen. In der Regel werden mit diesem Erfassungsmodus die meisten Signale optimal angezeigt, aber sehr kurze Störimpulse bleiben bei dieser Methode möglicherweise unerkannt.

„Peak Detect“	Das Minimum und Maximum von n Abtastwerten werden als Messkurvenpunkte aufgezeichnet, die anderen Abtastwerte werden verworfen. So kann das Gerät schnelle Signalspitzen bei langsamen Zeitskalaereinstellungen erkennen, die mit anderen Erfassungsmethoden nicht erkannt würden.
„Hochauflösend“ (High Resolution)	Der Mittelwert von n erfassten Abtastpunkten wird als ein einziger Messkurvenpunkt aufgezeichnet. Die Mittelung reduziert das Rauschen; das Ergebnis ist eine genauere Messkurve mit höherer vertikaler Auflösung.
„Mittelwert“ (Average)	Der Mittelwert wird aus den Daten der aktuellen Erfassung und mehrerer vorhergehender Erfassungen berechnet. Die Methode reduziert Zufallsrauschen. Sie erfordert ein stabiles, getriggertes und regelmäßiges Signal. Die Anzahl der Erfassungen für die Mittelwertberechnung wird mit <a href="#">Anzahl Mittelungen (Number of Averages)</a> festgelegt.
„Hüllkurve“ (Envelope)	Die minimalen und maximalen Werte in einem Abtastintervall über mehrere Erfassungen hinweg werden gespeichert. Aus den extremsten Werten aller Erfassungen wird die Hüllkurve erstellt. Das sich daraus ergebende Diagramm zeigt zwei Hüllkurvenformen: Die Minima (Boden) und die Maxima (Dach) stellen die Grenzen dar, in denen das Signal auftritt.

Fernsteuerbefehl:

[ACQUIRE:MODE](#) auf Seite 329

#### **Anzahl Mittelungen (Number of Averages)**

Gibt die Anzahl Messkurven für die Berechnung der Mittelwertmesskurve an.

Fernsteuerbefehl:

[ACQUIRE:AVERAGE:COUNT](#) auf Seite 329

#### **Messkurve zurücksetzen (Reset Waveform)**

Führt einen Neustart der Hüllkurven- und Mittelwertberechnung durch.

Fernsteuerbefehl:

[ACQUIRE:ARESET:IMMEDIATE](#) auf Seite 330

#### **Abtastrate Rate C1 - C4 (Sampling Rate C1 - C4)**

„Abtastrate Rate C1 - C4“ (Sampling Rate C1 - C4) zeigt die Anzahl aufgezeichneter analoger Messkurvenpunkte pro Sekunde an. Die Abtastrate ist der reziproke Wert der Auflösung.

#### **Abtastrate D7 - D0 (Sampling Rate D7 - D0)**

„Abtastrate D7 - D0“ (Sampling Rate D7 - D0) zeigt die Anzahl aufgezeichneter digitaler Messkurvenpunkte pro Sekunde an. Ist nur verfügbar, wenn die Mixed-Signal-Option R&S RTH-B1 installiert ist und Logikkanäle aktiv sind.

#### **Vorgewählte Aufzeichnungslänge (Preselected Record Len.)**

Legt die Aufzeichnungslänge fest.

„Max“ Legt die maximale Aufzeichnungslänge fest.

„Mitte“ Begrenzt die Aufzeichnungslänge auf 12,5 ksample.

„Min“ Begrenzt die Aufzeichnungslänge auf 1,25 ksampl.

Fernsteuerbefehl:

[ACQUIRE:POINTs:PRESelect](#) auf Seite 330

#### **Akt. Aufzeichnungslänge C1 - C4 (Act. Record Len. C1 - C4)**

„Akt. Aufzeichnungslänge C1 - C4“ (Act. Record Len. C1 - C4) zeigt die tatsächliche Aufzeichnungslänge analoger Kanäle an. Der tatsächliche Wert kann unter dem mit „[Vorgewählte Aufzeichnungslänge \(Preselected Record Len.\)](#)“ auf Seite 54 eingestellten Wert liegen, was von verschiedenen Bedingungen abhängt:

- Anzahl aktiver Kanäle
- „Erfassungsmodus“ (Acquisition Mode) ist „Peak Detect“ oder „Hochauflösend“ (High Resolution)
- Wenn die History-Option R&S RTH-K15 installiert ist: „Anzahl Segmente“ (Number of Segments). Ein hoher Wert für „Anzahl Segmente“ (Number of Segments) kann die Aufzeichnungslänge begrenzen.
- Wenn analoge und digitale Kanäle im Rollmodus aktiv sind, wird die minimale Aufzeichnungslänge der analogen oder digitalen Kanäle verwendet.
- Bei langsamen Zeitbasis-Einstellungen: siehe [Aktualisierung Messkurve \(Waveform Update\)](#).

Wenn die „Zeitskala“ (Time Scale) auf 100 s/div oder höher eingestellt ist, kann die tatsächliche Aufzeichnungslänge größer sein als der mit „[Vorgewählte Aufzeichnungslänge \(Preselected Record Len.\)](#)“ auf Seite 54 eingestellte Wert.

#### **Akt. Aufzeichnungslänge D7 - D0 (Act. Record Len. D7 - D0)**

„Akt. Aufzeichnungslänge D7 - D0“ (Act. Record Len. D7 - D0) zeigt die tatsächliche Aufzeichnungslänge digitaler Kanäle an. Ist nur verfügbar, wenn die Mixed-Signal-Option R&S RTH-B1 installiert ist und Logikkanäle aktiv sind.

#### **Aktualisierung Messkurve (Waveform Update)**

Die Einstellung ist relevant, wenn die Zeitskala  $\geq 50$  ms/div beträgt. Bei diesen langsamen Zeitbasis-Einstellungen können Sie auswählen, wie die erfassten Abtastwerte angezeigt werden.

„Zwischenstufe“ (Intermediate) Die erfassten Abtastwerte werden angezeigt, bevor die Erfassung abgeschlossen ist. In diesem Modus ist die Aufzeichnungslänge auf 125 ksampl begrenzt.

„Nach vollständiger Erfassung“ (After full acquisition) Die erfassten Abtastwerte werden angezeigt, wenn die gesamte Erfassung aufgezeichnet wurde. Je nach der gewählten Zeitskala dauert es einige Zeit, bis die Messkurve sichtbar ist. Dieser Modus begrenzt die Aufzeichnungslänge nicht und wird immer für Zeitskalen  $< 50$  ms/div verwendet.

Fernsteuerbefehl:

[ACQUIRE:WAVEformupd](#) auf Seite 330

#### **Erfassungen pro Sekunde (Acquisitions per Second)**

„Erfassungen pro Sekunde“ (Acquisitions per Second) zeigt die Anzahl erfasster Messkurven pro Sekunde an.

**[RUN STOP] Taste**

Startet und stoppt die Erfassung.

Fernsteuerbefehl:

[RUN](#) auf Seite 329

[STOP](#) auf Seite 329

### 3.5 Rollmodus

Der Rollmodus bewirkt, dass die erfassten Eingabedaten auf dem Display von rechts nach links verschoben werden. Das Gerät zeigt die Messkurve sofort an, ohne auf deren vollständige Erfassung zu warten. Im Rollmodus wird das ungetriggerte Signal angezeigt. Verwenden Sie den Rollmodus für langsame Signale, die sich nicht wiederholen.

Im Rollmodus sind folgende Erfassungsmodi verfügbar: Sample (Abtastwert), High Resolution und Peak Detect.



So aktivieren Sie den Rollmodus:

1. Drücken Sie die Taste [MODE].
2. Wählen Sie „Roll“ aus.

Zur Analyse des Signals im Rollmodus dienen:

- Zoom
- Automatische Messungen
- Cursor-Messungen
- Mathematik

Sie können die Messkurvendaten auch speichern. Die Speicherung stoppt die Erfassung. Die Erfassung wird wieder aufgenommen, wenn die Daten geschrieben werden.

### 3.6 Trigger

Triggerung bedeutet, den interessanten Teil der relevanten Messkurven zu erfassen. Durch Auswahl des richtigen Triggertyps und bei richtiger Konfiguration aller Trigger-einstellungen können verschiedene Ereignisse in Signalen erkannt werden.

Ein Trigger tritt auf, wenn die Triggerbedingungen erfüllt sind. Das Gerät erfasst kontinuierlich und behält die Abtastpunkte bei, um den Pretrigger-Teil der Messkurvenaufzeichnung zu füllen. Nach Auftreten des Triggers setzt das Gerät die Erfassung fort, bis der Posttrigger-Teil der Messkurvenaufzeichnung gefüllt ist. Danach wird die Erfassung gestoppt und die Messkurve angezeigt. Wird ein Trigger erkannt, akzeptiert das Gerät einen weiteren Trigger erst, wenn die Erfassung abgeschlossen ist.

Es gibt folgende Triggerbedingungen:

- Quelle des Triggersignals (Kanal)

- Triggertyp und seine Einstellung, einschl. eines oder mehrerer Triggerpegel
- Triggermodus

Darüber hinaus sind die horizontale Position des Triggerzeitpunkts und der Referenzpunkt für die Anzeige des interessanten Teils des Signals wichtig. Siehe [Kapitel 3.3, „Horizontale Einstellung“](#), auf Seite 50.

Triggerpegel und -position sind im Raster markiert. Die Marker haben die Farbe der Triggerquelle. Informationen zu den wichtigsten Triggereinstellungen werden in der oberen Informationsleiste angezeigt.



**Bild 3-2: Triggerinformationen: Pulsbreitentrigger auf Kanal 2, Einzeltriggermodus**



- ▶ Zum Anpassen aller Triggereinstellungen die Taste [SETUP] drücken.
- ▶ Den Triggerpegel mit einer der folgenden Methoden einstellen:
  - Ziehen Sie den Triggerpegelmarker auf der rechten Seite der Anzeige an die gewünschte Position.
  - Drücken Sie die Taste [LEVEL] und drehen Sie das Rad.  
Hat der Triggertyp zwei Triggerpegel, drücken Sie die Taste [LEVEL] erneut, um zwischen dem oberen und unteren Pegel umzuschalten. Drücken Sie alternativ das Drehrad.
  - Drücken Sie die Taste [SETUP]. Wählen Sie „Triggerpegel“ (Trigger Level) aus und geben Sie den Pegelwert ein.
- ▶ Zum Starten und Stoppen der Erfassung die Taste [RUN STOP] drücken.

### 3.6.1 Allgemeine Triggereinstellungen

Allgemeine Triggereinstellungen sind die Einstellungen, die vom Triggertyp unabhängig sind. Triggertypspezifische Einstellungen werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

## ☰ Beschreibung von Einstellungen



### Trigger-Modus (Trigger Mode)

Der Triggermodus bestimmt das Verhalten des Geräts, wenn kein Trigger auftritt, und auch die Anzahl erfasster Messkurven, wenn ein Trigger auftritt.

- |          |  |
|----------|--|
| „Auto“   | Wenn die Triggerbedingungen nicht erfüllt sind, wiederholt das Gerät die Triggerung nach einer bestimmten Zeitspanne. Tritt ein echter Trigger auf, wird dieser vorrangig behandelt. Dieser Modus erleichtert es, bereits vor Festlegen des Triggers die Messkurve darzustellen. Aufeinanderfolgende Messkurven werden nicht am selben Punkt der Messkurve getriggert. |
| „Normal“ | Das Gerät erfasst Messkurven kontinuierlich bei jedem Auftreten eines Triggers. Tritt kein Trigger auf, wird keine Messkurve erfasst und stattdessen die zuletzt erfasste Messkurve angezeigt. Wurde zuvor noch keine Messkurve aufgezeichnet, wird nichts angezeigt.  |
| „Single“ | Tritt ein Trigger auf, erfasst das Gerät eine einzige Messkurve und stoppt die Erfassung.  |

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:MODE](#) auf Seite 332

### Triggertyp (Trigger Type)

Gibt den Triggertyp an, der den Triggerzeitpunkt definiert.

- [Kapitel 3.6.2, „Flankentrigger“](#), auf Seite 60
- [Kapitel 3.6.3, „Glitch-Trigger“](#), auf Seite 61
- [Kapitel 3.6.4, „Pulsbreitentrigger“](#), auf Seite 62
- [Kapitel 3.6.5, „Video/TV-Trigger“](#), auf Seite 64

R&S RTH-K19 Triggeroptionen

- [Kapitel 3.6.7, „Mustertrigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 69
- [Kapitel 3.6.8, „Zustandstrigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 72
- [Kapitel 3.6.9, „Runt-Trigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 73
- [Kapitel 3.6.10, „Anstiegszeitentrigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 74

- [Kapitel 3.6.11, „Data2Clock-Trigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 76
- [Kapitel 3.6.12, „Trigger für serielle Muster \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 78
- [Kapitel 3.6.13, „Timeout-Trigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 81
- [Kapitel 3.6.14, „Intervalltrigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 82
- [Kapitel 3.6.15, „Fenstertrigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 83

Optionen mit besonderen Triggern

- [Kapitel 3.6.16, „Bustrigger \(R&S RTH-K1, K2, K3, K9 und K10\)“](#), auf Seite 85

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:TYPE` auf Seite 333

### Quelle (Source)

Gibt die Triggerquelle an, den Kanal, auf dem die Triggerbedingung geprüft wird. Es werden alle möglichen Kanäle aufgelistet. Sie können auf jedem Kanal triggern, mit dem ein Signal verbunden ist, selbst wenn der Kanal nicht aktiv ist.

Für die meisten Triggertypen können analoge und digitale Kanäle als Triggerquelle genutzt werden. Für digitale Kanäle ist Option R&S RTH-B1 erforderlich. Für Video-, Runt- und Anstiegszeitentrieger sind nur analoge Kanäle verfügbar.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SOURce` auf Seite 332

### Triggerpegel (Trigger Level)

Stellt den Triggerspannungspegel ein.

Für den Video/TV-Trigger ist der Triggerpegel der Schwellenwert des Sync-Pulses. Stellen Sie sicher, dass der Triggerpegel die Synchronisierungspulse des Videosignals kreuzt.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LEVel<m>:VALue` auf Seite 333

### Holdoff-Modus (Holdoff Mode)

Gibt die Methode zur Definition des Holdoff an.

Das Trigger-Holdoff legt fest, wann der nächste Trigger nach dem aktuellen Trigger erkannt wird. Es wirkt sich daher auf den Trigger aus, der nach dem aktuellen Trigger auftreten soll. Holdoff trägt zu einer stabilen Triggerung bei, wenn das Oszilloskop auf nicht erwünschte Ereignisse triggert.



„Aus“ (Off)

Kein Holdoff

„Zeit“ (Time)

Gibt das Holdoff als einen Zeitraum an. Der nächste Trigger tritt nur auf, wenn die „Zeit (Time)“ auf Seite 60 abgelaufen ist.

„Ereignisse“ (Events)	Definiert das Holdoff als eine Anzahl von Triggerereignissen. Der nächste Trigger tritt nur auf, wenn diese Anzahl Ereignisse erreicht wird. Die Anzahl auszulassender Trigger wird in „Ereignisse (Events)“ auf Seite 60 angegeben.
„Zufällig“ (Random)	Definiert das Holdoff als eine durch „Min. Zeit (Min Time) / Max. Zeit (Max Time)“ auf Seite 60 begrenzte Zufallszeit. Das Gerät wählt für jede Erfassung eine neue, zufällige Holdoff-Zeit aus dem angegebenen Bereich aus. Zufälliges Holdoff verhindert, dass die Synchronisation Effekte erkennt, die mit synchronisierter Triggerung unsichtbar sind, z. B. die Eigenschaften einer Pulsfolge.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:HOLDoff:MODE` auf Seite 333

#### **Zeit (Time) ← Holdoff-Modus (Holdoff Mode)**

Legt die Zeit fest, die mindestens vergehen muss, bis der nächste Trigger auftritt.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:HOLDoff:TIME` auf Seite 334

#### **Ereignisse (Events) ← Holdoff-Modus (Holdoff Mode)**

Legt die Anzahl Trigger fest, die ausgelassen werden sollen, bis der nächste Trigger auftritt.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:HOLDoff:EVENTs` auf Seite 334

#### **Min. Zeit (Min Time) / Max. Zeit (Max Time) ← Holdoff-Modus (Holdoff Mode)**

Legt den Zeitbereich für die zufällige Holdoff-Zeit fest. Das Gerät wählt für jede Erfassung eine neue, zufällige Holdoff-Zeit aus dem angegebenen Bereich aus.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:HOLDoff:MIN` auf Seite 334

`TRIGger:HOLDoff:MAX` auf Seite 334

#### **Rauschunterdrückung (Noise Reject)**

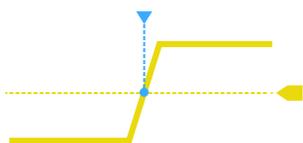
Aktiviert eine Hysterese, um unerwünschte Triggerereignisse zu vermeiden, die durch Rauschschwingungen rund um den Triggerpegel verursacht werden.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:MNR` auf Seite 334

### **3.6.2 Flankentrigger**

Der Flankentrigger ist der gebräuchlichste Triggertyp. Der Trigger tritt auf, wenn das Signal von der Triggerquelle den Triggerpegel in der angegebenen Richtung (Flanke) passiert.



### Beschreibung von Einstellungen



Bild 3-3: Flankentrigger

#### Flanke (Slope)

Legt die Flankenrichtung für den Trigger fest. Sie können triggern auf:

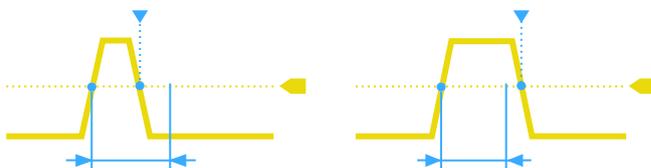
- - steigende Flanke, also eine positive Spannungsänderung
- - fallende Flanke, also eine negative Spannungsänderung
- - steigende und fallende Flanke

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:EDGE:SLOPe](#) auf Seite 335

### 3.6.3 Glitch-Trigger

Der Glitch-Trigger erkennt Pulse, die kürzer oder länger als eine angegebene Zeit sind. Er erkennt Abweichungen von der Nenndatenrate und hilft dabei, Ursachen sogar von seltenen Störpulsen und ihre Wirkung auf andere Signale zu analysieren.



### ☰ Beschreibung von Einstellungen



#### **Polarität (Polarity)**

Gibt die Impulspolarität an, also die Richtung der ersten Impulsflanke. Sie können triggern auf:

- Positive Impulse. Die Breite wird von der steigenden zur fallenden Flanke definiert.
- Negative Impulse. Die Breite wird von der fallenden zur steigenden Flanke definiert.
- Sowohl positive als auch negative Impulse

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:GLITch:POLarity](#) auf Seite 335

#### **Bereich (Range)**

Dient zur Auswahl der zu erkennenden Störimpulse: kürzer oder länger als der spezifizierte Wert „[Breite \(Width\)](#)“ auf Seite 62.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:GLITch:RANGe](#) auf Seite 335

#### **Breite (Width)**

Legt die Pulsbreite des Störimpulses fest.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:GLITch:WIDTh](#) auf Seite 336

### 3.6.4 Pulsbreitentrigger

Der Pulsbreitentrigger vergleicht die gemessene Pulsbreite (Dauer eines Pulses) mit einem vorgegebenen Zeitlimit. Er erkennt Pulse mit einer exakten Pulsbreite, Pulse, die kürzer oder länger als eine vorgegebene Zeit sind, und Pulse, die innerhalb oder außerhalb des zulässigen Zeitraums liegen. Die Pulsbreite wird am Triggerpegel gemessen.

Mit dem Pulsbreitentriger lässt sich die Pulsbreite präziser definieren als mit dem Glitch-Trigger. Mithilfe der Bereichseinstellungen „Kürzer“ und „Länger“ kann aber auch auf Störimpulse getriggert werden.

### Beschreibung von Einstellungen



Bild 3-4: Pulsbreitentriger

#### Polarität (Polarity)

Gibt die Impulspolarität an, also die Richtung der ersten Impulsflanke. Sie können triggern auf:

- Positive Impulse. Die Breite wird von der steigenden zur fallenden Flanke definiert.
- Negative Impulse. Die Breite wird von der fallenden zur steigenden Flanke definiert.
- Sowohl positive als auch negative Impulse

Fernsteuerbefehl:

`TRIGGER:WIDTH:POLARITY` auf Seite 336

#### Bereich (Range)

Gibt an, wie die gemessene Pulsbreite mit den vorgegebenen Grenzwerten verglichen wird.

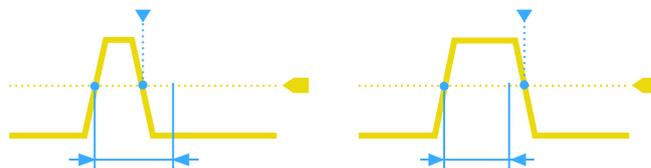
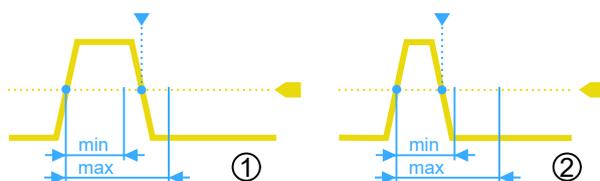
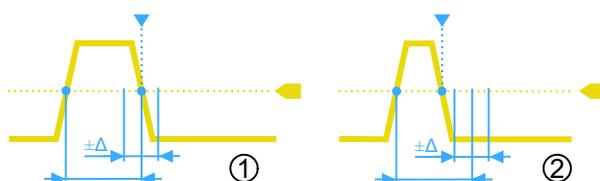


Bild 3-5: Pulsbreite ist kürzer oder länger als eine vorgegebene Breite (wie Glitch-Trigger)



**Bild 3-6: Pulsbreite liegt innerhalb oder außerhalb eines Bereichs**

- 1 = Innerhalb, Puls > minimale Breite UND Puls < maximale Breite  
 2 = Außerhalb, Puls < minimale Breite ODER Puls > maximale Breite



**Bild 3-7: Pulsbreite ist gleich oder ungleich einer vorgegebenen Breite, mit optionaler Toleranz**

- 1 = Gleich, Puls > Breite -  $\Delta$  UND Puls < Breite +  $\Delta$   
 2 = Ungleich, Puls < Breite -  $\Delta$  ODER Puls > Breite +  $\Delta$

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:WIDTh:RANGe` auf Seite 336

### Breite (Width)

Legt die Breite für die Vergleiche Gleich, Ungleich, Kürzer und Länger fest.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:WIDTh:WIDTh` auf Seite 337

### ±Toleranz (±Tolerance)

Gibt einen Toleranzbereich ( $\Delta t$ ) für die angegebene **Breite (Width)** an, wenn der Vergleichsbereich gleich oder ungleich ist. Setzen Sie die Toleranz auf 0, um auf eine exakte Pulsbreite zu triggern.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:WIDTh:DELTA` auf Seite 337

### Min. Breite (Min Width) / Max. Breite (Max Width)

Legen Sie den unteren und oberen Zeitgrenzwert zur Definition des Zeitraums fest, wenn „Innerhalb“ oder „Außerhalb“ für Vergleiche eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:WIDTh:MIN` auf Seite 337

`TRIGger:WIDTh:MAX` auf Seite 337

## 3.6.5 Video/TV-Trigger

Der TV- oder Video-Trigger wird zur Analyse analoger Basisbandvideosignale verwendet. Es kann auf Basisbandvideosignale von normal- und hochauflösenden Standards und auch auf benutzerdefinierte Signale getriggert werden.

Das Gerät triggert auf den Zeilenanfang - den H-Synchronimpuls. Sie können auf alle Zeilen triggern oder eine Zeilennummer angeben. Sie können auch auf den Halbbild- oder Vollbildanfang triggern.

### 3.6.5.1 Standard-TV-Triggereinstellungen

Zugriff: [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Video/TV“

Trigger Type	Video/TV	▼
Source	C3	▼
Standard	PAL	▼
Signal Polarity	Positive	▼
Mode	All Fields	▼
Trigger Level	0 V	

#### Standard

Dient zur Auswahl der TV-Norm oder von „Kundenspez.“ für benutzerdefinierte Signale.

Die Normen PAL, PAL-M, NTSC und SECAM sind in der Geräte-Firmware verfügbar. Für alle anderen Normen ist die Triggeroption R&S RTH-K19 erforderlich.

HDTV-Normen werden durch die Anzahl aktiver Zeilen, das Bildabtastungssystem (p für progressives Abtastverfahren, i für Zeilensprungabtastung) und die Vollbildfrequenz angegeben. Bei der Zeilensprungabtastung wird statt der Vollbildfrequenz die Teilbildfrequenz verwendet. 1080p/24sF ist eine HDTV-Norm mit progressiv segmentierter Vollbildabtastung.

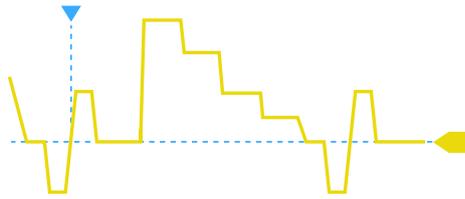
„Kundenspez.“ kann für Signale anderer Videosysteme, z. B. medizinische Displays, Videomonitore und Sicherheitskameras, verwendet werden. Um auf diese Signale zu triggern, müssen Sie den Pulstyp und die Länge des Synchronimpulses sowie das Abtastungssystem und die Zeilenperiode angeben.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:TV:STANdard](#) auf Seite 338

#### Signalpolarität (Signal Polarity)

Gibt die Polarität des Signals an. Es ist zu beachten, dass der Synchronimpuls die gegensätzliche Polarität hat, z. B. hat ein positives Signal einen negativen Synchronimpuls.



**Bild 3-8: Signal mit positiver Polarität und Tri-Level-Synchronimpuls**

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:TV:POLarity](#) auf Seite 338

### Modus (Mode)

Gibt die Zeilen oder Halbbilder an, auf denen das Gerät triggert. Welche Modi verfügbar sind, hängt vom Abtastungssystem der ausgewählten Norm ab.

„Alle Felder“	Triggert auf die erste Videozeile des Vollbilds (progressives Abtastverfahren) oder Halbbilds (Zeilensprungabtastung), um beispielsweise Amplitudendifferenzen zwischen den Halbbildern zu finden.
„Ungerade Felder / Gerade Felder“	Triggert auf die erste Videozeile des ungeraden oder geraden Halbbilds. Diese Modi sind für Zeilensprungabtastung (PAL, PAL-M, SECAM, NTSC, 1080i) und progressiv segmentierte Vollbildabtastung (1080p/24sF) verfügbar. Sie können zum Beispiel zur Analyse der Komponenten eines Videosignals verwendet werden.
„Alle Zeilen“	Triggert auf den Zeilenanfang aller Videozeilen, um beispielsweise maximale Videopegel zu finden.
„Zeilennummer“	Triggert auf eine angegebene Zeile. Geben Sie in „Zeile“ die Zeilennummer ein.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:TV:MODE](#) auf Seite 339

### Zeilen # (Line #)

Gibt die Nummer der zu triggenden Zeile an, wenn „Modus“ (Mode) auf „Zeilennummer“ eingestellt ist. Normalerweise werden die Zeilen des Vollbilds gezählt, beginnend mit dem Vollbildanfang.

Bei NTSC-Signalen werden die Zeilen pro Halbbild gezählt, nicht pro Vollbild. Deshalb müssen das „Feld“ (Field) (ungerade oder gerade) und die Zeilennummer im Halbbild angegeben werden.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:TV:LINE](#) auf Seite 339

[TRIGger:TV:LFIeld](#) auf Seite 339

### Triggerpegel (Trigger Level)

Gibt den Triggerpegel als den Schwellenwert für den Synchronimpuls an. Stellen Sie sicher, dass der Triggerpegel die Synchronimpulse des Videosignals kreuzt.

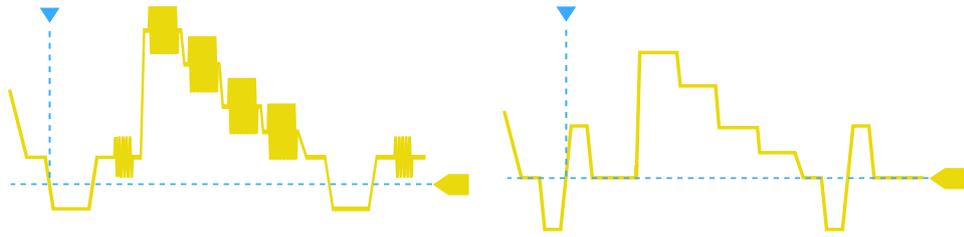


Bild 3-9: Triggerpegel mit Bi-Level-Synchronimpuls (links) und Tri-Level-Synchronimpuls (rechts)

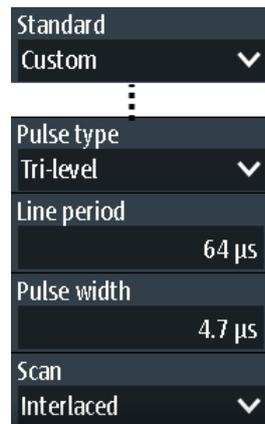
Fernsteuerbefehl:

`TRIGGER:LEVEL<m>:VALue` auf Seite 333

### 3.6.5.2 Einstellungen für kundenspezifische Videosignale (R&S RTH-K19)

Für die Triggerung auf kundenspezifische Videosignale sind, zusätzlich zu den Standard-TV-Triggerereinstellungen, weitere Einstellungen zur Beschreibung des Signals erforderlich.

- ▶ [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Video/TV“ > „Standard“ = „Kundenspez.“



#### Pulstyp (Pulse Type)

Gibt den Typ des Synchronimpulses an, entweder Bi-Level-Synchronimpuls (in SDTV-Signalen) oder Tri-Level-Synchronimpuls (in HDTV-Signalen).

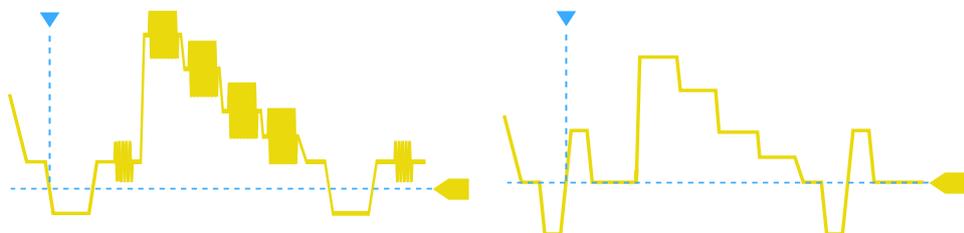


Bild 3-10: Bi-Level-Synchronimpuls (links) und Tri-Level-Synchronimpuls (rechts)

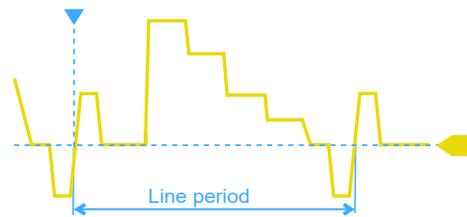
Diese Einstellung ist für benutzerdefinierte Videosignale verfügbar, wenn „Standard“ auf „Kundenspez.“ eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:TV:CUSTom:STYPe` auf Seite 340

### Zeilenperiode (Line Period)

Gibt die Dauer einer einzelnen Videozeile an, die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Synchronimpulsen.



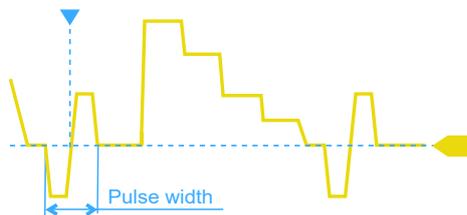
Diese Einstellung ist für benutzerdefinierte Videosignale verfügbar, wenn „Standard“ auf „Kundenspez.“ eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:TV:CUSTom:LDURation` auf Seite 340

### Pulsbreite (Pulse Width)

Gibt die Breite des Synchronimpulses an.



Diese Einstellung ist für benutzerdefinierte Videosignale verfügbar, wenn „Standard“ auf „Kundenspez.“ eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:TV:CUSTom:SDURation` auf Seite 340

### Scan

Gibt das Abtastungssystem an.

Diese Einstellung ist für benutzerdefinierte Videosignale verfügbar, wenn „Standard“ auf „Kundenspez.“ eingestellt ist.

- „Zeilensprung“ Bei der Zeilensprungabtastung wird aus zwei Halbbildern ein Vollbild erstellt. Ein Halbbild enthält alle ungeraden Zeilen (ungerades, erstes oder oberes Halbbild), das andere alle geraden Zeilen des Bilds (gerades, zweites oder unteres Halbbild). Zuerst werden die Zeilen des ungeraden Halbbilds, dann die Zeilen des geraden Halbbilds verarbeitet.
- „Progressiv“ Beim progressiven Abtastverfahren werden alle Zeilen eines Vollbilds nacheinander erfasst, übertragen und angezeigt.

„Segmentiert“ Bei progressiv segmentiertem Vollbild wird das progressive Abtastverfahren zum Erfassen des Vollbilds und die Zeilensprungabtastung zur Übertragung und Anzeige verwendet.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGGER:TV:CUSTOM:SCANmode](#) auf Seite 340

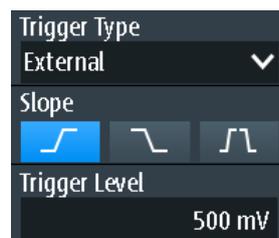
### 3.6.6 Externer Trigger (R&S RTH1002)

Der R&S RTH1002 verfügt über einen Flankentrigger zum Triggern auf ein externes Signal.

1. Verbinden Sie das externe Triggersignal mit dem DMM-Eingang:
  - a) Masse an schwarzen COM-Eingang.
  - b) Signal an roten Eingang.
2. Drücken Sie die Taste [SETUP].
3. Wählen Sie „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Extern“ aus.



#### Beschreibung von Einstellungen



#### Flanke (Slope)

Legt die Flankenrichtung für den Trigger fest. Es kann auf die steigende Flanke, die fallende Flanke oder steigende und fallende Flanken des externen Signals getriggert werden.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGGER:EXTERNAL:SLOPE](#) auf Seite 341

#### Triggerpegel (Trigger Level)

Stellt den Triggerspannungspegel ein.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGGER:EXTERNAL:LEVEL](#) auf Seite 341

### 3.6.7 Mustertrigger (R&S RTH-K19)

Der Mustertrigger funktioniert wie ein Logiktrigger. Er stellt logische Kombinationen der Eingangskanäle bereit und kann zur Prüfung des Betriebs der digitalen Logik verwendet werden. Wenn die Kanalzustände dem gewünschten Muster entsprechen, tritt der Mustertrigger auf. Zusätzlich zum Muster kann eine Zeitbedingung angegeben werden.

In diesem Fall tritt der Trigger auf, wenn die Musterdefinition für die angegebene Zeit wahr ist.

Der Mustertrigger hat keinen Triggerpegel, es sind nur Schwellenwerte zum Abrufen des Logikzustands von Signalen erforderlich.

- ▶ [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Muster“

### Beschreibung von Einstellungen

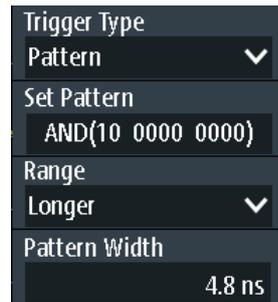


Bild 3-11: Mustertrigger

### Muster setzen (Set Pattern)

Definiert das Muster, also die Zustände der Eingangskanäle und ihre logische Kombination. Wenn R&S RTH-B1 installiert ist, sind auch aktive, digitale Kanäle in die Musterdefinition eingeschlossen.

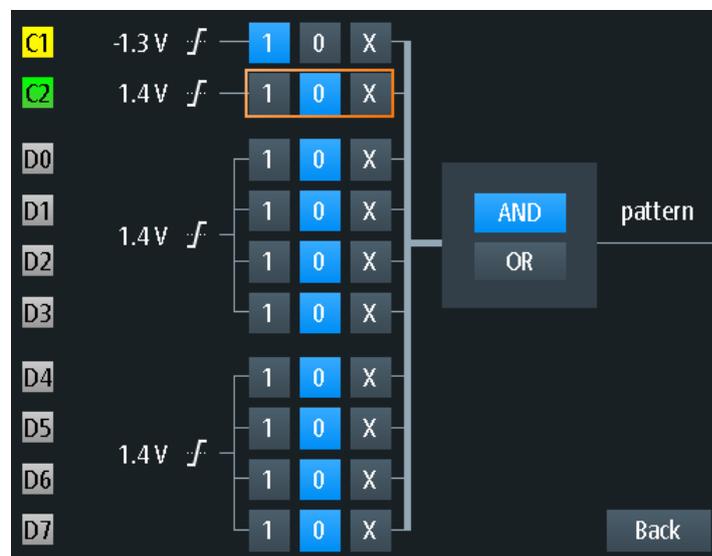


Bild 3-12: Musterdefinition

Der aktuelle Schwellenwert wird für jeden Kanal angezeigt. Für analoge Kanäle wird der Schwellenwert im Menü „Vertical“ > „Technologie“ (Technology) festgelegt. Für Logikkanäle wird der Schwellenwert im Menü „Logic“ festgelegt. Die Schwellenwerte vom Gerät können über „Pegel suchen“ angepasst werden.

Die Schalter definieren den Zustand jedes Kanals und legen die logische Kombination fest:

„1“	Der Signalwert liegt über dem definierten Schwellenwert.
„0“	Der Signalwert liegt unter dem definierten Schwellenwert.
„X“	Der Signalzustand hat keine Bedeutung.
„UND“	Wenn alle definierten Zustände wahr sind, hat die Musterdefinition das logische Ergebnis 1 (wahr).
„ODER“	Wenn mindestens einer der definierten Zustände wahr ist, hat die Musterdefinition das logische Ergebnis 1 (wahr).

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger: PATtern: STATE\[:CHANnel<m>\]](#) auf Seite 341

[TRIGger: PATtern: STATE: COMBination](#) auf Seite 342

### Bereich (Range)

Fügt eine zusätzliche Zeitbegrenzung zum definierten Muster hinzu.

„Ohne“	Es ist kein Zeitlimit festgelegt. Wenn das definierte Muster wahr ist, tritt der Mustertrigger auf.
„Timeout“	Gibt eine Mindestzeit an, während der die Signale der Musterdefinition entsprechen.
„Länger“	Ist das Muster wahr für eine längere Zeit als „Musterbreite“ (Pattern Width), tritt der Trigger auf.
„Kürzer“	Ist das Muster wahr für eine kürzere Zeit als „Musterbreite“ (Pattern Width), tritt der Trigger auf.
„Gleich“	Ist das Muster wahr für die Zeit „Musterbreite“ (Pattern Width) $\pm \Delta t$ („Toleranz“), tritt der Trigger auf.
„Ungleich“	Ist das Muster wahr für eine kürzere Zeit als „Musterbreite“ (Pattern Width) - $\Delta t$ ODER längere Zeit als „Musterbreite“ + $\Delta t$ , tritt der Trigger auf.
„Innerhalb“	Ist das Muster wahr für eine Zeit zwischen „Min. Musterbreite“ (Min Pattern Width) und „Max. Musterbreite“ (Max Pattern Width), tritt der Trigger auf.
„Außerhalb“	Ist das Muster wahr für eine kürzere Zeit als „Min. Musterbreite“ (Min Pattern Width) ODER längere Zeit als „Max. Musterbreite“ (Max Pattern Width), tritt der Trigger auf.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger: PATtern: WIDTH: RANGE](#) auf Seite 342

[TRIGger: PATtern: TIMEout\[: TIME\]](#) auf Seite 342

[TRIGger: PATtern: WIDTH\[: WIDTH\]](#) auf Seite 343

[TRIGger: PATtern: WIDTH: DELTa](#) auf Seite 343

[TRIGger: PATtern: WIDTH: MINWidth](#) auf Seite 343

[TRIGger: PATtern: WIDTH: MAXWidth](#) auf Seite 343

### 3.6.8 Zustandstrigger (R&S RTH-K19)

Der Zustandstrigger prüft, ob die Kanalzustände dem definierten Muster an der Taktflanke entsprechen. Der Trigger tritt auf, wenn die logische Kombination der Eingangskanäle am Kreuzungspunkt der ausgewählten Taktflanke und des Triggerpegels wahr ist.

- ▶ [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Zustand“



#### Beschreibung von Einstellungen

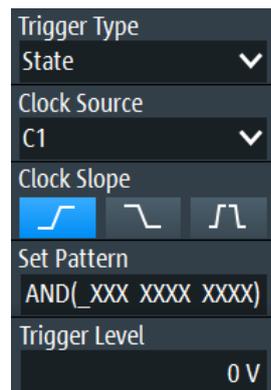


Bild 3-13: Zustandstrigger

#### Taktquelle (Clock Source)

Gibt den Eingangskanal des Taktsignals an.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:STATe:CSourCe\[:VALue\]](#) auf Seite 344

#### Taktflanke (Clock Slope)

Gibt die Flanke des Taktes an, an der das Gerät die Signalzustände prüft: auf der steigenden Flanke, auf der fallenden Flanke oder auf beiden Flanken.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:STATe:CSourCe:EDGE](#) auf Seite 344

#### Muster setzen (Set Pattern)

Definiert das Muster, also die Zustände der Eingangskanäle und ihre logische Kombination. Wenn R&S RTH-B1 installiert ist, sind auch aktive, digitale Kanäle in die Musterdefinition eingeschlossen.

Weitere Einzelheiten finden Sie in [Kapitel 3.6.7, „Mustertrigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 69.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:STATe:CHANnel<m>](#) auf Seite 344

[TRIGger:STATe:COMBination](#) auf Seite 344

### 3.6.9 Runt-Trigger (R&S RTH-K19)

Ein Runt ist ein Puls unterhalb der normalen Amplitude. Die Amplitude kreuzt den ersten Pegel zweimal nacheinander, ohne den zweiten zu kreuzen. Zusätzlich zum oberen und unteren Pegel können Sie auf dieselbe Weise wie für Pulsbreitentrigger ein Zeitlimit für den Runt definieren. Der Runt-Trigger kann beispielsweise Signalanteile erkennen, die unter einer angegebenen Schwellenwertamplitude bleiben, weil sich E/A-Anschlüsse in einem undefinierten Zustand befinden.

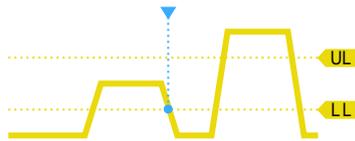


Bild 3-14: Runt-Trigger ohne Zeitlimits

- ▶ [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Runt“



#### Beschreibung von Einstellungen

Trigger Type	Runt		
Source	C1		
Polarity	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Range	Any Runt	Longer	Equal
Upper Trigger Level	0 V	Runt Width	Runt Width
Lower Trigger Level	0 V	4.8 ns	4.8 ns
		Upper Trigger Level	±Tolerance
		0 V	800 ps
		Lower Trigger Level	Upper Trigger Level
		0 V	0 V
			Lower Trigger Level
			0 V
			Range
			Inside
			Min Runt Width
			4 ns
			Max Runt Width
			5.6 ns
			Upper Trigger Level
			0 V
			Lower Trigger Level
			0 V

#### Oberer Triggerpegel (Upper Trigger Level) / Unterer Triggerpegel (Lower Trigger Level)

Legen Sie die oberen und unteren Spannungsschwellenwerte für den Runt-Trigger fest. Die Pegel definieren die minimalen und maximalen Runt-Amplituden.

Sie können auch die Taste [Level] drücken, um zwischen den oberen und unteren Pegeln umzuschalten, und mit dem Drehrad den fokussierten Pegel anpassen. Ist ein Triggerpegel im Fokus, kann auch durch Drücken des Drehrads zwischen den Pegeln umgeschaltet werden.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:LEVel<m>:RUNT:UPPer](#) auf Seite 345

[TRIGger:LEVel<m>:RUNT:LOWer](#) auf Seite 345

**Polarität (Polarity)**

Gibt die Impulspolarität an, also die Richtung der ersten Impulsflanke. Sie können triggern auf:

- Positive Impulse. Die Breite wird von der steigenden zur fallenden Flanke definiert.
- Negative Impulse. Die Breite wird von der fallenden zur steigenden Flanke definiert.
- Sowohl positive als auch negative Impulse

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:RUNT:POLarity` auf Seite 345

**Bereich (Range)**

Gibt ein zusätzliches Zeitlimit für den Runt an.

„Bel. Runt“ triggert auf alle Runts, die die Pegelbedingung erfüllen (ohne Zeitbegrenzung). Die anderen Vergleiche sind dieselben wie für den Pulsbreitentrigger (siehe „Bereich (Range)“ auf Seite 63).

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:RUNT:RANGe` auf Seite 346

**Runt-Breite (Runt Width)**

Legt die Breite für die Vergleiche Gleich, Ungleich, Kürzer und Länger fest.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:RUNT:WIDTh` auf Seite 346

**±Toleranz (±Tolerance)**

Gibt einen Toleranzbereich ( $\Delta t$ ) für die angegebene [Runt-Breite \(Runt Width\)](#) an, wenn der Vergleichsbereich gleich oder ungleich ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:RUNT:DELTA` auf Seite 346

**Min. Runt-Breite (Min Runt Width) / Max. Runt-Breite (Max Runt Width)**

Legen Sie das untere und obere Zeitlimit fest, wenn „Innerhalb“ oder „Außerhalb“ für Vergleiche eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:RUNT:MINWidth` auf Seite 346

`TRIGger:RUNT:MAXWidth` auf Seite 347

### 3.6.10 Anstiegszeitentrigger (R&S RTH-K19)

Der Anstiegszeitentrigger ist auch als Übergangstrigger bekannt. Er tritt auf, wenn die Übergangszeit vom niedrigeren zum höheren Spannungspegel (oder umgekehrt) kürzer oder länger als definiert ist oder außerhalb oder innerhalb eines angegebenen Zeitraums liegt.

Der Anstiegszeitentrigger findet Anstiegsraten, die schneller als erwartet oder zulässig sind, um Überschwinger und andere störende Effekte zu vermeiden. Er erkennt auch langsame Flanken, die vom Zeitabstand in Pulsfolgen abweichen.

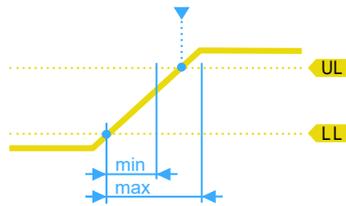


Bild 3-15: Anstiegszeitentrigger, Übergangszeit innerhalb eines Bereichs ( $t > \text{minimale Zeit}$  UND  $t < \text{maximale Zeit}$ )

► [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Anstiegsrate“

Es sind nur analoge Kanäle als Quelle verfügbar.

### Beschreibung von Einstellungen

Trigger Type		
Slew Rate	▼	
Source		
C1	▼	
Slope	  	
Range		
Shorter	▼	
Time	4.8 ns	
Upper Trigger Level	0 V	
Lower Trigger Level	0 V	
Range	Equal	▼
Time	4.8 ns	
±Tolerance	800 ps	
Upper Trigger Level	0 V	
Lower Trigger Level	0 V	
Range	Inside	▼
Min Time	4 ns	
Max Time	5.6 ns	
Upper Trigger Level	0 V	
Lower Trigger Level	0 V	

### Oberer Triggerpegel (Upper Trigger Level) / Unterer Triggerpegel (Lower Trigger Level)

Legen Sie die oberen und unteren Spannungsschwellenwerte für den Anstiegszeitentrigger fest. Die Zeitmessung beginnt, wenn das Signal den ersten Triggerpegel kreuzt, und endet, wenn das Signal den zweiten Pegel kreuzt. Der erste Triggerpegel ist je nach ausgewählter Flanke der obere oder untere Pegel.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:LEVel<m>:SLEW:UPPer](#) auf Seite 347

[TRIGger:LEVel<m>:SLEW:LOWer](#) auf Seite 347

### Flanke (Slope)

Legt die Flankenrichtung für den Trigger fest. Sie können triggern auf:

-  - steigende Flanke, also eine positive Spannungsänderung
-  - fallende Flanke, also eine negative Spannungsänderung

-  - steigende und fallende Flanke

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SLEW:SLOPe` auf Seite 347

#### **Bereich (Range)**

Gibt die Zeitlimits für die Anstiegsrate an. Die Vergleiche sind dieselben wie für den Pulsbreitentrigger (siehe „Bereich (Range)“ auf Seite 63).

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SLEW:RANGe` auf Seite 348

#### **Zeit (Time)**

Legt die Anstiegsrate für die Vergleiche Gleich, Ungleich, Kürzer und Länger fest.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SLEW:RATE` auf Seite 348

#### **±Toleranz (±Tolerance)**

Gibt einen Toleranzbereich ( $\Delta t$ ) für die angegebene **Zeit (Time)** an, wenn der Vergleichsbereich gleich oder ungleich ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SLEW:DELTA` auf Seite 348

#### **Min. Zeit (Min Time) / Max. Zeit (Max Time)**

Legen Sie das untere und obere Zeitlimit fest, wenn „Innerhalb“ oder „Außerhalb“ für Vergleiche eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SLEW:MINwidth` auf Seite 348

`TRIGger:SLEW:MAXwidth` auf Seite 349

### **3.6.11 Data2Clock-Trigger (R&S RTH-K19)**

Mit dem Data2Clock-Trigger - auch als Setup/Hold-Trigger bekannt - können Sie den relativen Zeitabstand zwischen zwei Signalen analysieren: ein Datensignal und das synchrone Taktsignal. Bei vielen Systemen ist es erforderlich, dass das Datensignal für einige Zeit vor und nach der Taktflanke stabil ist, z. B. bei Datenübertragungen auf parallelen Schnittstellen.

Der Referenzpunkt für die Zeitmessung wird durch Taktpegel und Taktflanke definiert.

- ▶ [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Data2Clk“

## ☰ Beschreibung von Einstellungen

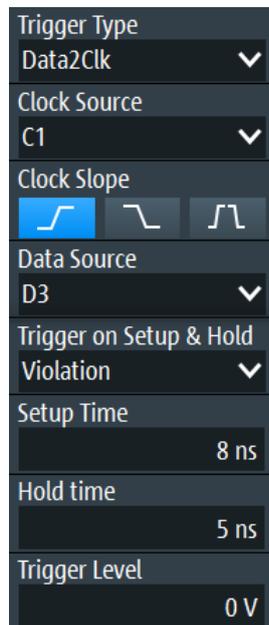


Bild 3-16: Data2Clock-Trigger

### Taktquelle (Clock Source)

Gibt den Eingangskanal des Taktsignals an.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:DATatoclock:CSOURCE\[:VALUE\]](#) auf Seite 349

### Taktflanke (Clock Slope)

Gibt die Flanke des Taktsignals an: steigende, fallende oder beide Flanken. Der Zeitreferenzpunkt für die Setup- und Haltezeit ist der Kreuzungspunkt von Taktflanke und Triggerpegel.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:DATatoclock:CSOURCE:EDGE](#) auf Seite 349

### Datenquelle (Data Source)

Gibt den Eingangskanal des Datensignals an.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:DATatoclock:DSOURCE\[:VALUE\]](#) auf Seite 349

### Trigger für Setup & Hold (Trigger on Setup & Hold)

Gibt an, wie eine Verletzung der Setup- und Haltezeit behandelt wird.

„Verletzung“      Triggert auf eine Verletzung der Setup- oder Haltezeit.

„OK“                Triggert, wenn Setup- und Haltezeit die Grenzwerte einhalten.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:DATatoclock:CONDition](#) auf Seite 350

**Setup-Zeit (Setup Time)**

Gibt die minimale Zeit vor der Taktflanke an, in der das Datensignal stabil sein muss.

Die Setup-Zeit kann negativ sein. In diesem Fall ist die Haltezeit immer positiv. Bei Einstellung einer negativen Setup-Zeit wird die Haltezeit vom Gerät angepasst.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:DATatoclock:STIME` auf Seite 350

**Haltezeit (Hold Time)**

Gibt die minimale Zeit nach der Taktflanke an, in der das Datensignal stabil sein muss.

Die Haltezeit kann negativ sein. In diesem Fall ist die Setup-Zeit immer positiv. Bei Einstellung einer negativen Haltezeit wird die Setup-Zeit vom Gerät angepasst.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:DATatoclock:HTIME` auf Seite 350

### 3.6.12 Trigger für serielle Muster (R&S RTH-K19)

Ein serielles Muster ist ein Ereignis, das zum Triggern auf Signale mit seriellen Datenmustern in Bezug zu einem Taktsignal verwendet wird, z. B. auf Bussignale wie den I<sup>2</sup>C-Bus. Der Trigger tritt während des Empfangs des letzten Bits des definierten Musters auf.

#### 3.6.12.1 Musterdefinition

Das Muster definiert die Bits der seriellen Daten, die im Datenstrom gefunden werden sollen.



Die hier beschriebene Musterdefinition bezieht sich auf den Trigger für serielle Muster; ein ähnlicher Mustereditor ist jedoch auch für andere Funktionen verfügbar, z. B. für protokollspezifische Trigger.

Wenn Sie auf das Musterfeld tippen, wird ein Mustereditor angezeigt. Im oberen Teil des Editors wird die aktuelle Bitdefinition im binären und hexadezimalen Format angezeigt, darunter ein virtueller Tastenblock. Definieren Sie ein Bit, indem Sie das Bit im angezeigten Muster und dann den Bitwert auf dem angezeigten Tastenblock auswählen. Das aktuell ausgewählte Bit wird mit einem blauen Hintergrund angezeigt.

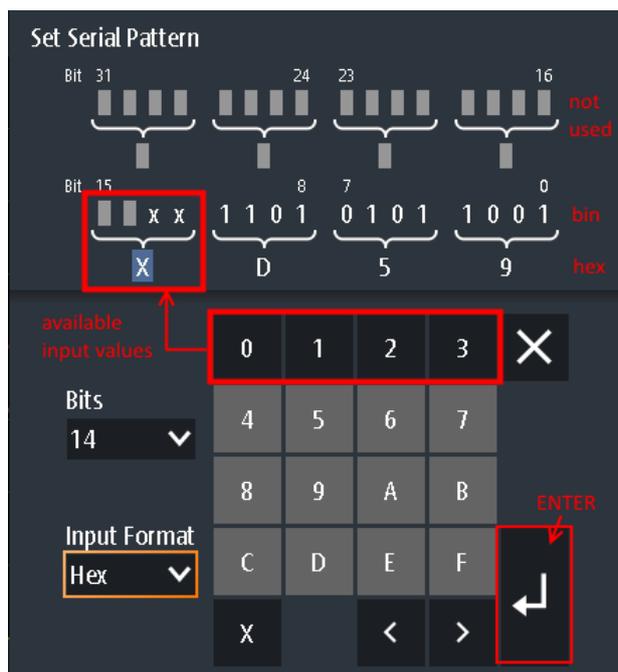


Bild 3-17: Mustereditor für ein 14-Bit-Muster im hexadezimalen Format

Die maximale Länge des Musters beträgt 32 Bits, d. h., es kann auch aus weniger Bits bestehen. Die verfügbaren Bits sind durch ein 'X' und die ungenutzten Bits durch graue Quadrate gekennzeichnet. Ein 'X' bedeutet, dass der logische Pegel für das Bit nicht relevant ist (kann ignoriert werden). Sobald Sie einen Wert für das ausgewählte Bit eingeben, wird das 'X' überschrieben.

Sie können das Muster im binären oder hexadezimalen Format eingeben. Abhängig vom Bit, das Sie in der Musteranzeige auswählen, wird automatisch das binäre oder hexadezimale Format für die Eingabe ausgewählt. Im binären Format wird jedes Bit einzeln definiert und es können nur die Ziffern 0 und 1 eingegeben werden. Im hexadezimalen Format werden 4 Bits gleichzeitig durch den ausgewählten Hexadezimalwert definiert. Sind weniger als 4 Bits verfügbar (aufgrund der Gesamtanzahl der Bits), sind nur diejenigen Hexadezimalwerte verwendbar, die mit den verbliebenen Bits definiert werden können. Bei einer Gesamtanzahl von beispielsweise 14 Bits können 3x4 Bits durch jeden beliebigen Hexadezimalwert definiert werden. Mit den übrigen 2 Bits kann eine 0, 1, 2 oder 3 definiert werden (siehe Bild 3-17).

Drücken Sie „Enter“, um das definierte Muster zu speichern. Der Mustereditor wird geschlossen und das Muster in das Feld für Mustereinstellungen eingefügt.

### 3.6.12.2 Einstellungen des Triggers für serielle Muster

**Zugriff:** (Trigger) [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Seriellles Muster“

## ☰ Beschreibung von Einstellungen



**Bild 3-18: Trigger für serielle Muster**

Taktquelle (Clock Source).....	80
Taktflanke (Clock Slope).....	80
Datenquelle (Data Source).....	80
Serielles Muster festlegen (Set Serial Pattern).....	80
Bitfolge (Bit Order).....	81

### Taktquelle (Clock Source)

Gibt den Eingangskanal des Taktsignals an.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPATtern:CSourcE\[:VALue\]](#) auf Seite 351

### Taktflanke (Clock Slope)

Gibt die Flanke an, an der der Datenwert abgetastet wird.

- - steigende Flanke
- - fallende Flanke
- - steigende und fallende Flanken werden berücksichtigt (doppelte Datenrate).  
Bei doppelter Datenrate gibt „First Clock Edge of Pattern“ die Flanke an, an der das erste Bit des Musters abgetastet wird: an der steigenden Taktflanke, der fallenden Taktflanke oder der ersten, die erkannt wird („Beides“).

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPATtern:CSourcE:EDGE](#) auf Seite 351

[TRIGger:SPATtern:CSourcE:FIRStedge](#) auf Seite 351

### Datenquelle (Data Source)

Gibt den Eingangskanal des Datensignals an.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPATtern:DSourcE\[:VALue\]](#) auf Seite 351

### Seriell Muster festlegen (Set Serial Pattern)

Das Muster definiert die Bits der seriellen Daten, die im Datenstrom gefunden werden sollen.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPATtern:PATtern](#) auf Seite 352

#### Bitfolge (Bit Order)

Gibt an, ob die Datenwörter mit MSB (höchstwertiges Bit) oder LSB (niedrigstwertiges Bit) anfangen.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPATtern:ORDeR](#) auf Seite 352

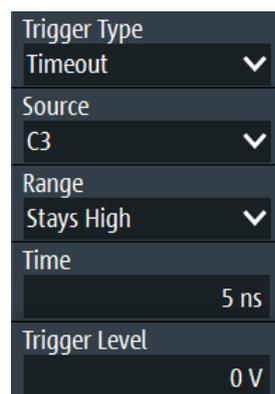
### 3.6.13 Timeout-Trigger (R&S RTH-K19)

Der Timeout-Trigger prüft, ob das Signal eine angegebene Zeit lang über oder unter dem Triggerpegel bleibt. Das heißt, der Trigger tritt dann auf, wenn das Signal den Triggerpegel in der angegebenen Zeit nicht kreuzt.

- ▶ [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Timeout“



#### Beschreibung von Einstellungen



*Bild 3-19: Timeout-Trigger*

#### Bereich (Range)

Gibt den Bezug des Signalpegels zum Triggerpegel an:

„Konstant hoch“      Der Signalpegel bleibt über dem Triggerpegel.

„Konstant niedrig“      Der Signalpegel bleibt unter dem Triggerpegel.

„Hoch oder niedrig“      Der Signalpegel bleibt über oder unter dem Triggerpegel.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:TIMEout:RANGe](#) auf Seite 352

**Zeit (Time)**

Gibt das Zeitlimit für das Timeout an, bei dem das Gerät triggert.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:TIMEout:TIME](#) auf Seite 352

**3.6.14 Intervalltrigger (R&S RTH-K19)**

Der Intervalltrigger analysiert die Zeit zwischen zwei Pulsen.

► [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Intervall“

 **Beschreibung von Einstellungen**


*Bild 3-20: Intervalltrigger*

**Flanke (Slope)**

Gibt die Flanke für den Trigger an. Sie können das Intervall zwischen positiven Flanken oder zwischen negativen Flanken analysieren.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:INTerval:SLOPe](#) auf Seite 353

**Bereich (Range)**

Gibt an, wie der Zeitraum eines Intervalls definiert wird. Die Vergleiche sind dieselben wie für den Pulsbreitentrieger (siehe „[Bereich \(Range\)](#)“ auf Seite 63).

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:INTerval:RANGe](#) auf Seite 353

**Intervallbreite (Interval Width)**

Legt die Zeit zwischen zwei Pulsen für die Vergleiche Gleich, Ungleich, Kürzer und Länger fest.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:INTerval:WIDTh](#) auf Seite 353

**±Toleranz (±Tolerance)**

Gibt einen Toleranzbereich ( $\Delta t$ ) für die angegebene **Intervallbreite (Interval Width)** an, wenn der Vergleichsbereich gleich oder ungleich ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:INTerval:DELTA` auf Seite 353

**Min. Intervallbreite (Min Interval Width) / Max. Intervallbreite (Max Interval Width)**

Legen Sie das untere und obere Zeitlimit des Intervalls fest, wenn „Innerhalb“ oder „Außerhalb“ für Vergleiche eingestellt ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:INTerval:MINWidth` auf Seite 354

`TRIGger:INTerval:MAXWidth` auf Seite 354

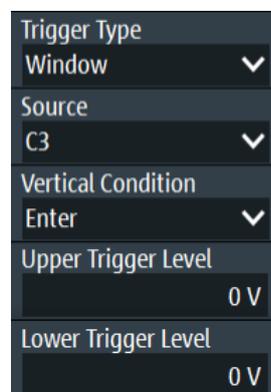
**3.6.15 Fenstertrigger (R&S RTH-K19)**

Der Fenstertrigger prüft den Signalverlauf in Bezug zu einem "Fenster", das durch die oberen und unteren Spannungspegel gebildet wird. Der Trigger tritt auf, wenn die Messkurve in das Fenster eintritt oder es verlässt oder wenn die Messkurve innerhalb oder außerhalb eines definierten Zeitbereichs bleibt.

Mit dem Fenstertrigger lassen sich längere Einschwingungseffekte anzeigen.

- ▶ [SETUP]-Taste > „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Fenster“

### Beschreibung von Einstellungen



*Bild 3-21: Fenstertrigger*

**Vertik. Bedingung (Vertical Condition)**

Gibt an, wie der Signalverlauf mit dem Fenster verglichen wird:

- „Enter“                    Triggert, wenn das Signal den oberen oder unteren Pegel kreuzt und so in das durch die beiden Pegel gebildete Fenster eintritt.
- „Beenden“                Triggert, wenn das Signal das Fenster verlässt.

„Bleibt innerhalb“ Triggert, wenn das Signal eine angegebene Zeit lang zwischen dem oberen und unteren Pegel bleibt. Die Zeit wird auf verschiedene Weise durch die Bedingungen für den „Bereich“ festgelegt.

„Bleibt außerhalb“ Triggert, wenn das Signal eine angegebene Zeit lang über dem oberen oder unter dem unteren Pegel bleibt. Die Zeit wird auf verschiedene Weise durch die Bedingungen für den „Bereich“ festgelegt.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:WINDow:RANGe` auf Seite 355

### **Oberer Triggerpegel (Upper Trigger Level) / Unterer Triggerpegel (Lower Trigger Level)**

Legen Sie die oberen und unteren Spannungsschwellenwerte für den Fenstertrigger fest. Die Triggerpegel sind die vertikalen Fensterbegrenzungen.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LEVel<m>:WINDow:UPPer` auf Seite 354

`TRIGger:LEVel<m>:WINDow:LOWer` auf Seite 354

### **Bereich (Range)**

Gibt an, wie das Zeitlimit des Fensters definiert wird. Für die vertikalen Bedingungen „Bleibt innerhalb“ und „Bleibt außerhalb“ sind Zeiteinstellungen verfügbar.

„Länger“ Triggert, wenn das Signal den oberen oder unteren Pegel nach der für „Breite“ angegebenen Zeit kreuzt.

„Kürzer“ Triggert, wenn das Signal den oberen oder unteren Pegel vor der für „Breite“ angegebenen Zeit kreuzt.

„Gleich“ Triggert, wenn das Signal für die Zeit „Breite“ „±Toleranz“ innerhalb oder außerhalb der vertikalen Fensterbegrenzungen bleibt.

„Ungleich“ Triggert, wenn das Signal für eine Zeit ungleich „Breite“ „±Toleranz“ innerhalb oder außerhalb der vertikalen Fensterbegrenzungen bleibt.

„Innerhalb“ Triggert, wenn das Signal mindestens für die Zeit „Min. Breite“ und längstens für „Max. Breite“ innerhalb oder außerhalb der vertikalen Fensterbegrenzungen bleibt.

„Außerhalb“ „Außerhalb“ ist als das Gegenteil von „Innerhalb“ definiert. Der Trigger tritt auf, wenn das Signal für eine Zeit kürzer als „Min. Breite“ oder länger als „Max. Breite“ innerhalb oder außerhalb der vertikalen Fensterbegrenzungen bleibt.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:WINDow:TIME` auf Seite 355

`TRIGger:WINDow:WIDTh` auf Seite 355

`TRIGger:WINDow:DELTA` auf Seite 356

`TRIGger:WINDow:MINWidth` auf Seite 356

`TRIGger:WINDow:MAXWidth` auf Seite 356

### 3.6.16 Bustrigger (R&S RTH-K1, K2, K3, K9 und K10)

Für den Bustrigger oder Protokolltrigger ist mindestens eine der seriellen Protokolloptionen erforderlich.

Zum Protokoll-Setup und zu Triggereinstellungen siehe:

- [Kapitel 9.2.3, „I2C-Triggereinstellungen“](#), auf Seite 200
- [Kapitel 9.3.3, „SPI-Triggereinstellungen“](#), auf Seite 209
- [Kapitel 9.4.3, „UART-Triggereinstellungen“](#), auf Seite 217
- [Kapitel 9.5.3, „CAN-Triggereinstellungen“](#), auf Seite 226
- [Kapitel 9.6.3, „LIN-Triggereinstellungen“](#), auf Seite 239
- [Kapitel 9.7.3, „SENT-Triggereinstellungen“](#), auf Seite 252

## 4 Messkurvenanalyse

### 4.1 Zoom

Der Zoom vergrößert einen Teil der Messkurve, um mehr Details mit einem maximalen Zoomfaktor von 100 anzuzeigen.



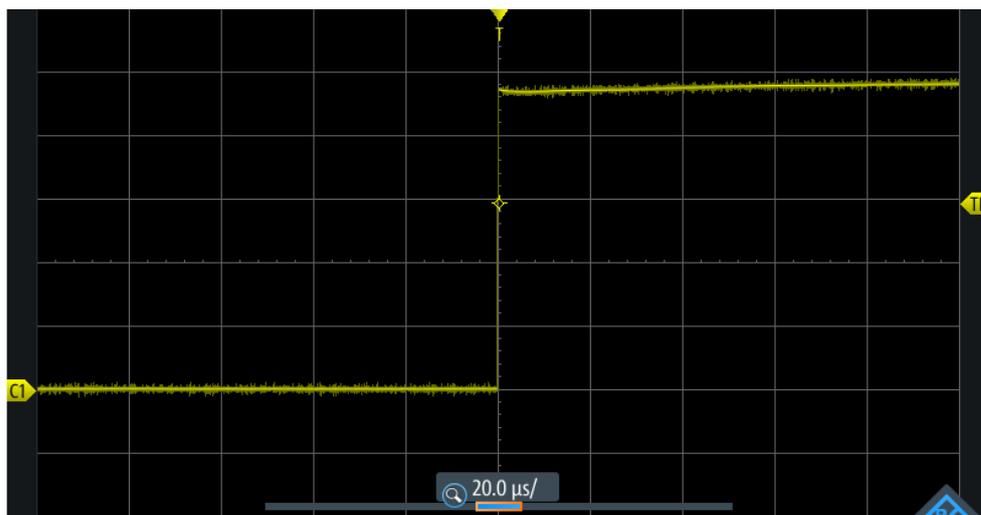
#### Zoom aktivieren:

- ▶ Drücken Sie die Taste [ZOOM].

Der Zoom wird auf alle aktiven analogen und digitalen Kanäle und mathematischen Messkurven angewendet. Die Messkurven werden mit einer kürzeren Zeitskala angezeigt, während die vertikale Skala unverändert bleibt. Der Zoomindikator am unteren Rand zeigt die Größe und Position des Zoombereichs in der Messkurve an.

#### Zoom mit dem Drehrad anpassen:

1. Prüfen Sie, ob der Zoom den Fokus hat - ein oranger Rahmen auf dem Zoomindikator. Wenn nicht, drücken Sie die Taste [ZOOM].



**Bild 4-1: Gezoomte Messkurve und Zoomindikator mit Fokus auf Zoomskalierung**



**Bild 4-2: Zoomindikator mit Fokus auf Zoomposition**

2. Drehen Sie das Rad.  
Abhängig vom Fokus wird die Position des Zoombereichs oder der Zoomskalierung (Zoom-Zeitbasis) angepasst.
3. Drücken Sie das Drehrad, um die Einstellung zu wechseln.

4. Drehen Sie das Rad, um den anderen Parameter anzupassen.

#### Zoom auf dem Touchscreen positionieren:

- ▶ Verwenden Sie eine der folgenden Methoden:
  - Ziehen Sie den Zoombereich in den Zoomindikator.
  - Ziehen Sie den Triggerpositionsmarker.  
Im Zoommodus wird durch Verschieben des Triggerpositionsmarkers die Zoomposition geändert, nicht die horizontale Position der Messkurve.

#### Mit Gesten den Zoom vergrößern und verkleinern

Sie können den Zoom wie auf einem Handy oder Tablet vergrößern und verkleinern.

1. Zum Vergrößern den Bildschirm mit zwei Fingern berühren und die Finger spreizen.
2. Zum Verkleinern den Bildschirm mit zwei Fingern berühren und die Finger zusammenführen.

#### Zoom numerisch im Zoom-Menü anpassen:

1. Drücken Sie so lange die Taste [ZOOM], bis das Menü „Zoom“ geöffnet wird.
2. Passen Sie die Skala und Position des Zooms im Menü an.

Zur Analyse des gezoomten Signals können Sie Cursor-Messungen verwenden.

#### Beschreibung von Einstellungen



##### Zoom

Aktiviert oder deaktiviert den Zoom.

Fernsteuerbefehl:

[ZOOM:ENABLE](#) auf Seite 357

##### Skalierung (Scale)

Legt die Zeitskala der gezoomten Messkurve fest.

Fernsteuerbefehl:

[ZOOM:SCALE](#) auf Seite 357

##### Position

Legt den Mittelpunkt des gezoomten Bereichs in Bezug zum Triggerzeitpunkt fest.

**Hinweis:** Die Zoomübersicht berücksichtigt auch die horizontale Position des Triggerzeitpunkts. Wenn die horizontale Position  $\neq 0$  ist, befindet sich der Triggerzeitpunkt nicht in der Mitte. In diesem Fall wird auch der Zoombereich in der Übersicht verschoben, selbst wenn die Zoomposition 0 ist.

Fernsteuerbefehl:

`ZOOM:POSition` auf Seite 357

## 4.2 Automatische Messungen

Es können bis zu vier verschiedene Messungen gleichzeitig durchgeführt werden.

### 4.2.1 Automatische Messungen durchführen

#### Die letzten konfigurierten Messungen starten und stoppen

- ▶ Drücken Sie die Taste [Meas].

#### Automatische Messungen im Meas-Menü konfigurieren

1. Drücken Sie so lange die Taste [Meas], bis das Menü „Meas“ geöffnet wird.
2. Wählen Sie die Nummer (<n>) der Messung aus, die Sie konfigurieren möchten.
3. Wenn die Messung deaktiviert ist, aktivieren Sie „Measure <n>“.
4. Wählen Sie den „Typ“ (Type) aus.  
Die Auswahlliste enthält alle verfügbaren Messtypen.
5. Wählen Sie die „Quelle“ (Source) aus.  
Die Auswahlliste enthält alle aktiven Quellen, die für den ausgewählten Messtyp zulässig sind.
6. Einige Messtypen erfordern zusätzliche Einstellungen. Blättern Sie im Menü nach unten und passen Sie, falls nötig, die zusätzlichen Einstellungen an.

### 4.2.2 Messergebnisse

Die Messergebnisse werden links oben auf dem Bildschirm angezeigt.

C1	T = 100.1 ns	C2	Mean = 2.876 $\mu$ V
C3	RMS = 35.37 mV	C4	Dty+ = 50.00 %

*Bild 4-3: Ergebnisse von vier aktiven Messungen*

Wenn kein Ergebnis ermittelt werden kann, wird „---“ angezeigt. Passen Sie die horizontalen und vertikalen Einstellungen an, falls das Gerät keine Messungen durchführen kann.

Wenn das Messergebnis außerhalb des Messbereichs liegt und abgeschnitten wird, werden die Ergebnisse mit < (Unterlauf) oder > (Überlauf) markiert. Passen Sie die vertikale Skala an, um gültige Ergebnisse zu erhalten.



**Bild 4-4: Ungültige Messergebnisse**

Mess1 = Periodenmessung an C3, keine vollständige Periode erkannt  
 Mess2 = Spitze-Spitze-Messung an C1, die Messkurve ist abgeschnitten  
 Mess3 = Pulszählung an C3, kein Puls erkannt

Fernsteuerbefehle:

- [MEASurement<m>:RESult:ACTual?](#) auf Seite 360
- [MEASurement<m>:RESult:LIMit?](#) auf Seite 360

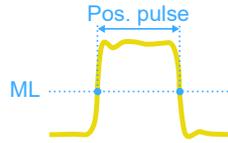
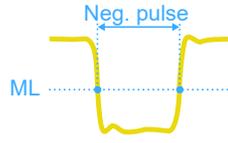
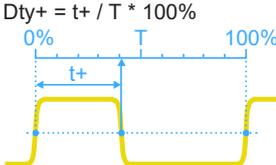
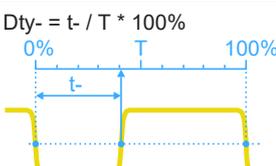
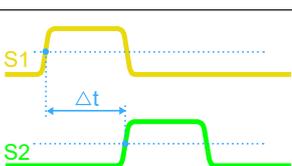
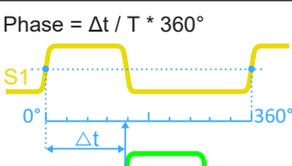
### 4.2.3 Messtypen

Das R&S RTH verfügt über 33 Messtypen zum Messen von Zeit-, Amplituden- und Leistungseigenschaften und zum Zählen von Pulsen und Flanken.

Alle Messtypen, die nur eine einzige Quelle erfordern, sind auch für Messungen in Zeitfenstern über [Cursor] > „Typ“ (Type) = „Messen“ verfügbar.

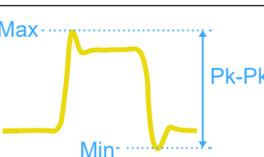
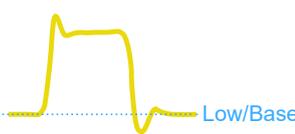
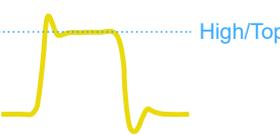
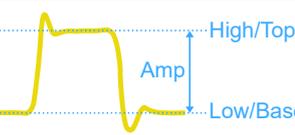
#### 4.2.3.1 Zeitmessungen

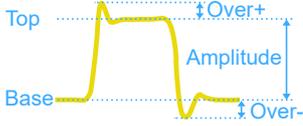
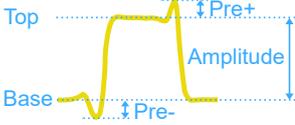
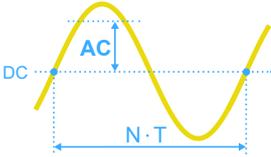
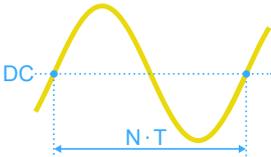
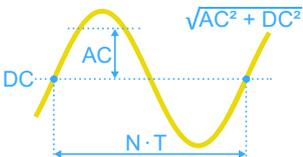
Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quelle
Periode	T in s	Zeit der ersten Periode, gemessen am 50%-Pegel. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.		Analog, Mathematisch, Logik
Frequenz	f in Hz	Frequenz des Signals, reziproker Wert der gemessenen ersten Periode.		Analog, Mathematisch, Logik
Anstiegszeit	tR in s	Anstiegszeit der ersten steigenden Flanke, also die Zeit, die das Signal für den Anstieg vom 10%-Pegel zum 90%-Pegel benötigt.		Analog, Mathematisch
Abfallzeit	tF in s	Abfallzeit der ersten fallenden Flanke, also die Zeit, die das Signal für den Abfall vom 90%-Pegel zum 10%-Pegel benötigt.		Analog, Mathematisch

Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quelle
Positive Pulsbreite	$t_+$ in s	Dauer des ersten positiven Pulses: Zeit zwischen einer steigenden Flanke und der folgenden fallenden Flanke, gemessen am 50%-Pegel.		Analog, Mathematisch, Logik
Negative Pulsbreite	$t_-$ in s	Dauer des ersten negativen Pulses: Zeit zwischen einer fallenden Flanke und der folgenden steigenden Flanke, gemessen am 50%-Pegel.		Analog, Mathematisch, Logik
Positives Tastverhältnis	$Dty_+$ in %	Breite des ersten positiven Pulses im Verhältnis zur Periode in %. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.	$Dty_+ = t_+ / T * 100\%$ 	Analog, Mathematisch, Logik
Negatives Tastverhältnis	$Dty_-$ in %	Breite des ersten negativen Pulses im Verhältnis zur Periode in %. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.	$Dty_- = t_- / T * 100\%$ 	Analog, Mathematisch, Logik
Verzögerung	$\Delta t$ in s	Zeitdifferenz zwischen zwei Flanken derselben oder verschiedener Messkurven, gemessen am 50%-Pegel. Nicht verfügbar für Cursor-Messungen		2 Quellen: Analog, Mathematisch, Logik
Phase	$\angle$ in °	Phasenversatz zwischen den beiden Messkurven, gemessen am 50%-Pegel. Nicht verfügbar für Cursor-Messungen	$Phase = \Delta t / T * 360^\circ$ 	2 Quellen: Analog, Mathematisch, Logik

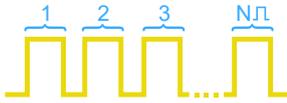
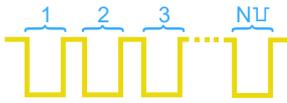
#### 4.2.3.2 Amplitudenmessungen

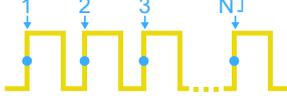
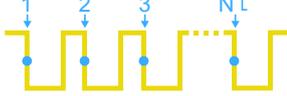
Die Einheit der meisten Amplitudenmessergebnisse ist von der gemessenen Quelle abhängig.

Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quelle
Mittelwert	Mittelwert	Arithmetischer Mittelwert der gesamten angezeigten Messkurve.	$Mean = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x^k$	Analog, Mathematisch, Logik
RMS-Wert	RMS	Quadratischer Mittelwert (Root Mean Square) der Spannung der gesamten angezeigten Messkurve.	$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k^2}$	Analog, Mathematisch
Scheitelfaktor	Crest	Der Scheitelfaktor wird auch als Spitzenfaktor bezeichnet. Es ist der maximale Wert, geteilt durch den RMS-Wert der angezeigten Messkurve.	$Crest = \frac{Max  x_k }{RMS}$	Analog, Mathematisch
Standardabweichung	$\sigma$	Standardabweichung der angezeigten Messkurve.	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (x_k - Mean)^2}$	Analog, Mathematisch
Minimum	Min	Minimaler Wert innerhalb der angezeigten Messkurve.		Analog, Mathematisch
Maximum	Max	Maximaler Wert innerhalb der angezeigten Messkurve.		Analog, Mathematisch
Spitze-Spitze	Pk-Pk	Differenz von maximalen und minimalen Werten.		Analog, Mathematisch
Basispegel	Base	Unterer Pegel der angezeigten Messkurve - das untere Maximum der Abtastwertverteilung. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.		Analog, Mathematisch
Oberer Pegel	Top	Oberer Pegel der angezeigten Messkurve - das obere Maximum der Abtastwertverteilung. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.		Analog, Mathematisch
Amplitude	Amp	Differenz zwischen oberem Pegel und Basispegel des Signals. Die Messung erfordert mindestens eine vollständige Periode des Signals.		Analog, Mathematisch

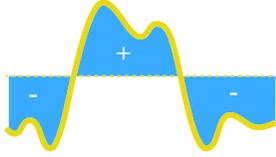
Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quelle
Überschwinger	Over in %	Überschwinger eines Rechtecksignals <i>nach</i> einer steigenden oder fallenden Flanke. Wird aus den Messwerten für oberer Pegel, Basispegel, lokales Maximum, lokales Minimum und Amplitude berechnet.	$OS_{pos} = \frac{Max_{local} - High}{Amplitude} \times 100\%$ $OS_{neg} = \frac{Low - Min_{local}}{Amplitude} \times 100\%$ 	Analog, Mathematisch
Unterschwinger	Pre in %	Überschwinger eines Rechtecksignals <i>vor</i> einer steigenden oder fallenden Flanke.		Analog, Mathematisch
AC	AC in V	RMS-Wert des AC-Anteils eines periodischen Signals, berechnet über alle Perioden auf dem Display. Das AC-Ergebnis wird von den Ergebnissen DC und AC+DC abgeleitet.		Analog, Mathematisch
DC	DC in V	Mittelwert eines periodischen Signals, berechnet über alle Perioden auf dem Display. Ist keine vollständige Periode verfügbar, wird nur der Mittelwert der sichtbaren Messkurve berechnet.		Analog, Mathematisch
AC+DC	AC+DC in V	RMS-Wert eines periodischen Signals, berechnet über alle Perioden auf dem Display. Ist keine vollständige Periode verfügbar, wird nur der RMS-Wert der sichtbaren Messkurve berechnet.		Analog, Mathematisch

### 4.2.3.3 Zählung

Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quellen
Zähler positive Pulse	Cnt+	Anzahl positiver Pulse auf dem Display. Es wird der Mittelwert des Signals bestimmt. Wenn das Signal den Mittelwert passiert, wird eine Flanke gezählt. Ein positiver Puls wird gezählt, wenn eine steigende Flanke und eine folgende fallende Flanke erkannt werden.		Analog, Mathematisch, Logik
Zähler negative Pulse	Cnt-	Anzahl negativer Pulse auf dem Display. Es wird der Mittelwert des Signals bestimmt. Wenn das Signal den Mittelwert passiert, wird eine Flanke gezählt. Ein negativer Puls wird gezählt, wenn eine fallende Flanke und eine folgende steigende Flanke erkannt werden.		Analog, Mathematisch, Logik

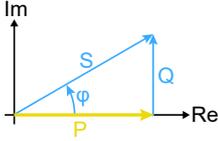
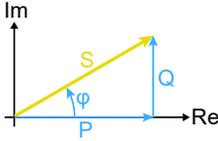
Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quellen
Zähler steigende Flanken	Cnt ↑	Anzahl steigender Flanken auf dem Display. Das Gerät bestimmt den Mittelwert des Signals und zählt jedes Mal eine Flanke, wenn das Signal den Mittelwert in der angegebenen Richtung passiert.		Analog, Mathematisch, Logik
Zähler fallende Flanken	Cnt ↓	Anzahl fallender Flanken auf dem Display. Das Gerät bestimmt den Mittelwert des Signals und zählt jedes Mal eine Flanke, wenn das Signal den Mittelwert in der angegebenen Richtung passiert.		Analog, Mathematisch, Logik

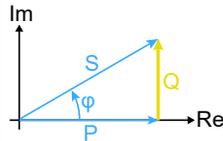
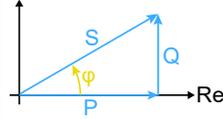
#### 4.2.3.4 Bereichsmessungen

Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quellen
Bereich	Bereich in Vs oder As	Bereich zwischen der Messkurve und der x-Achse. $T_{Eval}$ ist die Auswertungszeit, also die Zeit einer vollständigen Messkurve oder die durch Cursor-Linien begrenzte Zeit.	$A_{Ref} = \frac{T_{Eval}}{N_{Eval}} \cdot \sum_{i=1}^{N_{Eval}} x(i)$ 	Analog, Mathematisch

#### 4.2.3.5 Leistungsmessungen

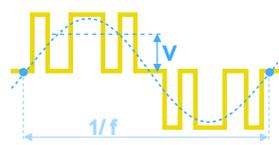
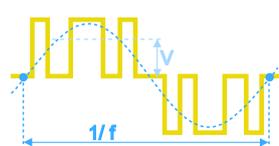
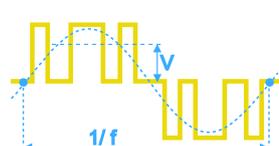
Für Leistungsmessungen sind zwei Quellen erforderlich, eine Spannungsquelle und eine Stromquelle. Sie sind für Cursor-Messungen und Logikkanalquellen nicht verfügbar.

Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quellen
Wirkleistung	P in W	Wirkleistung ist die Energie des Systems, die zur Arbeitsausführung genutzt werden kann.		2 Quellen: Analog, Mathematisch
Scheinleistung	S in VA	Die Scheinleistung S ist der Betrag der Vektorsumme von Wirk- und Blindleistung.		2 Quellen: Analog, Mathematisch

Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quellen
Blindleistung	Q in var	Die Blindleistung wird aufgrund der induktiven und kapazitiven Elemente kurzzeitig in einem System gespeichert.		2 Quellen: Analog, Mathematisch
Leistungsfaktor	PF (keine Einheit)	Der Leistungsfaktor ist ein Maß für den Systemwirkungsgrad. Der Wert variiert zwischen -1 und 1.	$PF = \cos(\varphi)$ 	2 Quellen: Analog, Mathematisch

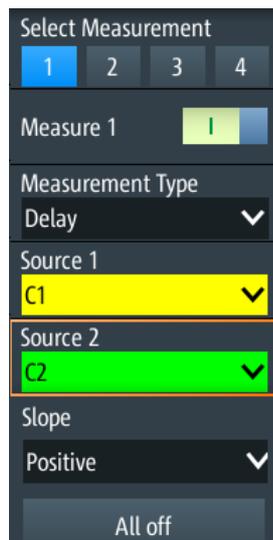
#### 4.2.3.6 PWM-Messungen

Pulsweitenmodulierte Signale kommen in der Leistungselektronik häufig zur Anwendung. Für Antriebssteuerungen enthält das PWM-Signal ein sinusförmiges Signal mit einer Grundfrequenz  $f$  und der zugehörigen Effektivspannung, auf die ein Wechselstrommotor reagiert. Die PWM-Messungen des R&S RTH zeigen die Frequenz und den Effektivwert dieser Grundschwingung an. Dies funktioniert auch für bipolare PWM-Signale, wie es bei mehrstufigen Antriebssteuerungen oder bei einer differentiellen Phase-zu-Phase-Messung (L1-L2) beobachtet werden kann.

Messtyp	Symbol	Beschreibung	Grafik/Formel	Quellen
V PWM	V PWM in V	Effektivwert der Spannung der Grundschwingung im PWM-Signal, gemessen über die gesamte angezeigte Messkurve.		Analog, Mathematisch
f PWM	f PWM in Hz	Grundfrequenz im PWM-Signal, gemessen über die gesamte angezeigte Messkurve.		Analog, Mathematisch
V/f PWM	V/f in Vs	Verhältnis von Effektivwert der Spannung der Grundschwingung zur Grundfrequenz des PWM-Signals, gemessen über die gesamte angezeigte Messkurve.		Analog, Mathematisch

#### 4.2.4 Messeinstellungen

Zugriff: „Meas“-Menü

**Messung (Measurement)**

Gibt die zu konfigurierende Messung im Menü an. Es können bis zu vier verschiedene Messungen gleichzeitig durchgeführt werden.

**Measure <n>**

Aktiviert oder deaktiviert die ausgewählte Messung.

Fernsteuerbefehl:

[MEASurement<m>:ENABLE](#) auf Seite 358

**Typ (Type)**

Gibt den Messtyp an. Eine ausführliche Beschreibung siehe [Kapitel 4.2.3, „Messtypen“](#), auf Seite 89.

Fernsteuerbefehl:

[MEASurement<m>:TYPE](#) auf Seite 358

**Quelle (Source) / Quelle 2 (Source 2)**

Gibt die zu messende Messkurve an. Für Verzögerungs-, Phasen- und Leistungsmessungen sind zwei Quellen erforderlich.

Die Quellen können beliebige aktive Eingangssignale oder mathematische Messkurven sein. Welche Quellenmesskurven verfügbar sind, hängt vom Messtyp ab (siehe [Kapitel 4.2.3, „Messtypen“](#), auf Seite 89).

Fernsteuerbefehl:

[MEASurement<m>:SOURCE](#) auf Seite 358

**Flanke (Slope)**

Gibt die Flanke für die Verzögerungsmessung an.

„Positiv“            Verzögerung zwischen der ersten steigenden Flanke jeder Quellenmesskurve.

„Negativ“            Verzögerung zwischen der ersten fallenden Flanke jeder Quellenmesskurve.

„Beides“            Verzögerung zwischen der ersten Flanke jeder Quellenmesskurve, egal ob steigend oder fallend.

Fernsteuerbefehl:

[MEASurement<m>:DELay:SLOPe](#) auf Seite 359

#### **Alle aus (All off)**

Deaktiviert alle aktiven Messungen.

Fernsteuerbefehl:

[MEASurement<m>:AOFF](#) auf Seite 359

## 4.3 Cursor-Messungen

Mit der Cursor-Messung werden die Ergebnisse an den aktuellen Cursor-Positionen ermittelt oder automatische Messungen in Zeitfenstern zwischen den Cursor-Linien durchgeführt. Die Cursor können manuell auf feste Positionen gesetzt werden oder sie können der Messkurve folgen.

Sie können Cursor-Messungen an analogen Eingangssignalen, einer mathematischen Messkurve, einem XY-Diagramm sowie auf Logikkanälen (erfordert Option R&S RTH-B1) durchführen.

Cursor-Messungen in Spektrumanzeigen sind ebenfalls möglich, wenn Option R&S RTH-K18 installiert ist (siehe [Kapitel 6.2.7](#), „Cursor-Messungen in Spektren“, auf Seite 139).

### 4.3.1 Cursor-Messungen durchführen

#### **Letzte konfigurierte Messung starten und stoppen**

- ▶ Drücken Sie die Taste [Cursor].

#### **Cursor-Messung im Menü Cursor konfigurieren**

1. Drücken Sie so lange die Taste [Cursor], bis das Menü „Cursor“ geöffnet wird.
2. Wählen Sie den „Typ“ (Type) des Cursors aus.
3. Wählen Sie für die Typen Horizontal, Verfolgen und Messen die „Quelle“ (Source) (den zu messenden Kanal) aus.
4. Blättern Sie im Menü abwärts und passen Sie die zusätzlichen Einstellungen an, die für den ausgewählten Cursor-Typ erforderlich sind.

### 4.3.2 Cursor-Typen und Ergebnisse

Die Ergebnisse von Cursor-Messungen werden am oberen Rand des Displays angezeigt. Es sind vier Cursor-Typen verfügbar.

### Vertikale Cursor

Für vertikale Cursor werden standardmäßig zwei Ergebnisse angezeigt: der Betrag der Zeitdifferenz zwischen den Cursor-Linien ( $\Delta t$ ) und sein invertierter Wert ( $1/\Delta t$ ). Optional werden auch die Positionen der Cursor-Linien  $t_1$  und  $t_2$  gemessen. Die Ergebnisse sind Zeitwerte und von keiner Messkurve abhängig, weshalb keine Quelle erforderlich ist.

Cursor Vert.	$\Delta t = 600.0 \text{ ns}$	$1/\Delta t = 1.667 \text{ MHz}$
-----------------	-------------------------------	----------------------------------

- [CURSor:TDELta?](#) auf Seite 362
- [CURSor:ITDelta?](#) auf Seite 362
- [CURSor:X1Position](#) auf Seite 363
- [CURSor:X2Position](#) auf Seite 363

### Horizontale Cursor

Für horizontale Cursor werden die vertikalen Werte der Cursor-Positionen  $y_1$  und  $y_2$  gemessen. Diese Ergebnisse sind normalerweise Spannungs- oder Stromwerte. Der Betrag der Differenz zwischen den Positionen ( $\Delta y$ ) wird ebenfalls angezeigt.

Cursor Horiz.	$y_1 = -120.0 \text{ mV}$ $y_2 = 120.0 \text{ mV}$	$\Delta y = 240.0 \text{ mV}$
------------------	---	-------------------------------

- [CURSor:Y1Position](#) auf Seite 363
- [CURSor:Y2Position](#) auf Seite 363
- [CURSor:DELta?](#) auf Seite 363

### Verfolgen-Cursor

Es werden zwei vertikale Cursor-Linien an die Messkurve gekoppelt. Das Gerät misst die vertikalen Werte  $y_1$  und  $y_2$  der Kreuzungen zwischen den Cursor-Linien und der Messkurve. Es misst auch den Betrag der Differenz zwischen den Positionen ( $\Delta y$ ) und die Zeitdifferenz zwischen den Cursor-Linien ( $\Delta t$ ).

Cursor Track	$y_1 = 384.3 \text{ mV}$ $y_2 = 397.7 \text{ mV}$	$\Delta y = 13.41 \text{ mV}$ $\Delta t = 600.0 \text{ ns}$
-----------------	--	--

- [CURSor:Y1Amplitude?](#) auf Seite 363
- [CURSor:Y2Amplitude?](#) auf Seite 363
- [CURSor:DELta?](#) auf Seite 363
- [CURSor:TDELta?](#) auf Seite 362

### Messungen

Zwei vertikale Cursor-Linien definieren ein Gate für zwei parallele automatische Messungen. Es sind alle automatischen Messungen, die nur eine Quelle benötigen, verfügbar. Verzögerungs-, Phasen- und Leistungsmessungen werden für Cursor-Messungen nicht angeboten, weil für sie zwei Quellen erforderlich sind.

Siehe [Kapitel 4.2.3, „Messtypen“](#), auf Seite 89.

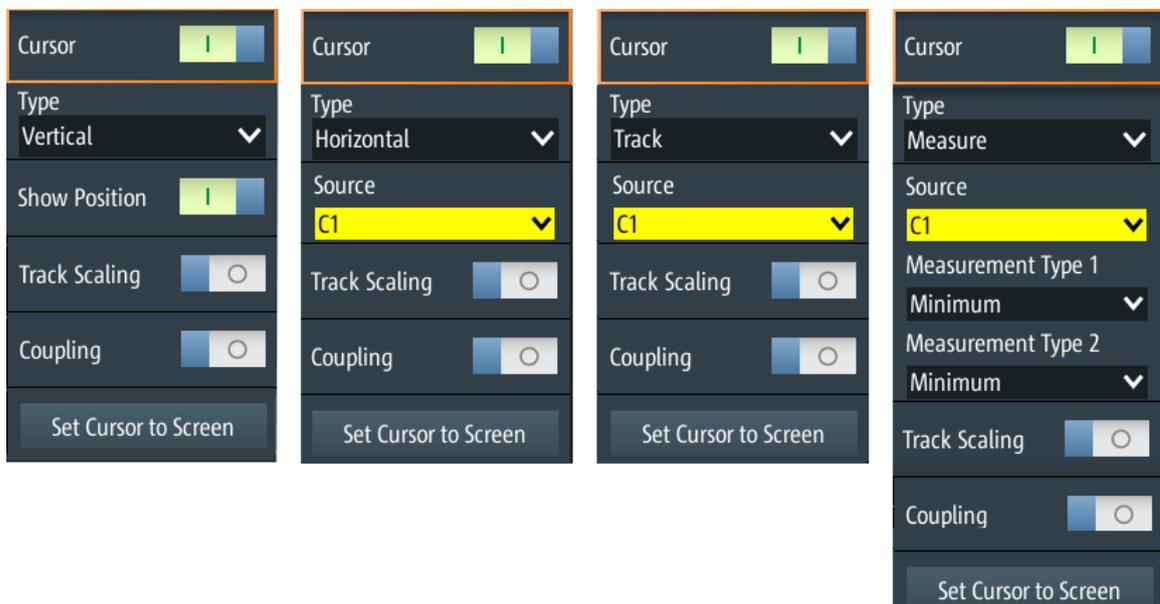
Cursor Meas C1 T = 99.85 ns Rise = 27.13 ns

Wenn das Messergebnis außerhalb des Messbereichs liegt und abgeschnitten wird, werden die Ergebnisse mit < (Unterlauf) oder > (Überlauf) markiert. Passen Sie die vertikale Skala an, um gültige Ergebnisse zu erhalten.

- [CURSOR:MEASurement<m>:RESult:ACTual?](#) auf Seite 364
- [CURSOR:MEASurement<m>:RESult:LIMit?](#) auf Seite 364

### 4.3.3 Einstellungen für Cursor-Messungen

Zugriff: „Cursor“-Menü



#### Status (State)

Aktiviert oder deaktiviert die Cursor-Messung.

Fernsteuerbefehl:

[CURSOR:STATe](#) auf Seite 361

#### Typ (Type)

Gibt den Typ der Cursor-Messung an.

Weitere Einzelheiten finden Sie in [Kapitel 4.3.2, „Cursor-Typen und Ergebnisse“](#), auf Seite 96.

- „Vertikal“ Zeigt zwei vertikale Cursor-Linien an und misst ihre Zeitparameter.
- „Horizontal“ Zeigt zwei horizontale Cursor-Linien an und misst ihre Amplitudenparameter.

- „Verfolgen“ Zeigt zwei vertikale Cursor-Linien an und koppelt sie an die Quellenmesskurve. Es werden die Amplitudeneigenschaften und die Zeitdifferenz der Kreuzungspunkte gemessen.
- „Messen“ Zeigt zwei vertikale Cursor-Linien an, die ein Gate für zwei simultane automatische Messungen definieren.

Fernsteuerbefehl:

[CURSor:FUNctIon](#) auf Seite 361

### Quelle (Source)

Gibt die Quelle an, für die die Cursor-Messung durchgeführt wird. Die Quelle kann ein beliebiges aktives analoges oder digitales Eingangssignal, eine mathematische Messkurve oder ein Bus (Option erforderlich) sein.

Die Quelleneinstellung ist für den Cursor-Typ „Vertikal“ und für Messungen im XY-Diagramm nicht verfügbar.

Fernsteuerbefehl:

[CURSor:SOURce](#) auf Seite 361

### Positions anz. (Show Position)

Zeigt die Positionswerte der vertikalen Cursor-Linien t1 und t2 in den Messergebnissen an. Die Einstellung ist nur für den vertikalen Cursor verfügbar.

Cursor	t1 = -285.6 ns	$\Delta t$ = 600.0 ns
Vert.	t2 = 314.4 ns	1/ $\Delta t$ = 1.667 MHz

### Messtyp 1 (Meas Type 1) / Messtyp 2 (Meas Type 2)

Legen fest, dass die automatischen Messungen auf der Quellenmesskurve zwischen den Cursor-Linien durchgeführt werden. Die Einstellung ist nur für den Cursor-Typ „Messen“ verfügbar.

Es sind alle automatischen Messungen, die nur eine Quelle benötigen, verfügbar. Verzögerungs-, Phasen- und Leistungsmessungen werden für Cursor-Messungen nicht angeboten, weil für sie zwei Quellen erforderlich sind.

Eine Beschreibung der Messtypen finden Sie in [Kapitel 4.2.3, „Messtypen“](#), auf Seite 89.

Fernsteuerbefehl:

[CURSor:MEASurement<m>:TYPE](#) auf Seite 362

### Skal. anpassen (Track Scaling)

Falls aktiviert, wird die Position der Cursor-Linien angepasst, wenn die vertikalen oder horizontalen Skalierungen geändert werden. Die Cursor-Linien behalten ihre relative Position zur Messkurve bei.

Falls deaktiviert, bleiben die Cursor-Linien an ihrer Position auf dem Display, wenn die Skalierung geändert wird.

Fernsteuerbefehl:

[CURSor:SCPLing](#) auf Seite 361

**Kopplung (Coupling)**

Koppelt die Cursor-Linien, sodass der Abstand zwischen den beiden Linien gleich bleibt, wenn einer der Cursor verschoben wird.

Fernsteuerbefehl:

`CURSor:COUPling` auf Seite 361

**Zentrieren (Set to Screen)**

Setzt die Cursor auf eine Standardposition auf dem Bildschirm. Diese Positionierung ist hilfreich, wenn die Cursors vom Display verschwunden sind oder für einen längeren Abstand verschoben werden müssen.

Fernsteuerbefehl:

`CURSor:SCReen` auf Seite 361

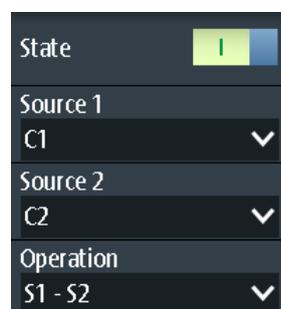
## 4.4 Mathematik

Eine mathematische Messkurve ist eine berechnete Messkurve. Sie können Daten mithilfe mehrerer vordefinierter Operationen aus einer oder zwei verschiedenen Quellen berechnen.

- ▶ Zum Konfigurieren der mathematischen Messkurve die Taste [MATH] so lange drücken, bis das Menü geöffnet wird.
- ▶ Zum Aktivieren oder Deaktivieren der letzten konfigurierten mathematischen Messkurve die Taste [MATH] kurz drücken.
- ▶ Zum Anpassen der vertikalen Skala und Position der mathematischen Messkurve die Tasten [RANGE] und [POS] verwenden.

Sie können mathematische Messkurven auf dieselbe Weise analysieren wie Kanal-messkurven: Sie können Zoom verwenden, automatische und Cursor-Messungen durchführen, als Referenzmesskurve speichern und Maskentests durchführen.

### Beschreibung von Einstellungen

**Status (State)**

Aktiviert die Messkurve und zeigt sie an.

Fernsteuerbefehl:

`REFCurve:STATe` auf Seite 366

`CALCulate:MATH:STATe` auf Seite 364

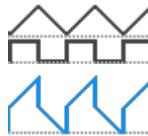
### Quelle 1 (Source 1) / Quelle 2 (Source 2)

Gibt eine oder mehrere Quellen für die definierte mathematische Operation an.

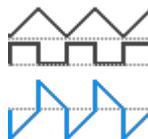
### Operation

Wählen Sie eine Operation zur Berechnung der mathematischen Messkurve aus.

„S1 + S2“ *Addition:* addiert die Werte von „Quelle 1“ (Source 1) und „Quelle 2“ (Source 2).



„S1 - S2“ *Subtraktion:* subtrahiert die Werte von „Quelle 2“ (Source 2) von den Werten von „Quelle 1“ (Source 1).



„S1 \* S2“ *Multiplikation:* multipliziert die Werte von „Quelle 1“ (Source 1) und „Quelle 2“ (Source 2).



„-S1,“ *Invers:* invertiert alle Spannungswerte von „Quelle 1“ (Source 1), d.h. alle Werte werden am Erdpotenzial gespiegelt. Auf diese Weise wird ein positiver Spannungsoffset negativ.



„|S1|“ *Abs. Wert:* berechnet den Betrag von „Quelle 1“ (Source 1). Alle negativen Werte werden in positive Werte invertiert.



„S1<sup>2</sup>“ *Quadrat:* potenziert den Wert von „Quelle 1“ (Source 1).



Fernsteuerbefehl:

`CALCulate:MATH[:EXPRession] [:DEFine]` auf Seite 365

**[RANGE] Tasten**

Die vertikalen [RANGE]-Tasten stellen die vertikale Skalierung (vertikale Empfindlichkeit) der mathematischen Messkurve ein.

Fernsteuerbefehl:

`CALCulate:MATH:VERTical:SCALE` auf Seite 365

`CALCulate:MATH:VERTical:RANGE` auf Seite 365

**[POS] Tasten**

Verschieben die mathematische Messkurve im Diagramm nach oben oder unten. Die Position ist eine grafische Einstellung, die in Skalenteilen erfolgt.

Sie können auch den Messkurvenmarker auf dem Bildschirm an eine andere Position ziehen.

Fernsteuerbefehl:

`CALCulate:MATH:VERTical:POSition` auf Seite 365

## 4.5 Referenzmesskurven

Zum Vergleichen von Messkurven und Analysieren von Differenzen zwischen Messkurven kann eine Referenzmesskurve verwendet werden. Sie können auch Referenzmesskurven speichern und für eine spätere Nutzung laden. Die Anzeige einer Referenzmesskurve ist von der Anzeige der Quellenmesskurve unabhängig; Sie können die vertikale Skalierung und die Position ändern.

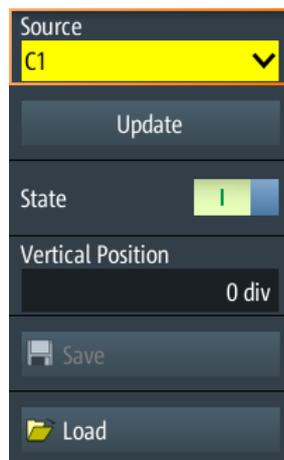


### Referenzmesskurve erstellen und speichern

1. Konfigurieren Sie die Messkurve, die als Referenz dient.
2. Öffnen Sie das Menü „Ref“.
3. Wählen Sie die „Quelle“ (Source) für die Messkurve aus.
4. Wählen Sie „Aktualisierung“ (Update) aus.  
Die Referenzmesskurve wird erstellt, aktiviert und oberhalb der Originalmesskurve angezeigt.
5. Sie können die vertikale Position mit der [POS]-Taste ändern.
6. Wählen Sie „Speichern“ (Save) aus, um die Referenz zu speichern.
7. Wählen Sie den „Dateityp“ (File Type) aus: BIN, XML oder CSV.
8. Wählen Sie den „Dateiname“ (File Name) aus, und geben Sie den Dateinamen ein.

### 4.5.1 Einstellungen für Referenzmesskurven

Zugriff: „Ref“-Menü

**Quelle (Source)**

Gibt die Messkurve an, die als Referenzmesskurve dienen soll. Dies kann ein beliebiger aktiver Kanal oder eine beliebige mathematische Messkurve sein.

Fernsteuerbefehl:

[REFCurve:SOURce](#) auf Seite 366

**Aktualisierung (Update)**

Erstellt die Referenzmesskurve aus der Quellenmesskurve.

Fernsteuerbefehl:

[REFCurve:UPDate](#) auf Seite 366

**Status (State)**

Aktiviert die Messkurve und zeigt sie an.

Fernsteuerbefehl:

[REFCurve:STATe](#) auf Seite 366

[CALCulate:MATH:STATe](#) auf Seite 364

**Vertikale Position (Vertical Position)**

Legt die vertikale Position der Referenzmesskurve fest.

Sie können auch auf den Messkurvenbezeichner „R“ tippen, um den Fokus auf die Referenzmesskurve zu setzen, und die Anzeige mit den [RANGE]- und [POS]-Tasten anpassen.

Fernsteuerbefehl:

[REFCurve:POSition](#) auf Seite 366

**Speichern (Save)/ Laden (Load)**

Speichert oder lädt eine Referenzmesskurve. Das Standardverzeichnis auf der microSD-Karte ist `/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/ReferenceCurves` und `/media/USB1/Rohde-Schwarz/RTH/ReferenceCurves` auf dem USB-Stick.

Wählen Sie den „Dateityp“ (File Type) aus (Format BIN, XML oder CSV) und geben Sie unter „Dateiname“ (File Name) den Dateinamen ein. Siehe auch: [Kapitel 4.5.2, „Messkurvendateien“](#), auf Seite 104.

Fernsteuerbefehl:

`REFCurve:NAME` auf Seite 366

`REFCurve:SAVE` auf Seite 366

`REFCurve:OPEN` auf Seite 367

`REFCurve:DELeTe` auf Seite 367

## 4.5.2 Messkurvendateien

Referenzmesskurven können im XML-, CSV- oder BIN-Format gespeichert werden.



Wenn Sie Referenzmesskurven wieder in das Gerät laden möchten, speichern Sie sie im BIN- oder CSV-Format. XML-Dateien können nicht wieder geladen werden.

Messkurvendaten werden in zwei Dateien gespeichert. Eine Datei enthält die Messkurvendatenwerte und ist durch `*Wfm.*` im Dateinamen gekennzeichnet. Die zweite Datei enthält die Header-Daten, z. B. Zeitskala, vertikale Skala, vertikale Position und Erfassungsmodus. Header-Daten sind zum Abrufen der Messkurve aus Daten oder Analysieren der Datenwerte der Datendatei erforderlich.

### 4.5.2.1 Header-Dateien von Messkurven

Die Header-Dateien von XML- und BIN-Messkurvendateien werden im XML-Format erstellt. Die Header-Dateien von CSV-Messkurvendateien werden im CSV-Format erstellt. Sie können die Header-Dateien öffnen und ihre Informationen zur Datenanalyse nutzen.

CSV-Header-Dateien enthalten nur die Eigenschaftsnamen und -werte (eine Eigenschaft pro Zeile).

```
VerticalScale:0.05:
```

```
HorizontalScale:5e-08:
```

XML-Header-Dateien enthalten mehr Informationen als CSV-Header-Dateien. Für Analysen werden nur `Name` und `Value` benötigt.

```
<Prop Name="VerticalScale" Value="0.05" UserValue="0.05" Step="0.001" Default="0.05"
Min="0.001" Max="100" StepDefault="0.001" StepFactor="10" UnitId="77"
UnitName="V/div" BitGroupSize="0" Format="0"></Prop>
<Prop Name="HorizontalScale" Value="1e-07" UserValue="1e-07" Step="1e-09"
Default="1e-07" Min="1e-09" Max="500" StepDefault="1e-09" StepFactor="10"
UnitId="75" UnitName="s/div" BitGroupSize="0" Format="0"></Prop>
```

Header-Dateien enthalten folgende Eigenschaften:

Wert	Beschreibung
<b>Vertikale Einstellungen</b>	
VerticalScale	Vertikale Skalierung der Messkurve in Volt pro Skalenteil (V/div) oder andere Einheit/Skalenteil

Wert	Beschreibung
VerticalOffset	Vertikales Offset der Messkurve in Volt oder einer anderen Einheit
VerticalPosition	Vertikale Position der Messkurve in Skalenteilen
<b>Horizontale und Erfassungseinstellungen</b>	
HorizontalScale	Zeitskala in Sekunden pro Skalenteil (s/div)
HorizontalLeft	Horizontaler Startwert der Messkurve (Zeit in s)
HorizontalResolutionPP	Zeit zwischen zwei aufgezeichneten Abtastwerten
HorizontalAcquisitionMode	Sample, Peak Detect, High Res, Hüllkurve oder Mittelwert
HorizontalDecimationFactor	Bei langen Zeitbasis-Einstellungen wirkt sich der Dezimierungsfaktor aus, wenn die Anzahl erfasster Abtastwerte größer als die verfügbare Aufzeichnungslänge ist. Ist die Zeitskalierung $\leq 5 \mu\text{s/div}$ , hat der Dezimierungsfaktor den Wert 1.
<b>Abtastwerte</b>	
HorizontalTraceLength	Aufzeichnungslänge, Anzahl aufgezeichneter Messkurvenabtastwerte, die gespeichert werden
PostSettlingSamples	Anzahl zusätzlicher Abtastwerte nach dem Ende der Messkurvenaufzeichnung.
PreSettlingSamples	Anzahl zusätzlicher Abtastwerte vor dem Beginn von Messkurvenabtastwerten. Sie stellen sicher, dass alle Messungen, die für die Originalmesskurve durchgeführt werden konnten, für die abgerufene Messkurve durchgeführt werden können.

#### 4.5.2.2 Messkurvendatendateien

Die Messkurvendatendateien sind durch *\*Wfm.\** im Dateinamen gekennzeichnet. Sie enthalten die eigentlichen Messkurvendaten, die Y-Werte der Abtastwerte. Meistens handelt es sich bei den Y-Werten um Spannungen:

Y0; Y1; Y2; Y3; ...

Vor und hinter den Messkurvendaten speichert das Gerät Presettling- und Postsettling-Abtastwerte. Die Gesamtzahl der Werte in der Datendatei ist:

$$\text{ValuesNumber} = \text{PreSettlingSamples} + \text{HorizontalTraceLength} + \text{PostSettlingSamples}$$

Für Hüllkurvenmesskurven verdoppelt sich die Anzahl der Werte in der Datei. Es werden zwei Y-Werte für jeden Abtastwert gespeichert, einer für die obere und einer für die untere Hüllkurve:

Ymin0; Ymax0; Ymin1; Ymax1; Ymin2; Ymax2; Ymin3; Ymax3;...

Im Erfassungsmodus Peak Detect hängt die Anzahl der Werte vom Dezimierungsfaktor ab. Bei Dezimierungsfaktor 1 wird ein Wert pro Abtastwerte gespeichert. Bei höheren Dezimierungsfaktoren werden zwei Werte pro Abtastwert gespeichert.

In CSV-Dateien werden Datenwerte jedes einzelnen Abtastwerts in einer einzigen Zeile gespeichert. Hüllkurvendaten sehen beispielsweise wie folgt aus:

```
-0.0125490196078431    -0.0619607843137255
-0.0133333333333333    -0.0627450980392157
-0.0149019607843137    -0.0650980392156863
```

XML-Dateien sind leicht lesbar:

```
<sample>
  <datamax>-0.012549</datamax>
  <datamin>-0.0619608</datamin>
</sample>
<sample>
  <datamax>-0.0133333</datamax>
  <datamin>-0.0627451</datamin>
</sample>
<sample>
  <datamax>-0.014902</datamax>
  <datamin>-0.065098</datamin>
</sample>
```

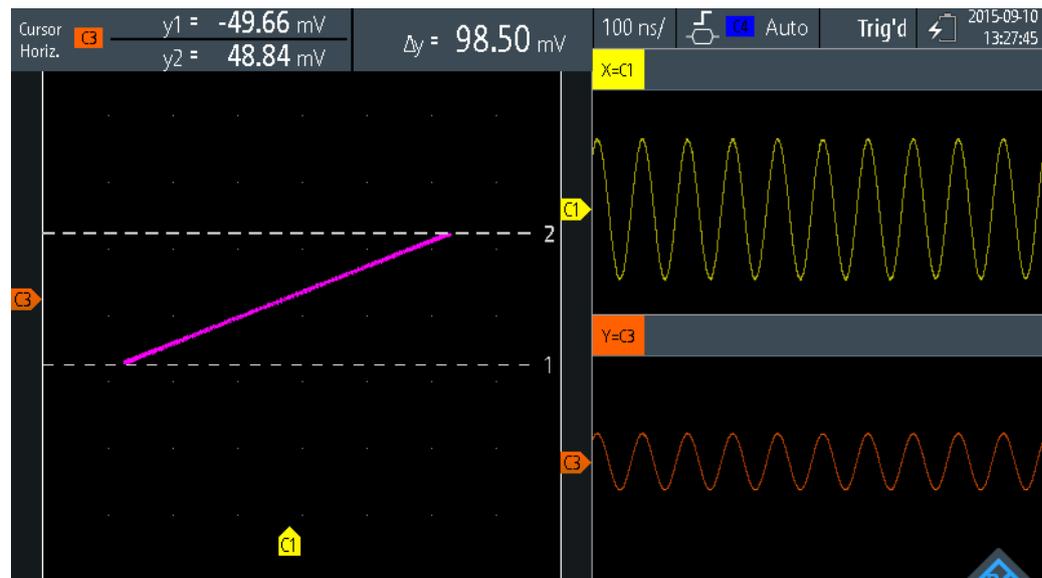
## 4.6 XY-Diagramm

XY-Diagramme fassen die Spannungs- oder Strompegel von zwei Eingangssignalen in einem einzigen Diagramm zusammen. Dabei dient statt einer Zeitbasis der Pegel eines zweiten Signals als x-Achse. Das XY-Diagramm ermöglicht zum Beispiel die Durchführung von Phasenverschiebungsmessungen.



1. Drücken Sie die Taste [Mode].
2. Wählen Sie „XY“ aus.
3. Stellen Sie sicher, dass die Signale, der Trigger und die Erfassung korrekt eingestellt sind. Folgende Menüs sind im XY-Modus verfügbar:
  - „Vertical“: siehe [Kapitel 3.2, „Vertikale Einstellung“](#), auf Seite 45.
  - „Horizontal“: siehe [Kapitel 3.3, „Horizontale Einstellung“](#), auf Seite 50.
  - „Trigger“: siehe [Kapitel 3.6, „Trigger“](#), auf Seite 56.
  - „Acquire“: siehe [Kapitel 3.4, „Erfassungssteuerung“](#), auf Seite 52.

Zur Analyse des Signals im XY-Modus können Sie Cursor-Messungen verwenden. Sie können vertikale oder horizontale Cursor auswählen, die Cursor-Linien koppeln oder sie zentrieren. Alle anderen Cursor-Einstellungen sind für Messungen des XY-Diagramms nicht relevant.



### ☰ Beschreibung von Einstellungen

#### Quelle X (Source X)

Gibt das Signal an, das die x-Werte des XY-Diagramms liefert (ersetzt die sonst gebräuchliche Zeitbasis). Die Quelle kann einer der aktiven analogen Kanäle sein.

#### Quelle Y (Source Y)

Gibt das Signal an, das in y-Richtung in einem XY-Diagramm angezeigt werden soll. Die Quelle kann einer der aktiven analogen Kanäle sein.

## 4.7 History (Option R&S RTH-K15)

Die History-Option R&S RTH-K15 greift auf die Daten früherer Erfassungen zu und stellt sie zur weiteren Analyse bereit. Mit dieser Option können beispielsweise Paketübertragungen in seriellen Bussen, Radarpulse, Laserpulse und Signale, die in kurzen Bursts mit langen Leerlaufzeiten auftreten, analysiert werden.

Wird bei aktivierter History eine Erfassung durchgeführt, speichert das Gerät die erfassten Messkurven, verarbeitet die Daten und zeigt die aktuelle Messkurve an. Jede gespeicherte Messkurve wird als Segment bezeichnet. Wird die Erfassung gestoppt, öffnet sich der History-Player, mit dem Sie auf die gespeicherten Segmente zugreifen und sie anzeigen und analysieren können. Beim Starten einer neuen Erfassung wird die History gelöscht und neu gespeichert.

Die History-Option speichert während der Erfassung folgende Daten:

- Alle aktiven analogen Kanäle.
- Alle Logikkanäle, wenn mindestens eine Logik aktiv ist (mit Option R&S RTH-B1).
- Decodierte Busdaten, wenn der Bus aktiv ist (mit Option R&S RTH-K1 und/oder R&S RTH-K2).

**History aktivieren:**

1. Tippen Sie auf die Menüschaltfläche, und wählen Sie „History“ im Menü aus.
2. Aktivieren Sie „History“.

**4.7.1 History-Einstellungen**

Zugriff: „History“-Menü

**History**

Aktiviert die History-Funktion. Das Gerät speichert die erfassten Messkurven in Form von Segmenten. Nach dem Stoppen der Erfassung können Sie diese analysieren.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:HISTory\[:STATe\]](#) auf Seite 367

**Anzahl Segmente (Number of Segments)**

Gibt die Anzahl der zu speichernden Segmente an.

**Hinweis:** Sind Zoom oder Mathematik während der Erfassung aktiv, kann die tatsächliche Anzahl gespeicherter Segmente kleiner als die festgelegte Anzahl sein. Der Rückgang gespeicherter Messkurven lässt sich vermeiden, indem Zoom und Mathematik vor der Erfassung der Messkurven deaktiviert werden. Sie können Zoom und Mathematik später im Stoppmodus aktivieren und zur Analyse der History-Segmente verwenden.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:HISTory:NSEGments](#) auf Seite 367

**Player-Geschwindigkeit (Player Speed)**

Gibt an, wie schnell der History-Player die gespeicherten Segmente anzeigt.

Fernsteuerbefehl:

`CHANnel<m>:HISTory:TPACq` auf Seite 368

#### Player-Position (Player Control Position)

Legt die Position des History-Player-Fensters auf dem Display fest. Sie können das Fenster auf dem Touchscreen an eine andere Position ziehen. In diesem Fall wird „Benutzer“ als Position angezeigt.

#### Verfügbare Erfassung (Available Acquisition)

Zeigt die Anzahl Segmente an, die aktuell in der History gespeichert sind.

Fernsteuerbefehl:

`ACQuire:AVAILable?` auf Seite 368

#### Erfassung starten (Start Acquisition) / Erfassung stoppen (Stop Acquisition)

Geben den Index des ersten und des letzten History-Segments an, die der History-Player anzeigt. Ändern Sie diese Werte, wenn ein kleinerer Bereich nachfolgender Segmente aus der History angezeigt werden soll. Das neueste Segment hat immer den Index "0". Ältere Segmente haben einen negativen Index. Die Anzahl verfügbarer Segmente wird unter „Verfügbare Erfassung“ (Available Acquisition) angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

`CHANnel<m>:HISTory:START` auf Seite 368

`CHANnel<m>:HISTory:STOP` auf Seite 368

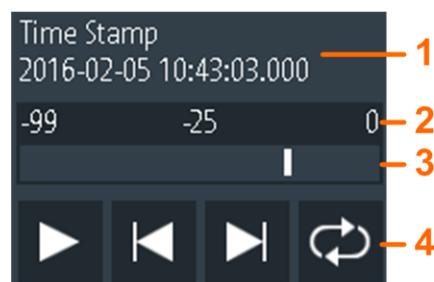
#### Zeitformat (Time Format)

Gibt an, ob der Zeitstempel im History-Player-Fenster die absolute oder relative Zeit anzeigt. Die absolute Zeit ist das Datum und die Tageszeit der aktuellen Erfassung. Die relative Zeit ist die Differenz zum neuesten Segment (Index = 0).

Siehe auch: „Zeitstempel“ auf Seite 110.

## 4.7.2 History-Daten anzeigen

Im History-Player-Fenster starten und stoppen Sie die Wiedergabe der gespeicherten Segmente und können Sie eine einzelne Erfassung anzeigen.



1 = Zeitstempel, hier: absolute Zeit

2 = Index des ältesten, aktuellen und neuesten (= 0) Segments

3 = Schieberegler zum Einstellen des angezeigten Segments

4 = Steuerschaltflächen: Wiedergabe, Vorwärts, Rückwärts und Wiederholung

## Zeitstempel

Der Zeitstempel zeigt die Zeit des aktuell angezeigten History-Segments an. Auf diese Weise ist der Zeitbezug zwischen Erfassungen immer verfügbar. Genauer gesagt, ist der Zeitstempel die Zeit des Triggerereignisses.

Der Zeitstempel kann absolut oder relativ sein:

- Absolut: Datum und Tageszeit des Triggerereignisses des angezeigten Segments mit einer Genauigkeit von 1 ms.  
Je nach horizontaler Position kann die Messkurve bis zu 100.000 Sekunden nach dem Triggerereignis erfasst werden und damit nach dem angezeigten Zeitstempel. Das Gerät berücksichtigt diese Verzögerung automatisch; alle Messungen beziehen sich auf das Triggerereignis.
- Relativ: Zeitdifferenz des aktuellen Segments zum neuesten Segment (Index = 0).

Fernsteuerbefehl:

- `CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute?` auf Seite 370
- `CHANnel<m>:HISTory:TSDate?` auf Seite 370
- `CHANnel<m>:HISTory:TSRelative?` auf Seite 370

## History-Segmente anzeigen

Sie können auf verschieden Weise auf die History-Segmente zugreifen:

- Wiedergabe aller erfassten History-Segmente.
- Wiedergabe eines bestimmten Bereichs nachfolgender Segmente.
- Anzeige eines einzelnen Segments.

Dazu wie folgt vorgehen:

1. Stoppen Sie die Erfassung, falls sie aktiv ist.  
Der History-Player wird angezeigt.
2. Tippen Sie für eine einmalige Wiedergabe der Segmente auf die Wiedergabetaste.  
Standardmäßig werden alle erfassten Messkurven angezeigt.
3. Zum Anzeigen eines Bereichs von Segmenten aus der History:
  - a) Öffnen Sie das Menü „History“.
  - b) Geben Sie den Index des ersten und des letzten anzuzeigenden Segments an.  
Siehe „[Erfassung starten \(Start Acquisition\) / Erfassung stoppen \(Stop Acquisition\)](#)“ auf Seite 109.
  - c) Tippen Sie im History-Player-Fenster auf die Wiedergabetaste.
4. Zur wiederholten Wiedergabe der Segmente:
  - a) Aktivieren Sie die Taste „Wiederholung“.
  - b) Tippen Sie auf die Taste „Wiedergabe“.
5. Um auf ein einzelnes Segment zuzugreifen, können Sie:
  - Den Regler im History-Player-Fenster bis zur gewünschten Indexnummer verschieben.

- Über die Tasten „Vorwärts“ und „Rückwärts“ das jeweils nächste Segment anzeigen.

Fernsteuerbefehl:

- `CHANnel<m>:HISTory:PLAY` auf Seite 369
- `CHANnel<m>:HISTory:REPLay` auf Seite 369
- `CHANnel<m>:HISTory:CURRent` auf Seite 369

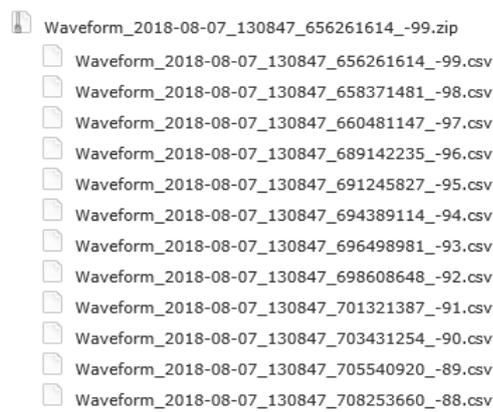
### 4.7.3 History-Daten analysieren

Es gibt folgende Möglichkeiten zur Analyse der gespeicherten Segmente:

- Analoge Kanäle ein- und ausschalten, wenn sie bei der Erfassung aktiv waren.
- Vertikale Skalierung und Position von erfassten Kanälen ändern.
- Zoom verwenden.
- Screenshots speichern.
- Cursor-Messungen verwenden.
- Automatische Messungen verwenden.
- Mathematische Funktionen verwenden.
- Logikkanäle ein- und ausschalten, wenn mindestens ein Kanal während der Erfassung aktiv war.
- Seriellen Bus aktivieren und deaktivieren, wenn er bei der Erfassung aktiv war.

### 4.7.4 History-Daten exportieren

History-Daten können in Dateien exportiert werden. Die History-Daten werden immer in „komprimierten CSV“-Dateien gespeichert. Jedes Segment wird in einer separaten Datei gespeichert und alle Segmentdateien werden in einem komprimierten Ordner abgelegt.



**Bild 4-5: Inhalt eines History-Messkurvenordners**

Die Dateinamen der Segmentdateien werden gemäß dem Dateinamensmuster und dem Segmentindex gebildet:

```
<filename base>_<date>_<segment-timestamp>_<index>.csv.
```

Für den Dateinamen der ZIP-Datei wird das gleiche Schema und der Zeitstempel des ältesten Segments verwendet. Zeitstempel in Dateinamen sind stets absolute Zeitangaben.

Im Header-Bereich der Segmentdateien finden Sie den absoluten Zeitstempel des Segments ganz oben. Am Ende wird der relative Zeitstempel eines jeden Segments geschrieben, also die Zeitdifferenz zum neuesten Segment in s. Das neueste Segment mit dem Index 0 hat den relativen Zeitstempel 0.

```
Acquisition Time Stamp,2018-08-07 13:08:47.658371481,2018-08-07 13:08:47.658371481
Waveform Type,ANALOG,
Acquisition Mode,SAMPLE,
Horizontal Unit,s,
Horizontal Scale,1e-05,
Horizontal Position,0,
Reference Point,50 %,
Sample Interval,4e-10,
Record Length,250000,
Probe Setting,'10:1','10:1'
Vertical Unit,V,V
Vertical Scale,5,5
Vertical Position,2,-2
Vertical Offset,0,0
History Index,-98,-98
History Time Stamp,-0.518563990175,-0.518563990175
```

History-Daten speichern:

1. Installieren Sie die History-Option und erfassen Sie Messkurven.
2. Drücken Sie die Taste [FILE].
3. Wählen Sie „Messkurven“ (Waveforms) aus.
4. Wählen Sie die Messkurven für den Export aus:
  - a) Tippen Sie auf „Messkurve auswählen“ (Select Waveform).
  - b)
    - Wählen Sie eine Messkurve für den Export aus.
    - Sie können auch alle aktiven Messkurven auswählen.
5. Aktivieren Sie „History speichern“ (Save History).  
Ist gerade eine Erfassung aktiv, wird sie durch das Aktivieren von „History speichern“ (Save History) gestoppt.
6. Überprüfen Sie das „Verzeichnis“ (Directory), die „Stamm-Dateinamen“ (Filename Base) und das „CSV-Spaltentrennzeichen“ (CSV Column Delimiter). Führen Sie bei Bedarf Anpassungen durch.
7. Wenn Sie Zeitangaben für die Analyse benötigen, aktivieren Sie „Mit Zeit speichern“ (Store with Time).
8. Tippen Sie auf „Messkurve speichern“ (Save Waveform).

Alle Exporteinstellungen werden in [Kapitel 12.4.2, „Einstellungen für Messkurvenexport“](#), auf Seite 289 beschrieben.

## 5 Maskentests

Mithilfe von Masken wird ermittelt, ob die Amplitude eines Signals innerhalb angegebener Grenzwerte bleibt, um beispielsweise Fehler zu erkennen oder die Konformität digitaler Signale zu testen.

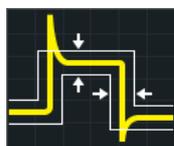
Eine Maske wird durch eine obere und eine untere Grenzwertlinie spezifiziert. Das Signal muss sich innerhalb dieser Grenzen bewegen, andernfalls tritt eine Maskenverletzung auf. Eine neue Maske wird anhand eines vorhandenen Signals angelegt: Maskengrenzen werden durch Kopieren der Messkurve erstellt; die Grenzen werden verschoben und gestreckt. Das Ergebnis ist ein Toleranzschlauch rund um das Signal, das als Maske verwendet wird.

### 5.1 Auf Maskenmodus zugreifen

1. Drücken Sie die Taste [MODE].



2. Wählen Sie „Mask“ aus.

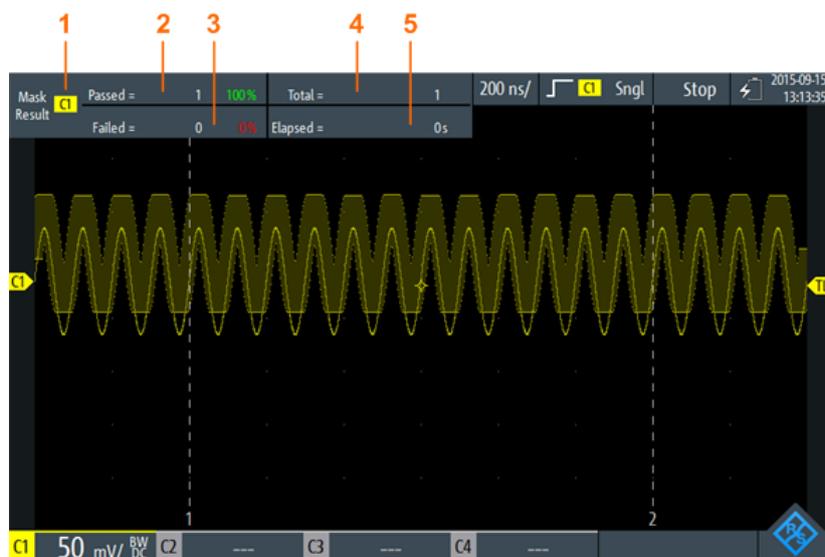


Die Maskenschnittstelle wird angezeigt und Maskentests werden gestartet, falls bereits Masken definiert und aktiviert sind.

### 5.2 Maskentestergebnisse

Bei einem Maskentest werden alle aktiven Messkurven gleichzeitig auf Maskenverletzungen überprüft.

Das Testergebnis für die ausgewählte Maske wird in der Ergebnistabelle oben links auf dem Display angezeigt.



**Bild 5-1: Ansicht des Maskenmodus**

- 1 = Ausgewählter Kanal
- 2 = Anzahl und Anteil bestandener Erfassungen in Prozent
- 3 = Anzahl und Anteil durchgefallener Erfassungen in Prozent
- 4 = Anzahl getesteter Erfassungen
- 5 = Testdauer

Fernsteuerbefehle für Maskentestergebnisse:

- [MASK:CHANnel<m>:RESult:PASS\[:COUNT\]?](#) auf Seite 373
- [MASK:CHANnel<m>:RESult:PASS:PERCentage?](#) auf Seite 373
- [MASK:CHANnel<m>:RESult:FAIL\[:COUNT\]?](#) auf Seite 373
- [MASK:CHANnel<m>:RESult:FAIL:PERCentage?](#) auf Seite 372
- [MASK:CHANnel<m>:RESult:TOTL\[:COUNT\]?](#) auf Seite 374
- [MASK:ELAPsedtime:TOTAL?](#) auf Seite 374
- [MASK:ELAPsedtime\[:SECS\]?](#) auf Seite 374
- [MASK\[:TESTstate\]?](#) auf Seite 372

## 5.3 Maskentests durchführen

1. Um Maskentests durchführen zu können, müssen Sie die Messkurven anpassen, indem Sie die vertikalen, horizontalen, Trigger- und Erfassungseinstellungen bearbeiten.

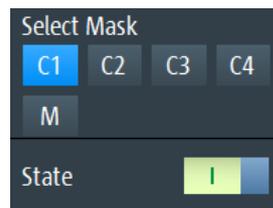
Einzelheiten hierzu siehe:

- [Kapitel 3.2, „Vertikale Einstellung“](#), auf Seite 45
- [Kapitel 3.3, „Horizontale Einstellung“](#), auf Seite 50
- [Kapitel 3.6, „Trigger“](#), auf Seite 56

- [Kapitel 3.4, „Erfassungssteuerung“](#), auf Seite 52

**Hinweis:** Der Erfassungsmodus „Hüllkurve“ (Envelope) ist während der Durchführung von Maskentests nicht verfügbar.

2. Wenn Sie eine mathematische Messkurve (Math) testen möchten, erstellen Sie eine Math-Messkurve. Siehe [Kapitel 4.4, „Mathematik“](#), auf Seite 100.
3. Wählen Sie das Menü „Mask“ aus.
4. Wählen Sie den Maskenkanal aus, der der getesteten Messkurve zugewiesen ist.
5. Tippen Sie zum Aktivieren der Maske auf „Status“ (State).



**Hinweis:** Falls die ausgewählte Maske zuvor benutzt wurde, wird die gespeicherte Maske angezeigt.

6. Geben Sie „Breite X“ (Width X) und „Breite Y“ (Width Y) ein, um die Maskenbreite festzulegen.
7. Wählen Sie die „Aktion bei Verletzung“ (Action on Violation) aus. Diese Aktion wird auf alle Masken angewendet.
8. Tippen Sie zum Erstellen der Maske auf „Maske erstellen“ (Create Mask).
9. Drücken Sie zum Starten und Stoppen des Maskentests die Taste [RUN STOP].

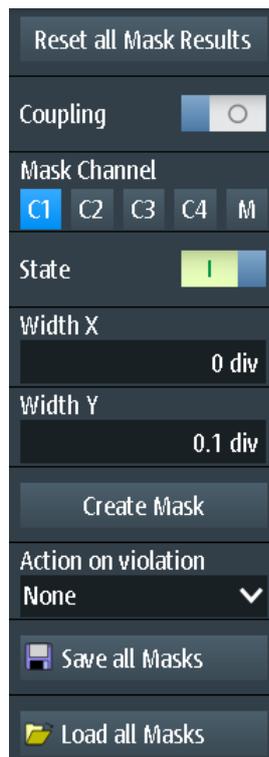


### Maskentest analysieren

Zum Anzeigen der Details der Messkurve bei einer Maskentestverletzung können Sie die Zoomfunktion verwenden (siehe [Kapitel 4.1, „Zoom“](#), auf Seite 86). Zoomen ist nur möglich, während der Maskentest gestoppt ist.

## 5.4 Maskeneinstellungen

Zugriff: „Mask“-Menü



**Bild 5-2: Maskeneinstellungen**

#### **Alle Maskenergebnisse zurücksetzen (Reset all Mask Results)**

Setzt alle Maskentestergebnisse zurück.

Fernsteuerbefehl:

[MASK:RST](#) auf Seite 372

#### **Kopplung (Coupling)**

Falls aktiviert, werden die Einstellungen der ausgewählten Maske auf alle aktiven Masken angewendet, wenn sie auf „Maske erstellen“ (Create Mask) tippen.

#### **Maskenkanal (Mask Channel)**

Gibt die zu konfigurierende Maske an.

Wenn die ausgewählte Maske vorher erstellt wurde und aktiv ist, wird sie auf dem Display angezeigt.

Jeder Maskenkanal wird seiner zugehörigen Messkurve (Eingangskanal oder mathematische Messkurve) zugewiesen, wie durch den Maskenkanalnamen angegeben.

#### **Status (State)**

Schaltet die Maske ein oder aus.

Wenn die zugewiesene Messkurve inaktiv ist, wird sie zusammen mit der Maske aktiviert.

Fernsteuerbefehl:

[MASK:CHANnel<m>:STATe](#) auf Seite 371

**Breite X (Width X)**

Ändert die Breite der Maske in horizontaler Richtung.

Die angegebene Anzahl Skalenteile wird zu den positiven x-Werten hinzugefügt und von den negativen x-Werten der Maskengrenzwerte in Bezug auf die Maskenmitte subtrahiert. Auf diese Weise wird die linke Hälfte der Maske nach links und die rechte Hälfte nach rechts gezogen.

Tippen Sie auf „Maske erstellen“ (Create Mask), um den geänderten Wert auf eine bestehende Maske anzuwenden.

Fernsteuerbefehl:

[MASK:CHANnel<m>:PROPERTIES:XWIDTH](#) auf Seite 371

**Breite Y (Width Y)**

Ändert die Breite der Maske in vertikaler Richtung.

Die angegebene Anzahl Skalenteile wird zu den y-Werten des oberen Maskengrenzwerts hinzugefügt und von den y-Werten des unteren Maskengrenzwerts subtrahiert. Auf diese Weise wird die obere Hälfte der Maske aufwärts und die untere Hälfte abwärts gezogen; die Gesamthöhe der Maske ist das Doppelte von „Breite Y“ (Width Y).

Tippen Sie auf „Maske erstellen“ (Create Mask), um den geänderten Wert auf eine bestehende Maske anzuwenden.

Fernsteuerbefehl:

[MASK:CHANnel<m>:PROPERTIES:YWIDTH](#) auf Seite 371

**Maske erstellen (Create Mask)**

Erstellt eine neue Maske oder wendet geänderte Maskeneinstellungen auf die Maske an.

Falls „Kopplung“ (Coupling) aktiviert ist, werden alle aktiven Masken mit den Einstellungen der ausgewählten Maske neu erstellt.

Fernsteuerbefehl:

[MASK:CHANnel<m>:CREatemask](#) auf Seite 371

**Aktion bei Verletzung (Action on Violation)**

Gibt die Aktion an, die bei einer Verletzung der Maskengrenzen ausgeführt werden soll.

Diese Aktion wird auf alle Masken angewendet.

Fernsteuerbefehl:

[MASK:ONViolation\[:SElection\]](#) auf Seite 372

**Alle Masken speichern (Save all Masks)**

Öffnet einen Explorer zum Speichern aller aktiven Masken.

**Alle Masken laden (Load all Masks)**

Öffnet einen Explorer zum Laden von Masken.

Falls eine Erfassung aktiv ist, wird sie gestoppt, bis die Masken erneut geladen wurden.

**[RUN] / [STOP]**

Startet und stoppt die Triggerung bei Maskenverletzungen.

Fernsteuerbefehl:

[RUN](#) auf Seite 329

[STOP](#) auf Seite 329

## 6 Spektrumanalyse

Das R&S RTH stellt mehrere Arten der Spektrumanalyse zur Verfügung:

- Grundlegende FFT-Berechnung (in der Firmware enthalten)
- Spektrumanalyse-Option R&S RTH-K18, die eine Vielzahl von Analysemöglichkeiten bietet, beispielsweise die Suche nach Spitzenwerten und Cursor-Messungen.
- Harmonischen-Messungen mit Option R&S RTH-K34 - liefert eine Übersicht und charakteristische Details zu den im gemessenen Signal enthaltenen Harmonischen
- [FFT-Modus](#)..... 119
- [Spektrum-Modus \(Option R&S RTH-K18\)](#)..... 127
- [Harmonischen-Messung \(Option R&S RTH-K34\)](#)..... 145

### 6.1 FFT-Modus

Der neue FFT-Modus ist in der Standardinstallation des R&S RTH enthalten und ermöglicht FFT-Analysen direkt auf dem Gerät. Bei einer FFT-Analyse wird das erfasste Signal im Zeitbereich in ein Frequenzspektrum umgewandelt. Als Ergebnis kann der Betrag der ermittelten Frequenzen angezeigt werden.

#### 6.1.1 Auf FFT-Modus zugreifen

1. Drücken Sie die Taste [MODE].



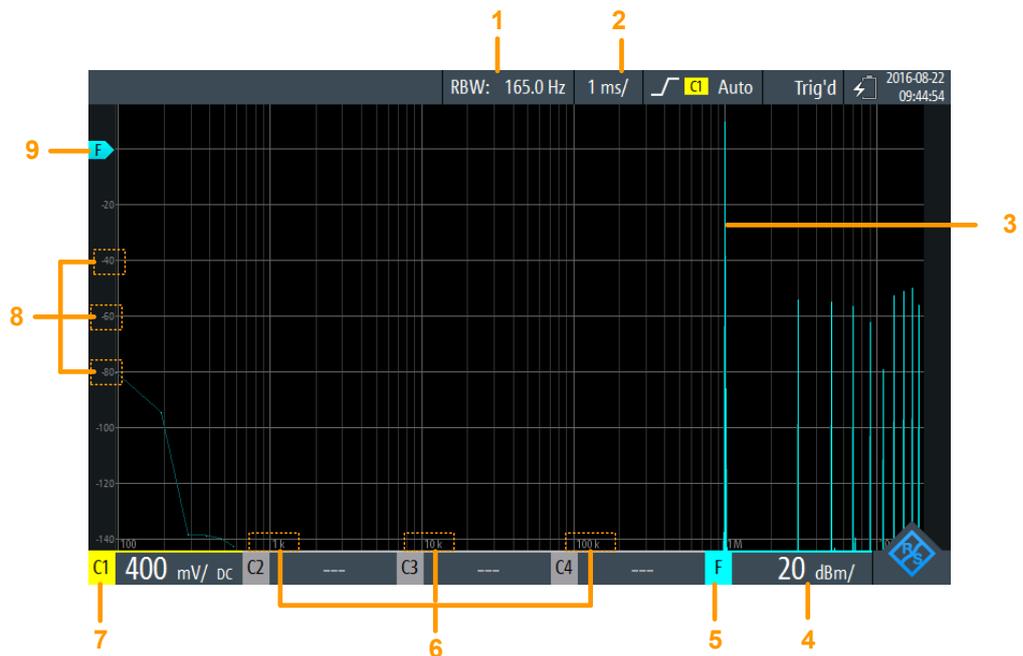
2. Wählen Sie „FFT“ aus.



Es wird ein Leistung-über-Frequenz-(Spektrum-)Diagramm angezeigt und das Spektrum der aktuell erfassten Daten analysiert, falls verfügbar.

#### 6.1.2 Anzeige und Steuerung

Die FFT-Anzeige enthält ein Leistung-über-Frequenz-(Spektrum-)Diagramm und relevante Analyseparameter. FFT-Ergebnisse sind nützlich, um eine Übersicht über das Eingangssignal im Frequenzbereich zu erhalten und ungewöhnliche Signaleffekte (z. B. Nebenaussendungen oder Verzerrungen) visuell zu erkennen.



**Bild 6-1: FFT-Anzeige**

- 1 = Auflösungsbreite (RBW), ermittelt aus Kanalbandbreite und Frequenzdarstellbreite
- 2 = Zeitskala (Zeit pro Skalenteil)
- 3 = Leistung-über-Zeit-Messkurve
- 4 = Amplitudenskala (y-Achse) (Bereich pro Skalenteil)
- 5 = FFT-Modus aktiv
- 6 = Frequenzwerte (x-Achse)
- 7 = Kanal, der Eingangsdaten bereitstellt
- 8 = Amplitudenwerte (y-Achse)
- 9 = 0-dBm-Linie (y-Achse)

### Datenquelle

Die FFT-Analyse wird für die Daten durchgeführt, die an einem der aktiven Eingangskanäle erfasst werden. Analysen sind für alle Kanäle gleichzeitig durchführbar.

### Zeitbasis

Die FFT-Analyse wird für die Daten durchgeführt, die während der gesamten Datenerfassung erfasst werden. Um die Zeitbasis, für die eine FFT-Analyse durchgeführt werden soll, zu verkleinern (und so die Berechnungszeit zu verkürzen), müssen Sie die [Zeitskala \(Time Scale\)](#) ändern. Gating oder Zoomen sind für FFT-Analysen nicht verfügbar.

### Frequenzbereich

Die Spektrumanzeige kann auch auf einen bestimmten Frequenzbereich beschränkt werden. Standardmäßig wird das gesamte ermittelte Spektrum angezeigt. Sie können jedoch die Kanalbandbreite auf einen kleineren Wert einstellen.

**Alias-Effekt**

Im FFT-Modus wird kein Tiefpassfilter angewendet. Versuchen Sie bei Auftreten eines Alias-Effekts den Frequenzbereich des Eingangssignals über die Einstellung **Kanalbandbreite** zu verkleinern.

Im Gegensatz zum FFT-Modus wird im Spektrum-Modus (Option R&S RTH-B18) ein Alias-Korrekturfilter verwendet.

Die Frequenzachse wird an das verfügbare Spektrum und den ausgewählten **X-Skalierung**-Modus (linear oder logarithmisch) angepasst. Bei linearer Skalierung beginnt die Frequenzachse bei 0 Hz.

Bei logarithmischer Skalierung beginnt sie bei der Frequenzauflösung (Abstand zwischen zwei einzelnen Frequenzwerten auf der x-Achse), die von der ausgewählten **Frequenzbereich** und der **Kanalbandbreite** abhängig ist.



Im logarithmischen Modus zeigen sich eventuell nicht alle möglichen Amplitudenwerte für eine bestimmte Frequenz. Jedes Ergebnis wird durch einen hellen, farbigen Messkurvenpunkt markiert.

Die DC-Amplitude (bei 0 Hz) wird nicht angezeigt, da  $\lg(0)$  nicht definiert ist.

Der maximale Frequenzwert hängt von folgenden Parametern ab und wird entsprechend angepasst:

- **Abtastfrequenz** (die Abtastrate, mit der die FFT-Analyse erfolgt)
- **Kanalbandbreite**
- Installierte Bandbreitenoptionen

**Amplitudenbereich**

Die für jede Frequenz ermittelten Amplituden werden auf der y-Achse des Spektrums angezeigt. Die Werte werden in dBm (dBmW) auf Basis eines 50  $\Omega$ -Scheinwiderstands skaliert.

Der angezeigte Bereich kann mit den **[RANGE] Tasten** und den **[POS] Tasten** geändert werden. Die Position der 0 dBm-Linie ist durch ein „F“ auf der y-Achse markiert.

**AUTOSET-, vertikale und Triggereinstellungen**

Vertikale und Triggereinstellungen für das Eingangssignal müssen im Oszilloskop-Modus angewendet werden, bevor der FFT-Modus ausgewählt wird. Dasselbe gilt für die automatische Anpassung der Geräteeinstellungen an das Eingangssignal ([AUTOSET]).

### 6.1.3 FFT-Analyse durchführen

1. Um eine FFT-Analyse durchführen zu können, müssen Sie die Messkurven anpassen, indem Sie die vertikalen, horizontalen, Trigger- und Erfassungseinstellungen bearbeiten.

Einzelheiten hierzu siehe:

- [Kapitel 3.2, „Vertikale Einstellung“](#), auf Seite 45
- [Kapitel 3.3, „Horizontale Einstellung“](#), auf Seite 50
- [Kapitel 3.6, „Trigger“](#), auf Seite 56
- [Kapitel 3.4, „Erfassungssteuerung“](#), auf Seite 52

2. Drücken Sie [AUTOSET], um die Geräteeinstellungen automatisch an das aktuelle Eingangssignal anzupassen.
3. Wählen Sie den Modus „FFT“ aus.
4. Wählen Sie die Einstellung „Frequenzbereich“ aus und ermitteln Sie die erforderliche Abtastfrequenz („Max.“ ist der höchste Wert).
5. Wählen Sie den „Fenster“-Typ den Signaleigenschaften entsprechend aus, die für Ihre Messaufgabe am relevantesten sind (siehe [„Fenster“](#) auf Seite 124).
6. Wählen Sie die Einstellung „Kanalbandbreite“ aus und geben Sie die Frequenzgrenze des Spektrumdiagramms an. Frequenzen oberhalb der ausgewählten Grenze werden entfernt, um Rauschen bei unterschiedlichen Pegeln zu verringern.
7. Um zu einer logarithmischen Frequenzskalierung zu wechseln, wählen Sie „X-Skalierung“: „Logarithmisch“.
8. Drücken Sie zum Starten und Stoppen der FFT-Analyse die Taste [RUN STOP].



### 6.1.4 Einstellungen FFT-Modus

Zugriff: „FFT“-Menü



Für den FFT-Modus sind zusätzliche Einstellungen für horizontale (Zeit-) Skalierung und Datenerfassung verfügbar. Eine Beschreibung siehe:

- [„Zeitskala \(Time Scale\)“](#) auf Seite 52
- [„Erfassungsmodus \(Acquisition Mode\)“](#) auf Seite 53
- [„Abtastrate Rate C1 - C4 \(Sampling Rate C1 - C4\)“](#) auf Seite 54

Auch die History-Funktion kann für FFT-Analysen von gespeicherten Daten verwendet werden (siehe [Kapitel 4.7, „History \(Option R&S RTH-K15\)“](#), auf Seite 107).



[CH <n>].....	123
X-Skalierung.....	123
Frequenzbereich.....	123
Fenster.....	124
Kanalbandbreite.....	124
Abtastfrequenz.....	125

**[CH <n>]**

Wählen Sie den Kanal aus, für den die erfassten Daten im FFT-Modus analysiert werden. FFT-Analysen sind für alle Kanäle gleichzeitig durchführbar.

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:SOURCE](#) auf Seite 375

**X-Skalierung**

Gibt die Skalierungsmethode für die Frequenzachse (x-Achse) der Spektrumanzeige an.

„Linear“	Lineare Skalierung
„Logarithmisch“	Logarithmische Skalierung
	Es ist zu beachten, dass in diesem Modus eventuell nicht alle möglichen Amplitudenwerte für eine bestimmte Frequenz auftreten. Jedes Ergebnis wird durch einen hellen, farbigen Messkurvenpunkt markiert.
	Die DC-Amplitude (bei 0 Hz) wird nicht angezeigt, da $\lg(0)$ nicht definiert ist.

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:FREQUENCY:HORIZONTAL:SCALE](#) auf Seite 375

**Frequenzbereich**

Gibt an, wie viele Werte von einer einzelnen FFT (Abtastfrequenz) analysiert werden, und damit die Frequenzauflösung. Je größer der Wert, desto höher die Auflösung, aber umso länger die erforderliche Analysezeit.

**Hinweis:** Aufgrund der längeren Analysezeit werden Änderungen an den Messeinstellungen möglicherweise nur mit einer Zeitverzögerung sichtbar.

Außerdem bestimmt der Frequenzbereich den sichtbaren Bereich im Spektrumdiagramm. Je nach ausgewähltem Frequenzbereich kann die Zeitskala eingeschränkt sein (siehe „[Zeitskala \(Time Scale\)](#)“ auf Seite 52).

„Klein“                    8k-Werte, analysiert pro FFT; Zeitskala  $\geq$  100 ms/div

„Max“                     64k-Werte, analysiert pro FFT; Zeitskala  $\geq$  1  $\mu$ s/div

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQUency:SPAN:MODE` auf Seite 376

`SPECTrum:FREQUency:SPAN[:VALue]` auf Seite 376

`SPECTrum:FREQUency:CENTer` auf Seite 375

`SPECTrum:FREQUency:STARt` auf Seite 377

`SPECTrum:FREQUency:STOP` auf Seite 377

`SPECTrum:FREQUency:BANDwidth[:RESolution][:VALue]` auf Seite 375

### Fenster

Frequenzbereichsgewichtung (Windowing) hilft dabei, die Unstetigkeiten am Ende des gemessenen Signalintervalls zu minimieren und so den spektralen Leckeffekt zu verringern und dadurch die Frequenzauflösung zu erhöhen.

Zur Anpassung an unterschiedliche Eingangssignale werden im R&S RTH mehrere unterschiedliche Fensterfunktionen bereitgestellt. Jede der Fensterfunktionen verfügt über spezifische Eigenschaften, einschließlich einiger Vorteile und einiger Kompromisse. Diese Eigenschaften sind genau zu beachten, um die optimale Lösung für die Messaufgabe zu finden.

**Tabelle 6-1: Fenster-Eigenschaften**

Fenstertyp	Frequenzauflösung	Betragsauflösung	Mesempfehlung
Rechteck	Beste	Schlechteste	Trennung von zwei Tönen mit fast gleichen Amplituden und einem kleinen Frequenzabstand
Hamming Hann	Gut	Schlecht	Frequenzgangmessungen, Sinuswellen, periodische Signale und Schmalbandrauschen
Flat-Top	Schlecht	Beste	Genaue Einzeltonmessungen
Blackman	Schlechteste	Beste	Hauptsächlich für Signale mit Einzelfrequenzen zur Erkennung von Harmonischen Genaue Einzeltonmessungen

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQUency:WINDow:TYPE` auf Seite 377

`SPECTrum:FREQUency:WINDow:FACTor?` auf Seite 377

### Kanalbandbreite

Gibt die Frequenzgrenze des Spektrums an. Frequenzen oberhalb der ausgewählten Grenze werden entfernt, um Rauschen bei unterschiedlichen Pegeln zu verringern. Es sind Werte von 1 kHz bis 10 MHz auswählbar. Alternativ kann die gesamte Darstellungsbreite des aktuellen Eingangssignals ausgewählt werden.

Weitere Einzelheiten zur Kanalbandbreite siehe „[Bandbreite \(Bandwidth\)](#)“ auf Seite 48.

Fernsteuerbefehl:

`CHANnel<m>:BANDwidth` auf Seite 325

### Abtastfrequenz

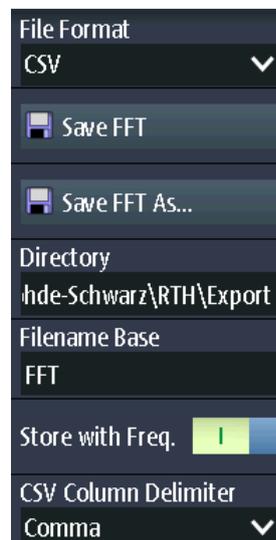
Gibt die Abtastrate an, mit der die FFT-Analyse durchgeführt wird. Dieser Wert kann von der [Abtastrate Rate C1 - C4 \(Sampling Rate C1 - C4\)](#) in den Datenerfassungseinstellungen abweichen, da die Anzahl der Abtastwerte an einen Wert von  $2^x$  FFT-Punkten angepasst werden muss.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:SAMPle?` auf Seite 376

## 6.1.5 FFT-Daten in Datei exportieren

Zugriff: [MODE] = „FFT“ > [FILE] > „FFT“



Die Ergebnisse einer Spektrummessung können ähnlich wie eine Messkurve exportiert werden (siehe auch [Kapitel 12, „Ergebnisse dokumentieren“](#), auf Seite 283). Die One-Touch-Funktion ist auch verfügbar (siehe [Kapitel 12.6, „Schnellspeichern mit One-Touch“](#), auf Seite 296).

### Dateiformat (File Format)

Gibt das Format der Exportdatei an. Datenwerte werden stets in V oder A gespeichert, unabhängig von der gewählten Betragseinheit.

Einzelheiten zum Dateiformat finden Sie in [Kapitel 6.1.6, „Exportdateiformat für FFT-Ergebnisse“](#), auf Seite 126.

„CSV“                      CSV-Textdatei (Comma-separated Values); die Messkurve wird als Tabelle gespeichert. Die Spalten werden durch Kommas oder ein anderes Zeichen getrennt. Jeder Abtastwert steht in einer eigenen Zeile. Werte werden in wissenschaftlicher Notation aufgelistet. Der durch Kommas getrennte Text kann in Spalten umgesetzt werden.

„Komprimierte CSV“ (Compressed CSV) ZIP-Datei, die eine oder mehrere CSV-Dateien enthält. Dieses Format verringert die Dateigröße.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:NAME` auf Seite 388

### **Spektrum speichern (Save Spectrum), Spektrum speichern unter (Save Spectrum As)**

Spektrumergebnisse speichern.

„Speichern“ Speichert die Datei unter Verwendung des Musters für automatische Benennung im angegebenen „Verzeichnis“.

„Speichern unter“ Öffnet einen Datei-Explorer, in dem Sie das Verzeichnis auswählen und den Dateinamen eingeben können.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:SAVE` auf Seite 388

### **Verzeichnis (Directory)**

Gibt das Verzeichnis an, in dem die Spektrumdateien gespeichert werden. Wenn ein USB-Stick angeschlossen ist, speichert das Gerät die Daten standardmäßig auf diesem externen Gerät.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:NAME` auf Seite 388

### **Stamm-Dateinamen (Filename Base)**

Gibt den ersten Teil des Dateinamens an. Das vollständige Dateinamensmuster ist:

`<filename base>_<date>_<timestamp>.csv.`

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:NAME` auf Seite 388

### **Speichern mit Freq. (Store with Freq.)**

Schließt die Frequenzwerte in die gespeicherten Ergebnisse ein.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:INCXvalues` auf Seite 389

### **CSV-Spaltentrennzeichen (CSV Column Delimiter)**

Gibt das Spaltentrennzeichen für CSV-Dateien an. Sie müssen das Trennzeichen kennen, wenn Sie den CSV-Text in Spalten in einem Spreadsheet umsetzen.

## **6.1.6 Exportdateiformat für FFT-Ergebnisse**

Das Dateiformat für FFT-Ergebnisse ist dem einer Messkurven-Exportdatei ähnlich; die Ergebnisse werden ebenfalls im CSV-Format gespeichert. Der durch Kommas getrennte Text kann in Spalten umgesetzt werden (siehe [Kapitel 12.4.3.3, „CSV-Datei in Excel-Datei umsetzen“](#), auf Seite 295).

In CSV-Dateien werden Datenwerte stets in V oder A gespeichert, unabhängig von der gewählten Betragseinheit.

**Tabelle 6-2: Header-Daten (umgesetzt in Tabelle)**

Spectrum results	<b>[Beispieldaten]</b>
Model	RTH1004
SerialNumber	xxxxxx
Firmware Version	'1.60'
Acquisition Time Stamp	2017-07-31 14:27:35.96278902
Center Frequency [Hz]	2,5e+008
Span [Hz]	5e+008
RBW [Hz]	2,5e+006
Window	Hann
Record Length [n]	6554
Start Frequency [Hz]	0
Frequency Resolution [Hz]	76293.9

**Tabelle 6-3: Spektrum(Messkurven-)daten (umgesetzt in Tabellendaten)**

Frequenz	Betrag
[Hz]	[V]/[A] <sup>*)</sup>
0	0.000113039
76293.9	0.000226932
...	
*) abhängig von der Tastkopfeinstellung. Unabhängig von der gewählten Betragseinheit.	

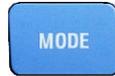
## 6.2 Spektrum-Modus (Option R&S RTH-K18)

Im optionalen Spektrum-Modus können komplexe Spektrumanalysen direkt auf dem Gerät durchgeführt werden. Bei einer Spektrumanalyse wird das erfasste Signal im Zeitbereich in ein Frequenzspektrum umgewandelt. Als Ergebnis können verschiedene Signaleigenschaften im Frequenzbereich angezeigt werden.

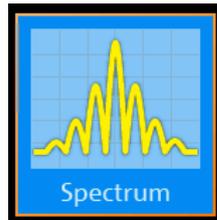
- [Auf Spektrum-Modus zugreifen](#)..... 128
- [Anzeige und Steuerung](#)..... 128
- [Spektrumanalyse durchführen](#)..... 130
- [Einstellungen Spektrum-Modus](#)..... 132
- [Vertikale Einstellungen im Spektrum-Modus](#)..... 135
- [Markereinstellungen \(Suche nach Spitzen\)](#)..... 136
- [Cursor-Messungen in Spektren](#)..... 139
- [Spektrum-Daten in Datei exportieren](#)..... 142
- [Exportdateiformat für Spektrumergebnisse](#)..... 143

## 6.2.1 Auf Spektrum-Modus zugreifen

1. Drücken Sie die Taste [MODE].



2. Wählen Sie „Spektrum“ aus.



Es wird ein Leistung-über-Frequenz-(Spektrum-)Diagramm angezeigt und das Spektrum der aktuell erfassten Daten analysiert, falls verfügbar.

## 6.2.2 Anzeige und Steuerung

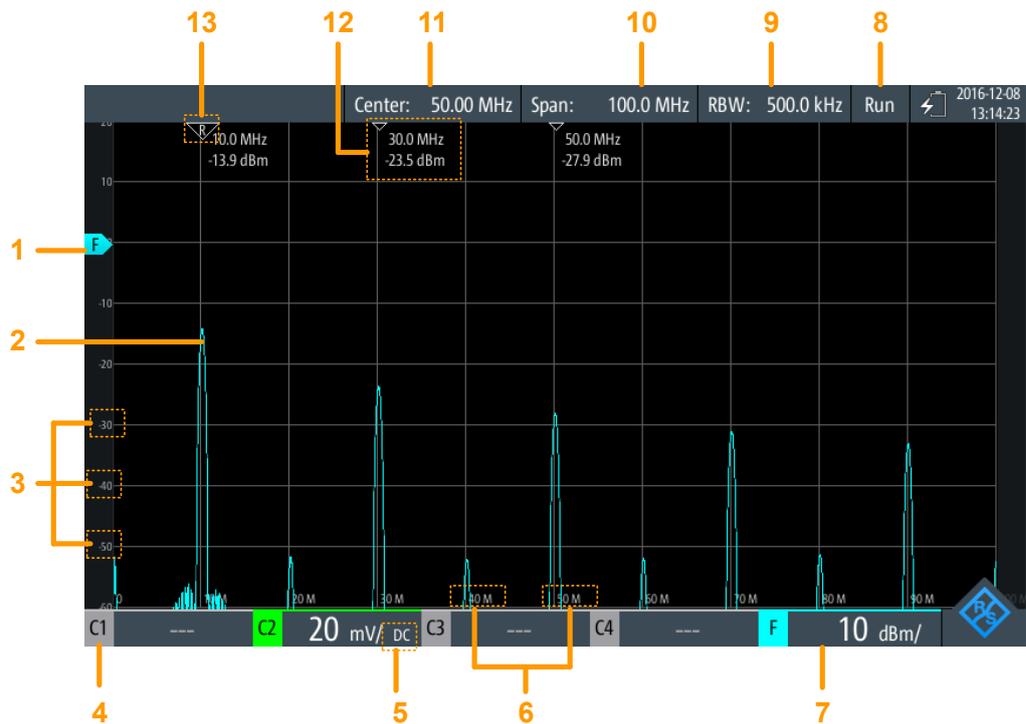
Die Spektrumanzeige enthält ein Leistung-über-Frequenz-(Spektrum-)Diagramm und relevante Analyseparameter. Spektrumergebnisse sind nützlich, um eine Übersicht über das Eingangssignal im Frequenzbereich zu erhalten und ungewöhnliche Signaleffekte (z. B. Nebenaussendungen oder Verzerrungen) visuell zu erkennen.

Die Leistungspegel im Diagramm sind immer logarithmisch skaliert. Die Frequenzachse kann entweder logarithmisch oder linear angezeigt werden.

Es lassen sich verschiedene statistische Auswertungen gleichzeitig durchführen und anzeigen. In diesem Fall werden die unterschiedlichen Messkurven in verschiedenen Farben angezeigt:

- Aktuell berechnetes Spektrum: cyanfarbene Messkurve (wie Basis-FFT)
- Auswertung Minimal- und Maximalwert: blaue Messkurve
- Gemittelttes Spektrum: magentafarbene Messkurve

Optional können Marker aktiviert werden, um Spitzenwerte im Spektrum anzuzeigen. Zur Ermittlung der Leistung oder Leistungsdichte in einem bestimmten Frequenzbereich sind Verfolgen-Cursor verfügbar.



**Bild 6-2: Spektrumanzeige**

- 1 = Referenzpegel (y-Achse, standardmäßig 0-dBm-Linie)
- 2 = Aktuell berechnetes Spektrum (Leistung-über-Frequenz-Diagramm)
- 3 = Amplitudenskala (y-Achse)
- 4 = Kanal, der Eingangsdaten bereitstellt
- 5 = Kopplung des Eingangskanals
- 6 = Frequenzskala (x-Achse)
- 7 = Amplitudenskala (y-Achse, Leistung pro Skalenteil)
- 8 = Betriebsstatus der Spektrummessung („Halten“/„Läuft“)
- 9 = Angezeigte Auflösungsbandbreite
- 10 = Angezeigte Frequenzdarstellbreite
- 11 = Mittenfrequenz
- 12 = Markerergebnisse
- 13 = Referenzmarker

### Datenquelle

Die Spektrumanalyse wird für die Daten durchgeführt, die an einem der aktiven Eingangskanäle erfasst werden. Es ist immer nur an einem einzigen Kanal eine Analyse durchführbar.

### Zeitbasis und Auflösungsbandbreite

Die Spektrumanalyse wird für die Daten durchgeführt, die während der gesamten Datenerfassung erfasst werden. Um die Zeitbasis, für die eine Spektrumanalyse durchgeführt wird, zu verkleinern (und so die Berechnungszeit zu verkürzen), müssen Sie die Auflösungsbandbreite (RBW, siehe „[Auflösungsbandbreite \(RBW\)](#)“ auf Seite 133) erhöhen. Gating oder Zoomen sind für Spektrumanalysen nicht verfügbar.

### Frequenzbereich

Die Spektrumanzeige kann auch auf einen bestimmten Frequenzbereich beschränkt werden.

Die Frequenzachse wird an das verfügbare Spektrum und den ausgewählten [X-Skalierung](#)-Modus (linear oder logarithmisch) angepasst. Eine Änderung des Frequenzbereichs wirkt sich nur auf die Spektrumanzeige, nicht auf die berechneten Ergebnisse aus.



Im logarithmischen Modus zeigen sich eventuell nicht alle möglichen Amplitudenwerte für eine bestimmte Frequenz. Jedes Ergebnis wird durch einen hellen, farbigen Messkurvenpunkt markiert.

Die DC-Amplitude (bei 0 Hz) wird nicht angezeigt, da  $\lg(0)$  nicht definiert ist.

### Amplitudenbereich

Die für jede Frequenz ermittelten Amplituden werden auf der y-Achse des Spektrums angezeigt. Die Werte werden in dBm (dBmW) auf Basis eines 50  $\Omega$ -Scheinwiderstands skaliert.

Der angezeigte Bereich kann mit den [\[RANGE\] Tasten](#) und den [\[POS\] Tasten](#) geändert werden. Die Position der 0 dBm-Linie ist durch ein „F“ auf der y-Achse markiert.

### Triggerung

Bei der Spektrumanalyse wird keine Triggerung verwendet - die Triggereinstellungen werden ignoriert. Ein Spektrum wird kontinuierlich aus den Eingabedaten berechnet.

## 6.2.3 Spektrumanalyse durchführen

1. Passen Sie vor einer Spektrumanalyse die Geräteeinstellungen an das Eingangssignal an, indem Sie die vertikalen, horizontalen und Erfassungseinstellungen bearbeiten.

Einzelheiten hierzu siehe:

- [Kapitel 3.2, „Vertikale Einstellung“](#), auf Seite 45
- [Kapitel 3.3, „Horizontale Einstellung“](#), auf Seite 50
- [Kapitel 3.4, „Erfassungssteuerung“](#), auf Seite 52

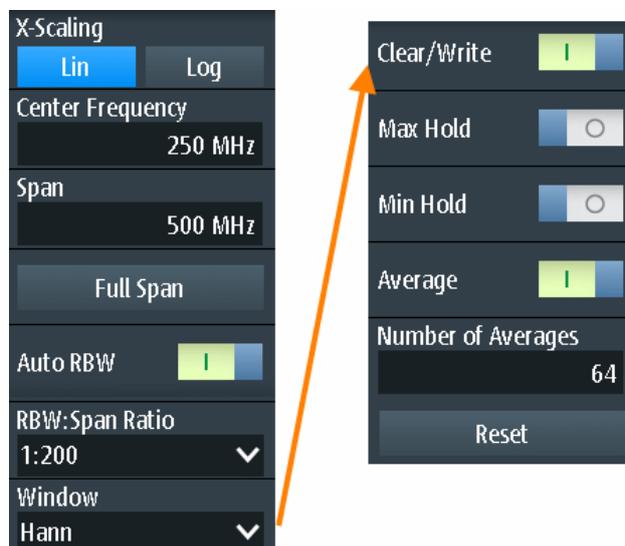
2. Drücken Sie [\[AUTOSET\]](#), um die Geräteeinstellungen automatisch an das aktuelle Eingangssignal anzupassen.
3. Wählen Sie den Modus „Spektrum“ aus.
4. Geben Sie die „Mittenfrequenz“ für die Analyse an.
5. Geben Sie die „Spanne“ des zu analysierenden Spektrums an.
6. Legen Sie den erforderlichen Wert für „RBW: Span-Ratio“ gemäß Ihren Messanforderungen fest.

7. Wählen Sie den „Fenster“-Typ den Signaleigenschaften entsprechend aus, die für Ihre Messaufgabe am relevantesten sind (siehe „Fenster“ auf Seite 124).
8. Um zu einer logarithmischen Frequenzskalierung zu wechseln, wählen Sie „X-Skalierung“: „Logarithmisch“.
9. Wählen Sie für eine statistische Auswertung der Spektrumergebnisse eine der Auswertungsarten aus.  
Geben Sie für eine Mittelwertbildung die Anzahl Werte an, die berücksichtigt werden sollen.
10. Wählen Sie das Menü „Vertikal“ aus.
11. Geben Sie die Einheit für die Anzeige der Betragswerte an.
12. Geben Sie den „Referenzpegel“ als höchsten erwarteten Eingangspegel an.
13. Drücken Sie zum Starten und Stoppen der Spektrumanalyse die Taste [RUN STOP].
14. So ermitteln Sie Spitzen im Spektrum:
  - a) Wählen Sie das Menü „Marker“ aus.
  - b) Setzen Sie „Zustand“ auf „Ein“, um eine Suche nach Spitzen zu ermöglichen.
  - c) Geben Sie die Anzahl Marker als maximale Anzahl zu suchender Spitzen an.
  - d) Geben Sie „Schwelle“, „Auslenkung“ und „Abstand“ an, um die Suche nach Spitzen zu konfigurieren.
  - e) Wählen Sie eine der angezeigten Messkurven als Quelle für die Suche nach Spitzen aus.
  - f) Wählen Sie aus, ob die Markerwerte als absolute Werte oder relativ zur Referenzspitze (höchste Spitze) angezeigt werden.
15. Aktivieren Sie die Verfolgen-Cursor des Spektrums, um die Frequenz- oder Pegelwerte (oder beides) an bestimmten Punkten im Spektrum zu ermitteln:
  - a) Wählen Sie das Menü „Cursor“ aus.
  - b) Setzen Sie „Zustand“ auf „Ein“, um die Cursor anzuzeigen.
  - c) Wählen Sie eine der angezeigten Messkurven als Quelle für die Verfolgen-Cursor aus.
  - d) Wählen Sie aus, ob die Werte als absolute Werte oder als Differenz zwischen den zwei Cursors („Delta“) angezeigt werden.
  - e) Ziehen Sie die Cursor an die gewünschten Positionen im Spektrum.  
Die Pegel und Frequenzen der Cursor an den Kreuzungen mit dem Spektrum werden oben im Diagramm angezeigt.
  - f) Wenn die Cursor einen festen Abstand zueinander beibehalten sollen, aktivieren Sie die Option „Kopplung“.
  - g) Wenn die Cursor, unabhängig von der aktuellen Skalierung, einen festen (relativen) Abstand zum Spektrum beibehalten sollen, aktivieren Sie die Option „Skal. anpass.“.



## 6.2.4 Einstellungen Spektrum-Modus

Zugriff: „Spektrum“-Menü



Für den Spektrum-Modus sind zusätzliche Einstellungen für horizontale (Frequenz-)Skalierung und Datenerfassung verfügbar, auf die über das Menü „Spektrum“ direkt zugegriffen werden kann. Eine Beschreibung siehe:

- „Zeitskala (Time Scale)“ auf Seite 52
- „Erfassungsmodus (Acquisition Mode)“ auf Seite 53
- „Abtastrate Rate C1 - C4 (Sampling Rate C1 - C4)“ auf Seite 54

X-Skalierung.....	132
Mittelfrequenz.....	133
Spanne.....	133
Startfrequenz/ Stoppfrequenz.....	133
Auflösebandbreite (RBW).....	133
Fenster.....	134
Messkurvenmodus (Löschen/Schreib/ Max. Halten/ Min. Halten/Mittelwert ).....	134
Rücksetzen.....	135

### X-Skalierung

Gibt die Skalierungsmethode für die Frequenzachse (x-Achse) der Spektrumanzeige an.

„Linear“	Lineare Skalierung
„Logarithmisch“	Logarithmische Skalierung
	Es ist zu beachten, dass in diesem Modus eventuell nicht alle möglichen Amplitudenwerte für eine bestimmte Frequenz auftreten. Jedes Ergebnis wird durch einen hellen, farbigen Messkurvenpunkt markiert.
	Die DC-Amplitude (bei 0 Hz) wird nicht angezeigt, da $\lg(0)$ nicht definiert ist.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:HORizontal:SCALe` auf Seite 375

### Mittenfrequenz

Gibt die Frequenz in der Mitte der angezeigten Darstellbreite für lineare Frequenzskalierung an (siehe „[X-Skalierung](#)“ auf Seite 123). In der Regel wird der höchste gemessene Leistungspegel in der Spektrumanalyse als Mittenfrequenz eingestellt.

Sie können die Mittenfrequenz auch mit den [POS]-Tasten einstellen.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:CENTer` auf Seite 375

### Spanne

Legt die gemessenen Frequenzen und den sichtbaren Bereich im Spektrumdiagramm für lineare Frequenzskalierung fest (siehe „[X-Skalierung](#)“ auf Seite 123). Je nach ausgewählter Darstellbreite kann die Zeitskala eingeschränkt sein (siehe „[Zeitskala \(Time Scale\)](#)“ auf Seite 52).

Sie können die Darstellbreite auch mit den [TIME]-Tasten einstellen.

Die Darstellbreite muss im Bereich 1 kHz bis 500 MHz liegen.

Dieser Bereich wirkt sich nur auf das angezeigte Spektrum, nicht auf die berechneten Ergebnisse aus.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:SPAN[:VALue]` auf Seite 376

### Startfrequenz/ Stoppfrequenz

Für logarithmische Frequenzskalierung (siehe „[X-Skalierung](#)“ auf Seite 123) wird der angezeigte Frequenzbereich durch einen Start- und einen Stoppwert statt durch Spanne und Mittenfrequenz festgelegt. Dieser Bereich wirkt sich nur auf das angezeigte Spektrum, nicht auf die berechneten Ergebnisse aus.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:START` auf Seite 377

`SPECTrum:FREQuency:STOP` auf Seite 377

### Auflösebandbreite (RBW)

Die Auflösesebandbreite (RBW) bestimmt die Auflösung des Spektrums, also den Mindestabstand zwischen zwei unterscheidbaren Spitzen. Je höher die Auflösung (je kleiner das Verhältnis), desto mehr Spitzen werden erkannt, aber umso länger dauert die Messung.

Bei Handbedienung wird die Auflösesebandbreite im Bezug zur ausgewählten Frequenzdarstellbreite angegeben und muss zwischen 1:1000 und 1:10 liegen. Wenn Sie die Darstellbreite ändern, wird die Auflösesebandbreite automatisch an den zulässigen Minimal- oder Maximalwert angepasst, falls nötig. (Bei Fernbedienung kann die Auflösesebandbreite auch direkt angegeben werden, unabhängig von der Darstellbreite).

Im automatischen Modus wird die optimale Auflösung passend zur [Spanne](#) der Frequenz und zum ausgewählten [Fenster](#) verwendet. Sie wird für die Einstellung „RBW“ angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO` auf Seite 379

`SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:RATio` auf Seite 379

`SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution][:VALue]` auf Seite 375

### Fenster

Frequenzbereichsgewichtung (Windowing) hilft dabei, die Unstetigkeiten am Ende des gemessenen Signalintervalls zu minimieren und so den spektralen Leckeffekt zu verringern und dadurch die Frequenzauflösung zu erhöhen.

Zur Anpassung an unterschiedliche Eingangssignale werden im R&S RTH mehrere unterschiedliche Fensterfunktionen bereitgestellt. Jede der Fensterfunktionen verfügt über spezifische Eigenschaften, einschließlich einiger Vorteile und einiger Kompromisse. Diese Eigenschaften sind genau zu beachten, um die optimale Lösung für die Messaufgabe zu finden.

**Tabelle 6-4: Fenster-Eigenschaften**

Fenstertyp	Frequenzauflösung	Betragsauflösung	Messempfehlung
Rechteck	Beste	Schlechteste	Trennung von zwei Tönen mit fast gleichen Amplituden und einem kleinen Frequenzabstand
Hamming Hann	Gut	Schlecht	Frequenzgangmessungen, Sinuswellen, periodische Signale und Schmalbandrauschen
Flat-Top	Schlecht	Beste	Genauere Einzeltonmessungen
Blackman	Schlechteste	Beste	Hauptsächlich für Signale mit Einzelfrequenzen zur Erkennung von Harmonischen Genauere Einzeltonmessungen

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:WINDow:TYPE` auf Seite 377

`SPECTrum:FREQuency:WINDow:FACTOR?` auf Seite 377

### Messkurvenmodus (Löschen-Schreib/ Max. Halten/ Min. Halten/Mittelwert)

Gibt an, welche der erfassten Daten angezeigt werden. Es können mehrere Messkurven parallel angezeigt werden, aber mindestens eine muss ausgewählt werden. Standardmäßig ist der Modus „Löschen-Schreib“ ausgewählt.

Wenn ein neuer Modus ausgewählt wird, beginnt eine erneute statistische Auswertung.

Wählen Sie **Rücksetzen** aus, um die Ergebnisse früherer Messungen, die statistisch ausgewertet wurden, zu löschen.

„Löschen-Schreib“ Es wird der aktuelle Messwert für jede Frequenz angezeigt.

„Max. Halten“ Es wird der Maximalwert für jede Frequenz über alle Messungen hinweg angezeigt.  
Der Maximalwertmodus ist gut geeignet, um beispielsweise intermittierende Signale oder die Maximalwerte von schwankenden Signalen zu erkennen.

- „Min. Halten“ Es wird der Minimalwert für jede Frequenz über alle Messungen hinweg angezeigt.  
Der Minimalwertmodus ist gut geeignet, um Signale im Rauschen hervorzuheben oder intermittierende Signale zu unterdrücken.
- „Mittelwert“ Es wird der Mittelwert für jede Frequenz im Lösch-Schreib-Messkurvenmodus über die angegebene „Anzahl Mittelungen“ berechnet. Mittelung reduziert die Effekte durch Rauschen, hat aber keine Auswirkungen auf Sinussignale. Die Mittelung von Messkurven ist gut geeignet, um Signale in der Nähe von Rauschen zu erkennen.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:WAVeform:MAXimum[:ENABLE]` auf Seite 381

`SPECTrum:WAVeform:MINimum[:ENABLE]` auf Seite 381

`SPECTrum:WAVeform:SPECTrum[:ENABLE]` auf Seite 381

`SPECTrum:WAVeform:AVERage[:ENABLE]` auf Seite 381

`SPECTrum:FREQuency:AVERage:COUNT` auf Seite 379

### Rücksetzen

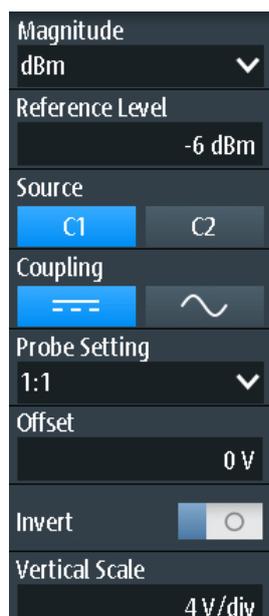
Löscht die Ergebnisse für frühere Messungen, die in statistischen Auswertungen verwendet wurden (siehe [Messkurvenmodus \(Lösch-Schreib/ Max. Halten/ Min. Halten/ Mittelwert\)](#)).

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:RESet` auf Seite 381

## 6.2.5 Vertikale Einstellungen im Spektrum-Modus

Sie können die vertikalen Einstellungen für das Eingangssignal im Oszilloskop-Modus konfigurieren. Wenn Sie den Spektrum-Modus auswählen, wird die Konfiguration beibehalten. Im Spektrum-Modus sind zusätzliche vertikale Einstellungen verfügbar.



Die Funktion [AUTOSSET] stellt die Mittenfrequenz auf die Frequenz mit der höchsten gemessenen Leistung ein. Alle anderen vertikalen Einstellungen werden für eine optimale Spektrumanzeige eingestellt.

Die folgenden vertikalen Einstellungen entsprechen denen im Oszilloskop-Modus:

- „Kopplung (Coupling)“ auf Seite 46
- „Tastkopfeinstellung (Probe Setting)“ auf Seite 47
- „Offset“ auf Seite 47
- „Invert“ auf Seite 48

Die folgenden Einstellungen sind nur im Spektrum-Modus verfügbar:

Unit of Magnitude.....	136
Referenzpegel.....	136
Quelle.....	136
Vertikale Skala.....	136

### Unit of Magnitude

Gibt die Einheit an, in der die Leistungswerte angezeigt werden.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:MAGNitude:SCALe` auf Seite 376

### Referenzpegel

Gibt den erwarteten maximalen Eingangssignalpegel an.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:FREQuency:MAGNitude:REFerence[:VALue]` auf Seite 380



### Quelle

Gibt den Kanal an, für den die erfassten Daten analysiert werden. Eine Spektrumanalyse ist immer nur an einem einzigen Kanal durchführbar.

Die Quelle kann auch mit den [CH1]/[CH2]-Tasten ausgewählt werden.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:SOURce` auf Seite 375

### Vertikale Skala

Gibt die Skalierung des Eingangssignals in Volt pro Skalenteil an.

Vertikale Skalierung und vertikale Position wirken sich direkt auf die Auflösung der Messkurvenamplitude aus. Um die volle Auflösung zu erhalten, sollten die Messkurven einen möglichst großen Teil der Anzeigehöhe abdecken.

**Hinweis:** Dieser Wert konfiguriert das Eingangssignal. Die vertikale Skala der y-Achse des Spektrums, die in den Kanaleinstellungen unterhalb des Spektrumdiagramms angezeigt wird, muss mit den [RANGE]- und [POS]-Tasten konfiguriert werden.

## 6.2.6 Markereinstellungen (Suche nach Spitzen)

Zugriff: „Marker“-Menü

State	<input type="checkbox"/>
Number of Markers	3
Threshold	-40 dBm
Excursion	0 dB
Distance	0 Hz
Trace Source	Clear/Write
Marker Value	Absolute

Sie können konfigurieren, welche Spitzen das Gerät in den Spektrumergebnissen suchen soll. Spitzen werden durch Marker in der Leistung-über-Frequenz-Anzeige gekennzeichnet. Der an der Spitze gemessene Frequenz- und Leistungspegel wird ebenfalls im Diagramm angezeigt.



#### Sich überlagernde Marker

Wenn zwei erkannte Spitzen sehr dicht nebeneinanderliegen und sich die Marker in der Anzeige überlagern, wird der Marker mit der niedrigeren Amplitude in einer dunkleren Farbe angezeigt. Er wird leicht in den Hintergrund gestellt, während der mit der höheren Amplitude normal angezeigt wird. Mit den Fernsteuerbefehlen können beide Werte abgerufen werden.

#### Fernsteuerbefehle für Ergebnisse:

`SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQuency[:VALue]?` auf Seite 386

`SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQuency:DELTA?` auf Seite 386

`SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel[:VALue]?` auf Seite 387

`SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel:DELTA?` auf Seite 387

`SPECTrum:MARKer:RMARker:FREQuency?` auf Seite 387

`SPECTrum:MARKer:RMARker:VALue?` auf Seite 388

Zustand.....	138
Anzahl der Marker.....	138
Schwelle.....	138
Auslenkung.....	138
Abstand.....	139
Messkurvenquelle.....	139
Marker-Wert.....	139

**Zustand**

Wenn aktiviert, wird in den aktuellen Spektrumergebnissen eine Suche nach Spitzen durchgeführt, und die angegebene **Anzahl der Marker** wird angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:MARKer[:STATe]` auf Seite 385

**Anzahl der Marker**

Gibt die maximale Anzahl Marker zur Kennzeichnung von Spitzen in den Spektrumergebnissen an. Bei 3 aktiven Markern werden die 3 Spitzenwerte im Spektrum gekennzeichnet. Werden weniger Spitzen als die angegebene maximale Anzahl Marker erkannt, werden weniger Marker angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:MARKer:COUNT` auf Seite 385

`SPECTrum:MARKer:RCOUNT?` auf Seite 386

**Schwelle**

Gibt eine absolute Pegelschwelle als zusätzliche Bedingung für die Suche nach Spitzen an. Es werden nur Spitzen angezeigt, die die Schwelle überschreiten.

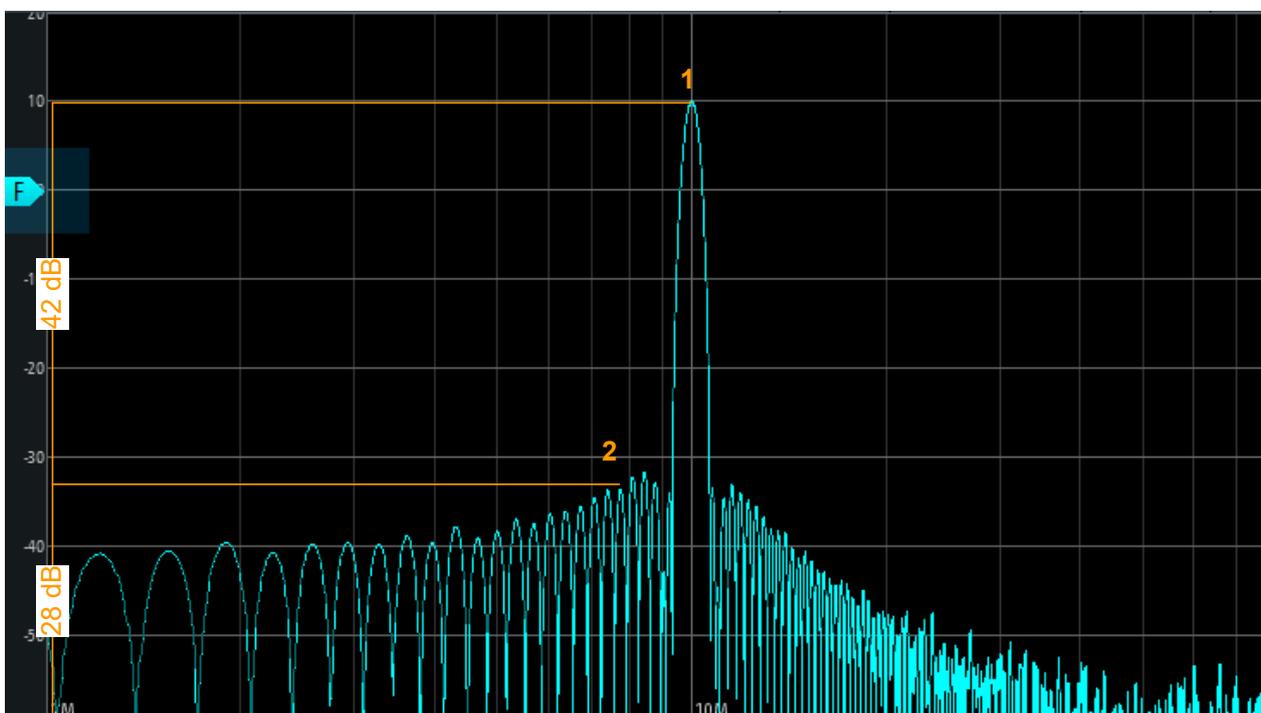
Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:MARKer:SETup:MLEVel` auf Seite 386

**Auslenkung**

Gibt einen relativen Schwellenwert an, den minimalen Pegelwert, um den die Messkurve ansteigen oder fallen muss, um als Spitze zu gelten. Um Rauschspitzen zu vermeiden, müssen Sie hier einen Wert eingeben, der über den Rauschpegeln liegt.

Das folgende Bild zeigt eine Spektrumanzeige:



Ist „Auslenkung“ auf 30 dB eingestellt, wird Spitze 1 gefunden. Ist „Auslenkung“ auf 20 dB eingestellt, werden auch Spitze 2 und mehrere andere gefunden.

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:MARKer:SETup:EXCursion](#) auf Seite 385

### **Abstand**

Gibt einen Mindestabstand zwischen zwei Frequenzen an, der überschritten werden muss, damit einzelne Spitzen erkannt werden.

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:MARKer:SETup:DIStance](#) auf Seite 385

### **Messkurvenquelle**

Gibt die Messkurve an, auf der die Marker platziert werden. Es sind nur aktive Messkurven verfügbar (siehe „Messkurvenmodus (Löschen/Schreib/ Max. Halten/ Min. Halten/ Mittelwert)“ auf Seite 134).

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:MARKer:SOURce](#) auf Seite 385

### **Marker-Wert**

Gibt an, ob die absoluten Messergebnisse an jeder Cursor-Position angezeigt werden oder das Delta zwischen den Cursors.

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQuency\[:VALue\]?](#) auf Seite 386

[SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQuency:DELTA?](#) auf Seite 386

[SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel\[:VALue\]?](#) auf Seite 387

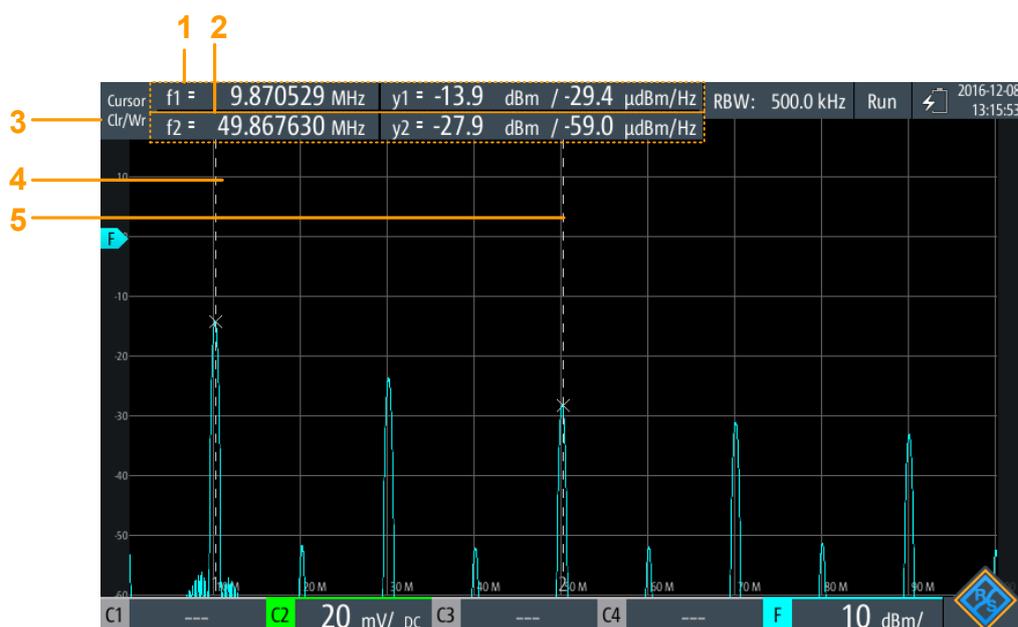
[SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel:DELTA?](#) auf Seite 387

## **6.2.7 Cursor-Messungen in Spektren**

Zur Ermittlung der Leistung oder Leistungsdichte in einem bestimmten Frequenzbereich sind Verfolgen-Cursor für Spektrumdaten verfügbar.

### **6.2.7.1 Ergebnisse von Cursor-Messungen**

Für das Spektrumdiagramm sind spezielle Verfolgen-Cursor verfügbar. Wenn aktiviert, können Sie die zwei Cursor an einer beliebigen Position im Spektrum platzieren. Als Ergebnis werden die Frequenz und gemessene Leistungspegel der ausgewählten Messkurve an den Kreuzungspunkten mit den Cursors angezeigt. Für jeden Cursor werden sowohl die Leistung als auch die Leistungsdichte angezeigt. Statt der absoluten Ergebnisse für den zweiten Cursor kann das Delta zwischen beiden Cursors bereitgestellt werden.



**Bild 6-3: Cursor-Anzeige im Spektrum-Modus**

- 1 = Cursor 1 Frequenz und Pegelergebnisse
- 2 = Cursor 2 Frequenz und Pegelergebnisse
- 3 = Als Quelle für Cursor-Ergebnisse verwendete Messkurve
- 4 = Cursor 1
- 5 = Cursor 2

#### Fernsteuerbefehle für Ergebnisse:

`SPECTrum:CURSor<m>:FREQuency[:VALue]` auf Seite 383

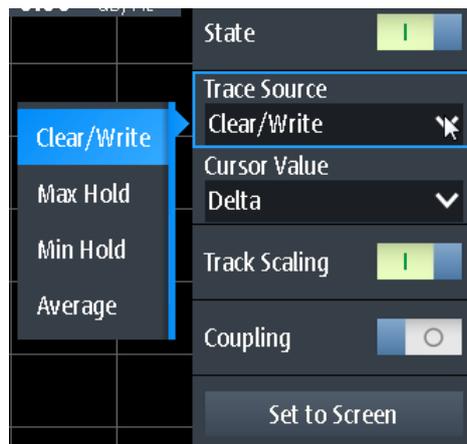
`SPECTrum:CURSor<m>:FREQuency:DELTA?` auf Seite 383

`SPECTrum:CURSor<m>:LEVel[:VALue]?` auf Seite 383

`SPECTrum:CURSor<m>:LEVel:DELTA?` auf Seite 384

#### 6.2.7.2 Cursor-Einstellungen

Zugriff: „Cursor“-Menü

**Status (State)**

Aktiviert oder deaktiviert die Spektrum-Cursor-Messung.

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:CURSor<m>:STATe](#) auf Seite 382

**Messkurvenquelle**

Gibt die Messkurve an, auf der die Cursor platziert werden. Es sind nur aktive Messkurven verfügbar (siehe „Messkurvenmodus (Löschen/Schreiben/ Max. Halten/ Min. Halten/ Mittelwert)“ auf Seite 134).

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:CURSor<m>:SOURce](#) auf Seite 382

**Cursor-Wert**

Gibt an, ob die absoluten Messergebnisse an jeder Cursor-Position angezeigt werden oder das Delta zwischen den Cursors.

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:CURSor<m>:FREQuency\[:VALue\]](#) auf Seite 383

[SPECTrum:CURSor<m>:FREQuency:DELTA?](#) auf Seite 383

[SPECTrum:CURSor<m>:LEVel\[:VALue\]?](#) auf Seite 383

[SPECTrum:CURSor<m>:LEVel:DELTA?](#) auf Seite 384

**Skal. anpassen (Track Scaling)**

Falls aktiviert, wird die Position der Cursor-Linien angepasst, wenn die vertikalen oder horizontalen Skalierungen geändert werden. Die Cursor-Linien behalten ihre relative Position zur Messkurve bei.

Falls deaktiviert, bleiben die Cursor-Linien an ihrer Position auf dem Display, wenn die Skalierung geändert wird.

Fernsteuerbefehl:

[SPECTrum:CURSor<m>:SCPLing](#) auf Seite 383

**Kopplung (Coupling)**

Koppelt die Cursor-Linien, sodass der Abstand zwischen den beiden Linien gleich bleibt, wenn einer der Cursor verschoben wird.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:CURSor<m>:COUPling` auf Seite 382

### Zentrieren (Set to Screen)

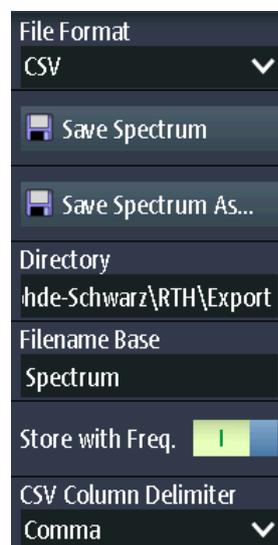
Setzt die Cursor auf eine Standardposition auf dem Bildschirm. Diese Positionierung ist hilfreich, wenn die Cursors vom Display verschwunden sind oder für einen längeren Abstand verschoben werden müssen.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:CURSor<m>:SCReen` auf Seite 384

## 6.2.8 Spektrum-Daten in Datei exportieren

Zugriff: [MODE] = „Spectrum“ > [FILE] > „Spektrum“



Die Ergebnisse einer Spektrummessung können ähnlich wie eine Messkurve exportiert werden (siehe auch [Kapitel 12, „Ergebnisse dokumentieren“](#), auf Seite 283). Die One-Touch-Funktion ist auch verfügbar (siehe [Kapitel 12.6, „Schnellspeichern mit One-Touch“](#), auf Seite 296).

### Dateiformat (File Format)

Gibt das Format der Exportdatei an. Einzelheiten zum Dateiformat finden Sie in [Kapitel 6.2.9, „Exportdateiformat für Spektrumergebnisse“](#), auf Seite 143.

„CSV“	CSV-Textdatei (Comma-separated Values); die Messkurve wird als Tabelle gespeichert. Die Spalten werden durch Kommas oder ein anderes Zeichen getrennt. Jeder Abtastwert steht in einer eigenen Zeile. Werte werden in wissenschaftlicher Notation aufgelistet. Der durch Kommas getrennte Text kann in Spalten umgesetzt werden.
„Komprimierte CSV“ (Compressed CSV)	ZIP-Datei, die eine oder mehrere CSV-Dateien enthält. Dieses Format verringert die Dateigröße.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:NAME` auf Seite 388

### Spektrum speichern (Save Spectrum), Spektrum speichern unter (Save Spectrum As)

Spektrumergebnisse speichern.

„Speichern“ Speichert die Datei unter Verwendung des Musters für automatische Benennung im angegebenen „Verzeichnis“.

„Speichern unter“ Öffnet einen Datei-Explorer, in dem Sie das Verzeichnis auswählen und den Dateinamen eingeben können.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:SAVE` auf Seite 388

### Verzeichnis (Directory)

Gibt das Verzeichnis an, in dem die Spektrumdateien gespeichert werden. Wenn ein USB-Stick angeschlossen ist, speichert das Gerät die Daten standardmäßig auf diesem externen Gerät.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:NAME` auf Seite 388

### Stamm-Dateinamen (Filename Base)

Gibt den ersten Teil des Dateinamens an. Das vollständige Dateinamensmuster ist:

`<filename base>_<date>_<timestamp>.csv.`

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:NAME` auf Seite 388

### Speichern mit Freq. (Store with Freq.)

Schließt die Frequenzwerte in die gespeicherten Ergebnisse ein.

Fernsteuerbefehl:

`SPECTrum:EXPort:INCXvalues` auf Seite 389

### CSV-Spaltentrennzeichen (CSV Column Delimiter)

Gibt das Spaltentrennzeichen für CSV-Dateien an. Sie müssen das Trennzeichen kennen, wenn Sie den CSV-Text in Spalten in einem Spreadsheet umsetzen.

## 6.2.9 Exportdateiformat für Spektrumergebnisse

Das Format der Exportdatei für Spektrumergebnisse ähnelt dem einer Messkurvenexportdatei; es wird ebenfalls im CSV-Format gespeichert. Der durch Kommas getrennte Text kann in Spalten umgesetzt werden (siehe [Kapitel 12.4.3.3, „CSV-Datei in Excel-Datei umsetzen“](#), auf Seite 295).

*Tabelle 6-5: Header-Daten (umgesetzt in Tabelle)*

Spectrum Results	[Beispieldaten]
Model	RTH1004
SerialNumber	xxxxx

Firmware Version	'1.60'
Acquisition Time Stamp	2017-07-31 14:27:35.96278902
Center Frequency [Hz]	2,5e+008
Span [Hz]	5e+008
RBW [Hz]	2,5e+006
Window	Hann
Anzahl Mittelwerte [n] (für Messkurven-Mittelung verwendet)	64
Record Length [n]	6554
Start Frequency [Hz]	0
Frequency Resolution [Hz]	76293.9

Tabelle 6-6: Spektrum(Messkurven-)daten (umgesetzt in Tabellendaten)

Frequenz	Lösch-Schreib	Max	Min	Mittelwert
[Hz]	[V]/[A]*)	[V]/[A]*)	[V]/[A]*)	[V]/[A]*)
0	0.000113039			
76293.9	0.000226932			
...				
*) abhängig von Tastkopfeinstellung				



### Umsetzung von Spannung oder Ampere in Leistungswerte

Die Spektrumergebnisse werden als Spannungen oder in Ampere bereitgestellt (abhängig von der Tastkopfeinstellung). Verwenden Sie zum Umsetzen dieser Ergebnisse (U/I) in Leistungswerte (P) folgende Gleichungen:

$$P_{dBV}(U) = 20 \cdot \lg\left(\frac{U}{1V}\right)$$

$$P_{dBA}(I) = 20 \cdot \lg\left(\frac{I}{1A}\right)$$

$$P_{dBm}(U) = 10 \cdot \lg\left(\frac{P}{1mW}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{U^2}{R} / 1mW\right) = P_{dBV}(U) + 30 - 10 \cdot \lg\left(\frac{R}{1\Omega}\right)$$

$$P_{dBm}(I) = 10 \cdot \lg\left(\frac{P}{1mW}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{I^2 \cdot R}{1mW}\right) = P_{dBA}(I) + 30 + 10 \cdot \lg\left(\frac{R}{1\Omega}\right)$$

Dabei gilt:

- $R = 50 \Omega$
- $P = U \cdot I = U^2 / R = I^2 \cdot R$

## 6.3 Harmonischen-Messung (Option R&S RTH-K34)

Diese Messung ermöglicht eine einfache Messung der Harmonischen eines Eingangssignals. Darüber hinaus wird der Gesamtklirrfaktor berechnet.

Die Harmonischen-Messung führt eine FFT für das Eingangssignal durch und ermittelt die Leistungspegel, die an der angegebenen Grundfrequenz und an jeder Harmonischen gemessen werden. Harmonische sind Frequenzen, die ein Mehrfaches der Grundfrequenz darstellen.

Als Ergebnis werden die Betrags-, Frequenz- und Phasenwerte für die ausgewählten Harmonischen sowie die Effektivleistungswerte und der Klirrfaktor angezeigt.

Generell enthält jedes Signal Harmonische. Harmonische werden durch nichtlineare Eigenschaften erzeugt, die Frequenzen zu einer reinen Sinuswelle hinzufügen. Harmonische sind besonders kritisch für Hochleistungssender wie etwa Funkgeräte, weil große Harmonische andere Funkkommunikationsdienste stören können.

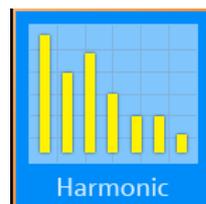
Der Klirrfaktor kann als Pegel der einzelnen Komponenten oder als RMS-Wert aller Komponenten zusammen (Gesamtklirrfaktor) ermittelt werden. Der Gesamtklirrfaktor wird in Bezug zur Leistung der Grundfrequenz gesetzt.

### 6.3.1 Auf Harmonischen-Modus zugreifen

1. Drücken Sie die Taste [MODE].



2. Wählen Sie „Harmonic“ aus.



Es wird eine FFT für das Eingangssignal durchgeführt, und es werden der Leistungspegel an der Grundfrequenz und alle Harmonischen-Frequenzen des Signals (d. h. alle Mehrfachen der Grundfrequenz) analysiert.

### 6.3.2 Harmonischen-Messung - Ergebnisse und Anzeige

Als Ergebnis einer Harmonischen-Messung wird ein Balkendiagramm mit jeweils einem Balken für jede von 64 möglichen Harmonischen-Frequenzen angezeigt. Die für jede Harmonische ermittelten Amplituden werden als Farbbalken dargestellt. Die Ergebnisse für jeden aktiven Eingangskanal werden in einer anderen Farbe angezeigt. Die Werte werden in dB oder Prozent skaliert, im Verhältnis zum Pegel der Grundfrequenz. Ist ein Grenzwert definiert, entweder manuell oder durch einen Standard vorde-

finiert, wird er durch eine blaue horizontale Linie für jede Harmonische dargestellt. Wenn der Messwert den Grenzwert überschreitet, wird der Hintergrund rot hervorgehoben. Der dunklere Farbbalken zeigt den für die Harmonische gemessenen Maximalwert an.

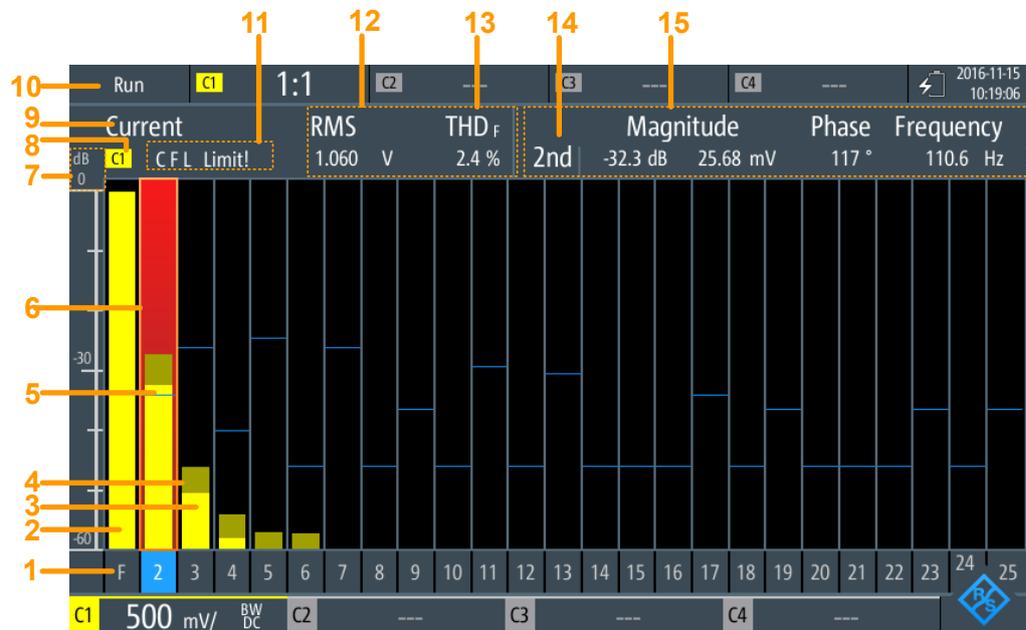


Bild 6-4: Harmonischen-Ergebnisse und Anzeige

(1) Ordnung der Harmonischen.....	146
(2) Leistungspegel der Grundfrequenz.....	147
(3+4) Leistungspegel einzelner Harmonischen.....	147
(5+6) Grenzwertlinie und Prüfung für einzelne Harmonische.....	147
(7) Leistungspegelskala.....	147
(8) Eingangskanal.....	147
(9) Ergebnistyp für numerische Ergebnisse.....	148
(10) Betriebsstatus.....	148
(11) Fehlerindikator.....	148
(12) RMS.....	148
(13) Gesamtklirrfaktor.....	149
(14) Ausgewählte Harmonische.....	149
(15) Numerische Ergebnisse für ausgewählte Harmonische.....	149

### (1) Ordnung der Harmonischen

Es werden für jede von 64 möglichen Harmonischen-Frequenzen Ergebnisse angezeigt. Sie können die Anzahl der zu analysierenden Harmonischen beschränken (siehe „Harmonische anz., Max. Anzahl von Harmonischen“ auf Seite 154).

Fernsteuerbefehl:

Die Ordnung der Harmonischen wird durch das Suffix <n> im Fernsteuerbefehl bestimmt.

**(2) Leistungspegel der Grundfrequenz**

Der berechnete Leistungspegel an der Grundfrequenz. Die grafischen Pegelergebnisse werden in Bezug zum Leistungspegel der Grundfrequenz angegeben. Deshalb liegt dieser Balken immer bei 100 % bzw. 0 dB.

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics1:ABSMagnitude?](#)

**(3+4) Leistungspegel einzelner Harmonischen**

Für jede Harmonische und jeden Eingangskanal zeigt ein Farbbalken den berechneten Leistungspegel an der ausgewählten Harmonischen-Frequenz an, und zwar in Bezug zum Leistungspegel der Grundfrequenz. Die Farbe des Balkens entspricht der Farbe des Eingangskanals.

Der hellere Farbbalken ist der aktuelle Wert, der dunklere Farbbalken ist der Maximalwert in der aktuellen Messung.

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude\[:CURRENT\]?](#)

auf Seite 395

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude:MAXimum?](#) auf Seite 395

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude:MINimum?](#) auf Seite 395

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude\[:CURRENT\]?](#)

auf Seite 398

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MAXimum?](#) auf Seite 398

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MINimum?](#) auf Seite 398

**(5+6) Grenzwertlinie und Prüfung für einzelne Harmonische**

Ist für die einzelne Harmonische ein Grenzwert definiert, wird er in der Grafik angezeigt (siehe „Grenzwerte, Geladene Datei“ auf Seite 153). Wenn der Messwert die Grenzwertlinie überschreitet, wird der Hintergrund des Harmonischen-Balkens rot hervorgehoben.

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMit?](#) auf Seite 396

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMCheck?](#) auf Seite 396

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMViolation?](#) auf Seite 397

**(7) Leistungspegelskala**

Gibt an, ob die Balkendiagrammergebnisse in Prozent oder dB angegeben werden.

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:SCALE](#) auf Seite 393

**(8) Eingangskanal**

Die Harmonischen-Messung wird für die Daten durchgeführt, die an einem der aktiven Eingangskanäle erfasst werden. Die Messung ist für alle Kanäle gleichzeitig durchführbar. Die Balken und numerischen Ergebnisse für jeden Kanal werden in derselben Farbe wie der Kanalindikator angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:STATE](#) auf Seite 322

**(9) Ergebnistyp für numerische Ergebnisse**

Es können entweder die aktuell gemessenen numerischen Werte oder die Minimum- oder Maximumwerte angezeigt werden. Der ausgewählte Ergebnistyp wird über dem Diagramm angegeben. Das Balkendiagramm zeigt immer sowohl die aktuellen als auch die Maximalwerte an.

Außerdem kann ein Mittelwert über mehrere Messungen berechnet werden (nicht im Diagramm angegeben).

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:STATistic](#) auf Seite 393

**(10) Betriebsstatus**

Zeigt den Status der Harmonischen-Messung an („Halten“/„Läuft“).

**(11) Fehlerindikator**

Tritt während der Messung ein Fehler auf, wird über dem Balkendiagramm ein Indikator angezeigt. Diese Indikatoren bleiben während der gesamten Messung für alle Erfassungen sichtbar. Zusätzlich wird nur für die Dauer der Erfassung, in der ein Fehler auftritt, die Langform des Fehlers blinkend angezeigt.

Folgende Fehler können angezeigt werden:

- „C“ (Clipping)  
Die für jede Frequenz ermittelten Amplituden müssen im aktuell definierten Amplitudenbereich liegen, damit sie korrekt gemessen werden. Liegt das Signal nicht vollständig innerhalb des definierten Bereichs, wird neben dem Kanalindikator im Bildschirmbereich für numerische Ergebnisse eine Clipping-Nachricht („Begrenzung“) angezeigt. Die Messung ist ungültig und es werden keine Ergebnisse berechnet.  
Der Amplitudenbereich kann mit den [\[RANGE\] Tasten](#) oder der [\[AUTOSET\]-Funktion](#) geändert werden.
- „F“ (Frequenz)  
Wird die angegebene [Grundfrequenz](#)  $\pm 10\%$  nicht im Signal erkannt, ist die Messung ungültig.
- „L“ (Limit)  
Wenn eine Grenzwertprüfung aktiviert ist und der Messwert den angegebenen Grenzwert für eine Harmonische überschreitet, ist eine Grenzwertverletzung aufgetreten. Der Hintergrund der Harmonischen wird rot hervorgehoben.

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:RESult<m>:CLIPping?](#) auf Seite 394

[HARMonic:RESult<m>:FRQMissing?](#) auf Seite 395

[HARMonic:RESult<m>:LIMViolation?](#) auf Seite 399

**(12) RMS**

Die berechnete RMS-Amplitude im vollständigen Signal, d. h. für alle Harmonischen und die Grundfrequenz.

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} u^2(k)}$$

Fernsteuerbefehl:

`HARMonic:RESult<m>:RMS[:CURRent]?` auf Seite 400

`HARMonic:RESult<m>:RMS:MINimum?` auf Seite 400

`HARMonic:RESult<m>:RMS:MAXimum?` auf Seite 400

### (13) Gesamtklirrfaktor

Der Gesamtklirrfaktor (THD, Total Harmonic Distortion) ist die RMS-Amplitude (Spannung oder Strom) der Harmonischen.

Der Wert kann auf zwei Arten angegeben werden:

- Relativ zur RMS-Amplitude an der Grundfrequenz (erste Harmonische,  $THD_F$ ):

$$THD_F = \frac{I}{U_{RMS,I}} \cdot \sqrt{\sum_{i=2}^{64} U_{RMS,i}^2}$$

- Relativ zur Gesamtleistung des Signals ( $THD_R$ ):

$$THD_R = \frac{THD_F}{\sqrt{1 + THD_F^2}}$$

Fernsteuerbefehl:

`HARMonic:RESult<m>:THD[:CURRent]?` auf Seite 400

`HARMonic:RESult<m>:THD:MINimum?` auf Seite 400

`HARMonic:RESult<m>:THD:MAXimum?` auf Seite 400

`HARMonic:THDType` auf Seite 393

### (14) Ausgewählte Harmonische

Einige Ergebnisse werden für eine einzelne ausgewählte Harmonische bereitgestellt. Sie wählen die Harmonische aus, indem Sie unten im Balkendiagramm auf die Zahl tippen. Die ausgewählte Harmonische wird hervorgehoben.

Fernsteuerbefehl:

Die ausgewählte Harmonische wird durch das Suffix <n> im Fernsteuerbefehl bestimmt.

### (15) Numerische Ergebnisse für ausgewählte Harmonische

Folgende numerische Ergebnisse werden für die (14) [Ausgewählte Harmonische](#) angezeigt:

- Ordnung der Harmonischen
- Betrag (relativ zum (2) [Leistungspegel der Grundfrequenz](#) und absoluten Wert)
- Phase (Prozent oder dB, abhängig von [Skalierung](#)-Einstellung)
- Frequenz

Fernsteuerbefehl:

`HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude[:CURRent]?`

auf Seite 395

`HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude:MINimum?` auf Seite 395

`HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude:MAXimum?` auf Seite 395

`HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude[:CURRent]?`

auf Seite 398

`HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MINimum?` auf Seite 398

`HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MAXimum?` auf Seite 398

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:PHASe?](#) auf Seite 398

[HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>\[:FREQuency\]?](#) auf Seite 398

### 6.3.3 Harmonischen-Messung durchführen

1. Wählen Sie den Modus „Harmonische“ aus.
2. Drücken Sie [AUTOSET], um die Geräteeinstellungen automatisch an das aktuelle Eingangssignal anzupassen.  
Die [AUTOSET]-Funktion erkennt die Grundfrequenz im Signal automatisch, wenn sie zwischen 10 Hz und 1 kHz liegt. Wenn keiner der vordefinierten Werte (50 Hz, 60 Hz, 400 Hz) passt, wird ein „Benutzer“-Wert eingestellt.
3. Definieren Sie alternativ zur [AUTOSET]-Funktion die „Grund-Frequenz“ manuell. Wählen Sie „Benutzer“ aus und geben Sie die Frequenz ein.
4. Wenn neben dem Kanalindikator im Bildschirmbereich für numerische Ergebnisse eine „Begrenzung“-Nachricht angezeigt wird, liegt das Signal nicht vollständig innerhalb des definierten Messbereichs. Der Bereich kann mit der [AUTOSET]-Taste oder den [\[RANGE\] Tasten](#) korrigiert werden.
5. Führen Sie für eine Grenzwertprüfung eine der folgenden Aktionen für die Einstellung „Grenzwerte“ aus:
  - Wählen Sie „EN50160“ aus, um die durch die Norm festgelegten Grenzwerte zu prüfen.
  - Wählen Sie „Benutzer“ aus und öffnen Sie die `.csv`-Datei, um benutzerspezifische Grenzwerte zu konfigurieren.
6. Beschränken Sie über die Einstellung „Harmonische anz.“ die Anzahl der Harmonischen, die im Balkendiagramm angezeigt werden sollen. Entscheiden Sie sich für eine vordefinierte Auswahl oder geben Sie die Anzahl im Feld „Max. Anzahl von Harmonischen“ an.
7. Wählen Sie zum Anzeigen der Ergebnisse für eine bestimmte Harmonische die Zahl unter dem Balken im Diagramm aus.
8. Um die Mittelwtergebnisse über mehrere Messungen zu berechnen, wählen Sie „Mittelwert“ aus und geben Sie die Anzahl der zu berücksichtigenden Ergebnisse an.
9. Wählen Sie „Ergebnis löschen“ aus, um die für die statistische Auswertung genutzten Ergebnisdaten zu löschen und eine neue Messung zu starten.

#### Ergebnisse in einer Datei speichern

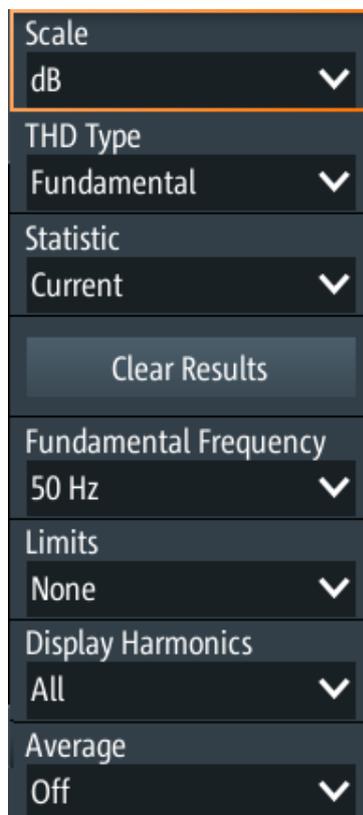
1. Drücken Sie die Taste [FILE].
2. Wählen Sie „Harmonische“ aus.

3. Überprüfen Sie das „Verzeichnis für Harmonische“ und „Stamm-Dateiname“. Führen Sie bei Bedarf Anpassungen durch.
4. Wählen Sie „Speichern“ aus.

Einzelheiten zum Format der Ergebnisdatei finden Sie in [Kapitel 6.3.6.2, „Exportdatei-format für Harmonischen-Ergebnisse“](#), auf Seite 156.

### 6.3.4 Einstellungen Harmonischen-Modus

Zugriff: „Harmonische“-Menü



[CH <n>].....	152
Skalierung.....	152
THD-Typ.....	152
Statistik.....	152
Ergebnis löschen.....	152
Grund-Frequenz, Wert.....	152
Grenzwerte, Geladene Datei.....	153
Öffnen.....	153
Harmonische anz., Max. Anzahl von Harmonischen.....	154
Mittelwert.....	154

**[CH <n>]**

Gibt den Kanal an, für den die erfassten Daten im Modus „Harmonische“ analysiert werden. Harmonischen-Messungen sind für alle Kanäle gleichzeitig durchführbar. Die Ergebnisse werden durch unterschiedliche Farbbalken und Nummern passend zur Farbe der Kanaltaste dargestellt.

Fernsteuerbefehl:

[CHANnel<m>:STATe](#) auf Seite 322

**Skalierung**

Schaltet die Skalierung für die gemessenen Harmonischen-Pegel zwischen logarithmisch (dB) und linear (Prozent) um. Die Werte sind relativ zum für die Grundfrequenz gemessenen Pegel.

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:SCALE](#) auf Seite 393

**THD-Typ**

Schaltet zwischen verschiedenen Berechnungsmethoden für den Gesamtklirrfaktor (THD) um.

„THD<sub>F</sub>“            RMS-Amplitude (Spannung oder Strom) der Harmonischen relativ zur RMS-Amplitude des Grundanteils

„THD<sub>R</sub>“            RMS-Amplitude der Harmonischen relativ zur RMS-Amplitude des Eingangssignals

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:THDType](#) auf Seite 393

**Statistik**

Die numerischen Ergebnisse geben standardmäßig die aktuell gemessenen Werte an. Optional kann zu den Minimal- oder Maximalwerten umgeschaltet werden. Welcher Wert berechnet wird, ist in der Ergebnisanzeige angegeben (siehe „(9) Ergebnistyp für numerische Ergebnisse“ auf Seite 148).

**Hinweis:** Das Balkendiagramm zeigt immer sowohl die aktuellen als auch die Maximalwerte an.

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:STATistic](#) auf Seite 393

**Ergebnis löschen**

Löscht die Ergebnisse für frühere Erfassungen, die in statistischen Auswertungen verwendet wurden (siehe „Statistik“ auf Seite 152 und „Mittelwert“ auf Seite 154).

Fernsteuerbefehl:

[HARMonic:CLEar](#) auf Seite 389

**Grund-Frequenz, Wert**

Gibt die Basis der Harmonischen-Messung an. Harmonische werden als Mehrfaches dieser Frequenz bestimmt.

Wählen Sie für eine benutzerdefinierte Frequenz „Benutzer“ aus und geben Sie den „Wert“ ein.

Wird die angegebene Frequenz  $\pm 10\%$  nicht erkannt, ist die Messung ungültig. Es wird ein „F“ als Fehlerindikator angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

[HARmonic:FUNDamental:TYPE](#) auf Seite 391

[HARmonic:FUNDamental:USER](#) auf Seite 391

[HARmonic:RESult<m>:FRQMissing?](#) auf Seite 395

### Grenzwerte, Geladene Datei

Gibt an, für welche Harmonischen eine Grenzwertprüfung durchgeführt werden soll. Wenn eine Grenzwertprüfung aktiviert ist und der angegebene Grenzwert für eine Harmonische überschritten wird, wird der Hintergrund der Harmonischen im Diagramm rot hervorgehoben. Zusätzlich wird ein „L“ als Fehlerindikator angezeigt. „Limit!“ wird während der Erfassung angezeigt, in der die Verletzung auftritt.

Wenn die Anzahl der zu analysierenden Harmonischen durch eine Norm oder benutzerdefinierte Datei beschränkt ist, können nur die Ergebnisse für die betreffenden Harmonischen angezeigt oder exportiert werden (siehe auch „[Harmonische anz.](#), [Max. Anzahl von Harmonischen](#)“ auf Seite 154).

„Ohne“	Es findet keine Grenzwertprüfung statt. Alle 64 Harmonischen können angezeigt und exportiert werden.
„EN50160“	Grenzwerte werden gemäß den vordefinierten Werten in der Norm EN50160 überprüft. Es werden nur bestimmte Harmonische zur Analyse ausgewählt.
„Benutzer“	Grenzwerte werden gemäß den Werten in einer benutzerdefinierten Datei überprüft. Einzelheiten zum erforderlichen Dateiformat finden Sie in <a href="#">Kapitel 6.3.6.1</a> , „ <a href="#">Grenzwertdateiformat</a> “, auf Seite 155. Wenn eine benutzerdefinierte Grenzwertdatei für die Harmonischen-Messung geladen wird, werden nur die Ergebnisse für die angegebenen Harmonischen berechnet, angezeigt und exportiert. Eine Grenzwertprüfung findet nur für die Harmonischen statt, für die ein Grenzwert definiert ist. Wird „Benutzer“ ausgewählt, enthält das Feld „Geladene Datei“ den Namen der aktuell geladenen Datei. Wählen Sie die Datei mit den benutzerdefinierten Grenzwerten über die Funktion <a href="#">Öffnen</a> aus.

Fernsteuerbefehl:

[HARmonic:LIMits:TYPE](#) auf Seite 392

### Öffnen

Öffnet eine benutzerdefinierte Datei, die die Auswahl von Harmonischen und optional die Grenzwerte für einzelne Harmonische enthält.

Im Feld „Geladene Datei“ wird die aktuell geladene Datei angegeben.

Diese Einstellung ist nur verfügbar, wenn [Grenzwerte](#) auf „Benutzer“ gesetzt ist.

Fernsteuerbefehl:

[HARmonic:LIMits:NAME](#) auf Seite 392

[HARmonic:LIMits:LOAD](#) auf Seite 392

[HARmonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#) auf Seite 399

[HARmonic:FUNDamental:CURRent?](#) auf Seite 391

**Harmonische anz., Max. Anzahl von Harmonischen**

Gibt die Anzahl Harmonische an, die im Balkendiagramm angezeigt werden sollen. Es können bis zu 64 Harmonische angezeigt werden. Eine Verringerung der Anzahl der Harmonischen vereinfacht die Analyse des Balkendiagramms.

Diese Einstellung wirkt sich nur auf die grafische Ergebnisanzeige aus. Sie hat keinen Einfluss auf die Messergebnisse oder die Auswahl der Harmonischen, für die bei einem Datelexport (manuell oder mit Fernsteuerbefehl) Ergebnisse bereitgestellt werden. Zu diesem Zweck siehe [Grenzwerte](#).

Harmonische, die zuvor durch die Einstellung [Grenzwerte](#) eliminiert wurden, können nicht angezeigt werden.

Sie können die Anzahl der anzuzeigenden Harmonischen beschränken, indem Sie eine vordefinierte Auswahl oder „Benutzer“ auswählen und einen Wert für „Max. Anzahl von Harmonischen“ eingeben. Es werden alle Harmonischen angezeigt, deren Ordnung kleiner gleich dem angegebenen Wert ist (und die zur Analyse ausgewählt sind).

Fernsteuerbefehl:

[HARmonic:DISPlay:TYPE](#) auf Seite 390

[HARmonic:DISPlay:USER](#) auf Seite 390

[HARmonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#) auf Seite 399

**Mittelwert**

Gibt die Anzahl Erfassungen an, für die die Ergebnisse gemittelt werden. Standardmäßig findet keine Mittelung statt.

Ungültige Messungen (z. B. wegen Begrenzung oder einer fehlenden Grundfrequenz) werden bei der Mittelung nicht berücksichtigt.

Wählen Sie [Ergebnis löschen](#) aus, um die Ergebnisse früherer Erfassungen, die zur Mittelung verwendet wurden, zu löschen.

Fernsteuerbefehl:

[HARmonic:AVERage](#) auf Seite 389

### 6.3.5 Exportieren von Harmonischen-Ergebnissen in eine Datei

Zugriff: [MODE] = „Harmonic“ > [FILE] > „Harmonische“

Die Ergebnisse einer Harmonischen-Messung können ähnlich wie eine Messkurve exportiert werden (siehe auch [Kapitel 12](#), „[Ergebnisse dokumentieren](#)“, auf Seite 283). Die OneTouch-Funktion ist auch verfügbar (siehe [Kapitel 12.6](#), „[Schnellspeichern mit OneTouch](#)“, auf Seite 296).

Einzelheiten zum Exportdateiformat finden Sie in [Kapitel 6.3.6.2](#), „[Exportdateiformat für Harmonischen-Ergebnisse](#)“, auf Seite 156.



### Speichern, Speichern unter

Speichert die Harmonischen-Ergebnisse. Die Funktionen sind verfügbar, wenn sich das Gerät im „Harmonische“-Modus befindet.

„Speichern“ Speichert die Datei unter Verwendung des Musters für automatische Benennung im angegebenen „Verzeichnis für Harmonische“.

„Speichern unter“ Öffnet einen Datei-Explorer, in dem Sie das Verzeichnis auswählen und den Dateinamen eingeben können.

Fernsteuerbefehl:

[HARmonic:EXPort:SAVE](#) auf Seite 394

### Verzeichnis für Harmonische

Gibt das Verzeichnis an, in dem die Harmonischen-Ergebnisse gespeichert werden. Wenn ein USB-Stick angeschlossen ist, speichert das Gerät die Daten standardmäßig auf diesem externen Gerät.

Fernsteuerbefehl:

[HARmonic:EXPort:NAME](#) auf Seite 394

### Stamm-Dateinamen (Filename Base)

Gibt den ersten Teil des Dateinamens an. Das vollständige Dateinamensmuster ist:

<filename base>\_<date>\_<time>.csv.

Fernsteuerbefehl:

[HARmonic:EXPort:NAME](#) auf Seite 394

## 6.3.6 Dateiformate für Harmonischen-Ergebnisse und Grenzwerte

### 6.3.6.1 Grenzwertdateiformat

Die Grenzwertdatei enthält die Harmonischen, die für die Analyse interessant sind, und optional die Grenzwerte, auf die jede Harmonische überprüft wird. Wenn eine benutzerdefinierte Grenzwertdatei für die Harmonischen-Messung geladen wird, werden nur die Ergebnisse für die angegebenen Harmonischen berechnet, angezeigt und exportiert. Eine Grenzwertprüfung findet nur für die Harmonischen statt, für die ein Grenzwert definiert ist.

**Beispieldatei**

Auf dem Gerät wird eine Beispielgrenzwertdatei bereitgestellt:

```
C:\Users\<<user_name>\Rohde-Schwarz\RTH\Harmonic\LimitExample.csv
```

Das Dateiformat ist eine durch Kommas getrennte Liste (.csv). Die Datei muss mindestens Folgendes enthalten:

**Header:**

```
<Gerät>,Version,<Dateiversion>
```

```
Harmonics,Limit[%]
```

**Werte:**

```
<Ordnung der Harmonischen>, <Grenzwert in % von Grundfrequenz>
```



- Mit „#“ eingeleitete Kommentare sind zulässig.
- Ist für eine Harmonische kein Grenzwert angegeben, wird sie angezeigt und ihre Ergebnisse werden in den Export eingeschlossen, aber nicht in die Grenzwertprüfung.
- Die Grundfrequenz wird immer angezeigt und muss nicht in die Liste aufgenommen werden.

**Beispiel:**

```
RTH,Version,1.0  
Harmonics,Limit[%]  
2,10.5  
4,0.004  
20,3.7  
10  
13,0.01  
3,0.01
```

### 6.3.6.2 Exportdateiformat für Harmonischen-Ergebnisse

Das Format der Exportdatei für Harmonischen-Ergebnisse ähnelt dem einer Messkurvenexportdatei; es wird ebenfalls im CSV-Format gespeichert. Der durch Kommas getrennte Text kann in Spalten umgesetzt werden (siehe [Kapitel 12.4.3.3, „CSV-Datei in Excel-Datei umsetzen“](#), auf Seite 295).

Die Datei mit Harmonischen-Ergebnissen enthält einige allgemeine Header-Daten und danach einen Satz von Ergebnisdaten für jede Harmonische. Es können maximal 64 Ergebnisse bereitgestellt werden, wobei die tatsächliche Anzahl der Harmonischen jedoch beschränkt sein kann (siehe [„Grenzwerte, Geladene Datei“](#) auf Seite 153). Jeder Datensatz enthält die Ergebnisse für eine bestimmte Harmonische in jedem Eingangskanal.

Tabelle 6-7: Header-Daten (umgesetzt in Tabelle)

Harmonic results					<b>[Beschreibung - nicht in Datei enthalten]</b>
Model	RTH1004				
SerialNumber	xxxxx				
Firmware Version	'1.50'				
ID	CH1	CH2	CH3	CH4	Ergebnisse für jeden Kanal
NbOfResults [n]					Anzahl der in Mittelungs- und Statistikoperationen enthaltenen Ergebnisse
RMS Unit					Einheit für RMS-Ergebnisse
RMS					Aktueller RMS der Signalleistung
RMS Max					Maximaler RMS der Signalleistung
RMS Min					Minimaler RMS der Signalleistung
THDf/ THDr [%]					Aktueller THD in Bezug zur RMS-Amplitude der Grundfrequenz (THDf) oder der Gesamtleistung des Signals (THDr)
THDf/ THDr Max [%]					Maximaler THD
THDf/ THDr Min [%]					Minimaler THD
Clipping [bool]					Begrenzung während der Messung aufgetreten?
FrequencyMissing [bool]					Grundfrequenz konnte gemessen werden?
LimitViolation [bool]					Ein Grenzwert wurde überschritten?
Average					Anzahl der Erfassungen, für welche die Ergebnisse gemittelt werden. Standardmäßig findet keine Mittelung statt.

Tabelle 6-8: Ergebnisse für einzelne Harmonische (umgesetzt in Tabellendaten)

		Ch 1						Ch 2 ...		
Harmonischen-ID	Grenzwert	Freq.	Betrag aktuell	Betrag max	Betrag min	Phase	Grenzwertverletzung	Grenzwert	Freq.	Betrag aktuell
[n]	[%]	[Hz]	[V]	[V]	[V]	[deg]	[bool-lesch]	[Hz]	[V]	[V]
1										
2										
...										

## 7 Multimeter-Messungen

Das Vierkanalmodell R&S RTH1004 verfügt über 4 softwarebasierte Voltmeter, die parallele Messungen ermöglichen. Sie können für jedes Voltmeter die Quelle und die Messart auswählen. Siehe [Voltmeter \(R&S RTH1004\)](#).

Das Zweikanal-Modell R&S RTH1002 verfügt über ein hardwarebasiertes Digitalmultimeter mit zwei separaten Bananensteckbuchsen für verschiedene Multimeter-Messungen. Neben Spannungen misst das DMM auch Widerstand, Kapazität, Temperatur und mehr. Siehe [Digitalmultimeter \(R&S RTH1002\)](#).

### 7.1 Digitalmultimeter (R&S RTH1002)

Das hardwarebasierte Digitalmultimeter ermöglicht verschiedene Multimeter-Messungen. Neben Spannungen misst das DMM auch Widerstand, Kapazität, Temperatur und mehr.

Das R&S RTH kann immer nur eine DMM-Messung durchführen, die maximale Auflösung beträgt 10000 Anzeigepunkte und 4 Stellen.

Der Messbereich kann automatisch oder manuell eingestellt werden. Im automatischen Modus stellt das Gerät den Bereich so ein, dass es mit maximaler Genauigkeit messen kann. Tastkopfeinstellungen sind nicht betroffen und statistische Ergebnisse bleiben erhalten, wenn das Gerät den Bereich automatisch anpasst. Die automatische Bereichseinstellung ist für alle Spannungs- und Strommessungen und auch für Widerstands-, Kapazitäts- und Frequenzmessungen verfügbar.

Im „Meter“-Modus ist ein separater Selbstabgleich der Multimeter-Eingänge verfügbar (siehe [Kapitel 13.3, „Selbstabgleich \(Selfalignment\)“](#), auf Seite 300).

Alle Fernsteuerbefehle für Konfiguration und Messungen sind in [Kapitel 15.7, „Digitalmultimeter \(R&S RTH1002\)“](#), auf Seite 400 aufgeführt.

#### 7.1.1 Anschließen von Testkabeln (R&S RTH1002)

Das R&S RTH1002 verfügt über ein integriertes Digitalmultimeter (DMM) sowie Testkabel für Multimeter-Messungen.



Bild 7-1: Multimeter-Eingänge zum Anschließen von Testkabeln

1. Schließen Sie die Leitungen zuerst an die DMM-Eingänge an der Oberseite des Geräts und dann an das Messobjekt an.
2. Drücken Sie zum Starten von Multimeter-Messungen die Taste [DMM].

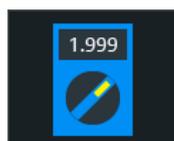
### 7.1.2 Auf Multimeter-Modus zugreifen

- ▶ Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Multimeter-Modus zu starten:

- Drücken Sie die Taste [DMM].



- Drücken Sie die Taste [MODE] und wählen Sie „Meter“ aus.

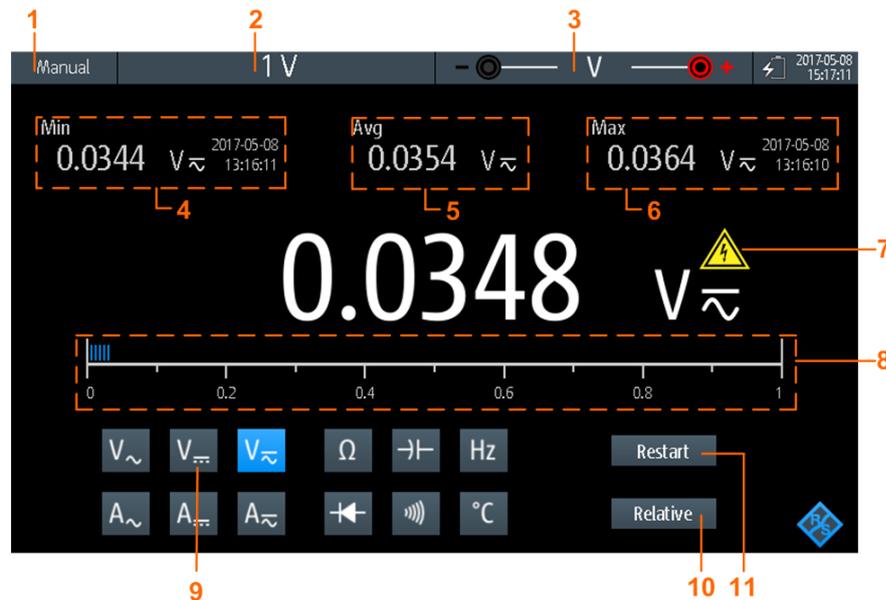


- Drücken Sie zum Starten relativer Messungen die Taste [DMM REL].

Die Multimeter-Bedienoberfläche wird angezeigt und die Messung wird unverzüglich gestartet.

### 7.1.3 Anzeige und Steuerung

Die Multimeter-Anzeige enthält detaillierte Ergebnisse und Setup-Symbole.



**Bild 7-2: Anzeige des Digitalmultimeters**

- 1 = Status der Messung. „Manual“ oder „Auto“: Messung läuft mit manuellem oder automatischem Bereich. „Hold“: Messung ist gestoppt.
- 2 = Messbereich
- 3 = Testkabelverbindung, einschließlich Polarität
- 4 = Minimalwert und Zeitstempel
- 5 = Mittelwert
- 6 = Maximalwert und Zeitstempel
- 7 = Warnzeichen; wird angezeigt, wenn der Messwert über 30 V liegt
- 8 = Balkendiagramm mit Anzeige des Messwerts
- 9 = Messart
- 10 = Aktiviert oder deaktiviert relative Messung
- 11 = Neustart der Messung und Rücksetzung aller Werte

Im Multimeter-Modus haben die Tasten eine etwas andere Funktion als im Oszilloskop-Modus:

- Mit der AUTOSET-Taste wird der Bereichsmodus umgeschaltet: automatische und manuelle Bereichseinstellung.
- Mit den vertikalen [RANGE]- und [POS]-Tasten wird der Messbereich angepasst.
- Mit der [MEAS]-Taste wird das „Meter“-Menü geöffnet.
- Die folgenden Tasten haben ihre normale Funktion: [FILE], [G], [M], [PRESET], [MODE], [BACK].
- Mit den [CH]-Tasten wird zurück in den Oszilloskop-Modus gewechselt.
- Alle anderen Tasten haben keine Funktion.

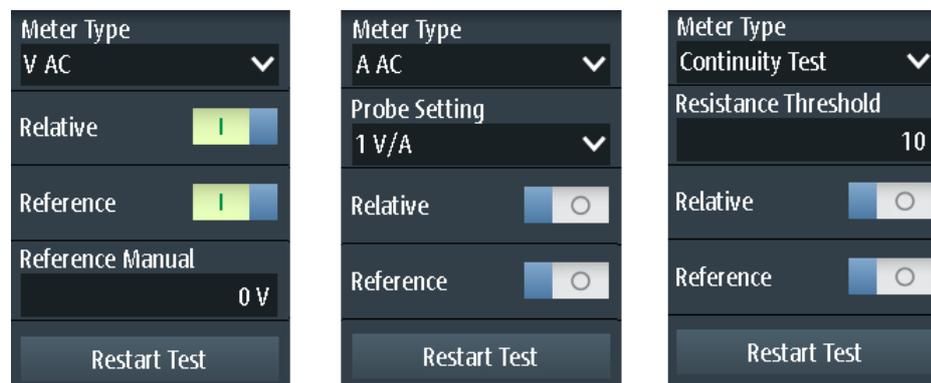
### 7.1.4 Multimeter-Messungen durchführen

1. Schließen Sie die Testkabel an die Multimeter-Eingänge an.

2. Wählen Sie den Modus „Meter“ aus.
  3. Wählen Sie die Messart aus (Nr. 9 in [Bild 7-2](#)).
  4. Drücken Sie [AUTOSET], um automatische oder manuelle Bereichseinstellung auszuwählen.
  5. Passen Sie bei manueller Bereichseinstellung den Messbereich an: Drücken Sie die [RANGE]-Tasten.
  6. Passen Sie für Strom- und Temperaturmessungen die „Tastkopfeinstellung“ (Probe Setting) im „Meter“-Menü an. Es ist der Transducer-Faktor oder der Gleichstromwiderstandswert des Shunts. Sie können einen Wert auswählen oder mit „User“ einen Wert eingeben.
  7. Passen Sie für Durchgangsmessungen die „Widerstandsschwelle“ (Resistance Threshold) an.
  8. Um relative Ergebniswerte zu erhalten:
    - a) Aktivieren Sie „Relativ“ (Relative) (Nr. 10).
    - b) Öffnen Sie das „Meter“-Menü, um einen benutzerdefinierten Referenzwert festzulegen.
    - c) Aktivieren Sie „Bezug“ (Reference).
    - d) Geben Sie den Referenzwert im Feld „Referenz manuell“ (Reference Manual) ein.
-  9. Drücken Sie die Taste [RUN STOP], um die Multimeter-Messung zu stoppen. Links oben wird der Status „Halten“ angezeigt. Beim Stoppen der Messung werden keine statistischen Werte gelöscht. Die Messung wird fortgesetzt, wenn Sie [RUN STOP] erneut drücken.

### 7.1.5 Einstellungen

Zugriff: „Meter“-Menü



**Bild 7-3: Digitalmultimeter-Einstellungen**

Siehe auch: [Kapitel 7.1.4, „Multimeter-Messungen durchführen“](#), auf Seite 160.

**Multimetertyp (Meter Type)**

Gibt die Messart für das Multimeter an.

Voltmeter-Symbol	„Multimeter-typ“ (Meter Type)	Beschreibung
	„V AC“	Messung der AC-Spannung
	„V DC“	Messung der DC-Spannung
	„V AC+DC“	Messung der AC- und DC-Spannung (RMS)
	„A AC“	Messung des AC-Stroms
	„A DC“	Messung des DC-Stroms
	„A AC+DC“	Messung des AC- und DC-Stroms (RMS)
	„Widerstand“	Messung des Widerstands
	„Durchgangsprüfung“	Messung des Durchgangs
	„Diodenprüfung“	Messung der Diode
	„Kapazität“	Messung der Kapazität
	„Temperatur“	Messung der Temperatur (Adapter erforderlich)
	„Frequenz“	Messung der Frequenz

Fernsteuerbefehl:

[METer<m>:SENSe:FUNctIon](#) auf Seite 424

**Tastkopfeinstellung (Probe Setting)**

Gibt den Empfindlichkeitsfaktor der Stromzange für Strommessungen oder den DC-Widerstandswert des Shunts an. Sie können entweder einen vordefinierten Wert auswählen oder „User“ wählen und einen beliebigen Wert eingeben.

**Tastkopfeinstellung (Probe Setting)**

Gibt den Adaptertyp für Temperaturmessungen an.

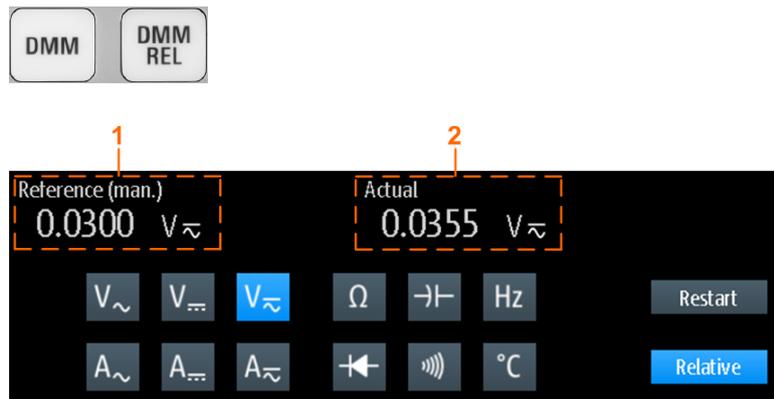
**Widerstandsschwelle (Resistance Threshold)**

Diese Einstellung ist nur für Durchgangsmessungen relevant. Das Gerät gibt einen Warnton aus, wenn die gemessene Spannung unter die „Widerstandsschwelle“ (Resistance Threshold) fällt.

**Relativ (Relative)**

Aktiviert oder deaktiviert relative Messungen. Wenn Sie diese Funktion aktivieren, wird der aktuelle Messwert als Referenzwert verwendet. Statt des Balkendiagramms werden der Referenzwert und der Messwert angezeigt. Sie können auch einen beliebigen Wert als Referenzwert festlegen, siehe „[Bezug \(Reference\)/Referenz manuell \(Reference Manual\)](#)“ auf Seite 163.

Relative Messungen können auch durch Drücken von [DMM REL] aktiviert oder deaktiviert werden.



1 = Referenzwert

2 = Istwert relativ zum Referenzwert

Fernsteuerbefehl:

[Kapitel 15.7.3, „Relative Messungen“](#), auf Seite 408...

**Bezug (Reference)/Referenz manuell (Reference Manual)**

„Bezug“ (Reference) aktiviert oder deaktiviert die Einstellung eines manuellen Referenzwerts.

Wenn aktiv, geben Sie den Referenzwert im Feld „Referenz manuell“ (Reference Manual) ein.

**Test neu starten (Restart Test)**

Führt einen Neustart der Messung durch.

**[RANGE] / [POS]**

Im Multimeter-Modus passen die vertikalen [RANGE]- und [POS]-Tasten den DMM-Messbereich an und setzen statistische Werte zurück.

Fernsteuerbefehl:

[Kapitel 15.7.2, „Messkonfiguration“](#), auf Seite 401

## 7.2 Voltmeter (R&S RTH1004)

Das softwarebasierte Voltmeter ermöglicht AC-, DC- und AC+DC-Spannungsmessungen. Bei Verwendung eines Shunts oder I/U-Umsetzers sind auch Strommessungen möglich.

Das R&S RTH kann vier Voltmeter-Messungen parallel durchführen, die maximale Auflösung beträgt 999 Anzeigepunkte und 3 Stellen.

Alle Fernsteuerbefehle für Konfiguration und Messungen sind in [Kapitel 15.8, „Voltmeter \(R&S RTH1004\)“](#), auf Seite 417 aufgeführt.

### 7.2.1 Auf Multimeter-Modus zugreifen

1. Drücken Sie die Taste [MODE].



2. Wählen Sie „Meter“ aus.



Die Multimeter-Bedienoberfläche wird angezeigt.

### 7.2.2 Anzeige und Steuerung

Die Voltmeter-Anzeige enthält alle vier Voltmeter auf einen Blick oder nur ein Voltmeter mit Details und Setup-Symbolen.

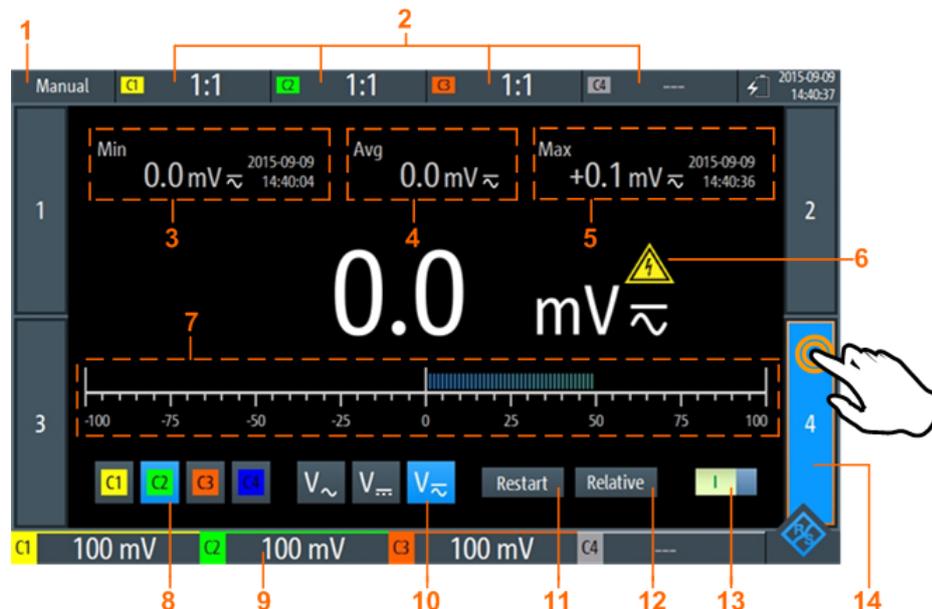
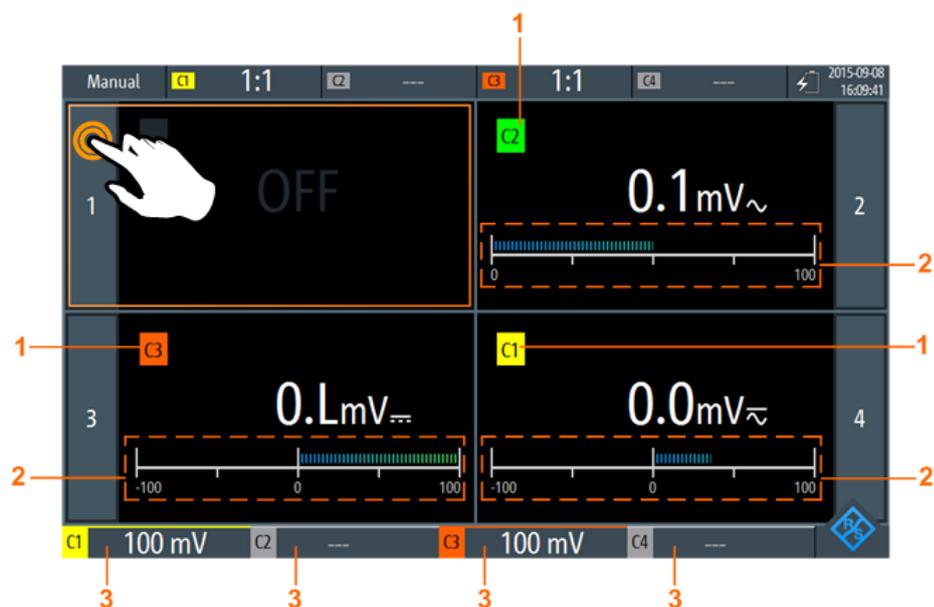


Bild 7-4: Anzeige eines einzelnen Voltmeters

- 1 = Status der Messung. „Manual“: Messung läuft. „Hold“: Messung ist gestoppt.
- 2 = Tastkopfeinstellungen
- 3 = Minimalwert und Zeitstempel
- 4 = Mittelwert
- 5 = Maximalwert und Zeitstempel
- 6 = Warnzeichen; wird angezeigt, wenn Messwert über 30 V liegt
- 7 = Balkendiagramm mit Anzeige des Messwerts
- 8 = Quelle der Messung (Eingangskanal). Ausgewählte Quelle wird hervorgehoben.
- 9 = Messbereiche von aktiven Kanälen
- 10 = Messart (AC, DC oder AC+DC). Ausgewählte Messart wird hervorgehoben.
- 11 = Neustart der Messung und Rücksetzung aller Werte
- 12 = Aktiviert oder deaktiviert relative Messung
- 13 = Ein/Aus-Schalter für ausgewähltes Multimeter
- 14 = Angezeigtes Voltmeter, gekennzeichnet durch hervorgehobene Nummer

Die Tasten am unteren Rand der Anzeige ermöglichen folgende Schnelleinstellungen:

- Eingangssignal (Input Signal)
- Messart (Measure Type)
- Test neu starten (Restart Test)
- Relativ (Relative)



**Bild 7-5: Anzeige von vier Voltmetern**

- 1 = Kanal, der vom Voltmeter gemessen wird
- 2 = Balkendiagramm mit Anzeige des Messwerts
- 3 = Messbereiche von aktiven Kanälen

Im Multimeter-Modus haben die Tasten eine andere Funktion als im Oszilloskop-Modus:

- Mit den vertikalen [RANGE]- und [POS]-Tasten wird der Messbereich des ausgewählten Kanals angepasst.
- Mit der [MEAS]-Taste wird das „Meter“-Menü geöffnet.

- Die folgenden Tasten haben ihre normale Funktion: [FILE], , , [PRESET], [MODE], [BACK].
- Alle anderen Tasten haben keine Funktion.



### Voltmeter anzeigen

- ▶ Methoden zum Umschalten zur Anzeige eines einzelnen Voltmeters:
  - Tippen Sie auf die Voltmeter-Nummer, wie in [Bild 7-5](#) gezeigt.
  - Wählen Sie mit dem Drehrad ein Voltmeter aus und drücken Sie die Drehrad-taste.
- ▶ Methoden zum Anzeigen aller vier Voltmeter:
  - Tippen Sie auf die hervorgehobene Nummer des geöffneten Voltmeters, wie in [Bild 7-4](#) gezeigt.
  - Drücken Sie [BACK].

## 7.2.3 Voltmeter-Messungen durchführen

1. Konfigurieren Sie die Kanäle für Voltmeter-Messungen im „Vertical“-Menü. Siehe [Kapitel 7.2.5, „Vertikale Einstellungen“](#), auf Seite 169.
2. Wechseln Sie gegebenenfalls zur Anzeige eines einzelnen Voltmeters. Siehe [„Voltmeter anzeigen“](#) auf Seite 166.
3. Wählen Sie den zu messenden Kanal aus (Nr. 8 in [Bild 7-4](#)).
4. Wählen Sie die Messart aus (Nr. 10).
- 
 5. Aktivieren Sie das Voltmeter (Nr. 13).
6. Drücken Sie zum Anpassen des Messbereichs die [Range]-Tasten.
7. Um relative Ergebniswerte zu erhalten:
  - a) Aktivieren Sie „Relativ“ (Nr. 12).
  - b) Öffnen Sie das „Meter“-Menü, um einen benutzerdefinierten Referenzwert festzulegen.
  - c) Aktivieren Sie „Bezug“ (Reference) und geben Sie den Referenzwert im Feld „Referenz manuell“ (Reference Manual) ein.
- 
 8. Drücken Sie die Taste [RUN STOP], um die Multimeter-Messung zu stoppen. Links oben wird der Status „Halten“ angezeigt. Beim Stoppen der Messung werden keine statistischen Werte gelöscht. Die Messung wird fortgesetzt, wenn Sie [RUN STOP] erneut drücken.

Alternativ können Sie das Voltmeter auswählen und die Multimeter-Einstellungen im Menü „Meter“ anpassen.

## 7.2.4 Voltmeter-Einstellungen

Zugriff: „Meter“-Menü

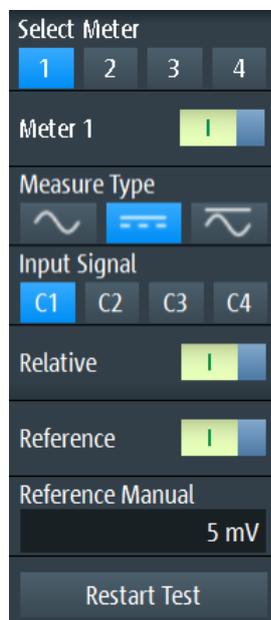


Bild 7-6: Voltmeter-Einstellungen

### Multimeter auswählen (Select Meter)

Dient zur Auswahl eines der vier Voltmeter, dessen Einstellungen dann im Menü angezeigt werden.

### Multimeter <n> (Meter <n>)

Schaltet das ausgewählte Voltmeter ein oder aus.

Fernsteuerbefehl:

[METer<m>:SENSe:STATe](#) auf Seite 417

### Messart (Measure Type)

Stellt die Messart für das ausgewählte Voltmeter ein.

Die AC-Kopplung ist aktiviert, wenn der ausgewählte Kanal nur für AC-Messungen verwendet wird. Wird der ausgewählte Kanal auch für DC- oder AC+DC-Messungen verwendet, ist die AC-Kopplung deaktiviert und der AC-Wert wird aus den AC+DC- und DC-Werten berechnet. Die Genauigkeit der Ergebnisse verschlechtert sich.

Menüsymbol	Voltmeter-Symbol	Beschreibung
		Messung von AC-Spannung oder -Strom
		Messung von AC+DC-Spannung oder -Strom (RMS)
		Messung von DC-Spannung oder -Strom

Für Strommessungen wird ein externer Shunt oder I/U-Umsetzer benötigt.

Fernsteuerbefehl:

[METer<m>:SENSe:FUNction](#) auf Seite 424

### Eingangssignal (Input Signal)

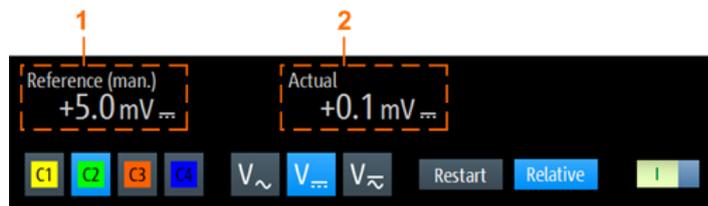
Gibt den Kanal an, der vom ausgewählten Voltmeter gemessen wird.

Fernsteuerbefehl:

[METer<m>:SENSe:SOURce](#) auf Seite 418

### Relativ (Relative)

Aktiviert oder deaktiviert relative Messungen. Wenn Sie diese Funktion aktivieren, wird der aktuelle Messwert als Referenzwert genommen. Statt des Balkendiagramms werden der Referenzwert und der Messwert angezeigt (siehe [Bild 7-7](#)). Sie können auch einen beliebigen Wert als Referenzwert festlegen (siehe „[Bezug \(Reference\)/Referenz manuell \(Reference Manual\)](#)“ auf Seite 168).



**Bild 7-7: Relative Messung**

1 = Referenzwert

2 = Messwert relativ zum Referenzwert

Fernsteuerbefehl:

[Kapitel 15.8.3, „Relative Messungen“](#), auf Seite 422

### Bezug (Reference)/Referenz manuell (Reference Manual)

„Bezug“ (Reference) aktiviert oder deaktiviert den manuellen Referenzwert.

Wenn aktiv, geben Sie den Referenzwert im Feld „Referenz manuell“ (Reference Manual) ein.

### Test neu starten (Restart Test)

Führt einen Neustart der Messung und auch der statistischen Berechnung durch.

**[RANGE] / [POS]**

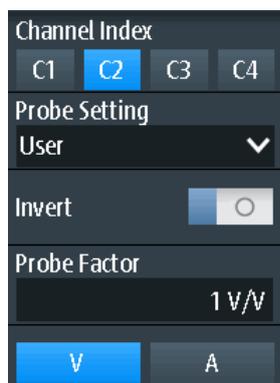
Im Multimeter-Modus wird mit den vertikalen [RANGE]- und [POS]-Tasten der Messbereich des ausgewählten Kanals angepasst.

Fernsteuerbefehl:

[Kapitel 15.8.2, „Messkonfiguration“](#), auf Seite 417

## 7.2.5 Vertikale Einstellungen

Im „Meter“-Modus sind nur wenige vertikale Kanaleinstellungen relevant. Sie können auch die vertikalen Einstellungen für das Eingangssignal im „Scope“-Modus konfigurieren. Wenn Sie den „Meter“-Modus auswählen, wird die Konfiguration beibehalten.

**Kanalindex (Channel Index)**

Gibt den zu konfigurierenden Kanal an. Alle Einstellungen im vertikalen Menü beziehen sich auf den ausgewählten Kanal.

Sie können auch die Kanaltaste drücken und gedrückt halten, um das entsprechende vertikale Menü zu öffnen.

**Tastkopfeinstellung (Probe Setting)**

Gibt den Teilerfaktor des angeschlossenen Tastkopfs an.

Im Menü sind die gemeinsamen Teilerfaktor aufgelistet. Wenn der gewünschte Faktor nicht in der Liste aufgeführt ist, wählen Sie „Benutzer“ (User), und stellen Sie den „[Teilerfaktor \(Probe Factor\)](#)“ auf Seite 170 ein.

Stellen Sie sicher, dass das Teilverhältnis auf dem Gerät auf den verwendeten Tastkopf eingestellt wird. Andernfalls geben die Messergebnisse nicht den tatsächlichen Spannungspegel wieder und Sie schätzen das tatsächliche Risiko möglicherweise falsch ein.

Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.

**Invert**

Schaltet die Invertierung der Signalamplitude ein oder aus. Die Invertierung wird in den Messkurvenbezeichnern durch eine Linie über dem Kanalnamen signalisiert.

**Teilerfaktor (Probe Factor)**

Legt einen benutzerdefinierten Teilerfaktor fest, wenn der Tastkopf eine ungewöhnliche Dämpfung hat, sowie die Einheit (V oder A). Die Einstellung ist verfügbar, wenn „Tastkopfeinstellung“ (Probe Setting) auf „Benutzer“ (User) eingestellt ist.

## 8 Daten-Logger

Der Datenlogger zeichnet Oszilloskop- oder Multimeterdaten auf, die von bis zu vier verschiedenen Messungen erfasst wurden. Das Logging kann bis zu 23 Tage umfassen. Die Aufzeichnungen werden als Diagramm auf dem Bildschirm angezeigt und können in 10 verschiedenen Slots gespeichert werden. Mithilfe der Funktionen „Zoom“ und „Cursor“ können erfasste Daten analysiert werden.

### 8.1 Auf Logger-Modus zugreifen

1. Drücken Sie die Taste [MODE].



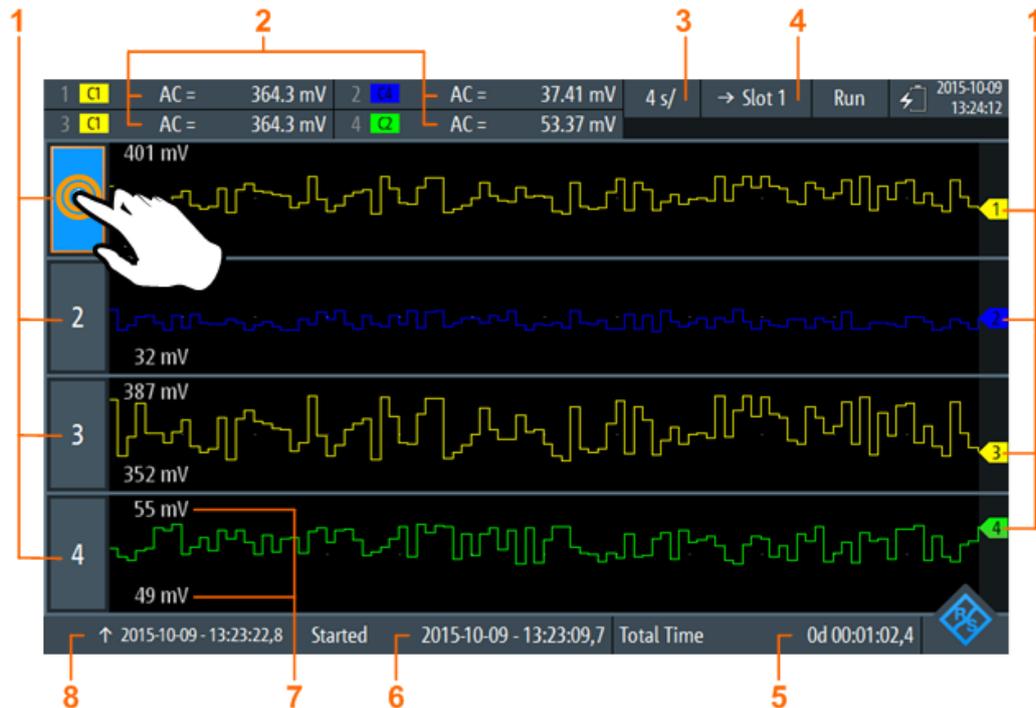
2. Wählen Sie „Logger“ aus.



Die Logger-Bedienoberfläche wird angezeigt.  
Wenn eine Oszilloskop- oder Multimeter-Messung aktiv ist, wird das Logging beim Aufruf des Logger-Modus automatisch gestartet.

### 8.2 Logger-Anzeige

Bei der Aufzeichnung von Daten von Oszilloskopmessungen können alle aktiven Messungen gleichzeitig aufgezeichnet werden. Die Logger-Anzeige enthält entweder alle Aufzeichnungen mit den letzten Ergebnissen oder eine einzelne Aufzeichnung mit letzten und statistischen Ergebnissen.



**Bild 8-1: Logger-Anzeige mit allen aufgezeichneten Oszilloskopmessungen**

- 1 = Logger-Kanal, jeder Logger-Kanal zeichnet eine einzige Messung auf
- 2 = Letzte Werte der aufgezeichneten Messungen (abhängig von Logging-Typ und Messtyp)
- 3 = Zeitbasis
- 4 = Im aktiven Modus (Aufzeichnung): →Slot <x> ist der Slot, in das Daten geschrieben werden. Im Stoppmodus: Slot <x> ist der aktive Slot, in dem Daten gespeichert oder aus dem Daten geladen wurden.
- 5 = Aufzeichnungszeit
- 6 = Startzeit
- 7 = Oberer und unterer Skalierungswert jeder Messung
- 8 = Zeitstempel auf der linken Seite der Anzeige

### Aufgezeichnete Messungen anzeigen



1. Tippen Sie zum Anzeigen einer einzelnen Aufzeichnung auf eine der aufgezeichneten Messungen, wie in [Bild 8-1](#) gezeigt.
2. Tippen Sie zum Anzeigen aller Aufzeichnungen auf die hervorgehobene Nummer des offenen Logger-Kanals.

## 8.3 Logger verwenden

Es können bis zu vier verschiedene Oszilloskop- oder Multimeter-Messungen (eine mit R&S RTH1002, vier mit R&S RTH1004) oder zwei Zählermessungen gleichzeitig aufgezeichnet werden. Für Zählermessungen ist Option R&S RTH-K33 erforderlich.

### 8.3.1 Daten aufzeichnen

Bevor Sie das Logging starten, müssen Sie die Messungen, die aufgezeichnet werden sollen, konfigurieren und aktivieren. Siehe dazu die Beschreibungen in:

- [Kapitel 4.2, „Automatische Messungen“](#), auf Seite 88
- [Kapitel 7, „Multimeter-Messungen“](#), auf Seite 158
- [Kapitel 11, „Frequenzzähler \(R&S RTH-K33\)“](#), auf Seite 274

1. Rufen Sie den Logger-Modus auf (siehe [Kapitel 8.1, „Auf Logger-Modus zugreifen“](#), auf Seite 171).
2. Wählen Sie das Menü „Logger“ aus.
3. Wählen Sie die Quelle aus, die aufgezeichnet werden soll.
4. Wählen Sie die Abtastrate aus.

Wenn Sie die Quelle oder Abtastrate während der Aufzeichnung ändern, werden Sie aufgefordert, das Logging mit der neuen Einstellung neu zu starten. Ohne Neustart des Loggers bleiben Quelle oder Abtastrate unverändert.

5. Wählen Sie die horizontale Skalierung aus.  
Diese Skalierung ist standardmäßig auf „Auto“ eingestellt. In diesem Fall werden alle aufgezeichneten Daten immer angezeigt, wobei die Skalierung automatisch angepasst wird, wenn sich die Datenmenge vergrößert.
6. Wählen Sie den Slot für die Speicherung der aufgezeichneten Daten aus.
7. Geben Sie optional einen Namen für den Slot ein.
8. Drücken Sie die Taste [RUN STOP], um das Logging zu starten.

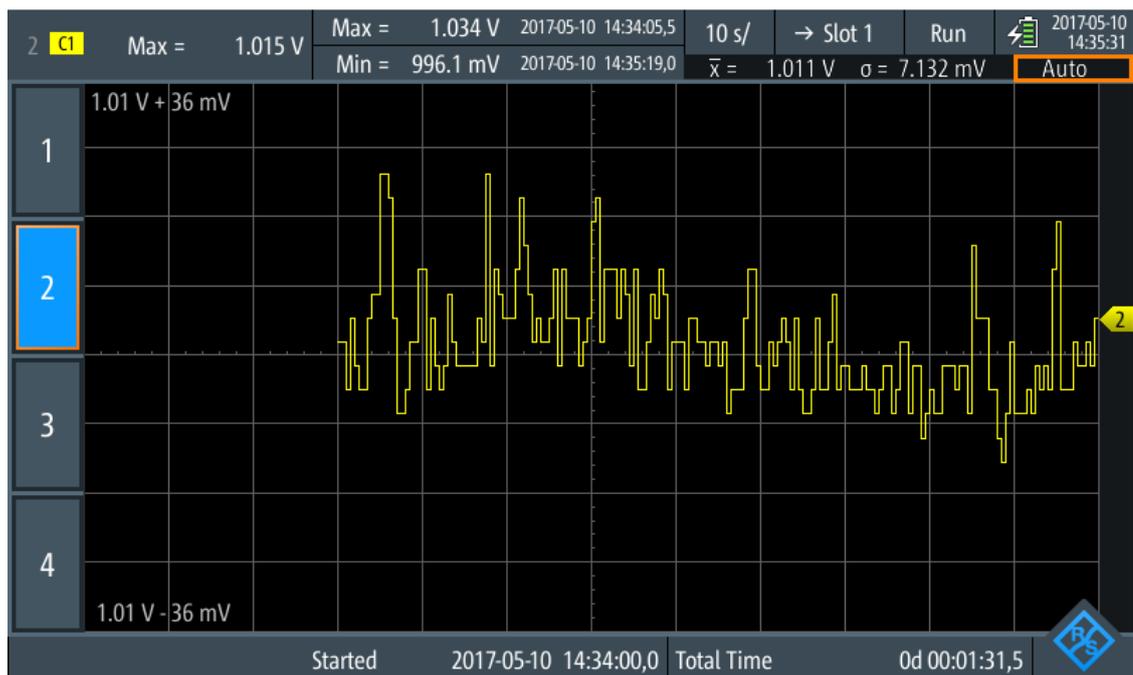


Wird das Logging gestoppt, werden die aufgezeichneten Daten automatisch im ausgewählten Slot gespeichert.

Jeder Slot speichert die Daten einer einzelnen Logging-Periode. Wird der Slot ein zweites Mal verwendet, werden die gespeicherten Daten überschrieben.

### 8.3.2 Automatische und manuelle Skalierung

Normalerweise passt das Gerät die vertikale Skala der Logger-Daten automatisch anhand der statistischen Werte an. Wenn automatische Skala und Position aufgrund von Ausreißern in den Messergebnissen nicht optimal sind, können Sie die Skalierung manuell anpassen. Der Skalierungsmodus wird in der Anzeige einer einzelnen Aufzeichnung in der rechten oberen Ecke des Bildschirms angezeigt.



**Bild 8-2:** Anzeige einer einzelnen Aufzeichnung mit hervorgehobenem Skalierungsmodus

- ▶ Um die vertikale Skala und Position manuell zu ändern, die vertikalen [RANGE]- und [POS]-Tasten drücken.  
In beiden Anzeigen (einzelne Aufzeichnung und alle Aufzeichnungen) wirken sich die Tasten nur auf den ausgewählten Kanal aus.
- ▶ Um einen einzelnen Logger-Kanal auf automatische Skalierung zurückzusetzen:
  - a) Wechseln Sie zur Anzeige einer einzelnen Aufzeichnung des Kanals.
  - b) Drücken Sie [AUTOSET].
- ▶ Um alle Logger-Kanäle auf automatische Skalierung zurückzusetzen:
  - a) Wechseln Sie zur Anzeige aller Aufzeichnungen.
  - b) Drücken Sie [AUTOSET].

Beachten Sie, dass mit [AUTOSET] auch die horizontale Skalierung auf „Auto“ eingestellt wird.

Fernsteuerbefehle:

- `LOGGer:AUToset` auf Seite 439
- `LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:AUTO` auf Seite 439
- `LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:UPPer` auf Seite 439
- `LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:LOWer` auf Seite 439
- `LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:DEVIation` auf Seite 440
- `LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:MEAN` auf Seite 440

### 8.3.3 Aufgezeichnete Daten laden

Aufgezeichnete Daten können aus dem Slot, in dem sie gespeichert sind, geladen werden.

1. Rufen Sie den Logger-Modus auf (siehe [Kapitel 8.1](#), „Auf Logger-Modus zugreifen“, auf Seite 171).
2. Wählen Sie das Menü „Logger“ aus.
3. Wenn ein Daten-Logging aktiv ist, drücken Sie [RUN STOP], um es zu stoppen.
4. Wählen Sie den Slot mit den Aufzeichnungen aus, die angezeigt werden sollen.
5. Tippen Sie auf „Slot laden“ (Load Slot), um die gespeicherten Aufzeichnungen anzuzeigen.

### 8.3.4 Aufgezeichnete Daten löschen

In den Slots gespeicherte Aufzeichnungen können einzeln oder alle gelöscht werden.

Aufzeichnungen in einem einzelnen Slot löschen:

1. Wählen Sie den Slot mit den Aufzeichnungen aus, die gelöscht werden sollen.
2. Tippen Sie auf „Slot rücksetzen“ (Clear Slot).

Aufzeichnungen in allen Slots löschen:

- ▶ Tippen Sie auf „Alle Slots rücksetzen“ (Clear All Slots).

## 8.4 Logger-Einstellungen

Zugriff: „Logger“-Menü

Source
Meter ▼
Sample Rate
1 Sample/s ▼
Horizontal Scale
2 s/div ▼
Slot
Slot 1 ▼
Slot Name
Amplitudes
2017-05-10 13:51:16
Load Slot
Clear Slot
Clear All Slots

**Quelle (Source)**

Wählt die Loggerquelle aus: „Oszilloskop“, „Multimeter“ oder „Zähler“ (mit Option R&S RTH-K33).

Wenn Sie die Quelle während der Aufzeichnung ändern, werden Sie aufgefordert, das Logging neu zu starten. Ohne Neustart bleibt die Quelle unverändert.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer : SOURce](#) auf Seite 436

**Abtastrate (Sample Rate)**

Gibt die Anzahl Abtastwerte pro Sekunde für das Logging an.

Wenn Sie die Abtastrate während der Aufzeichnung ändern, werden Sie aufgefordert, das Logging neu zu starten. Ohne Neustart bleibt die Abtastrate unverändert.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer : TIMEbase : SRATe](#) auf Seite 436

**Horizontale Skala (Horizontal Scale)**

Gibt die horizontale Skalierung der aufgezeichneten Daten an.

Diese Skalierung ist standardmäßig auf „Auto“ eingestellt. In diesem Fall werden alle aufgezeichneten Daten immer angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer : TIMEbase : SCALe](#) auf Seite 436

**Slot**

Wählen Sie einen der zehn Speicherslots zum Speichern der aufgezeichneten Daten aus. Daten werden automatisch im ausgewählten Slot gespeichert, wenn Sie die Aufzeichnung stoppen, Quelle oder Abtastrate ändern oder PRESET drücken. Der Slot kann während der Aufzeichnung geändert werden.

Wenn Daten im Slot gespeichert sind, wird die Startzeit der gespeicherten Daten im Menü angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer: SLOT: CURRent](#) auf Seite 437

**Slot-Name**

Geben Sie einen optionalen Slotnamen zur Beschreibung der aufgezeichneten Daten ein. Die maximale Länge des Namens beträgt 20 Zeichen.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer: SLOT: SLOT<m>: NAME](#) auf Seite 437

**Slot laden (Load Slot)**

Lädt die im ausgewählten Slot gespeicherten Daten.

Ist nur möglich, wenn das Logging gestoppt ist.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer: SLOT: LOAD](#) auf Seite 438

[LOGGer: SLOT: SLOT<m>: HASData?](#) auf Seite 437

**Slot rücksetzen (Clear Slot)**

Löscht die im ausgewählten Slot gespeicherten Daten.

Ist nur möglich, wenn das Logging gestoppt ist.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer: SLOT: CLear](#) auf Seite 438

**Alle Slots rücksetzen (Clear All Slots)**

Löscht die Daten in allen Slots.

Ist nur möglich, wenn das Logging gestoppt ist.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer: ACLR](#) auf Seite 438

## 8.5 Aufgezeichnete Daten analysieren

Aufgezeichnete Daten können mit dem „Cursor“ und dem „Zoom“ analysiert werden. Zum späteren Analysieren aufgezeichneter Daten werden die Daten automatisch gespeichert. Die gespeicherten Daten können Sie in die Anzeige laden.

### 8.5.1 Cursor

Sie können aufgezeichnete Daten mithilfe von Cursor-Messungen analysieren (siehe auch [Kapitel 4.3, „Cursor-Messungen“](#), auf Seite 96).



**Bild 8-3: Logger-Anzeige mit Cursors**

- 1 = Werte der Kreuzungen zwischen der ausgewählten Cursor-Linie und der Messkurve
- 2 = Cursor-Linien
- 3 = Betrag der Zeitdifferenz zwischen den Cursor-Linien  $\Delta t = |t1-t2|$
- 4 = Position von Cursor-Linie 2
- 5 = Position von Cursor-Linie 1
- 6 = Zeitstempel des aufgezeichneten Signals auf der linken Seite der Anzeige



Zum Auswählen einer der zwei Cursor-Linien auf eine Cursor-Linie tippen oder mit dem Drehrad navigieren und auswählen. Die ausgewählte Linie wird als fette Linie hervorgehoben.

Fernsteuerbefehle für Cursor-Ergebnisse:

- `LOGGer:CURSor<m>:RESult<n>[:AMPLitude]?` auf Seite 442
- `LOGGer:CURSor:RESult<n>:DELTA?` auf Seite 442
- `LOGGer:CURSor<m>:POSition` auf Seite 443
- `LOGGer:CURSor:TDELta?` auf Seite 443

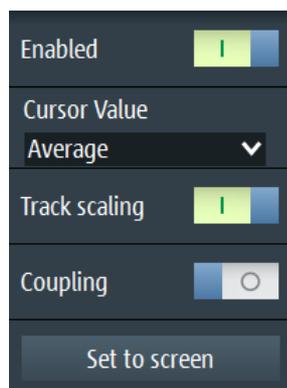


Für den Logger-Cursor kann nur ein „Cursorwert“ (Cursor Value) angegeben werden. Die Cursor-Einstellungen „Typ“ (Type) und „Quelle“ (Source) sind für das Logging nicht relevant und deshalb nicht verfügbar.



### Beschreibung von Einstellungen

Zugriff: „Cursor“-Menü



**Bild 8-4: Cursor-Einstellungen**

#### **Aktivieren (Enable)**

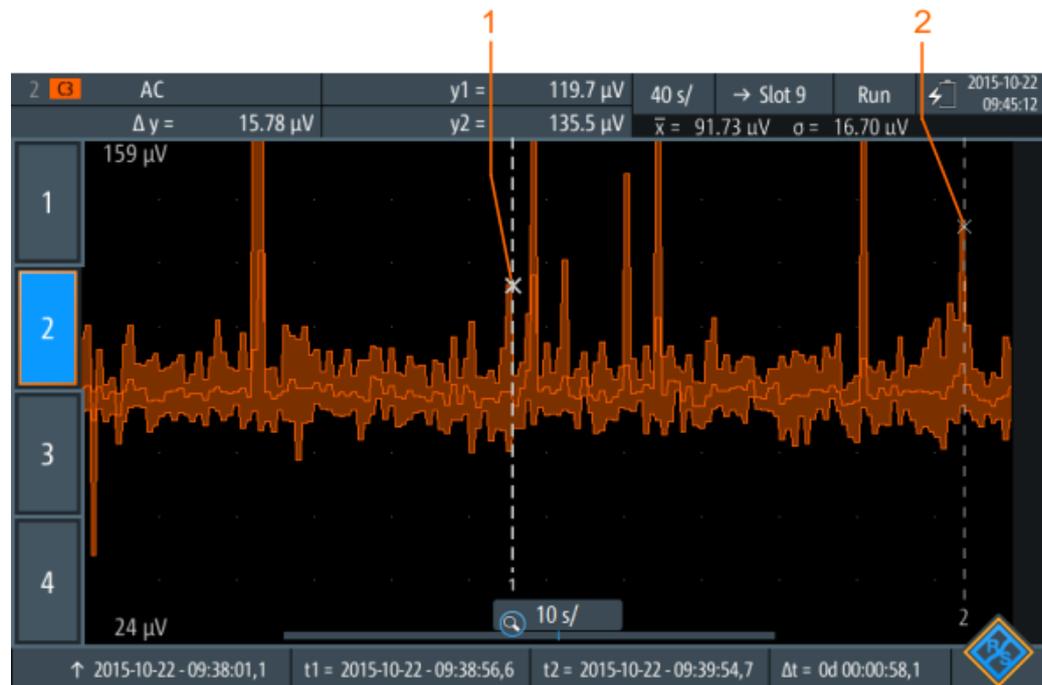
Aktiviert oder deaktiviert die Cursor-Messung.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer:CURSor\[:STATe\]](#) auf Seite 441

#### **Cursorwert (Cursor Value)**

Gibt den gemessenen Kreuzungspunkt zwischen den Cursor-Linien und der Messkurve an (siehe [Bild 8-5](#)). Diese Einstellungen sind nur gültig, wenn das Daten-Logging länger als 2 Tage und 7 Stunden dauert. Nach dieser Zeit komprimiert der Logger vier Logging-Werte in einem „Minimum“- , „Mittelwert“ (Average)- und „Maximum“-Wert.



**Bild 8-5: Logger-Cursor mit summierten Daten**

1 = Maximalwerte von Cursor-Linie 1

2 = Maximalwerte von Cursor-Linie 2

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer:CURSor:TYPE](#) auf Seite 441

### Skal. anpassen (Track scaling)

Falls aktiviert, wird die Position der Cursor-Linien bei einer Änderung der Skalierung angepasst. Die Cursor-Linien behalten ihre relative Position zur Messkurve bei.

Falls deaktiviert, bleiben die Cursor-Linien an ihrer Position auf dem Display, wenn die Skalierung geändert wird.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer:CURSor:SCPLing](#) auf Seite 441

### Kopplung (Coupling)

Koppelt die Cursor-Linien, sodass der Abstand zwischen den beiden Linien gleich bleibt, wenn einer der Cursor verschoben wird.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer:CURSor:COUPLing](#) auf Seite 441

### Zentrieren (Set to screen)

Setzt die Cursor auf eine Standardposition auf dem Bildschirm. Diese Positionierung ist hilfreich, wenn die Cursors vom Display verschwunden sind oder für einen längeren Abstand verschoben werden müssen.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer:CURSor:SCReen](#) auf Seite 442

## 8.5.2 Zoom

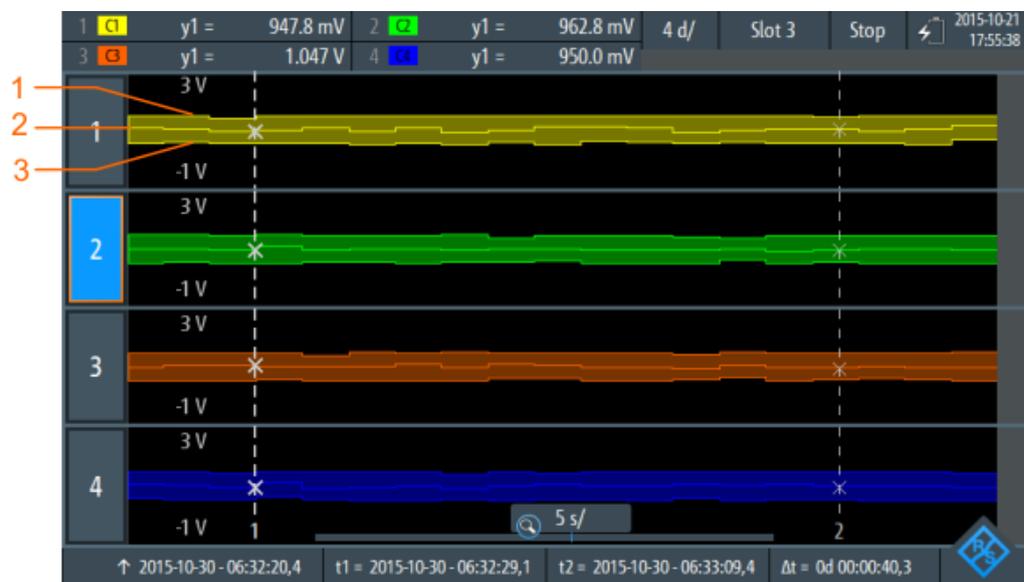
Sie können aufgezeichnete Daten mithilfe der „Zoom“-Funktion analysieren (siehe auch [Kapitel 4.1, „Zoom“](#), auf Seite 86).



Der Zoom ist nur verfügbar, wenn genug Daten aufgezeichnet wurden.

Die Zoomeinstellungen im Logger-Modus entsprechen denen im Oszilloskop-Modus, aber der Zeitraum ist viel größer.

Dauert das Daten-Logging länger als 2 Tage und 7 Stunden, komprimiert der Logger vier Logging-Werte in einem minimalen, gemittelten und maximalen Wert (siehe [Bild 8-6](#)).



**Bild 8-6: Logger-Zoom mit summierten Daten**

- 1 = Maximalwerte
- 2 = Mittelwerte
- 3 = Minimalwerte



### Beschreibung von Einstellungen

Zugriff: „Zoom“-Menü

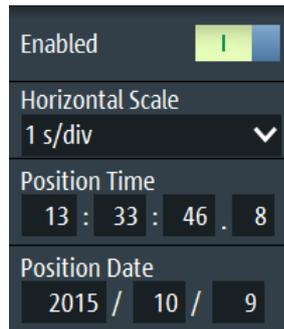


Bild 8-7: Zoomeinstellungen

**Aktivieren (Enable)**

Schaltet den Zoom ein oder aus.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer:ZOOM:ENABLe](#) auf Seite 443

**Horizontale Skala (Horizontal Scale)**

Stellt die horizontale Skalierung der horizontalen Achse für alle aufgezeichneten Signale in Sekunden pro Skalenteile (s/div) ein.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer:ZOOM:SCALe](#) auf Seite 443

**Position, Positionsdatum (Position Date)**

Legt die Position des gezoomten Bereichs in Bezug zur linken Seite der Anzeige fest.

Fernsteuerbefehl:

[LOGGer:ZOOM:POSition](#) auf Seite 444

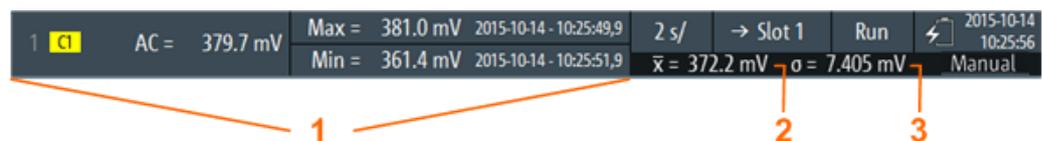
**8.5.3 Logger-Statistik**

Bild 8-8: Logger-Statistik

1 = Messergebnisse; Anzeige ist vom Logger-Modus und von der ausgewählten Messung abhängig

2 = Mittelwertstatistik

3 = Standardabweichungsstatistik



Statistiken werden nur in der Anzeige einer einzelnen Aufzeichnung angezeigt.

Fernsteuerbefehle für Logger-Statistiken:

- [LOGGer:RECOding:STARt?](#) auf Seite 444

- [LOGGer:RECOrding:TOTal?](#) auf Seite 444
- [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:CURRentsampl?](#) auf Seite 445
- [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MAXimum:POSition?](#) auf Seite 445
- [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MAXimum:VALue?](#) auf Seite 445
- [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MINimum:POSition?](#) auf Seite 445
- [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MINimum:VALue?](#) auf Seite 446
- [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MEAN?](#) auf Seite 446
- [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:STDDev?](#) auf Seite 446
- [LOGGer:MEASurement<m>:ENABLEd?](#) auf Seite 446
- [LOGGer:MEASurement<m>:TYPE?](#) auf Seite 447
- [LOGGer:MEASurement<m>:SOURce?](#) auf Seite 447

## 8.6 Export von Logger-Aufzeichnungen

Export bedeutet, dass eine Logger-Aufzeichnung (Slot) zur weiteren Analyse in einer CSV- oder MAT-Datei gespeichert wird. Ein Export ist nur möglich, wenn sich das Gerät im „Logger“-Modus befindet. Das Gerät speichert immer die Daten des letzten gespeicherten Slots, d. h., Sie können den zu speichernden Slot nicht auswählen.

Im Logger-Modus können Sie auch die Daten der gemessenen Messkurven speichern. Die Messkurvendaten haben keine Zeitkorrelation mit den Logger-Daten. Einzelheiten zum Messkurvenexport finden Sie in [Kapitel 12.4, „Messkurven“](#), auf Seite 288.

1. Wenn das Daten-Logging aktiv ist, drücken Sie [RUN/STOP], um es zu stoppen. Die aufgezeichneten Daten werden automatisch im Slot gespeichert.
2. Drücken Sie die Taste [FILE].
3. Tippen Sie auf „Logger-Aufzeichnungen“ (Logger Records).
4. Tippen Sie auf „Exportieren als“ (Export As).
5. Wählen Sie den „Dateityp“ aus, geben Sie den „Dateinamen“ ein und ändern Sie den Ordner, falls nötig.  
Wenn ein USB-Stick angeschlossen ist, wird die Datei dort gespeichert. Andernfalls wird die Datei im Ordner `Export` auf der microSD-Karte gespeichert.
6. Tippen Sie auf „Speichern“ (Save).  
Die Daten des letzten verwendeten Slots werden gespeichert.

Fernsteuerbefehle:

- [LOGGer:SLOT:EXPort:NAME](#) auf Seite 448
- [LOGGer:SLOT:EXPort:SAVE](#) auf Seite 448

## 8.6.1 Logger-Aufzeichnungen in MATLAB

Zum Analysieren von Logger-Aufzeichnungen in MATLAB müssen Sie die Logger-Daten in einer MAT-Datei speichern. Wenn Sie die Datei in MATLAB laden, sehen Sie folgende Struktur:

Editor - si\_pulse.m Variables - logger

logger measurement logger.measurement(1).values

1x1 struct with 5 fields

Field	Value
start_time	'08-Jun-2016 01:11:28.400'
stop_time	'08-Jun-2016 01:17:31.100'
sampling_rate_in_Hz	10
samples_per_value	1
measurement	1x4 struct

Die Struktur „logger“ enthält eine Unterstruktur namens „measurement“:

logger measurement logger.measurement(1).values

logger.measurement

Fields	type	values	unit	total_min_value	total_min_value_time	total_max_value	total_max_value_time	total_avg_value	standard_deviation
1	Power Factor(C1,C2)	3610x1 single		0	'08-Jun-2016 01:15:47.500'	0	'08-Jun-2016 01:15:47.900'	0.0394	0.0046
2				0	'08-Jun-2016 01:11:28.400'	0	'08-Jun-2016 01:11:28.400'	0	0
3				0	'08-Jun-2016 01:11:28.400'	0	'08-Jun-2016 01:11:28.400'	0	0
4				0	'08-Jun-2016 01:11:28.400'	0	'08-Jun-2016 01:11:28.400'	0	0

Die Struktur „measurement“ enthält die Werte:

logger measurement logger.measurement(1).values

logger.measurement(1).values

	1	2	3	4	5	6
1	NaN					
2	NaN					
3	NaN					
4	NaN					
5	0.0397					
6	0.0397					
7	0.0397					
8	0.0397					
9	0.0396					
10	0.0396					
11	0.0396					
12	0.0396					
13	0.0398					
14	0.0398					
15	0.0398					
16	0.0398					
17	0.0398					
18	0.0398					
19	0.0398					

Erforderliche Attribute werden in [Kapitel 8.6.3, „Attribute in exportierten Logger-Aufzeichnungen“](#), auf Seite 186 beschrieben.

Außer in MATLAB können die exportierten MAT-Dateien auch mit der Open-Source-Software „Octave“ gelesen werden. „Octave“ sucht nach Kompatibilität von Befehlen mit MATLAB.

## 8.6.2 Logger-Aufzeichnungen in CSV-Dateien

Logger-Daten werden in zwei CSV-Dateien gespeichert. Eine Datei enthält die Datenwerte und ist durch \*Wfm.\* im Dateinamen gekennzeichnet. Die zweite Datei enthält die Header-Daten, die zur Datenanalyse erforderlich sind.

### Beispiel:

```
logger.wfm.csv  
logger.csv
```

`logger.wfm.csv` enthält die aufgezeichneten Datenwerte. `logger.csv` enthält die Header-Daten, die zum Interpretieren der Datenwerte erforderlichen Attribute.

In der Header-Datei sind die Attributnamen und -werte aufgelistet (ein Attribut pro Zeile).

```
RecordedSource:Scope:  
ActiveLoggerChannels:1:  
...
```

Die Header-Datei enthält viele Attribute, aber Sie benötigen nur einige davon. In der folgenden Abbildung sind erforderliche Attribute markiert und die meisten der nicht benötigten Attribute ausgeblendet. Einige Attribute werden für jeden Logger-Kanal angegeben (Messtyp, Einheit, statistische Daten). Die Attribute eines Logger-Kanals beginnen mit `ArrayItem:Index`.

1	LoggerAttributes:	
2	RecordedSource:Scope:	
3	ActiveLoggerChannels:1:	
4	VerticalRange:Medium:	
5	VerticalNotation:Auto:	
6	SampleRate:1 Sample/s:	
7	SampleRateAsNum:1:	
8	SamplesPerValue:1:	
9	StartTime:2016,09,08,15,58,01,0:	
10	StartTimeAsNum:1473343081000:	
11	StopTime:2016,09,08,15,58,42,0:	
32	LoggerChannel:	
33	ActiveIndex:0:	
34	ArrayItem:Index:0	Logger channel 1
35	Enabled:On:	
41	TimeOfMin:2016,09,08,15,58,12,0:	
42	Minimum:0.098108962178:	
44	TimeOfMax:2016,09,08,15,58,04,0:	
45	Maximum:0.099266834557:	
46	Average:0.098667144775:	
47	StdDeviation:0.000287987496:	
64	MeasUnitAsStr:V:	
68	MeasTypeAsStr:Amplitude(C1):	
80	ArrayItem:Index:1	Logger channel 2
81	Enabled:Off:	
82	...	

Erforderliche Attribute werden in [Kapitel 8.6.3, „Attribute in exportierten Logger-Aufzeichnungen“](#), auf Seite 186 beschrieben.

### 8.6.3 Attribute in exportierten Logger-Aufzeichnungen

Die folgenden Attribute sind zur Interpretation der exportierten Datenwerte erforderlich.

MATLAB	CSV	Beschreibung
	ActiveLoggerChannels	Anzahl Logger-Kanäle mit aufgezeichneten Daten
start_time	StartTime	Absolute Startzeit der Logger-Aufzeichnung
stop_time	StopTime	Absolute Stoppzeit der Logger-Aufzeichnung
sampling_rate_in_Hz	SampleRate oder SampleRateAsNum	Anzahl Logging-Samples pro Sekunde
samples_per_value	SamplesPerValue	Kompressionsfaktor. Dauert das Daten-Logging länger als 2 Tage und 7 Stunden, komprimiert der Logger nachfolgende Logging-Werte in einem "Minimum"-, "Mittelwert"- und "Maximum"-Wert. <i>Sample-sPerValue = 4</i> bedeutet, dass vier Werte zusammengefasst sind.
measurement(m)	ArrayItem:Index	Logger-Kanal (1, 2, 3 oder 4) In CSV: <i>Logger-Kanal = Index + 1</i>
	Aktiviert	Status des Logger-Kanals: ein oder aus
measurement(m).type	MeasTypeAsStr	Typ der aufgezeichneten Messung

<b>MATLAB</b>	<b>CSV</b>	<b>Beschreibung</b>
measurement(m).unit	MeasUnitAsStr	Einheit der aufgezeichneten Messung
measurement(m).total_min_value	Minimum	Niedrigster Wert der aufgezeichneten Daten
measurement(m).total_min_value_time	TimeOfMin	Zeitpunkt der Messung des Minimums
measurement(m).total_max_value	Maximum	Höchster Wert der aufgezeichneten Daten
measurement(m).total_max_value_time	TimeOfMax	Zeitpunkt der Messung des Maximums
measurement(m).total_avg_value	Mittelwert	Mittelwert der aufgezeichneten Daten
measurement(m).standard_deviation	StdDeviation	Standardabweichung der aufgezeichneten Daten

## 9 Protokollanalyse

Mit dem R&S RTH und zusätzlichen Optionen können die folgenden seriellen Protokolle analysiert werden:

- [Serial Peripheral Interface \(SPI\)](#) - Option R&S RTH-K1 erforderlich
- [Inter-Integrated circuit bus \(I<sup>2</sup>C\)](#) - Option R&S RTH-K1 erforderlich
- [Schnittstellen UART / RS-232 / RS-422 / RS-485](#) - Option R&S RTH-K2 erforderlich
- [Controller Area Network \(CAN\)](#) - Option R&S RTH-K3 erforderlich
- [CAN mit flexibler Datenrate \(CAN FD\)](#) - Option R&S RTH-K9 erforderlich
- [Local Interconnect Network \(LIN\)](#) - Option R&S RTH-K3 erforderlich
- [Single Edge Nibble Transmission \(SENT\)](#) - Option R&S RTH-K10 erforderlich

Die Analyse von seriellen Daten erfolgt in drei Hauptschritten:

- **Protokollkonfiguration:**  
Wählen Sie den Protokolltyp aus und konfigurieren Sie die Eingangsleitung sowie die protokollspezifischen Einstellungen.
- **Decodierung:**  
Wählen Sie das Anzeigeformat für die decodierten Daten aus. Die digitalisierten Signaldaten werden zusammen mit dem decodierten Inhalt der Nachrichten in Wabendiagrammen auf dem Bildschirm angezeigt. Sie können die Signalanzeige skalieren und vergrößern (zoomen), um Details zu sehen.  
Sie können die decodierten Ergebnisse im Modus „Protokoll“ in Tabellenform auflisten und ausgewählte Frames anzeigen.
- **Triggerung:**  
Sie können auf verschiedene Ereignisse triggern, die für den konfigurierten Bustyp typisch sind, z. B. auf den Start und Stopp von Nachrichten oder auf Datenmuster.

Die Analyse wird für analoge Eingangskanäle durchgeführt. Das Gerät wandelt das analoge Signal unter Verwendung der Schwelle in ein logisches Signal um. Wenn die MSO-Option R&S RTH-B1 installiert ist, können auch Logikkanäle analysiert werden.

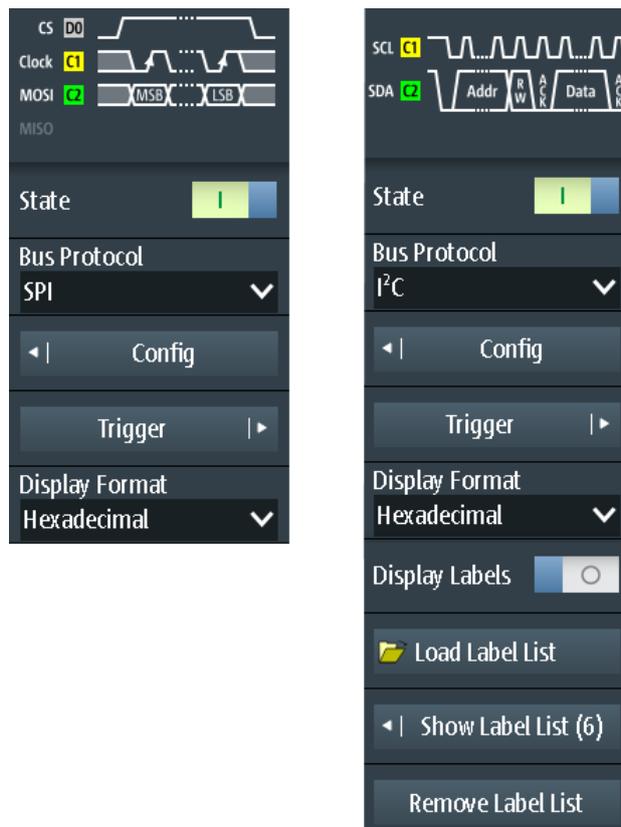
### 9.1 Grundlagen der Protokollanalyse

In diesem Kapitel werden allgemein erläutert:

- Konfiguration serieller Bussignale für die Decodierung,
- Anzeige decodierter Daten und ihre Verwendung zur Analyse,
- Verwendung symbolischer Adressnamen (Label-Listen).

#### 9.1.1 Allgemeine Protokolleinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü



**Bild 9-1: Bus-Menü. Links: für Protokolle ohne Adresse (SPI, UART). Rechts: für Protokolle mit Adresse oder Identifier (I<sup>2</sup>C, CAN, LIN, SENT)**

Für alle seriellen Protokolle sind folgende Einstellungen erforderlich:

#### Status (State)

Aktiviert die Decodierung und Anzeige der seriellen Busdaten.

Fernsteuerbefehl:

[BUS\[:STATe\]](#) auf Seite 449

#### Busprotokoll (Bus Protocol)

Gibt den Protokolltyp des Busses für Konfigurations- und Triggereinstellungen an.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:TYPE](#) auf Seite 449

#### Anzeigeformat (Display Format)

Legt das Decodierungsformat für Datenwerte fest: binär, hexadezimal, dezimal, oktal oder ASCII. Das Format wird in der Wabenanzeige und in der Protokolltabelle verwendet. Adressenwerte sind immer Hex-Werte.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:FORMat](#) auf Seite 449

**Labels anzeigen (Display Labels)**

Aktiviert die letzte geladene Label-Liste und zeigt das Label in den Decodierungsergebnissen an (Wabenanzeige und Protokolltabelle).

**Symbolische Decodierung (Symbolic Decode) ← Labels anzeigen (Display Labels)**

Nur für CAN-Protokolle verfügbar, wenn die DBC-Datei geladen ist.

Wenn deaktiviert, enthält die Wabenanzeige der decodierten Daten nur die Nachrichtennamen. Wenn aktiviert, werden zusätzlich die Signal-Labels angezeigt.

**Labelliste laden (Load Label List)**

Ermöglicht das Auswählen und Laden einer Datei mit einer Label-Liste.

Label-Listen sind protokollspezifisch. Ihre Inhalte werden in den entsprechenden Protokollkapiteln beschrieben:

- [Kapitel 9.2.4, „I<sup>2</sup>C-Label-Liste“](#), auf Seite 202
- [Kapitel 9.5.4, „Label-Liste für CAN“](#), auf Seite 230
- [Kapitel 9.6.4, „Label-Liste für LIN“](#), auf Seite 241
- [Kapitel 9.7.4, „Label-Liste für SENT“](#), auf Seite 255

**Labelliste anzeigen (Show Label List)**

Zeigt den Inhalt der Datei mit der Label-Liste in einem Fenster an.

**Labelliste entfernen (Remove Label List)**

Deaktiviert die geladene Label-Liste.

## 9.1.2 Decodierungsergebnisse

Sobald die Konfiguration des seriellen Busses abgeschlossen ist, kann das Gerät das Signal decodieren. Die Decodierungsergebnisse werden auf zwei Arten angezeigt:

- Im „Scope“-Modus wird das Bussignal zusammen mit den zeitkorrelierten Eingangssignalen in Wabenform dargestellt. Die Waben zeigen die Adressen- und Datenwerte an.
- Im „Protocol“-Modus werden die detaillierten Ergebnisse in einer Tabelle aufgelistet. Die Tabelle enthält Datenwerte und Zeitinformationen zu den Frames oder Wörtern.

### 9.1.2.1 Decodiertes Signal im Scope-Modus

**Seriellen Bus decodieren**

- ▶ Aktivieren Sie im „Bus“-Menü „Status“ (State).

Das Bussignal wird in einer Wabenansicht dargestellt. Die Farben der Waben sind protokollspezifisch und werden in den Kapiteln über "Decodierungsergebnisse" der Protokollbeschreibung erläutert.



Bild 9-2: Wabenanzeige eines decodierten CAN-Signals

### Skalierung des decodierten Bussignals im Oszilloskop-Modus anpassen

1. Die horizontale Größe der Waben wird durch die horizontale Zeitskala festgelegt, die für Eingangssignale und das Bussignal identisch ist. Drücken Sie die [TIME]-Tasten, um die Zeitskala zu ändern.
2. Die vertikale Größe ist für das Bussignal spezifisch.
  - a) Tippen Sie auf das Bussignal, um den Fokus darauf zu setzen.
  - b) Drücken Sie die [RANGE]-Tasten.

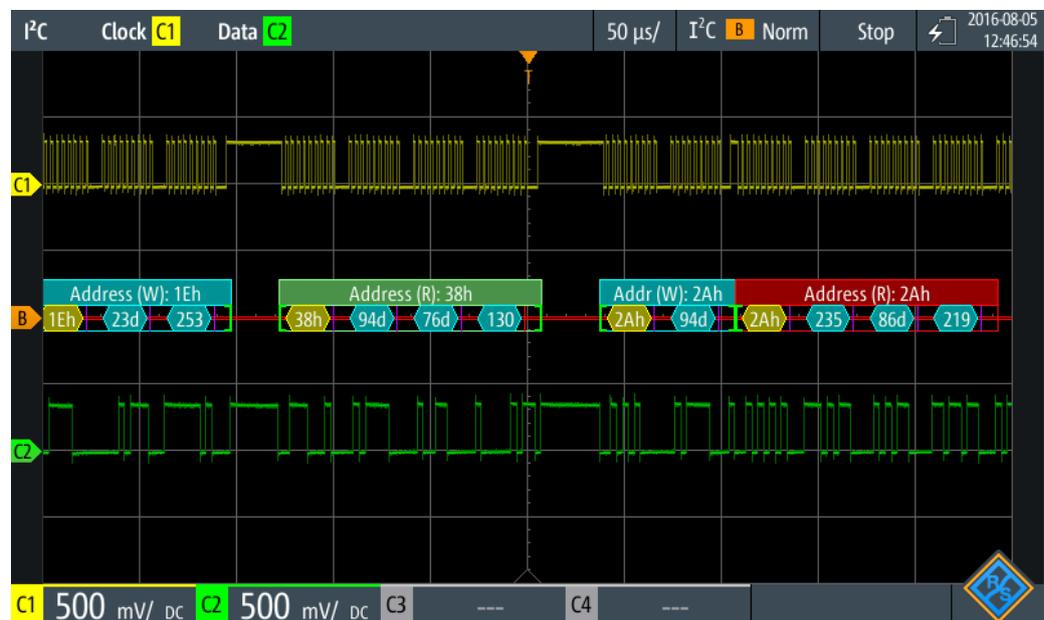


Bild 9-3: Decodiertes I2C-Signal im Oszilloskop-Modus, Anzeigeformat (Display Format) für Daten ist dezimal

#### 9.1.2.2 Decodiertes Signal im Protocol-Modus

Im „Protocol“-Modus sehen Sie die Ergebnisse in einer Tabelle und die Signalwaben unter der Tabelle. Jede Tabellenzeile enthält die Informationen zu einem einzigen Frame.

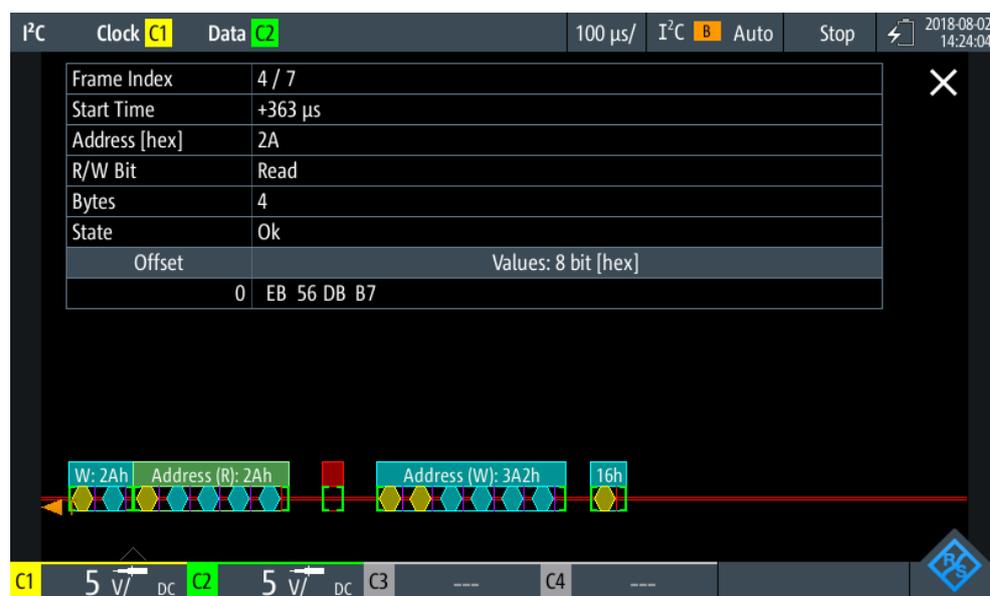
Es sind alle für die Protokollanalyse relevanten Menüs verfügbar, insbesondere die Menüs „Bus“ und „Trigger“. Das heißt, Sie können die Einstellungen anpassen, ohne den Modus zu wechseln. Außerdem ist ein „Protocol“-Menü verfügbar.

1. Drücken Sie die Taste [MODE].
2. Wählen Sie den Modus „Protocol“ aus.

Die Ergebnistabelle wird angezeigt. Der Inhalt ist protokollspezifisch und wird in den Kapiteln über "Decodierungsergebnisse" der Protokollbeschreibung erläutert.

3. Tippen Sie auf die Zeile, um die gesamten Frame-Informationen sichtbar zu machen.

Dazu wird ein Fenster mit den Werten und Zeitdaten der ausgewählten Zeile geöffnet.



**Bild 9-4: Decodiertes I2C-Signal, Details von Frame Nr. 4**

4. Um das Frame-Fenster zu schließen, tippen Sie auf das Symbol „Schließen“ (Close) in der rechten oberen Ecke des Fensters.
5. Synchronisieren der ausgewählten Zeile mit der Wabenanzeige:
  - a) Öffnen Sie das Menü „Protocol“.
  - b) Aktivieren Sie „Verlauf in Tabelle“ (Track in Table).

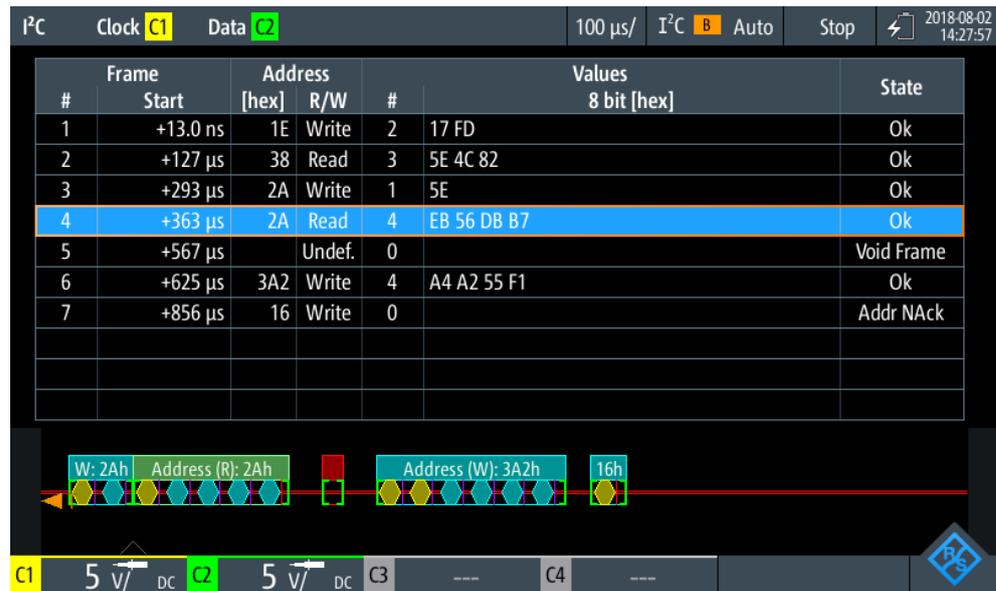


Bild 9-5: Decodiertes I2C-Signal mit aktivem Verlauf in Tabelle (Track in Table) und auf links eingestelltem Referenzpunkt.

- Um die Wabe des ausgewählten Frames genauer zu sehen, aktivieren Sie „Zoom-Kopplung“ (Zoom Coupling) im „Protocol“-Menü.



Bild 9-6: Decodiertes I2C-Signal mit Zoom in den ausgewählten Frame

### 9.1.2.3 Einstellungen im Protocol-Menü

Zugriff: „Protocol“-Modus > „Protocol“-Menü



### Verlauf in Tabelle (Track in Table)

Stellt den Start des ausgewählten Frames (ausgewählte Zeile) auf den Referenzpunkt ein.

### Zoom-Kopplung (Zoom Coupling)

Die Einstellung ist nur verfügbar, wenn „Verlauf in Tabelle“ (Track in Table) aktiv ist. Sie zeigt die Wabe des ausgewählten Frames über die gesamte Bildschirmbreite an. Die resultierende Zoom-Zeitskala wird unterhalb der Wabe angezeigt.

## 9.1.3 Label-Listen

Für alle Protokolle mit ID- oder Adressidentifizierung können Label-Listen erstellt werden, die Adressen bzw. IDs, einen symbolischen Namen für jeden Knoten sowie protokollspezifische Information enthalten.

Sie können Label-Listen laden und ihre Nutzung für die Decodierung aktivieren. Es wird dann eine Spalte namens „Label“, die den symbolischen Namen enthält, zur Tabelle mit den „Decodierungsergebnissen“ hinzugefügt. In den Frame-Titeln des decodierten Signals wird statt der ID oder Adresse der symbolische Name angezeigt. Damit sind die Nachrichten der verschiedenen Busknoten einfacher erkennbar.

Sie können die Label-Liste auch zum Triggern auf einen Identifier oder eine Adresse nutzen. Statt den Wert einzugeben, können Sie den in der Label-Liste angegebenen Namen auswählen.

Verfügbare Dateiformate sind PTT, CSV und DBC (nur CAN).

Label-Listen sind protokollspezifisch. Ihre Inhalte werden in den entsprechenden Protokollkapiteln beschrieben:

- [Kapitel 9.2.4, „I<sup>2</sup>C-Label-Liste“](#), auf Seite 202
- [Kapitel 9.5.4, „Label-Liste für CAN“](#), auf Seite 230
- [Kapitel 9.6.4, „Label-Liste für LIN“](#), auf Seite 241
- [Kapitel 9.7.4, „Label-Liste für SENT“](#), auf Seite 255

### 9.1.3.1 Label-Listen verwenden

Eine Label-Liste laden und die Labels anzeigen:

1. Speichern Sie die Datei mit der Label-Liste auf einem USB-Stick oder auf der microSD-Karte.
2. Drücken Sie so lange die Taste [BUS], bis das Menü geöffnet wird.
3. Konfigurieren Sie das Protokoll.

4. Tippen Sie im Menü „Bus“ auf „Labelliste laden“ (Load Label List).
5. Navigieren Sie zur Datei mit der Label-Liste, markieren Sie sie und tippen Sie auf „Auswählen“.
6. Tippen Sie auf „Labelliste anzeigen“ (Show Label List), um die Label-Liste zu lesen.
7. Tippen Sie auf „Labels anzeigen“ (Display Labels), um die Labels in der Anzeige der decodierten Daten zu verwenden.

Ein Label zum Triggern auf einen Identifier oder eine Adresse verwenden:

Voraussetzungen: Der Bus ist konfiguriert, Decodierung ist aktiviert und ein decodiertes Signal ist sichtbar.

1. Öffnen Sie das Menü „Trigger“.
2. Legen Sie folgende Triggereinstellungen fest:
  - „Trigger-Modus“ (Trigger Mode) = „Normal“
  - „Triggertyp“ (Trigger Type) = „Bus“
  - „<Protokoll> Trigger“ = „Kennung“, „Kennung + Daten“, „Adresse“ oder „Adresse und Daten“.
3. Tippen Sie auf „Identifier from Label“ oder „Address from Label“.
4. Wählen Sie das Label aus. Tippen Sie auf „Zurück“.

Wenn der ausgewählte Identifier oder die ausgewählte Adresse in den erfassten Daten verfügbar ist, wird der Wert im Menü angezeigt und das Gerät triggert auf ihn.

### 9.1.3.2 Inhalt und Format der PTT-Datei

Label-Listen werden als PTT-Dateien (Protocol Translation Table) gespeichert. Das PTT-Dateiformat ist eine Erweiterung des CSV-Formats (Comma-Separated Values). Sie können die Dateien mit Standardeditoren bearbeiten, beispielsweise mit MS Excel oder einem Texteditor.

Eine PTT-Datei enthält drei Zeilentypen:

- Kommentarzeilen beginnen mit einem Rautezeichen (#). Ein Rautezeichen an einer anderen Position in der Zeile wird wie ein Standardzeichen behandelt.
- Befehlszeilen beginnen mit einem @-Zeichen. Ein @-Zeichen an einer anderen Position in der Zeile wird wie ein Standardzeichen behandelt.
- Standardzeilen sind die Zeilen, die keine Kommentar- oder Befehlszeilen sind. Sie bilden den Kern der Label-Liste.

#### Befehlszeilen

Befehlszeilen definieren die Version der PTT-Datei und den Protokollnamen:

- @FILE\_VERSION: muss genau einmal in der Datei vorkommen

- **@PROTOCOL\_NAME**: muss mindestens ein Mal in der Datei vorkommen. Eine einzige Datei kann also mehrere Label-Listen für verschiedene Protokolle enthalten.

```
# --- Start of PTT file
@FILE_VERSION = 1.0
@PROTOCOL_NAME = i2c
[... Label list for I2C]
@PROTOCOL_NAME = can
[... Label list for CAN]
# --- End of PTT file
```

### Standardzeilen

Standardzeilen definieren den Inhalt der Label-Liste. Die Regeln für Standardzeilen entsprechen denen der CSV-Konvention:

- Werte werden durch Kommas getrennt
- Leerzeichen hinter einem Trennzeichen werden ignoriert
- Werte mit einem Sonderzeichen (Komma, Zeilenumbruch oder Anführungszeichen) müssen in Anführungszeichen eingeschlossen werden
- Text in Anführungszeichen muss in zusätzliche Anführungszeichen gesetzt werden

Das Format des numerischen Werts wird durch ein Suffix angegeben. Folgende Formate werden unterstützt:

Format	Suffix	Beispiel
Dezimal	<leer> d	106, DeviceName 106d, DeviceName
Hexadezimal	h	6Ah, DeviceName oder Präfix: 0x6A, DeviceName
Oktal	o	152o, DeviceName
Binär	b	01101010b, DeviceName

Die maximale unterstützte Wortgröße für (vorzeichenlose) Ganzzahlen beträgt 64 bit.

```
# --- Start of PTT file
@FILE_VERSION = 1.0
@PROTOCOL_NAME = i2c
#   Following two lines are equal:
7,01h, Temperature
7,01h, Temperature
#   A comma must be enclosed in double quotes:
7,01h, "Temperature, Pressure, and Volume"
#   A double quote must also be enclosed in double quotes:
7,7Fh, "Highspeed ""Master"" 01"
#   Following lines yield the same result:
7d,0x11, Pressure
7h,11h, Pressure
0x7,17d, Pressure
```

7, 17, Pressure

## 9.2 I2C (Option R&S RTH-K1)

### 9.2.1 Das I<sup>2</sup>C-Protokoll

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Protokolleigenschaften, Datenformat, Adresstypen und Triggermöglichkeiten. Ausführliche Informationen finden Sie im Dokument "I2C-Bus Specification and User Manual", das auf der Webseite für NXP-Handbücher unter <http://www.nxp.com/> verfügbar ist.

#### I<sup>2</sup>C-Eigenschaften

Die Haupteigenschaften von I<sup>2</sup>C sind:

- Basiert auf zwei Signalleitungen: Taktleitung (SCL = Serial Clock) und Datenleitung (SDA = Serial Data)
- Controller-Ziel-Kommunikation: Der Controller erzeugt den Takt und adressiert die Ziele. Die Ziele empfangen die Adresse und den Takt. Sowohl der Controller als auch die Ziele können Daten senden und empfangen.
- Adressierungsschema: Jedes Ziel-Gerät ist durch eine eindeutige Adresse ansprechbar. Mehrere Ziel-Geräte können miteinander verknüpft und vom selben Controller adressiert werden.
- Read/Write-Bit: gibt an, ob der Controller die Daten liest (=1) oder schreibt (=0).
- Bestätigung: erfolgt nach jedem Byte. Der Empfänger der Adresse oder Daten sendet zur Bestätigung ein ACK-Bit an den Sender.

Das R&S RTH unterstützt alle Betriebsgeschwindigkeitsmodi: High Speed Mode, Fast Mode Plus, Fast Mode und Standard Mode.

#### Datenübertragung

Das Format einer einfachen I<sup>2</sup>C-Nachricht (Frame) mit 7-Bit-Adressierung besteht aus folgenden Teilen:

- Startbedingung: fallende Flanke auf SDA, während SCL High ist
- 7-Bit-Adresse des Ziel-Geräts, an das geschrieben oder von dem gelesen wird
- R/W-Bit: gibt an, ob die Daten an das Ziel geschrieben oder vom Ziel gelesen werden
- ACKnowledge-Bits (Bestätigungsbits): wird vom Empfänger des vorherigen Bytes ausgegeben, wenn die Übertragung erfolgreich war  
Ausnahme: beim Lesezugriff beendet der Controller die Datenübertragung mit einem NACK-Bit nach dem letzten Byte.
- Daten: eine Anzahl von Datenbytes mit einem ACK-Bit nach jedem Byte
- Stoppbedingung: steigende Flanke auf SDA, während SCL High ist

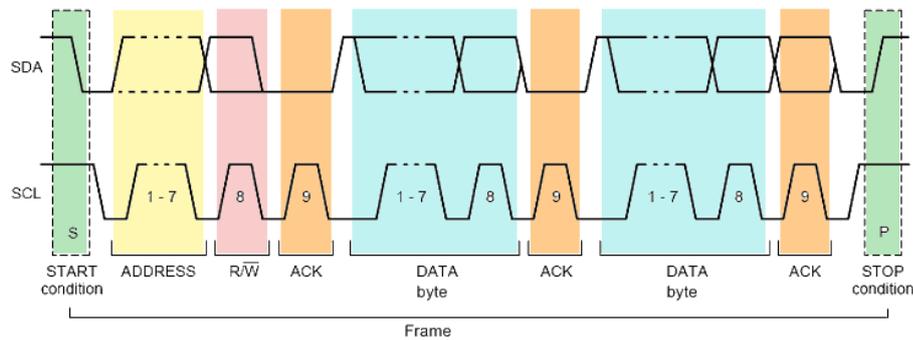


Bild 9-7: I2C-Schreibzugriff mit 7-Bit-Adresse

**Adresstypen: 7-Bit und 10-Bit**

Ziel-Adressen können 7 oder 10 Bits lang sein. Eine 7-Bit-Adresse erfordert 1 Byte: 7 Bits für die Adresse, gefolgt vom R/W-Bit.

Eine 10-Bit-Adresse für Schreibzugriff erfordert 2 Bytes: Das erste Byte beginnt mit der reservierten Sequenz 11110, gefolgt von den zwei MSBs der Adresse und dem Write-Bit. Das zweite Byte enthält die übrigen 8 LSBs der Adresse. Das Ziel bestätigt jedes Adressbyte.



Bild 9-8: 10-Bit-Adresse, Schreibzugriff

Eine 10-Bit-Adresse für Lesezugriff erfordert 3 Bytes. Die ersten 2 Bytes sind mit der Schreibzugsadresse identisch. Das dritte Byte wiederholt die Adressbits des ersten Bytes und setzt das Read-Bit.

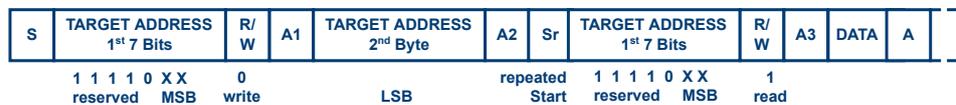


Bild 9-9: 10-Bit-Adresse, Lesezugriff

**Trigger**

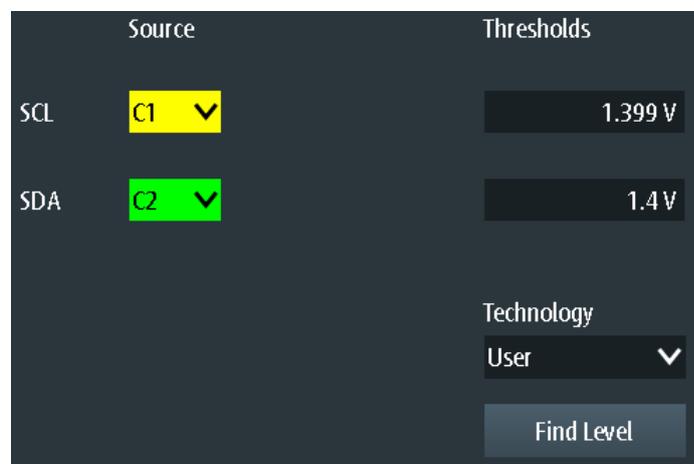
Das R&S RTH kann auf verschiedene Teile von I<sup>2</sup>C-Nachrichten triggern. Die Daten- und Taktleitungen müssen mit den Eingangskanälen verbunden werden; Triggerung auf Math- und Referenzmesskurven ist nicht möglich.

Sie können triggern auf:

- Start- oder Stoppbedingung
- Repeated-Start-Bedingung
- Übertragungsrichtung (lesen oder schreiben)
- Bytes mit fehlendem Bestätigungsbit
- Bestimmte Ziel-Adresse
- Bestimmtes Datenmuster in der Nachricht

## 9.2.2 I2C-Konfigurationseinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü > „Busprotokoll“ (Bus Protocol) = „I2C“ > „Konfig“ (Config)



### SCL, SDA

Gibt die Eingangsquelle der Datenleitung (SDA) und der Taktleitung (SCL) an.

Wenn Option R&S RTH-B1 installiert ist, können auch digitale Kanäle als Quelle verwendet werden.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:I2C:SCL:SOURce](#) auf Seite 450

[BUS:I2C:SDA:SOURce](#) auf Seite 450

### Schwellen (Thresholds), Technologie (Technology), Pegel suchen (Find Level)

Legt den Schwellenwert für die Digitalisierung von Signalen fest. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High. Andernfalls gilt der Signalzustand als Low.

Sie können die Schwellenspannungen für verschiedene Typen von integrierten Schaltkreisen in der Liste „Technologie“ (Technology) auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert in „Schwellen“ (Thresholds) eingeben. Sie können es über „Pegel suchen“ (Find Level) auch dem Gerät überlassen, den geeigneten Schwellenwert einzustellen.

Eine Änderung der Schwellenwerte in der Buskonfiguration ändert auch die Schwellenwerte von analogen Kanälen im Menü „Vertical“ bzw. von Logikkanälen im Menü „Logic“.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:I2C:TECHnology` auf Seite 450

`BUS:I2C:SCL:THReshold` auf Seite 450

`BUS:I2C:SDA:THReshold` auf Seite 450

`BUS:SETReflevels` auf Seite 450

`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 327

### 9.2.3 I2C-Triggereinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü > „Busprotokoll“ (Bus Protocol) = „I2C“ > „Trigger“



#### I2C-Trigger (I2C Trigger)

Gibt den Triggertyp für die I<sup>2</sup>C-Analyse an.

- „Start“                   Setzt den Trigger auf den Anfang der Nachricht. Die Startbedingung ist eine fallende Flanke auf SDA, während SCL High ist. Der Triggerzeitpunkt ist die fallende Flanke auf der SDA-Leitung.
- „Neustart“  
(Restart)               Setzt den Trigger auf einen Neustart, wenn die Startbedingung ohne vorherige Stoppbedingung auftritt. Neustartbedingungen treten auf, wenn ein Master mehrere Nachrichten mit einem Slave austauscht, ohne den Bus freizugeben.
- „Stopp“ (Stop)       Setzt den Trigger auf das Ende der Nachricht. Die Stoppbedingung ist eine steigende Flanke auf SDA, während SCL High ist.
- „Kein Ack (Rückmeldung fehlt)“ (No Ack (Missing Ack))  
Fehlendes Bestätigungsbit: Das Gerät triggert, wenn die Datenleitung während des Taktpulses nach einem gesendeten Byte HIGH bleibt. Sie können auch bestimmte fehlende Bestätigungsbits lokalisieren, indem Sie die [Kein Ack \(Rückmeldung fehlt\) \(No Ack \(Missing Ack\)\)](#)-Bits angeben.

**„Adresse“ (Address)**

Setzt den Trigger auf ein einziges bestimmtes Adressmuster, das erwartet wird. Der Triggerzeitpunkt ist die fallende Taktflanke des Bestätigungsbits nach der Adresse.

**„Daten“ (Data)**

Setzt den Trigger auf ein angegebenes Adressmuster, das erwartet wird.

**„Adresse und Daten“ (Address and Data)**

Setzt den Trigger auf eine Kombination aus Adress- und Datenbedingung.

**Fernsteuerbefehl:**

[TRIGger:I2C:MODE](#) auf Seite 451

**Kein Ack (Rückmeldung fehlt) (No Ack (Missing Ack))**

Gibt an, welche fehlenden Bestätigungsbits erkannt werden, wenn der Triggertyp auf „Kein Ack (Rückmeldung fehlt)“ (No Ack (Missing Ack)) eingestellt ist.

**„NACK-Adresse“ (Address NACK)**

Kein Slave erkennt die Adresse.

**„NACK-Daten lesen“ (Data Read NACK)**

Markiert das Ende des Leseprozesses, wenn der Master Daten vom Slave liest. Dieses Nack wird gemäß der Protokolldefinition gesendet, ist also kein Fehler.

**„NACK-Daten schreiben“ (Data Write NACK)**

Der adressierte Slave akzeptiert die geschriebenen Daten nicht.

**Fernsteuerbefehl:**

[TRIGger:I2C:ADNack](#) auf Seite 451

[TRIGger:I2C:DRNack](#) auf Seite 451

[TRIGger:I2C:DWNack](#) auf Seite 451

**Adressenmuster (Address Pattern)**

Gibt das zu suchende Adressmuster im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie das Muster in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

**Fernsteuerbefehl:**

[TRIGger:I2C:ADDRess](#) auf Seite 452

**Adressenbezug (Address Relation)**

Gibt an, wie das definierte serielle Adressmuster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn die erfasste Adresse gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

**Fernsteuerbefehl:**

[TRIGger:I2C:ACONdition](#) auf Seite 452

**R/W-Bit (R/W Bit)**

Schaltet die Triggerbedingung zwischen Lese- und Schreibzugriff des Masters um. Wählen Sie „Entweder“ (Either) aus, wenn die Übertragungsrichtung für die Triggerbedingung nicht relevant ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:I2C:ACcEss` auf Seite 452

**Datenmuster (Data Pattern)**

Gibt das Datenmuster, das auf der angegebenen Leitung gesucht werden soll, im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie die Wörter in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:I2C:DATA` auf Seite 452

**Datenbezug (Data Relation)**

Gibt an, wie das definierte serielle Datenmuster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn das erfasste Datenmuster gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:I2C:DcONdition` auf Seite 453

**Byte-Offset (Byte Offset)**

Gibt die Anzahl Bytes vor dem ersten Byte des Datenmusters an. Diese Bytes werden ignoriert.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:I2C:DPOsition` auf Seite 453

## 9.2.4 I<sup>2</sup>C-Label-Liste

Label-Listen sind protokollspezifisch. Label-Listen für I<sup>2</sup>C sind im CSV- und PTT-Format verfügbar.

Eine I<sup>2</sup>C-Label-Datei enthält drei Werte für jede Adresse:

- Adresstyp, 7 Bit oder 10 Bit lang
- Adresswert
- Symbolisches Label: Adressname, der seine Funktion im Busnetz angibt.

**Beispiel: I<sup>2</sup>C PTT-Datei**

```
# -----
@FILE_VERSION = 1.00
@PROTOCOL_NAME = i2c
# -----
# Labels for I2C protocol
# Column order: Identifier type, Identifier value, Label
# -----
7,0x1E,Voltage
```

7,38h, Pressure  
7,2Ah, Temperature  
7,16h, Speed  
7,118, Acceleration  
7,07h, HighSpeed\_Master\_0x3  
7,51h, EEPROM  
10,3A2h, DeviceSetup  
10,1A3h, GatewayStatus  
10,06Eh, LeftSensor  
# -----

Allgemeine Informationen zu Label-Listen finden Sie in [Kapitel 9.1.3, „Label-Listen“](#), auf Seite 194.

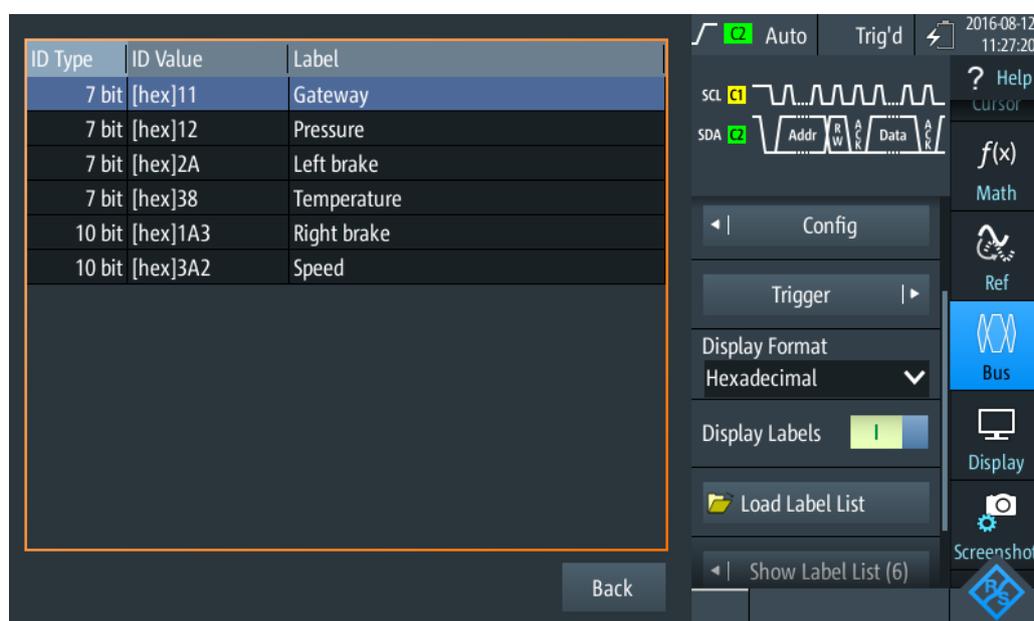


Bild 9-10: Anzeige einer Label-Liste für I<sup>2</sup>C

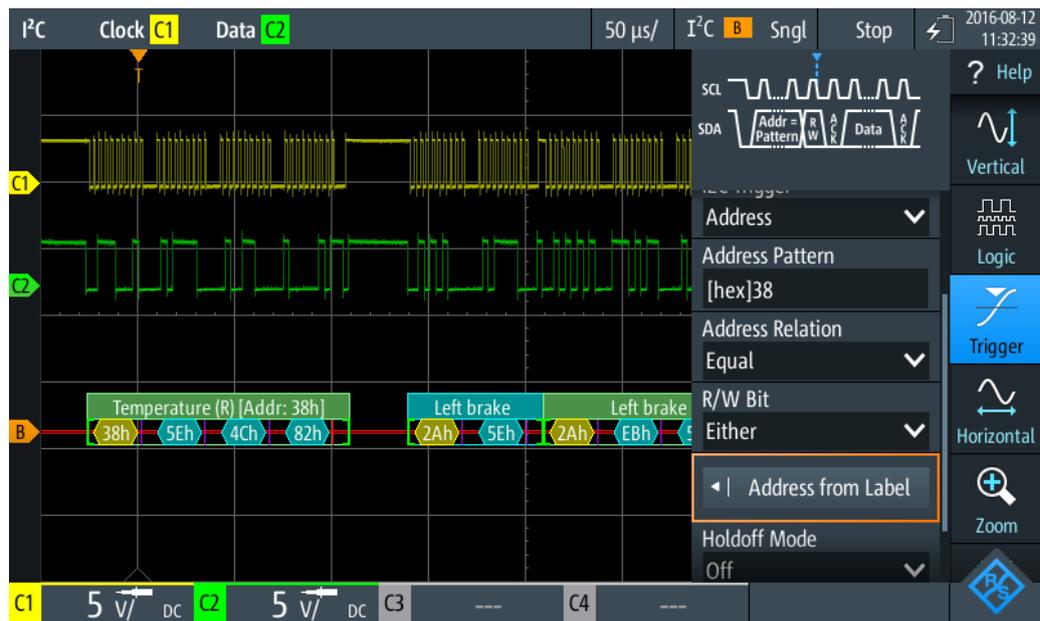


Bild 9-11: Trigger auf Adresse "Temperature", Wert 38 (hex)

## 9.2.5 I<sup>2</sup>C-Decodierungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Wabenanzeige und die Tabelle mit Decodierungsergebnissen von decodierten I<sup>2</sup>C-Bussen beschrieben. Grundlegende Informationen zur Decodierung und Anzeige von Decodierungsergebnissen finden Sie in [Kapitel 9.1.2](#), „Decodierungsergebnisse“, auf Seite 190.

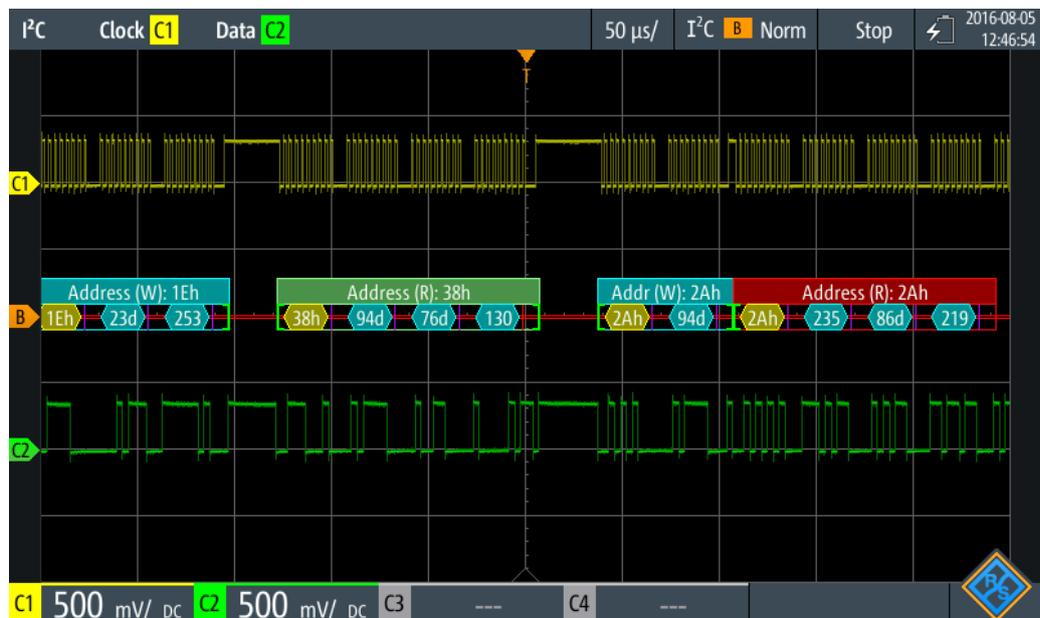


Bild 9-12: Wabenanzeige eines decodierten I<sup>2</sup>C-Signals, getriggert auf einem fehlenden Bestätigungsbit

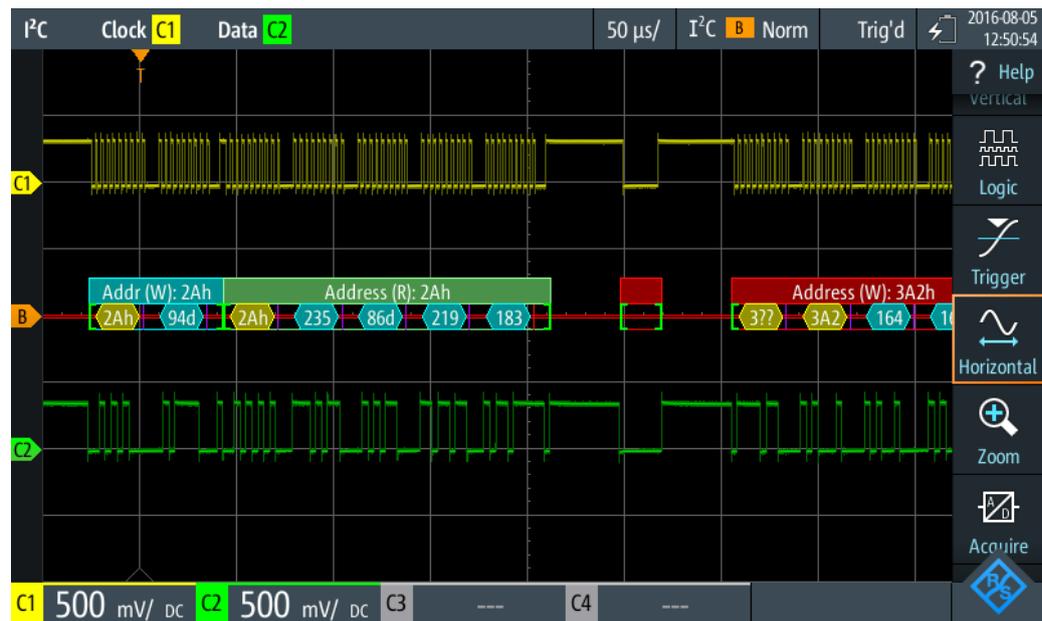


Bild 9-13: Wabenanzeige eines decodierten I<sup>2</sup>C-Signals, getriggert auf Adresse 2A (hex)

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige.

Tabelle 9-1: Farbcodes von decodierten I<sup>2</sup>C-Signalen

Farbe und Anzeigeelement	Beschreibung
Grüne eckige Klammern [...]	Anfang und Ende des Frames
Grüne Frameüberschrift	Frame lesen. Der Text gibt die Übertragungsrichtung (R = Read) und die Adresse des Frames (hex) an
Cyanfarbene Frameüberschrift	Frame schreiben. Der Text gibt die Übertragungsrichtung (W = Write) und die Adresse des Frames (hex) an
Gelbe Wabe	Adresse
Cyanfarbene Wabe	Datenbytes
Violett	Bestätigungsbit
Rot	Fehlendes Bestätigungsbit, Fehler in Frame, unvollständiger Frame (Ende der Erfassung, bevor Decodierung abgeschlossen war)

Im „Protocol“-Modus werden die decodierten Daten in Tabellenform angezeigt.

Bild 9-14: Decodiertes I<sup>2</sup>C-Signal im Protocol-ModusTabelle 9-2: Inhalt der Protokolltabelle für decodiertes I<sup>2</sup>C-Signal

Spalte	Beschreibung
#	Frameindex
Framestart (Frame Start)	Zeit des Framestarts
Adresse [hex] (Address [hex])	Hexadezimaler Wert der Adresse
Adresse R/W (Address R/W)	Wert des R/W-Bits
Werte 8 Bit [Format] (Values 8 bit [format])	Wert des Datenbytes. Das Datenformat wird im Menü „Bus“ ausgewählt.
Zustand (State)	Gesamtzustand des Frames. "Incomplete" bedeutet, dass der Frame nicht vollständig in der Erfassung enthalten ist. Ändern Sie die Zeitskala, oder verschieben Sie den Referenzpunkt nach links, um eine längere Erfassung zu erhalten.

Fernsteuerbefehle werden in [Kapitel 15.11.2.3, „I2C-Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 453 beschrieben.

## 9.3 SPI (Option R&S RTH-K1)

### 9.3.1 Das SPI-Protokoll

Zur vollen Unterstützung des SPI-Protokolls ist ein Vierkanal-Gerät oder die MSO-Option R&S RTH-B1 erforderlich.

Das SPI-Protokoll (Serial Peripheral Interface) wird für die Kommunikation mit langsamen Peripheriegeräten verwendet, insbesondere zur Übertragung von Datenströmen.

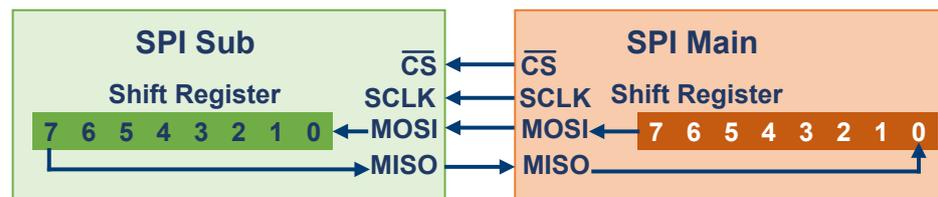
Die Haupteigenschaften von SPI sind:

- Main-Subnode-Kommunikation
- Keine Geräteadressierung. Der Zugriff auf den Sub erfolgt über eine Chip-Select- oder Sub-Select-Leitung.
- Kein Bestätigungsmechanismus für Empfang von Daten
- Duplexfähigkeit

Die meisten SPI-Busse haben vier Leitungen, zwei Daten- und zwei Steuerleitungen:

- Taktleitung zu allen Subs (SCLK)
- Sub-Select- oder Chip-Select-Leitung (SS oder CS)
- Main-Datenausgang, Sub-Dateneingang (MOSI oder SDI)
- Main-Dateneingang, Sub-Datenausgang (MISO oder SDO)

Wenn der Main einen Takt generiert und ein Sub-Gerät auswählt, können Daten in eine der beiden oder beide Richtungen gleichzeitig übertragen werden.



**Bild 9-15:** Einfache Konfiguration eines SPI-Busses

Die Datenbits einer Nachricht werden nach den folgenden Kriterien gruppiert:

- Ein Wort enthält mehrere aufeinanderfolgende Bits. Die Wortlänge wird in der Protokollkonfiguration angegeben.
- Ein Frame enthält mehrere aufeinanderfolgende Wörter (mindestens ein Wort).

### 9.3.2 SPI-Konfigurationseinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü > „Busprotokoll“ (Bus Protocol) = „SPI“ > „Konfig“ (Config)

	Source	Polarity	Thresholds
CS	None ▼	Active high ▼	1.4 V
Clock	C1 ▼	Rising ▼	1.399 V
MOSI	C2 ▼		1.4 V
MISO	None ▼		1.4 V
Word Length	8 bit ▼	Bit Order	Technology
		MSB First ▼	User ▼
Frame Timeout			Find Level
	1 ms		

**Quelle (Source): CS, Takt (Clock), MOSI, MISO**

Gibt die Eingangskanäle der SPI-Leitungen an.

Wenn Option R&S RTH-B1 installiert ist, können auch digitale Kanäle als Quelle verwendet werden.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SPI:SSEL:SOURce](#) auf Seite 460

[BUS:SPI:SCLK:SOURce](#) auf Seite 460

[BUS:SPI:MISO:SOURce](#) auf Seite 460

[BUS:SPI:MOSI:SOURce](#) auf Seite 460

**Polarität (Polarity)**

Gibt an, ob das Chip-Select-Signal High aktiv (high = 1) oder Low aktiv (low = 1) ist.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SPI:SSEL:POLarity](#) auf Seite 460

**Flanke (Slope)**

Gibt an, ob Daten auf der steigenden oder fallenden Flanke des Takts abgetastet werden. Die Taktflanke markiert den Anfang eines neuen Bits.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SPI:SCLK:SLOPe](#) auf Seite 460

**Schwellen (Thresholds), Technologie (Technology), Pegel suchen (Find Level)**

Legt den Schwellenwert für die Digitalisierung von Signalen fest. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High. Andernfalls gilt der Signalzustand als Low.

Sie können die Schwellenspannung auf allen Leitungen für verschiedene Typen von integrierten Schaltkreisen in der Liste „Technologie“ (Technology) auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert für jede Leitung in „Schwellen“ (Thresholds) eingeben. Sie können es über „Pegel suchen“ (Find Level) auch dem Gerät überlassen, die geeigneten Schwellenwerte einzustellen.

Eine Änderung der Schwellenwerte in der Buskonfiguration ändert auch die Schwellenwerte von analogen Kanälen im Menü „Vertical“ bzw. von Logikkanälen im Menü „Logic“.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SPI:TECHnology` auf Seite 460

`BUS:SPI:SSEL:THReshold` auf Seite 461

`BUS:SPI:SCLK:THReshold` auf Seite 461

`BUS:SPI:MISO:THReshold` auf Seite 461

`BUS:SPI:MOSI:THReshold` auf Seite 461

`BUS:SETReflevels` auf Seite 450

`CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel` auf Seite 327

### Wortlänge (Word Length)

Gibt die Anzahl Bits in einem Wort an. Die maximale Länge beträgt 32 Bit.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SPI:WSIZE` auf Seite 461

### Bitfolge (Bit Order)

Gibt an, ob die Daten der Wörter mit MSB (höchstwertiges Bit) oder LSB (niedrigstwertiges Bit) anfangen. Diese Einstellung wird bei der Anzeige des decodierten Signals beachtet, d. h., Ergebnisse werden in der angegebenen Reihenfolge angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SPI:ORDer` auf Seite 461

### Frame-Timeout (Frame Timeout)

Gibt die minimale Leerlaufzeit zwischen zwei Datenframes an. Wenn das Zeitintervall zwischen den Datenframes kürzer ist, sind die Wörter Teil desselben Frames. Ohne das Timeout sind die Daten- und Taktleitungen Low. Ein neuer Frame beginnt, wenn das Timeout abgelaufen ist.

Timeout ist nur relevant, wenn der Bus kein Chip Select hat.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SPI:TIMEout` auf Seite 462

## 9.3.3 SPI-Triggereinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü > „Busprotokoll“ (Bus Protocol) = „SPI“ > „Trigger“



### SPI-Trigger (SPI Trigger)

Gibt den Triggertyp für die SPI-Analyse an.

- „Frame-Start“ (Frame Start) Setzt den Trigger auf den Anfang der Nachricht. Hat der Bus eine CS-Leitung, startet der Frame, wenn das Chip-Select-Signal in den aktiven Zustand wechselt. Ohne die CS-Leitung startet der Frame, wenn die Leerlaufzeit abgelaufen ist.
- „Frame-Ende“ (Frame End) Setzt den Trigger auf das Ende der Nachricht. Hat der Bus eine CS-Leitung, endet der Frame, wenn das Chip-Select-Signal in den inaktiven Zustand wechselt. Ohne CS-Leitung endet der Frame, wenn die Leerlaufzeit nach dem letzten Takt abgelaufen ist und in dieser Zeit kein neuer Takt aufgetreten ist.
- „Daten“ (Data) Setzt den Trigger auf ein angegebenes Bitmuster, das in einer der Zeilen erwartet wird.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPI:MODE](#) auf Seite 462

### Datenquelle (Datasource)

Gibt die Leitung an, auf der das Triggermuster erwartet wird.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPI:DSRC](#) auf Seite 462

### Muster (Pattern)

Gibt das Datenmuster, das auf der angegebenen Leitung gesucht werden soll, im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie die Wörter in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPI:DATA](#) auf Seite 463

#### **Bezug (Relation)**

Gibt an, wie das definierte serielle Datenmuster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn das erfasste Datenwort gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPI:DCONdition](#) auf Seite 463

#### **Bit-Offset (Bit Offset)**

Gibt die Anzahl Bits vor dem ersten Bit des Musters an. Diese Bits werden ignoriert. Der erste Bit nach CS oder Timeout ist Bit 0. Beispiel: bei Bit-Offset = 2 werden Bit 0 und Bit 1 nach CS ignoriert und das Muster beginnt mit Bit 2.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SPI:DPOSition](#) auf Seite 463

#### **Chip Select**

Gibt an, ob der SPI-Bus eine Chip-Select-Leitung nutzt oder nicht.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SPI:SSEL:STATe](#) auf Seite 462

### **9.3.4 SPI-Decodierungsergebnisse**

In diesem Kapitel werden die Wabenanzeige und die Tabelle mit Decodierungsergebnissen von decodierten SPI-Bussen beschrieben. Grundlegende Informationen zur Decodierung und Anzeige von Decodierungsergebnissen finden Sie in [Kapitel 9.1.2, „Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 190.

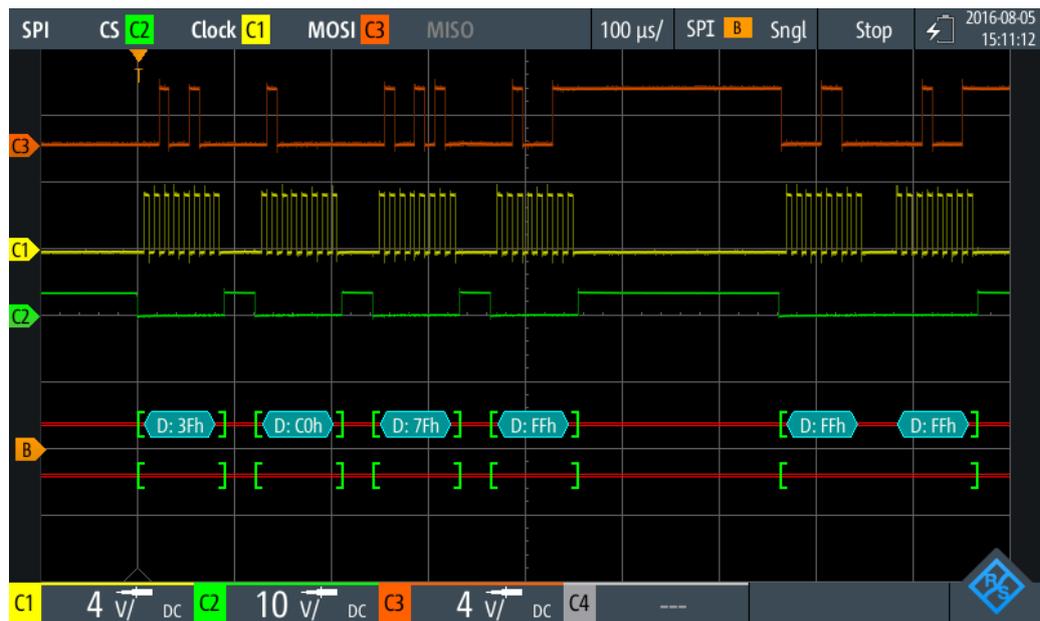


Bild 9-16: Wabenanzeige eines decodierten SPI-Signals, getriggert auf Framestart

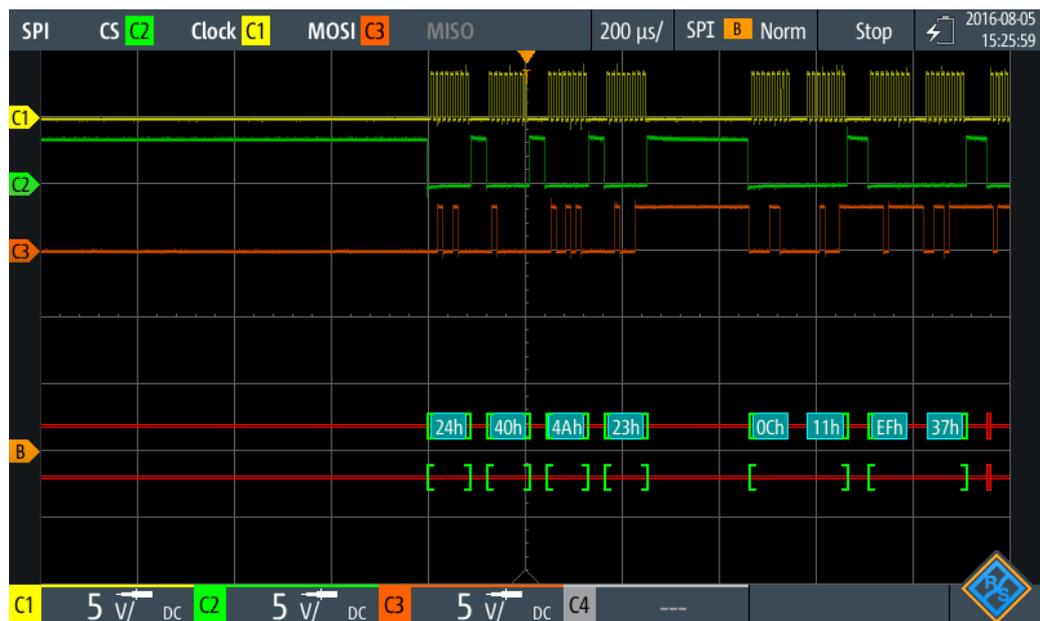


Bild 9-17: Wabenanzeige eines decodierten SPI-Signals, getriggert auf Datenmuster 40 (hex)

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige.

Tabelle 9-3: Farbcodes von decodierten SPI-Signalen

Farbe und Anzeigeelement	Beschreibung
Grüne eckige Klammern [...]	Anfang und Ende des Frames
Cyanfarbene Wabe	Datenwörter
Rot	Fehler oder unvollständiger Frame (Ende der Erfassung, bevor Decodierung abgeschlossen war)

Im „Protocol“-Modus werden die decodierten Daten in Tabellenform angezeigt.



Bild 9-18: Decodiertes SPI-Signal im Protocol-Modus

Tabelle 9-4: Inhalt der Protokolltabelle für decodiertes SPI-Signal

Spalte	Beschreibung
#	Frameindex
Framestart	Zeit des Framestarts
MOSI <x> Bit [Format]	Wert des MOSI-Datenworts. Das Datenformat wird im Menü „Bus“ ausgewählt. Die Spaltenüberschrift gibt die ausgewählte Wortlänge an.
MISO <x> Bit [Format]	Wert des MISO-Datenworts. Das Datenformat wird im Menü „Bus“ ausgewählt. Die Spaltenüberschrift gibt die ausgewählte Wortlänge an.
Zustand	Gesamtzustand des Frames. "Incomplete" bedeutet, dass der Frame nicht vollständig in der Erfassung enthalten ist. Ändern Sie die Zeitskala, oder verschieben Sie den Referenzpunkt nach links, um eine längere Erfassung zu erhalten.

Fernsteuerbefehle werden in [Kapitel 15.11.3.3, „SPI-Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 463 beschrieben.

## 9.4 UART/RS-232/RS-422/RS-485 (Option R&S RTH-K2)

### 9.4.1 UART-Schnittstelle

Das UART-Protokoll (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) wandelt Datenwörter in serielle Daten um und umgekehrt. Sie ist Grundlage vieler serieller Protokolle wie RS-232 und RS-422. UART verwendet nur eine Zeile beziehungsweise zwei Zeilen für Sender und Empfänger. Der R&S RTH kann eine einzelne UART-Zeile analysieren.

#### Datenübertragung

Die Daten werden in Form von Wörtern, auch Symbole oder Zeichen genannt, übertragen. Jedes Wort besteht aus einem Startbit, mehreren Datenbits, einem optionalen Paritätsbit und einem oder mehreren Stoppbits. Mehrere Wörter können einen Frame oder ein Paket bilden. Das Ende eines Frames wird durch eine Pause zwischen zwei Symbolen markiert.



*Bild 9-19: Bitfolge in einem UART-Wort (Symbol)*

- Das Startbit ist eine logische 0.
- Die Stoppbits und die Ruhezeit sind immer eine logische 1.

Das UART-Protokoll kennt keinen Takt für die Synchronisation. Der Empfänger synchronisiert sich mithilfe der Start- und Stoppbits sowie der Bitrate, die dem Empfänger bekannt sein muss.

#### Trigger

Das R&S RTH kann auf angegebene Teile von seriellen UART-Signalen triggern:

- Startbit eines Worts
- Framestart
- Datenmuster
- Paritätsfehler
- Stoppfehler
- Break

### 9.4.2 UART-Konfigurationseinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü > „Busprotokoll“ (Bus Protocol) = „UART“ > „Konfig“ (Config)

Source	C1	Polarity	Idle High	Threshold	1.399 V
Bit Rate	14.4 kbps	Predefined Bit Rates	14.4 kbps	Technology	User
Data Bits	8 bit	Parity	None	Find Level	
Bit Order	MSB First	Frame Mode	None	Stop Bits	1 bit
				Idle Time	1 ms

**Quelle (Source)**

Gibt den Eingangskanal an, mit dem die UART-Leitung verbunden ist.

Wenn Option R&S RTH-B1 installiert ist, können auch digitale Kanäle als Quelle verwendet werden.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:SOURce](#) auf Seite 467

**Polarität (Polarity)**

Gibt die logischen Zustände der Leitung an. Im Zustand aktiv High entspricht der Ruhezustand einer logischen 1 und das Startbit einer logischen 0. Im Zustand aktiv Low entspricht der Ruhezustand einer logischen 0 und das Startbit einer logischen 1. Während der Ruhezeit werden keine Daten übertragen.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:POLarity](#) auf Seite 467

**Schwelle (Threshold), Technologie (Technology), Pegel suchen (Find Level)**

Legt den Schwellenwert für die Digitalisierung von Signalen fest. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High. Andernfalls gilt der Signalzustand als Low. Die Interpretation von High und Low wird durch die [Polarität \(Polarity\)](#) definiert.

Sie können die Schwellenspannungen für verschiedene Typen von integrierten Schaltkreisen in der Liste „Technologie“ (Technology) auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert in „Schwelle“ (Threshold) eingeben. Sie können es über „Pegel suchen“ (Find Level) auch dem Gerät überlassen, den geeigneten Schwellenwert einzustellen.

Eine Änderung der Schwellenwerte in der Buskonfiguration ändert auch die Schwellenwerte von analogen Kanälen im Menü „Vertical“ bzw. von Logikkanälen im Menü „Logic“.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:TECHnology](#) auf Seite 468

[BUS:UART:THReshold](#) auf Seite 468

[BUS:SETReflevels](#) auf Seite 450

[CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel](#) auf Seite 327

### **Vordefin. Bit-Raten (Predefined Bit Rates), Bit-Rate (Bit Rate)**

Gibt die Anzahl der gesendeten Bits pro Sekunde an.

Sie können einen vordefinierten Wert in der Liste „Vordefin. Bit-Raten“ (Predefined Bit Rates) auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert in „Bit-Rate“ (Bit Rate) angeben.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:STDBitrate](#) auf Seite 468

[BUS:UART:BITRate](#) auf Seite 469

### **Daten-Bits (Data Bits)**

Gibt die Anzahl Datenbits in einem Wort (Symbol) im Bereich 5 Bits bis 9 Bits an.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:SSIZe](#) auf Seite 469

### **Parität (Parity)**

Gibt das optionale Paritätsbit an, das zur Fehlererkennung dient.

„Keine“ (None) Es wird kein Paritätsbit verwendet.

„Ungerade“ (Odd) Das Paritätsbit wird auf "1" gesetzt, wenn die Anzahl der auf "1" gesetzten Datenbits gerade ist.

„Gerade“ (Even) Das Paritätsbit wird auf "1" gesetzt, wenn die Anzahl der auf "1" gesetzten Datenbits ungerade ist.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:PARity](#) auf Seite 469

### **Stopp-Bits (Stop Bits)**

Gibt die Anzahl der Stoppbits an: 1 oder 1,5 oder 2 Stoppbits sind möglich.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:SBIT](#) auf Seite 469

### **Bitfolge (Bit Order)**

Gibt an, ob ein Wort mit MSB (höchstwertiges Bit) oder LSB (niedrigstwertiges Bit) anfängt. Diese Einstellung wird bei der Anzeige des decodierten Signals beachtet, d. h., Ergebnisse werden in der angegebenen Reihenfolge angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:ORDer](#) auf Seite 469

### **Frame-Modus (Frame Mode)**

Ermöglicht die Decodierung von Frames mehrerer Wörter im Datenstrom, die durch ein Timeout zwischen einem Stoppbit und dem nächsten Startbit definiert werden. Geben Sie das minimale Timeout zwischen zwei Frames in „Leerlaufzeit“ (Idle Time) ein.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:UART:FRAMemode](#) auf Seite 470

[BUS:UART:TOUT](#) auf Seite 470

### 9.4.3 UART-Triggereinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü > „Busprotokoll“ (Bus Protocol) = „UART“ > „Trigger“

#### UART-Trigger (UART Trigger)

Gibt den Triggertyp für die UART-Analyse an.

„Start-Bit“ (Start Bit)	Triggert auf ein Startbit. Das Startbit ist das erste Low-Bit nach einem Stoppbit, wenn die Polarität aktiv High ist.
„Frame-Start“ (Frame Start)	Triggert auf den Start eines Datenframes. Der Framestart wird mit <code>BUS:UART:FRAMEmode</code> konfiguriert.
„Daten“ (Data)	Triggert auf ein serielles Muster oder Datenwort. Sie können das <a href="#">Muster (Pattern)</a> und den <a href="#">Bezug (Relation)</a> definieren.
„Paritätsfehler“ (Parity Error)	Triggert auf einen Paritätsfehler, der auf einen Übertragungsfehler hinweist. Dieser Triggertyp ist nur verfügbar, wenn eine Parität für den UART-Bus konfiguriert ist.
„Stopp-Fehler“ (Stop Error)	Triggert, wenn das Stoppbit eine logische 0 ist.
„Pausebedingung“ (Break Condition)	Triggert, wenn auf ein Startbit kein Stoppbit folgt und die Datenleitung für eine längere Zeit als ein UART-Wort auf der logischen 0 bleibt.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:UART:TYPE` auf Seite 470

#### Muster (Pattern)

Gibt das Datenmuster, das auf der angegebenen Triggerquelle gesucht werden soll, im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie die Wörter in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:UART:DATA` auf Seite 471

#### Bezug (Relation)

Gibt an, wie das definierte serielle Datenmuster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn das erfasste Datenwort gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:UART:DCONdition` auf Seite 471

### 9.4.4 UART-Decodierungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Wabenanzeige und die Tabelle mit Decodierungsergebnissen von decodierten UART-Bussen beschrieben. Grundlegende Informationen zur Decodierung und Anzeige von Decodierungsergebnissen finden Sie in [Kapitel 9.1.2, „Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 190.



Farbe und Anzeigeelement	Beschreibung
Violette Wabe	Paritätsbit
Rot	Startfehler, Stoppfehler, Paritätsfehler oder unvollständiger Frame (Ende der Erfassung, bevor Decodierung abgeschlossen war)

Im „Protocol“-Modus werden die decodierten Daten in Tabellenform angezeigt.

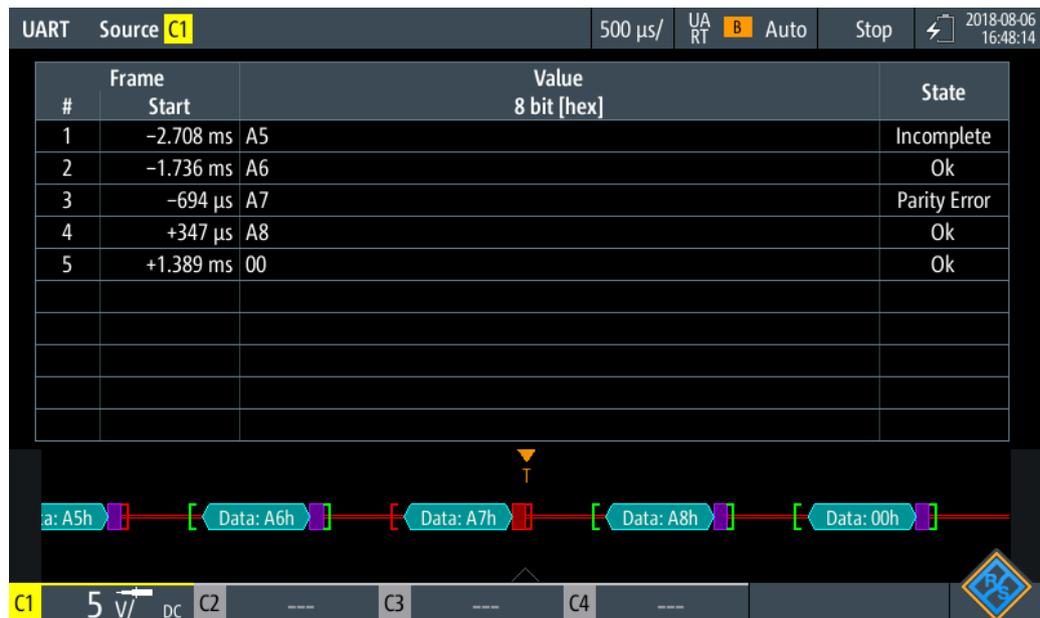


Bild 9-22: Decodiertes UART-Signal im Protocol-Modus

Tabelle 9-6: Inhalt der Protokolltabelle für decodiertes UART-Signal

Spalte	Beschreibung
#	Frameindex
Framestart	Zeit des Framestarts
Wert <x> Bit [Format]	Wert des Datenworts. Das Datenformat wird im Menü „Bus“ ausgewählt. Die Spaltenüberschrift gibt die ausgewählte Wortlänge an.
Zustand	Gesamtzustand des Frames. "Incomplete" bedeutet, dass der Frame nicht vollständig in der Erfassung enthalten ist. Ändern Sie die Zeitskala, oder verschieben Sie den Referenzpunkt nach links, um eine längere Erfassung zu erhalten.

Fernsteuerbefehle werden in [Kapitel 15.11.4.3, „UART-Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 471 beschrieben.

## 9.5 CAN und CAN FD (Optionen R&S RTH-K3, R&S RTH-K9)

CAN steht für Controller Area Network, ein von Bosch entwickeltes Bussystem für den Einsatz in der Automotiv-Netzarchitektur, z. B. zur Bremsen-, Antriebsstrang- und Motorsteuerung. Heute wird es auch in vielen anderen Systemen eingesetzt, beispielsweise in Industriemaschinen, in der Luft- und Raumfahrt, in der Unterwasserschifffahrt oder in der Handelsmarine.

Mehr als 20 Jahre nach der Einführung von CAN sind die Kommunikationsanforderungen gestiegen und CAN hat auf einigen Anwendungsfeldern seine Bandbreitengrenzen erreicht. Deshalb hat Bosch ein verbessertes CAN-Protokoll mit flexibler Datenrate spezifiziert - CAN FD. Es bietet eine höhere Bitrate in der Datenphase von bis zu 15 Mbit/s und ein erweitertes Datenfeld von bis zu 64 Bytes.

Das R&S RTH ermöglicht mit den folgenden Optionen die Decodierung und Triggerung von und die Suche nach CAN- und CAN FD-Signalen:

- CAN: Option R&S RTH-K3
- CAN FD: Option R&S RTH-K9, die die CAN-Option R&S RTH-K3 erfordert

### 9.5.1 Das CAN/CAN FD-Protokoll

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Protokolleigenschaften, Frametypen, Informationsübertragung und Nachrichtenformate.

In der Spezifikation CAN 2.0 sind zwei Formate definiert: das Basis-CAN (Version 2.0A) mit einem 11-Bit-Identifizier und das erweiterte CAN (Version 2.0B) mit einem 29-Bit-Identifizier. Auf Grundlage dieser Spezifikationen wurde 1993 der CAN-Standard ISO 11898-1 freigegeben.

Mehr als 20 Jahre nach der Einführung von CAN sind die Kommunikationsanforderungen gestiegen und CAN hat auf einigen Anwendungsfeldern seine Bandbreitengrenzen erreicht. Deshalb hat Bosch ein verbessertes CAN-Protokoll mit flexibler Datenrate spezifiziert - CAN FD. Es bietet eine höhere Bitrate in der Datenphase von bis zu 15 Mbit/s und ein erweitertes Datenfeld von bis zu 64 Bytes. Im Jahr 2015 wurden auch die CAN FD-Spezifikation in den Standard ISO 11898-1 aufgenommen.

#### CAN/CAN FD-Eigenschaften

Die Haupteigenschaften von CAN/CAN FD sind:

- Differenzielle Signalübertragung.
- Übertragung auf zwei Drähten: High und Low.
- Multi-Master, d. h., jeder Knoten kann mit der Übertragung einer Nachricht beginnen, wenn ein Bus frei ist.
- Bitweise Arbitrierung.

## Arbitrierung

Die Informationsübertragung erfolgt im CSMA/BA-Verfahren (Carrier Sense Multiple Access/Bitwise Arbitration). Jeder Knoten wartet eine bestimmte Inaktivitätszeit ab, bevor er versucht, eine Nachricht zu senden. Kollisionen werden durch eine bitweise Arbitrierung, die nicht destruktiv ist, aufgelöst.

Jede Nachricht hat eine Priorität, die sich aus dem Identifier-Wert ergibt - je niedriger der Wert, desto höher die Priorität. Ein dominantes Bit aus der Nachricht mit der höchsten Priorität überschreibt die rezessiven Bits auf dem Bus. Erkennt ein Knoten, dass der Bus bereits eine Nachricht mit einer höheren Priorität empfängt, stoppt er die Übertragung und wartet auf das Ende der aktuellen Übertragung, bevor er erneut mit der Übertragung beginnt.

## Frametypen

Das CAN/CAN FD-Protokoll definiert folgende Frametypen:

- Data: zur Übertragung von Informationen.
- Remote: zur Anforderung von Informationen. Der Zielknoten sendet diesen Frame zur Quelle, um Daten anzufordern. Dieser Frametyp wird nur von CAN verwendet.
- Error: zeigt an, dass ein Busknoten einen Übertragungsfehler erkannt hat.
- Overload: dient einem Busknoten zum Anfordern einer Übertragungsverzögerung.

## CAN-Datennachrichtenformat

Das CAN-Protokoll definiert zwei Formate für den Datenrahmen, und zwar das Basis-Frameformat und das erweiterte Frameformat. Die Datenframes sind wie folgt aufgebaut:



Bild 9-23: CAN-Basisframe

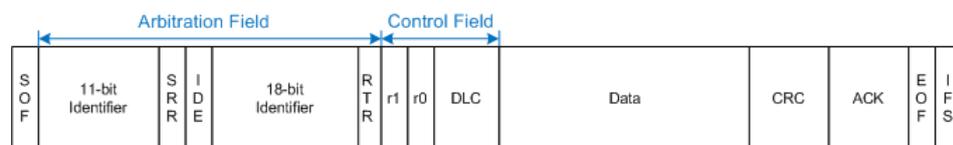


Bild 9-24: Erweiterter CAN-Frame

Das Basis- bzw. das erweiterte Frameformat besteht aus folgenden Feldern:

- **SOF:** Frame-Start. 1 dominantes Bit, das den Anfang der Nachricht markiert.
- **Identifier:** 11/18-Bit-Identifier. Enthält Informationen zur Priorität der Nachricht. CAN-Basisframes haben einen 11-Bit-Identifier, erweiterte CAN-Frames insgesamt einen 29-Bit-Identifier.

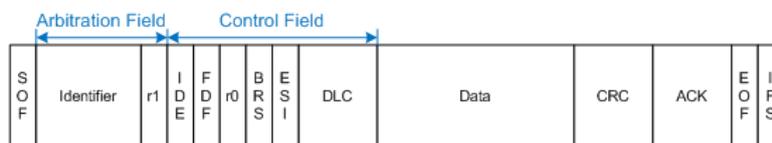
- **RTR**: Bit für Remote-Übertragungsanforderung. Dient zur Unterscheidung zwischen Basisframes und erweiterten Frames. Es ist dominant für Basisdatenframes und rezessiv für erweiterte Datenframes.
- **SRR**: Substitute Remote Request. Ersetzt in erweiterten CAN-Frames das RTR-Bit in Basisframes.
- **IDE**: Identifier-Erweiterungsbit. Erleichtert die Unterscheidung zwischen einem Basisframe und einem erweiterten Datenframe. Es ist dominant für Datenframes und rezessiv für Remote-Frames.
- **r0/r1**: reservierte Bits für mögliche spätere Nutzung.
- **DLC**: Datenlängencode. Gibt an, wie viele Datenbytes folgen.
- **Data**: bis zu 8 Datenbytes sind für CAN übertragbar.
- **CRC**: Prüfsummenfeld (Cyclic Redundancy Check). Dient zur Prüfung der Integrität des Frameinhalts.
- **ACK**: Bestätigungsfeld. Dies ist ein rezessives Bit, das vom Knoten überschrieben wird, wenn die Nachricht korrekt übertragen wurde.
- **EOF**: End of Frame, markiert das Ende der Nachricht.
- **IFS**: Interframe Space, Zwischenraum zwischen Frames. Trennt einen Daten- oder Remote-Frame von den vorhergehenden Frames.

### CAN FD-Datennachrichtenformat

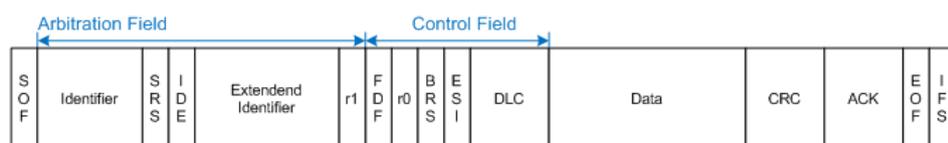
Es gibt viele Gemeinsamkeiten zwischen dem CAN- und CAN FD-Protokoll. Die Hauptunterschiede sind:

- CAN FD definiert eine Datenlänge von bis zu 64 Bytes.
- CAN FD definiert zwei Bitknoten, einen für die Arbitrierungsphase und einen für die Datenphase.
- Übertragung von Steuerfeld ab BRS-Bit aufwärts, Datenfeld und CRC-Feld mit einer höheren Datenrate.
- CRC-Größe und -Berechnung unterscheiden sich von CAN.

Das Protokoll CAN FD definiert ebenfalls zwei Formate für den Datenrahmen, und zwar das Basis-Frameformat und das erweiterte Frameformat. Die Datenframes von CAN FD sind wie folgt aufgebaut:



**Bild 9-25: CAN FD-Basisframe**



**Bild 9-26: Erweiterter CAN FD-Frame**

Es gibt viele gemeinsame Felder, die für CAN- und CAN FD-Frames verwendet werden. Eine Beschreibung dieser Felder finden Sie unter „[CAN-Datennachrichtenformat](#)“ auf Seite 221.

Die folgenden Felder sind auch in CAN FD-Frames enthalten:

- **Data:** bis zu 64 Datenbytes sind für CAN FD übertragbar.
- **FD:** FD-Format. Dient zur Unterscheidung zwischen CAN- und CAN FD-Frames.
- **BRS:** Bitratenschalter. Bestimmt, ob die Bitrate für den CAN FD-Frame aktiviert wird.
- **ESI:** Fehlerzustandsindikator. Ist dominant für fehleraktive Knoten und rezessiv für fehlerpassive Knoten.

## 9.5.2 CAN-Konfigurationseinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü > „Busprotokoll“ (Bus Protocol) = „CAN“ > „Konfig“ (Config)

Source	C1	Polarity	CAN_L	Threshold	2.5 V
CAN Standard	CAN	Technology	CMOS	Find Level	
Bit Rate	50 kbps	Predefined Bit Rates	50 kbps	Sample Point	50 %

Source	C1	Polarity	CAN_L	Threshold	1.4 V
CAN Standard	CAN FD	CAN FD Standard	ISO	Technology	User
Arbitration Bit Rate	50 kbps	Predefined Bit Rates	50 kbps	Sample Point	66 %
Data Bit Rate	50 kbps	Predefined Bit Rates	50 kbps	Sample Point	66 %

### Quelle (Source)

Gibt den Eingangskanal der CAN-Leitung an. Es sind alle aktiven analogen Kanäle nutzbar.

Wenn Option R&S RTH-B1 installiert ist, können auch digitale Kanäle als Quelle verwendet werden.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:CAN:DATA:SOURce](#) auf Seite 473

### **Polarität (Polarity)**

Gibt an, ob das Chip-Select-Signal High aktiv (high = 1) oder Low aktiv (low = 1) ist.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:CAN:TYPE](#) auf Seite 474

### **Schwelle (Threshold), Technologie (Technology), Pegel suchen (Find Level)**

Legt den Schwellenwert für die Digitalisierung von Signalen fest. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High. Andernfalls gilt der Signalzustand als Low.

Sie können die Schwellenspannung für das Quellen-CAN für verschiedene Typen von integrierten Schaltkreisen in der Liste „Technologie“ (Technology) auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert in „Schwelle“ (Threshold) eingeben. Sie können es über „Pegel suchen“ (Find Level) auch dem Gerät überlassen, den geeigneten Schwellenwert einzustellen.

Eine Änderung der Schwellenwerte in der Buskonfiguration ändert auch die Schwellenwerte von analogen Kanälen im Menü „Vertical“ bzw. von Logikkanälen im Menü „Logic“.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:CAN:TECHnology](#) auf Seite 474

[BUS:CAN:DATA:THReshold](#) auf Seite 475

[BUS:SETReflevels](#) auf Seite 450

[CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel](#) auf Seite 327

### **CAN-Standard**

Gibt das CAN-Protokoll an.

Für die Decodierung von CAN-Bussen ist Option R&S RTH-K3 und für CAN FD Option R&S RTH-K9 erforderlich.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:CAN:FDATa:ENABLe](#) auf Seite 476

### **CAN FD-Standard**

Gibt den Standard des getesteten CAN FD-Signals an. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

„Non-ISO“      Signale werden gemäß dem Bosch CAN FD-Protokoll decodiert.

„ISO“            Signale werden gemäß dem ISO CAN FD-Protokoll decodiert. Dieses Protokoll besitzt ein zusätzliches Stuff-Count-Feld vor der CRC-Sequenz.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:CAN:FDATa:PSTandard](#) auf Seite 476

### **Bitrate, Vordefin. Bitraten**

Gibt die Anzahl der gesendeten Bits pro Sekunde an. Die maximale Bitrate beträgt 1 Mbit/s.

Tippen Sie zum Auswählen einer Bitrate aus der Liste mit vordefinierten Werten auf das Feld „Vordefin. Bitraten“ und wählen Sie den Wert aus.

Tippen Sie zum Festlegen eines benutzerdefinierten Werts doppelt auf das Feld „Bitrate“ und geben Sie dann über das angezeigte Tastenfeld den Wert und die Einheit ein. Die Einstellung „Vordefin. Bitraten“ wird automatisch auf „Benutzer“ gesetzt.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:CAN:BITRate](#) auf Seite 474

#### **Arbitration-Bitrate, Vordefin. Bitraten**

Gibt die Bitrate der Arbitrierungsphase an. Die maximale Bitrate beträgt 1 Mbit/s. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

Tippen Sie zum Auswählen einer Bitrate aus der Liste mit vordefinierten Werten auf das Feld „Vordefin. Bitraten“ und wählen Sie den Wert aus.

Tippen Sie zum Festlegen eines benutzerdefinierten Werts doppelt auf das Feld „Arbitration-Bitrate“ und geben Sie dann über das angezeigte Tastenfeld den Wert und die Einheit ein. Die Einstellung „Vordefin. Bitraten“ wird automatisch auf „Benutzer“ gesetzt.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:CAN:FDATa:ABITrate](#) auf Seite 475

#### **Daten-Bitrate, Vordefin. Bitraten**

Gibt die Bitrate der Datenphase an. Die Datenrate kann gleich der Arbitrierungsrate oder höher sein; sie ist einheitlich und für einen bestimmten CAN-FD-Bus festgelegt. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

Tippen Sie zum Auswählen einer Datenrate aus der Liste mit vordefinierten Werten auf „Vordefin. Bitraten“ neben dem Feld. Wenn Sie einen bestimmten Wert eingeben möchten, rufen Sie das Tastenfeld auf. Die Liste mit vordefinierten Werten ist auch im Tastenfeld verfügbar.

Tippen Sie zum Festlegen eines benutzerdefinierten Werts doppelt auf das Feld „Daten-Bitrate“ und geben Sie dann über das angezeigte Tastenfeld den Wert und die Einheit ein. Die Einstellung „Vordefin. Bitraten“ wird automatisch auf „Benutzer“ gesetzt.

Fernsteuerbefehl:

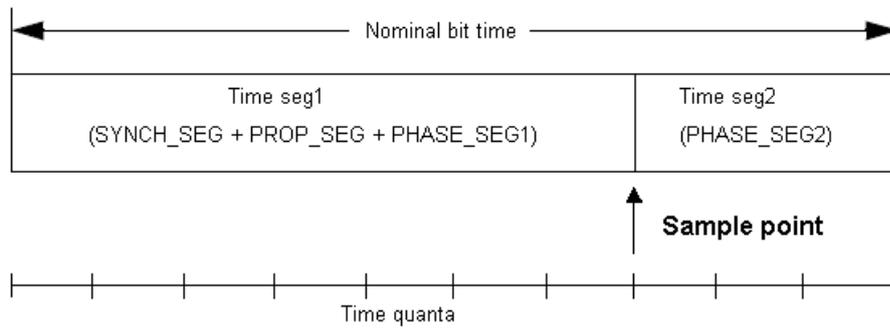
[BUS:CAN:FDATa:DBITrate](#) auf Seite 476

#### **Abtastpunkt**

Die CAN-Bus-Schnittstelle verwendet ein asynchrones Übertragungsschema. Der Standard spezifiziert einen Regelsatz für die Resynchronisierung des lokalen Takts eines CAN-Knotens mit der Nachricht.

Der Abtastpunkt teilt das nominelle Bitintervall in zwei Zeitsegmente. Die Länge der Zeitsegmente wird in Zeitscheiben gemäß den Netzwerk- und Knotenbedingungen während der CAN-Entwicklung definiert.

Für CAN FD-Signale können Sie den Abtastpunkt für die Arbitrierungsphase und die Datenphase getrennt definieren.



Fernsteuerbefehl:

`BUS:CAN:SAMPlepoint` auf Seite 475

`BUS:CAN:FDATa:ASAMPlepoint` auf Seite 475

`BUS:CAN:FDATa:DSAMPlepoint` auf Seite 476

### 9.5.3 CAN-Triggereinstellungen

Zugriff: [Setup] ([Trigger]) > „Triggertyp“ = „Bus“



<a href="#">CAN-Trigger</a> .....	227
<a href="#">Frame-Typ</a> .....	227
<a href="#">ID-Typ</a> .....	228
<a href="#">Kennungsmuster</a> .....	228
<a href="#">Kennungsbezug</a> .....	228
<a href="#">FDF-Bit</a> .....	228
<a href="#">BRS-Bit</a> .....	229
<a href="#">ESI-Bit</a> .....	229
<a href="#">Datenmuster</a> .....	229
<a href="#">Datenbezug</a> .....	229

Byte-Offset.....	229
Address from Label.....	229
Fehlerbedingungen: CRC, Bit-Stuffing, Format, Ack, SC.....	229

### CAN-Trigger

Abhängig vom ausgewählten CAN-Triggertyp sind verschiedene zusätzliche Parameter verfügbar.

„Frame-Start“	Triggert auf das Stoppbit des Synchronisationsfeldes.
„Frame-Ende“	Triggert nach einem Wakeup-Frame.
„Frame-Typ“	Triggert auf einen angegebenen Frametyp (Daten, Remote, Fehler oder Überlast). Bei Daten- und Remote-Frames wird auch das Identifier-Format berücksichtigt.
„Kennung“	Setzt den Trigger auf einen bestimmten Identifier oder einen Identifier-Bereich. Es wird nur der 6-Bit-Identifier ohne Paritätsbits berücksichtigt, nicht der geschützte Identifier.
„Kennung + Daten“	Setzt den Trigger auf eine Kombination aus Identifier- und Datenbedingung. Das Gerät triggert am Ende des letzten Bytes des angegebenen Datenmusters.
„Fehlerbedingung“	Identifiziert verschiedene Fehler im Frame. Sie können einen oder mehrere Fehlertypen als Triggerbedingung auswählen.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger: CAN: TYPE` auf Seite 480

### Frame-Typ

CAN verfügt über mehrere Frametypen, die als Triggerbedingung verwendet werden können.

Für Daten- und Remote-Frames muss das Identifier-Format mit **ID-Typ** festgelegt werden.

„Fehler“	Erkennt ein Knoten einen Fehler, bricht er die Übertragung ab, indem er einen Fehlerframe sendet. Das Gerät triggert sieben Bitintervalle nach dem Ende des Fehler-Flags, das durch eine dominant-rezessive Flanke markiert ist. Der <b>ID-Typ</b> ist für Fehlerframes irrelevant.
„Überlast“	Wenn ein Knoten eine Verzögerung zwischen Daten- und/oder Remote-Frames benötigt, sendet er einen Überlastframe. Das Gerät triggert sieben Bitintervalle nach dem Ende des Überlast-Flags, das durch eine dominant-rezessive Flanke markiert ist. Der <b>ID-Typ</b> ist für Überlastframes irrelevant.
„Daten“	Der Datenframe ist der einzige Frame für die eigentliche Datenübertragung.

„Remote“	Remote-Frames sind nur im CAN-Protokoll verfügbar. Der Remote-Frame leitet die Übertragung von Daten durch einen anderen Knoten ein. Das Frameformat entspricht dem von Datenframes, aber ohne das Datenfeld.
„Daten oder Remote“	Datenframes oder Remote-Frames leiten die Übertragung von Daten von einem anderen Knoten ein. Das Frameformat entspricht dem von Datenframes.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:FTYPE](#) auf Seite 478

### ID-Typ

Gibt die Länge des Identifiers an:

„11 Bit“	Identifier-Länge des CAN-Basisframeformats. Das Gerät triggert auf den Abtastpunkt des IDE-Bits (Identifier-Erweiterungs-Flag).
„29 Bit“	Identifier-Länge des erweiterten CAN-Frameformats. Das Gerät triggert auf den Abtastpunkt des RTR-Bits.
„Beliebig“	ID-Typ und ID-Muster sind für die Triggerbedingung nicht relevant. Ist „Kennung“ der Triggertyp, triggert das Gerät auf einen beliebigen Identifier im angegebenen Frametyp. Ist „Kennung + Daten“ der Triggertyp, setzen Sie „ID-Typ“ auf „Beliebig“, wenn nur auf Daten getriggert werden soll.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:ITYPe](#) auf Seite 479

### Kennungsmuster

Gibt das zu suchende Identifier-Muster im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie das Muster in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:IDENTifier](#) auf Seite 479

### Kennungsbezug

Gibt an, wie das angegebene Identifier-Muster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn die erfasste Adresse gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:ICONdition](#) auf Seite 479

### FD-Bit

Das Bit bestimmt, ob es sich um einen CAN- oder CAN-FD-Frame handelt. Es entspricht dem EDL-Bit (erweiterte Datenlänge), das es nur im CAN FD-Format gibt. Wenn Sie nicht wissen, ob es sich um ein CAN- oder CAN FD-Signal handelt, können Sie das Format anhand dieses Bits identifizieren.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:FDATa:FD](#) auf Seite 481

**BRS-Bit**

Setzt das Bit für die Bitratenumschaltung (Bit Rate Switch). Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

Der Wert 1 bedeutet, dass die Bitrate von der „Arbitrierungsrate“ auf die schnellere „Datenrate“ umgeschaltet wird.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:FDATa:BRS](#) auf Seite 480

**ESI-Bit**

Setzt das Bit für den Fehlerzustandsindikator (Error State Indicator). Ist es auf „Dominant“ gesetzt, zeigt das Bit einen fehleraktiven Zustand an. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:FDATa:ESI](#) auf Seite 481

**Datenmuster**

Gibt das zu suchende Datenmuster im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie das Muster in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:DATA](#) auf Seite 478

**Datenbezug**

Gibt an, wie das angegebene Datenmuster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn die erfasste Adresse gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:DONdition](#) auf Seite 478

**Byte-Offset**

Legt das Byte-Offset fest, das die Startposition der Daten für den Datenmustersvergleich angibt. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:FDATa:DPOSITION](#) auf Seite 481

**Address from Label**

Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit Knotennamen geladen und angewendet wurde, können Sie den Knotennamen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben.

Das Gerät triggert auf den Identifier des ausgewählten Knotens.

**Fehlerbedingungen: CRC, Bit-Stuffing, Format, Ack, SC**

Erkennt ein CAN-Knoten einen Bit-Stuffing-Fehler, Formatfehler oder ACK-Fehler, sendet er am nächsten Bit ein Fehler-Flag. Das R&S RTH erkennt Fehler in der Nachricht und triggert auf diesen Fehlern, selbst wenn kein CAN-Knoten ein Fehler-Flag sendet.

- CRC-Fehler

CAN arbeitet mit Cyclic Redundancy Check (CRC), einem komplexen Prüfsummenberechnungsverfahren. Der Sender berechnet den CRC-Wert und sendet das Ergebnis in der CRC-Sequenz. Der Empfänger berechnet den CRC-Wert auf dieselbe Weise. Ein CRC-Fehler tritt auf, wenn das berechnete Ergebnis vom in der CRC-Sequenz empfangenen Wert abweicht.

- **Bit-Stuffing-Fehler**  
Die Framesegmente Start-of-Frame, Arbitrierungsfeld, Steuerfeld, Datenfeld und CRC-Sequenz werden mit dem Bit-Stuffing-Verfahren codiert. Der Sender fügt automatisch ein komplementäres Bit in den Bitstrom ein, wenn er fünf aufeinanderfolgende Bits mit identischem Wert im zu sendenden Bitstrom erkennt. Ein Stuff-Fehler tritt auf, wenn das sechste aufeinanderfolgende Bit mit dem gleichen Pegel in den genannten Feldern erkannt wird.
- **Formatfehler**  
Ein Formatfehler tritt auf, wenn ein Bitfeld mit festem Format ein oder mehrere unzulässige Bits enthält.
- **ACK-Fehler**  
Ein Bestätigungsfehler tritt auf, wenn der Sender keine Bestätigung empfängt - ein dominantes Bit während des ACK-Slots.
- **SC-Fehler**  
Ein Stuff-Count-Fehler (SC-Fehler) tritt auf, wenn der empfangene Stuff-Count-Wert nicht mit dem Wert übereinstimmt, der aus dem eigenen Stuff-Bit-Zähler berechnet wurde.  
Ist nur für CAN FD-Signale im ISO-Standard relevant.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:CAN:ACKerror](#) auf Seite 477

[TRIGger:CAN:BITSterror](#) auf Seite 477

[TRIGger:CAN:CRCErrror](#) auf Seite 478

[TRIGger:CAN:FORMerror](#) auf Seite 478

[TRIGger:CAN:FDATa:SCERror](#) auf Seite 481

## 9.5.4 Label-Liste für CAN

Dateien mit Label-Listen (symbolische Datendateien) für CAN-Protokolle sind im PTT- und CSV-Dateiformat verfügbar, ähnlich wie für andere serielle Protokolle. Das R&S RTH kann zusätzlich DBC-Dateien lesen und auf das decodierte Signal anwenden und sie zur Triggerung verwenden.

Allgemeine Informationen zu Label-Listen finden Sie in [Kapitel 9.1.3, „Label-Listen“](#), auf Seite 194.

### 9.5.4.1 PTT- und CSV-Dateien für CAN

Dateien mit Label-Listen sind protokollspezifisch. Eine PTT-Label-Datei für CAN-Protokolle enthält drei Werte für jeden Identifier:

- Identifier-Typ, 11 Bit oder 29 Bit lang
- Identifier-Wert
- Label, der symbolische Name des Identifiers, der seine Funktion im Busnetz angibt.

**Beispiel: PTT-Datei für CAN**

```
# -----
@FILE_VERSION = 1.00
@PROTOCOL_NAME = can
# -----
# Labels for CAN protocol
# Column order: Identifier type, Identifier value, Label
# -----
11,064h,Diag_Response
11,1E5h,EngineData
11,0A2h,Ignition_Info
11,1BCh,TP_Console
11,333h,ABSdata
11,313h,Door_Left
11,314h,Door_Right
29,01A54321h,Throttle
29,13A00FA2h,LightState
29,0630ABCDh,Engine_Status
29,03B1C002h,Airbag_Status
29,01234ABCh,NM_Gateway
# -----
```

**9.5.4.2 DBC-Dateien für CAN**

DBC-Dateien gemäß Industriestandard enthalten mehr Informationen als PTT- und CSV-Dateien und setzen die abstrakten Decodierungsergebnisse in eine verständliche Sprache um. Für jeden Frame werden die Frame-ID und der symbolische Name der ID angegeben; die Frames werden in CAN auch als Nachrichten bezeichnet. Die Daten einer CAN-Nachricht können aus mehreren "Signalen" bestehen. Die DBC-Datei stellt Label, Einheit, Startbit, Länge und andere Indikatoren für jedes Signal bereit. Für zustandscodierte Signale wird die Bedeutung der Zustände angegeben.

Im Beispiel hat die Nachricht "EngineData" die dezimale ID 2,166,573,756 und sie besteht aus acht Datenbytes. Diese acht Bytes sind als sechs Signale definiert. Das erste, "PetrolLevel", beginnt bei Bit 24, hat eine Länge von 8 Bit und die Einheit Liter. Das Signal "IdleRunning" ist zustandscodiert. Es hat nur ein Bit. Der Binärwert 0 bedeutet "Running" und der Binärwert 1 bedeutet "Idle".

**Beispiel: CAN DBC-Dateiausschnitt**

```
BO_ 2166573756 EngineData: 8 Engine
SG_ PetrolLevel : 24|8@1+ (1,0) [0|255] "l" ...
SG_ EngPower : 48|16@1+ (0.01,0) [0|350] "kW" ...
SG_ EngForce : 32|10@1+ (1,0) [0|1000] "N" ...
SG_ IdleRunning : 23|1@1+ (1,0) [0|1] "" ...
SG_ EngTemp : 16|7@1+ (2,-50) [-50|150] "degC" ....
SG_ EngSpeed : 0|13@1+ (1,0) [0|8000] "rpm" ...
....
VAL_ 2166573756 IdleRunning 0 "Running" 1 "Idle" ;
```

Wenn eine DBC-Datei geladen ist, enthält das Busmenü einen zusätzlichen Eintrag: **Labels anzeigen (Display Labels)**.



Bild 9-27: Anzeige einer DBC-Datei für CAN

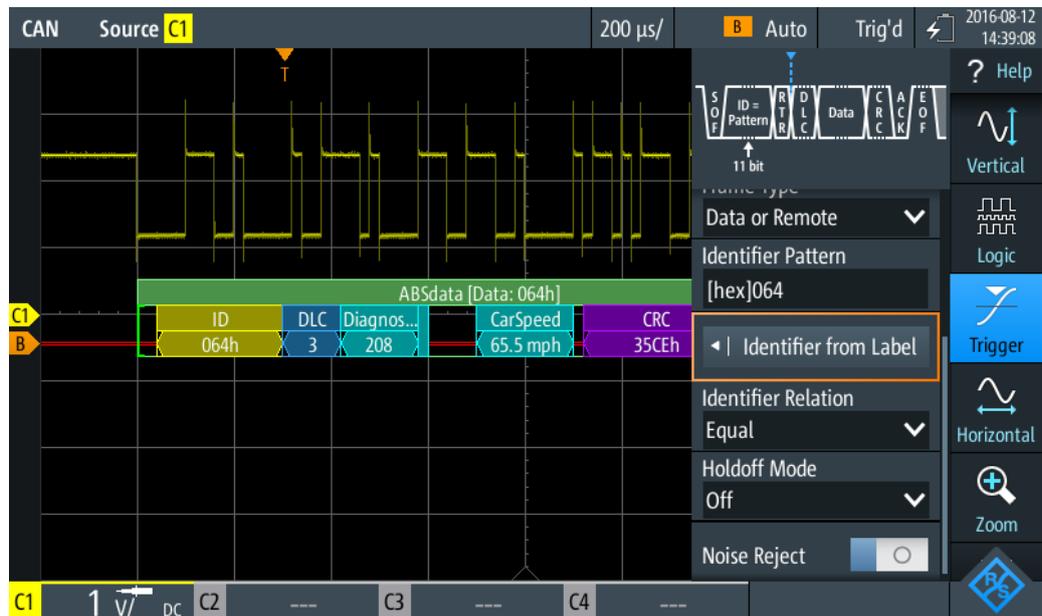


Bild 9-28: Trigger auf Nachricht ABSdata, Identifier-Wert 064 (hex)

### 9.5.5 CAN-Decodierungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Wabenanzeige und die Tabelle mit Decodierungsergebnissen von decodierten CAN-Bussen beschrieben. Grundlegende Informationen zur

Decodierung und Anzeige von Decodierungsergebnissen finden Sie in [Kapitel 9.1.2](#), „Decodierungsergebnisse“, auf Seite 190.



Bild 9-29: Wabenanzeige eines decodierten CAN-Signals, getriggert auf CRC-Fehler

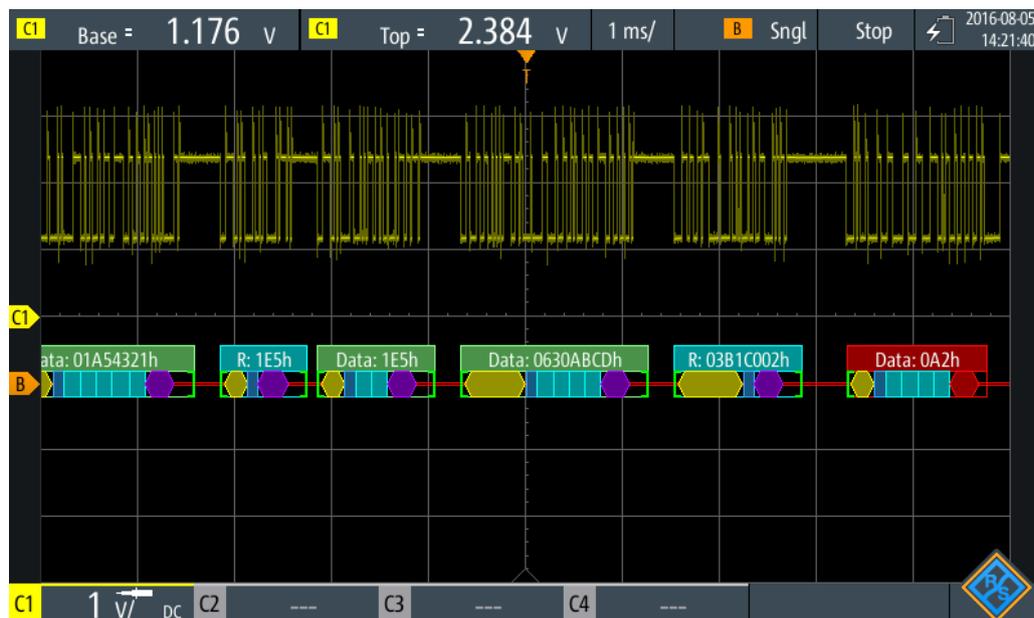


Bild 9-30: Wabenanzeige eines decodierten CAN-Signals, getriggert auf Adresse 0630ABCD (hex)

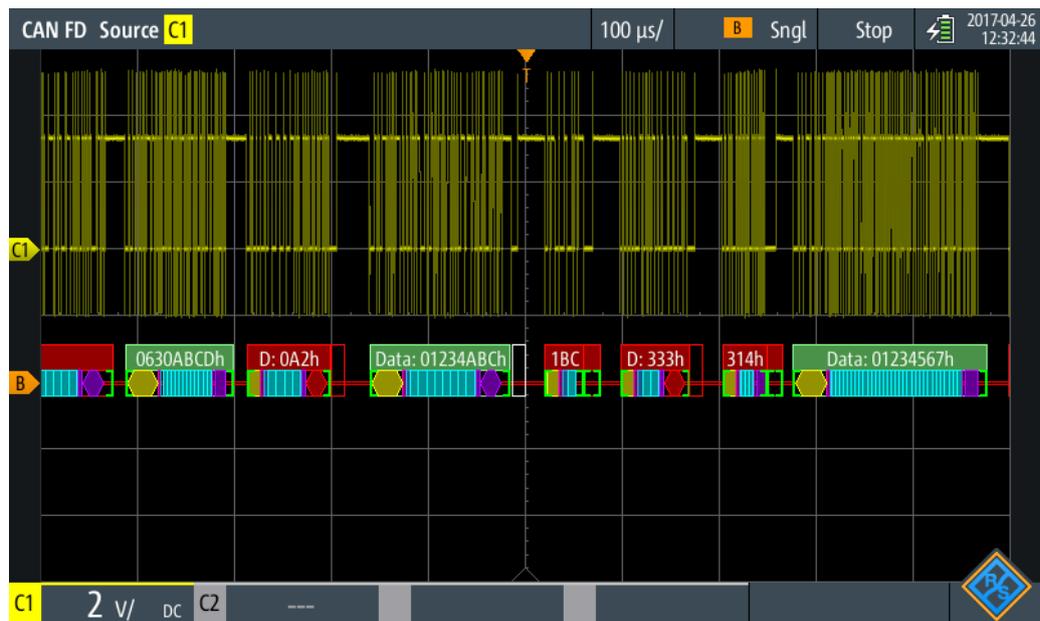


Bild 9-31: Wabenanzeige eines decodierten CAN FD-Signals, getriggert auf Überlastframe

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige.

Tabelle 9-7: Farbcodes von decodierten CAN-Signalen

Farbe und Anzeigeelement	Beschreibung
Grüne eckige Klammern [...]	Anfang und Ende des Frames
Grüne Frameüberschrift	Datenframe. Der Text gibt den Frametyp und die Frame-ID (hex) an.
Cyanfarbene Frameüberschrift	Remote-Frame. Der Text gibt den Frametyp und die Frame-ID (hex) an.
Weißer Frameüberschrift	Überlastframe. Der Text gibt den Frametyp an.
Gelbe Wabe	ID (Standard 11 Bit und Erweitert 29 Bit)
Cyanfarbene Wabe	Datenbytes
Blaue Wabe	Datenlängencode (DLC)
Violett	CRC
Rot	Error-Frame, Start/Stop-Fehler, CRC-Fehler, Stuff-Bit-Fehler, Formatfehler, ACK-Fehler, unvollständiger Frame (Ende der Erfassung, bevor Decodierung abgeschlossen war)

Im „Protocol“-Modus werden die decodierten Daten in Tabellenform angezeigt.

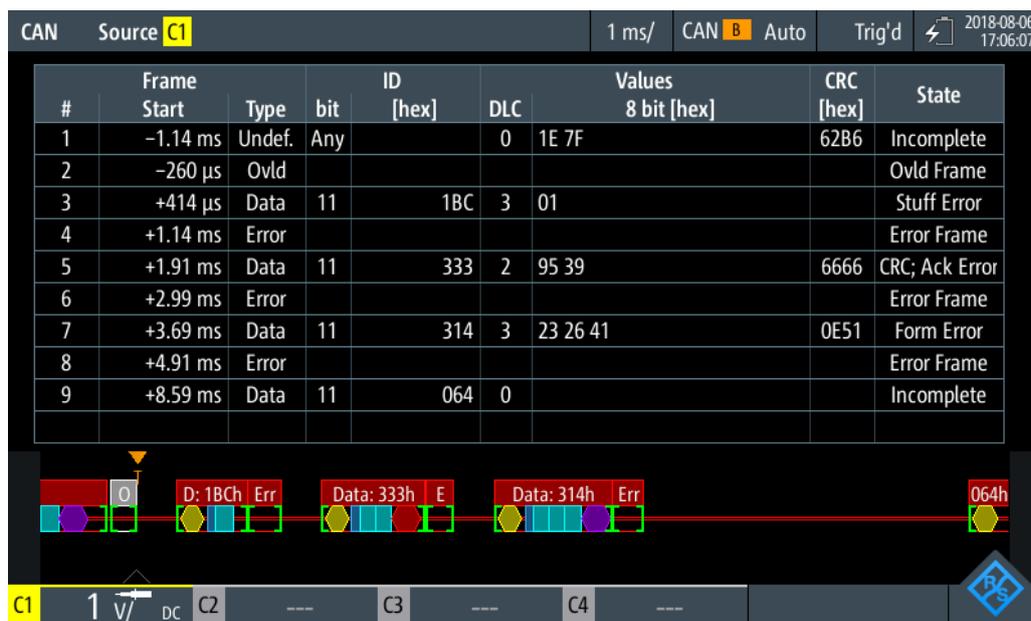


Bild 9-32: Decodiertes CAN-Signal im Protocol-Modus

Tabelle 9-8: Inhalt der Protokolltabelle für decodiertes CAN-Signal

Spalte	Beschreibung
#	Frameindex
Framestart	Zeit des Framestarts
Frametyp	Daten-, Remote-, Überlast- oder Fehlerframe
ID-Bit	ID-Typ, 11-Bit-Standardformat oder erweitertes 29-Bit-Format
ID [hex]	Identifizier-Wert, hexadezimaler Wert
DLC	Datenlängencode, codierte Anzahl Datenbytes
Werte 8 Bit [Format]	Werte von Datenframes. Das Datenformat wird im Menü „Bus“ ausgewählt.
CRC	CRC-Wert
Zustand	Gesamtzustand des Frames. "Incomplete" bedeutet, dass der Frame nicht vollständig in der Erfassung enthalten ist. Ändern Sie die Zeitskala, oder verschieben Sie den Referenzpunkt nach links, um eine längere Erfassung zu erhalten.

Fernsteuerbefehle werden in [Kapitel 15.11.5.3, „CAN-Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 481 beschrieben.

## 9.6 LIN (Option R&S RTH-K3)

LIN (Local Interconnect Network) ist ein einfaches, kostengünstiges Bussystem, das in Automotive-Netzwerkarchitekturen verwendet wird. LIN ist in der Regel ein Subnetzwerk eines CAN-Busses. Der Hauptzweck von LIN ist die Integration unkritischer Sen-

soren und Aktoren mit geringen Anforderungen an die Bandbreite. Eine typische Anwendung in einem Fahrzeug ist die Steuerung von Türen, Fenstern, Klappspiegeln und Scheibenwischern.

### 9.6.1 Das LIN-Protokoll

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Protokolleigenschaften, Frameformat, Identifier und Triggermöglichkeiten. Ausführliche Informationen finden Sie in der LIN-Spezifikation unter <http://www.lin-subbus.org/> (kostenlos).

#### LIN-Eigenschaften

Die Haupteigenschaften von LIN sind:

- Serielles Single-Wire-Kommunikationsprotokoll, auf Basis der UART-Byte/Wort-Schnittstelle
- Einzelner Primärknoten, mehrere Sekundärknoten - normalerweise bis zu 12 Knoten
- Vom Primärknoten gesteuerte Kommunikation: Der Primärknoten koordiniert die Kommunikation mit dem LIN-Zeitplan und sendet Identifier an die Sekundärknoten
- Synchronisationsmechanismus für Taktrückgewinnung durch Sekundärknoten ohne Quarz- oder Keramik-Resonator

Das R&S RTH unterstützt mehrere Versionen des LIN-Standards: v1.3, v2.0, v2.1 und die amerikanische Norm SAE J2602.

#### Datenübertragung

Grundlegendes Kommunikationskonzept von LIN:

- Die Kommunikation in einem aktiven LIN-Netzwerk wird immer vom Primärknoten eingeleitet.
- Der Primärknoten sendet einen Nachrichten-Header einschließlich Synchronisationspause, Synchronisationsbyte und Nachrichtenennung (Identifier).
- Der identifizierte Knoten sendet die Antwort auf die Nachricht: ein bis acht Datenbytes und ein Prüfsummenbyte.
- Header und Antwort bilden den Nachrichtenframe.

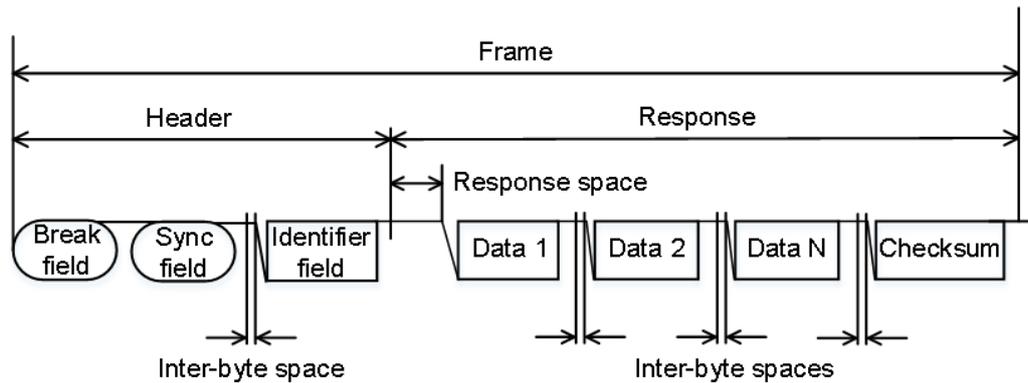


Bild 9-33: LIN-Frame mit Header und Antwort

Die Daten werden in Form von Bytes über die UART-Byte/Wort-Schnittstelle ohne das Paritätsbit übertragen. Jedes Byte besteht aus einem Startbit, acht Bits und einem Stopbit.

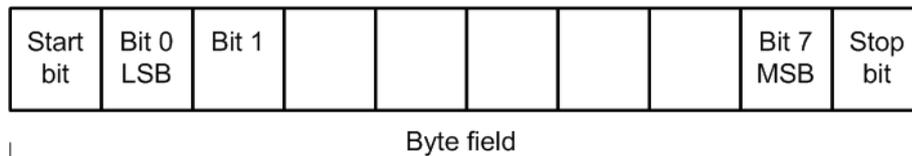


Bild 9-34: Aufbau eines Bytefelds

Datenbytes werden im LSB-zuerst-Verfahren übertragen.

Das Identifier-Byte besteht aus sechs Bits für den Frame-Identifizierer und zwei Paritätsbits. Diese Kombination ist als geschützter Identifizierer bekannt.

### Trigger

Das R&S RTH kann auf verschiedene Teile von LIN-Frames triggern. Die Datenleitung muss mit einem Eingangskanal verbunden werden; Triggerung auf Math- und Referenzmesskurven ist nicht möglich.

Sie können triggern auf:

- Framestart (Synchronisationsfeld)
- Bestimmten Identifier oder Identifier-Bereich
- Datenmuster in der Nachricht
- Wakeup-Signal
- Prüfsummenfehler (Fehler in Daten), Paritätsfehler (Fehler in Identifier)

## 9.6.2 LIN-Konfigurationseinstellungen

Zugriff: [Protocol] > „Bus-Typ“ = „LIN“ > „Konfiguration“

The screenshot shows the LIN configuration menu with the following settings:

- Source: C1
- Polarity: Idle High
- Threshold: 1.399 V
- Technology: User
- Bit Rate: 9.6 kbps
- Predefined Bit Rates: 9.6 kbps
- Standard: Auto
- Find Level button

Quelle.....	238
Polarität.....	238
Standard.....	238
Bitrate, Vordefin. Bitraten.....	238
Schwelle, Technologie, Pegel suchen (Find Level).....	239

### Quelle

Gibt die Quelle der Datenleitung an. Es sind alle aktiven analogen Kanäle nutzbar.

Wenn Option R&S RTH-B1 installiert ist, können auch digitale Kanäle als Quelle verwendet werden.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:LIN:DATA:SOURce](#) auf Seite 488

### Polarität

Definiert den Ruhezustand des Busses. Der Ruhezustand ist der rezessive Zustand und entspricht einer logischen 1.

„Inaktiv niedrig“ Der Bus ist inaktiv (Zustand = 1), wenn das Signal Low ist.

„Inaktiv hoch“ Der Bus ist inaktiv (Zustand = 1), wenn das Signal High ist.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:LIN:POLarity](#) auf Seite 489

### Standard

Gibt die Version des LIN-Standards an, der im Messobjekt verwendet wird. Die Einstellung definiert hauptsächlich die bei der Decodierung verwendete Prüfsummenversion.

Die gängigste Version ist v2.x. Handelt es sich um gemischte Netzwerke oder ist der Standard unbekannt, setzen Sie den LIN-Standard auf „Auto“.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:LIN:STANdard](#) auf Seite 489

### Bitrate, Vordefin. Bitraten

Gibt die Anzahl der gesendeten Bits pro Sekunde an. Die maximale Bitrate beträgt 20 kbit/s.

Tippen Sie zum Auswählen einer Bitrate aus der Liste mit vordefinierten Werten auf das Feld „Vordefin. Bitraten“ und wählen Sie den Wert aus.

Tippen Sie zum Festlegen eines benutzerdefinierten Werts doppelt auf das Feld „Bit-rate“ und geben Sie dann über das angezeigte Tastenfeld den Wert und die Einheit ein. Die Einstellung „Vordefin. Bitraten“ wird automatisch auf „Benutzer“ gesetzt.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:LIN:BITRate](#) auf Seite 489

### Schwelle, Technologie, Pegel suchen (Find Level)

Legt den Schwellenwert für die Digitalisierung von Signalen fest. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High. Andernfalls gilt der Signalzustand als Low.

Sie können die Schwellenspannungen für verschiedene Technologien in der Liste „Technologie“ auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert in „Schwelle“ eingeben. Sie können es über „Pegel suchen“ (Find Level) auch dem Gerät überlassen, den geeigneten Schwellenwert einzustellen.

Eine Änderung der Schwellenwerte in der Buskonfiguration ändert auch die Schwellenwerte von analogen Kanälen im Menü „Vertical“ bzw. von Logikkanälen im Menü „Logic“.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:LIN:TECHnology](#) auf Seite 490

[BUS:LIN:DATA:THReshold](#) auf Seite 489

[BUS:SETRefllevels](#) auf Seite 450

[CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel](#) auf Seite 327

## 9.6.3 LIN-Triggereinstellungen

Zugriff: [Setup] ([Trigger]) > „Triggertyp“ = „Bus“



LIN-Trigger.....	240
Prüfsummenfehler.....	240
Paritätsfehler.....	240
Sync-Fehler.....	240
Kennungsmuster.....	241
Kennungsbezug.....	241
Identifizierer from Label.....	241
Datenmuster.....	241
Datenbezug.....	241

### LIN-Trigger

Abhängig vom ausgewählten LIN-Triggertyp sind verschiedene zusätzliche Parameter verfügbar.

„Frame-Start“

Triggert auf das Stoppbit des Synchronisationsfeldes.

„Wakeup-Frame“

Triggert nach einem Wakeup-Frame.

„Fehlerbedingung“

Identifiziert verschiedene Fehler im Frame. Sie können einen oder mehrere Fehlertypen als Triggerbedingung auswählen.

„Kennung“

Setzt den Trigger auf einen bestimmten Identifizierer oder einen Identifizierer-Bereich. Es wird nur der 6-Bit-Identifizierer ohne Paritätsbits berücksichtigt, nicht der geschützte Identifizierer.

„Kennung + Daten“

Setzt den Trigger auf eine Kombination aus Identifizierer- und Datenbedingung. Das Gerät triggert am Ende des letzten Bytes des angegebenen Datenmusters.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LIN:TYPE` auf Seite 492

### Prüfsummenfehler

Triggert auf einen Prüfsummenfehler. Die Prüfsumme bestätigt die korrekte Datenübertragung. Es ist das letzte Byte der Frameantwort. Die Prüfsumme schließt nicht nur die Daten, sondern auch den geschützten Identifizierer (PID) ein.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LIN:CHKSError` auf Seite 490

### Paritätsfehler

Triggert auf einen Paritätsfehler. Paritätsbits sind die Bits 6 und 7 des Identifizierers. Sie bestätigen die korrekte Übertragung des Identifizierers.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LIN:IPERror` auf Seite 492

### Sync-Fehler

Triggert, wenn die Synchronisation einen Fehler verursacht.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LIN:SYERror` auf Seite 492

**Kennungsmuster**

Gibt das zu suchende Identifier-Muster im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie das Muster in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LIN:IDENTifier` auf Seite 491

**Kennungsbezug**

Gibt an, wie das angegebene Identifier-Muster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn die erfasste Adresse gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LIN:ICONdition` auf Seite 491

**Identifier from Label**

Wenn in der Buskonfiguration eine Label-Liste mit Knotennamen geladen und angewendet wurde, können Sie den Knotennamen aus der Liste auswählen, statt den numerischen Identifier einzugeben.

Das Gerät triggert auf den Identifier des ausgewählten Knotens.

**Datenmuster**

Gibt das zu suchende Datenmuster im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie das Muster in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LIN:DATA` auf Seite 491

**Datenbezug**

Gibt an, wie das angegebene Datenmuster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn die erfasste Adresse gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:LIN:DICONdition` auf Seite 491

## 9.6.4 Label-Liste für LIN

Label-Listen sind protokollspezifisch. Label-Listen für LIN sind im CSV- und PTT-Format verfügbar.

Eine LIN-Label-Datei enthält zwei Werte für jeden Identifier:

- Identifier-Wert
- Symbolischer Name für den Identifier

**Beispiel einer PTT-Datei für LIN**

```
# -----  
@FILE_VERSION = 1.0
```

```

@PROTOCOL_NAME = lin
# -----
# Labels for LIN protocol
# Column order: Identifier, Label
# -----
# Labels for standard addresses
0x3F, Temperature
1Ch, Left brake
20h, Right brake
# Following ID is provided as integer
33, Mirror
0x37, Indoor lights
# Labels for reserved addresses
0x3C, Master_Request_Frame
0x3D, Slave_Response_Frame
# -----

```

Allgemeine Informationen zu Label-Listen finden Sie in [Kapitel 9.1.3, „Label-Listen“](#), auf Seite 194.

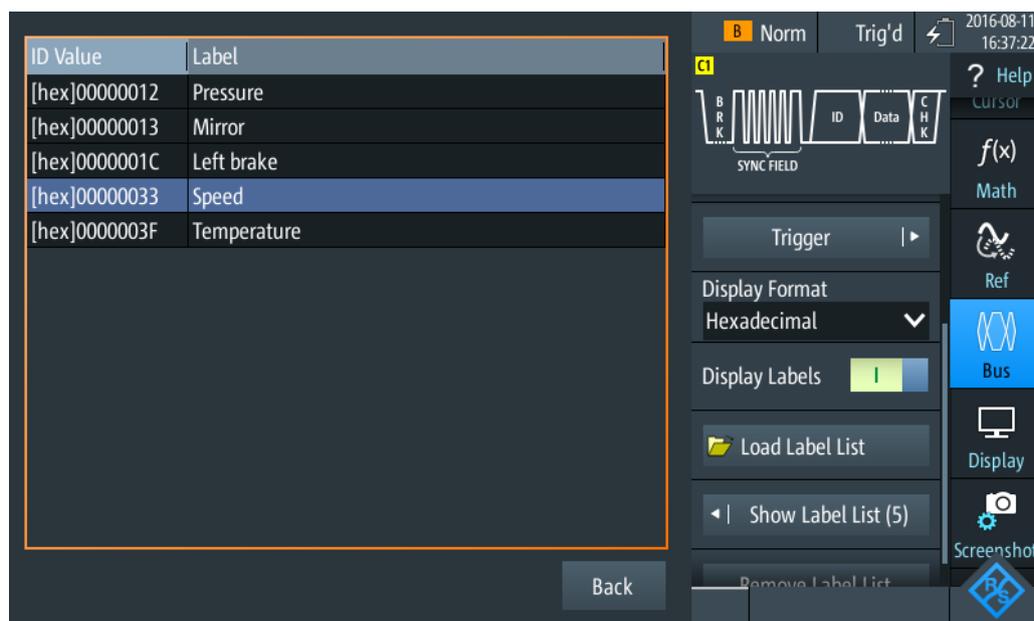


Bild 9-35: Anzeige einer Label-Liste für LIN



Bild 9-36: Trigger auf Identifier "Left brake"

### 9.6.5 LIN-Decodierungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Wabenanzeige und die Tabelle mit Decodierungsergebnissen von decodierten LIN-Bussen beschrieben. Grundlegende Informationen zur Decodierung und Anzeige von Decodierungsergebnissen finden Sie in [Kapitel 9.1.2](#), „Decodierungsergebnisse“, auf Seite 190.

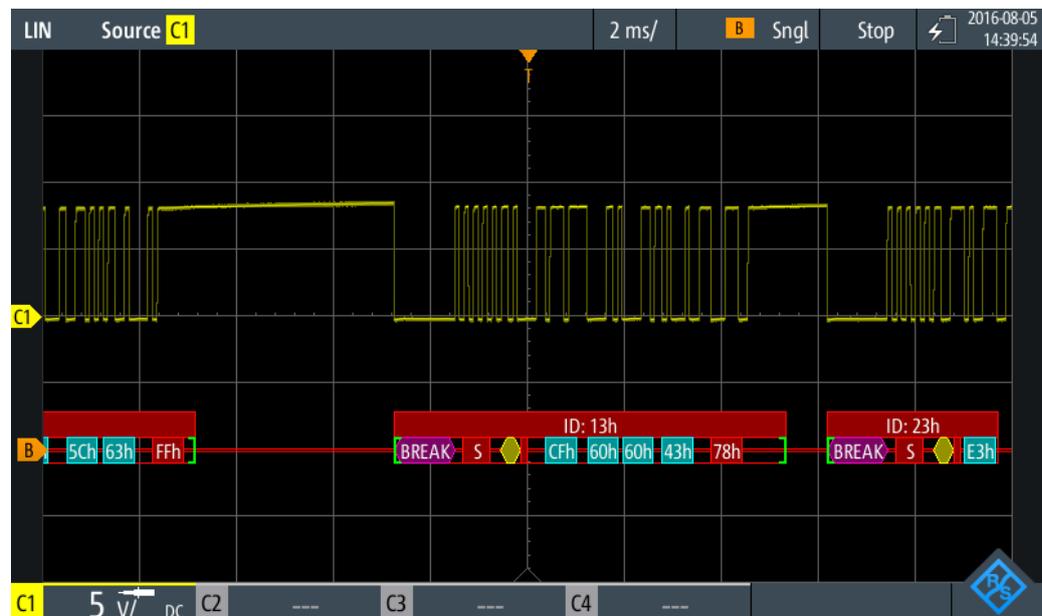


Bild 9-37: Wabenanzeige eines decodierten LIN-Signals, getriggert auf Paritätsfehler

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige.

**Tabelle 9-9: Farbcodes von decodierten LIN-Signalen**

Farbe und Anzeigeelement	Beschreibung
Grüne eckige Klammern [...]	Anfang und Ende des Frames
Grüne Frameüberschrift	Datenframe. Der Text gibt die Frame-ID (hex) an.
Magenta Frameüberschrift	Wakeup-Frame. Der Text gibt den Frametyp an.
Magentafarbene Wabe	Break-Feld
Blaue Wabe	Synchronisationsfeld
Gelbe Wabe	Kennung
Violette Wabe	Paritätsbit und Prüfsumme
Cyanfarbene Wabe	Datenbytes
Rot	Fehler in Frame-ID, Prüfsummenfehler, Paritätsfehler, unvollständiger Frame (Ende der Erfassung, bevor Decodierung abgeschlossen war)

Im „Protocol“-Modus werden die decodierten Daten in Tabellenform angezeigt.



**Bild 9-38: Decodiertes LIN-Signal im Protocol-Modus**

**Tabelle 9-10: Inhalt der Protokolltabelle für decodiertes LIN-Signal**

Spalte	Beschreibung
#	Frameindex
Framestart	Zeit des Framestarts
ID [hex]	Identifizier-Wert, hexadezimaler Wert

Spalte	Beschreibung
ID-Label	Symbolischer Name des Identifiers. Spalte wird statt „ID [hex]“ angezeigt, wenn eine Label-Liste verwendet wird.
ID P [bin]	Wert des geschützten Identifiers, binärer Wert
Werte 8 Bit [Format]	Werte von Datenbytes. Das Datenformat wird im Menü „Bus“ ausgewählt.
CHK [hex]	Prüfsummenwert, hexadezimaler Wert
Zustand	Gesamtzustand des Frames. "Incomplete" bedeutet, dass der Frame nicht vollständig in der Erfassung enthalten ist. Ändern Sie die Zeitskala, oder verschieben Sie den Referenzpunkt nach links, um eine längere Erfassung zu erhalten.

Fernsteuerbefehle werden in [Kapitel 15.11.6.3, „LIN-Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 492 beschrieben.

## 9.7 SENT (Option R&S RTH-K10)

### 9.7.1 Das SENT-Protokoll

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Protokolleigenschaften, Codierungsschema, Identifier und Triggermöglichkeiten.

Das SENT-Protokoll überträgt Signalwerte über eine unidirektionale Punkt-zu-Punkt-Verbindung von einem Sensor an ein Steuergerät. Im Gegensatz zu konventionellen Messungen können über die SENT-Schnittstelle mehrere Datenparameter in einer einzelnen Übertragung empfangen werden. Trotzdem zeichnet sich SENT durch seine Einfachheit und dennoch hohe Anpassbarkeit aus, wenn es darum geht, individuelle Anforderungen der Anwendungen zu erfüllen.

SENT basiert auf einer Dreileiterverbindung, bestehend aus einer Signalleitung, einer Spannungsversorgungsleitung für den Sensor und einer Masseleitung. Es überträgt Daten digital in variablen Zeitsteuerungseinheiten und wertet die Zeit zwischen zwei fallenden Flanken (einzelne Flanken) aus. Das Signal ist amplitudenmoduliert mit einer konstanten Amplitudenspannung. Somit sind die Einflüsse von Störsignalen nicht kritisch.

#### SENT-Hauptmerkmale

Die Haupteigenschaften von SENT sind:

- Serielles Kommunikationsprotokoll
- 3 Leitungen: SENT (Signalleitung), 5V (Spannungsleitung), GND (Masseleitung)
- Nur Ausgang, von Sensor an Empfänger
- Punkt-zu-Punkt-Übertragung, kein Bus
- Digitale Übertragung
- Hohe Baudrate

- Datenübertragung in variablen Zeitsteuerungseinheiten von 4 Bits (1 Nibble) zwischen zwei fallenden Flanken
- Senderspezifische Taktperiode (Tick)
- Messung der Zeit zwischen einzelnen fallenden Flanken

### 9.7.1.1 SENT-Übertragungskonzept

Ein Sensor wandelt die analogen Messdaten in ein digitales Signal um und sendet eine Serie von Pulsen an den Empfänger. Der Empfänger, z. B. ein Steuergerät, verarbeitet das empfangene Signal ebenfalls digital.

Das Format eines SENT-Nachrichtenframes hat eine feste Pulsfolge und eine senderspezifische Taktperiode. Die Gesamtübertragungszeit schwankt abhängig von der Taktvariation des Senders und den übertragenen Datenwerten. Die in die Übertragungssequenz eingebetteten Datenpulse entsprechen einem oder mehreren Datenparametern, die kommuniziert werden sollen. Die letzten Pulse in einem Nachrichtenframe sind der CRC-Prüfpuls, der dem Empfänger die Durchführung einiger Diagnose-tests ermöglicht, und ein optionaler Pausenpuls.

Eine SENT-Übertragung wird ohne eine Anforderung vom Empfänger gestartet. Aufeinanderfolgende Sequenzen werden kontinuierlich nach der fallenden Flanke des letzten Pulses übertragen.

Das SENT-Protokoll unterscheidet zwischen zwei Kanaltypen:

- **Schneller Kanal (Fast Channel):** überträgt Primärdaten, d. h. Sensormesswerte wie Temperatur, Druck, Luftmassenfluss, Drosselklappenposition.
- **Langsamer Kanal (Slow Channel):** überträgt Sekundärdaten, bestehend aus Übertragungseigenschaften, Sensor-ID, Typ, Herstellerdiagnose usw.  
Für die Slow-Channel-Übertragung gibt es zwei Nachrichtenformate, *Short Serial Message* und *Enhanced Serial Message*, zur Anpassung der Sekundärdaten.

Die Daten beider Kanäle werden simultan übertragen, indem zwei Bits einer Slow-Channel-Nachricht in den Fast-Channel-Nachrichtenframe eingeschlossen werden. Obwohl für eine vollständige Slow-Channel-Nachricht viele Fast-Channel-Nachrichten erforderlich sind, können Sie diese Funktion nutzen, um mehrere Slow-Channel-Nachrichten mit minimalem Einfluss auf die primären Sensordaten und die Datenrate zu übertragen.

### 9.7.1.2 SENT-Nachrichtendefinitionen

#### SENT-Begriffe

Siehe die im SENT-Protokoll verwendeten spezifischen Begriffe und Definitionen:

- **Tick (Takt-Tick):** grundlegende Zeiteinheit
  - senderspezifische nominelle Taktperiode
  - $3 \mu\text{s} < \text{Takt-Tick} < 90 \mu\text{s}$ , mit max. 20 % Taktvariation
- **Nibble:** minimale Dateneinheit
  - für Übertragung von Daten

- variable Zeitsteuerungseinheiten zwischen zwei fallenden Flanken

### SENT Fast Channel

Das SENT-Protokoll ermöglicht die Übertragung von Messdaten mehrerer Sensoren in einer einzigen Übertragungssequenz mit Datensignalen variabler Länge. Das Diagramm in Bild 9-39 zeigt beispielsweise das Codierungsschema für zwei 12-Bit-Datensignale.

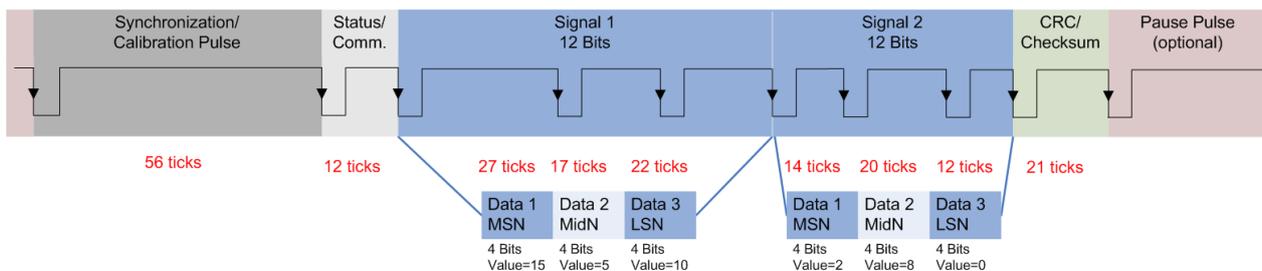


Bild 9-39: Beispiel einer SENT-Übertragungssequenz

Das Format einer SENT-Übertragungssequenz besteht aus folgenden Pulsen:

- **Synchronisierungs-/Kalibrierungspuls:**
  - Anfängliche Sequenz des Empfängers
  - Startbedingung ist die fallende Flanke des letzten Pulses (CRC oder Pause)
  - Nominelle Pulsperiode beträgt 56 Takt-Ticks
  - Misst die tatsächliche Taktvariation des Senders und berechnet das Tick-Timing
- **Status-/Kommunikationspuls (Nibble)**
  - Ein einziger 4-Bit-Puls
  - Kommuniziert den Status und ermöglicht dem Sensor, Slow-Channel-Nachrichtenbits einzuschließen
    - 0: (LSB) spezifische Anwendung
    - 1: spezifische Anwendung
    - 2: serielle Datennachricht oder spezifische Anwendung (z. B. Infineon TLE4998S)
    - 3: (MSB) 1= Nachrichtenstart; 0=Serielle Datennachricht oder spezifische Anwendung (z. B. Infineon TLE4998S)
  - 12 bis 27 Takt-Ticks
  - nicht in CRC-Frameberechnung eingeschlossen
- **Datenpulse (Nibbles)**
  - Bis zu sechs 4-Bit-Daten-Nibbles
  - Pulsperiode mit 12 bis 27 Takt-Ticks
  - Anfängliche logische 0 dauert  $\geq 5$  Ticks, nachfolgende logische 1 mit variabler Dauer
- **CRC/Prüfsumme**
  - Ein einziger 4-Bit-Puls
  - Für Fehlerprüfung von Daten-Nibbles (Status-Nibble nicht eingeschlossen)

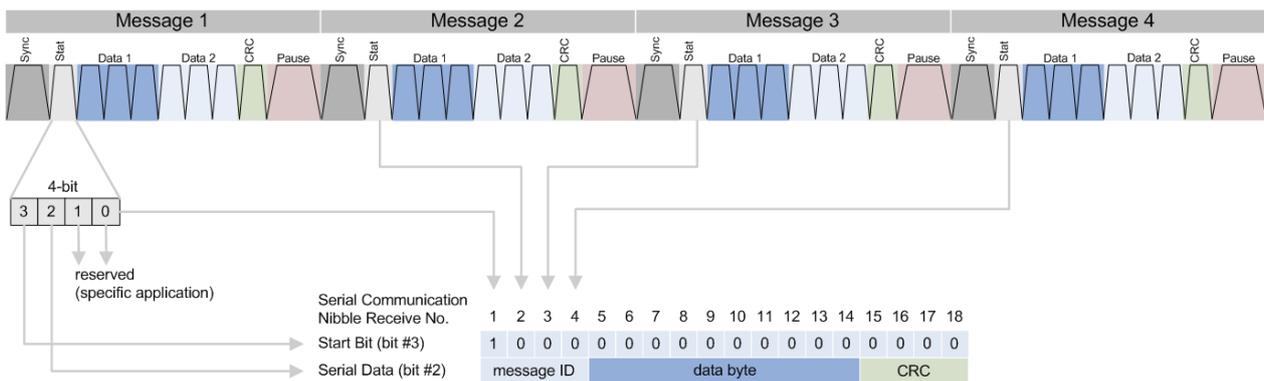
- Erkennt einzelnes Bit, ungerade Anzahl nicht aufeinanderfolgender Sequenzen und Single-Burst-Fehler
- **Pausenpuls**
  - Ein einziger optionaler Puls
  - Variable Pulslänge: 12 bis 768 Takt-Ticks
  - Ermöglicht Erstellung einer Übertragung mit einer konstanten Anzahl von Takt-Ticks

## SENT Slow Channel

### Short-Serial-Message-Format

Zur Übertragung einer Slow-Channel-Nachricht werden zwei Bits in eine Fast-Channel-Nachricht eingeschlossen; siehe Status-Nibble (Bit 2,3) in [Bild 9-40](#).

Um eine Short Serial Message vollständig zu übertragen, werden 16 Fast-Channel-Nachrichten benötigt. Voraussetzung für die vollständige Übertragung der Slow-Channel-Nachricht sind 16 aufeinanderfolgende fehlerfreie Fast-Channel-Übertragungen.



**Bild 9-40: Einzelne serielle Nachricht, zusammengesetzt aus 16 aufeinanderfolgende SENT-Fast-Channel-Übertragungen**

### Enhanced-Serial-Message-Format

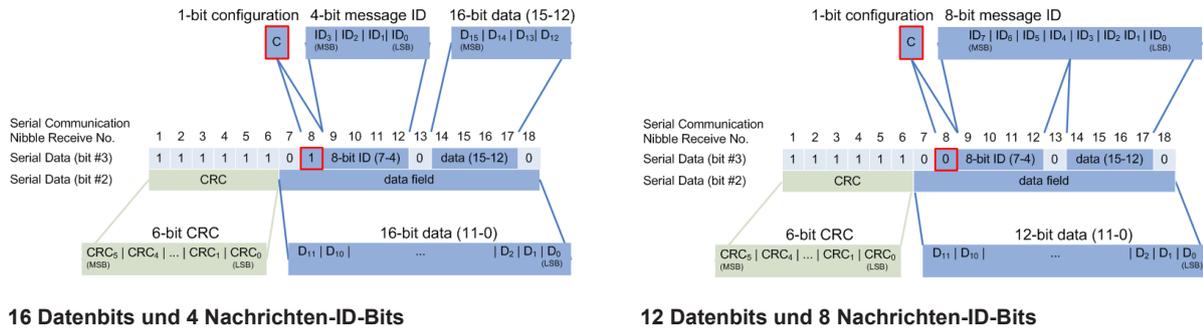
Zur Übertragung einer Enhanced Serial Message sind 18 Fast-Channel-Übertragungen erforderlich. Jeder Slow-Channel-Nachricht wird eine Nachrichten-ID zugewiesen, die mit den Daten übertragen wird.

Das Enhanced-Serial-Message-Format bietet zwei Alternativen zur Konfiguration der Nachricht:

- 4 ID-Bits und 16 Datenbits
- 8 ID-Bits und 12 Datenbits

Die folgenden Bilder zeigen die Varianten.

Tabelle 9-11: Enhanced-Serial-Message-Formate

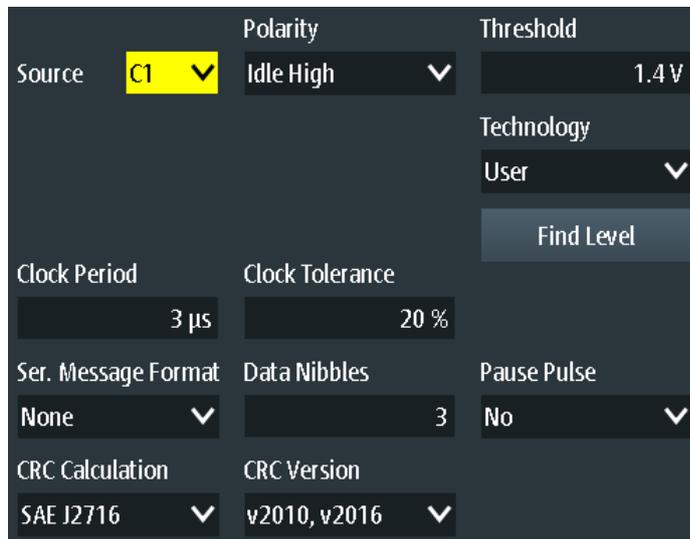


16 Datenbits und 4 Nachrichten-ID-Bits

12 Datenbits und 8 Nachrichten-ID-Bits

### 9.7.2 SENT-Konfigurationseinstellungen

Zugriff: „Bus“-Menü > „Busprotokoll“ (Bus Protocol) = „SENT“ > „Konfig“ (Config)



Quelle (Source).....	249
Polarität (Polarity).....	250
Schwelle (Threshold), Technologie (Technology), Pegel suchen (Find Level).....	250
Taktperiode.....	250
Takttoleranz.....	250
Ser. Datenformat.....	250
Daten-Nibble.....	250
Pausenpuls (Pause Pulse).....	251
CRC-Kalkul.....	251
CRC-Version.....	251
Frame-Länge.....	251

#### Quelle (Source)

Gibt die Quelle der Leitung an. Es sind alle aktiven analogen Kanäle nutzbar.

Wenn Option R&S RTH-B1 installiert ist, können auch digitale Kanäle als Quelle verwendet werden.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SENT:DATA:SOURce](#) auf Seite 498

### **Polarität (Polarity)**

Legt den Leerlaufzustand fest: „Idle Low“ oder „Idle High“.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SENT:POLarity](#) auf Seite 498

### **Schwelle (Threshold), Technologie (Technology), Pegel suchen (Find Level)**

Legt den Schwellenwert für die Digitalisierung von Signalen fest. Ist der Signalwert höher als der Schwellenwert, ist der Signalzustand High. Andernfalls gilt der Signalzustand als Low.

Sie können die Schwellenspannungen für verschiedene Technologien in der Liste „Technologie“ auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert in „Schwelle“ eingeben. Sie können es über „Pegel suchen“ (Find Level) auch dem Gerät überlassen, den geeigneten Schwellenwert einzustellen.

Eine Änderung der Schwellenwerte in der Buskonfiguration ändert auch die Schwellenwerte von analogen Kanälen im Menü „Vertical“ bzw. von Logikkanälen im Menü „Logic“.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SENT:DATA:THReshold](#) auf Seite 498

[BUS:SENT:TECHnology](#) auf Seite 498

[BUS:SETRefllevels](#) auf Seite 450

[CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel](#) auf Seite 327

### **Taktperiode**

Gibt die senderspezifische nominelle Taktperiode (Takt-Tick) an.

Die Taktperiode und Signallänge bestimmen die Übertragungsgeschwindigkeit.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SENT:CLKPeriod](#) auf Seite 499

### **Takttoleranz**

Gibt eine tolerierte Abweichung des Takts an.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SENT:CLKTolerance](#) auf Seite 499

### **Ser. Datenformat**

Gibt das Protokollformat im übertragenen Signal an.

„Kurz“	Short-Serial-Message-Format (normale Nachrichten)
„Erweitert“	Enhanced-Serial-Message-Format (erweiterte Nachrichten)
„Ohne“	Keine seriellen Nachrichten. Nur Übertragungssequenzen.

Fernsteuerbefehl:

[BUS:SENT:SFORmat](#) auf Seite 500

### **Daten-Nibble**

Gibt die Anzahl Dateneinheiten in einer einzelnen Übertragungssequenz an.

Die maximale Anzahl Daten-Nibbles ist 6.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SENT:DNIBbles` auf Seite 499

### **Pausenpuls (Pause Pulse)**

Gibt an, ob nach dem Prüfsummen-Nibble ein Pausenpuls gesendet wird.

Mithilfe dieses Pulses kann eine Übertragung mit einer konstanten Anzahl Takt-Ticks erstellt werden. Der Pausenpuls kann minimal 12 Takt-Ticks bis maximal 768 (3\*256) Ticks lang sein.

„Nein“

Kein Pausenpuls zwischen den Übertragungssequenzen.

„Ja“

Pausenpuls mit einer festen Länge am Ende jeder Übertragungssequenz.

Das R&S RTH berechnet die Länge des Pausenpulses automatisch.

„Const. Frame Len.“

Pausenpuls mit dynamischer Länge, um eine feste Übertragungssequenzlänge beizubehalten.

Legen Sie die konstante Framelänge fest, indem Sie die Anzahl Takt-Ticks unter „Frame-Länge“ auf Seite 251 angeben.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SENT:PPULse` auf Seite 500

### **CRC-Kalkul.**

Gibt die Methode für die CRC-Berechnung an.

SENT CRC berechnet die Prüfsumme über alle Nibbles außer Kommunikations- und Status-Nibble.

„SAE\_J2716“

Berechnet den CRC-Wert gemäß dem SAE-Standard.

„TLE\_4998X“

Berechnet den CRC-Wert gemäß der Standardberechnungsmethode für Infineon TLE\_4998X-Sensoren.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SENT:CRMethod` auf Seite 499

### **CRC-Version**

Gibt die Version an, auf der die CRC-Prüfung basiert.

„Legacy“

Basiert auf der CRC-Berechnungsversion, die vor 2010 verwendet wurde.

„v2010, v2016“

Basiert auf der aktuellen CRC-Berechnungsversion, die 2010/2016 aktualisiert wurde.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SENT:CRVersion` auf Seite 499

### **Frame-Länge**

Gibt die Framelänge in Ticks an. Dieser Einstellungsparameter wird im Dialog angezeigt, wenn das Signal eine konstante Framelänge hat.

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SENT:PPFLength` auf Seite 500

### 9.7.3 SENT-Triggereinstellungen

Zugriff: [Setup] ([Trigger]) > „Triggertyp“ = „Bus“



SENT-Trigger.....	252
Statusmuster.....	253
Statusbezug.....	253
Datenmuster.....	253
Datenbezug.....	253
Kennungsmuster.....	253
Kennungsbezug.....	254
Sync-Puls-Fehler.....	254
Pulseperiodenfehler.....	254
FAST CRC-Fehler.....	254
SLOW CRC-Fehler.....	254
Frame-Längenfehler.....	255

#### SENT-Trigger

Gibt den Typ des SENT-Triggers an. Abhängig vom ausgewählten Wert sind verschiedene zusätzliche Parameter verfügbar.

„Sync/Calib“

Triggert auf das Ende des Synchronisations-/Kalibrierungspulses.

„Fast Status“

Setzt den Trigger auf einen bestimmten Status oder ein bestimmtes Muster vom Fast Channel.

„Fast Status and Data“

Setzt den Trigger auf eine Kombination aus Status und Datenbedingung vom Fast Channel. Triggert auf das Ende des letzten Daten-Nibbles.

**„Slow ID“**

Setzt den Trigger auf einen bestimmten Identifier oder ein bestimmtes Muster vom Slow Channel. Das Gerät triggert auf das Ende der letzten Übertragungssequenz, was die letzten seriellen Bits des Slow Channel einschließt.

**„Slow ID and Data“**

Setzt den Trigger auf eine Kombination aus Identifier und Datenbedingung vom Slow Channel. Das Gerät triggert auf das Ende der letzten Übertragungssequenz, was die letzten seriellen Bits des Slow Channel einschließt.

**„Fehlerbedingung“**

Identifiziert verschiedene Fehler im Frame. Sie können einen oder mehrere Fehlertypen als Triggerbedingung auswählen.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SENT:TYPE` auf Seite 501

**Statusmuster**

Gibt das zu suchende Statusmuster im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie das Muster in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SENT:STATus` auf Seite 502

**Statusbezug**

Gibt an, wie das angegebene Statusmuster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn die erfasste Adresse gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SENT:SCONdition` auf Seite 502

**Datenmuster**

Gibt das zu suchende Datenmuster im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie das Muster in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SENT:DATA` auf Seite 501

**Datenbezug**

Gibt an, wie das angegebene Datenmuster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn die erfasste Adresse gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

`TRIGger:SENT:DCONdition` auf Seite 501

**Kennungsmuster**

Gibt das zu suchende Identifier-Muster im binären oder hexadezimalen Format an. Geben Sie das Muster in der MSB-zuerst-Bitfolge ein.

Siehe auch: [Kapitel 3.6.12.1, „Musterdefinition“](#), auf Seite 78.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SENT:IDENTifier](#) auf Seite 502

### **Kennungsbezug**

Gibt an, wie das angegebene Identifier-Muster mit dem erfassten Signal verglichen wird. Das Gerät triggert, wenn die erfasste Adresse gleich oder ungleich dem definierten Muster ist.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SENT:ICONdition](#) auf Seite 502

### **Sync-Puls-Fehler**

Erkennt einen Synchronisierungs-/Kalibrierungspulsfehler in Übertragungssequenzen des Fast Channel. Ein Fehler tritt in folgenden Fällen auf:

- Die Dauer des Synchronisierungs-/Kalibrierungspulses (in Ticks) ist kleiner als  $56 \cdot (1 - \text{Takttoleranz})$  oder größer als  $56 \cdot (1 + \text{Takttoleranz})$ .
- Die Synchronisierungs-/Kalibrierungspulsdauer des Frames (n-1) weicht um mehr als 1,5625% von der Kalibrierungs-/Synchronisierungspulsdauer des Frames (n) ab.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SENT:PULSEerror](#) auf Seite 503

### **Pulseperiodenfehler**

Erkennt einen Fehler im Synchronisierungs-/Kalibrierungspuls in Übertragungssequenzen des Fast Channel. Ein Fehler tritt in folgenden Fällen auf:

- Anzahl Low-Ticks ist kleiner als 4 Ticks.
- Nibble-Wert  $< 0$  (weniger als 12 Ticks) oder  $> 15$  (mehr als 27 Ticks).

Anhand des Pulseperiodenfehlers können Sie auch einen Nibble-Längenfehler der vorherigen Übertragungssequenz erkennen.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SENT:PPERioderror](#) auf Seite 503

### **FAST CRC-Fehler**

Erkennt einen Prüfsummenfehler in den Übertragungssequenzen des Fast Channel. Die CRC-Länge beträgt vier Bits.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SENT:FCRCerror](#) auf Seite 502

### **SLOW CRC-Fehler**

Erkennt einen Prüfsummenfehler in seriellen Nachrichten des Slow Channel. Die CRC-Länge beträgt vier Bits für Short Serial Messages und sechs Bits für Enhanced Serial Messages.

Fernsteuerbefehl:

[TRIGger:SENT:SCRCerror](#) auf Seite 503

**Frame-Längenfehler**

Erkennt Framelängenfehler in Übertragungssequenzen, wenn **Pausenpuls (Pause Pulse)** auf „Konst. Länge“ eingestellt ist.

Ein Framelängenfehler tritt auf, wenn die Gesamtlänge der Übertragungssequenz (einschließlich Pausenpuls) nicht mit der **Frame-Länge** übereinstimmt.

Fernsteuerbefehl:

**TRIGger:SENT:IRFLength** auf Seite 503

**9.7.4 Label-Liste für SENT**

Für alle Protokolle mit ID- oder Adressidentifizierung können Label-Listen erstellt werden, die Adressen bzw. IDs, einen symbolischen Namen für jeden Knoten sowie protokollspezifische Information enthalten.

Sie können Label-Listen laden und ihre Nutzung für die Decodierung aktivieren. Es wird dann eine Spalte namens „Label“, die den symbolischen Namen enthält, zur Tabelle mit den „Decodierungsergebnissen“ hinzugefügt. In den Frame-Titeln des decodierten Signals wird statt der ID oder Adresse der symbolische Name angezeigt. Damit sind die Nachrichten der verschiedenen Busknoten einfacher erkennbar.

Sie können die Label-Liste auch zum Triggern auf einen Identifier oder eine Adresse nutzen. Statt den Wert einzugeben, können Sie den in der Label-Liste angegebenen Namen auswählen.

Label-Listen für SENT stellen eine hilfreiche Möglichkeit dar, die decodierten Daten in ein Benutzerformat umzusetzen. Die Label-Listen sind weitgehend anpassbar. Das Format für die Angabe der Listenbeschreibung wird als `.xml`-Datei bereitgestellt und mit einem Beispiel erläutert (siehe „**Struktur der Label-Liste für SENT-Protokoll**“ auf Seite 255).

Allgemeine Informationen zur „Label-Liste“ finden Sie in **Kapitel 9.1.3, „Label-Listen“**, auf Seite 194.

**Struktur der Label-Liste für SENT-Protokoll**

```
<sb:FRAME NAME="Diagnostic Error Codes" STATE="ON">
  <!-- Start of a Frame Definition -->
  <!-- This block defines the information of a Transmission Sequence
  or Serial Message:
  NAME => Symbolic Label of the Frame
  STATE [ON/OFF] => When ON, this frame Translation is taken into consideration.
  When OFF, this frame Translation is skipped.-->
<sb:DESCRIPTION> used to diagnose the current SENT System</sb:DESCRIPTION>
  <!-- Doesn't affect the Translation -->
<sb:ID-VALUE>01</sb:ID-VALUE>
  <!-- ID Value of the Serial Message (in decimal) -->
  <!-- Absence of the ID-VALUE field implies that the current Frame Translation
  is to be used for Transmission Sequences and not for a Serial Message -->
<sb:ID-LENGTH>8</sb:ID-LENGTH>
```

```

    <!-- ID Length of the Serial Message (in bits) -->
<sb:DATA-SIZE>12</sb:DATA-SIZE>
    <!-- Data Length of the Serial Message (in bits) -->
<sb:SIGNALS>
    <!-- This block defines the information of the Signals embedded
        in the Data Field of the Frame (Transmission Sequence or Serial Message) -->
<sb:SIGNAL ID="Diagnostic">
    <!-- Unique ID of the Signal (no effect on Translation) -->
<sb:SHORT-NAME>Diagnostic Code</sb:SHORT-NAME>
    <!-- Name of the Signal -->
<sb:DESCRIPTION></sb:DESCRIPTION>
    <!-- Info Field (no effect on Translation) -->
<sb:BIT-POSITION>11</sb:BIT-POSITION>
    <!-- Ending Bit position of the Signal
        (The whole Data Field is represented as MSB -> LSB Sequence) -->
<sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
    <!-- Number of Bits representing the Signal Value -->
<sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
    <!-- Byte Order of the Signal Value [MSB or LSB], Default: MSB -->
<sb:VALUE-TYPE>ENUM</sb:VALUE-TYPE>
    <!-- Representation of the Bits [ENUM, UNSIGNED_INT, INT, FLOAT, DOUBLE],
        Default: UNSIGNED_INT
        The Signal Value is calculated according to the following:
        Translated_Value = Encoded_Value * FACTOR + OFFSET -->
<sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
    <!-- Signal Factor (decimal value)-->
<sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
    <!-- Signal Offset (decimal value)-->
<sb:MIN>0</sb:MIN>
    <!-- Minimum Signal Value (decimal value) -->
<sb:MAX>4096</sb:MAX>
    <!-- Maximum Signal Value (decimal value) -->
<sb:ENUM-VALUES>
    <!-- This block is only valid (and taken into consideration)
        when the VALUE-TYPE is ENUM
        It defines the Enumeration List Translation of the Signal -->
<sb:ENUM INDEX="0" LABEL="No Error"/>
    <!-- INDEX is the Enum Value (corresponds to the Signal Value in decimal),
        LABEL is the matching Translated Signal Value -->
<sb:ENUM INDEX="1" LABEL="Channel 1 out of range high"/>
</sb:ENUM-VALUES>
    <!-- End of Signal Enumeration List Definition -->
</sb:SIGNAL>
    <!-- End of a Signal Definition -->
    <!-- More Signals can be defined here! -->
</sb:SIGNALS>
    <!-- End of list of Signals Definition -->
</sb:FRAME>
    <!-- End of Frame Definition -->

```

Ein Beispiel für die Umsetzung über die Label-Liste finden Sie in [Kapitel 9.7.4.1](#), „Beispiel für Umsetzung über Label-Liste für SENT“, auf Seite 258.

ID Type	ID Value	Label
4 bit	[hex]0	Air Temperature
8 bit	[hex]01	Diagnostic Error Codes: - Diagnostic Code
4 bit	[hex]A	SENT Standard Revision: - Revision
8 bit	[hex]03	Sensor Type: - Sensor Class
---	---	Simu-Dual Throttle Position: - TPS1 - TPS2

Control Panel Options:

- SE VT B Auto Trig'd 2017-05-15 16:46:18
- Hexadecimal
- Display Labels
- Symbolic Decod
- Load Label List
- Show Label List (5)
- Remove Label List
- Back

Bild 9-41: Label-Liste für SENT



Bild 9-42: SENT-Decodierungsergebnisse mit Umsetzung über Label-Liste

Fernsteuerbefehl:

`BUS:SENT:FRAME<m>:SYMBOL?` auf Seite 508

### 9.7.4.1 Beispiel für Umsetzung über Label-Liste für SENT

Das Beispiel zeigt die xml-Sequenz für die Umsetzung über eine Label-Liste im SENT-Protokoll:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<sb:LABEL-LIST-FILE>
  <sb:PROJECT ID="SENT-TRANSLATION SYSTEM">
    <sb:SHORT-NAME>SENT</sb:SHORT-NAME>
    <sb:LONG-NAME>SENT-Translation System Demo</sb:LONG-NAME>
    <sb:DESCRIPTION>This is the database for Translation demo for SENT.</sb:DESCRIPTION>
  </sb:PROJECT>
  <sb:FRAMES>
    <sb:FRAME NAME="Air Temperature" STATE="ON">
      <sb:DESCRIPTION></sb:DESCRIPTION>
      <sb:ID-VALUE>0</sb:ID-VALUE>
      <sb:ID-LENGTH>4</sb:ID-LENGTH>
      <sb:DATA-SIZE>16</sb:DATA-SIZE>
    </sb:FRAME>
    <sb:FRAME NAME="Humidity" STATE="OFF">
      <sb:DESCRIPTION></sb:DESCRIPTION>
      <sb:ID-VALUE>2</sb:ID-VALUE>
      <sb:ID-LENGTH>4</sb:ID-LENGTH>
      <sb:DATA-SIZE>16</sb:DATA-SIZE>
    </sb:FRAME>
    <sb:FRAME NAME="Barometric Pressure" STATE="OFF">
      <sb:DESCRIPTION></sb:DESCRIPTION>
      <sb:ID-VALUE>4</sb:ID-VALUE>
      <sb:ID-LENGTH>4</sb:ID-LENGTH>
      <sb:DATA-SIZE>16</sb:DATA-SIZE>
    </sb:FRAME>
    <sb:FRAME NAME="Configuration Code" STATE="OFF">
      <sb:DESCRIPTION></sb:DESCRIPTION>
      <sb:ID-VALUE>04</sb:ID-VALUE>
      <sb:ID-LENGTH>8</sb:ID-LENGTH>
      <sb:DATA-SIZE>12</sb:DATA-SIZE>
    </sb:FRAME>
    <sb:FRAME NAME="Manufacturer Code" STATE="OFF">
      <sb:DESCRIPTION></sb:DESCRIPTION>
      <sb:ID-VALUE>05</sb:ID-VALUE>
      <sb:ID-LENGTH>8</sb:ID-LENGTH>
      <sb:DATA-SIZE>12</sb:DATA-SIZE>
    </sb:FRAME>
    <sb:FRAME NAME="Sensor Type" STATE="ON">
      <sb:DESCRIPTION>specifies the SENT Sensor Type</sb:DESCRIPTION>
      <sb:ID-VALUE>03</sb:ID-VALUE>
      <sb:ID-LENGTH>8</sb:ID-LENGTH>
      <sb:DATA-SIZE>12</sb:DATA-SIZE>
      <sb:SIGNALS>
        <sb:SIGNAL ID="Sensor Class">
```

```

<sb:SHORT-NAME>Sensor Class</sb:SHORT-NAME>
<sb:BIT-POSITION>11</sb:BIT-POSITION>
<sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
<sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
<sb:VALUE-TYPE>ENUM</sb:VALUE-TYPE>
<sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
<sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
<sb:MIN>0</sb:MIN>
<sb:MAX>32.0</sb:MAX>
<sb:ENUM-VALUES>
  <sb:ENUM INDEX="0" LABEL="Not Specified"/>
  <sb:ENUM INDEX="1" LABEL="P"/>
  <sb:ENUM INDEX="2" LABEL="P/-"/>
  <sb:ENUM INDEX="3" LABEL="P/S"/>
  <sb:ENUM INDEX="4" LABEL="P/S/Default T"/>
  <sb:ENUM INDEX="5" LABEL="P/S/Sensor-Specific T"/>
  <sb:ENUM INDEX="6" LABEL="P1/P2"/>
  <sb:ENUM INDEX="7" LABEL="P/Default T"/>
  <sb:ENUM INDEX="8" LABEL="P/Sensor-Specific T"/>
  <sb:ENUM INDEX="9" LABEL="P1/P2/Default T"/>
  <sb:ENUM INDEX="10" LABEL="P1/P2/Sensor-Specific T"/>
  <sb:ENUM INDEX="16" LABEL="Not Defined"/>
  <sb:ENUM INDEX="17" LABEL="MAF (hi-res,lin)"/>
  <sb:ENUM INDEX="18" LABEL="MAF (hi-res,non-lin)"/>
  <sb:ENUM INDEX="19" LABEL="MAF (hi-res,lin) / Pressure"/>
  <sb:ENUM INDEX="20" LABEL="MAF (hi-res,non-lin) / Pressure"/>
  <sb:ENUM INDEX="21" LABEL="MAF (lin) / Pressure (hi-res)"/>
  <sb:ENUM INDEX="22" LABEL="MAF (non-lin) / Pressure (hi-res)"/>
</sb:ENUM-VALUES>
</sb:SIGNAL>
</sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="SENT Standard Revision" STATE="ON">
  <sb:SHORT-NAME>SENT Standard</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DESCRIPTION>specifies the SENT Standard Revision Number</sb:DESCRIPTION>
  <sb:ID-VALUE>10</sb:ID-VALUE>
  <sb:ID-LENGTH>4</sb:ID-LENGTH>
  <sb:DATA-SIZE>8</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Revision">
      <sb:SHORT-NAME>Revision</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>SENT-Standard Revision Number</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>7</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>8</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:VALUE-TYPE>ENUM</sb:VALUE-TYPE>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>4.0</sb:MAX>
    </sb:SIGNAL>
  </sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>

```

```

    <sb:ENUM-VALUES>
      <sb:ENUM INDEX="0" LABEL="Not defined"/>
      <sb:ENUM INDEX="1" LABEL="J2716 Rev 1"/>
      <sb:ENUM INDEX="2" LABEL="J2716 Rev 2"/>
      <sb:ENUM INDEX="3" LABEL="J2716 Rev 3"/>
    </sb:ENUM-VALUES>
  </sb:SIGNAL>
</sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Diagnostic Error Codes" STATE="ON">
  <sb:DESCRIPTION>used to diagnose the current SENT System</sb:DESCRIPTION>
  <sb:ID-VALUE>01</sb:ID-VALUE>
  <sb:ID-LENGTH>8</sb:ID-LENGTH>
  <sb:DATA-SIZE>12</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Diagnostic">
      <sb:SHORT-NAME>Diagnostic Code</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION></sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>11</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:VALUE-TYPE>ENUM</sb:VALUE-TYPE>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>4096</sb:MAX>
      <sb:ENUM-VALUES>
        <sb:ENUM INDEX="0" LABEL="No Error"/>
        <sb:ENUM INDEX="1" LABEL="Channel 1 out of range high"/>
        <sb:ENUM INDEX="2" LABEL="Channel 1 out of range low"/>
        <sb:ENUM INDEX="3" LABEL="Initialization Error (Channel 1)"/>
        <sb:ENUM INDEX="4" LABEL="Channel 2 out of range high"/>
        <sb:ENUM INDEX="5" LABEL="Channel 2 out of range low"/>
        <sb:ENUM INDEX="6" LABEL="Initialization Error (Channel 2)"/>
        <sb:ENUM INDEX="7" LABEL="Channel 1 and 2 Rationality Error"/>
        <sb:ENUM INDEX="1025" LABEL="Slow Channel Temperature out of range high"/>
        <sb:ENUM INDEX="1026" LABEL="Slow Channel Temperature out of range low"/>
        <sb:ENUM INDEX="1027" LABEL="Slow Channel Temperature initialization error"/>
        <sb:ENUM INDEX="1028" LABEL="Slow Channel Humidity out of range high"/>
        <sb:ENUM INDEX="1029" LABEL="Slow Channel Humidity out of range low"/>
        <sb:ENUM INDEX="1030" LABEL="Slow Channel Humidity initialization error"/>
        <sb:ENUM INDEX="1031" LABEL="Slow Channel Barometric Pressure out of range high"/>
        <sb:ENUM INDEX="1032" LABEL="Slow Channel Barometric Pressure out of range low"/>
        <sb:ENUM INDEX="1033" LABEL="Slow Channel Barometric Pressure initialization error"/>
      </sb:ENUM-VALUES>
    </sb:SIGNAL>
  </sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Simu-Dual Throttle Position" STATE="ON">
  <sb:SHORT-NAME>DTP</sb:SHORT-NAME>

```

```

<sb:DATA-SIZE>20</sb:DATA-SIZE>
<sb:SIGNALS>
  <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
    <sb:SHORT-NAME>TPS1</sb:SHORT-NAME>
    <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
    <sb:BIT-POSITION>19</sb:BIT-POSITION>
    <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
    <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
    <sb:VALUE-TYPE>UNSIGNED_INT</sb:VALUE-TYPE>
    <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
    <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
    <sb:MIN>0</sb:MIN>
    <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
    <sb:UNIT></sb:UNIT>
  </sb:SIGNAL>
  <sb:SIGNAL ID="Channel_2">
    <sb:SHORT-NAME>TPS2</sb:SHORT-NAME>
    <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
    <sb:BIT-POSITION>7</sb:BIT-POSITION>
    <sb:BIT-LENGTH>8</sb:BIT-LENGTH>
    <sb:BYTE-ORDER>LSB</sb:BYTE-ORDER>
    <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
    <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
    <sb:MIN>0</sb:MIN>
    <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
    <sb:UNIT></sb:UNIT>
  </sb:SIGNAL>
</sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Dual Throttle Position" STATE="OFF">
  <sb:SHORT-NAME>DTP</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DATA-SIZE>24</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
      <sb:SHORT-NAME>TPS1</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>23</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:VALUE-TYPE>UNSIGNED_INT</sb:VALUE-TYPE>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
      <sb:UNIT></sb:UNIT>
    </sb:SIGNAL>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_2">
      <sb:SHORT-NAME>TPS2</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>11</sb:BIT-POSITION>

```

```

    <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
    <sb:BYTE-ORDER>LSB</sb:BYTE-ORDER>
    <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
    <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
    <sb:MIN>0</sb:MIN>
    <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
    <sb:UNIT></sb:UNIT>
  </sb:SIGNAL>
</sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Mass Air Flow (16)" STATE="OFF">
  <sb:SHORT-NAME>MAF/P</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DATA-SIZE>24</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
      <sb:SHORT-NAME>MAF</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>23</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>16</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
      <sb:UNIT></sb:UNIT>
    </sb:SIGNAL>
  </sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Mass Air Flow (16/8)" STATE="OFF">
  <sb:SHORT-NAME>MAF/P</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DATA-SIZE>24</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
      <sb:SHORT-NAME>MAF</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>23</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>16</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
      <sb:UNIT></sb:UNIT>
    </sb:SIGNAL>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_2">
      <sb:SHORT-NAME>Pressure</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>7</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>8</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>LSB</sb:BYTE-ORDER>

```

```

    <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
    <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
    <sb:MIN>0</sb:MIN>
    <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
    <sb:UNIT></sb:UNIT>
  </sb:SIGNAL>
</sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Mass Air Flow (14/10)" STATE="OFF">
  <sb:SHORT-NAME>MAF/P</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DATA-SIZE>24</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
      <sb:SHORT-NAME>MAF</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>23</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>14</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
      <sb:UNIT></sb:UNIT>
    </sb:SIGNAL>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_2">
      <sb:SHORT-NAME>Pressure</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>9</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>10</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>LSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
      <sb:UNIT></sb:UNIT>
    </sb:SIGNAL>
  </sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Single Secure Sensor" STATE="OFF">
  <sb:SHORT-NAME>SSS</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DATA-SIZE>24</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
      <sb:SHORT-NAME>Ch1</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>23</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>

```

```

    <sb:MIN>0</sb:MIN>
    <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
    <sb:UNIT></sb:UNIT>
  </sb:SIGNAL>
<sb:SIGNAL ID="Channel_2">
  <sb:SHORT-NAME>Counter</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
  <sb:BIT-POSITION>11</sb:BIT-POSITION>
  <sb:BIT-LENGTH>8</sb:BIT-LENGTH>
  <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
  <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
  <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
  <sb:MIN>0</sb:MIN>
  <sb:MAX>256.0</sb:MAX>
  <sb:UNIT></sb:UNIT>
</sb:SIGNAL>
</sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Pressure Sensor" STATE="OFF">
  <sb:SHORT-NAME>P</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DATA-SIZE>24</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
      <sb:SHORT-NAME>Pressure1</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>23</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
      <sb:UNIT></sb:UNIT>
    </sb:SIGNAL>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_2">
      <sb:SHORT-NAME>Pressure2</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>"</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>11</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>LSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
      <sb:UNIT></sb:UNIT>
    </sb:SIGNAL>
  </sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Pressure and Temperature Sensor" STATE="OFF">
  <sb:SHORT-NAME>P/T</sb:SHORT-NAME>

```

```

<sb:DATA-SIZE>24</sb:DATA-SIZE>
<sb:SIGNALS>
  <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
    <sb:SHORT-NAME>Pressure</sb:SHORT-NAME>
    <sb:DESCRIPTION>""</sb:DESCRIPTION>
    <sb:BIT-POSITION>23</sb:BIT-POSITION>
    <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
    <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
    <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
    <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
    <sb:MIN>0</sb:MIN>
    <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
    <sb:UNIT></sb:UNIT>
  </sb:SIGNAL>
  <sb:SIGNAL ID="Channel_2">
    <sb:SHORT-NAME>Temperature</sb:SHORT-NAME>
    <sb:DESCRIPTION>""</sb:DESCRIPTION>
    <sb:BIT-POSITION>11</sb:BIT-POSITION>
    <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
    <sb:BYTE-ORDER>LSB</sb:BYTE-ORDER>
    <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
    <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
    <sb:MIN>0</sb:MIN>
    <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
    <sb:UNIT></sb:UNIT>
  </sb:SIGNAL>
</sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
<sb:FRAME NAME="Pressure and Secure Sensor" STATE="OFF">
  <sb:SHORT-NAME>P/S</sb:SHORT-NAME>
  <sb:DATA-SIZE>24</sb:DATA-SIZE>
  <sb:SIGNALS>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_1">
      <sb:SHORT-NAME>Pressure</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>""</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>23</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>12</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>
      <sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
      <sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
      <sb:MIN>0</sb:MIN>
      <sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
      <sb:UNIT></sb:UNIT>
    </sb:SIGNAL>
    <sb:SIGNAL ID="Channel_2">
      <sb:SHORT-NAME>Counter</sb:SHORT-NAME>
      <sb:DESCRIPTION>""</sb:DESCRIPTION>
      <sb:BIT-POSITION>11</sb:BIT-POSITION>
      <sb:BIT-LENGTH>8</sb:BIT-LENGTH>
      <sb:BYTE-ORDER>MSB</sb:BYTE-ORDER>

```

```

<sb:FACTOR>1.0</sb:FACTOR>
<sb:OFFSET>0.0</sb:OFFSET>
<sb:MIN>0</sb:MIN>
<sb:MAX>10000.0</sb:MAX>
<sb:UNIT></sb:UNIT>
</sb:SIGNAL>
</sb:SIGNALS>
</sb:FRAME>
</sb:FRAMES>
</sb:LABEL-LIST-FILE>

```

### 9.7.5 SENT-Decodierungsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Wabenanzeige und die Tabelle mit Decodierungsergebnissen von decodierten SENT-Bussen beschrieben. Grundlegende Informationen zur Decodierung und Anzeige von Decodierungsergebnissen finden Sie in [Kapitel 9.1.2, „Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 190.

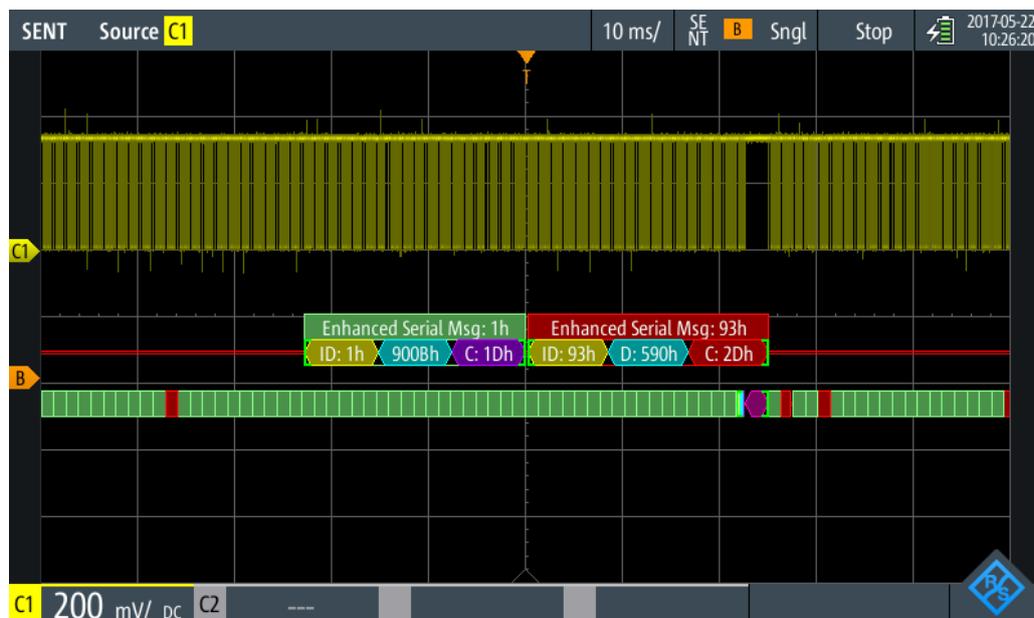


Bild 9-43: Wabenanzeige eines decodierten SENT-Signals, getriggert auf Slow ID



Bild 9-44: Wabenanzeige eines decodierten SENT-Signals, getriggert auf Fast CRC

Die Farbcodierung der verschiedenen Protokollabschnitte und Fehler erleichtert die Interpretation der visuellen Anzeige.

Tabelle 9-12: Farbcodes von decodierten SENT-Signalen

Farbe und Anzeigeelement	Beschreibung
Grüne eckige Klammern [...]	Anfang und Ende des Frames
Grüne Frameüberschrift	Datenframe. Der Text gibt die Frame-ID (hex) an.
Magentafarbene Wabe	Pausenpulsfeld
Blaue Wabe	Sync-/Kalibrierungsfeld
Gelbe Wabe	Kennung
Violette Wabe	CRC-Prüfsumme
Cyanfarbene Wabe	Datenbytes
Rot	Fehler in Frame, CRC-Fehler, Nibble-Längenfehler, Pulsperiodenfehler, Framelängenfehler, unvollständiger Frame

Im „Protocol“-Modus werden die decodierten Daten in Tabellenform angezeigt. Die Fast-Channel-Nachrichten und die Slow-Channel-Nachrichten werden in separaten Tabellen angezeigt.

#	Fast Frame Start	Status [bin]	Values 4 bit [hex]	CRC [hex]	State
1	-5.001 ms		D	4	Incomplete
2	-2.385 ms	0011	3 F B C C C	B	Ok
3	-1.105 ms	0011	3 F A C D		Nibble Len. Err
4	+175 µs	0000	2 5 4 4 A 4	F	Ok
5	+1.455 ms	0000	0 C 6 C 1 5	4	Ok
6	+2.735 ms	0000	F 3 E F 1 6	4	CRC Error
7	+4.015 ms	0000	D C F 4 8		Incomplete

Bild 9-45: Tabellenanzeige eines decodierten SENT-Signals, getriggert auf Pulsperiodenfehler

Tabelle 9-13: Inhalt der Protokolltabelle für decodiertes SENT-Signal

Spalte	Beschreibung
#	Frameindex
Framestart	Zeit des Framestarts
Status	Statuswert
ID [hex]	Identifizier-Wert, hexadezimaler Wert
Werte 8 Bit [Format]	Werte von Datenbytes. Das Datenformat wird im Menü „Bus“ ausgewählt.
CRC [bin]	CRC-Sequenzwert
Zustand	Gesamtzustand des Frames. "Incomplete" bedeutet, dass der Frame nicht vollständig in der Erfassung enthalten ist. Ändern Sie die Zeitskala, oder verschieben Sie den Referenzpunkt nach links, um eine längere Erfassung zu erhalten.

Fernsteuerbefehle werden in [Kapitel 15.11.7.3, „SENT-Decodierungsergebnisse“](#), auf Seite 503 beschrieben.

## 10 Logikanalysator (R&S RTH-B1 MSO)

Die Mixed-Signal-Option R&S RTH-B1 erweitert die klassischen Oszilloskopfunktionen um Logikanalysatorfunktionen. Mit dem Logikanalysator können Sie eingebettete Systeme mit Mixed-Signal-Konzepten, die analoge Signale und zeitkorrelierte digitale Signale simultan verwenden, analysieren und eine Fehlersuche durchführen. Die Option stellt einen Logiktastkopf mit acht Logikkanälen bereit. Das Gerät stellt sicher, dass analoge und digitale Messkurven synchronisiert werden, sodass kritische Zeitabstimmungsinteraktionen zwischen analogen und digitalen Signalen angezeigt und gemessen werden können.

Jeder Logikkanal kann auf dem Bildschirm angezeigt und als Triggerquelle genutzt werden.

- ▶ Zum Aktivieren des Logikanalysator die Taste [LOGIC] kurz drücken.  
Zum Deaktivieren [LOGIC] erneut drücken.
- ▶ Zum Konfigurieren von Logikkanälen die Taste [LOGIC] so lange drücken, bis das Menü „Logic“ geöffnet wird.

Logikkanäle skalieren und vertikal verschieben:

1. Wenn die Logikkanäle nicht im Fokus sind, drücken Sie die Taste [LOGIC], um den Fokus zu setzen.
2. Drücken Sie die vertikalen [RANGE]- und [POS]-Tasten.

### 10.1 Einstellungen des Logikanalysators

Zugriff: „Logic“-Menü



### Logikkanäle (Logic Channels)

Aktiviert oder deaktiviert die Logikkanäle.

Fernsteuerbefehl:

[LOGic:STATE](#) auf Seite 509

### Sichtbar (Visible)

Standardmäßig werden alle acht Logikkanäle angezeigt. Deaktivieren Sie die Logikkanäle, die Sie nicht für die Analyse benötigen.

### Kopp.Schwelle (Couple Thresh.)

Koppelt die Schwellen- und Hysterese-Einstellungen für die Logikkanäle.

Wenn aktiviert, verwenden alle Logikkanäle dieselben Schwellen- und Hysterese-Einstellungen.

Wenn deaktiviert, sind 2 Kanalgruppen verfügbar, die verschiedene Schwellen- und Hysterese-Einstellungen verwenden können: D0 - D3 und D4 - D7.

Fernsteuerbefehl:

[LOGic:THCoupling](#) auf Seite 509

### Schwelle (Threshold)

Gibt den Schwellenwert für die ausgewählte Kanalgruppe oder für alle Logikkanäle an. Das Gerät vergleicht für jeden erfassten Abtastwert die Eingangsspannung mit dem Schwellenwert. Liegt die Eingangsspannung über dem Schwellenwert, wird der Signalzustand "1" gespeichert. Andernfalls wird der Signalzustand "0" gespeichert (Eingangsspannung liegt unter dem Schwellenwert).

Die digitale Schwelle lässt sich auf verschiedene Weise einstellen:

- Für alle Logikkanäle werden derselbe Schwellenwert und dieselbe Hysterese verwendet: Aktivieren Sie „Schwelle“ (Threshold), und legen Sie die Werte für die Kanäle D0 - D3 und D4 - D7 fest.
- Für die einzelnen Kanalgruppen werden unterschiedliche Schwellen und Hysteresen verwendet: Deaktivieren Sie „Schwelle“ (Threshold), und legen Sie für jede Gruppe den Schwellenwert und die Hysterese fest.

Sie können die Schwellenspannungen für verschiedene Typen von integrierten Schaltkreisen in der Liste auswählen oder einen benutzerdefinierten Wert eingeben.

„TTL“	1,4 V
„ECL“	-1,3 V
„CMOS“	2,5 V
„GND“	0 V: für CAN-Kanäle, Option R&S RTH-K3 erforderlich.
„CAN“	2 V: für CAN-Kanäle, Option R&S RTH-K3 erforderlich.
„7-V-Versorgung“	7 V: für LIN-Kanäle, Option R&S RTH-K3 erforderlich.
„12-V-Versorgung“	12 V: für LIN-Kanäle, Option R&S RTH-K3 erforderlich.
„18-V-Versorgung“	18 V: für LIN-Kanäle, Option R&S RTH-K3 erforderlich.

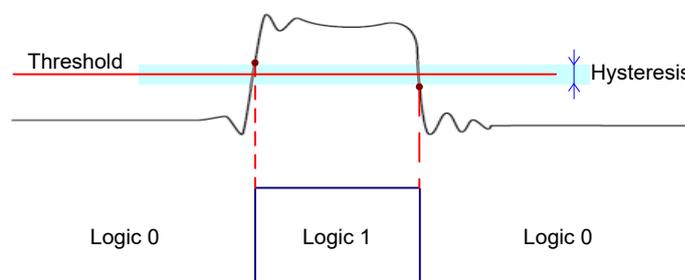
Fernsteuerbefehl:

[LOGic:GROup<m>:TECHnology](#) auf Seite 510

[LOGic:GROup<m>:USER](#) auf Seite 510

### Hysterese (Hysteresis)

Hysterese verhindert die Änderung von Signalzuständen aufgrund von Rauschschwimmungen rund um den Schwellenwertpegel. Stellen Sie eine kleine Hysterese für klare Signale und eine große Hysterese für rauschende Signale ein.



Fernsteuerbefehl:

[LOGic:GROup<m>:HYSTeresis](#) auf Seite 511

**Deskew**

Aktiviert das Deskew.

Deskew kompensiert Verzögerungen, die als schaltkreisspezifisch bekannt sind oder durch unterschiedliche Kabellängen verursacht werden. Die Laufzeitdifferenz zwischen den Tastkopfgehäusen der digitalen Kanäle und den Tastkopfanschlüssen der analogen Kanäle wird vom Gerät automatisch angeglichen.

**Kanalwählen (Select Channel), Deskew**

Deskew kann für alle Kanäle eines Logikastkopfs auf einmal oder für jeden Logikkanal separat eingestellt werden.

Wählen Sie den Kanal aus und geben Sie den Deskew-Wert in „Deskew“ ein.

Fernsteuerbefehl:

`LOGic:CHANnel<m>:DESKew` auf Seite 511

**Alle Deskews auf Null setzen (Set all Deskews to Zero)**

Setzt alle Deskew-Werte auf null zurück.

## 10.2 Triggerung auf Logikkanälen

Jeder digitale Kanal kann als Triggerquelle genutzt werden. Mit dem Mustertrigger können Sie auf logische Kombinationen von analogen und digitalen Kanälen triggern. Zusätzlich kann eine Trigger-Holdoff-Zeit angegeben werden.

Beim Triggern auf Logikkanäle wird der Schwellenwert als Triggerpegel verwendet. Die Einstellung „Triggerpegel“ (Trigger Level) ist nicht verfügbar.

Folgende Triggertypen sind verfügbar, wenn die Triggerquelle ein Logikkanal ist:

- Flanke
- Glitch
- Breite
- Muster: Das Muster kann alle aktiven Logikkanäle nutzen
- Status: Das Muster kann alle aktiven Logikkanäle nutzen
- Data2Clock: Nur der Takt kann ein Logikkanal sein.
- Serielles Muster: Takt- und Datenquelle können Logikkanäle sein.
- Timeout
- Intervall
- Fenster

Für alle Triggertypen außer Flanke, Glitch und Breite ist die Option R&S RTH-K19 erforderlich.

Zur Analyse von seriellen Protokollen können Sie das Protokoll mit Logikkanälen als Quellen konfigurieren und auf Triggertyp „Bus“ triggern. Einzelheiten finden Sie im Kapitel mit der Beschreibung des jeweiligen Busses.

## 10.3 Logikkanäle analysieren

Die wichtigsten Analysewerkzeuge für Logikkanäle sind die Analyse serieller Protokolle ([BUS]) und die Muster- und Zustandstrigger.

Darüber hinaus können Sie in die Anzeige zoomen ([ZOOM]).

Zum Messen von Logikkanälen können wie üblich automatische und Cursor-Messungen verwendet werden. Folgende Messtypen sind verfügbar:

- Periode
- Frequenz
- Positive und negative Pulsbreite
- Positives und negatives Tastverhältnis
- Verzögerung (nur automatische Messungen)
- Phase (nur automatische Messungen)
- Mittelwert
- Zähler positive und negative Pulse
- Zähler steigende und fallende Flanken

Siehe auch: [Kapitel 4.2, „Automatische Messungen“](#), auf Seite 88 und [Kapitel 4.3, „Cursor-Messungen“](#), auf Seite 96.

Die Messkurvendaten können auch exportiert werden: [FILE] > „Messkurven“ (Waveforms)

# 11 Frequenzzähler (R&S RTH-K33)

Der Frequenzzähler ist nur verfügbar, wenn die Option R&S RTH-K33 installiert ist.

Der R&S RTH misst Frequenzen auf verschiedene Weise:

- Im Oszilloskop-Modus können Sie die Funktion für automatische Messungen nutzen.
- Der FFT-Analysemodus wandelt die Daten in den Frequenzbereich um und stellt so ein Spektrum des Eingangssignals bereit (siehe [Kapitel 6.1, „FFT-Modus“](#), auf Seite 119). Während der FFT-Analyse ist die Frequenzauflösung durch die ausgewählten Datenerfassungseinstellungen (Kanalbandbreite, Frequenzdarstellbreite und Zeitskala) beschränkt.
- Um die Frequenz eines Eingangssignals genau bestimmen zu können, ohne die Datenerfassungseinstellungen ändern zu müssen, ist das R&S RTH mit einer Signalzählerfunktion ausgestattet. Der Signalzähler zählt die Nulldurchgänge des Eingangssignals (deshalb der Begriff *Signalzähler*) und leitet den exakten Frequenzwert ab.

Im Zähler-Modus des R&S RTH stehen zwei separate Zähler zur Verfügung. Der eine Zähler kann als Referenz für den zweiten Zähler genutzt werden, sodass die Abweichung vom Referenzwert kompensiert werden kann und die Frequenz noch genauer wird. Alternativ können mit den beiden Zählern verschiedene Eingangssignale gemessen werden.

Mithilfe des Daten-Loggers ist es auch möglich, eine Serie von Frequenzwerten, die über längere Zeit vom Zähler gemessen werden, zu speichern.

## 11.1 Auf Zähler-Modus zugreifen

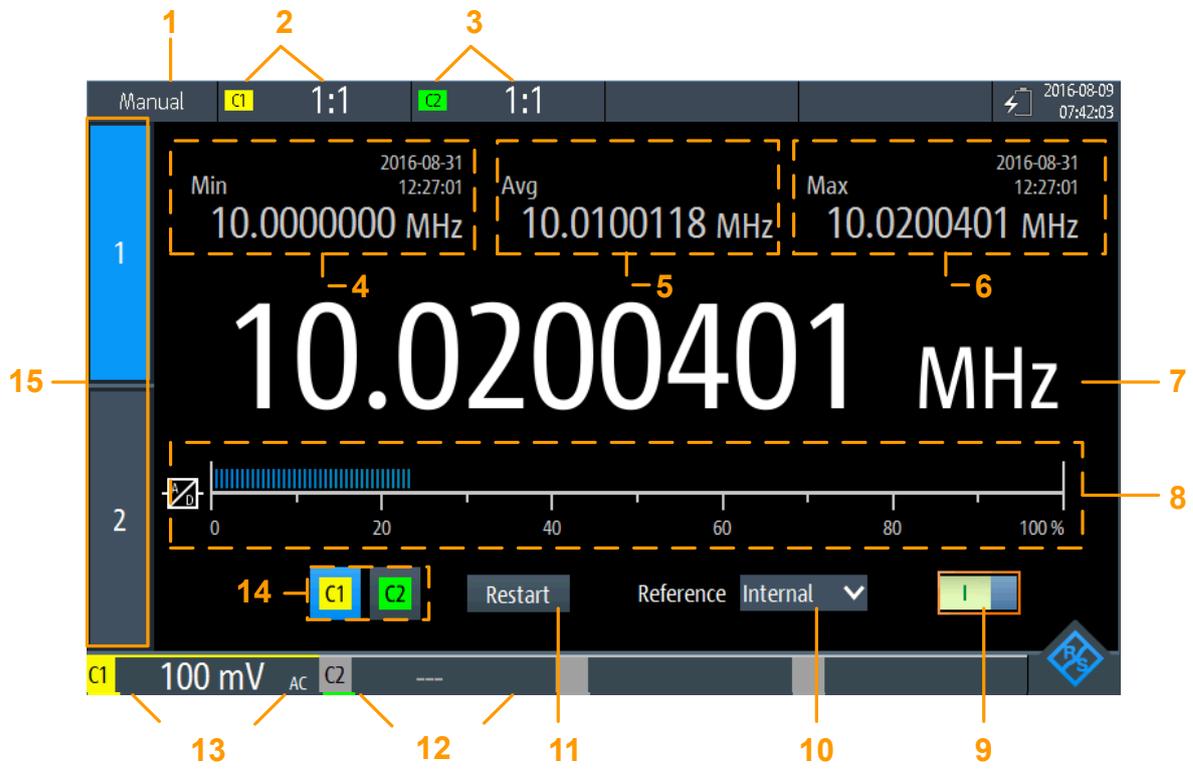
1. Drücken Sie die Taste [MODE].



2. Wählen Sie „Zähler“ aus.



## 11.2 Anzeige und Steuerung



**Bild 11-1: Anzeige für Basiszähler**

- 1 = Status der Messung. „Manual“: Messung läuft mit manuellem Bereich; „Hold“: Messung ist gestoppt
- 2 = Vertikale Einstellungen für Kanal 1 (inkl. „Tastkopfeinstellung“)
- 3 = Vertikale Einstellungen für Kanal 2 (inkl. „Tastkopfeinstellung“)
- 4 = Minimale Frequenz und Zeitstempel
- 5 = Mittlere Frequenz
- 6 = Maximale Frequenz und Zeitstempel
- 7 = Aktuell gemessene Frequenz
- 8 = Balkendiagramm mit Anzeige des Lastpegels des A/D-Wandlers für den ausgewählten Messbereich. Für Werte  $\geq 100\%$  wird eine Überlastwarnung angezeigt. Für optimale Ergebnisse sollte der Lastpegel über 20 % liegen.
- 9 = Zähler Ein/Aus-Schalter
- 10 = Verwendete Referenz (Intern oder Zähler 2)
- 11 = Neustart der Messung und Rücksetzung aller Werte
- 12+13 = Messbereiche von aktiven Kanälen
- 14 = Auswahl des Kanaleingangs
- 15 = Zählerauswahl



**Bild 11-2: Anzeige für Referenzzähler**

- 1 = Gemessene Frequenz am Basiszähler
- 2 = Gemessene Frequenz am Referenzzähler (genutzt als Referenzfrequenz für Basiszähler)
- 3 = Zählernutzung

Wenn beide Zähler aktiv sind, können die beiden gemessenen Zählerfrequenzen gleichzeitig angezeigt werden. Werden beide Zählerergebnisse simultan angezeigt, sind nur die gemessenen Frequenzen und die Balkendiagramme mit der Lastanzeige sichtbar. Statistiken oder zusätzliche Einstellungen sind nicht verfügbar.



Bild 11-3: Simultane Anzeige für zwei Zähler

1. Um beide Zähler anzuzeigen, auf das aktuell hervorgehobene Zählerauswahlregister tippen.
2. Um zu einer Einzelzähleranzeige zurückzukehren, auf eins der Zählerauswahlregister tippen.

Im Zähler-Modus haben die Tasten eine etwas andere Funktion als im Oszilloskop-Modus:

- Mit den vertikalen [RANGE]- und [POS]-Tasten wird der Messbereich angepasst.
- Mit der [MEAS]-Taste wird das „Zähler“-Menü geöffnet.
- Die folgenden Tasten haben ihre normale Funktion: [FILE], [Settings], [Camera], [PRESET], [MODE], [BACK].
- Alle anderen Tasten haben keine Funktion.

Messmodus.....	277
Aktuelles Ergebnis.....	278
Minimum.....	278
Maximum.....	278
Mittelwert.....	278

### Messmodus

Tippen Sie auf die Einstellung zum Umschalten zwischen kontinuierlicher Messung („Manuell“) und Einzelmessung („Halten“). Dies hat die gleiche Wirkung wie die Auswahl der Taste [TRIGGER RUN STOP].

Für eine Einzelmessung wird die kontinuierliche Messung gestoppt und der zuletzt gemessene Wert angezeigt.

Bei kontinuierlichen Messungen wird der zuletzt gemessene Wert aufbewahrt und angezeigt, während die ältesten Werte überschrieben werden.

**Hinweis:** Die Statistikwerte werden nicht zurückgesetzt, wenn die Messung gestoppt wird. Dies geschieht nur, wenn Sie manuell [Neustart](#) auswählen.

Fernsteuerbefehl:

[COUNTER<m>:SENSe:TRIGger:MODE](#) auf Seite 435

[COUNTER<m>:INITiate](#) auf Seite 432

[COUNTER<m>:ABORt](#) auf Seite 429

### Aktuelles Ergebnis

Die aktuell gemessene Zählerfrequenz.

Fernsteuerbefehl:

[COUNTER<m>:READ?](#) auf Seite 433

[COUNTER<m>:FETCh?](#) auf Seite 432

[COUNTER<m>:MEASure:FREQuency?](#) auf Seite 433

### Minimum

Das Minimum aller gemessenen Zählerfrequenzen seit dem letzten Neustart der Statistik.

Fernsteuerbefehl:

[COUNTER<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?](#) auf Seite 431

[COUNTER<m>:CALCulate:AVERage:ALL?](#) auf Seite 430

### Maximum

Das Maximum aller gemessenen Zählerfrequenzen seit dem letzten Neustart der Statistik.

Fernsteuerbefehl:

[COUNTER<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?](#) auf Seite 431

[COUNTER<m>:CALCulate:AVERage:ALL?](#) auf Seite 430

### Mittelwert

Der Mittelwert aller gemessenen Zählerfrequenzen seit dem letzten Neustart der Statistik.

Fernsteuerbefehl:

[COUNTER<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?](#) auf Seite 430

[COUNTER<m>:CALCulate:AVERage:ALL?](#) auf Seite 430

## 11.3 Zählermessung durchführen

### Basiszählermessung ohne eine Referenz durchführen

1. Um eine Zählermessung durchführen zu können, müssen Sie die Messkurven anpassen, indem Sie die vertikalen, horizontalen, Trigger- und Erfassungseinstellungen bearbeiten.

Einzelheiten hierzu siehe:

- [Kapitel 3.2, „Vertikale Einstellung“](#), auf Seite 45

- [Kapitel 3.3, „Horizontale Einstellung“](#), auf Seite 50
  - [Kapitel 3.6, „Trigger“](#), auf Seite 56
  - [Kapitel 3.4, „Erfassungssteuerung“](#), auf Seite 52
2. Drücken Sie [AUTOSET], um die Geräteeinstellungen automatisch an das aktuelle Eingangssignal anzupassen.
  3. Wählen Sie den Modus „Zähler“ aus.
  4. Wählen Sie den Kanal aus, der als Eingang für den Zähler verwendet werden soll.
  5. Aktivieren Sie den ersten (Basis-)Zähler.  
Es wird eine kontinuierliche Messung gestartet und der Signalzähler zeigt die gemessene Frequenz an. Mit jeder neuen Messung werden die Statistikwerte aktualisiert.
  6. Drücken Sie zum Starten und Stoppen einer Zählermessung die Taste [RUN STOP].



7. Optional: Aktivieren Sie einen zweiten Zähler.
  - a) Wählen Sie das zweite Zählerregister aus.
  - b) Wählen Sie den Eingangskanal für den Zähler aus.
  - c) Aktivieren Sie den Zähler.
  - d) Tippen Sie erneut auf das zweite Zählerregister, um beide Zählerergebnisse simultan anzuzeigen.

### Zählermessung mit einem zweiten Zähler als Referenz durchführen

1. Um eine Zählermessung durchführen zu können, müssen Sie die Messkurven anpassen, indem Sie die vertikalen, horizontalen, Trigger- und Erfassungseinstellungen bearbeiten.  
Einzelheiten hierzu siehe:
  - [Kapitel 3.2, „Vertikale Einstellung“](#), auf Seite 45
  - [Kapitel 3.3, „Horizontale Einstellung“](#), auf Seite 50
  - [Kapitel 3.6, „Trigger“](#), auf Seite 56
  - [Kapitel 3.4, „Erfassungssteuerung“](#), auf Seite 52
2. Drücken Sie [AUTOSET], um die Geräteeinstellungen automatisch an das aktuelle Eingangssignal anzupassen.
3. Wählen Sie den Modus „Zähler“ aus.
4. Wählen Sie das Menü „Zähler“ aus.
5. Wählen Sie den Kanal aus, der als Eingang für den Basiszähler verwendet werden soll.
6. Wählen Sie „Referenz“: „Zähler 2“.

7. Geben Sie die (nominelle) „Referenzfrequenz“ an, die dem an Zähler 2 gemessenen Wert zugewiesen werden soll.
8. Aktivieren Sie den ersten (Basis-)Zähler.  
Es wird eine kontinuierliche Messung gestartet und der Signalzähler zeigt die gemessene Frequenz an. Mit jeder neuen Messung werden die Statistikwerte aktualisiert. Der zweite Zähler wird automatisch aktiviert.
9. Tippen Sie auf „Zähler auswählen“ (Select Counter): „2“.
10. Wählen Sie den Eingangskanal für den Referenzzähler 2 aus. Stellen Sie sicher, dass der ausgewählte Kanal ein genaues Signal mit der angegebenen Referenzfrequenz liefert.  
Wenn die gemessene Referenzfrequenz sehr stark von der angegebenen Frequenz abweicht, wird eine Warnung angezeigt.
11. Wählen Sie „Neustart“ aus, um die Statistikwerte zurückzusetzen und eine neue Messung mit der Referenzfrequenz zu starten.  
Die Abweichung der Nennfrequenz von der gemessenen Frequenz wird intern aus der gemessenen Frequenz entfernt. Die Anzeige gibt die genaue Frequenz des Eingangssignals an.
12. Optional: Tippen Sie erneut auf das zweite Zählerregister, um beide Zählerergebnisse simultan anzuzeigen.
13. Drücken Sie zum Starten und Stoppen einer Zählermessung die Taste [RUN STOP].



## 11.4 Zählereinstellungen

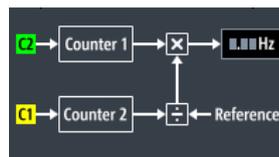
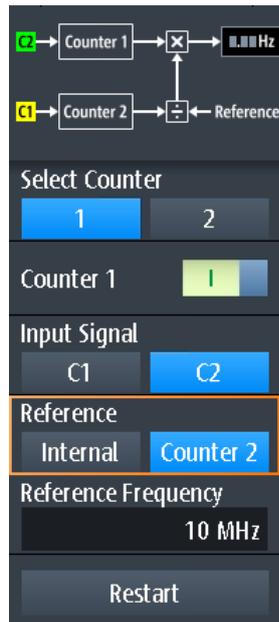
**Zugriff:** „Zähler“-Menü



Für den Zähler-Modus sind zusätzliche Einstellungen für die vertikale Skalierung verfügbar, auf die über das Menü „Zähler“ direkt zugegriffen werden kann. Eine Beschreibung siehe:

- „Kanalindex (Channel Index)“ auf Seite 46
- „Tastkopfeinstellung (Probe Setting)“ auf Seite 47
- „Bandbreite (Bandwidth)“ auf Seite 48

Darüber hinaus können mit der Logger-Funktion Zählerwerte gespeichert werden (siehe [Kapitel 8](#), „Daten-Logger“, auf Seite 171).



Das Diagramm am Anfang des „Zähler“-Menüs zeigt, wie die Daten mit den aktuellen Einstellungen verarbeitet werden.

Zähler auswählen.....	281
Zustand Zähler 1 / 2.....	281
Eingangssignal.....	281
Referenz.....	282
Neustart.....	282

### Zähler auswählen

Gibt den zu konfigurierenden Zähler an.

Fernsteuerbefehl:

Suffix für COUNTER siehe [Kapitel 15.9, „Frequenzzähler \(R&S RTH-K33\)“](#), auf Seite 429.

### Zustand Zähler 1 / 2

Aktiviert oder deaktiviert den Basiszähler.

Fernsteuerbefehl:

COUNTER<m>:SENSe:STATe auf Seite 435

### Eingangssignal

Gibt den Kanal an, der als Eingang für die Zählermessung dient.

Fernsteuerbefehl:

`COUNTER<m>:SENSe:SOURce` auf Seite 435

### Referenz

Gibt die Referenz an, die für den Zähler verwendet werden soll.

„Zähler 1 / 2“     Der Messwert des anderen Zählers dient als Referenz. Geben Sie die nominelle „Referenzfrequenz“ für Zähler 2 an.  
Die Abweichung der Nennfrequenz von der gemessenen Referenzfrequenz wird intern aus der gemessenen Frequenz von Zähler 1 entfernt.

„Intern“            Eine interne Referenz dient zur Bestimmung der Zählerfrequenz.

Fernsteuerbefehl:

`COUNTER<m>:SENSe:REFeRence:STATe` auf Seite 434

`COUNTER<m>:SENSe:REFeRence:VALue` auf Seite 434

### Neustart

Setzt alle Statistikwerte zurück und startet eine neue Zählermessung.

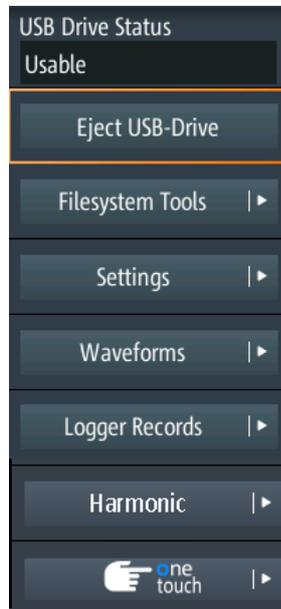
Fernsteuerbefehl:

`COUNTER<m>:CALCulate:AVERAge:CLEar` auf Seite 430

`COUNTER<m>:INITiate` auf Seite 432

## 12 Ergebnisse dokumentieren

- ▶ Für den Zugriff auf Export- und Datenfunktionen die Taste [FILE] drücken.



- ▶ Zum Konfigurieren von Screenshots die Taste  so lange drücken, bis das Menü geöffnet wird.

Das R&S RTH kann verschiedene Daten zur weiteren Analyse und für Berichte in Dateien speichern:

- [Geräteeinstellungen](#)
- [Messkurven](#)
- [Export von Logger-Aufzeichnungen](#)
- [Screenshots](#)
- Harmonischen-Ergebnisse (siehe [Kapitel 6.3, „Harmonischen-Messung \(Option R&S RTH-K34\)“](#), auf Seite 145).

Sie können diese Daten auch kombinieren und speichern, indem Sie die Taste  drücken: [Schnellspeichern mit OneTouch](#).

Für die Überprüfung der Speichergeräte und Verwaltung der Datendateien stehen im Menü [Dateisystem-Tools](#) verschiedene Funktionen zur Verfügung.

### 12.1 USB-Sticks verwenden

An der rechten Seite des Geräts können Sie einen USB-Stick anschließen. Ist ein USB-Stick angeschlossen, werden all Screenshots und Ergebnisdaten standardmäßig auf diesem externen Gerät gespeichert. Geräteeinstellungen werden intern auf dem

Gerät gespeichert, können aber zusätzlich auch auf dem USB-Stick gespeichert werden.

Das auf USB-Sticks unterstützte Dateisystem ist FAT32.

1. Drücken Sie die Taste [FILE], um den Status des USB-Sticks zu prüfen.

Der Verbindungsstatus wird am Anfang des Menüs angezeigt.



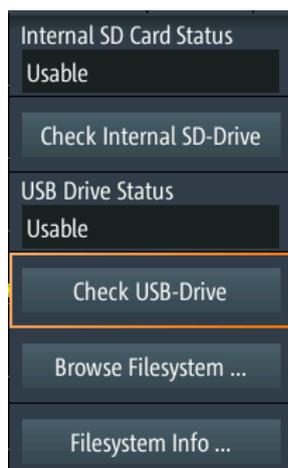
2. Wenn Sie den USB-Stick vom Gerät entfernen möchten, tippen Sie auf „USB-Laufwerk auswerfen“ (Eject USB Drive) im Menü „File“.
3. Sie können das Dateisystem auf dem USB-Stick auf Fehler überprüfen, indem Sie auf „Dateisystem-Tools“ (Filesystem Tools) > „USB-Laufwerk prüfen“ (Check USB Drive) tippen.



## 12.2 Dateisystem-Tools

Zugriff: [FILE] > „Dateisystem-Tools“ (Filesystem Tools)

Mithilfe der „Dateisystem-Tools“ (Filesystem Tools) können Sie die Speichergeräte prüfen und die Datendateien verwalten.

**Status interne SD-Karte (Internal SD Card Status)**

Zeigt den Status der internen SD-Karte an.

**Internes SD-Laufwerk prüfen (Check Internal SD Drive)**

Überprüft das Dateisystem der SD-Karte auf Fehler.

**USB-Laufwerkstatus (USB Drive Status)**

Zeigt den Status des USB-Sticks an: „Bereit“ (Usable), „Kann entfernt werden“ (Safe to remove) oder „Nicht verfügbar“ (Not available).

Siehe auch: [Kapitel 12.1, „USB-Sticks verwenden“](#), auf Seite 283.

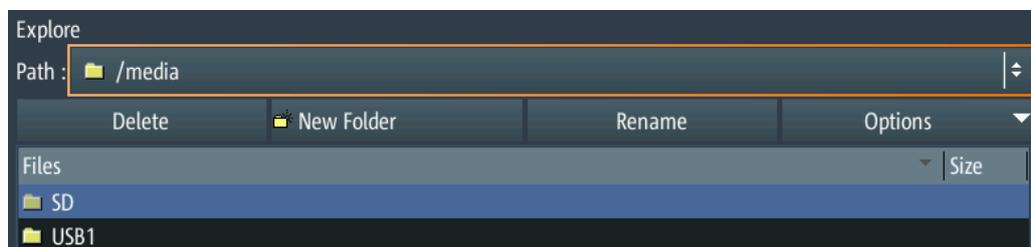
**USB-Laufwerk prüfen (Check USB Drive)**

Überprüft das Dateisystem des USB-Sticks auf Fehler.

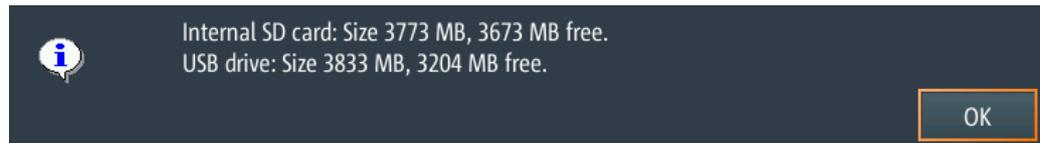
Siehe [Kapitel 12.1, „USB-Sticks verwenden“](#), auf Seite 283.

**Dateisystem durchsuchen (Browse Filesystem)**

Öffnet einen Datei-Explorer, in dem Sie die Dateien auf der SD-Karte und auf dem USB-Stick überprüfen können. Sie können außerdem Dateien kopieren, löschen und umbenennen sowie Ordner anlegen. Einige Optionen helfen beim Navigieren und Auswählen von Dateien.

**Dateisysteminformationen (Filesystem Info)**

Zeigt den gesamten und den freien Speicherplatz an, der auf den angeschlossenen Speichergeräten verfügbar ist.



## 12.3 Geräteeinstellungen

Um Messungen oder Tests zu unterschiedlichen Zeiten zu wiederholen oder ähnliche Messungen mit unterschiedlichen Testdaten durchzuführen, können Sie die verwendeten Konfigurationseinstellungen für eine spätere Nutzung speichern. Darüber hinaus kann es hilfreich sein, sich bei der Analyse der Ergebnisse auf die Konfigurationseinstellungen einer bestimmten Messung zu beziehen. Deshalb lässt sich die gesamte Messkonfiguration, einschließlich der Anzeigeeinstellungen, auf einfache Weise speichern.

Das R&S RTH bietet zwei Möglichkeiten zum Speichern der Messkonfiguration:

- Speichern als Schnelleinstellung
- Speichern als Saveset

### 12.3.1 Schnelleinstellungen verwenden

Das R&S RTH verfügt über acht Slots zum schnellen Speichern und Laden häufig verwendeter Konfigurationseinstellungen.



#### Aktuelle Einstellung als Schnelleinstellung speichern

1. Drücken Sie die Taste [SHIFT].
2. Tippen Sie länger auf einen der Speicherslots F1...F8.  
Daraufhin wird die Online-Tastatur eingeblendet.
3. Geben den Namen der Einstellung ein, und tippen Sie auf [↵].  
Die Konfigurationseinstellungen werden im Slot gespeichert.

### Schnelleinstellung laden

1. Drücken Sie die Taste [SHIFT].
2. Tippen Sie auf den Speicherslot, der die gewünschte Konfiguration enthält.

Die Einstellungen werden geladen.

Alternativ können Sie Schnelleinstellungen über das „File“-Menü speichern und laden:  
[FILE] > „Einstellungen“ (Settings) > „Schnelleinstellungen“ (Fast Settings).

## 12.3.2 Savesets speichern und laden

Sie können eine unbegrenzte Anzahl von Konfigurationseinstellungen speichern und erneut laden. Die Einstellungen werden standardmäßig auf der microSD-Karte in folgendem Verzeichnis gespeichert:

Medien/SD/Rohde-Schwarz/RTH/SaveSets

Die Speicherposition kann geändert werden. Das Dateiformat ist XML.

### Aktuelle Einstellungen in einem Saveset speichern

1. Drücken Sie die Taste [FILE].
2. Tippen Sie auf „Einstellungen“ (Settings).
3. Die aktuelle Speicherposition wird als „Einstellungsverzeichnis“ (Setting Directory) angezeigt.
  - Tippen Sie auf „Einstellung speichern“ (Save Setting), um die Datei unter einem Standardnamen im angegebenen Verzeichnis zu speichern.
  - Tippen Sie auf „Einstellung speichern unter“ (Save Setting As), um die Datei in einem anderen Verzeichnis und/oder mit einem benutzerdefinierten Namen zu speichern. Wählen Sie Pfad und Verzeichnis aus und geben Sie den Dateinamen ein.

### Saveset laden und anzeigen

1. Drücken Sie die Taste [FILE].
2. Tippen Sie auf „Einstellungen“ (Settings).
3. Die aktuelle Speicherposition wird als „Einstellungsverzeichnis“ (Setting Directory) angezeigt.
  - Tippen Sie auf „Einstellung laden“ (Load Setting), um eine Datei aus dem angegebenen Verzeichnis zu laden.
  - Tippen Sie auf „Einstellungsverzeichnis“ (Setting Directory) und ändern Sie das Verzeichnis, um eine Datei aus einem anderen Verzeichnis zu laden. Tippen Sie auf „Einstellung laden“ (Load Setting).
4. Wählen Sie die zu ladende Datei aus.

## Beschreibung von Einstellungen



### **Einstellung laden (Load Setting)**

Öffnet das angegebene Verzeichnis. Tippen Sie auf die Datei, die geladen werden soll.

### **Einstellung speichern (Save Setting)**

Speichert die Einstellungen mit einem Standarddateinamen im angegebenen Verzeichnis. Das Dateinamensmuster ist: `<filename base>_<date>_<time>.xml`.

### **Einstellung speichern unter (Save Setting As)**

Öffnet einen Dateiauswahldialog. Navigieren Sie zum Zielverzeichnis und geben Sie den Dateinamen ein. Tippen Sie auf „Speichern“ (Save), um die Datei zu speichern.

### **Einstellungsverzeichnis (Setting Directory)**

Gibt das Verzeichnis an, in dem die Einstellungen mit der Funktion „Einstellung speichern“ (Save Setting) gespeichert werden.

### **Stamm-Dateinamen (Filename Base)**

Gibt den ersten Teil des Dateinamens an. Das vollständige Dateinamensmuster ist: `<filename base>_<date>_<time>.xml`.

## 12.4 Messkurven

Analoge Kanal- und Math-Messkurven können auf mehrere Arten gespeichert werden:

- Als Referenzmesskurven zur späteren Nutzung auf dem Gerät: „Ref“-Menü. Siehe: [Kapitel 4.5, „Referenzmesskurven“](#), auf Seite 102
- In einer CSV-Datei auf einem USB-Stick oder auf der internen SD-Karte zur weiteren Analyse mit anderen Anwendungen: [FILE] > „Messkurven“ (Waveforms). Dies wird in diesem Kapitel beschrieben.

Wenn Sie viele Messkurven speichern möchten, können Sie die Funktion der Taste  zuweisen. Siehe [Kapitel 12.6, „Schnellspeichern mit OneTouch“](#), auf Seite 296.

### 12.4.1 Messkurven in Datei exportieren

Der Messkurvenexport bietet folgende Möglichkeiten:

- Speichern einer einzelnen oder aller aktiven Messkurven.
- Einschließen von Zeitwerten.
- Option R&S RTH-K15: Speichern von History-Daten.
- Option R&S RTH-B1: Speichern von Logikkanälen.

Wenn ein USB-Stick angeschlossen ist, wird die Datei dort gespeichert. Andernfalls wird die Datei im Ordner `Export` auf der microSD-Karte gespeichert.

1. Aktivieren Sie die Messkurven, die Sie exportieren möchten.
2. Drücken Sie die Taste [FILE].
3. Wählen Sie „Messkurven“ (Waveforms) aus.
4. Wählen Sie die Messkurven für den Export aus:
  - a) Tippen Sie auf „Messkurve auswählen“ (Select Waveform).
  - b)
    - Wählen Sie eine Messkurve für den Export aus.
    - Sie können auch alle aktiven Messkurven auswählen.
5. Wählen Sie das „Dateiformat“ (File Format) aus.
6. Überprüfen Sie das „Verzeichnis“ (Directory), die „Stamm-Dateinamen“ (Filename Base) und das „CSV-Spaltentrennzeichen“ (CSV Column Delimiter). Führen Sie bei Bedarf Anpassungen durch.
7. Wenn Sie Zeitangaben für die Analyse benötigen, aktivieren Sie „Mit Zeit speichern“ (Store with Time).
8. Wenn Sie History-Daten speichern möchten, aktivieren Sie „History speichern“ (Save History).
9. Tippen Sie auf „Messkurve speichern“ (Save Waveform).

Alle Exporteinstellungen werden in [Kapitel 12.4.2, „Einstellungen für Messkurvenexport“](#), auf Seite 289 beschrieben.

### 12.4.2 Einstellungen für Messkurvenexport

Zugriff: [FILE] > „Messkurven“ (Waveforms)



### Messkurve auswählen (Select Waveform)

Wählen Sie die zu exportierende Messkurve aus. Folgende Exporte sind möglich:

- Eine einzelne analoge Kanal- oder Math-Messkurve
- Alle aktiven digitalen Kanäle
- Alle aktiven Messkurven auf einmal

Fernsteuerbefehl:

[EXPort:WAVeform:SOURce](#) auf Seite 514

[EXPort:WAVeform:MULTichannel](#) auf Seite 514

### History speichern (Save History)

Diese Funktion ist nur verfügbar, wenn die Option R&S RTH-K15 installiert ist. Sie schließt die Messkurven-History in den Datenexport ein. Ist gerade eine Erfassung aktiv, wird sie durch das Aktivieren von „History speichern“ (Save History) gestoppt. Die History-Daten werden immer in „komprimierten CSV“-Dateien gespeichert.

Weitere Einzelheiten finden Sie in [Kapitel 4.7.4, „History-Daten exportieren“](#), auf Seite 111.

### Dateiformat (File Format)

Gibt das Format der Exportdatei an.

„CSV“	CSV-Textdatei (Comma-separated Values); die Messkurve wird als Tabelle gespeichert. Die Spalten werden durch Kommas oder ein anderes Zeichen getrennt. Jeder Abtastwert steht in einer eigenen Zeile. Werte werden in wissenschaftlicher Notation aufgelistet. Der durch Kommas getrennte Text kann in Spalten umgesetzt werden.
„Komprimierte CSV“ (Compressed CSV)	ZIP-Datei, die eine oder mehrere CSV-Dateien enthält. Dieses Format verringert die Dateigröße.

Fernsteuerbefehl:

`EXPort:WAVeform:NAME` auf Seite 513

### Messkurve speichern (Save Waveform) / Messkurve speichern unter (Save Waveform As)

Speichern Sie die Messkurvendaten. Die Funktionen sind verfügbar, wenn sich das Gerät in einem Messkurvenmodus befindet („Scope“, „XY“, „Mask“, „Roll“, „Mask“).

„Messkurve speichern“ (Save Waveform) Speichert die Datei unter Verwendung des Musters für automatische Benennung im angegebenen „Verzeichnis“ (Directory).

„Messkurve speichern unter“ (Save Waveform As) Öffnet einen Datei-Explorer, in dem Sie das Verzeichnis auswählen und den Dateinamen eingeben können.

Fernsteuerbefehl:

`EXPort:WAVeform:SAVE` auf Seite 515

### Verzeichnis (Directory)

Gibt das Verzeichnis an, in dem die Messkurvendateien gespeichert werden. Wenn ein USB-Stick angeschlossen ist, speichert das Gerät die Daten standardmäßig auf diesem externen Gerät.

Fernsteuerbefehl:

`EXPort:WAVeform:NAME` auf Seite 513

### Stamm-Dateinamen (Filename Base)

Gibt den ersten Teil des Musters für automatische Benennung an. Das vollständige Dateinamensmuster ist:

```
<filename base>_<date>_<acq time>_<index>.csv|zip.
```

Fernsteuerbefehl:

`EXPort:WAVeform:NAME` auf Seite 513

### Mit Zeit speichern (Store with Time)

Schließt horizontale Werte in die Exportdaten ein (Zeitwerte).

Fernsteuerbefehl:

`EXPort:WAVeform:INCXvalues` auf Seite 514

### CSV-Spaltentrennzeichen (CSV Column Delimiter)

Gibt das Spaltentrennzeichen für CSV-Dateien an. Sie müssen das Trennzeichen kennen, wenn Sie den CSV-Text in Spalten in einem Spreadsheet umsetzen.

## 12.4.3 Messkurvenexportdateien

Messkurvendaten werden im CSV- oder komprimierten CSV-Format gespeichert.

Die Dateinamen werden anhand des Dateinamensmusters erstellt:

```
<filename base>_<date>_<timestamp>.csv|zip.
```

Eine CSV-Datei (Comma-separated Values) ist eine Textdatei; die Messkurve wird als Tabelle gespeichert. Die Spalten werden durch Kommas oder ein anderes Zeichen getrennt. Jeder Abtastwert steht in einer eigenen Zeile. Werte werden in wissenschaftlicher Notation aufgelistet. Der durch Kommas getrennte Text kann in Spalten umgesetzt werden.

Wenn die History-Option R&S RTH-K15 installiert ist, können Sie auch die History-Messkurven speichern. Weitere Einzelheiten finden Sie in [Kapitel 4.7.4, „History-Daten exportieren“](#), auf Seite 111.

### 12.4.3.1 Inhalt von Messkurvendateien

Die ersten Zeilen der Datei enthalten Header-Daten, z. B. Zeitskala, vertikale Skala, vertikale und horizontale Positionen. Header-Daten sind erforderlich, um die Messkurvendaten zu interpretieren und die Datenwerte der Datendatei zu analysieren.

Model	RTH1004				
SerialNumber	900116				
Firmware Version	'1.70.2.47_Beta'				
Acquisition Time Stamp	2018-08-07 14:44:15.981047121	2018-08-07 14:44:15.981047121	2018-08-07	Acquisition Time Stamp	2018-08-07 14:44:15.981047121
Waveform Type	ANALOG			Waveform Type	ANALOG
Acquisition Mode	SAMPLE				
Horizontal Unit	s			Horizontal Unit	s
Horizontal Scale	1,00E-05			Horizontal Scale	1,00E-05
Horizontal Position	0			Horizontal Position	0
Reference Point	50%			Reference Point	50%
Sample Interval	4,00E-10			Sample Interval	4,00E-10
Record Length	250000			Record Length	250000
Probe Setting	'10:1'	'10:1'			
Vertical Unit	V			Vertical Unit	V/div
Vertical Scale	5			Vertical Scale	
Vertical Position	2				
Vertical Offset	0				
History Index	0			0 History Index	0
History Time Stamp	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	History Time Stamp	0.000000000000
	CH1	CH2			MATH<-C1>
	32.549	317.647			-321.569
	309.804	364.706			-305.882
	356.863	32.549			-352.941
	32.549	34.902			-321.569
	317.647	333.333			-313.725
	309.804	356.863			-305.882
	32.549	341.176			-321.569
	309.804	372.549			-305.882
	317.647	341.176			-313.725

**Bild 12-1: Messkurvendatendatei mit Spannungswerten, Text umgesetzt in Spalten**

Standardmäßig werden nur Y-Werte gespeichert. Die Zeitwerte können in die Datei eingeschlossen werden.

Model	RTH1004				
SerialNumber	900116				
Firmware Version	'1.70.2.47_Beta'				
Acquisition Time Stamp	2018-08-07 14:52:16.900379887	2018-08-07 14:52:16.900379887	2018-08-07 14:52:16.900379887	Acquisition Time Stamp	2018-08-07 14:52:16.900379887
Waveform Type	ANALOG			Waveform Type	ANALOG
Acquisition Mode	SAMPLE				
Horizontal Unit	s			Horizontal Unit	s
Horizontal Scale	5,00E-06			Horizontal Scale	5,00E-06
Horizontal Position	0			Horizontal Position	0
Reference Point	50%			Reference Point	50%
Sample Interval	4,00E-10			Sample Interval	4,00E-10
Record Length	125000			Record Length	125000
Probe Setting	'10:1'				
Vertical Unit	V		V	Vertical Unit	V/div
Vertical Scale	5		5	Vertical Scale	
Vertical Position	2		-2		
Vertical Offset	0		0		
History Index	0		0	History Index	0
History Time Stamp	0.000000000000		0.000000000000	History Time Stamp	0.000000000000
TIME	CH1	CH2		TIME	MATH<-C1>
-2,5e-05	32.549	364.706		-2,5e-05	-32.549
-2,50E+00	341.176	341.176		-2,50E+00	-341.176
-2,50E+00	317.647	356.863		-2,50E+00	-317.647
-2,50E+00	341.176	333.333		-2,50E+00	-341.176
-2,50E+00	317.647	372.549		-2,50E+00	-317.647
-2,50E-01	32.549	34.902		-2,50E-01	-32.549

**Bild 12-2: Messkurvendatendatei mit Spannungs- und Zeitwerten, Text umgesetzt in Spalten**

Im Hüllkurve- oder Peak Detect-Erfassungsmodus werden für jeden Abtastwert zwei Werte (Minimum und Maximum) gespeichert. Die Datei enthält zwei Spalten für jeden aktiven analogen Kanal.

Model	RTH1004			
SerialNumber	900116			
Firmware Version	'1.70.2.47_Beta'			
Acquisition Time Start	2018-08-07 14:59:29.698	2018-08-07 14:59:29.698	2018-08-07 14:59:29.698	2018-08-07 14:59:29.698996237
Waveform Type	ANALOG			
Acquisition Mode	ENVELOPE			
Horizontal Unit	s			
Horizontal Scale	1,00E-06			
Horizontal Position	0			
Reference Point	50%			
Sample Interval	4,00E-10			
Record Length	25000			
Probe Setting	'10:1'	'10:1'	'10:1'	'10:1'
Vertical Unit	V	V	V	V
Vertical Scale	5	5	5	5
Vertical Position	2	2	-2	-2
Vertical Offset	0	0	0	0
History Index	0	0	0	0
History Time Stamp	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000	0.000000000000
	CH1 MAX	CH1 MIN	CH2 MAX	CH2 MIN
	34.902	-0.27451	356.863	-0.117647
	341.176	-0.117647	388.235	-0.0392157
	34.902	-0.117647	34.902	-0.117647
	356.863	-0.431373	380.392	-0.117647
	34.902	-0.27451	34.902	-0.0392157
	341.176	-0.27451	372.549	-0.117647
	34.902	-0.196078	333.333	-0.117647
	32.549	-0.27451	388.235	-0.117647
	34.902	-0.196078	356.863	-0.117647

**Bild 12-3: Messkurvendatei mit zwei Spannungswerten pro Abtastwert, Hüllkurve-Erfassungsmodus**

### 12.4.3.2 Header-Daten

Die Header-Zeilen enthalten folgende Eigenschaften:

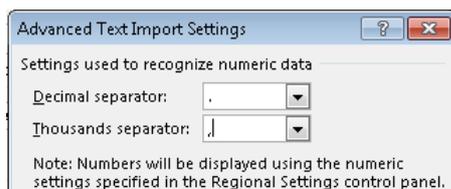
Wert	Beschreibung
Erfassungszeitstempel	Zeit der Messkurven-Erfassung
Messkurventyp	ANALOG für analoge Kanalsignale und Math-Messkurven, DIGITAL für logische Signale
Erfassungsmodus	Verwendeter Erfassungsmodus: Sample, Peak Detect, High Resolution, Mittelwert, Hüllkurve. Bei Peak Detect oder Hüllkurve werden für jeden Abtastwert zwei Werte (Minimum und Maximum) gespeichert. Nur für analoge Kanäle.
Horizontale Einheit	s, Sekunde
Horizontale Skala	In s/div
Horizontale Position	Abstand des Triggerzeitpunkts vom Referenzpunkt.
Referenzpunkt	Position im Diagramm: Links = 10%, Mitte = 50% und Rechts = 90%
Abtastintervall	Zeit zwischen zwei Abtastwerten

Wert	Beschreibung
Aufzeichnungslänge	Anzahl Abtastwerte; entspricht der Anzahl von Datenzeilen in der Datei
Tastkopfeinstellung	Teilerfaktor des angeschlossenen Tastkopfs, nur für analoge Kanäle.
Vertikale Einheit	V oder A
Vertikale Skala	In V/div oder A/div, nur für analoge Kanäle und Math-Messkurven
Vertikale Position	In Skalenteilen (div), nur für analoge Kanäle
Vertikales Offset	In V oder A, nur für analoge Kanäle
Schwellenwert	Nur für digitale Kanäle
History-Index	Nur für History-Export, siehe <a href="#">Kapitel 4.7.4</a> , „History-Daten exportieren“, auf Seite 111
History-Zeitstempel	

### 12.4.3.3 CSV-Datei in Excel-Datei umsetzen

Wenn Sie eine exportierte CSV-Datei in Excel oder einem anderen Tabellenkalkulationsprogramm öffnen, werden alle Daten in eine einzige Zeile geschrieben. Das Trennzeichen für Werte ist normalerweise ein Komma, aber Sie können in den Exporteinstellungen ein anderes Trennzeichen auswählen. Im Folgenden wird als Beispiel eine Textumsetzung in Excel-Tabellen beschrieben. Andere Tabellenkalkulationsprogramme stellen ähnliche Funktionen bereit. Es ist unbedingt das richtige Text-, Dezimal- und 1000er-Trennzeichen auszuwählen.

1. Öffnen Sie die CSV-Datei in Excel.
2. Klicken Sie auf Spaltenkopf „A“, um alle Daten auszuwählen.
3. Klicken Sie auf dem Menüband „Daten“ auf „Text in Spalten“.
4. Wählen Sie den Datentyp „Getrennt“ aus.  
Klicken Sie auf „Weiter“.
5. Wählen Sie das Trennzeichen aus, das Sie in der Exportdatei verwendet haben (normalerweise ein Komma).  
Klicken Sie auf „Weiter“.
6. Klicken Sie auf „Weitere“.
7. Wählen Sie den Punkt als Dezimaltrennzeichen und das Komma als 1000er-Trennzeichen aus.



8. Klicken Sie auf „Fertig stellen“.

## 12.5 Logger-Aufzeichnung

Siehe [Kapitel 8.6](#), „Export von Logger-Aufzeichnungen“, auf Seite 183.

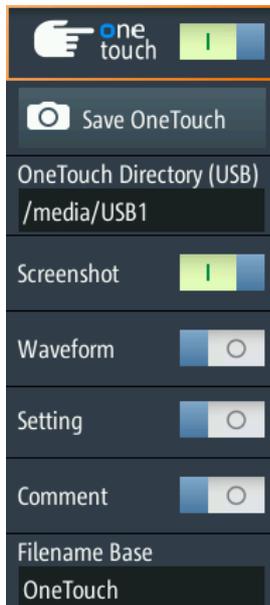
## 12.6 Schnellspeichern mit OneTouch

Die Taste  startet eine oder mehrere zugewiesene Speicheraktionen. Standardmäßig wird ein Screenshot gespeichert.

Wenn OneTouch aktiviert ist, können Sie der Taste  folgende Aktionen zuweisen:

- Screenshot speichern
- Messkurven speichern
- Ergebnisse von Harmonischen-Messung speichern (Option R&S RTH-K34 erforderlich)
- Ergebnisse von Spektrumanalyse speichern (Option R&S RTH-K18 erforderlich)
- Einstellungen speichern
- Kommentar zur gespeicherten Datei hinzufügen

Zugriff: [FILE] > „One-Touch“ (one touch) oder „Screenshot“-Menü > „One-Touch“ (one touch)



### One-Touch (One touch)

Wechselt die Funktion der Taste :

- Ist OneTouch deaktiviert, speichert die Taste  einen Screenshot der aktuellen Anzeige.
- Ist OneTouch aktiviert, kann die Taste  zusätzlich zum Screenshot auch Messkurvendaten und Einstellungen speichern.

**OneTouch speichern (Save OneTouch)**

Speichert die ausgewählten Daten in einer ZIP-Datei.

**OneTouch-Verzeichnis (OneTouch Directory)**

Gibt das Verzeichnis an, in dem die OneTouch-ZIP-Dateien gespeichert werden. Wenn ein USB-Stick angeschlossen ist, speichert das Gerät die Daten standardmäßig auf diesem externen Gerät.

**Screenshot, Messkurve (Waveform), Einstellung (Setting)**

Wählen Sie die Daten aus, die in die OneTouch-Datei eingeschlossen werden sollen.

**Kommentar (Comment)**

Wenn aktiviert, können Sie beim Speichern einer OneTouch-Datei einen Kommentar eingeben. Der Kommentar wird in eine Textdatei geschrieben, die in der ZIP-Datei enthalten ist. Außerdem werden die ersten zehn Zeichen des Kommentars zum ZIP-Dateinamen hinzugefügt.

**Stamm-Dateinamen (Filename Base)**

Gibt den ersten Teil des Dateinamens an. Das vollständige Dateinamensmuster ist:

```
<filename base>_<current time> <comment10ch>.zip.
```

## 12.7 Screenshots

Sie können Screenshots der aktuellen Anzeige Ihrer Messkurven und Messergebnisse erstellen und speichern. Wenn ein USB-Stick am R&S RTH angeschlossen ist, speichert das Gerät die Screenshots auf dem USB-Stick. Andernfalls werden sie auf der microSD-Karte gespeichert.



Aktuelle Anzeige in einem Screenshot speichern:

1. Drücken Sie die Taste [FILE].
2. Deaktivieren Sie „One-Touch“ (One touch).
3. Drücken Sie jedes Mal, wenn Sie einen Screenshot speichern möchten, die Taste .

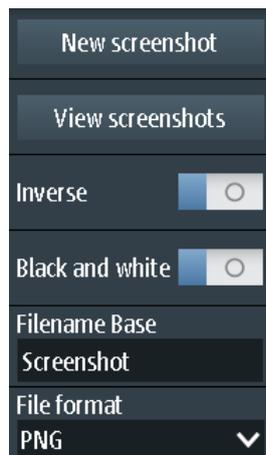
Screenshots konfigurieren:

- ▶ Drücken Sie so lange die Taste , bis das Menü geöffnet wird, oder öffnen Sie das Menü „Screenshot“ über die „Menütaste“.

Es können auch alle gespeicherten Screenshots direkt auf dem Gerät angezeigt werden.

### 12.7.1 Screenshot-Einstellungen

Zugriff: „Screenshot“-Menü

**Neuer Screenshot (New screenshot)**

Speichert die aktuelle Anzeige in einem neuen Screenshot.

Fernsteuerbefehl:

[HCOPY:IMMEDIATE](#) auf Seite 519

**Screenshots anzeigen (View screenshots)**

Zeigt den zuletzt gespeicherten Screenshot an. Sie können durch alle gespeicherten Screenshots blättern.

**Invers (Inverse)**

Invertiert die Farben der Ausgabe, d. h., eine dunkle Messkurve wird auf einem weißen Hintergrund ausgegeben.

Fernsteuerbefehl:

[HCOPY:INVERSE](#) auf Seite 518

**Schwarzweiß (Black and White)**

Erstellt einen Schwarzweiß-Screenshot.

Fernsteuerbefehl:

[HCOPY:COLOR](#) auf Seite 518

**Stamm-Dateiname (Filename base)**

Gibt das Präfix des Dateinamens an. Der Dateiname hat standardmäßig das Präfix "Screenshot\_".

Fernsteuerbefehl:

[MMEMORY:NAME](#) auf Seite 519

**Dateiformat (File format)**

Gibt das Format der Screenshot-Datei an. Folgende Formate sind verfügbar:

- PNG: Portable Network Graphics ist ein Grafikformat mit verlustfreier Datenkomprimierung.
- JPG: komprimiertes Dateiformat, Komprimierung gemäß JPEG-Standard
- BMP: BitMaP ist ein unkomprimiertes Format, die Dateien sind groß, und das Speichern kann einige Zeit dauern.

Fernsteuerbefehl:

[HCOpy:LANGuage](#) auf Seite 518

## 13 Allgemeine Geräteeinstellungen

Die allgemeinen Geräteeinstellungen sind in allen Betriebsarten verfügbar.

### 13.1 Gerät zurücksetzen

Eine Rücksetzung ist hilfreich, wenn sich das Gerät in einem undefinierten Zustand befindet und nicht bedient werden kann.

- ▶ Um das Gerät auszuschalten und die Hardware zurückzusetzen, die Ein/Aus-Taste  fünf Sekunden lang drücken.
- ▶ Um die Werkseinstellungen wiederherzustellen, während des Bootprozesses die Taste [PRESET] gedrückt halten.

### 13.2 Touchscreen deaktivieren

In bestimmten Situationen kann der kapazitive Touchscreen auch ohne Berührung reagieren. Typische Situationen sind:

- Messen in einer Umgebung mit deutlich höheren Immissionen als spezifiziert
- Messen an Leistungselektronik-Baugruppen mit starken elektrischen Feldern
- Anschließen des Tastkopfs an Leistungselektronik-Messobjekte mit hohen Spannungen oder schnell steigenden Flanken

Bei einer solchen unerwünschten Stimulation detektiert das R&S RTH drei Finger oder mehr auf dem Touchscreen, obwohl das Display nicht berührt wurde. Ein Meldungsfenster informiert über die Detektion von mehr als zwei Fingern. Bedienen Sie das Gerät in diesem Fall über die Tasten und das Drehrad und deaktivieren Sie den Touchscreen.

- ▶ Um den Touchscreen zu deaktivieren, die Taste [SHIFT] zwei Sekunden lang drücken.

### 13.3 Selbstabgleich (Selfalignment)

Zugriff:  oder „Setup“-Menü > „Selbstabgleich“ (Selfalignment)

Beim Selbstabgleich werden die Daten von mehreren Eingangskanälen vertikal und horizontal abgeglichen, um Zeitbasis, Amplituden und Positionen zu synchronisieren.

Eine Durchführung des Selbstabgleichs wird in folgenden Fällen empfohlen:

- bei der ersten Inbetriebnahme des Geräts
- nach einem Firmware-Update

- einmal pro Woche
- bei starken Temperaturänderungen ( $> 5^\circ$ )

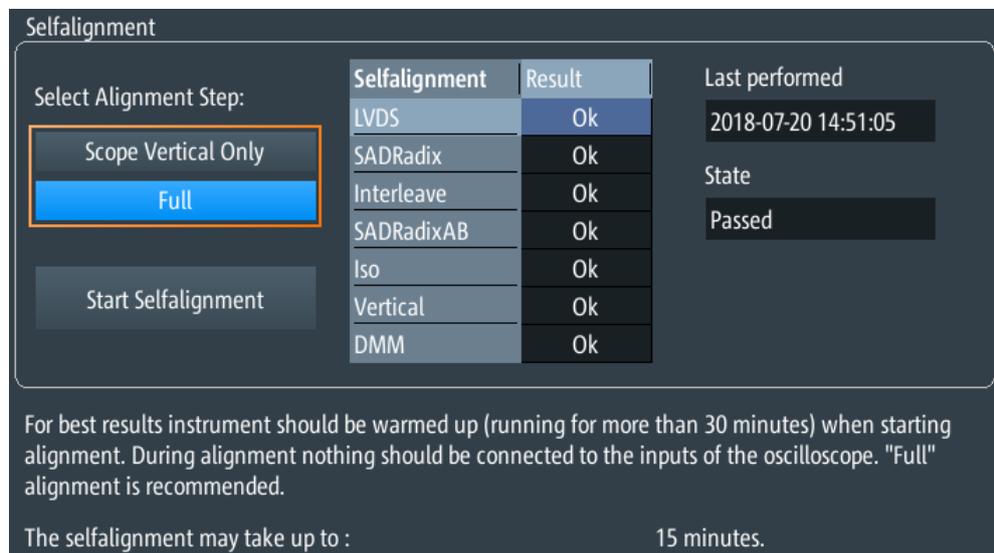
Das R&S RTH1002 stellt einen zusätzlichen separaten Selbstabgleich der Multimeter-Eingänge bereit.

## ACHTUNG

### Gerät für Selbstabgleich vorbereiten

Stellen Sie sicher, dass das Gerät aktiv und warmgelaufen ist, bevor Sie den Selbstabgleich starten. Die mindestens erforderliche Aufwärmzeit ist im Spezifikationsdokument angegeben.

Trennen Sie vor dem Selbstabgleich alle Tastköpfe, Kabel und sonstigen angeschlossenen Leitungen von den Geräteeingängen.



The screenshot shows the 'Selfalignment' dialog box. On the left, under 'Select Alignment Step:', there are two buttons: 'Scope Vertical Only' and 'Full'. Below these is a 'Start Selfalignment' button. In the center is a table with two columns: 'Selfalignment' and 'Result'. The table lists various alignment steps, all with a result of 'Ok'. On the right, there is a 'Last performed' field showing the date and time '2018-07-20 14:51:05' and a 'State' field showing 'Passed'.

Selfalignment	Result
LVDS	Ok
SADRadix	Ok
Interleave	Ok
SADRadixAB	Ok
Iso	Ok
Vertical	Ok
DMM	Ok

Last performed: 2018-07-20 14:51:05  
State: Passed

For best results instrument should be warmed up (running for more than 30 minutes) when starting alignment. During alignment nothing should be connected to the inputs of the oscilloscope. "Full" alignment is recommended.

The selfalignment may take up to : 15 minutes.

Bild 13-1: Selbstabgleich im Oszilloskop-Modus

- Zum Starten auf „Selbstabgleich starten“ (Start Selfalignment) tippen.

Der Abgleich kann bis zu 15 Minuten dauern. Die Ergebnisse werden im Dialogfenster „Selbstabgleich“ (Selfalignment) angezeigt.

### R&S RTH1002: Selbstabgleich von DMM-Eingängen

Wenn sich das Gerät im „Meter“-Modus befindet, können Sie den Abgleich für alle Eingänge oder nur für die Multimeter-Eingänge durchführen. Der Selbstabgleich der Multimeter-Eingänge dauert bis zu 30 Sekunden, während der vollständige Selbstabgleich bis zu 15 Minuten dauert.

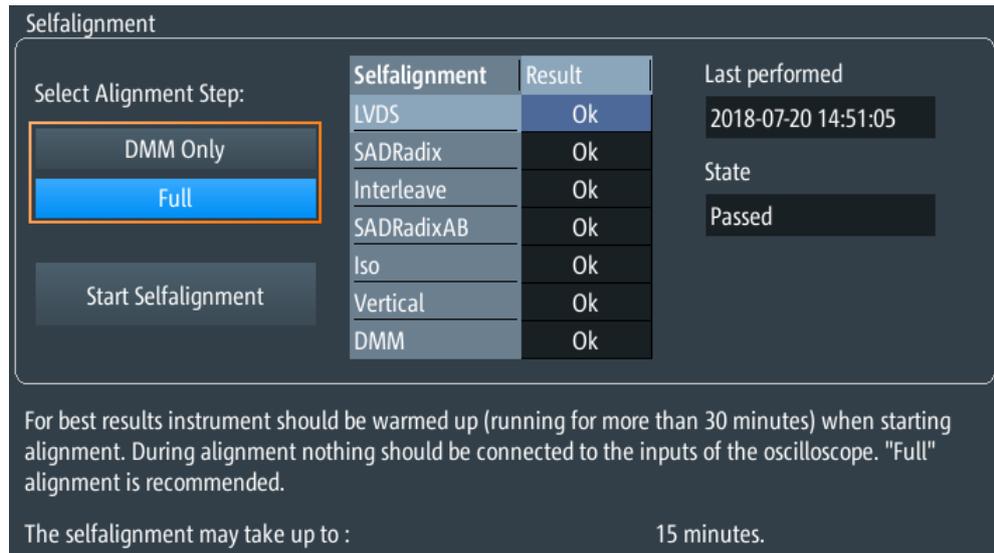


Bild 13-2: Selbstabgleich im Multimeter-Modus

## 13.4 Einstellen von Datum, Uhrzeit und Sprache

Das Gerät verfügt über eine Uhr für das Datum und die Uhrzeit. Sie können die Uhr auf die lokale Zeit einstellen und die Display-Sprache wählen. Die unterstützten Sprachen sind im Spezifikationsdokument aufgelistet. Die Hilfe ist auf Englisch verfügbar.

Ein Neustart des Geräts ist nicht notwendig.

### Datum und Uhrzeit einstellen



### Display-Sprache einstellen



#### Beschreibung von Einstellungen

##### **Sprache Bedienoberfläche (User Interface Language)**

Wählen Sie die Sprache aus, in der die Funktionen und Meldungen angezeigt werden sollen. Die unterstützten Sprachen sind im Spezifikationsdokument aufgelistet. Die Hilfe ist auf Englisch verfügbar.

Das Gerät schaltet die Sprache nach ein paar Sekunden um; ein Neustart ist nicht erforderlich.

##### **Zeit (Time)**

Stellen Sie die lokale Zeit in der folgenden Reihenfolge ein: Stunden / Minuten / Sekunden.

Fernsteuerbefehl:

[SYSTem: TIME](#) auf Seite 525

##### **Datum (Date)**

Stellen Sie das Datum in der folgenden Reihenfolge ein: Jahr / Monat / Tag.

Fernsteuerbefehl:

[SYSTem: DATE](#) auf Seite 524

## 13.5 Geräteeinstellungen

Zugriff:  oder „Setup“-Menü



### Touch aktivieren (Enable Touch)

Schaltet die Touchscreen-Funktion des Bildschirms ein oder aus. Alternativ können Sie die Taste [SHIFT] zwei Sekunden lang drücken.

In bestimmten Situationen kann der kapazitive Touchscreen auch ohne Berührung reagieren. Typische Situationen sind:

- Messen in einer Umgebung mit deutlich höheren Immissionen als spezifiziert
- Messen an Leistungselektronik-Baugruppen mit starken elektrischen Feldern
- Anschließen des Tastkopfs an Leistungselektronik-Messobjekte mit hohen Spannungen oder schnell steigenden Flanken

Bei einer solchen unerwünschten Stimulation detektiert das R&S RTH drei Finger oder mehr auf dem Touchscreen, obwohl das Display nicht berührt wurde. Ein Meldungsfenster informiert über die Detektion von mehr als zwei Fingern. Bedienen Sie das Gerät in diesem Fall über die Tasten und das Drehrad und deaktivieren Sie den Touchscreen.

Fernsteuerbefehl:

`DISPlay:MOUS` auf Seite 526

### Selbstabgleich (Selfalignment)

Siehe [Kapitel 13.3, „Selbstabgleich \(Selfalignment\)“](#), auf Seite 300.

### Selbsttest (Selftest)

Beim Selbsttest wird die Hardware des Geräts überprüft. Er ist für Servicemaßnahmen vorgesehen.

**USB/LAN**

Siehe [Kapitel 14.1](#), „LAN-Verbindung“, auf Seite 312 und [Kapitel 14.2](#), „USB-Verbindung“, auf Seite 314.

**WLAN (Wireless LAN)**

Siehe [Kapitel 14.4](#), „WLAN-Verbindung (Option R&S RTH-K200/200US)“, auf Seite 316.

**Zeit und Datum (Time and Date)**

Siehe [Kapitel 13.4](#), „Einstellen von Datum, Uhrzeit und Sprache“, auf Seite 302.

**Sprache Bedienoberfläche (User Interface Language)**

Siehe [Kapitel 13.4](#), „Einstellen von Datum, Uhrzeit und Sprache“, auf Seite 302.

**Breites Menü**

Verbreitert die Menüanzeige. Aktivieren Sie die Option, wenn die Menüpunkte für die normale Menüanzeige zu lang sind, was bei anderen Sprachen als Englisch vorkommen kann.

**Optionen (Options)**

Siehe [Kapitel 13.7](#), „Optionen“, auf Seite 307.

**Wartung (Maintenance)**

Die Registerkarte „Geräteinformationen“ (Device Info) enthält Serviceinformationen zum R&S RTH. Wenn Sie Support benötigen, werden Sie möglicherweise nach diesen Informationen gefragt. Hier können Sie auch das Dokument "Open Source Acknowledgment" lesen, das den wortgetreuen Lizenztext von Open-Source-Software, die in der Firmware des Geräts verwendet wird, enthält.

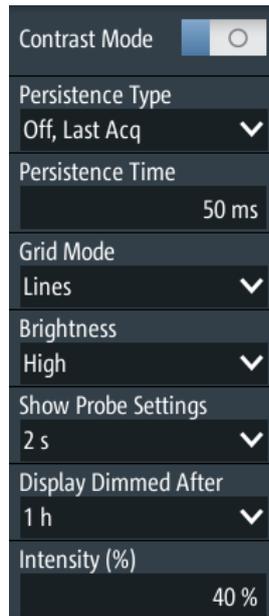
Auf der Registerkarte „Service“ kann das Servicepersonal ein Passwort eingeben, um weitere Servicefunktionen zu aktivieren. Sie können ohne Passwort einen Servicebericht erstellen, falls Probleme auftauchen. Einzelheiten siehe [Kapitel 2.5.3](#), „Informationen für den technischen Support“, auf Seite 41.

**Firmware-Aktualisierung (Firmware Update)**

Siehe [Kapitel 13.8](#), „Firmware aktualisieren“, auf Seite 310.

## 13.6 Display-Einstellungen

Zugriff: „Display“-Menü



### Kontrast- Modus (Contrast Mode)

Wenn aktiviert, werden die Messkurven in schwarzer Farbe auf einem weißen Hintergrund angezeigt.

Fernsteuerbefehl:

[DISPlay:CONTRast](#) auf Seite 526

### Nachleuchtentyp (Persistence Type)

Gibt an, wie lange jeder neue Datenpunkt auf dem Bildschirm bleibt.

„Aus, Letzte Erf.“ (Off, Last Acq) Deaktiviert das Nachleuchten und zeigt die letzte Erfassung an.

„Aus, Mehrere Erf.“ (Off, Multiple Acq) Deaktiviert das Nachleuchten und zeigt mehrere Erfassungen an.

„Zeit“ (Time) Datenpunkte bleiben für die mit [Nachleuchtzeit \(Persistence Time\)](#) angegebene Dauer auf dem Bildschirm.

„Unendlich“ (Infinite) Datenpunkte bleiben so lange auf dem Bildschirm, bis für das Nachleuchten „Aus, Mehrere Erf.“ (Off, Multiple Acq) eingestellt wird.

Fernsteuerbefehl:

[DISPlay:PERsistence\[:TYPE\]](#) auf Seite 525

### Nachleuchtzeit (Persistence Time)

Benutzerdefinierte Nachleuchtzeit, wenn „Nachleuchtentyp“ (Persistence Type) auf „Zeit“ (Time) eingestellt ist. Jeder neue Datenpunkt bleibt für die hier angegebene Zeit auf dem Bildschirm.

Fernsteuerbefehl:

[DISPlay:PERsistence:TIME](#) auf Seite 526

**Rastermodus (Grid Mode)**

Definiert die Rasteranzeige. Ein Raster hilft dabei, die Position bestimmter Datenpunkte zu bestimmen.

- „Off“ Es wird kein Raster angezeigt.
- „Punkte“ (Dots) Punkte markieren die Schnittpunkte der Rasterlinien.
- „Linien“ (Lines) Das Raster wird in Form von horizontalen und vertikalen Linien angezeigt.

**Helligkeit (Brightness)**

Ändert die Helligkeit des Touchscreens.

**Tastkopffinfo anzeigen (Show Probe Settings)**

Gibt an, wie lange die Tastkopfeinstellungen von aktiven Kanälen angezeigt werden, wenn Sie eine Kanaltaste drücken. Die Einstellungen werden oben auf dem Display angezeigt.

Die Tastkopfeinstellungen werden immer so lange angezeigt, wie das Menü „Vertical“ geöffnet ist.

**Display abgedunkelt nach (Display Dimmed After)**

Gibt an, wann das Display bei Nichtbenutzung ausgeschaltet wird. Durch das Ausschalten des Displays wird Energie gespart und die Betriebsdauer des Akkus verlängert.

**Intensität (%) (Intensity (%))**

Ändert die Intensität der Messkurven auf dem Bildschirm.

## 13.7 Optionen

Alle Optionen werden durch Lizenzschlüssel aktiviert. Zusätzliche Installations- oder Hardwareänderungen sind nicht erforderlich.

**Nicht registrierte Lizenzen**

Nicht registrierte Lizenzen können nicht einem einzelnen Gerät zugewiesen werden. Das Gerät akzeptiert nur registrierte Lizenzen. Wenn Ihre Lizenz nicht registriert ist, müssen Sie die Lizenz mit dem Online-Tool R&S License Manager für Ihr Gerät registrieren. Die Registrierung einer permanenten Lizenz kann nicht rückgängig gemacht werden. Achten Sie deshalb darauf, sie für das richtige Gerät zu registrieren. Die Adresse des Tools lautet <https://extranet.rohde-schwarz.com/service>. Für die Registrierung benötigen Sie die Geräte-ID des Geräts, auf dem die Option installiert werden soll.

Die Registerkarte „Aktive Optionen“ (Active options) enthält Informationen zu installierten Software-Optionen. Hier können Sie mithilfe von Lizenzschlüsseln neue Optionen installieren oder vorhandene Optionen deaktivieren.

Active options		Inactive options	Deactivated options
Description	Activation type	Valid until	
K1 I2C/SPI Trigger & Decode	Permanent		
K2 UART/RS232 Trigger & Decode	Permanent		
B1 Mixed-Signal-Opt. 250 MHz	Permanent		
B242 200 MHz Option, RTH1004	Permanent		
K19 Advanced Trigger	Permanent		
K200 Wireless LAN	Permanent		

Required information to order an option		Install a new option
Material number	1317.5000K04	Enter new option key
Serial number	900079	
Device ID	1317.5000K04-900079-Fw	Install from file ...

Auf der Registerkarte „Inaktive Optionen“ (Inactive options) sind alle deaktivierten und abgelaufenen Optionen aufgelistet.

Active options		Inactive options	Deactivated options
Description	Activation type	Valid until	Remark
K200 Wireless LAN	Permanent	-	deactivated

Die Registerkarte „Deaktivierte Optionen“ (Deactivated options) zeigt alle deaktivierten Optionen mit ihren Deaktivierungsinformationen an und bietet eine Funktion zum Exportieren der Deaktivierungsantwort. Die Antwort wird vom R&S License Manager angefordert.

Active options	Inactive options	Deactivated options
Description	Key	Response
K200 Wireless LAN	010263902420031714993030926;	04690C3456E888B6B

 Export deactivation response ...

### 13.7.1 Optionen aktivieren

Übergeben Sie Ihrem Vertriebsansprechpartner die Materialnummer, Seriennummer und Geräte-ID Ihres Geräts, um einen Lizenzschlüssel zu erhalten. Sie finden diese Informationen unter  > „Optionen“ (Options) > „Aktive Optionen“ (Active options).

Der Lizenzschlüssel wird in schriftlicher Form oder in einer Datei bereitgestellt. Nicht registrierte Lizenzen müssen im R&S License Manager registriert werden, damit sie auf dem Gerät aktiviert werden können.

1. Wenn Sie den Lizenzschlüssel in einer Datei erhalten haben, speichern Sie die Datei auf einem USB-Stick und schließen Sie ihn an das R&S RTH an.
2. Drücken Sie die Taste .
3. Wählen Sie „Optionen“ (Options) und dann die Registerkarte „Aktive Optionen“ (Active options) aus.

Active options			Inactive options			Deactivated options		
Description			Activation type			Valid until		
K1 I2C/SPI Trigger & Decode			Permanent					
K2 UART/RS232 Trigger & Decode			Permanent					
B1 Mixed-Signal-Opt. 250 MHz			Permanent					
B242 200 MHz Option, RTH1004			Permanent					
K19 Advanced Trigger			Permanent					
K200 Wireless LAN			Permanent					

Required information to order an option		Install a new option	
Material number	1317.5000K04	Enter new option key	
Serial number	900079	<input type="text"/>	
Device ID	1317.5000K04-900079-Fw	<input type="button" value="Install from file ..."/>	

- Wenn Sie einen Schlüssel in schriftlicher Form erhalten haben, geben Sie ihn im Feld „Neuen Freischaltcode eingeben“ (Enter new option key) ein.  
Wenn Sie einen Schlüssel in digitaler Form als Datei erhalten haben, tippen Sie auf „Aus Datei Installieren“ (Install from file) und wählen Sie den Pfad `/media/USB1` und dann die Lizenzschlüsseldatei aus.
- Wenn Sie mehrere Optionen aktivieren möchten, wiederholen Sie Schritt 3 für jede Option.
- Führen Sie einen Neustart des Geräts durch.

## 13.8 Firmware aktualisieren

Das Gerät wird mit der neuesten Firmware-Version geliefert. Firmware-Updates werden im Internet unter [www.rohde-schwarz.com/product/rth.html](http://www.rohde-schwarz.com/product/rth.html) > „Downloads“ > „Firmware“ bereitgestellt. Neben der Firmware-Datei finden Sie dort „Release Notes“ mit einer Beschreibung der Verbesserungen und Modifikationen.

Aktualisieren Sie die Firmware, sobald eine neue Version verfügbar ist.

- Laden Sie die Firmware-Installationsdatei `RTH*.rsi` herunter und speichern Sie sie auf einem USB-Stick.
- Stecken Sie den USB-Stick in den USB-Anschluss an der rechten Seite des Geräts.
- Drücken Sie .
- Blättern Sie im Menü abwärts und tippen Sie auf „Datei öffnen“ (Open File) unter „Firmware-Aktualisierung“ (Firmware Update).
- Wählen Sie die Firmware-Datei aus.

Falls die Datei `RTH*.rsi` nicht sichtbar ist, wählen Sie den Pfad `/media/USB1` und dann den Ordner aus, der die Datei enthält.

6. Tippen Sie auf „Auswählen“ (Select).
7. Tippen Sie auf „Ja“.

Das Firmware-Update wird gestartet. Warten Sie, bis das Update beendet ist. Das Gerät wird automatisch neu gestartet.

# 14 Netzwerkverbindungen

In diesem Kapitel wird die Einrichtung von Netzwerkverbindungen beschrieben.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den R&S RTH mit einem Computer zu verbinden:

- Verbinden Sie das Gerät mit einem lokalen Netzwerk (LAN), normalerweise das LAN des Unternehmens. Für diese Verbindung wird Ethernet-Technologie genutzt. LAN-Verbindungen werden zur Fernbedienung über die Webschnittstellenoption R&S RTH-K20, zur Fernsteuerung mithilfe von SCPI-Befehlen und zur Datenübertragung verwendet.
- Verbinden Sie das Gerät über USB direkt mit einem Computer. Die direkte USB-Verbindung wird zur Fernsteuerung mithilfe von SCPI-Befehlen verwendet.
- Verbinden Sie das Gerät mit dem WLAN (erfordert die Option R&S RTH-K200). Sie können das Gerät über einen Webbrowser auf dem Computer oder Mobilfunkgerät fernbedienen.

## 14.1 LAN-Verbindung

1. Verbinden Sie das LAN-Kabel mit dem LAN-Anschluss an der rechten Seite des Geräts.
2. Drücken Sie die Taste .
3. Wählen Sie „USB/LAN“ aus.
4. Wählen Sie „Schnittstelle“ (Interface) = „Ethernet“ aus. Standardmäßig wird DHCP verwendet und alle Adressinformationen werden automatisch zugewiesen.
5. Notieren Sie sich die IP-Adresse, die zur Adressierung des Geräts im Netzwerk erforderlich ist.

 Beschreibung von Einstellungen

Interface	Ethernet
Status	Ready (Eth. connected)
Hostname	RTH-900079
DHCP	<input checked="" type="checkbox"/>
IP Address (DHCP)	10.113.1.159
Subnet mask (DHCP)	255.255.252.0
Gateway (DHCP)	10.113.0.1
DNS Server (DHCP)	10.0.2.166
MAC Address	00:90:B8:1D:E4:70

**Schnittstelle (Interface)**

Wählen Sie eine Ethernet-Verbindung (LAN) oder USB-Verbindung aus. Wenn „Ethernet“ ausgewählt ist, ist der USB-Typ-B-Anschluss deaktiviert.

**Status**

Zeigt den Verbindungsstatus an.

**Hostname**

Zeigt den Computernamen des Geräts an.

In einem LAN, das mit einem DNS-Server (Domain Name System) arbeitet, kann auf jeden Computer bzw. jedes Gerät über einen eindeutigen Namen statt über die IP-Adresse zugegriffen werden. Der DNS-Server übersetzt den Host-Namen in die IP-Adresse. Der Hostname ist bei Verwendung eines DHCP-Servers hilfreich, da bei jedem Neustart des Geräts eine neue IP-Adresse zugewiesen wird.

Der Standardname lautet RTH-<Seriennummer>. Sie können den Namen ändern, müssen aber sicherstellen, dass der Name im LAN eindeutig ist.

**DHCP**

Aktiviert dynamische TCP/IP-Konfiguration über DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Wenn DHCP aktiviert ist, werden alle Adressinformationen automatisch zugewiesen. Deaktivieren Sie DHCP, wenn das Netzwerk dieses Protokoll nicht unterstützt.

**IP-Adresse (IP Address), Subnetzmaske (Subnet mask), Gateway, DNS-Server (DNS Server)**

Zeigen die IP-Adresse und weitere Adressinformationen für die LAN-Verbindung an.

Wenn das Netzwerk DHCP unterstützt, weist der DHCP-Server diese Parameter zu. Es kann ohne vorherige Konfiguration des Geräts eine sichere Verbindung mit dem LAN hergestellt werden.

Wenn DHCP nicht unterstützt wird, geben Sie die Adressinformationen manuell ein (statische Adresse).

**Hinweis:** Gefahr von Netzwerkfehlern. Fehler beim Anschluss können sich auf das gesamte Netzwerk auswirken. Wenn Ihr Netzwerk DHCP nicht unterstützt oder Sie DHCP deaktivieren, müssen Sie sicherstellen, dass Sie gültige Adressinformationen zuweisen, bevor Sie das Gerät mit dem LAN verbinden. Wenden Sie sich an den Netzwerkadministrator, um eine gültige IP-Adresse, Subnetzmaske und Gateway-Adresse zu erhalten.

**MAC-Adresse (MAC Address)**

Zeigt die MAC-Adresse (Media Access Control) an, eine physische Adresse und eine eindeutige Kennung des Geräts.

## 14.2 USB-Verbindung

Über den USB-Anschluss kann das Gerät direkt mit einem Computer verbunden werden. Auf dem Computer muss ein VISA-Kommunikationstool zur Steuerung des Geräts mit Fernsteuerbefehlen installiert sein.

1. Verbinden Sie ein USB-Kabel mit dem Mini-B-USB-Anschluss an der rechten Seite des Geräts und mit einem Computer.
2. Drücken Sie die Taste .
3. Wählen Sie „USB/LAN“ aus.
4. Wählen Sie „Schnittstelle“ (Interface) = „USB“ aus.  
Das Gerät zeigt den Verbindungsstatus an.
5. Sobald der Computer das verbundene Gerät erkennt, werden die Treiber automatisch installiert und es wird eine Nachricht angezeigt.  
Die Treiber sind IVI-Treiber.
6. Öffnen Sie den Device Manager auf dem Computer und prüfen Sie, ob das verbundene Gerät angezeigt wird.

## 14.3 Web-Datei-Browser

Wenn das R&S RTH über LAN oder WLAN (mit Option R&S RTH-K200/200US) mit einem Computer verbunden ist, können Sie mit dem Web-Datei-Browser die Daten auf dem Gerät organisieren. Sie können Dateien kopieren, Dateien auf den Computer

herunterladen, Dateien in das Gerät hochladen, Dateien löschen und umbenennen und Ordner erstellen.

1. Öffnen Sie einen Webbrowser auf dem Computer oder dem Mobilfunkgerät.
2. Geben Sie den Hostnamen oder die IP-Adresse des Geräts in das Adressfeld des Browsers ein, zum Beispiel *http://10.123.11.234*.  
Sie finden die IP-Adresse auf R&S RTH unter der -Taste > „USB/LAN“ > „Schnittstelle“ (Interface) = „Ethernet“ > „IP-Adresse“ (IP Address).

Select item and choose operation below.

SD		
python		
Rohde-Schwarz		
RTH		
Export		
Harmonic		
install		
log		
ReferenceCurves		
SaveSets		
Screenshots		
Slots		
SaveSetHarmonicTest.xml	282 kB	2019-08-01 11:11
SystemRestoration.xml	309 kB	2019-08-05 15:59
SystemRestoration.xml.old	310 kB	2019-08-05 15:41
System Volume Information		
axisserver.py	28 kB	2016-02-29 16:50
BOOT.BIN	6290 kB	2019-08-01 10:30
BOOT.bin.2_0_11_1_linux	6290 kB	2017-02-28 17:08
RTH_Update_1.60.1.73_Beta.rsi	71467 kB	2017-03-24 16:15
ScopeRider_1317.5000K04-900106-SC_2018_06_28_12_15_08.report	108 kB	2018-06-28 12:15
start_firmware.sh.bak	3 kB	2017-05-12 14:57
zImage	2408 kB	2019-08-01 10:30
USB1		

Current item:  
/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH

Copy-destination:

Download Delete Rename New Folder Set As Destination Copy

Upload to the current folder:  
 Browse... Submit Query

### Herunterladen, Löschen oder Umbenennen von Dateien oder Ordnern

1. Wählen Sie die Datei oder den Ordner im Browser aus. Sie können auch mehrere Dateien oder Ordner auswählen.
2. Wählen Sie die Aktion aus: „Herunterladen“ (Download), „Löschen“ (Delete) oder „Umbenennen“ (Rename).

3. Verwenden Sie die Browserfunktion „Speichern“ (Save) oder „Speichern unter“ (Save as) zum Speichern der Datei auf dem Computer.

Wenn Sie mehr als eine Datei oder einen Ordner herunterladen, wird der Download als ZIP-Datei gespeichert.

#### **Kopieren von Dateien oder Ordnern**

1. Wählen Sie das Zielverzeichnis im Browser.
2. Wählen Sie „Als Ziel festlegen“ (Set As Destination).
3. Wählen Sie die zu kopierenden Dateien oder Ordner im Browser aus.
4. Wählen Sie „Kopieren“ (Copy).

#### **Hochladen einer Datei zum Gerät**

1. Wählen Sie das Zielverzeichnis im Browser.
2. Wählen Sie „Durchsuchen“ (Browse).
3. Wählen Sie im Dateibrowser des Computers die Datei aus, die hochgeladen werden soll.
4. Wählen Sie im Dateibrowser des Computers „Öffnen“ (Open).
5. Wählen Sie im „RTH File Browser“ die Schaltfläche „Anfrage senden“ (Submit Query).

Die Datei wird in den Zielordner kopiert.

## **14.4 WLAN-Verbindung (Option R&S RTH-K200/200US)**

Mit der WLAN-Option R&S RTH-K200/200US können Sie Ihr Gerät von einem Computer oder einem tragbaren Gerät aus ohne Kabelverbindung steuern. Auf diese Weise können Sie gefährliche Messungen ohne Risiko durchführen.

Wenn das Gerät mit dem entfernten Gerät verbunden ist, sind die Messkurvanzeige und Bedienoberfläche des R&S RTH direkt im Webbrowser verfügbar. Alle Einstellungen sind im Browser änderbar, eine Software-Installation ist nicht erforderlich.

Es gibt zwei Möglichkeiten, eine WLAN-Verbindung herzustellen:

- Normalerweise ist das R&S RTH der Zugangspunkt, und Sie richten die Verbindung auf dem entfernten Gerät ein.
- Das R&S RTH ist der Client, der eine Verbindung mit einem Router oder Zugangspunkt herstellt.



Wie bei jeder anderen WLAN-Verbindung kann auch die WLAN-Verbindung zwischen dem R&S RTH und dem entfernten Gerät durch verschiedene Einflüsse wie z. B. Störsignale beeinträchtigt werden.

**WLAN aktivieren**

1. Drücken Sie die Taste .
2. Tippen Sie auf „WLAN“ (Wireless LAN).
3. Nur für Option R&S RTH-K200: Wählen Sie das „Land“ (Country) aus, in dem Sie das Gerät nutzen.  
Das Spezifikationsdokument enthält eine Liste von Ländern, in denen die Option R&S RTH-K200 zertifiziert oder zugelassen ist.
4. Aktivieren Sie „WLAN-Status“ (Wireless State).  
Sie können das Gerät jetzt verbinden.

**Gerät als Zugangspunkt verwenden**

1. Drücken Sie die Taste .
2. Tippen Sie auf „WLAN“ (Wireless LAN).
3. Nur für Option R&S RTH-K200: Wählen Sie das „Land“ (Country) aus, in dem Sie das Gerät nutzen.  
Das Spezifikationsdokument enthält eine Liste von Ländern, in denen die Option R&S RTH-K200 zertifiziert oder zugelassen ist.
4. Wählen Sie „WLAN-Modus“ (Wireless Mode) = „Zugangspunkt“ im Menü „WLAN“ (Wireless LAN) aus.
5. Wenn Sie zum ersten Mal eine Verbindung einrichten, ändern Sie die Standard-„Passphrase“. Sie können auch die Kennung des Geräts ändern, die „SSID“.
6. Aktivieren Sie „WLAN-Status“ (Wireless State).
7. Richten Sie auf Ihrem entfernten Gerät die Verbindung mit dem Messgerät ein.  
Wählen Sie die SSID aus und geben Sie die Passphrase ein.  
Die genaue Vorgehensweise wird in der Dokumentation Ihres Geräts beschrieben.

**Gerät als Client verwenden**

1. Drücken Sie die Taste .
2. Tippen Sie auf „WLAN“ (Wireless LAN).
3. Nur für Option R&S RTH-K200: Wählen Sie das „Land“ (Country) aus, in dem Sie das Gerät nutzen.  
Das Spezifikationsdokument enthält eine Liste von Ländern, in denen die Option R&S RTH-K200 zertifiziert oder zugelassen ist.
4. Wählen Sie „WLAN-Modus“ (Wireless Mode) = „Client“ im Menü „WLAN“ (Wireless LAN) aus.
5. Aktivieren Sie „WLAN-Status“ (Wireless State).  
Das Fenster „Choose Access Point“ (Zugangspunkt auswählen) wird geöffnet.
6. Tippen Sie auf die „SSID“ des erforderlichen Routers.

7. Geben Sie das Passwort des erforderlichen Routers in „Passphrase“ ein.  
Der Verbindungsstatus wird unter „Status“ angezeigt.

### Beschreibung von Einstellungen

Wireless State	<input checked="" type="checkbox"/>
Wireless Mode	Access point
SSID	RTH-900031
Passphrase	fmORg7VD
Status	Access point ready
IP Address	192.168.0.1
MAC Address	00:90:B8:1E:9D:88

#### **Land (Country)**

Wählen Sie das Land aus, in dem Sie das WLAN nutzen.

Nur verfügbar in Option R&S RTH-K200. Das Spezifikationsdokument enthält eine Liste von Ländern, in denen diese Option zertifiziert oder zugelassen ist.

#### **WLAN-Status (Wireless State)**

Aktiviert oder deaktiviert den WLAN-Zugang.

#### **WLAN-Modus (Wireless Mode)**

Stellt die WLAN-Funktion des Geräts ein. Es kann als Zugangspunkt oder als Client dienen.

Fernsteuerbefehl:

[SYSTEM:COMMunicate:WLAN:MODE](#) auf Seite 527

#### **SSID**

Zeigt die WLAN-Kennung des Geräts an. Sie können die Kennung ändern.

#### **Passphrase**

Zeigt das WLAN-Passwort des Geräts an. Sie können das Passwort ändern.

#### **Status**

Zeigt den Verbindungsstatus und Aktivitäten an.

#### **IP-Adresse (IP Address)**

Zeigt die IP-Adresse des Geräts an. Sie benötigen diese Adresse zum Einrichten der Verbindung auf dem entfernten Gerät.

**MAC-Adresse (MAC Address)**

Zeigt die MAC-Adresse (Media Access Control) an, eine physische Adresse und eindeutige Kennung des Geräts.

## 14.5 Webschnittstelle (Option R&S RTH-K201)

Wenn der R&S RTH über LAN oder WLAN (mit Option R&S RTH-K200/200US) mit einem Computer verbunden ist, können Sie das Gerät vom Computer aus bedienen. Zusätzliche Tools sind nicht erforderlich, lediglich ein Webbrowser, der HTML5 unterstützt. Auf diese Weise können Sie das Oszilloskop mit Ihrem Smartphone oder Tablet fernbedienen.

1. Öffnen Sie einen Webbrowser auf dem Computer oder dem Mobilfunkgerät.
2. Geben Sie den Hostnamen oder die IP-Adresse des Geräts in das Adressfeld des Browsers ein, zum Beispiel `http://10.133.10.203`.

Die Homepage des Geräts wird angezeigt.

Die Webschnittstelle bietet folgende Möglichkeiten:

- Es kann ein Screenshot der aktuellen Geräteanzeige angezeigt werden.
- Das Gerät kann über die Menüs in der emulierten Anzeige bedient werden. Diese Ansicht ist vor allem für kleine Geräte, z. B. Smartphones, geeignet.
- Das Gerät kann über die emulierte Frontplatte bedient werden. Sie sehen ein Live-Bild des Geräts. Die Tasten, das Drehrad und die Menüs sind auf dieselbe Weise wie direkt auf dem Gerät verwendbar.
- Die auf dem Gerät gespeicherten Daten können organisiert werden. Sie können Dateien auf den Computer herunterladen, Dateien in das Gerät hochladen, Dateien löschen und umbenennen und Ordner erstellen.



Das Gerät ist über das Protokoll HTTP mit der Webschnittstelle verbunden. Ein verschlüsselter Zugang über https ist nicht verfügbar. Die bekannten Risiken ungesicherter Webverbindungen bestehen auch für die Verbindung des R&S RTH.

# 15 Fernsteuerbefehle

## 15.1 Konventionen in den Befehlsbeschreibungen

Die folgenden Konventionen werden in den Beschreibungen der Fernsteuerbefehle verwendet:

- **Verwendung des Befehls**  
Wenn nicht anders angegeben, können Befehle zum Einstellen und Abfragen von Parametern verwendet werden.  
Kann ein Befehl nur zum Einstellen oder Abfragen verwendet werden oder wenn er ein Ereignis auslöst, wird ausdrücklich darauf hingewiesen.
- **Verwendung des Parameters**  
Wenn nicht anders angegeben, ist ein Parameter zum Festlegen eines Wertes verwendbar, oder er ist das Ergebnis einer Abfrage.  
Parameter, die nur zum Einstellen erforderlich sind, werden als **Einstellparameter** bezeichnet.  
Parameter, die nur zum Spezifizieren einer Abfrage erforderlich sind, werden als **Abfrageparameter** bezeichnet.  
Parameter, die nur als das Ergebnis einer Abfrage zurückgegeben werden, werden als **Rückgabewerte** bezeichnet.
- **Konformität**  
Befehle, die dem SCPI-Standard entnommen werden, werden als **SCPI-konform** bezeichnet. Alle vom R&S RTH verwendeten Befehle entsprechen den SCPI-Syntaxregeln.
- **Asynchrone Befehle**  
Ein Befehl, der nicht automatisch abgeschlossen wird, bevor die Ausführung des nächsten Befehls beginnt (überlappender Befehl), wird als **asynchroner Befehl** bezeichnet.
- **Rücksetzwerte (\*RST)**  
Standardparameterwerte, die direkt nach einem Zurücksetzen des Geräts (\*RST-Befehl) verwendet werden, werden als **\*RST-Werte** bezeichnet, sofern verfügbar.
- **Standardeinheit**  
Die Standardeinheit wird für numerische Werte verwendet, wenn keine andere Einheit mit dem Parameter angegeben wird.

## 15.2 Modus

---

**OP[:MODE]** <OperationMode>

Sets the operating mode of the instrument.

**Parameter:**

<OperationMode> YT | XY | MASK | ROLL | METer | FFT | LOGGer | COUNter |  
 PROTOcol | HARMonic | SPECTrum  
 \*RST: YT (scope mode)

## 15.3 Einrichten von Messkurven

- [Automatische Einstellung](#).....321
- [Vertikale Einstellung](#).....321
- [Horizontale Einstellung](#)..... 327
- [Erfassungssteuerung](#)..... 328
- [Trigger](#).....331

### 15.3.1 Automatische Einstellung

#### AUToscale

Performs an autoset in scope mode.

**Verwendung:** Ereignis

### 15.3.2 Vertikale Einstellung

Das Kanal-Suffix <m> gibt den Kanal an, für den der Befehl ausgeführt wird. Die Anzahl der Kanäle ist vom Gerätetyp abhängig. Das R&S RTH1004 besitzt 4 Kanäle; die Suffixwerte sind 1 | 2 | 3 | 4. Das R&S RTH1002 besitzt 2 Kanäle; die Suffixwerte sind 1 | 2.



Stellen Sie sicher, dass das Teilverhältnis auf dem Gerät auf den verwendeten Tastkopf eingestellt wird. Andernfalls geben die Messergebnisse nicht den tatsächlichen Spannungspegel wieder und Sie schätzen das tatsächliche Risiko möglicherweise falsch ein.

<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:STATe</a> .....	322
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:SCALE</a> .....	322
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:RANGE</a> .....	322
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:PROBe</a> .....	322
<a href="#">PROBe&lt;m&gt;:SETup:ATTenuation:MANual</a> .....	323
<a href="#">PROBe&lt;m&gt;:SETup:ATTenuation:UNIT</a> .....	323
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:POSition</a> .....	324
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:OFFSet</a> .....	324
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:COUPling</a> .....	324
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:BANDwidth</a> .....	325
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:POLarity</a> .....	325
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:DESKew</a> .....	325
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:THReshold:TECHnology</a> .....	326

<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:THReshold:USER.....</a>	326
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:THReshold:THReshold?.....</a>	327
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:THReshold:FINDlevel.....</a>	327

---

### CHANnel<m>:STATe <State>

Switches the channel signal on or off.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<State> ON | OFF  
\*RST: OFF

---

### CHANnel<m>:SCALe <Scale>

Sets the vertical scale (vertical sensitivity) of the indicated waveform.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<Scale> Scale value, given in Volts per division  
Bereich: 2E-3 bis 100  
Inkrement: 1E-3  
\*RST: 0.05  
Std.-einheit: V/div

---

### CHANnel<m>:RANGe <Range>

Sets the voltage range across the 8 vertical divisions of the diagram. Use the command alternatively to [CHANnel<m>:SCALe](#).

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<Range> Voltage range value  
Bereich: 200E-9 bis 8E+6  
Inkrement: 10E-6  
\*RST: 0.4  
Std.-einheit: V

---

### CHANnel<m>:PROBe <ProbeSettings>

Sets the attenuation factor of the connected probe. The vertical scaling is adjusted accordingly, and measured values are multiplied by this factor so that the displayed values are equal to the actual signal values.

Stellen Sie sicher, dass das Teilverhältnis auf dem Gerät auf den verwendeten Tastkopf eingestellt wird. Andernfalls geben die Messergebnisse nicht den tatsächlichen Spannungspegel wieder und Sie schätzen das tatsächliche Risiko möglicherweise falsch ein.

Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<ProbeSettings> V1TO1 | V10To1 | V20To1 | V100to1 | V200to1 | V1000to1 | C100V1A | C10V1A | C1V1A | C100MV1A | C10MV1A | C1MV1A | T1MVC | T1MVF | PT100 | PT500 | PT1000 | USER

**V1TO1 | V10To1 | V20To1 | V100To1 | V200To1 | V1000To1**  
Attenuation factors of voltage probes: 1:1, 10:1, 20:1, 100:1, 200:1, 1000:1.

**C100V1A | C10V1A | C1V1A | C100MV1A | C10MV1A | C1MV1A**  
Sensitivity of current probes: 100 V/A, 10 V/A, 1 V/A, 100 mV/A, 10 mV/A, 1 mV/A.

**T1MVC | T1MVF | TPTC | TPTF**  
Temperature adapter type: 1 mV/°C, 1 mV/°F, PT100(°C), PT100(°F)

**USER**  
Set a user-defined attenuation factor if the predefined values do not fit: Use `PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual` to set the value and `PROBe<m>:SETup:ATTenuation:UNIT` to set the unit.

\*RST: V1TO1

**PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual <ProbeFactor>**

Sets a user-defined attenuation factor if `CHANnel<m>:PROBe` is set to `USER`.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<ProbeFactor> Bereich: 100E-6 bis 10000  
Inkrement: 100E-6  
\*RST: 1

**PROBe<m>:SETup:ATTenuation:UNIT <ProbeUnit>**

Sets a user-defined probe unit if `CHANnel<m>:PROBe` is set to `USER`.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<ProbeUnit> V | A  
\*RST: V

**CHANnel<m>:POSition <Position>**

Moves the selected signal up or down in the diagram. The position is a graphical setting given in divisions, while the offset sets a voltage.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<Position> Position value, given in divisions.  
Bereich: -4 bis 4  
Inkrement: 0.5  
\*RST: 0  
Std.-einheit: div

**CHANnel<m>:OFFSet <Offset>**

Sets an offset voltage that is added to correct an offset-affected signal. The value is included in measurement results. The signal is shifted in relation to the ground level by the offset value. Negative offset values move the waveform down, positive values move it up.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<Offset> Bereich: -400 bis 400  
Inkrement: 0.5  
\*RST: 0  
Std.-einheit: V

**CHANnel<m>:COUPling <Coupling>**

Selects the connection of the indicated channel.

Wenn die AC-Kopplung eingestellt ist, hat die Dämpfung passiver Sonden keine Auswirkung, und die Spannung wird mit dem Faktor 1:1 an das Gerät angelegt. Beachten Sie die Spannungsgrenzen, sonst können Sie das Gerät beschädigen.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<Coupling> DCLimit | ACLimit

**DCLimit**

The signal passes the input unchanged.

**ACLimit**

A highpass filter removes the DC offset voltage from the input signal if the DC component of a signal is of no interest.

\*RST: DCLimit

**CHANnel<m>:BANDwidth <BandwidthLimit>**

Selects the bandwidth limit for the indicated channel.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<BandwidthLimit> FULL | B350 | B200 | B100 | B60 | B50 | B40 | B20 | B10 | B5 | B4 | B2 | B1 | B5HK | B4HK | B2HK | B1HK | B50K | B40K | B20K | B10K | B5K | B4K | B2K | B1K

**FULL**

At full bandwidth, all frequencies in the specified range are acquired and displayed.

**B350 | B200 | B100 | B60 | B50 | B40 | B20 | B10 | B5 | B4 | B2 | B1**

Limit to 350 MHz, 200 MHz, 100 MHz, 60 MHz,..., respectively.

**B5HK | B4HK | B2HK | B1HK | B50K | B40K | B20K | B10K | B5K | B4K | B2K | B1K**

Limit to 500 kHz, 400 kHz,..., respectively.

\*RST: FULL

**CHANnel<m>:POLarity <Polarity>**

Turns the inversion of the signal amplitude on or off. To invert means to reflect the voltage values of all signal components against the horizontal display center. Inversion affects only the display of the signal but not the trigger.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<Polarity> NORMal | INVerted

\*RST: NORMal

**CHANnel<m>:DESKew <Deskew>**

Sets a delay for the selected channel.

Deskew compensates delay differences between channels caused by the different length of cables, probes, and other sources.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<Deskew> Deskew value  
 Bereich: -100E-9 bis 100E-9  
 Inkrement: 800E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**CHANnel<m>:THReshold:TECHnology <ThresholdType>**

Sets the threshold value for digitization of analog signals. If the signal value is higher than the threshold, the signal state is high (1 or true for the Boolean logic). Otherwise, the signal state is considered low (0 or false) if the signal value is below the threshold.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<ThresholdType> TTL | ECL | CMOS | CAN | GND | LIN7vsupply | LIN12vsupply | LIN18vsupply | USER

**TTL**

1.4 V

**ECL**

-1.3 V

**CMOS**

2.5 V

**GND**

0 V (for CAN channels, requires option R&S RTH-K3).

**CAN**

2 V (for CAN channels, requires option R&S RTH-K3).

**LIN7vsupply | LIN12vsupply | LIN18vsupply**

7 V / 12 V / 18 V (for LIN channels, requires option R&S RTH-K3).

**USER**

Set the value with [CHANnel<m>:THReshold:USER](#).

\*RST: TTL

**CHANnel<m>:THReshold:USER <ThresholdValue>**

Set an individual threshold value if [CHANnel<m>:THReshold:TECHnology](#) is set to USER.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Parameter:**

<ThresholdValue> Bereich: -400 bis 400  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 1.4  
 Std.-einheit: V

**CHANnel<m>:THReshold:THReshold?**

Returns the threshold value.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<Level> Bereich: -10 bis 10  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Verwendung:** Nur Abfrage

**CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel**

The instrument sets the threshold for the selected channel.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Verwendung:** Ereignis

**15.3.3 Horizontale Einstellung**

<a href="#">TIMebase:SCALe</a> .....	327
<a href="#">TIMebase:RANGe</a> .....	328
<a href="#">TIMebase:HORizontal:POSition</a> .....	328
<a href="#">TIMebase:REFerence</a> .....	328

**TIMebase:SCALe <Scale>**

Sets the time scale of the horizontal axis for all signals.

**Parameter:**

<Scale> Bereich: 1E-9 bis 500  
 Inkrement: Steps 1, 2, 5 (1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500...)  
 \*RST: 100E-9  
 Std.-einheit: s/div

**TIMEbase:RANGe** <AcquisitionTime>

Sets the acquisition time, the time range across the 10 horizontal divisions of the diagram. Use the command alternatively to [TIMEbase:SCALE](#).

**Parameter:**

<AcquisitionTime>      Bereich:      10E-9 bis 5000  
                                  Inkrement:    Steps 1, 2, 5 (1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500...)  
                                  \*RST:        1E-6  
                                  Std.-einheit: s

**TIMEbase:HORizontal:POSition** <Position>

Sets the horizontal position of the trigger point in relation to the reference point.

See also: „[Horizontale Position \(Horizontal Position\)](#)“ auf Seite 52

**Parameter:**

<Position>                Bereich:      Depends on the time scale, see table below.  
                                  Inkrement:    0.1  
                                  \*RST:        0  
                                  Std.-einheit: s

Time scale	Min./max. horizontal position
1 ns/div to 100 µs/div	±2 s
200 µs/div to 2 s/div	<i>Time scale * 20000</i>
5 s/div – 500 s/div	100000 s

**TIMEbase:REFerence** <ReferencePoint>

Defines the time reference point in the diagram.

**Parameter:**

<ReferencePoint>      Position of the reference point in percent of the screen width.  
                                  Available values are:  
                                  10: on the left side of the screen  
                                  50: in the middle of the screen  
                                  90: on the right side  
                                  \*RST:        50  
                                  Std.-einheit: %

### 15.3.4 Erfassungssteuerung

<a href="#">RUN</a> .....	329
<a href="#">STOP</a> .....	329
<a href="#">ACQUIRE:MODE</a> .....	329
<a href="#">ACQUIRE:AVERage:COUNT</a> .....	329
<a href="#">ACQUIRE:ARESet:IMMediate</a> .....	330

ACQUIRE:POINTS:PRESelect.....	330
ACQUIRE:WAVEformupd.....	330
ACQUIRE:POINTS:ARATe?.....	331
ACQUIRE:POINTS[:VALue]?.....	331
ACQUIRE:RESolution?.....	331

---

## RUN

Starts the continuous acquisition.

**Verwendung:** Ereignis

---

## STOP

Stops the running acquisition.

**Verwendung:** Ereignis

---

## ACQUIRE:MODE <AcquisitionMode>

Defines how the waveform is built from the captured samples.

### Parameter:

<AcquisitionMode> SAMPLE | PDETECT | HRESOLUTION | AVERAGE | ENVELOPE

#### **SAMPLE**

One of n samples in a sample interval is recorded as waveform point, the other samples are discarded.

#### **PDETECT**

The minimum and the maximum of n samples are recorded as waveform points, the other samples are discarded.

#### **HRESOLUTION**

The average of n captured sample points is recorded as one waveform point.

#### **AVERAGE**

The average is calculated from the data of the current acquisition and a number of acquisitions before. The number of acquisitions for average calculation is defined with `ACQUIRE:`

`AVERAGE:COUNT`.

#### **ENVELOPE**

The minimum and maximum values in a sample interval over a number of acquisitions are saved. The most extreme values of all acquisitions build the envelope.

\*RST: SAMPLE

---

## ACQUIRE:AVERAGE:COUNT <NoOfAvs>

Sets the number of waveforms used to calculate the average waveform.

**Parameter:**

<NoOfAvs>            Bereich:    2 bis 8192  
                           Inkrement: 2<sup>N</sup> (N = 1 .. 13)  
                           \*RST:        2

**ACQUIRE:ARESet:IMMediate**

Restarts the envelope and average calculation.

**Verwendung:**        Ereignis

**ACQUIRE:POINTS:PRESelect <RecLength>**

Sets the record length.

**Parameter:**

<RecLength>            MAX | MIDDLE | MIN  
**MAX**  
 Sets the maximum record length.  
**MIDDLE**  
 Limits the record length to 12.5 ksample.  
**MIN**  
 Limits the record length to 1.25 ksample.  
 \*RST:            MAX

The actual record length can differ from these limits, see „Akt. Aufzeichnungslänge C1 - C4 (Act. Record Len. C1 - C4)“ auf Seite 55.

**ACQUIRE:WAVEformupd <WaveformUpdate>**

The command is relevant if the time scale is  $\geq 50$  ms/div. At these slow timebases, you can select how the acquired samples are displayed.

**Parameter:**

<WaveformUpdate>    INTermediate | FULL  
**INTermediate**  
 The acquired samples are displayed before the acquisition is completed. In this mode, the record length is limited to 125 ksample.  
**FULL**  
 The acquired samples are displayed when the complete acquisition has been recorded. Depending on the selected time scale, it takes some time until the waveform is visible. This mode does not limit the record length and is always used for time scales  $< 50$  ms/div.  
 \*RST:            INTermediate

**ACQUIRE:POINTS:ARATE?**

Returns the number of captured analog waveform points per second (sample rate of the ADC).

**Rückgabewerte:**

<ADCSampleRate> 1 active channel: 5 Gsample/s  
 2 active channels: 2.5 Gsample/s  
 3 or 4 active channels: 1.25 Gsample/s  
 Std.-einheit: Sa/s

**Verwendung:** Nur Abfrage

**ACQUIRE:POINTS[:VALUE]?**

Returns the record length, number of captured waveform samples before interpolation.

**Rückgabewerte:**

<RecordLength> Bereich: 1 bis 4294967295  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 1  
 Std.-einheit: Sa

**Verwendung:** Nur Abfrage

**ACQUIRE:RESOLUTION?**

Returns the resolution, the time between two waveform samples.

**Rückgabewerte:**

<ResolutionPP> Bereich: 1E-12 bis 1E+12  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

**15.3.5 Trigger**

- [Allgemeine Triggereinstellungen](#)..... 332
- [Flankentrigger](#)..... 335
- [Glitch-Trigger](#)..... 335
- [Pulsbreitentrigger](#)..... 336
- [Video/TV-Trigger](#)..... 338
- [Externer Trigger \(R&S RTH1002\)](#)..... 340
- [Mustertrigger \(R&S RTH-K19\)](#)..... 341
- [Zustandstrigger \(R&S RTH-K19\)](#)..... 344
- [Runt-Trigger \(R&S RTH-K19\)](#)..... 345
- [Anstiegszeitentrigger \(R&S RTH-K19\)](#)..... 347
- [Data2Clock-Trigger \(R&S RTH-K19\)](#)..... 349
- [Trigger für serielle Muster \(R&S RTH-K19\)](#)..... 350

- Timeout-Trigger (R&S RTH-K19)..... 352
- Intervalltrigger (R&S RTH-K19)..... 352
- Fenstertrigger (R&S RTH-K19)..... 354

### 15.3.5.1 Allgemeine Triggereinstellungen

Siehe auch: [Kapitel 3.6.1, „Allgemeine Triggereinstellungen“](#), auf Seite 57

TRIGger:MODE.....	332
TRIGger:SOURce.....	332
TRIGger:TYPE.....	333
TRIGger:LEVel<m>:VALue.....	333
TRIGger:HOLDoff:MODE.....	333
TRIGger:HOLDoff:TIME.....	334
TRIGger:HOLDoff:EVENTs.....	334
TRIGger:HOLDoff:MIN.....	334
TRIGger:HOLDoff:MAX.....	334
TRIGger:MNR.....	334

---

#### TRIGger:MODE <Mode>

The trigger mode determines the behavior of the instrument if no trigger occurs, and also the number of acquired waveforms when a trigger occurs.

##### Parameter:

<Mode> AUTO | NORMAl | SINGle

##### **AUTO**

The instrument triggers repeatedly after a time interval if the trigger conditions are not fulfilled. If a real trigger occurs, it takes precedence.

##### **NORMAl**

The instrument acquires waveforms continuously, each time when a trigger occurs.

##### **SINGle**

When a trigger occurs, the instrument acquires one waveform.

\*RST: AUTO

---

#### TRIGger:SOURce <Source>

Selects the trigger source, the waveform on which the trigger condition is checked.

##### Parameter:

<Source> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7

Logic channels D0 to D7 require option R&S RTH-B1. For video, runt, slew rate and window trigger, only analog channels are available.

\*RST: C1

---

**TRIGger:TYPE <Type>**

Selects the trigger type, the event type that defines the trigger point.

**Parameter:**

&lt;Type&gt;

EDGE | GLITch | WIDTH | TV | PATtern | STATe | RUNT |  
SLEWrate | DATatoclock | SERPattern | TIMEout | INTerval |  
WINDow | PROToocol**EDGE | GLITch | WIDTH | TV**

Standard trigger types

**PATtern | STATe | RUNT | SLEWrate | DATatoclock | SERPat-  
tern | TIMEout | INTerval | WINDow**

Require option R&amp;S RTH-K19.

**PROToocol**

Requires option R&amp;S RTH-K1 and/or R&amp;S RTH-K2

\*RST: EDGE

---

**TRIGger:LEVel<m>:VALue <Level>**

Sets the trigger level voltage. The command is relevant for all trigger types that require one trigger level.

**Suffix:**

&lt;m&gt;

1..21

Indicates the trigger source:

1..4: analog channels 1 to 4

8..15: digital channels D0 to D7

All others: not available

**Parameter:**

&lt;Level&gt;

Bereich: -10 bis 10

Inkrement: 1E-3

\*RST: 0

Std.-einheit: V

---

**TRIGger:HOLDoff:MODE <Mode>**

Selects the method to define the holdoff.

**Parameter:**

&lt;Mode&gt;

OFF | TIME | RANDom | EVENts

**OFF**

No holdoff

**TIME**Defines the holdoff as a time period. The next trigger occurs only after a time has passed, which is defined with **TRIGger:****HOLDoff:TIME.**

**RANdOm**

Defines the holdoff as a random time limited by **TRIGger:HOLDoff:MIN** and **TRIGger:HOLDoff:MAX**. For each acquisition, the instrument selects a new random holdoff time from the specified range.

**EVENTs**

Defines the holdoff as a number of trigger events, which is defined with **TRIGger:HOLDoff:EVENTs**.

\*RST: OFF

**TRIGger:HOLDoff:TIME** <Time>

Sets the time that has to pass at least until the next trigger occurs. The command takes effect if **TRIGger:MODE** is set to **TIME**.

**Parameter:**

<Time>                    Bereich: 8E-9 bis 10  
                               Inkrement: 200E-6  
                               \*RST: 1E-3  
                               Std.-einheit: s

**TRIGger:HOLDoff:EVENTs** <Events>

Sets the number of triggers to be skipped until the next trigger occurs. The command takes effect if **TRIGger:MODE** is set to **EVENTs**.

**Parameter:**

<Events>                   Bereich: 1 bis 1000000000  
                               Inkrement: 10  
                               \*RST: 1

**TRIGger:HOLDoff:MIN** <RandomMinTime>**TRIGger:HOLDoff:MAX** <RandomMaxTime>

Set the time limits for random holdoff time. For each acquisition, the instrument selects a new random holdoff time from the specified range.

**Parameter:**

<RandomMinTime> Bereich: 8E-9 bis 10  
 <RandomMaxTime> Inkrement: 200E-6  
                               \*RST: 2E-3  
                               Std.-einheit: s

**TRIGger:MNR** <MoreNoiseReject>

Enables a hysteresis to avoid unwanted trigger events caused by noise oscillation around the trigger level.

**Parameter:**

<MoreNoiseReject> ON | OFF  
 \*RST: OFF

**15.3.5.2 Flankentrigger****TRIGger:EDGE:SLOPe** <Slope>

Sets the edge to be triggered on.

**Parameter:**

<Slope> POSitive | NEGative | EITHer  
 POSitive = rising edge  
 NEGative = falling edge  
 EITHer = rising and falling edge  
 \*RST: POSitive

**15.3.5.3 Glitch-Trigger**

Siehe auch: [Kapitel 3.6.3, „Glitch-Trigger“](#), auf Seite 61

<a href="#">TRIGger:GLITCh:POLarity</a> .....	335
<a href="#">TRIGger:GLITCh:RANGe</a> .....	335
<a href="#">TRIGger:GLITCh:WIDTh</a> .....	336

**TRIGger:GLITCh:POLarity** <Polarity>

Gibt die Impulspolarität an, also die Richtung der ersten Impulsflanke. Sie können triggern auf:

- Positive Impulse. Die Breite wird von der steigenden zur fallenden Flanke definiert.
- Negative Impulse. Die Breite wird von der fallenden zur steigenden Flanke definiert.
- Sowohl positive als auch negative Impulse

**Parameter:**

<Polarity> POSitive | NEGative | EITHer  
 \*RST: POSitive

**TRIGger:GLITCh:RANGe** <Condition>

Selects the glitches to be identified: shorter or longer than the width specified with [TRIGger:GLITCh:WIDTh](#).

**Parameter:**

<Condition> LONGer | SHORter  
 \*RST: LONGer

**TRIGger:GLITch:WIDTH** <Duration>

Sets the pulse width of the glitch.

**Parameter:**

<Duration>            Bereich:    800E-12 bis 10000  
                           Inkrement: 100E-9  
                           \*RST:     5E-9  
                           Std.-einheit: s

**15.3.5.4 Pulsbreitentrigger**

Siehe auch: [Kapitel 3.6.4, „Pulsbreitentrigger“](#), auf Seite 62.

<a href="#">TRIGger:WIDTH:POLarity</a> .....	336
<a href="#">TRIGger:WIDTH:RANGe</a> .....	336
<a href="#">TRIGger:WIDTH:WIDTh</a> .....	337
<a href="#">TRIGger:WIDTH:DELTA</a> .....	337
<a href="#">TRIGger:WIDTH:MAX</a> .....	337
<a href="#">TRIGger:WIDTH:MIN</a> .....	337

**TRIGger:WIDTh:POLarity** <Polarity>

Gibt die Impulspolarität an, also die Richtung der ersten Impulsflanke. Sie können triggern auf:

- Positive Impulse. Die Breite wird von der steigenden zur fallenden Flanke definiert.
- Negative Impulse. Die Breite wird von der fallenden zur steigenden Flanke definiert.
- Sowohl positive als auch negative Impulse

**Parameter:**

<Polarity>            POSitive | NEGative | EITHer  
                           \*RST:     POSitive

**TRIGger:WIDTh:RANGe** <Condition>

Defines how the measured pulse width is compared with one or more given limits.

**Parameter:**

<Condition>            LONGer | SHORter | EQUal | NEQual | WITHin | OUTSide

**LONGer | SHORter**

Triggers on pulses shorter or longer than a width set using [TRIGger:WIDTh:WIDTh](#).

**EQUal | NEQual**

Triggers on pulses equal or not equal a given width that is set using [TRIGger:WIDTh:WIDTh](#). In addition, a tolerance can be set around the specified width using [TRIGger:WIDTh:DELTA](#).

**WITHin | OUTSide**

Triggers on pulses inside or outside a given range. The range is set using [TRIGger:WIDTh:MIN](#) and [TRIGger:WIDTh:MAX](#).

\*RST: LONGer

**TRIGger:WIDTh:WIDTh** <Duration>

Sets the width for comparison ranges EQUal, UNEQual, SHORter, and LONGer.

See [TRIGger:WIDTh:RANGe](#) auf Seite 336

**Parameter:**

<Duration>            Bereich:    800E-12 bis 10000  
                               Inkrement: 100E-9  
                               \*RST:        5E-9  
                               Std.-einheit: s

**TRIGger:WIDTh:DELTA** <Tolerance>

Sets a range  $\Delta t$  to the specified width, which is defined using [TRIGger:WIDTh:WIDTh](#).

**Parameter:**

<Tolerance>            Bereich:    0 bis 5000  
                               Inkrement: 500E-12  
                               \*RST:        0  
                               Std.-einheit: s

**TRIGger:WIDTh:MAX** <MaxDuration>

Sets the upper limit for the pulse width if [TRIGger:WIDTh:RANGe](#) is set to WITHin or OUTSide.

**Parameter:**

<MaxDuration>        Bereich:    800E-12 bis 10000  
                               Inkrement: 100E-9  
                               \*RST:        5E-9  
                               Std.-einheit: s

**TRIGger:WIDTh:MIN** <MinDuration>

Sets the lower limit for the pulse width if [TRIGger:WIDTh:RANGe](#) is set to WITHin or OUTSide.

**Parameter:**

<MinDuration>        Bereich:    800E-12 bis 10000  
                               Inkrement: 100E-9  
                               \*RST:        5E-9  
                               Std.-einheit: s

### 15.3.5.5 Video/TV-Trigger

Die Normen PAL, PAL-M, NTSC und SECAM sind in der Geräte-Firmware verfügbar. Alle anderen Normen und kundenspezifischen Signale erfordern die erweiterte Triggeroption R&S RTH-K19.

TRIGger:TV:STANdard.....	338
TRIGger:TV:POLarity.....	338
TRIGger:TV:MODE.....	339
TRIGger:TV:LINE.....	339
TRIGger:TV:LFIeld.....	339
TRIGger:TV:CUSTom:STYPe.....	340
TRIGger:TV:CUSTom:LDURation.....	340
TRIGger:TV:CUSTom:SDURation.....	340
TRIGger:TV:CUSTom:SCANmode.....	340

---

#### TRIGger:TV:STANdard <Standard>

Selects the TV standard or CUSTom for user-defined signals.

##### Parameter:

<Standard>

PAL | PALM | NTSC | SECam | P480L60HZ | P576L50HZ |  
P720L30HZ | P720L50HZ | P720L60HZ | I1080L50HZ |  
I1080L60HZ | P1080L24HZ | P1080L24HZSF | P1080L25HZ |  
P1080L30HZ | P1080L50HZ | P1080L60HZ | CUSTom

##### **PAL | PALM | NTSC | SECam**

Standards delivered with the instrument firmware.

##### **PxxxxLyyHZ**

HDTV standards using progressive scanning (P). xxxx indicates the number of active lines, yy is the frame rate.

Triggering on HDTV standards requires the option R&S RTH-K19.

##### **IxxxxLxxHZ**

HDTV standards using interlaced scanning (I). xxxx indicates the number of active lines, yy is the field rate.

##### **P1080L24HZSF**

1080p/24sF is an HDTV standard using progressive segmented frame scanning.

##### **CUSTom**

Used for signals of other video systems, for example, medical displays, video monitors, and security cameras. Requires option R&S RTH-K19.

\*RST: PAL

---

#### TRIGger:TV:POLarity <Polarity>

Sets the polarity of the signal. Note that the sync pulse has the opposite polarity, for example, a positive signal has a negative sync pulse.

**Parameter:**

<Polarity>            POSitive | NEGative  
 \*RST:                POSitive

**TRIGger:TV:MODE** <Mode>

Selects the lines or fields on which the instrument triggers. Available modes depend on the scanning system of the selected standard.

**Parameter:**

<Mode>                ALL | ODD | EVEN | ALINe | LINE

**ALL**

All fields: Triggers on the first video line of the frame (progressive scanning) or field (interlaced scanning), for example, to find amplitude differences between the fields.

**ODD | EVEN**

Odd fields / even fields: Triggers on the first video line of the odd or even field. These modes are available for interlaced scanning (PAL, PAL-M, SECAM, NTSC, 1080i) and progressive segmented frame scanning (1080p/24sF). They can be used, for example, to analyze the components of a video signal.

**ALINe**

All lines: Triggers on the line start of all video lines, for example, to find maximum video levels.

**LINE**

Triggers on a specified line. Specify the line number by using [TRIGger:TV:LINE](#).

\*RST:                ALL

**TRIGger:TV:LINE** <LineNumber>

Sets the number of the line to be triggered on if [TRIGger:TV:MODE](#) is LINE.

Usually the lines of the frame are counted, beginning from the frame start.

For NTSC signals, the lines are counted per field, not per frame. Therefore, you have to set the odd or even field using [TRIGger:TV:LFIeld](#), and the line number in the field.

**Parameter:**

<LineNumber>        Bereich:    1 bis 3000  
                           Inkrement: 1  
                           \*RST:     1

**TRIGger:TV:LFIeld** <LineField>

The line field (odd or even) is used as a reference for counting the video lines. Used by the NTSC standard.

**Parameter:**

<LineField> FIELD1 | FIELD2  
 \*RST: FIELD1

**TRIGger:TV:CUSTom:STYPe** <SyncPulseType>

Sets the type of the sync pulse, either bi-level sync pulse (usually used in SDTV signals), or tri-level sync pulse (used in HDTV signals).

**Parameter:**

<SyncPulseType> BIlevel | TRILevel  
 \*RST: BIlevel

**TRIGger:TV:CUSTom:LDURation** <LineDuration>

Sets the duration of a single video line, the time between two successive sync pulses.

**Parameter:**

<LineDuration> Bereich: 5E-6 bis 200E-6  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 64E-6  
 Std.-einheit: s

**TRIGger:TV:CUSTom:SDURation** <SyncPulseDuration>

Sets the width of the sync pulse.

**Parameter:**

<SyncPulseDuration> Bereich: 100E-9 bis 100E-6  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 4.7E-6  
 Std.-einheit: s

**TRIGger:TV:CUSTom:SCANmode** <ScanMode>

Sets the scanning system.

For details, see „Scan“ auf Seite 68.

**Parameter:**

<ScanMode> INTerlaced | PROGressive | SEGmented  
 \*RST: INTerlaced

**15.3.5.6 Externer Trigger (R&S RTH1002)**

TRIGger:EXTernal:LEVel..... 341  
 TRIGger:EXTernal:SLOPe..... 341

**TRIGger:EXtErnal:LEVel** <Level>

Sets the trigger voltage level.

**Parameter:**

<Level>                    Bereich:    -10 bis 10  
                               Inkrement: 1E-3  
                               \*RST:     0  
                               Std.-einheit: V

**TRIGger:EXtErnal:SLOPe** <Slope>

Sets the edge direction for the trigger. You can trigger on the rising edge, the falling edge, or riding and falling edges of the external signal.

**Parameter:**

<Slope>                    POSitive | NEGative | EITHer  
                               \*RST:     POSitive

**15.3.5.7 Mustertrigger (R&S RTH-K19)**

Siehe auch: [Kapitel 3.6.7, „Mustertrigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 69.

TRIGger:PATtern:STATe[:CHANnel<m>].....	341
TRIGger:PATtern:STATe:COMBination.....	342
TRIGger:PATtern:WIDTh:RANGe.....	342
TRIGger:PATtern:TImeout[:TImE].....	342
TRIGger:PATtern:WIDTh[:WIDTh].....	343
TRIGger:PATtern:WIDTh:DELTA.....	343
TRIGger:PATtern:WIDTh:MINWidth.....	343
TRIGger:PATtern:WIDTh:MAXWidth.....	343

**TRIGger:PATtern:STATe[:CHANnel<m>]** <State>

Sets the state of each input channel. The channel is specified by the channel suffix:

The logical combination of the channel states is defined by [TRIGger:PATtern:STATe:COMBination](#).

**Suffix:**

<m>                        1..4: analog channel 1 to 4  
                               8..15: digital channels D0 to D7

**Parameter:**

<State>                    ONE | ZERO | DONTcare

**ONE**  
 The signal value is above the defined threshold.

**ZERO**  
 The signal value is below the defined threshold.

**DONTcare**  
 The signal state does not matter.

\*RST: DONTcare

---

### TRIGger:PATtern:STATe:COMBination <ChCombination>

Sets the logical combination for all active channels. The required state of each channel is defined by [TRIGger:STATe:CHANnel<m>](#).

#### Parameter:

<ChCombination> AND | OR

\*RST: AND

---

### TRIGger:PATtern:WIDTh:RANGe <Condition>

Adds additional time limitation to the pattern defined by [TRIGger:PATtern:STATe\[:CHANnel<m>\]](#) and [TRIGger:PATtern:STATe:COMBination](#).

#### Parameter:

<Condition> ANY | TIMEout | LONGer | SHORter | EQUal | NEQual | WITHin | OUTSide

#### ANY

Triggers on all runts fulfilling the level condition, without time limitation.

Triggers if the signals match the pattern definition for a minimum time, which is specified by [TRIGger:PATtern:TIMEout\[:TIME\]](#).

#### LONGer | SHORter

Triggers on pulses shorter or longer than a runt width that is defined by [TRIGger:RUNT:WIDTh](#).

#### EQUal | NEQual

Triggers pulses with a width equal or unequal to a given width and an optional tolerance defined by [TRIGger:RUNT:WIDTh](#) and [Runt-Breite \(Runt Width\)](#)

#### WITHin | OUTSide

Triggers on pulses inside or outside a given range.

\*RST: LONGer

---

### TRIGger:PATtern:TIMEout[:TIME] <Time>

Sets a minimum time during which the signals match the pattern definition defined by [TRIGger:PATtern:STATe\[:CHANnel<m>\]](#) and [TRIGger:PATtern:STATe:COMBination](#).

The command is required if [TRIGger:PATtern:WIDTh:RANGe](#) is set to TIMEout.

**Parameter:**

<Time>                   Bereich:    100E-12 bis 10000  
                           Inkrement:  100E-9  
                           \*RST:       5E-9  
                           Std.-einheit: s

**TRIGger:PATtern:WIDTh[:WIDTh]** <Duration>

Sets the width for comparison ranges LONGer, SHORter, EQUal and NEQual.

See [TRIGger:PATtern:WIDTh:RANGe](#) auf Seite 342.

**Parameter:**

<Duration>               Bereich:    800E-12 bis 10000  
                           Inkrement:  100E-9  
                           \*RST:       5E-9  
                           Std.-einheit: s

**TRIGger:PATtern:WIDTh:DELTA** <Tolerance>

Sets a range  $\Delta t$  to the pattern width that is defined by [TRIGger:PATtern:WIDTh\[:WIDTh\]](#).

**Parameter:**

<Tolerance>              Bereich:    0 bis 5000  
                           Inkrement:  500E-12  
                           \*RST:       0  
                           Std.-einheit: s

**TRIGger:PATtern:WIDTh:MINWidth** <MinDuration>

Sets the lower time limit of the pattern match for range conditions WITHin and OUT-Side.

**Parameter:**

<MinDuration>            Bereich:    800E-12 bis 10000  
                           Inkrement:  100E-9  
                           \*RST:       5E-9  
                           Std.-einheit: s

**TRIGger:PATtern:WIDTh:MAXWidth** <MaxDuration>

Sets the upper time limit of the pattern match for range conditions WITHin and OUT-Side.

**Parameter:**

<MaxDuration>            Bereich:    800E-12 bis 10000  
                           Inkrement:  100E-9  
                           \*RST:       5E-9  
                           Std.-einheit: s

### 15.3.5.8 Zustandstrigger (R&S RTH-K19)

Siehe auch: [Kapitel 3.6.8, „Zustandstrigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 72.

<a href="#">TRIGger:STATe:CHANnel&lt;m&gt;</a> .....	344
<a href="#">TRIGger:STATe:COMBination</a> .....	344
<a href="#">TRIGger:STATe:CSOurce[:VALue]</a> .....	344
<a href="#">TRIGger:STATe:CSOurce:EDGE</a> .....	344

---

#### TRIGger:STATe:CHANnel<m> <State>

Sets the state of each input channel. The channel is specified by the channel suffix:

The logical combination of the channel states is defined by [TRIGger:STATe:COMBination](#).

##### Suffix:

<m>                    1..4: analog channel 1 to 4  
                          8..15: digital channels D0 to D7

##### Parameter:

<State>                ONE | ZERO | DONTcare

**ONE**  
 The signal value is above the defined threshold.

**ZERO**  
 The signal value is below the defined threshold.

**DONTcare**  
 The signal state does not matter.

\*RST:                DONTcare

---

#### TRIGger:STATe:COMBination <ChCombination>

Sets the logical combination for all active channels. The required state of each channel is defined by [TRIGger:PATtern:STATe\[:CHANnel<m>\]](#).

##### Parameter:

<ChCombination>    AND | OR

\*RST:                AND

---

#### TRIGger:STATe:CSOurce[:VALue] <Source>

Sets the input channel of the clock signal.

##### Parameter:

<Source>                C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7

\*RST:                C1

---

#### TRIGger:STATe:CSOurce:EDGE <Slope>

Sets the edge of the clock at which the instrument checks the signal states.

**Parameter:**

<Slope> POSitive | NEGative | EITHER  
 \*RST: POSitive

**15.3.5.9 Runt-Trigger (R&S RTH-K19)**

Siehe auch: [Kapitel 3.6.9, „Runt-Trigger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 73.

TRIGger:LEVel<m>:RUNT:LOWer.....	345
TRIGger:LEVel<m>:RUNT:UPPer.....	345
TRIGger:RUNT:POLarity.....	345
TRIGger:RUNT:RANGe.....	346
TRIGger:RUNT:WIDTh.....	346
TRIGger:RUNT:DELTA.....	346
TRIGger:RUNT:MINWidth.....	346
TRIGger:RUNT:MAXWidth.....	347

---

**TRIGger:LEVel<m>:RUNT:LOWer** <Level>

**TRIGger:LEVel<m>:RUNT:UPPer** <Level>

Set the upper and lower levels that limit the runt.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 Indicates the trigger source: analog channel 1 to 4

**Parameter:**

<Level> Bereich: -10 bis 10  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

---

**TRIGger:RUNT:POLarity** <Polarity>

Gibt die Impulspolarität an, also die Richtung der ersten Impulsflanke. Sie können triggern auf:

- Positive Impulse. Die Breite wird von der steigenden zur fallenden Flanke definiert.
- Negative Impulse. Die Breite wird von der fallenden zur steigenden Flanke definiert.
- Sowohl positive als auch negative Impulse

**Parameter:**

<Polarity> POSitive | NEGative | EITHER  
 \*RST: POSitive

**TRIGger:RUNT:RANGe** <Condition>

Defines an additional time limit of the runt pulse.

**Parameter:**

<Condition>	ANY   LONGer   SHORter   EQUal   NEQual   WITHin   OUTSide
	<b>ANY</b> Triggers on all runts fulfilling the level condition, without time limitation.
	<b>LONGer   SHORter</b> Defines a minimum time during which the signals match the pattern definition.
	<b>EQUal   NEQual</b> Triggers on pulses equal or not equal a given runt width that is set using <a href="#">TRIGger:RUNT:WIDTh</a> . In addition, a tolerance can be set around the specified width using <a href="#">TRIGger:RUNT:DELta</a> .
	<b>WITHin   OUTSide</b> Triggers on pulses inside or outside a given range.
	*RST: LONGer

**TRIGger:RUNT:WIDTh** <Duration>

Sets the width for comparison ranges EQUal, UNEQual, SHORter, and LONGer.

See [TRIGger:WIDTh:RANGe](#).

**Parameter:**

<Duration>	Bereich: 800E-12 bis 10000
	Inkrement: 100E-9
	*RST: 5E-9
	Std.-einheit: s

**TRIGger:RUNT:DELta** <Tolerance>

Sets a range  $\Delta t$  to the specified width, which is defined using [TRIGger:RUNT:WIDTh](#).

**Parameter:**

<Tolerance>	Bereich: 0 bis 5000
	Inkrement: 500E-12
	*RST: 0
	Std.-einheit: s

**TRIGger:RUNT:MINWidth** <MinDuration>

Sets the lower time limit of the runt for comparisons WITHin and OUTSide.

**Parameter:**

<MinDuration> Bereich: 800E-12 bis 10000  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 5E-9  
 Std.-einheit: s

**TRIGger:RUNT:MAXWidth <MaxDuration>**

Sets the upper time limit of the runt for comparisons WITHin and OUTSide.

**Parameter:**

<MaxDuration> Bereich: 800E-12 bis 10000  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 5E-9  
 Std.-einheit: s

**15.3.5.10 Anstiegszeitentrieger (R&S RTH-K19)**

Siehe auch: [Kapitel 3.6.10, „Anstiegszeitentrieger \(R&S RTH-K19\)“](#), auf Seite 74.

TRIGger:LEVel<m>:SLEW:LOWer.....	347
TRIGger:LEVel<m>:SLEW:UPPer.....	347
TRIGger:SLEW:SLOPe.....	347
TRIGger:SLEW:RANGe.....	348
TRIGger:SLEW:RATE.....	348
TRIGger:SLEW:DELTA.....	348
TRIGger:SLEW:MINWidth.....	348
TRIGger:SLEW:MAXWidth.....	349

**TRIGger:LEVel<m>:SLEW:LOWer <Level>****TRIGger:LEVel<m>:SLEW:UPPer <Level>**

Set the upper and lower voltage thresholds, respectively. The time measurement starts when the signal crosses the first trigger level - the upper or lower level depending on the selected slope. It stops when the signal crosses the second level.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 Indicates the trigger source: analog channel 1 to 4

**Parameter:**

<Level> Bereich: -10 bis 10  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**TRIGger:SLEW:SLOPe <Slope>**

Sets the edge direction for the trigger.

**Parameter:**  
 <Slope> POSitive | NEGative | EITHer  
 \*RST: POSitive

#### TRIGger:SLEW:RANGe <Condition>

Defines the time limits of the slew rate.

**Parameter:**  
 <Condition> LONGer | SHORter | EQUal | NEQual | WITHin | OUTSide

**LONGer | SHORter**  
 Triggers on pulses shorter or longer than a runt width that is set using [TRIGger:SLEW:RATE](#).

**EQUal | NEQual**  
 Triggers on pulses equal or not equal a given runt width that is set using [TRIGger:SLEW:RATE](#). In addition, a tolerance can be set around the specified width using [TRIGger:RUNT:DELta](#).

**WITHin | OUTSide**  
 Triggers on pulses inside or outside a given range.  
 \*RST: LONGer

#### TRIGger:SLEW:RATE <Duration>

Sets the slew rate for comparison ranges EQUal, UNEQual, SHORter, and LONGer.

See [TRIGger:SLEW:RANGe](#).

**Parameter:**  
 <Duration> Bereich: 800E-12 bis 10000  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 5E-9  
 Std.-einheit: s

#### TRIGger:SLEW:DELta <Tolerance>

Sets a range  $\Delta t$  to the specified slew rate, which is defined using [TRIGger:SLEW:RATE](#).

**Parameter:**  
 <Tolerance> Bereich: 0 bis 5000  
 Inkrement: 500E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

#### TRIGger:SLEW:MINWidth <MinDuration>

Sets the lower time limit of the transition time for comparisons WITHin and OUTSide.

**Parameter:**

<MinDuration> Bereich: 800E-12 bis 10000  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 5E-9  
 Std.-einheit: s

**TRIGger:SLEW:MAXWidth** <MaxDuration>

Sets the upper time limit of the transition time for comparisons WITHin and OUTSide.

**Parameter:**

<MaxDuration> Bereich: 800E-12 bis 10000  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 5E-9  
 Std.-einheit: s

**15.3.5.11 Data2Clock-Trigger (R&S RTH-K19)**

Siehe auch: [Kapitel 3.6.11](#), „Data2Clock-Trigger (R&S RTH-K19)“, auf Seite 76.

TRIGger:DATatoclock:DSource[:VALue].....	349
TRIGger:DATatoclock:CSource[:VALue].....	349
TRIGger:DATatoclock:CSource:EDGE.....	349
TRIGger:DATatoclock:CONDition.....	350
TRIGger:DATatoclock:HTIME.....	350
TRIGger:DATatoclock:STIME.....	350

**TRIGger:DATatoclock:DSource[:VALue]** <Source>

Selects the input channel of the data signal.

**Parameter:**

<Source> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
 \*RST: C1

**TRIGger:DATatoclock:CSource[:VALue]** <Source>

Selects the input channel of the clock signal.

**Parameter:**

<Source> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
 \*RST: C1

**TRIGger:DATatoclock:CSource:EDGE** <Slope>

Sets the edge of the clock signal: rising (POSitive), falling (NEGative), or both edges (EITHer). The time reference point for the setup and hold time is the crossing point of the clock edge and the trigger level.

**Parameter:**  
 <Slope> POSitive | NEGative | EITHER  
 \*RST: POSitive

#### **TRIGger:DATatoclock:CONDition** <TrigCondition>

Selects how a violation of the setup time and hold time is handled.

**Parameter:**  
 <TrigCondition> VIOLation | OK  
**VIOLation**  
 Triggers on a violation of the setup time or hold time.  
**OK**  
 Triggers if setup and hold time keep the limits.  
 \*RST: VIOLation

#### **TRIGger:DATatoclock:HTIME** <HoldTime>

Sets the minimum time after the clock edge while the data signal must stay steady.

The hold time can be negative. In this case, the setup time has to be positive. The setup time is defined by [TRIGger:DATatoclock:STIME](#).

**Parameter:**  
 <HoldTime> Bereich: -124E-9 bis 124E-9  
 Inkrement: 1E-9  
 \*RST: 1E-9  
 Std.-einheit: s

#### **TRIGger:DATatoclock:STIME** <SetupTime>

Sets the minimum time before the clock edge while the data signal must stay steady.

The setup time can be negative. In this case, the hold time has to be positive. The setup time is defined by [TRIGger:DATatoclock:HTIME](#).

**Parameter:**  
 <SetupTime> Bereich: -124E-9 bis 124E-9  
 Inkrement: 1E-9  
 \*RST: 1E-9  
 Std.-einheit: s

### 15.3.5.12 Trigger für serielle Muster (R&S RTH-K19)

<a href="#">TRIGger:SPATtern:DSource[:VALue]</a> .....	351
<a href="#">TRIGger:SPATtern:CSource[:VALue]</a> .....	351
<a href="#">TRIGger:SPATtern:CSource:EDGE</a> .....	351

TRIGger:SPATtern:CSource:FIRStedge.....	351
TRIGger:SPATtern:ORDer.....	352
TRIGger:SPATtern:PATtern.....	352

---

#### TRIGger:SPATtern:DSource[:VALue] <Source>

Selects the input channel of the data signal.

##### Parameter:

<Source> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
 \*RST: C1

---

#### TRIGger:SPATtern:CSource[:VALue] <Source>

Sets the input channel of the clock signal.

##### Parameter:

<Source> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
 \*RST: C1

---

#### TRIGger:SPATtern:CSource:EDGE <Slope>

Sets the edge at which the data value is sampled.

##### Parameter:

<Slope> POSitive | NEGative | EITHer  
**POSitive**  
 Rising edge  
**NEGative**  
 Falling edge  
**EITHer**  
 Rising and falling edges are considered (double data rate).  
 At double data rate, the edge at which the first bit of the pattern is sampled is defined by [TRIGger:SPATtern:CSource:FIRStedge](#).  
 \*RST: POSitive

---

#### TRIGger:SPATtern:CSource:FIRStedge <FirstClockEdge>

Sets the edge at which the first bit of the pattern is sampled.

The command is required if [TRIGger:SPATtern:CSource:EDGE](#) is set to `Either` (double data rate).

##### Parameter:

<FirstClockEdge> POSitive | NEGative | EITHer  
 \*RST: POSitive

**TRIGger:SPATtern:ORDer** <BitOrder>

Defines if the data words start with MSBF (most significant bit first) or LSBF (least significant bit first).

**Parameter:**

<BitOrder>                   LSBF | MSBF  
\*RST:                        MSBF

**TRIGger:SPATtern:PATtern** <Pattern>

Defines the serial pattern to be triggered on.

**Parameter:**

<Pattern>                   String that contains the pattern in binary format. The parameter accepts the bit value X (don't care).

**Beispiel:**

TRIGger:SPATtern:PATtern '11001100'  
TRIGger:SPATtern:PATtern '110011XX'

**15.3.5.13 Timeout-Trigger (R&S RTH-K19)**

TRIGger:TIMEout:RANGe.....	352
TRIGger:TIMEout:TIME.....	352

**TRIGger:TIMEout:RANGe** <TimeoutMode>

Selects the relation of the signal level to the trigger level, which is specified with `TRIGger:LEVel<m>:VALue`

**Parameter:**

<TimeoutMode>           HIGH | LOW | EITHer  
\*RST:                     HIGH

**TRIGger:TIMEout:TIME** <Time>

Sets the time limit for the timeout at which the instrument triggers.

**Parameter:**

<Time>                   Bereich:    100E-12 bis 10000  
                          Inkrement: 100E-9  
\*RST:                    5E-9  
Std.-einheit: s

**15.3.5.14 Intervalltrigger (R&S RTH-K19)**

TRIGger:INTerval:SLOPe.....	353
TRIGger:INTerval:RANGe.....	353
TRIGger:INTerval:WIDTh.....	353

TRIGger:INTerval:DELTA.....	353
TRIGger:INTerval:MINWidth.....	354
TRIGger:INTerval:MAXWidth.....	354

---

### TRIGger:INTerval:SLOPe <Slope>

Sets the edge direction for the trigger. You can analyze the interval between positive edges or between negative edges.

#### Parameter:

<Slope>                    POSitive | NEGative  
                               \*RST:            POSitive

---

### TRIGger:INTerval:RANGe <Condition>

Defines how the time range of an interval is defined.

#### Parameter:

<Condition>                LONGer | SHORter | EQUal | NEQual | WITHin | OUTSide

#### **LONGer | SHORter**

Triggers on intervals shorter or longer than an interval that is set using [TRIGger:INTerval:WIDTH](#).

#### **EQUal | NEQual**

Triggers on intervals equal or not equal a given interval width that is set using [TRIGger:INTerval:WIDTH](#). In addition, a tolerance can be set around the specified width using [TRIGger:INTerval:DELTA](#).

#### **WITHin | OUTSide**

Triggers on intervals inside or outside a given range.

\*RST:            LONGer

---

### TRIGger:INTerval:WIDTH <Duration>

Sets the time between two pulses for comparisons EQUal, UNEQual, SHORter, and LONGer.

#### Parameter:

<Duration>                Bereich:    800E-12 bis 10000  
                               Inkrement: 100E-9  
                               \*RST:       5E-9  
                               Std.-einheit: s

---

### TRIGger:INTerval:DELTA <Tolerance>

Sets a range  $\Delta t$  to the specified width, which is defined using [TRIGger:INTerval:WIDTH](#). The command is relevant for comparisons with conditions EQUal and UNEQual.

**Parameter:**

<Tolerance> Bereich: 0 bis 5000  
 Inkrement: 500E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**TRIGger:INTerval:MINWidth <MinDuration>**

Sets the lower time limit of the interval for comparisons WITHin and OUTSide.

**Parameter:**

<MinDuration> Bereich: 800E-12 bis 10000  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 5E-9  
 Std.-einheit: s

**TRIGger:INTerval:MAXWidth <MaxDuration>**

Sets the upper time limit of the interval for comparisons WITHin and OUTSide.

**Parameter:**

<MaxDuration> Bereich: 800E-12 bis 10000  
 Inkrement: 100E-9  
 \*RST: 5E-9  
 Std.-einheit: s

**15.3.5.15 Fenstertrigger (R&S RTH-K19)**

TRIGger:LEVel<m>:WINDow:LOWer.....	354
TRIGger:LEVel<m>:WINDow:UPPer.....	354
TRIGger:WINDow:TIME.....	355
TRIGger:WINDow:RANGe.....	355
TRIGger:WINDow:WIDTh.....	355
TRIGger:WINDow:DELTA.....	356
TRIGger:WINDow:MINWidth.....	356
TRIGger:WINDow:MAXWidth.....	356

**TRIGger:LEVel<m>:WINDow:LOWer <Level>****TRIGger:LEVel<m>:WINDow:UPPer <Level>**

Set the upper and lower voltage thresholds for the window trigger, respectively. The trigger levels are the vertical window limits.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 Indicates the trigger source: analog channel 1 to 4

**Parameter:**

<Level> Bereich: -10 bis 10  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**TRIGger:WINDow:TIME** <Condition>

Selects how the time limit of the window is defined.

**Parameter:**

<Condition> LONGer | SHORter | EQUal | NEQual | WITHin | OUTSide

**LONGer | SHORter**

Triggers if the signal crosses the upper or lower level after/ before the time „Width“ defined by [TRIGger:WINDow:WIDTh](#).

**EQUal | NEQual**

Triggers if the signal stays inside or outside the vertical window limits for a time equal/unequal to „Width“ „±Tolerance“ defined by [TRIGger:WINDow:WIDTh](#) and [TRIGger:WINDow:DELTA](#).

**WITHin**

Triggers if the signal stays inside or outside the vertical window limits for a time  $\geq$  „Min Width“ AND  $\leq$  „Max Width“.

**OUTSide**

Triggers if the signal stays inside or outside the vertical window limits for a time  $<$  „Min Width“ OR  $>$  „Max Width“.

\*RST: LONGer

**TRIGger:WINDow:RANGe** <LevelRangeMode>

Selects how the signal run is compared with the window:

**Parameter:**

<LevelRangeMode> ENTer | EXIT | WITHin | OUTSide

**ENTer | EXIT**

Triggers when the signal crosses the upper or lower level and thus enters/leaves the window made up of these two levels which are defined by [TRIGger:LEVel<m>:WINDow:UPPer](#) and [TRIGger:LEVel<m>:WINDow:LOWer](#).

**WITHin | OUTSide**

Triggers if the signal stays between/above the upper and lower level for a specified time. The time is defined by [TRIGger:WINDow:TIME](#).

\*RST: ENTer

**TRIGger:WINDow:WIDTh** <Duration>

Sets the width for comparison ranges LONGer, SHORter, EQUal, NEQual.

See [TRIGger:WINDow:TIME](#) auf Seite 355.

**Parameter:**

<Duration>            Bereich:    800E-12 bis 10000  
                          Inkrement: 100E-9  
                          \*RST:     5E-9  
                          Std.-einheit: s

---

**TRIGger:WINDow:DELTA <Tolerance>**

Sets a range  $\Delta t$  to the specified width, which is defined using [TRIGger:WINDow:WIDTh](#).

**Parameter:**

<Tolerance>           Bereich:    0 bis 5000  
                          Inkrement: 500E-12  
                          \*RST:     0  
                          Std.-einheit: s

---

**TRIGger:WINDow:MINWidth <MinDuration>**

Sets the lower time limit of the stay inside or outside the window (comparisons WITHin and OUTSide).

**Parameter:**

<MinDuration>        Bereich:    800E-12 bis 10000  
                          Inkrement: 100E-9  
                          \*RST:     5E-9  
                          Std.-einheit: s

---

**TRIGger:WINDow:MAXWidth <MaxDuration>**

Sets the upper time limit of the stay inside or outside the window (comparisons WITHin and OUTSide).

**Parameter:**

<MaxDuration>        Bereich:    800E-12 bis 10000  
                          Inkrement: 100E-9  
                          \*RST:     5E-9  
                          Std.-einheit: s

## 15.4 Messkurvenanalyse

### 15.4.1 Zoom

Siehe auch: [Kapitel 4.1](#), „Zoom“, auf Seite 86.

ZOOM:ENABle.....	357
ZOOM:SCALe.....	357
ZOOM:POSition.....	357

---

#### ZOOM:ENABle <Enabled>

Enables or disables the zoom.

##### Parameter:

<Enabled>	ON   OFF
*RST:	OFF

---

#### ZOOM:SCALe <Scale>

Sets the time scale of the zoomed waveform.

Depending on the recording time, not all horizontal scales are available because the zoom is always displaying a complete curve.

##### Parameter:

<Scale>	Bereich:	1E-12 bis 500
	Inkrement:	1E-12
	*RST:	100E-9
	Std.-einheit:	s

---

#### ZOOM:POSition <Position>

Sets the center position of the zoomed area in relation to the trigger point.

##### Parameter:

<Position>	Bereich:	-500 bis 500
	Inkrement:	1E-12
	*RST:	0
	Std.-einheit:	s

## 15.4.2 Automatische Messungen

In Fernsteuerbefehlen für automatische Messungen gibt das Suffix <m> den Messindex an. Es können bis zu vier verschiedene Messungen gleichzeitig durchgeführt werden.

- [Messeinstellungen](#)..... 358
- [Messergebnisse](#)..... 360

### 15.4.2.1 Messeinstellungen

MEASurement<m>:ENABLE.....	358
MEASurement<m>:SOURce.....	358
MEASurement<m>:TYPE.....	358
MEASurement<m>:AOFF.....	359
MEASurement<m>:DELay:SLOPe.....	359

---

#### MEASurement<m>:ENABLE <State>

Enables or disables the measurement.

##### Suffix:

<m> 1..4

##### Parameter:

<State> ON | OFF  
\*RST: OFF

---

#### MEASurement<m>:SOURce <Source>, [<Source2>]

Defines the waveform to be measured. For delay, phase, and power measurements, 2 sources are required.

The source can be any active input signal or math waveform. Available source waveforms depend on the measurement type, see [Kapitel 4.2.3, „Messtypen“](#), auf Seite 89.

##### Suffix:

<m> 1..4

##### Parameter:

<Source> C1 | C2 | C3 | C4 | M1 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
<Source2> C1 | C2 | C3 | C4 | M1 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7

---

#### MEASurement<m>:TYPE <Type>

Selects the measurement type. For a detailed description, see [Kapitel 4.2.3, „Messtypen“](#), auf Seite 89.

##### Suffix:

<m> 1..4

##### Parameter:

<Type> PERiod | FREQuency | RTIME | FTIME | PPULse | NPULse |  
PDCYcle | NDCYcle | DELay | PHASe | MEAN | RMS | CRESSt |  
STDDev | MINimum | MAXimum | PKPK | BASelevel |  
TOPLevel | AMPLitude | AREA | OVRShoot | PRESshoot | AC |  
DC | ACDC | PPCount | NPCount | RECount | FECount |  
PWRP | PWRS | PWRQ | PWRFactor | VPWM | FPWM |  
VFPWm  
\*RST: MINimum

RTIME	Rise time	NPCCount	Negative pulse count
FTIME	Fall time	RECount	Rising edge count
PPULSE	Positive pulse width	FECount	Falling edge count
NPULSE	Negative pulse width	PWRP	Active power
PDCYCLE	Positive duty cycle	PWRS	Apparent power
NDCYCLE	Negative duty cycle	PWRQ	Reactive power
STDEV	Standard deviation	PWRFactor	Power factor
PKPK	Peak to peak	VPWM	V RMS of PWM signal
OVRShoot	Overshoot	FPWM	Frequency of PWM signal
PRESHOOT	Preshoot	VFPWm	Ratio of V RMS and frequency of PWM signal
PPCOUNT	Positive pulse count		

**MEASUREMENT<m>:AOFF**

Disables all active measurements.

**Suffix:**

<m> 1..4  
The suffix is irrelevant.

**Verwendung:** Ereignis

**MEASUREMENT<m>:DELAY:SLOPE <Slope>**

Sets the slope for the delay measurement type.

**Suffix:**

<m> 1..4

**Parameter:**

<Slope> POSitive | NEGative | EITHer

**POSitive**

Delay between the first rising edge of each source waveform.

**NEGative**

Delay between the first falling edge of each source waveform.

**EITHer**

Delay between the first edge of each source waveform, no matter if it is rising or falling.

\*RST: POSitive

### 15.4.2.2 Messergebnisse

---

#### MEASurement<m>:RESult:ACTual?

Returns the result of the indicated measurement.

**Suffix:**

<m> 1..4

**Rückgabewerte:**

<Result> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

#### MEASurement<m>:RESult:LIMit?

Indicates whether the measurement results are inside the measurement range, or outside (clipping).

**Suffix:**

<m> 1..4

**Rückgabewerte:**

<ResultLimit> INSide | OVERflow | UNDerflow | OVUNflow  
 \*RST: INSide

**Verwendung:** Nur Abfrage

## 15.4.3 Cursor-Messungen

Die folgenden Befehle sind für allgemeine Cursor-Messungen mit dem R&S RTH erforderlich. Für den Spektrum-Modus sind spezielle Befehle verfügbar (siehe [Kapitel 15.6.2.2, „Cursor-Messungen im Spektrum-Modus“](#), auf Seite 381).

- [Cursor-Einstellungen](#).....360
- [Ergebnisse von Cursor-Messungen](#).....362

### 15.4.3.1 Cursor-Einstellungen

<a href="#">CURSor:STATe</a> .....	361
<a href="#">CURSor:FUNCTion</a> .....	361
<a href="#">CURSor:SOURce</a> .....	361
<a href="#">CURSor:COUPLing</a> .....	361
<a href="#">CURSor:SCPLing</a> .....	361
<a href="#">CURSor:SCReen</a> .....	361
<a href="#">CURSor:MEASurement&lt;m&gt;:TYPE</a> .....	362

---

**CURSor:STATe** <State>

Enables or disables the cursor measurement.

**Parameter:**

<State>                    ON | OFF  
\*RST:                    OFF

---

**CURSor:FUNCTion** <Type>

Defines the type of the cursor measurement.

**Parameter:**

<Type>                    VERTical | HORizontal | TRACking | MEASure  
See [Kapitel 4.3.2, „Cursor-Typen und Ergebnisse“](#), auf Seite 96.  
\*RST:                    VERTical

---

**CURSor:SOURce** <Source>

Defines the source on which the cursor measurement is performed. The source setting is not relevant for the vertical cursor type.

**Parameter:**

<Source>                    C1 | C2 | C3 | C4 | M1 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
\*RST:                    C1

---

**CURSor:COUPling** <Coupling>

Couples the cursor lines so that the distance between the two lines remains the same if one cursor is moved.

**Parameter:**

<Coupling>                    ON | OFF  
\*RST:                    OFF

---

**CURSor:SCPLing** <ScaleCoupling>

If ON, the position of the cursor lines is adjusted if the vertical or horizontal scales are changed. If OFF, the cursor lines remain on their position on the display if the scaling is changed.

**Parameter:**

<ScaleCoupling>                    ON | OFF  
\*RST:                    OFF

---

**CURSor:SCReen**

Sets the cursors to a default position on the screen.

**Verwendung:** Ereignis

---

### **CURSor:MEASurement<m>:TYPE <Type>**

Sets the automatic measurements to be performed on the source waveform between the cursor lines. The setting is only available if **CURSor:FUNction** is set to **MEASure**.

#### **Suffix:**

**<m>** 1..2  
Defines the measurement index. Two simultaneous cursor measurements can be performed.

#### **Parameter:**

**<Type>** PERiod | FREQuency | RTIME | FTIME | PPULse | NPULse | PDCYcle | NDCYcle | MEAN | RMS | CRES t | STDDev | MINimum | MAXimum | PKPK | BASelevel | TOPLevel | AMPLitude | AREA | OVRShoot | PREShoot | AC | DC | ACDC | PPCount | NPCount | RECount | FECount | VPWM | FPWM | VFPM

See **MEASurement<m>:TYPE** auf Seite 358.

\*RST: MINimum

## 15.4.3.2 Ergebnisse von Cursor-Messungen

<b>CURSor:TDELta?</b> .....	362
<b>CURSor:ITDelta?</b> .....	362
<b>CURSor:X1Position</b> .....	363
<b>CURSor:X2Position</b> .....	363
<b>CURSor:DELTA?</b> .....	363
<b>CURSor:Y1Position</b> .....	363
<b>CURSor:Y2Position</b> .....	363
<b>CURSor:Y1AMplitude?</b> .....	363
<b>CURSor:Y2AMplitude?</b> .....	363
<b>CURSor:MEASurement&lt;m&gt;:RESult:ACTual?</b> .....	364
<b>CURSor:MEASurement&lt;m&gt;:RESult:LIMit?</b> .....	364

---

### **CURSor:TDELta?**

Returns the time difference  $\Delta$  between to vertical cursor lines.

#### **Rückgabewerte:**

**<ResultDeltaT>** Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### **CURSor:ITDelta?**

Returns the inverse value of the time difference between to vertical cursor lines  $1/\Delta$ .

**Rückgabewerte:**

<ResultDeltaTInv> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 0  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**CURSor:X1Position <UserX1>****CURSor:X2Position <UserX2>**

Set the horizontal positions t1 and t2 (time) of the vertical cursor lines.

**Parameter:**

<UserX1>, <UserX2> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**CURSor:DELTA?**

Returns the absolute value of the difference between the positions of horizontal cursor lines  $\Delta y$ .

**Rückgabewerte:**

<ResultDelta> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**CURSor:Y1Position <UserY1>****CURSor:Y2Position <UserY2>**

Set the vertical positions y1 and y2 of the horizontal cursor lines.

**Parameter:**

<UserY1>, <UserY2> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-6  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**CURSor:Y1AMplitude?****CURSor:Y2AMplitude?**

Return the vertical values of the crossing points between the tracking cursors and the source waveform.

**Rückgabewerte:**

<ResultAmplitude1> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 <ResultAmplitude2> \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**CURSor:MEASurement<m>:RESult:ACTual?**

Returns the result of the indicated cursor measurement.

**Suffix:**

<m> 1..2  
Defines the measurement index. Two simultaneous cursor measurements can be performed.

**Rückgabewerte:**

<Result> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
Inkrement: 100E-12  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**CURSor:MEASurement<m>:RESult:LIMit?**

Indicates whether the measurement results are inside the measurement range, or outside (clipping).

**Suffix:**

<m> 1..2  
Defines the measurement index. Two simultaneous cursor measurements can be performed.

**Rückgabewerte:**

<ResultLimit> INSide | OVERflow | UNDerflow | OVUNflow  
\*RST: INSide

**Verwendung:** Nur Abfrage

**15.4.4 Mathematikkurven****15.4.4.1 Math-Einstellungen**

CALCulate:MATH:STATe.....	364
CALCulate:MATH[:EXPRession][:DEFine].....	365
CALCulate:MATH:VERTical:SCALe.....	365
CALCulate:MATH:VERTical:RANGe.....	365
CALCulate:MATH:VERTical:POSition.....	365

**CALCulate:MATH:STATe <State>**

Enables or disables the math channel.

**Parameter:**

<State> ON | OFF

**CALCulate:MATH[:EXPRession][:DEFine]** <ExprDefinition>

Sets the operation to calculate a math waveform.

**Parameter:**

<ExprDefinition> String that defines the operation. x is the channel number of source 1, y the channel number of source 2.  
 Addition: 'Cx+Cy'  
 Subtraction: 'Cx-Cy'  
 Multiplication: 'Cx\*Cy'  
 Inverse: '-Cx'  
 Absolute value: 'Abs(Cx)'  
 Square: 'Pow(Cx)'

**Beispiel:**

`CALC:MATH:EXPR:DEF 'C1-C2'`  
 Subtracts the values of CH2 from the values of CH1.  
`CALC:MATH:EXPR:DEF 'Pow(C1)'`  
 Squares the values of CH1.

**CALCulate:MATH:VERTical:SCALE** <Scale>

Sets the vertical scale (vertical sensitivity) of the math waveform.

**Parameter:**

<Scale> Scale value, in V/div.

**CALCulate:MATH:VERTical:RANGE** <Position>

Sets the voltage range across the 8 vertical divisions of the diagram. Use the command alternatively to [CALCulate:MATH:VERTical:SCALE](#).

**Parameter:**

<Position> Voltage value of the range

**CALCulate:MATH:VERTical:POSITION** <Position>

Moves the math waveform or down in the diagram.

**Parameter:**

<Position> Position value, given in divisions.

## 15.4.5 Referenzmesskurven

<a href="#">REFCurve:SOURce</a> .....	366
<a href="#">REFCurve:UPDate</a> .....	366
<a href="#">REFCurve:STATe</a> .....	366
<a href="#">REFCurve:POSition</a> .....	366
<a href="#">REFCurve:NAME</a> .....	366

REFCurve:SAVE.....	366
REFCurve:OPEN.....	367
REFCurve:DELeTe.....	367

---

### REFCurve:SOURce <Source>

Selects the waveform to be taken as the reference waveform.

**Parameter:**

<Source>            C1 | C2 | C3 | C4 | M1  
                       \*RST:        C1

---

### REFCurve:UPDate

Creates the reference waveform from the source waveform.

**Verwendung:**        Ereignis

---

### REFCurve:STATe <State>

Activates or deactivates the reference waveform.

**Parameter:**

<State>                ON | OFF

---

### REFCurve:POSition <Position>

Sets the vertical position of the reference waveform.

**Parameter:**

<Position>             Std.-einheit: DIV

---

### REFCurve:NAME <Name>

Defines the path, filename and file format of the reference waveform file.

The default directory on the microSD card is /media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/ReferenceCurves, and /media/USB1/Rohde-Schwarz/RTH/ReferenceCurves on USB flash drive.

**Parameter:**

<Name>                 String

**Beispiel:**

:REFCurve:NAME  
 '/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/ReferenceCurves/ref01.csv'

---

### REFCurve:SAVE

Saves the reference waveform. The target file is specified using [REFCurve:NAME](#).

**Verwendung:**        Ereignis

**REFCurve:OPEN**

Loads a stored reference waveform from the specified file. The file is specified using [REFCurve:NAME](#).

**Verwendung:** Ereignis

**REFCurve:DELEte**

Deletes a stored reference waveform file. The file is specified using [REFCurve:NAME](#).

**Verwendung:** Ereignis

**15.4.6 History (Option R&S RTH-K15)**

In [CHANnel:HISTory](#)-Befehlen ist das Kanalsuffix irrelevant und kann weggelassen werden.

Siehe auch: [Kapitel 4.7, „History \(Option R&S RTH-K15\)“](#), auf Seite 107

<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory[:STATE]</a> .....	367
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:NSEGments</a> .....	367
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:TPACq</a> .....	368
<a href="#">ACQuire:AVailable?</a> .....	368
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:START</a> .....	368
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:STOP</a> .....	368
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:CURRent</a> .....	369
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:PLAY</a> .....	369
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:REPLay</a> .....	369
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:TSABsolute?</a> .....	370
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:TSDate?</a> .....	370
<a href="#">CHANnel&lt;m&gt;:HISTory:TSRelative?</a> .....	370

**CHANnel<m>:HISTory[:STATE] <State>**

Enables or disables the history function.

**Suffix:**

<m> Suffix is irrelevant, omit it.

**Parameter:**

<State> ON | OFF  
\*RST: OFF

**CHANnel<m>:HISTory:NSEGments <Depth>**

Sets the approximate number of waveforms to be stored.

See also [„Anzahl Segmente \(Number of Segments\)“](#) auf Seite 108.

**Suffix:**

<m> Suffix is irrelevant, omit it.

**Parameter:**

<Depth>                   LOW | MEDium | HIGH  
                               \*RST:        LOW

**CHANnel<m>:HISTory:TPACq <PlayerSpeed>**

Defines how fast the history player shows the stored waveforms.

**Suffix:**

<m>                         Suffix is irrelevant, omit it.

**Parameter:**

<PlayerSpeed>            AUTO | SLOW | MEDium | FAST  
                               \*RST:        AUTO

**ACQuire:AVAIlable?**

Shows the number of segments that are stored in the history.

**Rückgabewerte:**

<AvailableAcqs>        Bereich:    0 bis 5000  
                               Inkrement:  1  
                               \*RST:        0

**Verwendung:**        Nur Abfrage

**CHANnel<m>:HISTory:STARt <StartAcqIdx>**

Sets the index of the first (older) history segment that you want to see in the history player. To query the number of available segments, use [ACQuire:AVAIlable?](#).

**Suffix:**

<m>                         Suffix is irrelevant, omit it.

**Parameter:**

<StartAcqIdx>            Bereich:    -4999 bis 0  
                               Inkrement:  1  
                               \*RST:        0

**CHANnel<m>:HISTory:STOP <StopAcqIdx>**

Sets the index of the last (newer) history segment that you want to see in the history player. To query the number of available segments, use [ACQuire:AVAIlable?](#). The newest segment has the index "0". Older segments have a negative index.

**Suffix:**

<m>                         Suffix is irrelevant, omit it.

**Parameter:**

<StopAcqIdx> Bereich: -4999 bis 0  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Beispiel:**

CHANnel:START -199  
 CHANnel:STOP -100  
 The segments 101 (index -100) to 200 (index -199) in the history player.

**CHANnel<m>:HISTory:CURRent <CurrAcqIdx>**

Accesses a particular segment in the memory to display it. The query returns the index of the segment that is shown.

To determine the number of stored segments, use [ACquire:AVailable?](#).

**Suffix:**

<m> Suffix is irrelevant, omit it.

**Parameter:**

<CurrAcqIdx> History index: the newest segment has the index "0", older segments have a negative index:  $-(n-1)$ , ...,  $-1$ ,  $0$   
 $n$  is the number of acquired segments.  
 Bereich: 0 to  $-(n-1)$   
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**CHANnel<m>:HISTory:PLAY**

Starts and stops the playback of the history segments.

**Suffix:**

<m> Suffix is irrelevant, omit it.

**Beispiel:**

CHANnel:HISTory:PLAY; \*OPC  
 See also [Kapitel B](#), „Befehlssequenz und Synchronisation“, auf Seite 538.

**Verwendung:**

Ereignis  
 Asynchroner Befehl

**CHANnel<m>:HISTory:REPLay <AutoRepeat>**

If set to ON, the playback of the selected history segments repeats automatically.

**Suffix:**

<m> Suffix is irrelevant, omit it.

**Parameter:**

<AutoRepeat> ON | OFF  
 \*RST: OFF

---

**CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute?**

Returns the absolute daytime of the current segment ([CHANnel<m>:HISTory:CURRent](#)).

**Suffix:**

<m> Suffix is irrelevant, omit it.

**Rückgabewerte:**

<TimeStampAbsTime>String containing the time and unit.

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**CHANnel<m>:HISTory:TSDate?**

Returns the date of the current segment ([CHANnel<m>:HISTory:CURRent](#)).

**Suffix:**

<m> Suffix is irrelevant, omit it.

**Rückgabewerte:**

<TimeStampAbsData>String with the date of the current acquisition (absolute time)

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**CHANnel<m>:HISTory:TSRelative?**

Returns the relative time of the current segment - the time difference to the newest segment (index = 0).

See also [CHANnel<m>:HISTory:CURRent](#).

**Suffix:**

<m> Suffix is irrelevant, omit it.

**Rückgabewerte:**

<TimeStampRel> String containing the relative time in seconds.

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

## 15.5 Maskentests

### 15.5.1 Maskendefinition

Das Suffix <m> gibt den Maskenkanal an, für den der Befehl ausgeführt wird. Die Anzahl der Kanäle ist vom Gerätetyp abhängig. Das R&S RTH1004 besitzt fünf Maskenkanäle; die Suffixwerte sind 1 | 2 | 3 | 4 | 5. Das R&S RTH1002 besitzt drei Maskenkanäle; die Suffixwerte sind 1 | 2 | 5. Suffix 5 wird für die Maske auf einer mathematischen Messkurve verwendet.

MASK:CHANnel<m>:STATe.....	371
MASK:CHANnel<m>:PROPerties:XWIDth.....	371
MASK:CHANnel<m>:PROPerties:YWIDth.....	371
MASK:CHANnel<m>:CREatemask.....	371

---

### MASK:CHANnel<m>:STATe <State>

Turns the selected mask on or off.

#### Suffix:

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

#### Parameter:

<State> ON | OFF  
\*RST: OFF

---

### MASK:CHANnel<m>:PROPerties:XWIDth <WidthX>

Changes the width of the selected mask in horizontal direction.

#### Suffix:

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

#### Parameter:

<WidthX> Bereich: 0 bis 10  
Inkrement: 0.01  
\*RST: 0.05  
Std.-einheit: div

---

### MASK:CHANnel<m>:PROPerties:YWIDth <WidthY>

Changes the width of the selected mask in vertical direction.

#### Suffix:

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

#### Parameter:

<WidthY> Bereich: 0 bis 8  
Inkrement: 0.01  
\*RST: 0.1  
Std.-einheit: div

---

### MASK:CHANnel<m>:CREatemask

Creates a mask from the envelope waveform of the selected waveform with the defined width in x and y direction.

#### Suffix:

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

**Verwendung:** Ereignis

## 15.5.2 Maskentest

MASK:ONViolation[:SElection].....	372
MASK:RST.....	372
MASK[:TESTstate]?	372
MASK:CHANnel<m>:RESult:FAIL:PERCentage?	372
MASK:CHANnel<m>:RESult:FAIL[:COUNt]?	373
MASK:CHANnel<m>:RESult:PASS:PERCentage?	373
MASK:CHANnel<m>:RESult:PASS[:COUNt]?	373
MASK:CHANnel<m>:RESult:TOTL[:COUNt]?	374
MASK:ELAPsedtime:TOTal?	374
MASK:ELAPsedtime[:SECS]?	374

---

### MASK:ONViolation[:SElection] <SelectedActions>

Defines the action to be executed if a violation occurs.

#### Parameter:

<SelectedActions> NONE | STOP | BEEP | BPSTop  
 \*RST: NONE

---

### MASK:RST

Sets the counters of passed and failed acquisitions to zero.

**Verwendung:** Ereignis

---

### MASK[:TESTstate]?

Returns the state of the mask test.

#### Rückgabewerte:

<TestState> NOMask | IDLE | RUNNing

#### **NOMask**

No mask is active and no testing is possible.

#### **IDLE**

Mask test has been stopped or not yet started.

#### **RUNNing**

The test is running.

\*RST: NOMask

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### MASK:CHANnel<m>:RESult:FAIL:PERCentage?

Returns the percentage share of failed acquisitions.

#### Suffix:

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<ResultFailed> Bereich: 0 bis 100  
Inkrement: 0.1  
\*RST: 0  
Std.-einheit: %

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**MASK:CHANnel<m>:RESult:FAIL[:COUNT]?**

Returns the number of failed acquisitions.

**Suffix:**

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<ResultFailed> Bereich: 0 bis 0  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**MASK:CHANnel<m>:RESult:PASS:PERCentage?**

Returns the percentage share of passed acquisitions.

**Suffix:**

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<PassedPercentage> Bereich: 0 bis 100  
Inkrement: 0.1  
\*RST: 0  
Std.-einheit: %

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**MASK:CHANnel<m>:RESult:PASS[:COUNT]?**

Returns the number of passed acquisitions.

**Suffix:**

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<ResultPassed> Bereich: 0 bis 0  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**MASK:CHANnel<m>:RESult:TOTL[:COUNT]?**

Returns the number of tested acquisitions.

**Suffix:**

<m> 1|2|5 (RTH1002) , 1..5 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<ResultTotal> Bereich: 0 bis 0  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**MASK:ELAPsedtime:TOTal? <Day>, <Hour>, <Min>, <Sec>**

Returns the test duration.

**Abfrageparameter:**

<Day> Test time in days.  
 <Hour> Test time in hours.  
 <Min> Test time in minutes.  
 <Sec> Test time in seconds.

**Rückgabewerte:**

<ZSec> Test time in deciseconds.

**Verwendung:** Nur Abfrage

**MASK:ELAPsedtime[:SECS]?**

Returns the test duration in seconds.

**Rückgabewerte:**

<Sec> Time in seconds

**Verwendung:** Nur Abfrage

## 15.6 Spektrumanalyse

- [FFT-Modus](#).....374
- [Spektrum-Modus \(R&S RTH-k18\)](#).....378
- [Harmonischen-Modus \(R&S RTH-b34\)](#).....389

### 15.6.1 FFT-Modus

Aktivieren Sie den FFT-Modus mit `OP FFT` (siehe `OP [:MODE]` auf Seite 320).

SPECTrum:SOURce.....	375
SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution][:VALue].....	375
SPECTrum:FREQuency:CENTer.....	375
SPECTrum:FREQuency:HORizontal:SCALE.....	375
SPECTrum:FREQuency:MAGNitude:SCALE.....	376
SPECTrum:FREQuency:SAMPlE?.....	376
SPECTrum:FREQuency:SPAN:MODE.....	376
SPECTrum:FREQuency:SPAN[:VALue].....	376
SPECTrum:FREQuency:STARt.....	377
SPECTrum:FREQuency:STOP.....	377
SPECTrum:FREQuency:WINDow:FACTor?.....	377
SPECTrum:FREQuency:WINDow:TYPE.....	377

---

### SPECTrum:SOURce <Source>

Selects the channel for which the captured data is analyzed in FFT mode.

#### Parameter:

<Source>            C1 | C2 | C3 | C4  
 \*RST:            C1

---

### SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution][:VALue]

Queries or defines the used resolution bandwidth. The value depends on the [SPECTrum:FREQuency:SPAN:MODE](#) and [CHANnel<m>:BANDwidth](#) parameters.

In FFT mode, this command is query only.

#### Parameter:

<RBW>            Bereich:    1 bis 50E+9  
                   Inkrement: 1E+6  
                   \*RST:     500E+3  
                   Std.-einheit: Hz

---

### SPECTrum:FREQuency:CENTer <HorizCenter>

Queries or defines the used center frequency. The value depends on the [SPECTrum:FREQuency:SPAN:MODE](#) and [CHANnel<m>:BANDwidth](#) parameters.

In FFT mode, this command is query-only.

#### Parameter:

<HorizCenter>    Bereich:    500 bis 500E+6  
                   Inkrement: 10  
                   \*RST:     250E+6  
                   Std.-einheit: Hz

---

### SPECTrum:FREQuency:HORizontal:SCALE <Scaling>

Defines the scaling method for the frequency axis (x-axis) of the spectrum display.

**Parameter:**

<Scaling> LINear | LOGarithmic  
 \*RST: LINear

**SPECTrum:FREQUENCY:MAGNitude:SCALE** <MagnitudeUnit>

Queries or defines the scale unit for the amplitude range (y-axis) in the spectrum display.

In FFT mode, this command is query-only.

**Parameter:**

<MagnitudeUnit> DBM | DBV | DBA  
 \*RST: DBM

**SPECTrum:FREQUENCY:SAMPLE?**

Queries the sample rate with which FFT analysis is performed. This command is only available in FFT mode.

**Rückgabewerte:**

<FFTSmpFreq> Bereich: 1 bis 10E+9  
 Inkrement: 10  
 \*RST: 1  
 Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:FREQUENCY:SPAN:MODE** <Mode>

Defines how many values are analyzed by a single FFT, and thus the frequency resolution.

**Parameter:**

<Mode> NARRow | MAX  
**NARRow**  
 8k values analyzed per FFT; time scale  $\geq$  100 ms/div  
**MAX**  
 64k values analyzed per FFT; time scale  $\geq$  1 us/div  
 \*RST: MAX

**SPECTrum:FREQUENCY:SPAN[:VALUE]** <HorizontalSpan>

Queries or defines the used span, which is: how many values are analyzed by a single FFT.

In FFT mode, this command is query-only.

**Parameter:**

<HorizontalSpan> 8E+6 | 64E+6  
 Bereich: 1000 bis 500E+6  
 Inkrement: 10  
 \*RST: 500E+6  
 Std.-einheit: Hz

**SPECTrum:FREQUENCY:START** <HorizontalStart>

Queries or defines the start frequency of the used span. The value depends on the [SPECTrum:FREQUENCY:SPAN:MODE](#) and [CHANnel<m>:BANDwidth](#) parameters.

In FFT mode, this command is query-only.

**Parameter:**

<HorizontalStart> Bereich: 0 bis 499.999E+6  
 Inkrement: 10  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: Hz

**SPECTrum:FREQUENCY:STOP** <HorizontalStop>

Queries or defines the stop frequency of the used span. The value depends on the [SPECTrum:FREQUENCY:SPAN:MODE](#) and [CHANnel<m>:BANDwidth](#) parameters.

In FFT mode, this command is query-only.

**Parameter:**

<HorizontalStop> Bereich: 1000 bis 500E+6  
 Inkrement: 10  
 \*RST: 500E+6  
 Std.-einheit: Hz

**SPECTrum:FREQUENCY:WINDOW:FACTOR?**

Queries the window factor used for FFT analysis.

**Rückgabewerte:**

<WindowFactor> Bereich: 0.89 bis 3.84  
 Inkrement: 0.1  
 \*RST: 1.44

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:FREQUENCY:WINDOW:TYPE** <WindowType>

Determines the window function used for FFT analysis. See [Tabelle 6-1](#) for details.

**Parameter:**

<WindowType> RECTangular | FLATtop | HAMMING | HANN | BLACKman  
 \*RST: HANN

## 15.6.2 Spektrum-Modus (R&S RTH-k18)

Aktivieren Sie den Spektrum-Modus mit `OP SPEC` (siehe `OP[:MODE]` auf Seite 320).

Die hier beschriebenen Befehle sind für den Spektrum-Modus spezifisch und setzen voraus, dass die Option R&S RTH-K18 installiert ist.

Zusätzlich werden auch die folgenden Befehle aus dem FFT-Modus (integriert in das Grundgerät) unterstützt:

- `SPECTrum:SOURCE` auf Seite 375
- `SPECTrum:FREQuency:HORizontal:SCALE` auf Seite 375
- `SPECTrum:FREQuency:CENTEr` auf Seite 375
- `SPECTrum:FREQuency:SPAN[:VALue]` auf Seite 376
- `SPECTrum:FREQuency:WINDow:TYPE` auf Seite 377
- `SPECTrum:FREQuency:MAGNitude:SCALE` auf Seite 376

### Spezifische Befehle für den Spektrum-Modus:

- [Messung konfigurieren](#)..... 378
- [Cursor-Messungen im Spektrum-Modus](#)..... 381
- [Marker im Spektrum-Modus](#)..... 384
- [Ergebnisse der Spektrumanalyse exportieren](#)..... 388

### 15.6.2.1 Messung konfigurieren

<code>SPECTrum:MODE?</code> .....	378
<code>SPECTrum:FREQuency:AVERAge:COUNT</code> .....	379
<code>SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO</code> .....	379
<code>SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:RATio</code> .....	379
<code>SPECTrum:FREQuency:FULLspan</code> .....	379
<code>SPECTrum:FREQuency:MAGNitude:REFerence[:VALue]</code> .....	380
<code>SPECTrum:FREQuency:POSition</code> .....	380
<code>SPECTrum:FREQuency:SCALE</code> .....	380
<code>SPECTrum:WAVEform:AVERAge[:ENABLE]</code> .....	381
<code>SPECTrum:WAVEform:MAXimum[:ENABLE]</code> .....	381
<code>SPECTrum:WAVEform:MINimum[:ENABLE]</code> .....	381
<code>SPECTrum:WAVEform:SPECTrum[:ENABLE]</code> .....	381
<code>SPECTrum:FREQuency:RESet</code> .....	381

---

### **SPECTrum:MODE?**

Queries the most recently activated spectrum analysis mode.

#### **Rückgabewerte:**

```
<Mode>          FFT | SPECTrum
                *RST:      FFT
```

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:FREQuency:AVERAge:COUNt** <NoOfAvg>

Defines the number of measurements to average for the average trace (see [SPECTrum:WAVeform:AVERAge\[:ENABle\]](#) auf Seite 381).

**Parameter:**

<NoOfAvg>            Bereich:    2 bis 1024  
                          Inkrement:   2  
                          \*RST:        64

**SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO** <State>

If enabled, the optimal resolution bandwidth is determined automatically by the spectrum application according to the frequency span and selected window type.

If disabled, the RBW is set according to the ratio defined by [SPECTrum:FREQuency:BANDwidth\[:RESolution\]:RATio](#) auf Seite 379.

**Parameter:**

<State>                ON | OFF  
                          \*RST:        ON

**SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:RATio** <RBWRatio>

RBW ratio determines the resolution of the spectrum, which is: the minimum distance between two distinguishable frequencies.

If you change the span, the RBW is automatically adjusted to the minimum or maximum allowed value, if necessary.

In FFT mode, this command is read-only.

**Parameter:**

<RBWRatio>            R10 | R20 | R50 | R100 | R200 | R500 | R1K

**R10**

The value corresponds to the „RBW:Span Ratio“ setting „1:10“ in manual operation.

**R1K**

The value corresponds to the „RBW:Span Ratio“ setting „1:1000“ in manual operation.

\*RST:                R200

**SPECTrum:FREQuency:FULLspan**

This command is only available in Spectrum mode. It sets the displayed frequency range to the entire measured span.

**Verwendung:**        Ereignis

**SPECTrum:FREQUency:MAGNitude:REFerence[:VALue] <RefLevel>**

Defines the expected maximum input signal level. Signal levels above this value may not be measured correctly. The reference level is also used as the maximum on the y-axis.

This command is only available in Spectrum mode.

**Parameter:**

<RefLevel>            Bereich:    -160 bis 160  
                           Inkrement: 1  
                           \*RST:        0  
                           Std.-einheit: dB

**SPECTrum:FREQUency:POSition <Frequency>**

Configures the position of the spectrum within the vertical diagram grid. Changing this value has the same effect as using the [POS] keys on the instrument.

Note that this command contains the keyword FREQUency for compatibility reasons. In effect, it changes the level position in the spectrum diagram.

**Parameter:**

<Frequency>            Defines the number of divisions in the vertical grid that the spectrum is moved up (positive value) or down (negative value).  
                           Bereich:    -4 bis 4  
                           Inkrement: 0.5  
                           \*RST:        2  
                           Std.-einheit: none

**SPECTrum:FREQUency:SCALE <VerticalScale>**

Configures the scale of the y-axis of the spectrum, which is indicated in the channel settings beneath the spectrum diagram. Changing this value has the same effect as using the [RANGE] keys on the instrument.

Note that this command contains the keyword FREQUency for compatibility reasons. In effect, it changes the level scaling in the spectrum diagram.

**Parameter:**

<VerticalScale>        Defines the level range displayed in one division of the vertical grid.  
                           Bereich:    0.5 bis 40  
                           Inkrement: 0.1  
                           \*RST:        10  
                           Std.-einheit: dB

**Verwendung:**        Asynchroner Befehl

**SPECTrum:WAVeform:AVERage[:ENABLE] <State>**

Displays the averaged spectrum trace. The number of traces to average is defined using [SPECTrum:FREQuency:AVERage:COUNT](#) auf Seite 379.

**Parameter:**

<State>                    ON | OFF  
\*RST:                    OFF

**SPECTrum:WAVeform:MAXimum[:ENABLE] <State>**

Displays the „Max Hold“ spectrum trace.

**Parameter:**

<State>                    ON | OFF  
\*RST:                    OFF

**SPECTrum:WAVeform:MINimum[:ENABLE] <State>**

Displays the „Min Hold“ spectrum trace.

**Parameter:**

<State>                    ON | OFF  
\*RST:                    OFF

**SPECTrum:WAVeform:SPECTrum[:ENABLE] <State>**

Displays the clear/write spectrum trace.

**Parameter:**

<State>                    ON | OFF  
\*RST:                    ON

**SPECTrum:FREQuency:RESet**

Clears the results for previous measurements used in statistical evaluation (see [SPECTrum:WAVeform:AVERage\[:ENABLE\]](#), [SPECTrum:WAVeform:MAXimum\[:ENABLE\]](#), [SPECTrum:WAVeform:MINimum\[:ENABLE\]](#) and [SPECTrum:FREQuency:AVERage:COUNT](#) auf Seite 379).

**Verwendung:**            Ereignis

**15.6.2.2 Cursor-Messungen im Spektrum-Modus**

Für den Spektrum-Modus sind spezielle Cursor-Befehle verfügbar.

<a href="#">SPECTrum:CURSor&lt;m&gt;:STATe.....</a>	382
<a href="#">SPECTrum:CURSor&lt;m&gt;:SOURce.....</a>	382
<a href="#">SPECTrum:CURSor&lt;m&gt;:COUPling.....</a>	382

SPECTrum:CURSor<m>:SCPLing.....	383
SPECTrum:CURSor<m>:FREQUency[:VALue].....	383
SPECTrum:CURSor<m>:FREQUency:DELTA?.....	383
SPECTrum:CURSor<m>:LEVel[:VALue]?.....	383
SPECTrum:CURSor<m>:LEVel:DELTA?.....	384
SPECTrum:CURSor<m>:SCReen.....	384

---

### SPECTrum:CURSor<m>:STATe <State>

Enables or disables the spectrum cursor measurement.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<State> ON | OFF  
\*RST: OFF

---

### SPECTrum:CURSor<m>:SOURce <TraceSource>

Selects the trace on which the cursors are placed. Only active traces are available.

See:

- [SPECTrum:WAVEform:MAXimum\[:ENABLE\]](#) auf Seite 381
- [SPECTrum:WAVEform:MINimum\[:ENABLE\]](#) auf Seite 381
- [SPECTrum:WAVEform:SPECTrum\[:ENABLE\]](#) auf Seite 381
- [SPECTrum:WAVEform:AVERage\[:ENABLE\]](#) auf Seite 381

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<TraceSource> SPECTrum | MAXimum | MINimum | AVERage  
\*RST: SPECTrum

---

### SPECTrum:CURSor<m>:COUPLing <State>

Couples the cursor lines so that the distance between the two lines remains the same if one cursor is moved.

**Suffix:**

<m> 1..2  
irrelevant

**Parameter:**

<State> ON | OFF  
\*RST: OFF

**SPECTrum:CURSor<m>:SCPLing <State>**

If enabled, the position of the cursor lines is adjusted if the vertical or horizontal scales are changed. The cursor lines keep their relative position to the waveform.

If disabled, the cursor lines remain on their position on the display if the scaling is changed.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<State> ON | OFF  
\*RST: ON

**SPECTrum:CURSor<m>:FREQuency[:VALue] <Frequency>**

Queries the frequency at the specified cursor.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<Frequency> Bereich: 0 bis 500E+6  
Inkrement: 10  
\*RST: 100E+6  
Std.-einheit: Hz

**SPECTrum:CURSor<m>:FREQuency:DELTA?**

Queries the difference between the measured frequencies at both cursors.

**Suffix:**

<m> 1..2  
irrelevant

**Rückgabewerte:**

<FrequencyDelta> Bereich: -500E+6 bis 500E+6  
Inkrement: 10  
\*RST: 300E+6  
Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:CURSor<m>:LEVel[:VALue]?**

Queries the measured level at the specified cursor.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Rückgabewerte:**

<Level> Bereich: -260 bis 260  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: dB

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:CURSor<m>:LEVel:DELTA?**

Queries the difference in the measured levels for both cursors.

**Suffix:**

<m> 1..2  
 irrelevant

**Rückgabewerte:**

<LevelDelta> Bereich: -520 bis 520  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: dB

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:CURSor<m>:SCReen**

Sets the cursors to a default position on the screen.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Verwendung:** Ereignis

**15.6.2.3 Marker im Spektrum-Modus**

Für den Spektrum-Modus sind spezielle Markerbefehle verfügbar.

SPECTrum:MARKer[:STATe].....	385
SPECTrum:MARKer:COUNT.....	385
SPECTrum:MARKer:SOURce.....	385
SPECTrum:MARKer:SETup:DISTance.....	385
SPECTrum:MARKer:SETup:EXCURsion.....	385
SPECTrum:MARKer:SETup:MLEVel.....	386
SPECTrum:MARKer:RCOunt?.....	386
SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQuency[:VALue]?.....	386
SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQuency:DELTA?.....	386
SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel[:VALue]?.....	387
SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel:DELTA?.....	387
SPECTrum:MARKer:RMARker:FREQuency?.....	387
SPECTrum:MARKer:RMARker:VALue?.....	388

---

**SPECTrum:MARKer[:STATe]** <State>

If enabled, a peak search is performed on the current spectrum results.

**Parameter:**

<State> ON | OFF  
\*RST: OFF

---

**SPECTrum:MARKer:COUNt** <NumberOfMarkers>

Defines the number of markers used to indicate peaks in the spectrum results. With 3 active markers, the 3 peak values in the spectrum are indicated.

**Parameter:**

<NumberOfMarkers> Bereich: 1 bis 15  
Inkrement: 1  
\*RST: 3

---

**SPECTrum:MARKer:SOURce** <TraceSource>

Determines the trace used for the peak search.

**Parameter:**

<TraceSource> SPECTrum | MAXimum | MINimum | AVERage  
\*RST: SPECTrum

---

**SPECTrum:MARKer:SETup:DISTance** <Distance>

Defines a minimum distance between two frequencies that must be exceeded to detect individual peaks.

**Parameter:**

<Distance> Bereich: 0 bis 500E+6  
Inkrement: 10  
\*RST: 1E+6  
Std.-einheit: Hz

---

**SPECTrum:MARKer:SETup:EXCURsion** <Excursion>

Defines a relative threshold, the minimum level value by which the waveform must rise or fall to be considered a peak. To avoid identifying noise peaks, enter a peak excursion value that is higher than the noise levels.

See also „[Auslenkung](#)“ auf Seite 138.

**Parameter:**

<Excursion> Bereich: 0 bis 260  
Inkrement: 1  
\*RST: 10  
Std.-einheit: dB

**SPECTrum:MARKer:SETup:MLEVel <Threshold>**

Defines an absolute level threshold as an additional condition for the peak search. Only peaks that exceed the threshold are detected.

**Parameter:**

<Threshold>            Bereich:    -260 bis 260  
                               Inkrement: 1  
                               \*RST:       -40  
                               Std.-einheit: dB

**SPECTrum:MARKer:RCOunt?**

Queries the number of markers for which peaks were detected during the peak search. Note that the number of markers is restricted by the [SPECTrum:MARKer:COunt](#) command.

**Rückgabewerte:**

<NumberOfResults> Bereich:    0 bis 15  
                               Inkrement: 1  
                               \*RST:       0

**Verwendung:**        Nur Abfrage

**SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQUency[:VALue]?**

Queries the frequency of the specified marker.

**Suffix:**

<m>                        1 to 15  
                               Number of the marker. The maximum number depends on how many markers were selected and how many peaks were detected (see [SPECTrum:MARKer:RCOunt?](#) auf Seite 386).

**Rückgabewerte:**

<Frequency>            Bereich:    -10E+9 bis 10E+9  
                               Inkrement: 10  
                               \*RST:       10E+6  
                               Std.-einheit: Hz

**Verwendung:**        Nur Abfrage

**SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQUency:DELTA?**

Queries the frequency difference between the reference marker and the specified marker.

**Suffix:**

<m>                        1 to 15  
                               Marker; maximum depends on active markers and detected peaks (see [SPECTrum:MARKer:COunt](#) and [SPECTrum:MARKer:RCOunt?](#)).

**Rückgabewerte:**

<FrequencyDelta> Bereich: -10E+9 bis 10E+9  
 Inkrement: 10  
 \*RST: 10E+6  
 Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel[:VALue]?**

Queries the power level of the specified marker in relation to the reference marker (see [SPECTrum:MARKer:RMARker:VALue?](#) auf Seite 388).

**Suffix:**

<m> 1 to 15  
 Number of the marker. The maximum number depends on how many markers were selected and how many peaks were detected (see [SPECTrum:MARKer:RCOunt?](#) auf Seite 386).

**Rückgabewerte:**

<Level> Bereich: -260 bis 260  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: dB

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel:DELTA?**

Queries the level difference between the reference marker and the specified marker.

**Suffix:**

<m> 1 to 15  
 Marker; maximum depends on active markers and detected peaks (see [SPECTrum:MARKer:COUnT](#) and [SPECTrum:MARKer:RCOunt?](#)).

**Rückgabewerte:**

<LevelDelta> Bereich: -520 bis 520  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: dB

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:MARKer:RMARker:FREQUency?**

Queries the frequency of the reference marker. The reference marker is the one with the highest level.

**Rückgabewerte:**

<Frequency> Bereich: -10E+9 bis 10E+9  
 Inkrement: 10  
 \*RST: 10E+6  
 Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**SPECTrum:MARKer:RMARker:VALue?**

Queries the measured level at the reference marker.

**Rückgabewerte:**

<Level> Bereich: -260 bis 260  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: dB

**Verwendung:** Nur Abfrage

**15.6.2.4 Ergebnisse der Spektrumanalyse exportieren**

Sie können die Spektrumergebnisse in eine Datei exportieren, ähnlich wie Messkurven (siehe [Kapitel 15.13](#), „[Ergebnisse dokumentieren](#)“, auf Seite 512).

[SPECTrum:EXPort:NAME](#).....388  
[SPECTrum:EXPort:SAVE](#)..... 388  
[SPECTrum:EXPort:INCXvalues](#).....389

**SPECTrum:EXPort:NAME <Name>**

Defines the filename, file format and path to save the spectrum measurement results.

**Parameter:**

<Name> String with path and filename with extension `.csv` or `.zip`  
 (compressed csv).

**SPECTrum:EXPort:SAVE**

Saves the results of the spectrum measurement to the file specified using [SPECTrum:EXPort:NAME](#).

For a description of the file format see [Kapitel 6.2.9](#), „[Exportdateiformat für Spektrumergebnisse](#)“, auf Seite 143.

**Beispiel:**

```
SPECTrum:EXPort:NAME 'SpectrumResults'
SPECTrum:EXPort:SAVE
SPECTrum:EXPort:NAME?
//Result: /media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/Export/SpectrumResults.csv
```

**Verwendung:** Ereignis

**SPECTrum:EXPort:INCXvalues** <State>

Includes the frequency values in the stored results.

**Parameter:**

<State>                    ON | OFF  
\*RST:                    ON

**15.6.3 Harmonischen-Modus (R&S RTH-b34)**

Aktivieren Sie den Harmonischen-Modus mit `OP HARM` (siehe `OP [:MODE]` auf Seite 320).

Die folgenden Befehle sind nur verfügbar, wenn die Option R&S RTH-B34 für die Harmonischen-Analyse installiert ist.

- [Harmonischen-Messungen konfigurieren](#)..... 389
- [Harmonischen-Ergebnisse abrufen und exportieren](#)..... 393

**15.6.3.1 Harmonischen-Messungen konfigurieren**

<a href="#">HARMonic:AVERage</a> .....	389
<a href="#">HARMonic:CLEar</a> .....	389
<a href="#">HARMonic:DISPlay:TYPE</a> .....	390
<a href="#">HARMonic:DISPlay:USER</a> .....	390
<a href="#">HARMonic:FUNDamental:TYPE</a> .....	391
<a href="#">HARMonic:FUNDamental:USER</a> .....	391
<a href="#">HARMonic:FUNDamental:CURRent?</a> .....	391
<a href="#">HARMonic:LIMits:NAME</a> .....	392
<a href="#">HARMonic:LIMits:LOAD</a> .....	392
<a href="#">HARMonic:LIMits:CURRent?</a> .....	392
<a href="#">HARMonic:LIMits:TYPE</a> .....	392
<a href="#">HARMonic:SCALE</a> .....	393
<a href="#">HARMonic:STATistic</a> .....	393
<a href="#">HARMonic:THDType</a> .....	393

**HARMonic:AVERage** <Average>

Determines the number of measurements for which the results are averaged. By default, no averaging is performed.

**Parameter:**

<Average>                    OFF | AV2 | AV4 | AV8 | AV16 | AV32  
\*RST:                    OFF

**HARMonic:CLEar**

Clears the results for previous measurements used in statistical evaluation (see [HARMonic:AVERage](#) auf Seite 389 and [HARMonic:STATistic](#) auf Seite 393).

**Verwendung:** Ereignis

---

### **HARMonic:DISPlay:TYPE** <Selection>

Determines the number of harmonics to be displayed in the bargraph.

Note that this setting only affects the graphical result display. It has no effect on the selection of harmonics for which results are provided during a file export (manually or via remote command). For that purpose, use [HARMonic:LIMits:TYPE](#) auf Seite 392.

Harmonics that were previously eliminated by the [HARMonic:LIMits:TYPE](#) command cannot be displayed.

**Parameter:**

<Selection>

ALL | EVEN | ODD | ODD3 | ODN3 | USER

**ODD3**

All harmonics with an odd-numbered order that is a multiple of 3

**ODN3**

All harmonics with an odd-numbered order that cannot be divided by 3

**USER**

Selects a user-defined number of harmonics. Define the number of harmonics using the [HARMonic:DISPlay:USER](#) command.

\*RST: ALL

---

### **HARMonic:DISPlay:USER** <MaxHarmonics>

Determines the maximum number of harmonics to be displayed in the bargraph. This command requires a preceding [HARM:DISP:TYPE USER](#) command.

Note that this setting only affects the graphical result display. It has no effect on the selection of harmonics for which results are provided during a file export (manually or via remote command). For that purpose, use [HARMonic:LIMits:TYPE](#) auf Seite 392.

Harmonics that are eliminated by the [HARMonic:LIMits:TYPE](#) command cannot be displayed.

**Parameter:**

<MaxHarmonics>

Bereich: 1 bis 64

Inkrement: 1

\*RST: 10

**Beispiel:**

HARM:DISP:TYPE USER

HARM:DISP:USER 25

Displays the first 25 harmonics.

**HARMonic:FUNDamental:TYPE** <Fundamental>

Defines the basis of the harmonics measurement. Harmonics are determined as multiples of this frequency.

**Parameter:**

<Fundamental> F50 | F60 | F400 | USER

**F50**  
50 Hz

**F60**  
60 Hz

**F400**  
400 Hz

**USER**  
User-defined frequency; define the frequency using [HARMonic:FUNDamental:USER](#).

\*RST: F50

**Beispiel:**

```
HARMonic:FUNDamental:TYPE USER
HARMonic:FUNDamental:USER 123
HARMonic:FUNDamental:CURRent?
//Result: 123
```

**HARMonic:FUNDamental:USER** <UserFrequency>

Defines the user-defined fundamental frequency if [HARMonic:FUNDamental:TYPE](#) is set to USER.

**Parameter:**

<UserFrequency> Bereich: 10 bis 1E+6  
Inkrement: 0.1  
\*RST: 50  
Std.-einheit: Hz

**Beispiel:**

```
HARMonic:FUNDamental:TYPE USER
HARMonic:FUNDamental:USER 123
HARMonic:FUNDamental:CURRent?
//Result: 123
```

**HARMonic:FUNDamental:CURRent?**

Returns the current fundamental frequency.

**Rückgabewerte:**

<CurrFreq> Bereich: 10 bis 1E+6  
Inkrement: 0.01  
\*RST: 50  
Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**HARMonic:LIMits:NAME** <FileName>**Parameter:**

<FileName> String containing the path and name of the user-defined configuration file to be loaded.

**Beispiel:**

```
HARM:LIM:NAME
'/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/Harmonic/LimitExample.csv'
HARM:LIM:LOAD
```

---

**HARMonic:LIMits:LOAD**

Loads the file selected by [HARMonic:LIMits:NAME](#) auf Seite 392.

**Beispiel:**

```
HARM:LIM:NAME
'/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/Harmonic/LimitExample.csv'
HARM:LIM:LOAD
```

**Verwendung:** Ereignis

---

**HARMonic:LIMits:CURRent?****Rückgabewerte:**

<Current>

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**HARMonic:LIMits:TYPE** <Type>

Defines the type of limit check to be performed.

**Parameter:**

<Type> NONE | EN50160 | USER

**NONE**

No limit check is performed.

**EN50160**

Limits are checked according to the predefined values in the EN50160 standard.

**USER**

Limits are checked according to the values in a user-defined file (see [HARMonic:LIMits:LOAD](#) auf Seite 392). For details on the required file format, see [Kapitel 6.3.6.1](#), „Grenzwertdateiformat“, auf Seite 155.

\*RST: NONE

**HARMonic:SCALe** <Unit>

Switches the scale for the measured harmonic levels between logarithmic (dB) and linear (percent). The values are relative to the level measured for the fundamental frequency, or to the level measured for the entire signal, depending on the selected THD type (see [HARMonic:THDType](#) auf Seite 393).

**Parameter:**

<Unit>                   PERCent | DB  
\*RST:                    DB

**HARMonic:STATistic** <Type>

By default, the numeric results indicate the currently measured values. Optionally, you can switch to the minimum or maximum values.

**Parameter:**

<Type>                   CURRent | MIN | MAX  
\*RST:                    CURRent

**HARMonic:THDType** <THDType>**Parameter:**

<THDType>               THDF | THDR

**THDF**

The RMS amplitude (voltage or current) of the harmonics relative to the RMS amplitude of the fundamental component

**THDR**

The RMS amplitude of the harmonics relative to the RMS amplitude of the input signal

\*RST:                    THDF

**15.6.3.2 Harmonischen-Ergebnisse abrufen und exportieren**

Sie können die Harmonischen-Ergebnisse in eine Datei exportieren, ähnlich wie Messkurven (siehe [Kapitel 15.13](#), „Ergebnisse dokumentieren“, auf Seite 512).

<a href="#">HARMonic:EXPort:NAME</a> .....	394
<a href="#">HARMonic:EXPort:SAVE</a> .....	394
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:CLIPping?</a> .....	394
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:FRQMissing?</a> .....	395
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:FUNDamental?</a> .....	395
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:HARMonics&lt;n&gt;:ABSMagnitude:MAXimum?</a> .....	395
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:HARMonics&lt;n&gt;:ABSMagnitude:MINimum?</a> .....	395
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:HARMonics&lt;n&gt;:ABSMagnitudef:CURRentj?</a> .....	395
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:HARMonics&lt;n&gt;:LIMCheck?</a> .....	396
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:HARMonics&lt;n&gt;:LIMit?</a> .....	396
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:HARMonics&lt;n&gt;:LIMViolation?</a> .....	397
<a href="#">HARMonic:RESult&lt;m&gt;:HARMonics&lt;n&gt;:PHASe?</a> .....	398

HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MAXimum?	398
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MINimum?	398
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude[:CURRent]?	398
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>[:FREQUency]?	398
HARMonic:RESult<m>:LIMViolation?	399
HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?	399
HARMonic:RESult<m>:NOResults?	399
HARMonic:RESult<m>:RMS:MAXimum?	400
HARMonic:RESult<m>:RMS:MINimum?	400
HARMonic:RESult<m>:RMS[:CURRent]?	400
HARMonic:RESult<m>:THD:MAXimum?	400
HARMonic:RESult<m>:THD:MINimum?	400
HARMonic:RESult<m>:THD[:CURRent]?	400

---

### HARMonic:EXPort:NAME <Name>

Defines the filename, file format and path to save the harmonic measurement results.

#### Parameter:

<Name> String with path and filename with extension .csv.

---

### HARMonic:EXPort:SAVE

Saves the results of the harmonic measurement to the file specified using [HARMonic:EXPort:NAME](#).

#### Beispiel:

```
HARMonic:EXPort:NAME 'HarmonicResults'
HARMonic:EXPort:SAVE
HARMonic:EXPort:NAME?
//Result: /media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/Export/HarmonicResults.csv
```

**Verwendung:** Ereignis

---

### HARMonic:RESult<m>:CLIPping?

Indicates whether clipping has occurred, that is: the amplitudes exceed the currently defined amplitude range.

#### Suffix:

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)  
Input channel

#### Rückgabewerte:

<State> ON | OFF

#### ON

Clipping has occurred, increase the amplitude range (see [CHANnel<m>:RANGe](#) auf Seite 322).

#### OFF

No clipping has occurred, the current measurement settings are suitable.

\*RST: OFF

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**HARMonic:RESult<m>:FRQMissing?**

Queries whether the fundamental frequency was detected in the input signal or not. If the specified frequency  $\pm 10\%$  is not detected in the signal, the measurement is invalid.

**Suffix:**

&lt;m&gt; 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

&lt;State&gt; ON | OFF

**OFF**

The fundamental frequency was not detected, the measurement is invalid. Define the correct frequency of the input signal.

**ON**

The fundamental frequency was detected, the measurement is valid.

\*RST: OFF

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**HARMonic:RESult<m>:FUNDamental?****Suffix:**

&lt;m&gt; 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

&lt;Frequency&gt; Bereich: 9 bis 1005

Inkrement: 10E-6

\*RST: 0

Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude:MAXimum?****HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude:MINimum?****HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude[:CURRENT]?**

Returns the currently measured, minimum or maximum power level of the selected harmonic.

**Suffix:**

&lt;m&gt; 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

&lt;n&gt; 1..64

Order of harmonic (possibly restricted, see [HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#)).

**Rückgabewerte:**

&lt;AbsMagnitude&gt;

**Verwendung:** Nur Abfrage**HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMCheck?**

Queries whether a limit is defined for the specified harmonic (either by the EN50160 standard or by a user-defined configuration file). Only if a limit value is defined, a limit check is performed for the harmonic.

**Suffix:**

&lt;m&gt; 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

&lt;n&gt; 1..64

Order of harmonic (possibly restricted, see [HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#)).**Rückgabewerte:**

&lt;State&gt; ON | OFF

**ON**

A limit is specified and a limit check is performed.

**OFF**

No limit is specified, so no limit check is performed for the harmonic.

**Beispiel:**

```
HARM:LIM:TYPE EN50160
HARM:RES1:HARM2:LIMC?
//Result: 1
HARM:RES1:HARM2:LIM?
//Result: 2%
HARM:RES1:HARM2:LIMV?
//Result: 0
```

**Verwendung:** Nur Abfrage**HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMit?**

Queries the limit defined for the specified harmonic.

Note: Only if a limit value is defined, a limit check is performed for the harmonic (see [HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMCheck?](#) auf Seite 396).

**Suffix:**

&lt;m&gt; 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

&lt;n&gt; 1..64

Order of harmonic (possibly restricted, see [HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#)).**Rückgabewerte:**

&lt;Limit&gt; percentage

**Beispiel:**

```
HARM:LIM:TYPE EN50160
HARM:RES1:HARM2:LIMC?
//Result: 1
HARM:RES1:HARM2:LIM?
//Result: 2%
HARM:RES1:HARM2:LIMV?
//Result: 0
```

**Verwendung:** Nur Abfrage

### **HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMViolation?**

Queries whether the calculated level for the specified harmonic exceeds the defined.

Note: Only if a limit value is defined, a limit check is performed for the harmonic (see [HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMCheck?](#) auf Seite 396).

Tip: To query the result of the limit check for the entire signal, use [HARMonic:RESult<m>:LIMViolation?](#) auf Seite 399.

#### **Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

<n> 1..64  
Order of harmonic (possibly restricted, see [HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#)).

#### **Rückgabewerte:**

<State> ON | OFF

##### **ON**

A limit violation occurred - the limit was exceeded.

##### **OFF**

No limit violation occurred.

**Beispiel:**

```
HARM:LIM:TYPE EN50160
HARM:RES1:HARM2:LIMC?
//Result: 1
//The EN50160 defines a limit of 2% for the
//second order harmonic.
HARM:RES1:HARM2:LIM?
//Result: 2
HARM:RES1:HARM2:LIMV?
//Result: 1
//The calculated value exceeds the defined
// limit for the second harmonic.
HARM:RES1:LIMV?
//Result: 1
//Since the limit check for the second harmonic
// failed, the limit check for the entire
// signal failed.
```

**Verwendung:** Nur Abfrage

**HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:PHASe?**

Queries the calculated phase value for the specified harmonic.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

<n> 1..64  
Order of harmonic (possibly restricted, see [HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#)).

**Rückgabewerte:**

<Phase> Std.-einheit: degrees

**Verwendung:** Nur Abfrage

**HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MAXimum?****HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MINimum?****HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude[:CURRent]?**

Returns the currently measured, minimum or maximum power level of the selected harmonic, relative to the power level of the fundamental frequency.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

<n> 1..64  
Order of harmonic (possibly restricted, see [HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#)).

**Rückgabewerte:**

<RelMagnitude> Std.-einheit: %

**Verwendung:** Nur Abfrage

**HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>[:FREQuency]?**

Queries the determined frequency value for the specified harmonic.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

<n> 1..64  
Order of harmonic (possibly restricted, see [HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?](#)).

**Rückgabewerte:**

<Frequency> Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**HARMonic:RESult<m>:LIMViolation?**

Queries the result of the limit check for all harmonics. If a single harmonic violates its defined limit, the limit check for the entire signal fails.

Note: Only if a limit value is defined, a limit check is performed for the harmonic (see [HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMCheck?](#) auf Seite 396).

Tip: To query the result of the limit check for an individual harmonic, use [HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMViolation?](#) auf Seite 397.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<State> ON | OFF

**ON**

A limit violation occurred for at least one harmonic - the limit check for the signal failed.

**OFF**

No limit violations occurred. The limit check was passed.

\*RST: OFF

**Verwendung:** Nur Abfrage

**HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?**

Returns the number of harmonics for which results are displayed. The maximum number of 64 harmonics may be restricted due to the [HARMonic:LIMits:TYPE](#) command.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<NoSelection> Bereich: 1 bis 64  
Inkrement: 1  
\*RST: 64

**Verwendung:** Nur Abfrage

**HARMonic:RESult<m>:NOResults?**

Returns the number of results included in averaging or statistics calculations. Invalid measurements are not included.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<NoResults> Bereich: 0 bis 4000000000  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**HARMonic:RESult<m>:RMS:MAXimum?**

**HARMonic:RESult<m>:RMS:MINimum?**

**HARMonic:RESult<m>:RMS[:CURRent]?**

Returns the currently calculated, minimum, or maximum root mean square of the power in the entire signal, for all harmonics and the fundamental frequency.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<RMS> Bereich: 0 bis 100E+3  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**HARMonic:RESult<m>:THD:MAXimum?**

**HARMonic:RESult<m>:THD:MINimum?**

**HARMonic:RESult<m>:THD[:CURRent]?**

Returns the currently calculated, minimum, or maximum THD (total harmonic distortion), that is: the RMS of the amplitude of the harmonics. Which value the THD is related to, depends on the [HARMonic:THDType](#) command.

**Suffix:**

<m> 1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<THD> Bereich: 0 bis 1000  
 Inkrement: 0.1  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: %

**Beispiel:**

HARM:THDT THDF  
 HARM:RES1:THD?

Returns the RMS amplitude (voltage or current) of the harmonics relative to the RMS amplitude of the fundamental component.

**Verwendung:** Nur Abfrage

## 15.7 Digitalmultimeter (R&S RTH1002)

- [Multimeter-Modus aktivieren](#)..... 401
- [Messkonfiguration](#)..... 401
- [Relative Messungen](#)..... 408
- [Messsteuerung](#)..... 411
- [Ergebnisse](#)..... 412

### 15.7.1 Multimeter-Modus aktivieren

Aktivieren Sie das DMM mit `OP METer`.

---

**OP[:MODE]** <OperationMode>

Sets the operating mode of the instrument.

**Parameter:**

<OperationMode> YT | XY | MASK | ROLL | METer | FFT | LOGGer | COUNter |  
 PROTOcol | HARMonic | SPECTrum  
 \*RST: YT (scope mode)

### 15.7.2 Messkonfiguration

Das Gerät führt die meisten Konfigurationseinstellungen automatisch durch. Bei den meisten Messarten ist der Messbereich der einzige einstellbare Parameter. Für Temperaturmessungen sind besondere Einstellungen erforderlich.

Das Gerät kann den Messbereich anpassen, wenn die automatische Bereichseinstellung für eine Messung konfiguriert ist. Andernfalls können Sie einen festen Messbereich einstellen.

Es gibt mehrere Befehle zum Einstellen eines festen Messbereichs:

- `METer:CONFigure:<function>`  
 Konfiguriert die angegebene Messung, einschließlich Messbereich.  
 Siehe [Kapitel 15.7.2.1, „METer:CONFigure-Befehle“](#), auf Seite 402.
- `METer:SENSe:<function>:RANGe:UPPer`  
 Stellt den Messbereich ein und deaktiviert die automatische Bereichseinstellung.  
 Siehe [Kapitel 15.7.2.2, „METer:SENSe:<Funktion>:RANGe:UPPER-Befehle“](#),  
 auf Seite 404.
- `METer:MEASure:<function>`  
 Konfiguriert die angegebene Messung, einschließlich Messbereich, startet die  
 Messung und gibt das Ergebnis zurück.

Die automatische Bereichseinstellung kann mit folgenden Befehlen aktiviert werden:

- `METer:SENSe:<function>:RANGe:AUTO`  
 Aktiviert oder deaktiviert die automatische Bereichseinstellung. Siehe [Kapi-  
 tel 15.7.2.3, „METer:SENSe:<Funktion>:RANGe:AUTO-Befehle“](#), auf Seite 406.
- `METer:CONFigure:<function> 'AUTO'`  
 Siehe [Kapitel 15.7.2.1, „METer:CONFigure-Befehle“](#), auf Seite 402.

Die Konfigurationsbefehle werden in folgenden Kapiteln beschrieben:

- [METer:CONFigure-Befehle](#)..... 402
- [METer:SENSe:<Funktion>:RANGe:UPPER-Befehle](#)..... 404
- [METer:SENSe:<Funktion>:RANGe:AUTO-Befehle](#)..... 406
- [AC+DC Strom- und Spannungsmessungen](#)..... 407
- [Temperaturmessungen](#)..... 408

### 15.7.2.1 METer:CONFigure-Befehle

Mit `METer:CONFigure:<function>`-Befehlen werden alle internen Messparameter für die angegebene Messung festgelegt. Für die meisten Messungen wird damit auch der Messbereich eingestellt.

Stellen Sie mit den folgenden Parametern den Bereich auf das Minimum, das Maximum oder den Standardwert ein:

- `METer:CONFigure:<function> MIN`
- `METer:CONFigure:<function> MAX`
- `METer:CONFigure:<function> DEF`

Für einige Messungen können Sie auch den automatischen Bereich einstellen:

`METer:CONFigure:<function> 'AUTO'`. Zu beachten ist, dass 'AUTO' ein String-Parameter ist. Alternativ können Sie die `METer:SENSe:<function>:RANGe:AUTO`-Befehle verwenden.

Die `METer:CONFigure:<function>`-Befehle dienen nur zur Konfiguration. Aktivieren Sie eine Messung mit `METer:SENSe:FUNCTION`.

`METer:CONFigure:VALue?` gibt die aktive Messung und den Bereich zurück.

Das Ergebnis kann mit `METer<m>:READ?` oder `METer<m>:FETCh?` gelesen werden.

<code>METer:CONFigure:CONTInuity</code> .....	402
<code>METer:CONFigure:DIODE</code> .....	402
<code>METer:CONFigure:TEMPerature</code> .....	402
<code>METer:CONFigure:CAPacitance</code> .....	402
<code>METer:CONFigure:CURRent:AC</code> .....	403
<code>METer:CONFigure:CURRent:DC</code> .....	403
<code>METer:CONFigure:FREQUency</code> .....	403
<code>METer:CONFigure:RESistance</code> .....	403
<code>METer:CONFigure:VOLTage:AC</code> .....	404
<code>METer:CONFigure:VOLTage:DC</code> .....	404

---

#### **METer:CONFigure:CONTInuity** **METer:CONFigure:DIODE** **METer:CONFigure:TEMPerature**

Configures the specified measurement. The instrument sets a fixed range.

**Verwendung:** Ereignis

---

#### **METer:CONFigure:CAPacitance**

Sets the internal parameters and configures the range for capacitance measurements.

**Parameter:**

<Range> <numeric value> | 'AUTO' | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 10 nF|100 nF| 1 µF|10 µF|100 µF|1 mF|10 mF.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 10 nF bis 10 mF

\*RST: 10 nF

**Verwendung:**

Nur Einstellung

**METer:CONFigure:CURRENT:AC****METer:CONFigure:CURRENT:DC**

Sets the internal parameters and configures the range for current measurements.

You need an external shunt resistor or I/U converter for current measurement.

**Parameter:**

<Range> <numeric value> | 'AUTO' | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 A|10 A|100 A| 1000 A.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 1 bis 1000

\*RST: 1

Std.-einheit: A

**Verwendung:**

Nur Einstellung

**METer:CONFigure:FREQuency**

Configures the frequency measurement and sets voltage autoranging.

To set a fixed voltage range, use [METer:SENSe:FREQuency:VOLTage:RANGe:UPPer](#).

**Verwendung:**

Ereignis

**METer:CONFigure:RESistance**

Sets the internal parameters and configures the range for resistance measurements.

**Parameter:**

<Range> <numeric value> | 'AUTO' | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 kΩ|10 kΩ| 100 kΩ|1 MΩ|10 MΩ|100 MΩ.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument sets the next suitable range.

Bereich: 1 kOhm bis 100 MOhm

\*RST: AUTO

**Verwendung:**

Nur Einstellung

**METer:CONFigure:VOLTage:AC****METer:CONFigure:VOLTage:DC**

Sets the internal parameters and configures the range for voltage measurements.

**Parameter:**

<Range> <numeric value> | 'AUTO' | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 V|10 V|100 V| 1000 V.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 1 bis 1000

\*RST: 1

Std.-einheit: V

**Verwendung:**

Nur Einstellung

**15.7.2.2 METer:SENSe:<Funktion>:RANGe:UPPER-Befehle**

Mit `METer:SENSe:<function>:RANGe:UPPER`-Befehlen wird der Messbereich eingestellt und die automatische Bereichseinstellung deaktiviert. Sie können diese Befehle zusätzlich zu `METer:CONFigure`-Befehlen verwenden, wenn Sie nur den Bereich ändern möchten.

<code>METer:SENSe:CAPacitance:RANGe:UPPer</code> .....	404
<code>METer:SENSe:CURRent:AC:RANGe:UPPer</code> .....	405
<code>METer:SENSe:CURRent:DC:RANGe:UPPer</code> .....	405
<code>METer:SENSe:FREQuency:VOLTage:RANGe:UPPer</code> .....	405
<code>METer:SENSe:RESistance:RANGe:UPPer</code> .....	405
<code>METer:SENSe:VOLTage:AC:RANGe:UPPer</code> .....	406
<code>METer:SENSe:VOLTage:DC:RANGe:UPPer</code> .....	406

**METer:SENSe:CAPacitance:RANGe:UPPer <Range>**

Sets a fixed range for capacitance measurements and turns off autoranging.

**Parameter:**

&lt;Range&gt; &lt;numeric value&gt; | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 10 nF|100 nF|  
1 µF|10 µF|100 µF|1 mF|10 mF.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 10 nF bis 10 mF

\*RST: 10 nF

**METer:SENSE:CURRent:AC:RANGe:UPPer** <Range>**METer:SENSE:CURRent:DC:RANGe:UPPer** <Range>

Sets a fixed current range and turns off autoranging.

**Parameter:**

&lt;Range&gt; &lt;numeric value&gt; | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 A|10 A|100 A|  
1000 A.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 1 bis 1000

\*RST: 1

Std.-einheit: A

**METer:SENSE:FREQuency:VOLTage:RANGe:UPPer** <Range>

Sets a fixed voltage range for frequency measurements and turns off autoranging.

**Parameter:**

&lt;Range&gt; &lt;numeric value&gt; | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 V|10 V|100 V|  
1 kV.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 1 bis 1000

\*RST: 1

Std.-einheit: V

**METer:SENSE:RESistance:RANGe:UPPer** <Range>

Sets a fixed range for resistance measurements and turns off autoranging.

**Parameter:****<Range>** <numeric value> | MIN | MAX | DEF**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 kΩ|10 kΩ|  
100 kΩ|1 MΩ|10 MΩ|100 MΩ.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument sets the next suitable range.

Bereich: 1 kOhm bis 100 MOhm

\*RST: 1 kOhm

**METer:SENSe:VOLTAge:AC:RANGe:UPPer** <Range>**METer:SENSe:VOLTAge:DC:RANGe:UPPer** <Range>

Sets a fixed voltage range and turns off autoranging.

**Parameter:****<Range>** <numeric value> | MIN | MAX | DEF**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 V|10 V|100 V|  
1000 V.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 1 bis 1000

\*RST: 1

Std.-einheit: V

**15.7.2.3 METer:SENSe:<Funktion>:RANGe:AUTO-Befehle**

Mit **METer:SENSe:<function>:RANGe:AUTO**-Befehlen wird die automatische Bereichseinstellung aktiviert oder deaktiviert. Für einige Messungen können Sie auch die **METer:CONFIgure:<function>**-Befehle verwenden (siehe [Kapitel 15.7.2.1](#), „**METer:CONFIgure-Befehle**“, auf Seite 402).

<b>METer:SENSe:CAPacitance:RANGe:AUTO</b> .....	406
<b>METer:SENSe:CURRent:AC:RANGe:AUTO</b> .....	406
<b>METer:SENSe:CURRent:DC:RANGe:AUTO</b> .....	406
<b>METer:SENSe:FREQuency:VOLTAge:RANGe:AUTO</b> .....	406
<b>METer:SENSe:RESistance:RANGe:AUTO</b> .....	406
<b>METer:SENSe:VOLTAge:AC:RANGe:AUTO</b> .....	407
<b>METer:SENSe:VOLTAge:DC:RANGe:AUTO</b> .....	407

**METer:SENSe:CAPacitance:RANGe:AUTO** <State>**METer:SENSe:CURRent:AC:RANGe:AUTO** <State>**METer:SENSe:CURRent:DC:RANGe:AUTO** <State>**METer:SENSe:FREQuency:VOLTAge:RANGe:AUTO** <State>**METer:SENSe:RESistance:RANGe:AUTO** <State>

**METer:SENSe:VOLTage:AC:RANGe:AUTO** <State>

**METer:SENSe:VOLTage:DC:RANGe:AUTO** <State>

Disables or enables the autoranging for the specified measurement.

The query always returns OFF or ON.

**Parameter:**

<State> OFF | ON | ONCE

**OFF | ON**

0 | 1 are not supported.

**ONCE**

Performs an immediate autorange and then turns off the autoranging.

**Beispiel:**

METer:SENSe:VOLTage:DC:RANGe:AUTO ONCE

METer:SENSe:VOLTage:DC:RANGe:AUTO?

<-- OFF

#### 15.7.2.4 AC+DC Strom- und Spannungsmessungen

METer<m>:SENSe:CURRent:AC:COUPling..... 407

METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:COUPling..... 407

---

**METer<m>:SENSe:CURRent:AC:COUPling** <Coupling>

**METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:COUPling** <Coupling>

Enables AC+DC measurements.

**Suffix:**

<m> 1..4

R&S RTH1002: always 1, omit the suffix.

R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<CoupVoltageMeas> DCLimit | ACLimit

**DCLimit**

Enables AC+DC measurement.

**ACLimit**

Enables AC measurement.

\*RST: DCLimit

**Beispiel:**

Configure and perform AC+DC current measurement with the range 100 A:

```
:METer:CONFigure:CURRent:AC 100
:METer:SENSe:FUNCTion 'CURR:AC'
:METer:CONFigure:VALue?
<-- "CURR:AC 100"
:METer:SENSe:CURRent:AC:COUPLing DCL
:METer:READ?
<-- 0.035906488794
```

Configure and perform AC voltage measurement with the range 10 V:

```
:METer:CONFigure:VAOLTage:AC 10
:METer:SENSe:FUNCTion 'VOLT:AC'
:METer:CONFigure:VALue?
<-- "VOLT:AC 10"
:METer:SENSe:CURRent:AC:COUPLing ACL
:METer:READ?
<-- 0.030006488794
```

**15.7.2.5 Temperaturmessungen**

[METer:UNIT:TEMPerature.....](#)408

[METer:SENSe:TEMPerature:TRANsductor:RTD:TYPE.....](#)408

**METer:UNIT:TEMPerature <Unit>**

Sets the unit for temperature measurements.

**Parameter:**

<Unit> C | F | K

**METer:SENSe:TEMPerature:TRANsductor:RTD:TYPE <Unit>**

Sets the adapter type for temperature measurements.

**Parameter:**

<Unit> PT100 | PT500

**15.7.3 Relative Messungen**

Setzen Sie zur Durchführung relativer Messungen den relevanten

`METer:SENSe:<function>:NULL:STATE`-Befehl auf ON. Der Referenzwert ist standardmäßig 0. Alternativ können Sie `METer<m>:SENSe:RELative:STATE` verwenden.

Sie können den Referenzwert mit dem Befehl

`METer:SENSe:<function>:NULL:VALue` ändern.

METer:SENSe:CAPacitance:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:CURRent:AC:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:CURRent:DC:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:RESistance:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:TEMPerature:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:VOLTage:AC:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:VOLTage:DC:NULL:STATe.....	409
METer<m>:SENSe:NULL:STATe.....	409
METer<m>:SENSe:RELative:STATe.....	409
METer:SENSe:CAPacitance:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:CURRent:AC:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:CURRent:DC:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:VOLTage:AC:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:VOLTage:DC:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:RESistance:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:TEMPerature:NULL:VALue.....	410
METer<m>:SENSe:NULL:VALU.....	411

---

**METer:SENSe:CAPacitance:NULL:STATe** <State>

**METer:SENSe:CURRent:AC:NULL:STATe** <State>

**METer:SENSe:CURRent:DC:NULL:STATe** <State>

**METer:SENSe:RESistance:NULL:STATe** <State>

**METer:SENSe:TEMPerature:NULL:STATe** <State>

**METer:SENSe:VOLTage:AC:NULL:STATe** <State>

**METer:SENSe:VOLTage:DC:NULL:STATe** <State>

Enables or disables the relative measurement. The reference value is defined using the appropriate `METer:SENSe:<function>:NULL:VALue` command.

**Parameter:**

<State>                    OFF | ON  
                               \*RST:        OFF

---

**METer<m>:SENSe:NULL:STATe** <SetRelative>

**METer<m>:SENSe:RELative:STATe** <SetRelative>

Enables or disables the relative measurement for the currently active measurement type.

Relative measurements are not available for diode, continuity, and frequency measurements.

**Suffix:**

<m>                        1..4  
                               R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
                               R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<SetRelative>            ON | OFF  
                               ON = 1, OFF = 0  
                               \*RST:        OFF

**METer:SENSe:CAPacitance:NULL:VALue** <ReferenceValue>

Sets the reference value for capacitance measurements. The measurement result is the difference of the measured sample and the reference value.

The value takes effect if relative measurement is on, see [METer:SENSe:CAPacitance:NULL:STATe](#).

**Parameter:**

<ReferenceValue>    Bereich:    +/- (1.1 \* measurement range)  
                          \*RST:        0  
                          Std.-einheit: F

**METer:SENSe:CURRent:AC:NULL:VALue** <ReferenceValue>**METer:SENSe:CURRent:DC:NULL:VALue** <ReferenceValue>**METer:SENSe:VOLTage:AC:NULL:VALue** <ReferenceValue>**METer:SENSe:VOLTage:DC:NULL:VALue** <ReferenceValue>

Sets the reference value for relative measurements. The measurement result is the difference of the measured sample and the reference value.

The value takes effect if relative measurement is on, see [METer:SENSe:<function>:NULL:STATe](#).

**Parameter:**

<ReferenceValue>    Bereich:    +/- (1.1 \* measurement range)  
                          \*RST:        0  
                          Std.-einheit: V (VOLTage) | A (CURRent)

**METer:SENSe:RESistance:NULL:VALue** <ReferenceValue>

Sets the reference value for resistance measurements. The measurement result is the difference of the measured sample and the reference value.

The value takes effect if relative measurement is on, see [METer:SENSe:RESistance:NULL:STATe](#).

**Parameter:**

<ReferenceValue>    Bereich:    +/- (1.1 \* measurement range)  
                          \*RST:        0  
                          Std.-einheit: Ohm

**METer:SENSe:TEMPerature:NULL:VALue** <ReferenceValue>

Sets the reference value for temperature measurements. The measurement result is the difference of the measured sample and the reference value.

The value takes effect if relative measurement is on, see [METer:SENSe:TEMPerature:NULL:STATe](#).

**Parameter:**

<ReferenceValue> Bereich: -200 bis 850  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: To define the unit, use METer:UNIT:TEMPerature.

**METer<m>:SENSe:NULL:VALU <ReferenceValue>**

Sets the reference value for the currently active measurement type.

Relative measurements are not available for diode, continuity, and frequency measurements.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<ReferenceValue> Bereich: +/- (1.1 \* measurement range)  
 Std.-einheit: Depends on the measurement type

**15.7.4 Messsteuerung**

METer:SENSe:FUNcTion.....	411
METer:CONFigure:VALue?.....	412
METer<m>:TRIGger:MODE.....	412
METer<m>:ABORT.....	412

**METer:SENSe:FUNcTion <MeasType>**

Sets the measurement type and activates it. All measurement attributes of the previous function (range, resolution, etc.) are remembered. If you return to the previous function, the measurement attributes are restored.

Changing the measurement type disables scaling, limit testing, histogram, statistics, and trend chart data collection: CALC:<function>:STAT is set OFF.

**Einstellparameter:**

<MeasType> 'CAPacitance | CONTInuity | CURRent:AC | CURRent[:DC] |  
 CURRent:AD | DIODE | FREQUency | RESistance |  
 TEMPerature | VOLTage:AC | VOLTage[:DC] | VOLTage:AD'  
 String parameter  
 \*RST: VOLTage [:DC]

**Beispiel:**

```
MET:SENS:FUNC "VOLT:AC"
MET:CONF:VAL?
<--"VOLT:AC 1"
```

**Verwendung:**

Nur Einstellung

**METer:CONFigure:VALue?**

Returns the actual measurement type (short form) and the range.

**Rückgabewerte:**

<Configuration> String parameter

**Beispiel:**

MET:CONF:VAL?

<--"VOLT:DC 100"

The DMM is set to DC voltage measurement and range 100 V.

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**METer<m>:TRIGger:MODE <TriggerMode>**

Defines how long the instrument measures. To start the measurement again, use RUN or the appropriate METer<m>:MEASure:<function> command.

**Suffix:**

<m>

1..4

R&S RTH1002: always 1, omit the suffix

R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<TriggerMode>

AUTO | SINGle

**AUTO**

The instrument performs continuous measurements.

**SINGle**

The instrument performs a single measurement.

\*RST: AUTO

**METer<m>:ABORt**

Stops the running measurement.

**Suffix:**

<m>

1..4

R&S RTH1002: always 1, omit the suffix

R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Verwendung:**

Ereignis

**15.7.5 Ergebnisse**

- [Werte lesen](#).....413
- [METer:MEASure-Befehle](#).....414
- [Statistik](#).....415

### 15.7.5.1 Werte lesen

Nach der Konfiguration und der Auswahl der aktiven Messung können Sie die Ergebniswerte lesen.

MEter<m>:INITiate.....	413
MEter<m>:READ?.....	413
MEter<m>:FETCh?.....	413

---

#### MEter<m>:INITiate

Resets the hardware and all statistical values, performs a single measurement and ends in hold mode.

##### Suffix:

<m> 1..4

**Verwendung:** Ereignis

---

#### MEter<m>:READ?

Starts a new measurement, returns the current measurement result and stays in run mode.

##### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

##### Rückgabewerte:

<Meter result>

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

#### MEter<m>:FETCh?

Returns the currently measured value.

Use this command after [MEter<m>:INITiate](#).

##### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

##### Rückgabewerte:

<Result> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 0  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

##### Beispiel:

```
MEter:INITiate
MEter:FETCh?
<-- 999.98564109
```

**Verwendung:** Nur Abfrage

### 15.7.5.2 METer:MEASure-Befehle

Einen METer:MEASure:<function>-Befehl zu senden, ist dasselbe, wie den Befehl METer:CONFigure:<function> und direkt danach einen READ?-Befehl zu senden.

METer:MEASure:CONTInuity?	414
METer:MEASure:DIODE?	414
METer:MEASure:FREQuency?	414
METer:MEASure:TEMPerature?	414
METer:MEASure:CAPacitance?	414
METer:MEASure:CURRent:AC?	414
METer:MEASure:CURRent:DC?	414
METer:MEASure:RESistance?	415
METer:MEASure:VOLTage:AC?	415
METer:MEASure:VOLTage:DC?	415

---

**METer:MEASure:CONTInuity?**  
**METer:MEASure:DIODE?**  
**METer:MEASure:FREQuency?**  
**METer:MEASure:TEMPerature?**

Configures the measurement and returns the result.

**Rückgabewerte:**  
 <Range>

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**METer:MEASure:CAPacitance? [<ExpectedValue>]**

Configures the capacitance measurement and returns the result.

**Abfrageparameter:**

[<ExpectedValue>] <numeric value> | MIN | MAX | DEF | 'AUTO'

Optional parameter, expected measurement result or range. The instrument sets the appropriate measurement range.

See: [METer:CONFigure:CAPacitance](#).

**Rückgabewerte:**

<Result> Numeric value

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**METer:MEASure:CURRent:AC? [<ExpectedValue>]**

**METer:MEASure:CURRent:DC? [<ExpectedValue>]**

Configures the current measurement and returns the result.

**Abfrageparameter:**

[<ExpectedValue>] <numeric value> | MIN | MAX | DEF | 'AUTO'

Optional parameter, expected measurement result or range. The instrument sets the appropriate measurement range.

See: [METer:CONFigure:CURRent:DC](#).

**Rückgabewerte:**

<Result> Numeric value

**Beispiel:**

```
:METer:MEASure:CURRent:DC? 15
<-- 13.4907681509
```

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**METer:MEASure:RESistance? [<ExpectedValue>]**

Configures the resistance measurement and returns the result.

**Abfrageparameter:**

[<ExpectedValue>] <numeric value> | MIN | MAX | DEF | 'AUTO'

Optional parameter, expected measurement result or range. The instrument sets the appropriate measurement range.

See: [METer:CONFigure:RESistance](#).

**Rückgabewerte:**

<Result> Numeric value

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**METer:MEASure:VOLTage:AC? [<ExpectedValue>]****METer:MEASure:VOLTage:DC? [<ExpectedValue>]**

Configures the voltage measurement and returns the result.

**Abfrageparameter:**

[<ExpectedValue>] <numeric value> | MIN | MAX | DEF | 'AUTO'

Optional parameter, expected measurement result or range. The instrument sets the appropriate measurement range.

See: [METer:CONFigure:VOLTage:DC](#).

**Rückgabewerte:**

<Result> Numeric value

**Beispiel:**

```
:METer:MEASure:VOLTage:DC? 5
<-- 3.4907681509
```

**Verwendung:**

Nur Abfrage

### 15.7.5.3 Statistik

Bevor Sie statistische Ergebnisse abrufen können, müssen Sie die Messung konfigurieren und die durchzuführende Messung mit [METer:SENSe:FUNCTion](#) auswählen.

MEter<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?.....	416
MEter<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?.....	416
MEter<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?.....	416
MEter<m>:CALCulate:AVERage:CLEar.....	417

---

### MEter<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?

Returns the mean value of the measurement series.

#### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

#### Rückgabewerte:

<Average> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### MEter<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?

Returns the minimum value of the measurement series.

#### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

#### Rückgabewerte:

<Minimum> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### MEter<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?

Returns the maximum value of the measurement series.

#### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

#### Rückgabewerte:

<Maximum> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### **METer<m>:CALCulate:AVERage:CLEar**

Deletes all statistical values.

Statistics are also deleted if:

- The measurement function changes (METer:SENSe:FUNCTion).
- \*RST
- SYSTem:PRESet

#### **Suffix:**

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Verwendung:** Ereignis

## 15.8 Voltmeter (R&S RTH1004)

- [Voltmeter aktivieren](#).....417
- [Messkonfiguration](#).....417
- [Relative Messungen](#).....422
- [Messsteuerung](#).....424
- [Ergebnisse](#).....425

### 15.8.1 Voltmeter aktivieren

---

#### **METer<m>:SENSe:STATe <State>**

Activates the voltmeter measurement.

#### **Suffix:**

<m> 1..4  
 Selects the voltmeter.

#### **Parameter:**

<State> ON | OFF  
 \*RST: OFF

### 15.8.2 Messkonfiguration

Der einzige einstellbare Parameter ist der Messbereich. Alle anderen Einstellungen werden automatisch vom Gerät vorgenommen.

Es gibt mehrere Befehle zum Einstellen eines festen Messbereichs:

- METer<m>:CONFigure:<function>

Konfiguriert die angegebene Messung, einschließlich Messbereich.  
Siehe [Kapitel 15.8.2.2, „METer<m>:CONFigure-Befehle“](#), auf Seite 418.

- `METer<m>:SENSe:<function>:RANGe:UPPer`  
Stellt den Messbereich ein.  
Siehe [Kapitel 15.8.2.3, „METer<m>:SENSe:<Funktion>:RANGe:UPPER-Befehle“](#), auf Seite 420.
- `METer<m>:MEASure:<function>`  
Konfiguriert die angegebene Messung, einschließlich Messbereich, startet die Messung und gibt das Ergebnis zurück.

Die Konfigurationsbefehle werden in folgenden Kapiteln beschrieben:

- [Allgemeine Konfiguration](#)..... 418
- [METer<m>:CONFigure-Befehle](#)..... 418
- [METer<m>:SENSe:<Funktion>:RANGe:UPPER-Befehle](#)..... 420
- [AC+DC Strom- und Spannungsmessungen](#)..... 421

### 15.8.2.1 Allgemeine Konfiguration

---

#### **METer<m>:SENSe:SOURce** <InputChannel>

Selects the input channel to be measured by the specified voltmeter.

##### **Suffix:**

<m>                    1..4  
                              Selects the voltmeter.

##### **Parameter:**

<InputChannel>      C1 | C2 | C3 | C4  
                              \*RST:      C1

---

#### **METer<m>:SENSe:RANGe** <MeterRangeUI>

Sets the measurement range of the input channel that is measured by the meter.

##### **Suffix:**

<m>                    1..4  
                              Selects the voltmeter.

##### **Parameter:**

<MeterRangeUI>      Bereich:      The range depends on the selected measurement type. For values, see the appropriate METer:CONFigure:<function> command.

### 15.8.2.2 METer<m>:CONFigure-Befehle

Mit `METer:CONFigure:<function>`-Befehlen werden alle internen Messparameter für die angegebene Messung festgelegt und auch der Messbereich eingestellt.

Stellen Sie mit den folgenden Parametern den Bereich auf das Minimum, das Maximum oder den Standardwert ein:

- METer<m>:CONFigure:<function> MIN
- METer<m>:CONFigure:<function> MAX
- METer<m>:CONFigure:<function> DEF

Die METer<m>:CONFigure:<function>-Befehle dienen nur zur Konfiguration. Aktivieren Sie eine Messung mit METer<m>:SENSe:FUNCTion auf Seite 424.

METer<m>:CONFigure:VALue? gibt die aktive Messung und den Bereich zurück.

Das Ergebnis kann mit METer<m>:READ? oder METer<m>:FETCh? gelesen werden.

METer<m>:CONFigure:CURRent:AC.....	419
METer<m>:CONFigure:CURRent:DC.....	419
METer<m>:CONFigure:VOLTag:AC.....	419
METer<m>:CONFigure:VOLTag:DC.....	419

---

### METer<m>:CONFigure:CURRent:AC

### METer<m>:CONFigure:CURRent:DC

Sets the internal parameters and configures the range for current measurements.

You need an external shunt resistor or I/U converter for current measurement.

#### Suffix:

<m> 1..4  
Selects the voltmeter.

#### Parameter:

<Range> <numeric value> | MIN | MAX | DEF

#### <numeric value>

The instrument has fixed measurement ranges: 1 A|10 A|100 A|1000 A.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 1 bis 1000

\*RST: 1

Std.-einheit: A

**Verwendung:** Nur Einstellung

---

### METer<m>:CONFigure:VOLTag:AC

### METer<m>:CONFigure:VOLTag:DC

Sets the internal parameters and configures the range for voltage measurements.

#### Suffix:

<m> 1..4  
Selects the voltmeter.

**Parameter:**

&lt;Range&gt;

&lt;numeric value&gt; | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 V|10 V|100 V|1000 V.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 1 bis 1000

\*RST: 1

Std.-einheit: V

**Verwendung:**

Nur Einstellung

**15.8.2.3 METer<m>:SENSe:<Funktion>:RANGe:UPPER-Befehle**

Mit METer<m>:SENSe:<function>:RANGe:UPPER-Befehlen wird der Messbereich eingestellt. Sie können diese Befehle zusätzlich zu METer<m>:CONFigure-Befehlen verwenden, wenn Sie nur den Bereich ändern möchten.

METer<m>:SENSe:CURRent:AC:RANGe:UPPer..... 420

METer<m>:SENSe:CURRent:DC:RANGe:UPPer..... 420

METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:RANGe:UPPer..... 420

METer<m>:SENSe:VOLTage:DC:RANGe:UPPer..... 420

---

**METer<m>:SENSe:CURRent:AC:RANGe:UPPer <Range>**

**METer<m>:SENSe:CURRent:DC:RANGe:UPPer <Range>**

Sets a fixed current range.

**Suffix:**

&lt;m&gt;

1..4

Selects the voltmeter.

**Parameter:**

&lt;Range&gt;

&lt;numeric value&gt; | MIN | MAX | DEF

**<numeric value>**

The instrument has fixed measurement ranges: 1 A|10 A|100 A|1000 A.

You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.

Bereich: 1 bis 1000

\*RST: 1

Std.-einheit: A

---

**METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:RANGe:UPPer <Range>**

**METer<m>:SENSe:VOLTage:DC:RANGe:UPPer <Range>**

Sets a fixed voltage range.

**Suffix:**

<m> 1..4  
Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<Range> <numeric value> | MIN | MAX | DEF  
**<numeric value>**  
 The instrument has fixed measurement ranges: 1 V|10 V|100 V|1000 V.  
 You can enter any value between the minimum and maximum value. The instrument uses the next suitable range.  
 Bereich: 1 bis 1000  
 \*RST: 1  
 Std.-einheit: V

**15.8.2.4 AC+DC Strom- und Spannungsmessungen**

METer<m>:SENSe:CURRent:AC:COUPling..... 421  
 METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:COUPling..... 421

---

**METer<m>:SENSe:CURRent:AC:COUPling <Coupling>**

**METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:COUPling <Coupling>**

Enables AC+DC measurements.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix.  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<CoupVoltageMeas> DCLimit | ACLimit  
**DCLimit**  
 Enables AC+DC measurement.  
**ACLimit**  
 Enables AC measurement.  
 \*RST: DCLimit

**Beispiel:**

Configure and perform AC+DC current measurement with the range 100 A:

```
:METer:CONFigure:CURRent:AC 100
:METer:SENSe:FUNCTion 'CURR:AC'
:METer:CONFigure:VALue?
<-- "CURR:AC 100"
:METer:SENSe:CURRent:AC:COUPLing DCL
:METer:READ?
<-- 0.035906488794
```

Configure and perform AC voltage measurement with the range 10 V:

```
:METer:CONFigure:VAOLTage:AC 10
:METer:SENSe:FUNCTion 'VOLT:AC'
:METer:CONFigure:VALue?
<-- "VOLT:AC 10"
:METer:SENSe:CURRent:AC:COUPLing ACL
:METer:READ?
<-- 0.030006488794
```

### 15.8.3 Relative Messungen

Setzen Sie zur Durchführung relativer Messungen den relevanten `METer<m>:SENSe:<function>:NULL:STATE`-Befehl auf ON. Der Referenzwert ist standardmäßig 0. Alternativ können Sie `METer<m>:SENSe:RELAtive:STATE` verwenden.

Sie können den Referenzwert mit dem Befehl

`METer<m>:SENSe:<function>:NULL:VALue` ändern.

<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:CURRent:AC:NULL:STATE</code> .....	422
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:CURRent:DC:NULL:STATE</code> .....	422
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:VOLTage:AC:NULL:STATE</code> .....	422
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:VOLTage:DC:NULL:STATE</code> .....	422
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:NULL:STATE</code> .....	423
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:RELAtive:STATE</code> .....	423
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:CURRent:AC:NULL:VALue</code> .....	423
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:CURRent:DC:NULL:VALue</code> .....	423
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:VOLTage:AC:NULL:VALue</code> .....	423
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:VOLTage:DC:NULL:VALue</code> .....	423
<code>METer&lt;m&gt;:SENSe:NULL:VALU</code> .....	423

---

**`METer<m>:SENSe:CURRent:AC:NULL:STATE` <State>**

**`METer<m>:SENSe:CURRent:DC:NULL:STATE` <State>**

**`METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:NULL:STATE` <State>**

**`METer<m>:SENSe:VOLTage:DC:NULL:STATE` <State>**

Enables or disables the relative measurement. The reference value is defined using

`METer:SENSe:<function>:NULL:VALue`

**Suffix:**

<m> 1..4  
Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<State> OFF | ON  
\*RST: OFF

**METer<m>:SENSe:NULL:STATe** <SetRelative>

**METer<m>:SENSe:RELative:STATe** <SetRelative>

Enables or disables the relative measurement for the currently active measurement type.

Relative measurements are not available for diode, continuity, and frequency measurements.

**Suffix:**

<m> 1..4  
R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<SetRelative> ON | OFF  
ON = 1, OFF = 0  
\*RST: OFF

**METer<m>:SENSe:CURRent:AC:NULL:VALue** <ReferenceValue>

**METer<m>:SENSe:CURRent:DC:NULL:VALue** <ReferenceValue>

**METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:NULL:VALue** <ReferenceValue>

**METer<m>:SENSe:VOLTage:DC:NULL:VALue** <ReferenceValue>

Sets the reference value for relative measurements. The measurement result is the difference of the measured sample and the reference value.

The value takes effect if relative measurement is on, see [METer<m>:SENSe:VOLTage:DC:NULL:STATe](#).

**Suffix:**

<m> 1..4  
Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<ReferenceValue> Bereich: +/- (1.1 \* measurement range)  
\*RST: 0  
Std.-einheit: V (VOLTage) | A (CURRent)

**METer<m>:SENSe:NULL:VALU** <ReferenceValue>

Sets the reference value for the currently active measurement type.

Relative measurements are not available for diode, continuity, and frequency measurements.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<ReferenceValue> Bereich: +/- (1.1 \* measurement range)  
 Std.-einheit: Depends on the measurement type

## 15.8.4 Messsteuerung

METer<m>:SENSe:FUNctIon.....	424
METer<m>:CONFigure:VALue?.....	424
METer<m>:TRIGger:MODE.....	425
METer<m>:ABORt.....	425

---

### METer<m>:SENSe:FUNctIon <MeasType>

Sets the measurement type for the selected meter. All measurement attributes of the previous function (range, resolution, etc.) are remembered. If you return to the previous function, the measurement attributes are restored.

Changing the measurement type disables scaling, limit testing, histogram, statistics, and trend chart data collection: CALC:<function>:STAT is set OFF.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 Selects the voltmeter.

**Einstellparameter:**

<MeasType> 'VOLTage:AC | VOLTage[:DC] | VOLTage:AD'  
 String parameter  
 \*RST: VOLTage [:DC]

**Beispiel:**

```
MET2:SENS:FUNC "VOLT:AC"
MET2:CONF:VAL?
```

```
<--"VOLT:AC 1"
```

Sets the second voltmeter to AC voltage measurement.

**Verwendung:**

Nur Einstellung

---

### METer<m>:CONFigure:VALue?

Returns the actual measurement type (short form) and the range.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 Selects the voltmeter.

**Rückgabewerte:**

<Configuration> String parameter

**Beispiel:**

```
MET:CONF:VAL?
<-- "VOLT:DC 100"
```

The first voltmeter is set to DC voltage measurement and range 100 V.

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**METer<m>:TRIGger:MODE <TriggerMode>**

Defines how long the instrument measures. To start the measurement again, use RUN or the appropriate METer<m>:MEASure:<function> command.

**Suffix:**

<m> 1..4  
R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Parameter:**

<TriggerMode> AUTO | SINGle

**AUTO**

The instrument performs continuous measurements.

**SINGle**

The instrument performs a single measurement.

\*RST: AUTO

**METer<m>:ABORt**

Stops the running measurement.

**Suffix:**

<m> 1..4  
R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Verwendung:**

Ereignis

## 15.8.5 Ergebnisse

- [Werte lesen](#).....425
- [METer:MEASure-Befehle](#).....426
- [Statistik](#).....427

### 15.8.5.1 Werte lesen

<a href="#">METer&lt;m&gt;:INITiate</a> .....	426
<a href="#">METer&lt;m&gt;:READ?</a> .....	426
<a href="#">METer&lt;m&gt;:FETCh?</a> .....	426

**METer<m>:INITiate**

Resets the hardware and all statistical values, performs a single measurement and ends in hold mode.

**Suffix:**

<m> 1..4

**Verwendung:** Ereignis

**METer<m>:READ?**

Starts a new measurement, returns the current measurement result and stays in run mode.

**Suffix:**

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Rückgabewerte:**

<Meter result>

**Verwendung:** Nur Abfrage

**METer<m>:FETCh?**

Returns the currently measured value.

Use this command after [METer<m>:INITiate](#).

**Suffix:**

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Rückgabewerte:**

<Result> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 0  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Beispiel:**

```
METer:INITiate
METer:FETCh?
<-- 999.98564109
```

**Verwendung:** Nur Abfrage

**15.8.5.2 METer:MEASure-Befehle**

Einen `METer:MEASure:<function>?`-Befehl zu senden, ist dasselbe, wie den Befehl `METer:CONFigure:<function>` und direkt danach einen `READ?`-Befehl zu senden.

<a href="#">METer&lt;m&gt;:MEASure:CURRent:AC?</a> .....	427
<a href="#">METer&lt;m&gt;:MEASure:CURRent:DC?</a> .....	427
<a href="#">METer&lt;m&gt;:MEASure:VOLTag:e:AC?</a> .....	427
<a href="#">METer&lt;m&gt;:MEASure:VOLTag:e:DC?</a> .....	427

---

**METer<m>:MEASure:CURRent:AC?** [<ExpectedValue>]

**METer<m>:MEASure:CURRent:DC?** [<ExpectedValue>]

Configures the current measurement and returns the result.

**Suffix:**

<m>                      1..4  
Selects the voltmeter.

**Abfrageparameter:**

[<ExpectedValue>]    <numeric value> | MIN | MAX | DEF

Optional parameter, expected measurement result or range. The instrument sets the appropriate measurement range.

See: [METer<m>:CONFigure:CURRent:DC](#).

**Rückgabewerte:**

<Result>                Numeric value

**Verwendung:**        Nur Abfrage

---

**METer<m>:MEASure:VOLTag:e:AC?** [<ExpectedValue>]

**METer<m>:MEASure:VOLTag:e:DC?** [<ExpectedValue>]

Configures the voltage measurement and returns the result.

**Suffix:**

<m>                      1..4  
Selects the voltmeter.

**Abfrageparameter:**

[<ExpectedValue>]    <numeric value> | MIN | MAX | DEF

Optional parameter, expected measurement result or range. The instrument sets the appropriate measurement range.

See: [METer<m>:CONFigure:VOLTag:e:DC](#).

**Rückgabewerte:**

<Result>                Numeric value

**Verwendung:**        Nur Abfrage

### 15.8.5.3 Statistik

Bevor Sie statistische Ergebnisse abrufen können, müssen Sie die Messung konfigurieren und die durchzuführende Messung mit [METer<m>:SENSe:FUNction](#) auswählen.

MEter<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?.....	428
MEter<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?.....	428
MEter<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?.....	428
MEter<m>:CALCulate:AVERage:CLEar.....	429

---

### MEter<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?

Returns the mean value of the measurement series.

#### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

#### Rückgabewerte:

<Average> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### MEter<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?

Returns the minimum value of the measurement series.

#### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

#### Rückgabewerte:

<Minimum> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### MEter<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?

Returns the maximum value of the measurement series.

#### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

#### Rückgabewerte:

<Maximum> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### METer<m>:CALCulate:AVERage:CLEar

Deletes all statistical values.

Statistics are also deleted if:

- The measurement function changes (METer:SENSe:FUNction).
- \*RST
- SYSTem:PRESet

#### Suffix:

<m> 1..4  
 R&S RTH1002: always 1, omit the suffix  
 R&S RTH1004: Selects the voltmeter.

**Verwendung:** Ereignis

## 15.9 Frequenzzähler (R&S RTH-K33)

COUNter<m>:ABORt.....	429
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:ALL?	430
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?	430
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:CLEar.....	430
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:COUNt:CURRent?	430
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?	431
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?	431
COUNter<m>:CONFigure:FREQuency.....	431
COUNter<m>:CONFigure:VALue?	432
COUNter<m>:FETCh?	432
COUNter<m>:INITiate.....	432
COUNter<m>:MEASure:FREQuency?	433
COUNter<m>:READ?	433
COUNter<m>:SENSe:FUNction.....	434
COUNter<m>:SENSe:RANGe.....	434
COUNter<m>:SENSe:REFerence:STATe.....	434
COUNter<m>:SENSe:REFerence:VALue.....	434
COUNter<m>:SENSe:SOURce.....	435
COUNter<m>:SENSe:STATe.....	435
COUNter<m>:SENSe:TRIGger:MODE.....	435

---

### COUNter<m>:ABORt

Aborts a running measurement and switches to single measurement mode.

#### Suffix:

<m> 1..2

**Verwendung:** Ereignis

**COUNter<m>:CALCulate:AVERage:ALL?**

Queries the statistical results of all measured counter frequencies since statistics were last restarted.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Rückgabewerte:**

<All statistics> Minimum, average, maximum value

**Verwendung:** Nur Abfrage

**COUNter<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?**

Queries the average of all measured counter frequencies since statistics were last restarted.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Rückgabewerte:**

<Average> Average measured value  
 Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**COUNter<m>:CALCulate:AVERage:CLEar**

Resets all statistical values.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Verwendung:** Ereignis

**COUNter<m>:CALCulate:AVERage:COUNt:CURRent?**

Returns the number of counter frequencies included in the averaging process.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Rückgabewerte:**

<NumberOfValues> Bereich: 0 bis 4294967295  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**COUNter<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?**

Queries the maximum of all measured counter frequencies since statistics were last restarted.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Rückgabewerte:**

<Maximum> Average measured value  
 Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**COUNter<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?**

Queries the minimum of all measured counter frequencies since statistics were last restarted.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Rückgabewerte:**

<Minimum> Average measured value  
 Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 1E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**COUNter<m>:CONFigure:FREQUency <Range>**

This command sets all measurement parameters and trigger parameters to default values for frequency measurements.

Note: this command can be executed at any time, even if the counter is not yet activated. The parameters are stored internally and used when the counter is activated.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<Range> <numeric value> | MIN | MAX | DEF

Defines the measurement range of the input signal for the counter. If probes are connected, the MIN | MAX | DEF values are adapted accordingly.

**<numeric value>**

Power range in V. If necessary, the next higher range is selected.

**MIN**

100 mV

**MAX**

300 V

**DEF**

100 mV

**Verwendung:** Nur Einstellung

**COUNter<m>:CONFigure:VALue?**

Returns the current configuration for the counter measurement defined by the most recent `COUNter<m>:CONFigure:FREQuency` or `COUNter<m>:MEASure:FREQuency?` command.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Rückgabewerte:**

<ConfigString> String containing the current measurement function (FREQ) and the defined measurement range of the used input channel.

**Beispiel:**

```
COUN1:CONF:VAL?
//Result: 'FREQ 3V'
```

**Verwendung:** Nur Abfrage

**COUNter<m>:FETCh?**

Queries the currently measured value.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Rückgabewerte:**

<ResultActual> Measured value  
 Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 0  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: Hz

**Verwendung:** Nur Abfrage

**COUNter<m>:INITiate**

Resets the hardware and all statistical values, performs a single measurement and ends in hold mode.

<b>Suffix:</b>	
<m>	1..2
<b>Verwendung:</b>	Ereignis

---

### COUNter<m>:MEASure:FREQuency? <Range>

This command sets all measurement parameters and trigger parameters to default values for frequency measurements, then immediately triggers a counter measurement and returns the result.

This command corresponds to the commands `COUNter<m>:CONFigure:FREQuency` + `COUNter<m>:FETCh?`

<b>Suffix:</b>	
<m>	1..2

#### Parameter:

<Range>	<numeric value>   MIN   MAX   DEF
---------	-----------------------------------

Defines the measurement range of the input signal for the counter. If probes are connected, the MIN | MAX | DEF values are adapted accordingly.

#### <numeric value>

Power range in V. If necessary, the next higher range is selected.

#### MIN

100 mV

#### MAX

300 V

#### DEF

100 mV

<b>Rückgabewerte:</b>	
<Counter result>	Measured frequency

<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage
--------------------	-------------

---

### COUNter<m>:READ?

Starts a new measurement, returns the current measurement result and stays in run mode.

<b>Suffix:</b>	
<m>	1..2

#### Rückgabewerte:

<Counter result>	Measured frequency
------------------	--------------------

<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage
--------------------	-------------

---

**COUNter<m>:SENSe:FUNCTion** [<Function>]

Selects the input channel for the counter.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<Function> 'FREQ 1' | 'FREQ 2' | 'FREQ 3' | 'FREQ 4'  
Depends on available channels.

---

**COUNter<m>:SENSe:RANGe** <MeterRangeUI>

This command defines the measurement range.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<MeterRangeUI> Bereich: 0.1 bis 300  
Inkrement: 0.1  
\*RST: 0.1

---

**COUNter<m>:SENSe:REFerence:STATe** <ReferenceSource>

Selects the reference to be used for the counter.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<ReferenceSource> INTernal | EXTernal

**EXTernal**

The measured value of counter 2 is used as a reference. Specify the nominal reference frequency for counter 2 using

[COUNter<m>:SENSe:REFerence:VALue](#).

**INTernal**

An internal reference is used to determine the counter frequency.

\*RST: INTernal

---

**COUNter<m>:SENSe:REFerence:VALue** <RefFreq>

Defines the nominal frequency value to be used as a reference for counter 2.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<RefFreq> Bereich: 10 bis 500E+6  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 10E+6  
 Std.-einheit: Hz

**COUNter<m>:SENSe:SOURce <InputChannel>**

Selects the channel used for input for the selected counter.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<InputChannel> C1 | C2 | C3 | C4  
 \*RST: C1

**COUNter<m>:SENSe:STATe <State>**

Activates or deactivates the counter.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<State> ON | OFF  
 \*RST: OFF

**COUNter<m>:SENSe:TRIGger:MODE <TriggerMode>**

Determines the measurement mode.

**Suffix:**

<m> 1..2

**Parameter:**

<TriggerMode> AUTO | SINGLE

**AUTO**

Continuous measurement; the most recent value is preserved and displayed, while the oldest value is overwritten.

**SINGLE**

Single measurement; the continuous measurement is stopped and the most recent value is preserved.

\*RST: AUTO

## 15.10 Daten-Logger

- [Logger-Einstellungen](#)..... 436
- [Skalierung](#)..... 438
- [Cursor im Logger-Modus](#)..... 441
- [Zoom im Logger-Modus](#)..... 443
- [Logger-Statistik](#)..... 444
- [Logger-Aufzeichnung](#)..... 447

### 15.10.1 Logger-Einstellungen

<a href="#">LOGGer:SOURce</a> .....	436
<a href="#">LOGGer:TIMEbase:SRATe</a> .....	436
<a href="#">LOGGer:TIMEbase:SCALe</a> .....	436
<a href="#">LOGGer:SLOT:CURRent</a> .....	437
<a href="#">LOGGer:SLOT:SLOT&lt;m&gt;:NAME</a> .....	437
<a href="#">LOGGer:SLOT:SLOT&lt;m&gt;:HASData?</a> .....	437
<a href="#">LOGGer:SLOT:SLOT&lt;m&gt;:START?</a> .....	438
<a href="#">LOGGer:SLOT:LOAD</a> .....	438
<a href="#">LOGGer:SLOT:CLEar</a> .....	438
<a href="#">LOGGer:ACLR</a> .....	438

---

#### LOGGer:SOURce <Source>

Sets the logger source.

Before you can change the logger source, stop the measurement.

#### Parameter:

<Source>                   SCOPE | METer | COUNter

SCOPE: an active automatic measurement is required.

METer | COUNter: The selected measurement must be active, but not running.

---

#### LOGGer:TIMEbase:SRATe <NextSampleRate>

Sets the number of samples per second.

#### Parameter:

<NextSampleRate>   SA1 | SA2 | SA5 | SA10

\*RST:               SA1

---

#### LOGGer:TIMEbase:SCALe <NextHorizScale>

Selects the horizontal scale of the logged data.

#### Parameter:

<NextHorizScale>   AUTO | S1 | S2 | S4 | S5 | S10 | S20 | S40 | M1 | M2 | M4 | M5 |  
M10 | M20 | M40 | H1 | H2 | H4 | H5 | H10 | H20 | D1 | D2 | D4

**S1 | S2 | S4 | S5 | S10 | S20 | S40**

Seconds per division

**M1 | M2 | M4 | M5 | M10 | M20 | M40**

Minutes per division

**H1 | H2 | H4 | H5 | H10 | H20**

Hours per division

**D1 | D2 | D4**

Days per division

\*RST: AUTO

**LOGGer:SLOT:CURRent** <SelectedSlot>

Selects one of the 10 memory slots to store the data during the logging. It is possible to change the slot during recording. This command shows the slot number that is selected in the menu.

**Parameter:**

<SelectedSlot> SLOT1 | SLOT2 | SLOT3 | SLOT4 | SLOT5 | SLOT6 | SLOT7 |  
SLOT8 | SLOT9 | SLOT10

\*RST: SLOT1

**LOGGer:SLOT:SLOT<m>:NAME** <Name>

Sets an optional slot name to describe the logged data.

**Suffix:**

<m> 1..10  
Slot number

**Parameter:**

<Name> String parameter, name of the slot. The maximum length of the name is 20 characters.

**Firmware/Software:** FW 1.60 and higher

**LOGGer:SLOT:SLOT<m>:HASData?**

Queries if the slot has data.

**Suffix:**

<m> 1..10  
Slot number

**Rückgabewerte:**

<HasData> 1 | 0  
1: data available  
0: slot is empty  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**Firmware/Software:** FW 1.60 and higher

---

**LOGGer:SLOT:SLOT<m>:START?** <Year>, <Month>, <Day>, <Hour>, <Min>, <Sec>

Returns the start time of the logger record. If the slot is empty, the command returns an error.

**Suffix:**

<m>                      1..10  
Slot number

**Abfrageparameter:**

<Year>, <Month>,      Date and time of the slot start  
<Day>, <Hour>,  
<Min>, <Sec>,  
<ZSec>

**Verwendung:**              Nur Abfrage

**Firmware/Software:** FW 1.60 and higher

---

**LOGGer:SLOT:LOAD**

Loads the logger record of a slot, and activates the slot. The slot is defined using [LOGGer:SLOT:CURRent](#).

**Verwendung:**              Ereignis

---

**LOGGer:SLOT:CLEar**

Deletes the log data of a slot. The slot is defined using [LOGGer:SLOT:CURRent](#).

Only possible while logging is stopped.

**Verwendung:**              Ereignis

---

**LOGGer:ACLR**

Deletes the log data of all slots. Only possible while logging is stopped.

**Verwendung:**              Ereignis

## 15.10.2 Skalierung

<a href="#">LOGGer:AUToset</a> .....	439
<a href="#">LOGGer:MEASurement&lt;m&gt;:VERTical:AUTO</a> .....	439
<a href="#">LOGGer:MEASurement&lt;m&gt;:VERTical:UPPer</a> .....	439
<a href="#">LOGGer:MEASurement&lt;m&gt;:VERTical:LOWer</a> .....	439
<a href="#">LOGGer:MEASurement&lt;m&gt;:VERTical:DEVIation</a> .....	440
<a href="#">LOGGer:MEASurement&lt;m&gt;:VERTical:MEAN</a> .....	440

**LOGGer:AUToset**

Sets all logger channels to automatic scaling.

**Verwendung:** Ereignis

**Firmware/Software:** FW 1.60 and higher

**LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:AUTO [<State>]**

Enables or disables the vertical auto scaling for the specified logger channel.

Using the command without parameter performs auto scaling once, without changing the state.

**Suffix:**

<m> 1..4  
Logger channel

**Parameter:**

<State> ON | OFF  
\*RST: ON

**Beispiel:**

```
LOGGer:MEASurement1:VERTical:AUTO 0 //sets manual scaling for ch1
LOGGer:MEASurement1:VERTical:AUTO //autoscales logger channel 1
LOGGer:MEASurement1:VERTical:AUTO?
<-- 0 //state is unchanged (off)
```

**Firmware/Software:** FW 1.60 and higher

**LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:UPPer <Upper>, [<Lower>]****LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:LOWer <Lower>, [<Upper>]**

Set the upper and lower range limits for the specified logger channel. The values must differ. You can set both values using only one of the commands (see examples). The query returns the mandatory parameter.

The commands disable the vertical auto scaling.

**Suffix:**

<m> 1..4  
Logger channel

**Parameter:**

<Lower> Lower range limit

**Einstellparameter:**

<Upper> Upper range limit

**Beispiel:**

Set the lower value to -1 and the upper value to +1 using both commands:

```
LOGGer:MEASurement1:VERTical:LOWer -1
LOGGer:MEASurement1:VERTical:UPPer +1
```

**Beispiel:** Set the lower value to -1 and the upper value to +1 using one command:

```
LOGGer:MEASurement1:VERTical:LOWer -1, +1
//or
LOGGer:MEASurement1:VERTical:UPPer +1, -1
```

**Firmware/Software:** FW 1.60 and higher

### **LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:DEVIation <Deviation>**

Sets the distance between the lower range and the mean value and between the upper range and the mean value.

The command disables the vertical auto scaling.

See also: [LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:MEAN](#).

**Suffix:**

<m> 1..4  
Logger channel

**Parameter:**

<Deviation> Absolute difference between mean value and upper/lower range  
Bereich: 1E-15 bis 100E+24  
Inkrement: 1  
\*RST: 0.707

**Firmware/Software:** FW 1.60 and higher

### **LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:MEAN <Mean>, [<Deviation>]**

Sets the mean value of the scaling range. In addition, you can set the deviation. The query returns the mean value.

The command disables the vertical auto scaling.

Use this command if you want to define the range based on the mean value and the standard deviation, see [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MEAN?](#) and [LOGGer:MEASurement<m>:RESult:STDDev?](#) auf Seite 446.

**Suffix:**

<m> 1..4  
Logger channel

**Parameter:**

<Mean> Middle value between the upper and lower scaling value.

**Einstellparameter:**

<Deviation> Absolute difference between mean value and upper/lower scaling value

**Beispiel:**

```
LOGGer:MEASurement1:VERTical:MEAN 10, 1
```

Sets the mean value to 10, and the deviation to 1. Thus, the upper range is  $10 + 1 = 11$ , and the lower range is  $10 - 1 = 9$ .

Firmware/Software: FW 1.60 and higher

## 15.10.3 Cursor im Logger-Modus

### 15.10.3.1 Cursor-Einstellungen

LOGGer:CURSor[:STATe].....	441
LOGGer:CURSor:TYPE.....	441
LOGGer:CURSor:SCPLing.....	441
LOGGer:CURSor:COUPLing.....	441
LOGGer:CURSor:SCReen.....	442

---

#### LOGGer:CURSor[:STATe] <Enabled>

Enables or disables the logger cursor measurement.

**Parameter:**

<Enabled>            ON | OFF  
                          \*RST:        OFF

---

#### LOGGer:CURSor:TYPE <Value>

If data logging is running for more than 2 Tage und 7 Stunden, the logger compresses 4 logging values into a minimum, average and maximum value. The command defines which of these values are measured at the cursor position.

For logging periods shorter than 2 Tage und 7 Stunden, the command is not relevant.

**Parameter:**

<Value>              MINimum | AVERage | MAXimum  
                          \*RST:        AVERage

---

#### LOGGer:CURSor:SCPLing <TrackScaling>

If ON, the position of the cursor lines is adjusted when the horizontal scale is changed. If OFF, the cursor lines remain on their position on the display when the scaling is changed.

**Parameter:**

<TrackScaling>      ON | OFF  
                          \*RST:        OFF

---

#### LOGGer:CURSor:COUPLing <Coupling>

Couples the cursor lines so that the distance between the two lines remains the same when one cursor is moved.

**Parameter:**  
 <Coupling> ON | OFF  
 \*RST: OFF

---

### LOGGer:CURSor:SCReen

Sets the cursors to a default position on the screen.

**Verwendung:** Ereignis

## 15.10.3.2 Cursor-Ergebnisse

LOGGer:CURSor<m>:RESult<n>[:AMPLitude]?.....	442
LOGGer:CURSor:RESult<n>:DELta?.....	442
LOGGer:CURSor<m>:POSition.....	443
LOGGer:CURSor:TDELta?.....	443

---

### LOGGer:CURSor<m>:RESult<n>[:AMPLitude]?

Returns the measured value at the specified cursor line (y1 and y2 on the result display).

**Suffix:**

<m> 1..2  
 Specifies the cursor line.

<n> 1..4  
 Specifies the measurement. You can log the results of up to four active measurements.

**Rückgabewerte:**

<Yvalue> Measurement value

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### LOGGer:CURSor:RESult<n>:DELta?

Returns the difference of the measured values at cursor line 1 and cursor line 2 ( $\Delta y$  on the result display).

**Suffix:**

<n> 1..4  
 Specifies the measurement. You can log the results of up to four active measurements.

**Rückgabewerte:**

<ResultDelta> Absolute value of the result difference.

**Verwendung:** Nur Abfrage

**LOGGer:CURSor<m>:POSition**

Dient zur Rückgabe oder Einstellung der Zeitmarke (absolute Zeit) der angegebenen Cursor-Linie (t1 und t2 in der Ergebnisanzeige).

**Suffix:**

<m> 1..2  
Gibt die Cursor-Linie an.

**Parameter:**

<Time> Werteliste:  
<Year>, <Month>, <Day>, <Hour>, <Minute>, <Second>, <TenthsOfSecond>  
Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute, Sekunde, Zehntelsekunde, z. B. 2015, 10, 29, 16, 10, 22, 2

**LOGGer:CURSor:TDELta?**

Gibt die Zeitdifferenz der Cursor-Linien zurück (t1 und t2 in der Ergebnisanzeige).

**Rückgabewerte:**

<DeltaTime> Werteliste:  
<Day>; <Hour>; <Minute>; <Second>; <TenthsOfSecond>  
Tage, Stunden, Minuten, Sekunden, Zehntelsekunden, z. B. 1, 9, 10, 22, 5

**Verwendung:** Nur Abfrage

**15.10.4 Zoom im Logger-Modus**

LOGGer:ZOOM:ENABLE.....	443
LOGGer:ZOOM:SCALE.....	443
LOGGer:ZOOM:POSition.....	444

**LOGGer:ZOOM:ENABLE <Zoom Enabled>**

Enables or disables the logger zoom.

**Parameter:**

<Zoom Enabled> ON | OFF  
\*RST: OFF

**LOGGer:ZOOM:SCALE <Zoom Scale>**

Sets the time scale of the zoomed waveform.

**Parameter:**

<Zoom Scale> AUTO | S1 | S2 | S4 | S5 | S10 | S20 | S40 | M1 | M2 | M4 | M5 | M10 | M20 | M40 | H1 | H2 | H4 | H5 | H10 | H20 | D1 | D2 | D4

**LOGGer:ZOOM:POSition <Time>**

Dient zur Festlegung oder Rückgabe der Position der linken Flanke des gezoomten Bereichs in Bezug zur linken Seite der Anzeige fest.

**Rückgabewerte:**

&lt;Time&gt;

Werteliste:

<Year>, <Month>, <Day>, <Hour>, <Minute>, <Second>, <TenthsOfSecond>

Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute, Sekunde, Zehntelsekunde, z. B. 2016, 10, 29, 16, 10, 22, 2

**Beispiel:**

Nach fünf Stunden wollen Sie den ersten Abtastwert im Zoom sehen. Deshalb geben Sie die Startzeit als Zoomposition ein. Wenn Sie den Zoom skalieren, bleibt die Startposition bestehen.

**15.10.5 Logger-Statistik**

Das Suffix <m> gibt die protokollierte Messung an.

LOGGer:RECOding:STARt?	444
LOGGer:RECOding:TOTal?	444
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:CURRentsampl?	445
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MAXimum:POSition?	445
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MAXimum:VALue?	445
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MINimum:POSition?	445
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MINimum:VALue?	446
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MEAN?	446
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:STDDev?	446
LOGGer:MEASurement<m>:ENABLEd?	446
LOGGer:MEASurement<m>:TYPE?	447
LOGGer:MEASurement<m>:SOURce?	447

**LOGGer:RECOding:STARt?**

Returns the absolute start time of the current logging session.

**Rückgabewerte:**

&lt;StartTime&gt;

Year, month, day, hour, minute, second, tenth of a second, for example 2015, 10, 29, 16, 10, 22, 2

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**LOGGer:RECOding:TOTal?**

Returns the total duration of the current logging session.

**Rückgabewerte:**

&lt;Time&gt;

List of values:

<Days>, <Hours>, <Minutes>, <Seconds>,  
<TenthsOfSecond>

For example: 1, 1, 42, 32, 2

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**LOGGer:MEASurement<m>:RESult:CURRentsampl?**

Returns the actual logging value of the selected measurement.

**Suffix:**

&lt;m&gt;

1..4

**Rückgabewerte:**

&lt;CurrentSample&gt;

Bereich: -100E+24 bis 100E+24

Inkrement: 100E-12

\*RST: 0

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MAXimum:POSition?**

Returns the time stamp of the maximum logging value of the selected measurement.

**Suffix:**

&lt;m&gt;

1..4

**Rückgabewerte:**

&lt;TimeOfMax&gt;

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MAXimum:VALue?**

Returns the maximum logging value of the selected measurement.

**Suffix:**

&lt;m&gt;

1..4

**Rückgabewerte:**

&lt;Maximum&gt;

Bereich: -100E+24 bis 100E+24

Inkrement: 100E-12

\*RST: 0

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MINimum:POSition?**

Returns the time stamp of the minimum logging value of the selected measurement.

**Suffix:**  
<m> 1..4

**Rückgabewerte:**  
<TimeOfMin>

**Verwendung:** Nur Abfrage

**LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MINimum:VALue?**

Returns the minimum logging value of the selected measurement.

**Suffix:**  
<m> 1..4

**Rückgabewerte:**  
<Minimum> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
Inkrement: 100E-12  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MEAN?**

Returns the mean logging value of the selected measurement.

**Suffix:**  
<m> 1..4

**Rückgabewerte:**  
<Average> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
Inkrement: 100E-12  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**LOGGer:MEASurement<m>:RESult:STDDev?**

Returns the standard deviation value of the selected measurement.

**Suffix:**  
<m> 1..4

**Rückgabewerte:**  
<StdDeviation> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
Inkrement: 100E-12  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**LOGGer:MEASurement<m>:ENABLEd?**

Returns the measurement state of scope and meter measurements.

<b>Suffix:</b>	
<m>	1..4
<b>Rückgabewerte:</b>	
<Enabled>	ON   OFF
	*RST: OFF
<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage

---

#### LOGGer:MEASurement<m>:TYPE?

Returns the measurement type of the selected measurement.

<b>Suffix:</b>	
<m>	1..4
<b>Rückgabewerte:</b>	
<Type>	See <a href="#">MEASurement&lt;m&gt;:TYPE</a> auf Seite 358.
<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage

---

#### LOGGer:MEASurement<m>:SOURce?

Returns the source channel of the selected measurement.

<b>Suffix:</b>	
<m>	1..4
<b>Rückgabewerte:</b>	
<Source>	C1   C2   C3   C4   M1   R1   XY   D0   D1   D2   D3   D4   D5   D6   D7
<Source2>	C1   C2   C3   C4   M1   R1   XY   D0   D1   D2   D3   D4   D5   D6   D7
<b>Beispiel:</b>	LOGGer:MEASurement4:SOURce? <-- C2,C1 Measurement 4 is a delay measurement on source 1 = C2 and source 2 = C1
<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage

### 15.10.6 Logger-Aufzeichnung

Sie können die Daten eines aktiven Slots in eine Datei im CSV- oder MAT-Format exportieren. Siehe auch: [Kapitel 8.6, „Export von Logger-Aufzeichnungen“](#), auf Seite 183.

<a href="#">LOGGer:SLOT:ACTive?</a> .....	448
<a href="#">LOGGer:SLOT:EXPort:NAME</a> .....	448
<a href="#">LOGGer:SLOT:EXPort:SAVE</a> .....	448

**LOGGer:SLOT:ACTive?**

Returns the active, loaded slot. In stop mode, the loaded (active) slot and selected (current) slot can differ. In run mode, the slots are the same, and this command shows the same as [LOGGer:SLOT:CURRent](#).

**Rückgabewerte:**

<LoadedSlot>           SLOT1 | SLOT2 | SLOT3 | SLOT4 | SLOT5 | SLOT6 | SLOT7 |  
SLOT8 | SLOT9 | SLOT10  
\*RST:            SLOT1

**Verwendung:**       Nur Abfrage

**LOGGer:SLOT:EXPort:NAME <Name>**

Sets the filename, file format and path to save the logger record.

**Parameter:**

<Name>               String with path and filename with extension `.csv` or `.mat`.

**LOGGer:SLOT:EXPort:SAVE**

Saves the logger record of the active slot to the file specified with [LOGGer:SLOT:EXPort:NAME](#). The active slot is queried with [LOGGer:SLOT:ACTive?](#).

**Beispiel:**

```
RUN
LOGGer:SLOT:CURRent SLOT2
STOP
LOGGer:SLOT:ACTive?
<-- SLOT2
LOGGer:SLOT:EXPort:NAME '/media/USB1/SLOT2.MAT'
LOGGer:SLOT:EXPort:SAVE
```

**Verwendung:**       Ereignis

## 15.11 Protokollanalyse

- [Allgemeine Protokolleinstellungen](#)..... 449
- [I2C \(Option R&S RTH-K1\)](#)..... 449
- [SPI \(Option R&S RTH-K1\)](#)..... 459
- [UART/RS-232/RS-422/RS-485 \(Option R&S RTH-K2\)](#)..... 467
- [CAN \(Option R&S RTH-K3/R&S RTH-K9\)](#)..... 473
- [LIN \(Option R&S RTH-K3\)](#)..... 488
- [SENT \(Option R&S RTH-K10\)](#)..... 497

### 15.11.1 Allgemeine Protokolleinstellungen

BUS:TYPE.....	449
BUS[:STATe].....	449
BUS:FORMat.....	449

---

#### BUS:TYPE <Protocol>

Defines protocol type of the bus for configuration and trigger settings.

##### Parameter:

<Protocol>            I2C | SPI | UART | CAN | LIN | SENT  
                           \*RST:        I2C

---

#### BUS[:STATe] <State>

Enables the decoding and the display of the serial bus data.

##### Parameter:

<State>                ON | OFF  
                           \*RST:        OFF

---

#### BUS:FORMat <NumberFormat>

Sets the decoding format of the data.

##### Parameter:

<NumberFormat>      BIN | OCT | DEC | HEX | ASCii  
                           \*RST:        HEX

### 15.11.2 I2C (Option R&S RTH-K1)

• I2C-Konfigurationseinstellungen.....	449
• I2C-Trigger.....	451
• I2C-Decodierungsergebnisse.....	453

#### 15.11.2.1 I2C-Konfigurationseinstellungen

BUS:I2C:SCL:SOURce.....	450
BUS:I2C:SDA:SOURce.....	450
BUS:I2C:TECHnology.....	450
BUS:I2C:SCL:THReshold.....	450
BUS:I2C:SDA:THReshold.....	450
BUS:SETReflevels.....	450

---

**BUS:I2C:SCL:SOURce** <Channel>

**BUS:I2C:SDA:SOURce** <Channel>

Set the input channels of the I2C lines.

**Parameter:**

<Channel> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7

C3 and C4: only R&S RTH1004

Digital channels are available if the option R&S RTH-B1 is installed.

\*RST: C1

---

**BUS:I2C:TECHnology** <ThresholdType>

Sets the threshold values of all I2C lines as defined for various signal technologies.

**Parameter:**

<ThresholdType> TTL | ECL | CMOS | USER

**TTL**

1.4 V

**ECL**

-1.3 V

**CMOS**

2.5 V

**USER**

Set a user-defined value for each line using the `BUS:I2C:<line>:THReshold` commands.

\*RST: TTL

**Verwendung:** SCPI-konform

---

**BUS:I2C:SCL:THReshold** <ThresholdValue>

**BUS:I2C:SDA:THReshold** <ThresholdValue>

Set a user-defined threshold value for the corresponding line if `BUS:I2C:TECHnology` is set to `USER`.

**Parameter:**

<ThresholdValue> Bereich: -400 bis 400

Inkrement: 1E-3

\*RST: 1.4

Std.-einheit: V

---

**BUS:SETReflevels**

Sets the appropriate threshold or threshold for the selected serial protocol.

**Verwendung:** Ereignis

## 15.11.2.2 I2C-Trigger

TRIGger:I2C:MODE.....	451
TRIGger:I2C:ADNack.....	451
TRIGger:I2C:DRNack.....	451
TRIGger:I2C:DWNack.....	451
TRIGger:I2C:ACCess.....	452
TRIGger:I2C:ACONdition.....	452
TRIGger:I2C:ADDRess.....	452
TRIGger:I2C:DATA.....	452
TRIGger:I2C:DCondition.....	453
TRIGger:I2C:DPOsition.....	453

**TRIGger:I2C:MODE** <TriggerType>

Selects the trigger type for I<sup>2</sup>C analysis.

**Parameter:**

<TriggerType>      START | REStart | STOP | NACK | ADDRess | DATA | ADAT

NACK = Missing acknowledge bit

ADAT = combination of address and data condition

For details, see „I<sup>2</sup>C-Trigger (I2C Trigger)“ auf Seite 200.

\*RST:            START

**TRIGger:I2C:ADNack** <TrigOnNoAckForAddress>

Set ON to trigger if no slave recognizes the address.

The command takes effect if **TRIGger:I2C:MODE** is NACK.

**Parameter:**

<TrigOnNoAckForAddress>      ON | OFF

\*RST:            ON

**TRIGger:I2C:DRNack** <NoAckDataRead>

Set ON to trigger if the end of the read process is marked when the master reads data from the slave. This NACK is sent according to the protocol definition, it is not an error.

The command takes effect if **TRIGger:I2C:MODE** is NACK.

**Parameter:**

<NoAckDataRead>      ON | OFF

\*RST:            ON

**TRIGger:I2C:DWNack** <NoAckDataWrite>

Set ON to trigger if the addressed slave does not accept the written data, and the write data acknowledge bit is missing.

The command takes effect if `TRIGger:I2C:MODE` is `NACK`.

**Parameter:**

<NoAckDataWrite> ON | OFF  
\*RST: ON

**TRIGger:I2C:ACcEss** <ReadWriteBit>

Toggles the trigger condition between read and write access of the master. Select "Either" if the transfer direction is not relevant for the trigger condition.

The command takes effect if `TRIGger:I2C:MODE` is `ADDResS` or `ADAT`.

**Parameter:**

<ReadWriteBit> READ | WRITe | EITHer  
\*RST: EITHer

**TRIGger:I2C:ACONdition** <Relation>

Defines how the specified serial address pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired address is equal or unequal to the pattern.

**Parameter:**

<Relation> EQUal | NEQual  
\*RST: EQUal

**TRIGger:I2C:ADDResS** <Pattern>

Specifies the address pattern to be found in binary format. Enter the pattern in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern> String with max. 7 or 10 characters, depending on the address length. Characters 0, 1, and X are allowed. If you define a pattern shorter than the address length, the missing LSB are filled with X.

**Beispiel:**

`TRIG:I2C:ADDR "10110"`  
Sets the 7 bit address pattern 10110XX.

**TRIGger:I2C:DATA** <Pattern>

Defines the data pattern as trigger condition. Enter the words in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern> String with max. 4 bytes in binary format. Characters 0, 1, and X are allowed. If you define a pattern with incomplete byte, the missing LSB are filled with X.

**Beispiel:**

```
TRIGger:I2C:DATA '11111111000000001111'
TRIGger:I2C:DATA?
<-- 11111111000000001111XXXX
```

---

#### TRIGger:I2C:DCONDition <Relation>

Defines how the specified data pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired data is equal or unequal to the pattern.

**Parameter:**

<Relation>            EQUal | NEQual  
 \*RST:                EQUal

---

#### TRIGger:I2C:DPOSition <ByteOffset>

Sets the number of bytes before the first byte of the data pattern. These bytes are ignored.

**Parameter:**

<ByteOffset>            Bereich:    0 bis 4095  
                           Inkrement: 1  
                           \*RST:        0

### 15.11.2.3 I2C-Decodierungsergebnisse

Das Framesuffix <m> gibt den Frameindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

Das Bytesuffix <n> gibt den Byteindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

BUS:I2C:FCOunt?.....	454
BUS:I2C:FRAMe<m>:AACcess?.....	454
BUS:I2C:FRAMe<m>:ACCess?.....	454
BUS:I2C:FRAMe<m>:ACOMplete?.....	454
BUS:I2C:FRAMe<m>:ADBStart?.....	455
BUS:I2C:FRAMe<m>:ADDRess?.....	455
BUS:I2C:FRAMe<m>:ADEVice?.....	455
BUS:I2C:FRAMe<m>:AMODE?.....	455
BUS:I2C:FRAMe<m>:ASTart?.....	456
BUS:I2C:FRAMe<m>:BCOunt?.....	456
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:ACCess?.....	456
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:ACKStart?.....	456
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:COMplete?.....	457
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:START?.....	457
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:VALue?.....	457
BUS:I2C:FRAMe<m>:DATA?.....	458
BUS:I2C:FRAMe<m>:RWBStart?.....	458
BUS:I2C:FRAMe<m>:START?.....	458
BUS:I2C:FRAMe<m>:STATus?.....	458
BUS:I2C:FRAMe<m>:STOP?.....	459

---

**BUS:I2C:FCOut?**

Returns the number of decoded frames.

**Rückgabewerte:**

<Count>	Total number of decoded frames.
	Bereich: 0 bis 100000
	Inkrement: 1
	*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAME<m>:AACcess?**

Returns the address acknowledge bit value for the indicated frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<AddressAckBit>	INComplete   ACK   NACK   EITHer
	*RST: INComplete

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAME<m>:ACCess?**

Returns the value of the R/W bit of the indicated frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<RWBit>	READ   WRITe   EITHer   UNDeFined
	*RST: UNDeFined

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAME<m>:ACOMplete?**

Returns if the address is completely contained in the acquisition.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<AddressComplete>	1   0
	*RST: OFF

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

---

**BUS:I2C:FRAMe<m>:ADBStart?**

Returns the start time of the address acknowledge bit.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<AddressAckBitStart> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
Inkrement: 100E-12  
\*RST: 0  
Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAMe<m>:ADDRess?**

Returns the address value of the indicated frame including the R/W bit.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<Address> Bereich: 0 bis 2047  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAMe<m>:ADEVice?**

Returns the pure device address of the indicated frame without the R/W bit.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<DeviceAddress> Bereich: 0 bis 1023  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAMe<m>:AMODe?**

Returns the address length.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<AddressType> BIT7 | BIT10 | ANY  
\*RST: BIT7

**Verwendung:** Nur Abfrage

#### **BUS:I2C:FRAMe<m>:AStart?**

Returns the start time of the address for the indicated frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<AddressStartTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

#### **BUS:I2C:FRAMe<m>:BCOut?**

Returns the number of bytes in the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<Count> Byte count

**Verwendung:** Nur Abfrage

#### **BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:ACCess?**

Returns the acknowledge bit value of the specified data byte.

**Suffix:**

<m> \*

<n> \*

**Rückgabewerte:**

<AckBit> INComplete | ACK | NACK | EITHer  
 \*RST: INComplete

**Verwendung:** Nur Abfrage

#### **BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:ACKStart?**

Returns the start time of the acknowledge bit of the specified byte.

**Suffix:**

<m> \*

<n> \*

**Rückgabewerte:**

<AckBitStartTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:I2C:FRAME<m>:BYTE<n>:COMPLete?**

Returns if the indicated byte is completely contained in the acquisition.

**Suffix:**

<m> \*

<n> \*

**Rückgabewerte:**

<IsComplete> 1 | 0  
 \*RST: OFF

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:I2C:FRAME<m>:BYTE<n>:STARt?**

Returns the start time of the specified data byte.

**Suffix:**

<m> \*

<n> \*

**Rückgabewerte:**

<StartTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:I2C:FRAME<m>:BYTE<n>:VALue?**

Returns the data value of the specified byte.

**Suffix:**

<m> \*

<n> \*

**Rückgabewerte:**

<Value> Bereich: 0 bis 255  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAME<m>:DATA?**

Returns the data words of the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Parameter:**

<Data> Comma-separated list of values.

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAME<m>:RWBStart?**

Returns the start time of the R/W bit.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<RWBitStartTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
Inkrement: 100E-12  
\*RST: 0  
Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAME<m>:START?**

Returns the start time of the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<StartTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
Inkrement: 100E-12  
\*RST: 0  
Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:I2C:FRAME<m>:STATus?**

Returns the overall state of the frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<Status> OK | VOID | ADNack | WRNack | SPERror | STERror |  
INSufficient  
**OK**  
The frame is valid.

**VOID**

The frame is empty.

**ADNack**

Missing acknowledge bit after address - no slave recognizes the address.

**WRNack**

Missing acknowledge bit after written data - the addressed slave does not accept the written data.

**SPERror**

Stop error, no stop condition found.

**STERror**

Start error, no start condition found.

**INSufficient**

The frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

\*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:I2C:FRAME<m>:STOP?**

Returns the end time of the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<StopTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

## 15.11.3 SPI (Option R&S RTH-K1)

### 15.11.3.1 SPI-Konfigurationseinstellungen

BUS:SPI:SCLK:SOURce.....	460
BUS:SPI:SSEL:SOURce.....	460
BUS:SPI:MOSI:SOURce.....	460
BUS:SPI:MISO:SOURce.....	460
BUS:SPI:SCLK:SLOPe.....	460
BUS:SPI:SSEL:POLarity.....	460
BUS:SPI:TECHnology.....	460
BUS:SPI:SCLK:THReshold.....	461
BUS:SPI:SSEL:THReshold.....	461

BUS:SPI:MOSI:THReshold.....	461
BUS:SPI:MISO:THReshold.....	461
BUS:SETReflevels.....	461
BUS:SPI:WSIZE.....	461
BUS:SPI:ORDer.....	461
BUS:SPI:TIMEout.....	462

---

**BUS:SPI:SCLK:SOURce** <Channel>

**BUS:SPI:SSEL:SOURce** <Channel>

**BUS:SPI:MOSI:SOURce** <Channel>

**BUS:SPI:MISO:SOURce** <Channel>

Set the input channels of the SPI lines.

**Parameter:**

<Channel> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | NONE  
 C3 and C4: only R&S RTH1004  
 Dx: Digital channels are available if option R&S RTH-B1 is installed.  
 NONE: not available for clock line SCLK.  
 \*RST: C1

---

**BUS:SPI:SCLK:SLOPe** <ClockEdge>

Selects if data are sampled on the rising or falling slope of the clock. The clock slope marks the begin of a new bit.

**Parameter:**

<ClockEdge> POSitive | NEGative  
 \*RST: POSitive

---

**BUS:SPI:SSEL:POLarity** <ChipSelectPolarity>

Selects whether the chip select signal is high active (high = 1) or low active (low = 1).

**Parameter:**

<ChipSelectPolarity> ACTLow | ACTHigh  
 \*RST: ACTHigh

---

**BUS:SPI:TECHnology** <ThresholdType>

Sets the threshold values of all SPI lines as defined for various signal technologies.

**Parameter:**

<ThresholdType> TTL | ECL | CMOS | USER  
**TTL**  
 1.4 V  
**ECL**  
 -1.3 V

**CMOS**

2.5 V

**USER**

Set a user-defined value for each line using the `BUS:SPI:<line>:THReshold` commands.

\*RST: TTL

**Verwendung:** SCPI-konform

**BUS:SPI:SCLK:THReshold** <ThresholdValue>**BUS:SPI:SSEL:THReshold** <ThresholdValue>**BUS:SPI:MOSI:THReshold** <ThresholdValue>**BUS:SPI:MISO:THReshold** <ThresholdValue>

Set a user-defined value for the corresponding line if `BUS:SPI:TECHnology` is set to USER.

**Parameter:**

&lt;ThresholdValue&gt; Bereich: -400 bis 400

Inkrement: 1E-3

\*RST: 1.4

Std.-einheit: V

**BUS:SETReflevels**

Sets the appropriate threshold or threshold for the selected serial protocol.

**Verwendung:** Ereignis

**BUS:SPI:WSize** <WordLength>

Sets the number of bits in a word.

**Parameter:**

<WordLength> WL4Bit | WL8Bit | WL12bit | WL16bit | WL20bit | WL24bit |  
WL28bit | WL32bit

\*RST: WL8Bit

**BUS:SPI:ORder** <BitOrder>

Defines if the data of the words starts with MSB (most significant bit) or LSB (least significant bit). Results are displayed in the specified order.

**Parameter:**

&lt;BitOrder&gt; LSBF | MSBF

\*RST: MSBF

**BUS:SPI:TIMEout** <FrameTimeout>

Sets the minimum idle time between two data frames. If the time interval between the data frames is shorter, the words are part of the same frame. Within the timeout, the data and clock lines are low. A new frame begins when the timeout has expired.

Timeout is only relevant if the bus has no chip select.

**Parameter:**

<FrameTimeout>      Bereich:    500E-9 bis 1000  
                           Inkrement: 1E-3  
                           \*RST:      1E-3  
                           Std.-einheit: s

**15.11.3.2 SPI-Trigger**

TRIGger:SPI:MODE.....	462
BUS:SPI:SSEL:STATe.....	462
TRIGger:SPI:DSRC.....	462
TRIGger:SPI:DATA.....	463
TRIGger:SPI:DCONDition.....	463
TRIGger:SPI:DPOSition.....	463

**TRIGger:SPI:MODE** <TriggerType>

Selects the trigger type for SPI analysis.

**Parameter:**

<TriggerType>      FRST | FREN | DATA  
                           FRST = frame start  
                           FREN = frame end  
                           DATA = data.  
                           For details, see „SPI-Trigger (SPI Trigger)“ auf Seite 210.  
                           \*RST:      FRST

**BUS:SPI:SSEL:STATe** <UseChipSelect>

Defines if the SPI bus uses a chip select line or not.

**Parameter:**

<UseChipSelect>    ON | OFF  
                           \*RST:      ON

**TRIGger:SPI:DSRC** <DataSource>

Selects the line on which the trigger pattern is expected.

**Parameter:**

<DataSource>      MISO | MOSI  
                           \*RST:      MISO

**TRIGger:SPI:DATA** <Pattern>

Specifies the data pattern to be found on the specified line, in binary format. Enter the words in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern> String with max. 32 bit in binary format. Characters 0, 1, and X are allowed.

**Beispiel:**

```
TRIGger:SPI:DATA '111000'
TRIGger:SPI:DATA?
<--111000
```

Specifies a 6 bit pattern. Higher bits are omitted.

**TRIGger:SPI:DCONDition** <Relation>

Defines how the specified data pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired data is equal or unequal to the pattern.

**Parameter:**

<Relation> EQUal | NEQual  
\*RST: EQUal

**TRIGger:SPI:DPOSition** <BitOffset>

Sets the number of bits before the first bit of the pattern. These bits are ignored. The first bit after CS or timeout is bit 0.

**Parameter:**

<BitOffset> Bereich: 0 bis 4095  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**15.11.3.3 SPI-Decodierungsergebnisse**

Das Framesuffix <m> gibt den Frameindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

Das Bytesuffix <n> gibt den Byteindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

BUS:SPI:FCOunt?.....	464
BUS:SPI:FRAMe<m>:DATA?.....	464
BUS:SPI:FRAMe<m>:STATus?.....	464
BUS:SPI:FRAMe<m>:STARt?.....	464
BUS:SPI:FRAMe<m>:STOP?.....	465
BUS:SPI:FRAMe<m>:WCOunt?.....	465
BUS:SPI:FRAMe<m>:WORD<n>:MISO?.....	465
BUS:SPI:FRAMe<m>:WORD<n>:MOSI?.....	466
BUS:SPI:FRAMe<m>:WORD<n>:STARt?.....	466
BUS:SPI:FRAMe<m>:WORD<n>:STOP?.....	466

---

**BUS:SPI:FCOut?**

Returns the number of decoded frames.

**Rückgabewerte:**

<Count> Total number of decoded frames.  
 Bereich: 0 bis 100000  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:DATA?**

Returns the data words of the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*  
 Selects the frame.

**Parameter:**

<Data> List of decimal values of data bytes

**Beispiel:**

BUS:SPI:FRAM3:DATA?  
 <-- 94,177,171,60,242,219,100,0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:STATus?**

Returns the overall status of the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*  
 Selects the frame.

**Rückgabewerte:**

<State> OK | VOID | FRERror | INSufficient  
 VOID: The frame is empty.  
 FRERror: error in the frame.  
 INSufficient: frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.  
 \*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:START?**

Returns the start time of the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*  
 Selects the frame.

**Rückgabewerte:**

<StartTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:STOP?**

Returns the end time of the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*  
 Selects the frame.

**Rückgabewerte:**

<StopTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:WCOunt?**

Returns the number of words in the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*  
 Selects the frame.

**Rückgabewerte:**

<Count> Number of words

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:WORD<n>:MISO?**

Returns the data value of the specified word on the MISO line.

**Suffix:**

<m> \*  
 Selects the frame.

<n> \*  
 Selects the word number.

**Rückgabewerte:**

<MISOValue> Decimal value of the data word  
 Bereich: 0 bis 4294967295  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:WORD<n>:MOSI?**

Returns the data value of the specified word on the MOSI line.

**Suffix:**

<m> \*  
Selects the frame.

<n> \*  
Selects the word number.

**Rückgabewerte:**

<MOSIValue> Decimal value of the data word  
Bereich: 0 bis 4294967295  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:WORD<n>:START?**

Returns the start time of the specified data word.

**Suffix:**

<m> \*  
Selects the frame.

<n> \*  
Selects the word number.

**Rückgabewerte:**

<StartTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
Inkrement: 100E-12  
\*RST: 0  
Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:SPI:FRAME<m>:WORD<n>:STOP?**

Returns the end time of the specified data word.

**Suffix:**

<m> \*  
Selects the frame.

<n> \*  
Selects the word number.

**Rückgabewerte:**

<StopTime> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

**15.11.4 UART/RS-232/RS-422/RS-485 (Option R&S RTH-K2)**

- [UART-Konfiguration](#).....467
- [UART-Trigger](#).....470
- [UART-Decodierungsergebnisse](#).....471

**15.11.4.1 UART-Konfiguration**

<a href="#">BUS:UART:SOURce</a> .....	467
<a href="#">BUS:UART:POLarity</a> .....	467
<a href="#">BUS:UART:TECHnology</a> .....	468
<a href="#">BUS:UART:THReshold</a> .....	468
<a href="#">BUS:SETReflevels</a> .....	468
<a href="#">BUS:UART:STDBitrate</a> .....	468
<a href="#">BUS:UART:BITRate</a> .....	469
<a href="#">BUS:UART:SSIZe</a> .....	469
<a href="#">BUS:UART:PARity</a> .....	469
<a href="#">BUS:UART:SBIT</a> .....	469
<a href="#">BUS:UART:ORDer</a> .....	469
<a href="#">BUS:UART:FRAMemode</a> .....	470
<a href="#">BUS:UART:TOUT</a> .....	470

**BUS:UART:SOURce** <Channel>

Selects the input channel of the UART line.

**Parameter:**

<Channel> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
 C3 and C4: only R&S RTH1004  
 Digital channels are available if option R&S RTH-B1 is installed.  
 \*RST: C1

**BUS:UART:POLarity** <Polarity>

Defines the logic states of the line. In idle high state, the idle state corresponds to a logic 1, and the start bit to a logic 0. In idle low state, the idle state corresponds to a logic 0, and the start bit to a logic 1. During idle time, no data is transmitted.

**Parameter:**

<Polarity> IDLLow | IDLHigh  
 \*RST: IDLHigh

**BUS:UART:TECHnology** <ThresholdType>

Sets the threshold value of the UART line as defined for various signal technologies.

**Parameter:**

<ThresholdType> TTL | ECL | CMOS | USER

**TTL**

1.4 V

**ECL**

-1.3 V

**CMOS**

2.5 V

**USER**

Set a user-defined value using [BUS:UART:THReshold](#).

\*RST: TTL

**BUS:UART:THReshold** <ThresholdValue>

Sets an individual threshold value for digitization of signals if [BUS:UART:TECHnology](#) is set to `USER`.

**Parameter:**

<ThresholdValue> Bereich: -400 bis 400

Inkrement: 1E-3

\*RST: 1.4

Std.-einheit: V

**BUS:SETReflevels**

Sets the appropriate threshold or threshold for the selected serial protocol.

**Verwendung:** Ereignis

**BUS:UART:STDBitrate** <Bitrate>

Sets the number of transmitted bits per second.

**Parameter:**

<Bitrate> BPS\_300 | BPS\_600 | BPS\_1200 | BPS\_2400 | BPS\_4800 |  
BPS\_9600 | BPS\_14400 | BPS\_19200 | BPS\_28800 |  
BPS\_38400 | BPS\_56000 | BPS\_57600 | BPS\_115200 |  
BPS\_128000 | BPS\_230400 | BPS\_460800 | BPS\_921600 |  
CUSTom

Values in bits per second.

CUSTom: Set the bit rate using [BUS:UART:BITRate](#).

\*RST: BPS\_14400

---

**BUS:UART:BITRate** <CustomBitrate>

Sets a user-defined bit rate if **BUS:UART:STDBitrate** is set to **CUSTOM**.

**Parameter:**

<CustomBitrate>      Bereich:    300 bis 20000000  
                            Inkrement:    1  
                            \*RST:        14400  
                            Std.-einheit: bps

---

**BUS:UART:SSIZe** <DataBits>

Sets the number of data bits in a word (symbol).

**Parameter:**

<DataBits>            B5 | B6 | B7 | B8 | B9  
                            \*RST:        B8

---

**BUS:UART:PARity** <Parity>

Defines the optional parity bit that is used for error detection.

**Parameter:**

<Parity>              NONE | ODD | EVEN  
**NONE**  
No parity bit is used.  
**ODD**  
The parity bit is set to "1" if the number of data bits set to "1" is even.  
**EVEN**  
The parity bit is set to "1" if the number of data bits set to "1" is odd.  
\*RST:                NONE

---

**BUS:UART:SBIT** <StopBits>

Sets the number of stop bits: 1 or 1.5 or 2 stop bits are possible.

**Parameter:**

<StopBits>            B1 | B15 | B2  
                            \*RST:        B1

---

**BUS:UART:ORDer** <BitOrder>

Defines if a word starts with MSB (most significant bit) or LSB (least significant bit). The display of the decoded signal considers this setting, results are displayed in the specified order.

**Parameter:**  
 <BitOrder>                   LSBF | MSBF  
                                   \*RST:        MSBF

#### **BUS:UART:FRAMemode** <FrameMode>

IDLE defines frames of several words in the data stream, which are defined by a timeout between a stop bit and the next start bit. Enter the minimum timeout between two frames using [BUS:UART:TOUT](#).

**Parameter:**  
 <FrameMode>                NONE | IDLE  
                                   \*RST:        NONE

#### **BUS:UART:TOUT** <IdleTime>

Sets the minimum timeout between two frames if [BUS:UART:FRAMemode](#) is set to IDLE.

**Parameter:**  
 <IdleTime>                Bereich:    100E-9 bis 1  
                                   Inkrement: 1E-3  
                                   \*RST:        1E-3  
                                   Std.-einheit: s

### 15.11.4.2 UART-Trigger

<a href="#">TRIGger:UART:TYPE</a> .....	470
<a href="#">TRIGger:UART:DATA</a> .....	471
<a href="#">TRIGger:UART:DCondition</a> .....	471

#### **TRIGger:UART:TYPE** <TriggerType>

Selects the trigger type for UART analysis.

**Parameter:**  
 <TriggerType>            STBT | PCKS | DATA | PRER | STPerror | BRKC  
                                   STBT = start bit  
                                   PCKS = frame start  
                                   PRER = parity error  
                                   STPerror = stop error  
                                   BRKC = break condition  
                                   DATA:: data. To set up the trigger condition, use [TRIGger:UART:DATA](#), and [TRIGger:UART:DCondition](#).  
                                   For details, see „[UART-Trigger \(UART Trigger\)](#)“ auf Seite 217.  
                                   \*RST:        STBT

**TRIGger:UART:DATA** <Pattern>

Defines the data pattern as trigger condition. Enter the words in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern> String with max. 8 bit in binary format. Characters 0, 1, and X are allowed.

**Beispiel:**

```
TRIGger:UART:DATA '1x11'
TRIGger:UART:DATA?
1X11
```

**TRIGger:UART:DCONDition** <Relation>

Defines how the specified data pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired data is equal or unequal to the pattern.

**Parameter:**

<Relation> EQUal | NEQual  
\*RST: EQUal

**15.11.4.3 UART-Decodierungsergebnisse**

Das Framesuffix <m> gibt den Frameindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

Das Bytesuffix <n> gibt den Byteindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

BUS:UART:WCOunt?.....	471
BUS:UART:WORD<m>:STATe?.....	471
BUS:UART:WORD<m>:START?.....	472
BUS:UART:WORD<m>:STOP?.....	472
BUS:UART:WORD<m>:VALue?.....	473

**BUS:UART:WCOunt?**

Returns the number of decoded symbols (words).

**Rückgabewerte:**

<Count> Total number of decoded words.  
Bereich: 0 bis 100000  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:UART:WORD<m>:STATe?**

Returns the status of the specified symbol (word).

<b>Suffix:</b>	
<m>	* Selects the word.
<b>Rückgabewerte:</b>	
<State>	OK   BREak   STERror   SPERror   PRERror   INSufficient OK: the frame is valid. BREak: break condition found. A start bit is not followed by a stop bit, and the data line remains at logic 0 for longer than a UART word. STERror: start error, no start bit found. SPERror: stop error, no stop condition found. PRERror: parity error, which indicates a transmission error. INSufficient: the frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid. *RST: OK
<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage

**BUS:UART:WORD<m>:START?**

Returns the start time of the specified symbol (word).

<b>Suffix:</b>	
<m>	* Selects the word.
<b>Rückgabewerte:</b>	
<StartTime>	Bereich: -100E+24 bis 100E+24 Inkrement: 100E-12 *RST: 0 Std.-einheit: s
<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage

**BUS:UART:WORD<m>:STOP?**

Returns the end time of the specified symbol (word).

<b>Suffix:</b>	
<m>	* Selects the word.
<b>Rückgabewerte:</b>	
<StopTime>	Bereich: -100E+24 bis 100E+24 Inkrement: 100E-12 *RST: 0 Std.-einheit: s
<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage

**BUS:UART:WORD<m>:VALue?**

Return the value of the specified symbol (word).

**Suffix:**

<m> \*  
Selects the word.

**Rückgabewerte:**

<Value> Decimal value  
Bereich: 0 bis 255  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**15.11.5 CAN (Option R&S RTH-K3/R&S RTH-K9)**

- [CAN-Konfigurationseinstellungen](#)..... 473
- [CAN-Trigger](#)..... 477
- [CAN-Decodierungsergebnisse](#)..... 481

**15.11.5.1 CAN-Konfigurationseinstellungen**

<a href="#">BUS:CAN:DATA:SOURce</a> .....	473
<a href="#">BUS:CAN:TYPE</a> .....	474
<a href="#">BUS:CAN:BITRate</a> .....	474
<a href="#">BUS:CAN:TECHnology</a> .....	474
<a href="#">BUS:CAN:DATA:THReshold</a> .....	475
<a href="#">BUS:SETReflevels</a> .....	475
<a href="#">BUS:CAN:SAMPlepoint</a> .....	475
<a href="#">BUS:CAN:FDATa:ABITrate</a> .....	475
<a href="#">BUS:CAN:FDATa:ASAMplepoint</a> .....	475
<a href="#">BUS:CAN:FDATa:DBITrate</a> .....	476
<a href="#">BUS:CAN:FDATa:DSAMplepoint</a> .....	476
<a href="#">BUS:CAN:FDATa:ENABle</a> .....	476
<a href="#">BUS:CAN:FDATa:PSTandard</a> .....	476

**BUS:CAN:DATA:SOURce <Channel>**

Sets the input channel of the CAN line.

**Parameter:**

<Channel> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
C3 and C4: only R&S RTH1004  
Digital channels are available if option R&S RTH-B1 is installed.  
\*RST: C1

**Verwendung:** Asynchroner Befehl

---

**BUS:CAN:TYPE** <SignalType>

Selects whether the chip select signal is high active (high = 1) or low active (low = 1).

**Parameter:**

<SignalType> CANH | CANL

**CANH**

Signal is high active (high = 1).

**CANL**

Signal is low active (low = 1).

\*RST: CANL

---

**BUS:CAN:BITRate** <CustomBitrate>

Sets the number of transmitted bits per second.

**Parameter:**

<CustomBitrate> Bereich: 10000 bis 1000000

Inkrement: 1

\*RST: 50000

Std.-einheit: bps

---

**BUS:CAN:TECHnology** <ThresholdType>**Parameter:**

<ThresholdType> TTL | ECL | CMOS | CAN | GND | LIN7vsupply | LIN12vsupply | LIN18vsupply | USER

**TTL**

1.4 V

**ECL**

-1.3 V

**CMOS**

2.5 V

**GND**

0 V: for CAN channels, requires the option R&S RTH-K3.

**CAN**

2 V: for CAN channels, requires the option R&S RTH-K3.

**LIN7vsupply | LIN12vsupply | LIN18vsupply**

7 V / 12 V / 18 V: for LIN channels, requires the option R&S RTH-K3.

**USER**

Set the value with [CHANnel<m>:THReshold:USER](#).

\*RST: CAN

---

**BUS:CAN:DATA:THReshold** <ThresholdValue>

Sets the threshold value for digitization of signals manually. If the signal value is higher than the threshold, the signal state is high. Otherwise, the signal state is considered low.

This value is only considered for **BUS:CAN:TECHnology** USER

**Parameter:**

<ThresholdValue> Bereich: -400 bis 400  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 1.4  
 Std.-einheit: V

---

**BUS:SETReflevels**

Sets the appropriate threshold or threshold for the selected serial protocol.

**Verwendung:** Ereignis

---

**BUS:CAN:SAMPlEpoint** <SamplePoint>

The sample point divides the nominal bit period into two distinct time segments. The length of the time segments is defined in time quanta according to network and node conditions during CAN development.

**Parameter:**

<SamplePoint> Bereich: 10 bis 95  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 50  
 Std.-einheit: %

---

**BUS:CAN:FDAa:ABITrate** <ArbCustomBitrate>

Sets the bit rate of the arbitration phase of the CAN FD bus. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

**Parameter:**

<ArbCustomBitrate> Bereich: 10000 bis 1000000  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 50000  
 Std.-einheit: bps

---

**BUS:CAN:FDAa:ASAMPlEpoint** <ArbSamplePoint>

The sample point divides the arbitration phase into two distinct time segments. The length of the time segments is defined in time quanta according to network and node conditions during CAN FD development. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

**Parameter:**

<ArbSamplePoint> Bereich: 10 bis 95  
Inkrement: 1  
\*RST: 66  
Std.-einheit: %

---

**BUS:CAN:FDATa:DBITrate** <DataCustomBitrate>

Sets the bit rate of the data phase. The data rate can be higher than the arbitration rate, but it is uniform and fixed for a given CAN FD bus. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

**Parameter:**

<DataCustomBitrate> Bereich: 10000 bis 15000000  
Inkrement: 1  
\*RST: 50000  
Std.-einheit: bps

---

**BUS:CAN:FDATa:DSAMplepoint** <DataSamplePoint>

The sample point divides the data phase into two distinct time segments. The length of the time segments is defined in time quanta according to network and node conditions during CAN FD development. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

**Parameter:**

<DataSamplePoint> Bereich: 10 bis 95  
Inkrement: 1  
\*RST: 66  
Std.-einheit: %

---

**BUS:CAN:FDATa:ENABLE** <State>

Enables the CAN FD protocol configuration. It `BUS:CAN:FDATa:ENABLE` state is `OFF`, then the CAN protocol is selected. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

**Parameter:**

<State> ON | OFF

---

**BUS:CAN:FDATa:PSTandard** <ProtocolStandard>

Only available for CAN FD buses. Selects if the tested signal is an ISO CAN FD signal or not.

**Parameter:**

<ProtocolStandard> ISO | NISO

**ISO**

Signals are decoded according to the ISO CAN FD protocol. This protocol has an additional stuff count field before the CRC sequence.

**NISO**

Non-ISO. Signals are decoded according to the Bosch CAN FD protocol.

\*RST: ISO

**15.11.5.2 CAN-Trigger**

TRIGger:CAN:ACKerror.....	477
TRIGger:CAN:BITSterror.....	477
TRIGger:CAN:CRCErrror.....	478
TRIGger:CAN:DATA.....	478
TRIGger:CAN:DCONdition.....	478
TRIGger:CAN:FORMerror.....	478
TRIGger:CAN:FTYPE.....	478
TRIGger:CAN:ICONdition.....	479
TRIGger:CAN:IDENtifier.....	479
TRIGger:CAN:ITYPe.....	479
TRIGger:CAN:TYPE.....	480
TRIGger:CAN:FDATA:BRS.....	480
TRIGger:CAN:FDATA:DPOStition.....	481
TRIGger:CAN:FDATA:ESI.....	481
TRIGger:CAN:FDATA:FDF.....	481
TRIGger:CAN:FDATA:SCERror.....	481

**TRIGger:CAN:ACKerror** <AckError>

An acknowledgment error occurs when the transmitter does not receive an acknowledgment - a dominant bit during the Ack slot.

**Parameter:**

<AckError> ON | OFF  
\*RST: ON

**TRIGger:CAN:BITSterror** <StuffBitError>

A stuff error occurs when the 6th consecutive equal bit level in the mentioned fields is detected.

**Parameter:**

<StuffBitError> ON | OFF  
\*RST: ON

---

**TRIGger:CAN:CRCError** <CrcError>

A CRC error occurs when the calculated result differs from the received value in the CRC sequence.

**Parameter:**

<CrcError>            ON | OFF  
                         \*RST:        ON

---

**TRIGger:CAN:DATA** <Pattern>

Specifies the data pattern to be found, in binary or hex format. Enter the pattern in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern>                String that contains the pattern in binary format. The parameter accepts the bit value X (don't care).

---

**TRIGger:CAN:DCondition** <Relation>

Defines how the specified data pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired address is equal or unequal the defined pattern.

**Parameter:**

<Relation>                EQUal | NEQual  
                             \*RST:        EQUal

---

**TRIGger:CAN:FORMerror** <FormError>

A form error occurs when a fixed-form bit field contains one or more illegal bits.

**Parameter:**

<FormError>                ON | OFF  
                             \*RST:        ON

---

**TRIGger:CAN:FTYPE** <FrameType>

CAN has several frame types which can be used as trigger condition.

For data and remote frames, the identifier format has to be set with [TRIGger:CAN:ITYPE](#).

**Parameter:**

<FrameType>                ERRor | OVERload | DATA | REMote | DOR

**ERRor**

When a node recognizes an error, it cancels transmission by sending an error frame.

The instrument triggers seven bit periods after the end of the error flag that is marked by a dominant-recessive edge.

**OVERload**

When a node needs a delay between data and/or remote frames, it sends an overload frame.

**DATA**

The data frame is the only frame for actual data transmission.

**REMOte**

Remote frames are only available in the CAN protocol. The remote frame initiates the transmission of data by another node. The frame format is the same as that of data frames but without the data field.

**DOR**

Data frames or remote frames initiate the transmission of data by another node. The frame format is the same as that of data frames.

\*RST: DOR

**TRIGger:CAN:ICONdition** <Relation>

Defines how the specified identifier pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired address is equal or unequal the defined pattern.

**Parameter:**

<Relation>           EQUal | NEQual  
\*RST:           EQUal

**TRIGger:CAN:IDENtifier** <Pattern>

Specifies the identifier pattern to be found, in binary format. Enter the pattern in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern>           String that contains the pattern in binary format. The parameter accepts the bit value X (don't care).

**Beispiel:**

```
TRIG:CAN:TYPE ID
TRIG:CAN:IDEN 001001
TRIG:CAN:ICON EQU
Triggers if the ID of the measured signal is 001001.
```

**TRIGger:CAN:ITYPE** <IdentifierType>

Selects the length of the identifier.

**Parameter:**

<IdentifierType> B11 | B29 | ANY

**ANY**

The ID type and ID pattern are not relevant for the trigger condition.

If the trigger type is „Identifier“, the instrument triggers on any identifier in the specified frame type.

If the trigger type is „Identifier + Data“, set the „ID type“ to „Any“ if you want to trigger only on data.

\*RST: ANY

**TRIGger:CAN:TYPE** <TriggerType>

Depending on the selected CAN trigger type, different additional parameters are available.

**Parameter:**

<TriggerType> STOF | EOF | FTYP | ID | IDDT | ERRC

**STOF**

Triggers on the stop bit of the sync field.

**EOF**

Triggers after a wake-up frame.

**FTYP**

Triggers on a specified frame type (data, remote, error, or overload). For data and remote frames, also the identifier format is considered.

**ID**

Sets the trigger to a specific identifier or an identifier range. Only the 6-bit identifier without parity bits is considered, not the protected identifier.

**IDDT**

Sets the trigger to a combination of identifier and data condition. The instrument triggers at the end of the last byte of the specified data pattern.

**ERRC**

Identifies various errors in the frame. You can select one or more error types as the trigger condition.

\*RST: STOF

**TRIGger:CAN:FDATa:BRS** <BRSBit>

Sets the bit rate switch bit.

**Parameter:**

<BRSBit> ZERO | ONE | DC

\*RST: DC

**TRIGger:CAN:FDATa:DPOStion** <ByteOffset>

Sets the byte offset, which defines the start position of the data for the data pattern comparison. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

**Parameter:**

<ByteOffset>            Bereich:    0 bis 63  
                               Inkrement:  1  
                               \*RST:        0

**TRIGger:CAN:FDATa:ESI** <ESIBit>

Sets the error state indicator bit.

**Parameter:**

<ESIBit>                ZERO | ONE | DC  
                               DC: do not care, bit is nor relevant.  
                               \*RST:        DC

**TRIGger:CAN:FDATa:FDF** <FDFBit>

Specifies the CAN FD frame format. It corresponds to the EDL bit (extended data length), which only exists in CAN FD format.

**Parameter:**

<FDFBit>                ZERO | ONE | DC  
                               ONE: CAN FD  
                               ZERO: CAN.  
                               DC: do not care, the format is not relevant.  
                               \*RST:        DC

**TRIGger:CAN:FDATa:SCERror** <StuffCountError>

Triggers on stuff count errors. A stuff count error occurs if the received stuff count value does not match the value calculated from the own stuff bit count.

Only relevant for CAN FD signals in ISO standard ([BUS:CAN:FDATa:PStandard](#) is set to ISO).

**Parameter:**

<StuffCountError>    ON | OFF  
                               \*RST:        ON

**15.11.5.3 CAN-Decodierungsergebnisse**

Das Framesuffix <m> gibt den Frameindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

Das Bytesuffix <n> gibt den Byteindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

BUS:CAN:FCOunt?.....	482
BUS:CAN:FRAME<m>:ACKValue?.....	482
BUS:CAN:FRAME<m>:BSEPosition?.....	482
BUS:CAN:FRAME<m>:BYTE<n>:STATe?.....	483
BUS:CAN:FRAME<m>:BYTE<n>:VALue?.....	483
BUS:CAN:FRAME<m>:CSValue?.....	483
BUS:CAN:FRAME<m>:DATA?.....	484
BUS:CAN:FRAME<m>:DLCValue?.....	484
BUS:CAN:FRAME<m>:ACKState?.....	484
BUS:CAN:FRAME<m>:CSStAte?.....	484
BUS:CAN:FRAME<m>:DLCStAte?.....	484
BUS:CAN:FRAME<m>:IDStAte?.....	484
BUS:CAN:FRAME<m>:IDTpe?.....	485
BUS:CAN:FRAME<m>:IDValue?.....	485
BUS:CAN:FRAME<m>:NDBYtes?.....	485
BUS:CAN:FRAME<m>:SDATa?.....	486
BUS:CAN:FRAME<m>:StARt?.....	486
BUS:CAN:FRAME<m>:StOP?.....	486
BUS:CAN:FDATa:FRAME<m>:StANdard?.....	486
BUS:CAN:FRAME<m>:StATus?.....	486
BUS:CAN:FRAME<m>:SYMBol?.....	487
BUS:CAN:FRAME<m>:TYPE?.....	487

---

**BUS:CAN:FCOunt?**

Returns the number of decoded frames in the acquisition.

**Rückgabewerte:**

<Count>	Bereich:	0 bis 100000
	Inkrement:	1
	*RST:	0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:CAN:FRAME<m>:ACKValue?**

Returns the value of the acknowledge slot for the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<AckValue>	Bereich:	0 bis 1
	*RST:	0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:CAN:FRAME<m>:BSEPosition?**

Returns the location of a bit stuffing error.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<BitStuffErrorPos> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:CAN:FRAMe<m>:BYTE<n>:STATe?**

Returns the state of the specified byte.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

&lt;n&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<ByteState> OK | UNDF  
 UNDF: Undefined  
 \*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:CAN:FRAMe<m>:BYTE<n>:VALue?**

Returns the value of the specified byte.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

&lt;n&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<ByteValue> Bereich: 0 bis 255  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:CAN:FRAMe<m>:CSValue?**

Returns the CRC sequence value of the selected frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<ChecksumValue> Bereich: 0 bis 2097151  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:CAN:FRAMe<m>:DATA?**

Returns the data of the specified frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<Data> Comma-separated list of integer values. The first value is the number of bytes, followed by the values of the data bytes.

**Beispiel:**

BUS1:CAN:FRAMe2:DATA?

--> 3,208,231,32

Returns the data of the second frame: the number of bytes is 3 data (first value).

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**BUS:CAN:FRAMe<m>:DLCValue?**

Returns the number of data bytes in the frame.

CAN: the number of data bytes is the data length code (DLC).

CAN FD: for DLCs > 8, the DLC and the number of data bytes are different. The DLC is defined in the standard. For example, DLC = 9 defines that the data field has 12 bytes, and DLC = 15 sets a 64 byte data field.

**Suffix:**

<m> \*  
Frame index

**Rückgabewerte:**

<DataBytes> Number of data bytes in decimal values.

Bereich: 0 bis 64

\*RST: 0

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**BUS:CAN:FRAMe<m>:ACKState?****BUS:CAN:FRAMe<m>:CSSTate?****BUS:CAN:FRAMe<m>:DLCState?****BUS:CAN:FRAMe<m>:IDSTate?**

Return the states of the following parts of a message:

- ACKState: state of acknowledgment field
- CSSTate: state of checksum field (CRC)
- DLCState: state of data length code
- IDSTate: identifier state

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<State> OK | UNDF  
UNDF: Undefined  
\*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:CAN:FRAME<m>:IDType?**

Returns the identifier type of the selected frame, the identifier format of data and remote frames.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<IdentifierType> ANY | B11 | B29  
B11: standard format, 11 bit  
B29: extended format, 29 bit  
\*RST: B11

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:CAN:FRAME<m>:IDValue?**

Returns the identifier value of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<IdentifierValue> Bereich: 0 bis 536870911  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:CAN:FRAME<m>:NDBytes?**

Returns the number of data bytes of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<NoOfDataBytes> Bereich: 0 bis 64  
Inkrement: 1  
\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:CAN:FRAME<m>:SDATa?**

Returns the complete symbolic data of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<SymbolicData> String with comma-separated list of symbolic data

**Beispiel:**

BUS:CAN:FRAME9:SDATa?

```
<-- [sym] 325 kW, 0x0A, 423 N, 174 l, Running, 90 degC, 0x06, 437 rpm
```

Returns the symbolic results of the 9th frame.

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**BUS:CAN:FRAME<m>:START?****BUS:CAN:FRAME<m>:STOP?**

Returns the start time and stop time of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameStart> Time

<FrameStop> Bereich: -100E+24 bis 100E+24

\*RST: 0

Std.-einheit: s

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**BUS:CAN:FDATa:FRAME<m>:STANdard?**

Returns the CAN standard. Die Einstellung ist in der CAN-FD-Option R&S RTH-K9 verfügbar.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameStandard> CAN | CANFd

\*RST: CAN

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**BUS:CAN:FRAME<m>:STATus?**

Returns the overall state of the selected frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

&lt;FrameState&gt; OK | OVLD | ERR | BTST | CRC | NOACK | SERRror | FORM | CAERror | FCERror | SCERror | SAERror | SFERror | SCAE | SCFE | INSufficient

**Status for CAN and CAN FD:**

OK: the frame is valid.

OVLD: Overload frame

ERR: Error frame

BTST: Bit stuffing error occurred.

CRC: Cyclic redundancies check failed.

NOACK: Acknowledge is missing.

FORM: Fixed-bit form error

CAERror: CRC error followed by an acknowledgment error (missing acknowledge)

FCERror: CRC error followed by a form error (wrong CRC delimiter or wrong ACK delimiter)

INSufficient: The frame is not contained completely in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

**Status for CAN FD only:**

SERRror: Stuff count error

SAERror: Stuff count error followed by acknowledgment error

SFERror: Stuff count error followed by a form error

SCAE: Stuff count error followed by CRC error and acknowledgment error

SCFE: Stuff count error followed by CRC error and form error

\*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:CAN:FRAME<m>:SYMBOL?**

Returns the symbolic label of the specified frame if the label list is enabled.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

&lt;Label&gt; String with symbolic label of the identifier

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:CAN:FRAME<m>:TYPE?**

Returns the frame type of the selected frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Parameter:**

&lt;FrameType&gt; ERRor | OVERload | DATA | REMote | DOR

**ERRor**

When a node recognizes an error, it cancels transmission by sending an error frame.

The instrument triggers seven bit periods after the end of the error flag that is marked by a dominant-recessive edge.

**OVERload**

When a node needs a delay between data and/or remote frames, it sends an overload frame.

**DATA**

The data frame is the only frame for actual data transmission.

**REMote**

Remote frames are only available in the CAN protocol.

The remote frame initiates the transmission of data by another node. The frame format is the same as that of data frames but without the data field.

**DOR**

Data frames or remote frames initiate the transmission of data by another node. The frame format is the same as that of data frames.

\*RST: DOR

**Verwendung:** Nur Abfrage**15.11.6 LIN (Option R&S RTH-K3)**

- [LIN-Konfigurationseinstellungen](#)..... 488
- [LIN-Trigger](#)..... 490
- [LIN-Decodierungsergebnisse](#)..... 492

**15.11.6.1 LIN-Konfigurationseinstellungen**

<a href="#">BUS:LIN:DATA:SOURce</a> .....	488
<a href="#">BUS:LIN:POLarity</a> .....	489
<a href="#">BUS:LIN:BITRate</a> .....	489
<a href="#">BUS:LIN:STANdard</a> .....	489
<a href="#">BUS:LIN:DATA:THReshold</a> .....	489
<a href="#">BUS:LIN:TECHnology</a> .....	490
<a href="#">BUS:SETReflevels</a> .....	490

**BUS:LIN:DATA:SOURce** <Channel>

Sets the source of the data line. All channel waveforms can be used.

**Parameter:**  
 <Channel> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
 C3 and C4: only R&S RTH1004  
 Digital channels are available if option R&S RTH-B1 is installed.  
 \*RST: C1

**Verwendung:** Asynchroner Befehl

#### **BUS:LIN:POLarity** <Polarity>

Defines the idle state of the bus. The idle state is the recessive state and corresponds to a logical 1.

**Parameter:**  
 <Polarity> IDLLow | IDLHigh

**IDLLow**  
 The bus is idle (state = 1) when the signal is low

**IDLHigh**  
 The bus is idle (state = 1) when the signal is high

\*RST: IDLHigh

#### **BUS:LIN:BITRate** <CustomBitrate>

Sets the number of transmitted bits per second.

**Parameter:**  
 <CustomBitrate> Bereich: 1000 bis 20000  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 9600  
 Std.-einheit: bps

#### **BUS:LIN:STANdard** <Standard>

Selects the version of the LIN standard that is used in the DUT. The setting mainly defines the checksum version used during decoding.

**Parameter:**  
 <Standard> V1X | V2X | J2602 | AUTO  
 \*RST: AUTO

#### **BUS:LIN:DATA:THReshold** <ThresholdValue>

Sets the threshold value for digitization of signals manually. If the signal value is higher than the threshold, the signal state is high. Otherwise, the signal state is considered low.

This value is only considered for `BUS:LIN:TECHnology` USER

**Parameter:**

<ThresholdValue> Bereich: -400 bis 400  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 1.4  
 Std.-einheit: V

**BUS:LIN:TECHnology** <ThresholdType>

Sets the threshold value for digitization of signals according to the specified technology. If the signal value is higher than the threshold, the signal state is high. Otherwise, the signal state is considered low.

To set a user-defined threshold, select `USER` and define the value using `BUS:LIN:DATA:THReshold` auf Seite 489.

**Parameter:**

<ThresholdType> TTL | ECL | CMOS | CAN | GND | LIN7vsupply | LIN12vsupply | LIN18vsupply | USER

**CMOS**

2.5 V

**LIN7vsupply | LIN12vsupply | LIN18vsupply**

7 V / 12 V / 18 V

**USER**

Set the value with `BUS:LIN:DATA:THReshold`.

\*RST: TTL

**BUS:SETReflevels**

Sets the appropriate threshold or threshold for the selected serial protocol.

**Verwendung:** Ereignis

**15.11.6.2 LIN-Trigger**

<code>TRIGger:LIN:CHKSError</code> .....	490
<code>TRIGger:LIN:DATA</code> .....	491
<code>TRIGger:LIN:DCONDition</code> .....	491
<code>TRIGger:LIN:ICONDition</code> .....	491
<code>TRIGger:LIN:IDENtifier</code> .....	491
<code>TRIGger:LIN:IPERror</code> .....	492
<code>TRIGger:LIN:SYERror</code> .....	492
<code>TRIGger:LIN:TYPE</code> .....	492

**TRIGger:LIN:CHKSError** <ChecksumError>

Triggers on a checksum error if `TRIGger:LIN:TYPE` is set to ERRC

**Parameter:**

<ChecksumError> ON | OFF  
 \*RST: ON

**TRIGger:LIN:DATA** <Pattern>

Defines the data pattern as the trigger condition. Enter the words in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern> String with max. 4 bytes in binary format. Characters 0, 1, and X are allowed. If you define a pattern with incomplete byte, the missing LSB are filled with X.

**Beispiel:**

```
TRIG:LIN:TYPE IDDT
TRIG:LIN:IDEN 001001
TRIG:LIN:ICON EQU
TRIG:LIN:DCON EQU
TRIG:LIN:DATA '11111111000000001111'
TRIG:LIN:DATA?
<-- 11111111000000001111XXXX
Triggers when the id '001001' and the data
'11111111000000001111' is detected in the measured signal.
```

**TRIGger:LIN:DCONDition** <Relation>

Defines how the specified data pattern is compared with the acquired signal.

**Parameter:**

<Relation> EQUal | NEQual  
 \*RST: EQUal

**TRIGger:LIN:ICONDition** <Relation>

Defines how the specified identifier pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired address is equal or unequal the defined pattern.

**Parameter:**

<Relation> EQUal | NEQual  
 \*RST: EQUal

**TRIGger:LIN:IDENTifier** <Pattern>

Specifies the identifier pattern to be found, in binary format. Enter the pattern in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern> String with max. 7 characters. Characters 0, 1, and X are allowed. If you define a pattern shorter than the pattern length, the missing LSB are filled with X.

**Beispiel:**

```
TRIG:LIN:TYPE ID
TRIG:LIN:IDEN 001001
TRIG:LIN:ICON EQU
Triggers if the ID of the measured signal is 001001.
```

---

#### TRIGger:LIN:IPERror <ParityError>

Triggers on a parity error if `TRIGger:LIN:TYPE` is set to `ERRC`

**Parameter:**

<ParityError>            ON | OFF  
 \*RST:                    ON

---

#### TRIGger:LIN:SYERror <SyncError>

Triggers on a synchronization error if `TRIGger:LIN:TYPE` is set to `ERRC`

**Parameter:**

<SyncError>            ON | OFF  
 \*RST:                    ON

---

#### TRIGger:LIN:TYPE <TriggerType>

**Parameter:**

<TriggerType>            SYNC | WKFR | ERRC | ID | IDDT

**SYNC**  
 Triggers on the stop bit of the sync field.

**WKFR**  
 Triggers after a wake-up frame.

**ERRC**  
 Identifies various errors in the frame. You can select one or more error types as the trigger condition.

**ID**  
 Sets the trigger to a specific identifier or an identifier range.

**IDDT**  
 Sets the trigger to a combination of identifier and data condition. The instrument triggers at the end of the last byte of the specified data pattern.

\*RST:                    SYNC

### 15.11.6.3 LIN-Decodierungsergebnisse

Das Framesuffix <m> gibt den Frameindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

Das Bytesuffix <n> gibt den Byteindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

BUS:LIN:FCOunt?.....	493
BUS:LIN:FRAME<m>:BYTE<n>:STATe?.....	493
BUS:LIN:FRAME<m>:BYTE<n>:VALue?.....	493
BUS:LIN:FRAME<m>:CSSTate?.....	494
BUS:LIN:FRAME<m>:CSValue?.....	494
BUS:LIN:FRAME<m>:DATA?.....	494
BUS:LIN:FRAME<m>:IDPValue?.....	495
BUS:LIN:FRAME<m>:IDSTate?.....	495
BUS:LIN:FRAME<m>:IDValue?.....	495
BUS:LIN:FRAME<m>:START?.....	496
BUS:LIN:FRAME<m>:STOP?.....	496
BUS:LIN:FRAME<m>:STATus?.....	496
BUS:LIN:FRAME<m>:SYMBol?.....	496
BUS:LIN:FRAME<m>:SYSTate?.....	497

---

**BUS:LIN:FCOunt?**

Returns the number of decoded frames in the acquisition.

**Rückgabewerte:**

<Count>	Bereich:	0 bis 100000
	Inkrement:	1
	*RST:	0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:LIN:FRAME<m>:BYTE<n>:STATe?**

Returns the state of the specified byte.

**Suffix:**

<m>	*
<n>	*

**Rückgabewerte:**

<ByteState>	OK   STERror   SPERror   UVAL   NOEXists   INSufficient
	STERror: start error
	SPERror: stop error
	UVAL: unexpected value
	NOEXists: byte does not exist
	INSufficient: the frame is not completely contained in the acquisition. The decoded part of the frame is valid.
	*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

**BUS:LIN:FRAME<m>:BYTE<n>:VALue?**

Returns the value of the specified byte.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

&lt;n&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<ByteValue> Bereich: 0 bis 255  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:LIN:FRAME<m>:CSState?**

Returns the checksum state of the specified frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<ChecksumState> OK | STERror | SPERror | UVAL | NOEXists | INSufficient  
 STERror: start error  
 SPERror: stop error  
 UVAL: unexpected value  
 NOEXists: byte does not exist  
 INSufficient: the frame is not completely contained in the acquisition. The decoded part of the frame is valid.  
 \*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:LIN:FRAME<m>:CSValue?**

Returns the checksum value of the specified frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<ChecksumValue> Bereich: 0 bis 255  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:LIN:FRAME<m>:DATA?**

Returns the data bytes of the specified frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<Data> Comma-separated list of integer values (N, D1, D2,..., DN). N is the number of bytes in the frame, and D1...DN are the values of the bytes.

**Beispiel:**

```
BUS:LIN:FRAME4:DATA?
<-- 4,118,39,71,123
```

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**BUS:LIN:FRAME<m>:IDPValue?**

Returns the value of the identifier parity bits of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<IdentifierParity> Bereich: 0 bis 3  
\*RST: 0

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**BUS:LIN:FRAME<m>:IDState?**

Returns the identifier state of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<IdentifierState> OK | STERror | SPERror | PRERror | UVAL | NOEXists |  
INSufficient

STERror: start error

SPERror: stop error

PRERror: parity error

UVAL: unexpected value

NOEXists: byte does not exist

INSufficient: the frame is not completely contained in the acquisition. The decoded part of the frame is valid.

\*RST: OK

**Verwendung:**

Nur Abfrage

**BUS:LIN:FRAME<m>:IDValue?**

Returns the identifier value of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<IdentifierValue> Bereich: 0 bis 63  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:LIN:FRAME<m>:START?****BUS:LIN:FRAME<m>:STOP?**

Returns the start time and stop time of the selected frame, respectively.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameStart> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 <FrameStop> Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:LIN:FRAME<m>:STATus?**

Returns the overall state of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameState> OK | WAKeup | SYERror | PRERror | CHCKsum | CPERror |  
 INSufficient  
 CHCKsum: checksum error  
 PRERror: parity error in identifier  
 SYERror: synchronization error  
 WAKeup: the frame is a wake-up frame.  
 CPERror: parity error and checksum error  
 INSufficient: the frame is not completely contained in the acquisition. The decoded part of the frame is valid.  
 \*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:LIN:FRAME<m>:SYMBol?**

Returns the symbolic label of the specified frame if the label list is enabled.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<Label> String with the symbolic name of the identifier

**Beispiel:** BUS:LIN:FRAMe2:SYMBol?  
Response: Temperature

**Verwendung:** Nur Abfrage

### BUS:LIN:FRAMe<m>:SYSTate?

Returns the synchronization state of the frame.

**Suffix:**  
<m> \*

**Rückgabewerte:**  
<FrameSyncState> OK | STERror | SPERror | PRERror | UVAL | NOEXists | INSufficient

**OK**  
The frame is valid.

**SPERror**  
Stop error, no stop condition found.

**STERror**  
Start error, no start condition found.

**PRERror**  
Parity error, which indicates a transmission error

**UVAL**  
Unexpected value

**NOEXists**  
Byte does not exist.

**INSufficient**  
The frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

\*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

## 15.11.7 SENT (Option R&S RTH-K10)

- [SENT-Konfigurationseinstellungen](#)..... 497
- [SENT-Trigger](#)..... 501
- [SENT-Decodierungsergebnisse](#).....503

### 15.11.7.1 SENT-Konfigurationseinstellungen

<a href="#">BUS:SENT:DATA:SOURce</a> .....	498
<a href="#">BUS:SENT:POLarity</a> .....	498
<a href="#">BUS:SENT:TECHnology</a> .....	498
<a href="#">BUS:SENT:DATA:THReshold</a> .....	498
<a href="#">BUS:SENT:CLKPeriod</a> .....	499
<a href="#">BUS:SENT:CLKTolerance</a> .....	499

BUS:SENT:CRCHMethod.....	499
BUS:SENT:CRCHVersion.....	499
BUS:SENT:DNIBbles.....	499
BUS:SENT:PPFLength.....	500
BUS:SENT:PPULse.....	500
BUS:SENT:SFORmat.....	500
BUS:SENT:RDSL.....	500

---

### BUS:SENT:DATA:SOURce <Channel>

Sets the source of the data line. All channel waveforms can be used.

#### Parameter:

<Channel> C1 | C2 | C3 | C4 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
 C3 and C4: only R&S RTH1004  
 Digital channels are available if option R&S RTH-B1 is installed.  
 \*RST: C1

**Verwendung:** Asynchroner Befehl

---

### BUS:SENT:POLarity <Polarity>

Sets the idle state.

#### Parameter:

<Polarity> IDLLow | IDLHigh  
 \*RST: IDLHigh

---

### BUS:SENT:TECHnology <ThresholdType>

Sets the threshold values as defined for various signal technologies.

#### Parameter:

<ThresholdType> CMOS | USER  
 \*RST: USER

---

### BUS:SENT:DATA:THReshold <ThresholdValue>

Sets the threshold value for digitization of signals manually. If the signal value is higher than the threshold, the signal state is high. Otherwise, the signal state is considered low.

This value is only considered for [BUS:SENT:TECHnology](#) auf Seite 498 `USER`.

#### Parameter:

<ThresholdValue> Bereich: -400 bis 400  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 1.4  
 Std.-einheit: V

---

**BUS:SENT:CLKPeriod** <ClockPeriod>

Sets the nominal clock period (clock tick).

**Parameter:**

<ClockPeriod>      Bereich:    1E-6 bis 100E-6  
                         Inkrement: 1E-6  
                         \*RST:      3E-6  
                         Std.-einheit: s

---

**BUS:SENT:CLKTolerance** <ClockTolerance>

Sets a tolerated deviation of the clock signal.

**Parameter:**

<ClockTolerance>    Bereich:    0 bis 25  
                         Inkrement: 1  
                         \*RST:      20  
                         Std.-einheit: %

---

**BUS:SENT:CRCCMethod** <CRCCalculation>

Selects the calculation method for the CRC checksum.

**Parameter:**

<CRCCalculation>    SAEJ | TLE  
                         SAEJ: according to the standard  
                         TLE: according to the computing method for TLE\_4998X sensors.  
                         \*RST:      SAEJ

---

**BUS:SENT:CRCVersion** <CRCVersion>

Selects the calculation method for the cyclic redundancy check (CRC).

**Parameter:**

<CRCVersion>        V2010 | LEGA  
                         LEGAcY: method used up to 2010  
                         V2010: current method  
                         \*RST:      V2010

---

**BUS:SENT:DNIBbles** <DataNibbles>

Sets the number of data nibbles for a transmission sequence.

**Parameter:**

<DataNibbles>        Bereich:    1 bis 6  
                         Inkrement: 1  
                         \*RST:      3

---

**BUS:SENT:PPFLength** <FrameLength>

Defines a constant transmission sequence length. To select the fixed sequence length, set `BUS:SENT:PPULse` to `PPFL`.

**Parameter:**

<FrameLength>      Bereich:    104 bis 922  
                           Inkrement:    1  
                           \*RST:        128

---

**BUS:SENT:PPULse** <PausePulse>

Determines if a pause pulse is part of the SENT transmission sequence.

**Parameter:**

<PausePulse>      NPP | PP | PPFL

**PP**

Transmits the message with a fixed pulse length, automatically calculated.

**NPP**

Transmits the SENT message without pause pulse.

**PPFL**

Transmits the pause pulse with a user-defined frame length to obtain a transmission sequence with constant length.

\*RST:            NPP

---

**BUS:SENT:SFORmat** <Format>

Selects the serial message format.

**Parameter:**

<Format>            NONE | SHORt | ENHanced

SHORt = Short serial message.

ENHanced = Enhanced serial message.

NONE = Single transmission sequence.

\*RST:            NONE

---

**BUS:SENT:RDSL** <Display>

Selects the display table view mode for the SENT protocol.

**Parameter:**

<Display>           TRSQ | SMSG

TRSQ: fast channel

SMSG: slow channel

\*RST:            TRSQ

### 15.11.7.2 SENT-Trigger

TRIGger:SENT:TYPE.....	501
TRIGger:SENT:DATA.....	501
TRIGger:SENT:DCONDITION.....	501
TRIGger:SENT:ICONdition.....	502
TRIGger:SENT:IDENTifier.....	502
TRIGger:SENT:SCONdition.....	502
TRIGger:SENT:STATus.....	502
TRIGger:SENT:FCRCerror.....	502
TRIGger:SENT:IRFLength.....	503
TRIGger:SENT:PPERioderror.....	503
TRIGger:SENT:PULSeerror.....	503
TRIGger:SENT:SCRCerror.....	503

---

#### TRIGger:SENT:TYPE <TriggerType>

Sets the SENT trigger type.

##### Parameter:

<TriggerType>      STOF | STAT | STDA | ID | IDDT | ERRC

STOF:  
 STAT: fast status  
 STDA: fast status and data  
 ID: slow Identifier  
 IDDT: slow Identifier and data  
 ERRC: error condition

\*RST:      STOF

---

#### TRIGger:SENT:DATA <Pattern>

Defines the data pattern as the trigger condition. Enter the words in MSB first bit order.

##### Parameter:

<Pattern>      String with max. 4 bytes in binary format. Characters 0, 1, and X are allowed. If you define a pattern with incomplete byte, the missing LSB are filled with X.

---

#### TRIGger:SENT:DCONDITION <Relation>

Defines how the specified data pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired address is equal or unequal the defined pattern.

##### Parameter:

<Relation>      UNUSed | EQUal | NEQual | LTHan | LETHan | GTHan |  
 GETHan | INRange | OORange

\*RST:      EQUal

**TRIGger:SENT:ICONdition** <Relation>

Defines how the specified identifier pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired address is equal or unequal the defined pattern.

**Parameter:**

<Relation>            UNUSed | EQUal | NEQual | LTHan | LETHan | GTHan |  
                           GETHan | INRange | OORange  
 \*RST:                EQUal

**TRIGger:SENT:IDENTifier** <Pattern>

Specifies the identifier pattern to be found, in binary format. Enter the pattern in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern>            String with max. 7 characters. Characters 0, 1, and X are allowed. If you define a pattern shorter than the pattern length, the missing LSB are filled with X.

**TRIGger:SENT:SCONdition** <Relation>

Defines how the specified status pattern is compared with the acquired signal. The instrument triggers if the acquired address is equal or unequal the defined pattern.

**Parameter:**

<Relation>            UNUSed | EQUal | NEQual | LTHan | LETHan | GTHan |  
                           GETHan | INRange | OORange  
 \*RST:                EQUal

**TRIGger:SENT:STATus** <Pattern>

Defines the status pattern as the trigger condition. Enter the words in MSB first bit order.

**Parameter:**

<Pattern>

**TRIGger:SENT:FCRCerror** <FastCRCErr>

Triggers on a detected CRC error in the transmission sequences of the fast channel. The CRC length is 4 bits.

**Parameter:**

<FastCRCErr>        ON | OFF  
 \*RST:                ON

---

**TRIGger:SENT:IRFLength** <FrameLengthError>

Triggers on frame length errors in transmission sequences, if `BUS:SENT:PPULse` is set to `PPFL`. A frame length error occurs, when the total length of the transmission sequence (including pause pulse) does not match the frame length set with `BUS:SENT:PPFLength`.

**Parameter:**

<FrameLengthError> ON | OFF  
\*RST: ON

---

**TRIGger:SENT:PPERioderror** <PulsePeriodError>

Triggers on an error in the calibration/sync pulse in transmission sequences of the fast channel.

**Parameter:**

<PulsePeriodError> ON | OFF  
\*RST: ON

---

**TRIGger:SENT:PULSeerror** <SyncPulseError>

Triggers on a synchronization/calibration pulse error in transmission sequences of the fast channel.

**Parameter:**

<SyncPulseError> ON | OFF  
\*RST: ON

---

**TRIGger:SENT:SCRCerror** <SlowCRCErrror>

Triggers on a detected CRC error in serial messages of the slow channel. The CRC length is 4 bits for short serial messages, and 6 bit of enhanced serial messages.

**Parameter:**

<SlowCRCErrror> ON | OFF  
\*RST: ON

**15.11.7.3 SENT-Decodierungsergebnisse**

Das Framesuffix <m> gibt den Frameindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

Das Bytesuffix <n> gibt den Byteindex an, für den das Ergebnis abgefragt wird.

<code>BUS:SENT:FCOunt?</code> .....	504
<code>BUS:SENT:FRAME&lt;m&gt;:CSValue?</code> .....	504
<code>BUS:SENT:FRAME&lt;m&gt;:DATA?</code> .....	504
<code>BUS:SENT:FRAME&lt;m&gt;:DStatus?</code> .....	505
<code>BUS:SENT:FRAME&lt;m&gt;:IDTYpe?</code> .....	505
<code>BUS:SENT:FRAME&lt;m&gt;:IDValue?</code> .....	505

BUS:SENT:FRAME<m>:NIBBLE<n>:STATE?	506
BUS:SENT:FRAME<m>:NIBBLE<n>:VALUE?	506
BUS:SENT:FRAME<m>:PAPTICKS?	506
BUS:SENT:FRAME<m>:SCOM?	506
BUS:SENT:FRAME<m>:SDATA?	507
BUS:SENT:FRAME<m>:START?	507
BUS:SENT:FRAME<m>:STATUS?	507
BUS:SENT:FRAME<m>:STOP?	508
BUS:SENT:FRAME<m>:SYMBOL?	508
BUS:SENT:FRAME<m>:SYNCDURATION?	508
BUS:SENT:FRAME<m>:TYPE?	509

---

### BUS:SENT:FCOUNT?

Returns the number of decoded frames.

#### Rückgabewerte:

<Count> Total number of decoded frames.  
 Bereich: 0 bis 100000  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### BUS:SENT:FRAME<m>:CSVALUE?

Returns the CRC sequence value of the selected frame.

#### Suffix:

<m> \*

#### Rückgabewerte:

<ChecksumValue> The values below – range, increment and reset – are decimal values.  
 Bereich: 0 bis 63  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

### BUS:SENT:FRAME<m>:DATA?

Returns the data of the specified frame.

#### Suffix:

<m> \*  
 Selects the frame.

#### Parameter:

<Data> Comma-separated sequence of integer values (N, D1, D2, ..., DN). N is the number of nibbles in the frame and thus the number of following values. D1...DN are the values of the nibbles.

**Beispiel:** BUS:SENT:FRAME4:DATA?  
 <-- 4,3,15,11,9  
 Returns the data of the 4th frame: the number of nibbles is 4, followed by the data values.

**Verwendung:** Nur Abfrage

#### BUS:SENT:FRAME<m>:DStatus?

Returns the status of the frame.

**Suffix:**  
 <m> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameState> OK | TMSE | SDIF | CRC | PAUSE | NEG | TCERror | SCERror | SPERror | SNERror | CPERror | CNERror | PNERror | SCPE | SCNE | SPNE | CPNE | SCPN | SLENgth | NLENgth | INSufficient  
 \*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

#### BUS:SENT:FRAME<m>:IDType?

Returns the identifier type of the selected frame.

**Suffix:**  
 <m> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameIdentifierType>NONE | B4 | B8  
 B4: standard format, 4 bit  
 B8: extended format, 8 bit  
 \*RST: B4

**Verwendung:** Nur Abfrage

#### BUS:SENT:FRAME<m>:IDValue?

Returns the identifier value of the selected frame.

**Suffix:**  
 <m> \*

**Rückgabewerte:**

<IdentifierValue> The values below – range, increment and reset – are decimal values.  
 Bereich: 0 bis 255  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

#### **BUS:SENT:FRAME<m>:NIBBLE<n>:STATE?**

Returns the state of the specified nibble.

**Suffix:**

<m> \*

<n> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameNibbleState> OK | UNDF

UNDF = Undefined

\*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

#### **BUS:SENT:FRAME<m>:NIBBLE<n>:VALue?**

Returns the value of the specified nibble.

**Suffix:**

<m> \*

<n> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameNibbleValue> The values below – range, increment and reset – are decimal values.

Bereich: 0 bis 15

Inkrement: 1

\*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

#### **BUS:SENT:FRAME<m>:PAPTicks?**

Returns the number of the pulse pause clock ticks.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<PausePulseTicks> Bereich: 12 bis 768

Inkrement: 1

\*RST: 12

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

#### **BUS:SENT:FRAME<m>:SCOM?**

Returns the value of the status/communication pulse.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<StatusCommunication> Bereich: 0 bis 0  
 Inkrement: 1  
 \*RST: 0

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:SENT:FRAME<m>:SDATa?**

Returns the symbolic data of the frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<SymbolicData> Comma-separated list of values. The first value is the number of bytes, followed by the decoded data bytes.

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:SENT:FRAME<m>:START?**

Returns the start time of the selected frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<FrameStart> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage**BUS:SENT:FRAME<m>:STATus?**

Returns the overall state of the selected frame.

**Suffix:**

&lt;m&gt; \*

**Rückgabewerte:**

<FrameState> OK | SYNC | PULSe | CRC | IRFL | FORM | INSufficient

OK: The frame is valid.

SYNC: synchronization error occurred.

PULSe: pulse error occurred.

CRC: cyclic redundancy check failed.

IRFL: irregular frame length error occurred.

FORM: format error occurred.

**INSufficient:** The frame is not completely contained in the acquisition. The acquired part of the frame is valid.

\*RST: OK

**Verwendung:** Nur Abfrage

### **BUS:SENT:FRAME<m>:STOP?**

Returns the stop time of the selected frame.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameStop> Bereich: -100E+24 bis 100E+24  
 Inkrement: 100E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

### **BUS:SENT:FRAME<m>:SYMBOL?**

Returns the symbolic label of the specified frame if the label list is enabled.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<Translation> String with symbolic label of the identifier.

**Beispiel:**

BUS:SENT:FRAME:SYMBOL?  
 Response: Air Temperature

**Verwendung:** Nur Abfrage

### **BUS:SENT:FRAME<m>:SYNCduration?**

Returns the time of the synchronization pulse.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<SyncDuration> Bereich: 28E-6 bis 8.4E-3  
 Inkrement: 1E-6  
 \*RST: 168E-6  
 Std.-einheit: s

**Verwendung:** Nur Abfrage

**BUS:SENT:FRAME<m>:TYPE?**

Returns the type of SENT message.

**Suffix:**

<m> \*

**Rückgabewerte:**

<FrameType> TRSQ | SMSG | EMSG

TRSQ = transmission sequence

SMSG = short serial message

EMSG = enhanced serial message

\*RST: TRSQ

**Verwendung:** Nur Abfrage

## 15.12 Logikanalysator (R&S RTH-B1 MSO)

LOGic:STATe.....	509
LOGic:THCoupling.....	509
LOGic:GROup<m>:TECHnology.....	510
LOGic:GROup<m>:USER.....	510
LOGic:GROup<m>:THReshold?.....	511
LOGic:GROup<m>:HYSTeresis.....	511
LOGic:CHANnel<m>:DESKew.....	511
POD:STATe?.....	512

**LOGic:STATe <State>**

Enables or disables the logic channels.

**Parameter:**

<State> ON | OFF

\*RST: OFF

**LOGic:THCoupling <ThresCoup>**

Couples the threshold and hysteresis settings for the logic channels.

If enabled, all logic channels use the same threshold and hysteresis settings.

If disabled, 2 channel groups are available, which can use different threshold and hysteresis settings: D0 - D3, and D4 - D7.

**Parameter:**

<ThresCoup> ON | OFF

\*RST: ON

**LOGic:GROup<m>:TECHnology** <ThresholdType>

Sets the threshold value for the selected channel group, or for all logic channels.

**Suffix:**

<m> 1..3  
 1 = all logic channels D0 to D7  
 2 = group D0 to D3  
 3= group D4 to D7  
 The suffix only takes effect if **LOGic:THCoupling** is OFF.

**Parameter:**

<ThresholdType> TTL | ECL | CMOS | CAN | GND | LIN7vsupply | LIN12vsupply | LIN18vsupply | USER

**TTL**

1.4 V

**ECL**

-1.3 V

**CMOS**

2.5 V

**GND**

0 V: for CAN channels, requires the option R&S RTH-K3.

**CAN**

2 V: for CAN channels, requires the option R&S RTH-K3.

**LIN7vsupply | LIN12vsupply | LIN18vsupply**

7 V / 12 V / 18 V: for LIN channels, requires the option R&S RTH-K3.

**12 V Supply**

12 V: for LIN channels, requires the option R&S RTH-K3.

**18 V Supply**

18 V: for LIN channels, requires the option R&S RTH-K3.

**USER**

Set the value with **LOGic:GROup<m>:USER**.

\*RST: TTL

**LOGic:GROup<m>:USER** <ThresholdValue>

Sets the threshold value if **LOGic:GROup<m>:TECHnology** is set to USER.

**Suffix:**

<m> 1..3  
 1 = all logic channels D0 to D7  
 2 = group D0 to D3  
 3= group D4 to D7  
 The suffix only takes effect if **LOGic:THCoupling** is OFF.

**Parameter:**

<ThresholdValue> Bereich: -400 bis 400  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 1.4  
 Std.-einheit: V

**LOGic:GROup<m>:THReshold?**

Returns the current threshold value.

**Suffix:**

<m> 1..3  
 1 = all logic channels D0 to D7  
 2 = group D0 to D3  
 3= group D4 to D7

**Rückgabewerte:**

<Level> Bereich: -10 bis 10  
 Inkrement: 1E-3  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: V

**Verwendung:** Nur Abfrage

**LOGic:GROup<m>:HYSTeresis <Hysteresis>**

Hysteresis avoids the change of signal states due to noise oscillation around the threshold level. Set a small hysteresis for clean signals, and large hysteresis for noisy signals.

**Suffix:**

<m> 1..3  
 1 = all logic channels D0 to D7  
 2 = group D0 to D3  
 3= group D4 to D7  
 The suffix only takes effect if `LOGic:THCoupling` is OFF.

**Parameter:**

<Hysteresis> SMALl | MEDium | LARGe  
 \*RST: MEDium

**LOGic:CHANnel<m>:DESKew <Value>**

Sets the deskew for all channels of a logic probe at once, or for each logic channel separately.

**Suffix:**

<m> 1..9  
 1..8: logic channels 0 to 7  
 9: all logic channels

**Parameter:**

<Value> Bereich: -100E-9 bis 100E-9  
 Inkrement: 800E-12  
 \*RST: 0  
 Std.-einheit: s

**Beispiel:**

```
LOGic:CHANnel9:DESKew 0.00000001
LOGic:CHANnel8:DESKew 0.00000002
LOGic:CHANnel1:DESKew?
<-- 1e-08
LOGic:CHANnel8:DESKew?
<-- 2e-08
```

**POD:STATe?**

Returns the connection state of the logic probe.

**Rückgabewerte:**

<PODConnected> ON | OFF  
 \*RST: OFF

**Verwendung:** Nur Abfrage

## 15.13 Ergebnisse dokumentieren

### 15.13.1 Messkurvendaten in Datei exportieren

Mit den in diesem Kapitel beschriebenen Befehlen werden die Abtastwertdaten von aktiven Messkurven in eine oder mehrere CSV-Dateien geschrieben.

Die erstellten Dateien werden in [Kapitel 12.4.3, „Messkurvenexportdateien“](#), auf Seite 291 beschrieben.



Der Export der Ergebnisse einer Harmonischen-Messung wird in [Kapitel 15.6.3.2, „Harmonischen-Ergebnisse abrufen und exportieren“](#), auf Seite 393 beschrieben.

**Beispiel: Einzelne Messkurve mit Zeitwerten speichern**

Das Beispielprogramm speichert die Daten von Kanal 1 in einer Datei auf der SD-Karte. Es werden Spannungs- und Zeitwerte gespeichert. Dann werden die Daten gelesen und gelöscht.

```
:EXPort:WAVeform:NAME '/media/SD/Waveform.csv'
:EXPort:WAVeform:SOURce C1
:EXPort:WAVeform:INCXvalues 1 // include time values
:EXPort:WAVeform:DLOGging 0 // without history
:EXPort:WAVeform:SAVE ;*OPC
:MMEMory:DATA? '/media/SD/Waveform.csv'
:MMEMory:DELeTe '/media/SD/Waveform.csv';*OPC
```

**Beispiel: Alle aktiven Messkurven mit Zeitwerten speichern**

Das Beispielprogramm speichert die Spannungs- und Zeitwerte aller aktiven analogen, digitalen und mathematischen Messkurven. Dann werden die Daten gelesen und gelöscht.

```
:EXPort:WAVeform:NAME '/media/SD/Multiwfm.csv'
:EXPort:WAVeform:MULTichannel 1
:EXPort:WAVeform:INCXvalues 1 // include time values
:EXPort:WAVeform:DLOGging 0 // without history
:EXPort:WAVeform:SAVE ;*OPC
:MMEMory:DATA? '/media/SD/Multiwfm.csv'
:MMEMory:DELeTe '/media/SD/Multiwfm.csv';*OPC
```

**Beispiel: History-Daten von Kanal 1 ohne Zeitwerte speichern**

Das Beispielprogramm speichert die History-Daten von ausgewählten Segmenten in einer Datei auf der SD-Karte. Dann werden die Daten gelesen und gelöscht.

```
:EXPort:WAVeform:NAME '/media/SD/WaveformHistory.zip'
:EXPort:WAVeform:SOURce C1
:EXPort:WAVeform:INCXvalues 0 // no time values
:EXPort:WAVeform:DLOGging 1 // include history
:CHANnell:HISTory:START -77 // select segment range (optional)
:CHANnell:HISTory:STOP -5
:EXPort:WAVeform:SAVE ;*OPC
:MMEMory:DATA? '/media/SD/WaveformHistory.zip'
:MMEMory:DELeTe '/media/SD/WaveformHistory.zip';*OPC
```

<a href="#">EXPort:WAVeform:NAME</a> .....	513
<a href="#">EXPort:WAVeform:SOURce</a> .....	514
<a href="#">EXPort:WAVeform:MULTichannel</a> .....	514
<a href="#">EXPort:WAVeform:INCXvalues</a> .....	514
<a href="#">EXPort:WAVeform:DLOGging</a> .....	514
<a href="#">EXPort:WAVeform:SAVE</a> .....	515

**EXPort:WAVeform:NAME <Name>**

Sets the filename, file format and path to save the waveform to.

**Parameter:**

<Name> String with path and filename with extension .csv or .zip.

**Beispiel:**

```
EXPort:WAVeform:NAME
'/media/SD/Export/Export_Ch2.csv'
EXPort:WAVeform:SAVE
Saves the waveform data to Export/Export_Ch2.csv on the
SD card.
```

**EXPort:WAVeform:SOURce** <Source>

Selects the waveform to be exported if [EXPort:WAVeform:MULTichannel](#) is OFF.

**Parameter:**

<Source> C1 | C2 | C3 | C4 | M1 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7  
 D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7: All active logic channels  
 are saved, not matter which Dx is specified in the command.  
 \*RST: C1

**EXPort:WAVeform:MULTichannel** <MultiChExport>

If ON, all active waveforms (analog, digital and math) are exported.

If OFF, select the waveform for export with [EXPort:WAVeform:SOURce](#).

**Parameter:**

<MultiChExport> ON | OFF  
 ON = 1, and OFF = 0  
 \*RST: ON

**Beispiel:**

See [Beispiel „Alle aktiven Messkurven mit Zeitwerten speichern“](#) auf Seite 513.

**EXPort:WAVeform:INCXvalues** <IncHorValues>

Includes horizontal values in the export data (time values).

**Parameter:**

<IncHorValues> ON | OFF  
 ON = 1, and OFF = 0  
 \*RST: OFF

**Beispiel:**

See [Beispiel „Einzelne Messkurve mit Zeitwerten speichern“](#) auf Seite 513.

**EXPort:WAVeform:DLOGging** <DataLogging>

The command requires the option R&S RTH-K15. History must be enabled before using the command ([CHAN:HIST:STAT ON](#)).

The command includes the history data in the export files. If an acquisition is running, the command stops the acquisition.

History data is always saved in a ZIP file (compressed csv), see also [Kapitel 4.7.4, „History-Daten exportieren“](#), auf Seite 111.

You can select a range of history segments with `CHANnel<m>:HISTory:STARt` and `CHANnel<m>:HISTory:STOP`.

**Parameter:**

<DataLogging> ON | OFF  
ON = 1, and OFF = 0  
\*RST: OFF

**Beispiel:** See [Beispiel „History-Daten von Kanal 1 ohne Zeitwerte speichern“](#) auf Seite 513.

**EXPort:WAVeform:SAVE**

Saves one or more waveforms to the file specified with `EXPort:WAVeform:NAME`.

**Beispiel:** See [Beispiel „Einzelne Messkurve mit Zeitwerten speichern“](#) auf Seite 513.

**Verwendung:** Ereignis

## 15.13.2 Übertragung von Messkurvendaten

### Datenkonvertierung von Ganzzahlwerten bei Verwendung von FORMat:DATA INT,16

Konvertieren Sie INT16-Daten mithilfe der folgenden Formeln in physikalische Größen, z. B. Spannungen:

$$\text{PhysikalischeGröße} = (\text{Wert\_ADC} * \text{Konvertierungsfaktor}) + \text{VertikalesOffset}_{\text{eff}}$$

$$\text{Konvertierungsfaktor} = \text{VertikaleSkala} * \text{AnzVertikaleSkalenteile} / \text{AnzQuantisierungsstufen}$$

$$\text{VertikalesOffset}_{\text{eff}} = \text{VertikalesOffset} - \text{VertikalePosition} * \text{VertikaleSkala}$$

**Tabelle 15-1: Datenkonvertierungsbeispiel**

VertikaleSkala	0,05 V/div
VertikalesOffset	0,1 V
VertikalePosition	1 div
AnzQuantisierungsstufen	255 * 256
AnzVertikaleSkalenteile	8
Wert_ADC	-61
Konvertierungsfaktor	$0,05 * 8 / (255 * 256) = 0,000006127451 \text{ V}$

VertikalesOffset <sub>eff</sub>	$0,1 - 1 * 0,05 = 0,05 \text{ V}$
Spannung	$(-61 * 0,000006127451 \text{ V}) + 0,05 \text{ V} = -0,32 \text{ mV}$

Die Werte werden mit `CHANnel<m>:DATA[:VALues]?` gelesen.

Die vertikale Skala, die Position und das Offset können Sie mit den entsprechenden Befehlen abrufen:

- `CHANnel<m>:SCALE` auf Seite 322
- `CHANnel<m>:POSITION` auf Seite 324
- `CHANnel<m>:OFFSET` auf Seite 324

Sie finden diese Werte auch in der Datenexportdatei (siehe [Kapitel 15.13.1, „Messkurvendaten in Datei exportieren“](#), auf Seite 512).

---

### FORMat[:DATA] <Format>

Sets the data type that is used for transmission of waveform data from the instrument to the controlling computer.

Waveform data can be retrieved using the following command: `CHANnel<m>:DATA[:VALues]?` auf Seite 517

#### Parameter:

<Format>

ASCIi | INT,16

#### ASCIi

Data values are returned in ASCII format as a list of comma-separated values in floating point format. The length can be omitted. It is 0 which means that the instrument selects the number of digits to be returned. The query returns both values (ASC, 0).

#### INT,16

Signed integer data with length 16 bit. It defines that `CHANnel<m>:DATA[:VALues]?` returns the raw sample data of the ADC as integers. If the format of the waveform data differs from the defined export format, the instrument converts the data to the required format.

The schema of the result string is as follows:

#41024<value1><value2>...<value n> with:

#4 = number of digits (= 4 in the example) of the following number

1024 = number of following data bytes (= 1024 in the example)

<value> = 4-byte floating point values

You can also set the byte order using the `FORMat:BORDER` command.

Data conversion is described in [„Datenkonvertierung von Ganzzahlwerten bei Verwendung von FORMat:DATA INT,16“](#) auf Seite 515.

\*RST:       ASCIi

**Beispiel:**           FORMat:DATA INT,16  
                   FORMat:DATA?  
                   <-- INT,16

**Verwendung:**       SCPI-konform

### FORMat:BORDER <ByteOrder>

Sets the endianness if FORMat [:DATA] is set to INT,16.

**Parameter:**

<ByteOrder>           MSBFirst | LSBFirst  
                           LSBFirst: little endian, least significant byte first  
                           MSBFirst: big endian, most significant byte first  
                   \*RST:       LSBFirst

### CHANnel<m>:DATA:HEADer?

Returns the header of channel waveform data.

*Table 15-2: Header data*

Position	Meaning	Example
1	XStart in s	-5e-07 = -5 ns
2	XStop in s	5e-07 = 5 ns
3	Record length of the waveform, number of samples	2500
4	Number of values per sample interval. For most waveforms, the result is 1, for peak detect and envelope waveforms it is 2. If the number is 2, the number of returned values is twice the record length.	2

**Suffix:**

<m>                   1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Beispiel:**

CHAN1:DATA:HEAD?  
 -5e-07,5e-07,2500,2  
 CHANnel1:DATA? returns 5000 values.

**Verwendung:**

Nur Abfrage  
 SCPI-konform

### CHANnel<m>:DATA[:VALues]?

Returns the data of the channel waveform points for transmission from the instrument to the controlling computer. The data can be used in MATLAB, for example.

To set the data format, use FORMat [:DATA] auf Seite 516

**Suffix:**

<m>                   1|2 (RTH1002) , 1..4 (RTH1004)

**Rückgabewerte:**

<Data> List of values according to the format

**Beispiel:**

```
FORM ASC
CHAN2:DATA?
<-- -0.125000,-0.123016,-0.123016,-0.123016,
-0.123016,-0.123016,...
```

**Verwendung:**

Nur Abfrage

### 15.13.3 Screenshots

Das Beispielprogramm erstellt einen Screenshot und speichert ihn in einer Datei auf der SD-Karte. Dann werden die Screenshotdaten gelesen und gelöscht.

```
:HCOPY:LANGUage PNG
:MMEMory:NAME '/media/SD/Screenshot.png'
:HCOPY:IMMEDIATE;*OPC
:MMEMory:DATA? '/media/SD/Screenshot.png'
:MMEMory:DELeTe '/media/SD/Screenshot.png';*OPC
```

HCOPY:LANGUage.....	518
HCOPY:COLor.....	518
HCOPY:INVerse.....	518
MMEMory:NAME.....	519
HCOPY:IMMEDIATE.....	519

---

**HCOPY:LANGUage <FileFormat>**

Defines the format of the screenshot file.

**Parameter:**

```
<FileFormat>      PNG | JPG | BMP
                   *RST:      PNG
```

---

**HCOPY:COLor <BlackWhite>**

Creates a black and white screenshot.

**Parameter:**

```
<BlackWhite>      ON | OFF
                   *RST:      OFF
```

---

**HCOPY:INVerse <InverseColor>**

Inverts the colors of the output, i.e. a dark waveform is printed on a white background.

**Parameter:**

```
<InverseColor>    ON | OFF
                   *RST:      OFF
```

**MMEMory:NAME** <Filename>

Defines the filename of the next screenshot.

**Parameter:**

<Filename>                      String with the filename

**HCOPy:IMMEDIATE**

Saves the current display in a new screenshot.

**Verwendung:**                      Ereignis

### 15.13.4    Geräteeinstellungen, MMEM-Befehle

Mit Befehlen des Subsystems Mass MEMory kann auf die Speichermedien zugegriffen werden, um Geräteeinstellungen zu speichern und abzurufen.

#### Datei- und Verzeichnisnamen

Die Parameter <Dateiname> und <Verzeichnisname> sind Zeichenketten. Wird kein vollständiger Pfad angegeben, ist die Dateiposition relativ zum aktuellen Verzeichnis, abgefragt mit `MMEMory:CDIRectory?`. Der Dateiname selbst kann den Punkt als Trennzeichen für Erweiterungen enthalten.

Datei- und Verzeichnisnamen können den Windows™-Konventionen gemäß gewählt werden. Es sind alle Buchstaben und Zahlen zulässig, ebenso die Sonderzeichen "\_", "^", "\$", "~", "!", "#", "%", "&", "-", "{", "}", "(", ")", "@", und ".". Reservierte Dateinamen sind CON, AUX, COM1, ..., COM4, LPT1, ..., LPT3, NUL und PRN.

<a href="#">MMEMory:SAV</a> .....	519
<a href="#">MMEMory:RCL</a> .....	520
<a href="#">MMEMory:DATA</a> .....	520
<a href="#">MMEMory:CDIRectory</a> .....	520
<a href="#">MMEMory:MDIRectory</a> .....	521
<a href="#">MMEMory:RDIRectory</a> .....	521
<a href="#">MMEMory:DCATalog?</a> .....	521
<a href="#">MMEMory:DCATalog:LENGth?</a> .....	522
<a href="#">MMEMory:CATalog?</a> .....	522
<a href="#">MMEMory:CATalog:LENGth?</a> .....	523
<a href="#">MMEMory:COPY</a> .....	523
<a href="#">MMEMory:MOVE</a> .....	524
<a href="#">MMEMory:DELeTe</a> .....	524

**MMEMory:SAV** <FileDestination>

Stores the current instrument settings to the specified file.

**Parameter:**

<FileDestination>                      String parameter specifying path and filename of the target file.  
Wildcards are not allowed.

**Beispiel:** MMEM:SAV  
 "/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/SaveSets/SetupMeasA.dfl"  
 Saves the current instrument settings to the file  
 SetupMeasA.dfl located in the directory /media/SD/  
 Rohde-Schwarz/RTH/SaveSets/ on the microSD card.

**Verwendung:** Ereignis

### MMEMory:RCL <FileDestination>

Restores the instrument settings from the specified file.

**Parameter:**

<FileDestination> String parameter specifying path and filename of the settings file. Wildcards are not allowed.

**Beispiel:** MMEM:RCL  
 "/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/SaveSets/SetupMeasA.dfl"  
 Loads and activates the instrument settings from the file  
 SetupMeasA.dfl located in the directory /media/SD/  
 Rohde-Schwarz/RTH/SaveSets/ on the microSD card.

**Verwendung:** Ereignis

### MMEMory:DATA <FileName>,<Data>

Writes data to the specified file in the current directory (MMEMory:CDIRectory), or reads the data.

**Parameter:**

<Data> 488.2 block data  
 The block begins with the character '#'. The next digit is the length of the length information. Then the length information digits provide the number of bytes in the binary data.

**Einstell- und Abfrageparameter:**

<FileName> String parameter containing the file name

**Beispiel:** MMEM:DATA "abc.txt", #216This is the file  
 #2: the length information has two digits.  
 16: the binary data has 16 bytes.  
 MMEM:DATA? "abc.txt"  
 received: #216This is the file

### MMEMory:CDIRectory <DirectoryName>

Specifies the current directory for file access.

**Einstellparameter:**

<DirectoryName> String parameter to specify the directory.

**Beispiel:** MMEM:CDIR "/media/USB1/Data";\*OPC

---

**MMEMory:MDIRectory** <DirectoryName>

Creates a new directory with the specified name.

**Einstellparameter:**

<DirectoryName> String parameter  
Absolute path, or path relative to the current directory.

**Beispiel:** Create a directory `Data` on the USB flash device using the absolute path:

```
MMEM:MDIR "/media/USB1/Data"
```

**Verwendung:** Nur Einstellung

---

**MMEMory:RDIRectory** <DirectoryName>

Deletes the specified directory.

**Note:** All subdirectories and all files in the specified directory and in the subdirectories are deleted.

You cannot delete the current directory or a superior directory. In this case, the instrument returns an execution error.

**Einstellparameter:**

<DirectoryName> String parameter, absolute path or relative to the current directory

**Beispiel:** `MMEM:RDIR "/media/USB1/Screenshots"`  
Deletes the directory `Screenshots` on the USB flash drive.

**Verwendung:** Nur Einstellung

---

**MMEMory:DCATalog?** <DirectoryName>

Returns the subdirectories of the specified directory. The result corresponds to the number of strings returned by the `MMEMory:DCATalog:LENGth?` command.

**Abfrageparameter:**

<DirectoryName> String parameter  
Specifies the directory.

**Rückgabewerte:**

<FileEntry> String parameter  
List of subdirectory strings separated by commas. The current and the parent directories are also returned ("`.,,0`", "`.,.,0`", "`.,.,.,0`").

**Beispiel:** Query for directories using the absolute path:

```
MMEM:DCAT? "/media/USB1/*"  
received ".,,0",".,.,0","Export,,0","SaveSets,,0","SCREENSHOTS,,0"  
MMEM:DCAT:LENG? "/media/USB1/*"  
received 5
```

**Beispiel:** Query for directories in the current directory:

```
MMEM:CDIR "/media/USB1/"
MMEM:DCAT? "*"
received ".,0",",.,,0","JANUARY,,0","FEBRUARY,,0"
MMEM:DCAT:LENG? "*"
received 4
```

**Beispiel:** Query for directories starting with S:

```
MMEM:DCAT? "/media/USB1/S*"
received "SaveSets,,0","Slots,,0"
MMEM:DCAT:LENG? "/media/USB1/S*"
received 2
```

**Verwendung:** Nur Abfrage

### MMEMory:DCATalog:LENGth? <DirectoryName>

Returns the number of directories in the specified directory. The result corresponds to the number of strings returned by the `MMEMory:DCATalog?` command.

#### Abfrageparameter:

<DirectoryName> String parameter  
Specifies the directory.

#### Rückgabewerte:

<FileEntryCount> Number of directories.

**Beispiel:**

```
MMEMory:DCATalog:LENGth
"/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH"
recieved: 12
```

**Verwendung:** Nur Abfrage

### MMEMory:CATalog? <DirectoryName>[,<Format>]

Returns a list of files contained in the specified directory. The result corresponds to the number of files returned by the `MMEMory:CATalog:LENGth?` command.

The list of return values has the following order:

```
<UsedMemory>,<FreeMemory>,<FileEntry1>,<FileEntry2>,...
```

#### Abfrageparameter:

<DirectoryName> String parameter  
Specifies the directory. A filter can be used to list, for example, only files of a given file type.

<Format> ALL | WTIME  
ALL: Extended result, including file, date, time and attributes.  
WTIME: Result including file, date, time.

#### Rückgabewerte:

<UsedMemory> Total amount of storage currently used in the directory, in bytes.

<FreeMemory> Total amount of storage available in the directory, in bytes.

<b>&lt;FileEntry&gt;</b>	String parameter All files of the directory are listed with their filename, format and size in bytes.
<b>Beispiel:</b>	Query for files in the <code>SaveSets</code> directory on the USB flash drive using the absolute path: <pre>MMEM:CAT? "/media/USB1/SaveSets/*.*" received: 511104,8633856,"Settings_Mon.xml,,8", "Settings_Tue.xml,,8"</pre>
<b>Beispiel:</b>	Query for files that start with <code>Settings</code> in a user-defined directory on the USB flash drive: <pre>MMEM:CAT? "/media/USB1/Misc/Settings*.*" received: 511104,8633856,"Settings_160321.xml,,8", "Settings_160322.xml,,8"</pre>
<b>Verwendung:</b>	Nur Abfrage

---

#### **MMEMoRY:CATalog:LENGth? <DirectoryName>**

Returns the number of files in the specified directory. The result corresponds to the number of files returned by the `MMEMoRY:CATalog?` command.

#### **Abfrageparameter:**

**<PathName>** String parameter  
Directory to be queried, absolute or relative path

#### **Rückgabewerte:**

**<Count>** Number of files.

**Verwendung:** Nur Abfrage

---

#### **MMEMoRY:CoPY <FileSource>,<FileDestination>**

Copies data to another directory on the same or different storage device. The filename can be changed, too.

#### **Einstellparameter:**

**<FileSource>** String parameter  
Name and path of the file to be copied

**<FileDestination>** String parameter  
Name and path of the new file. If the file already exists, it is overwritten without notice.

**Beispiel:**

```
MMEM:CoPY "/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/SaveSets/Settings1.xml",
"/media/USB1/SaveSets/Settings1.xml"
```

**Verwendung:** Nur Einstellung

**MMEMory:MOVE** <FileSource>, <FileDestination>

Moves an existing file to a new location.

**Einstellparameter:**

<FileSource>	String parameter Path and name of the file to be moved.
<FileDestination>	String parameter Path and name of the new file.

**Beispiel:** `MMEM:MOVE "/media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/SaveSets/Settings1.xml",  
"/media/USB1/SaveSets/Settings1.xml"`

**Verwendung:** Nur Einstellung

**MMEMory:DELeTe** <FileSource>

Removes a file from the specified directory.

**Einstellparameter:**

<FileSource>	String parameter Filename and path of the file to be removed. If the path is omitted, the specified file is deleted in the current directory. Filters are not allowed.
--------------	---

**Beispiel:** `MMEM:DELeTe "/media/USB1/SaveSets/Settings1.xml"`

**Verwendung:** Nur Einstellung

## 15.14 Allgemeine Geräteeinstellungen

- [Datum und Uhrzeit](#)..... 524
- [Display-Einstellungen](#)..... 525

### 15.14.1 Datum und Uhrzeit

**SYSTem:DATE** [<Year>], [<Month>], [<Day>]

**SYSTem:DATE?** [<Year>], [<Month>]

Sets the date on the instrument.

**Parameter:**

<Day>	Bereich: 1 bis 31
	Inkrement: 1
	*RST: 1

**Einstell- und Abfrageparameter:**

<Year>	Bereich:	2012 bis 2099
	Inkrement:	1
	*RST:	2012
<Month>	Bereich:	1 bis 12
	Inkrement:	1
	*RST:	1

---

**SYSTem:TIME** [<Hours>], [<Minutes>], [<Seconds>]

**SYSTem:TIME?** [<Hours>], [<Minutes>]

Sets the time on the instrument.

**Parameter:**

<Seconds>	Bereich:	0 bis 59
	Inkrement:	1
	*RST:	1

**Einstell- und Abfrageparameter:**

<Hours>	Bereich:	0 bis 24
	Inkrement:	1
	*RST:	1
<Minutes>	Bereich:	0 bis 59
	Inkrement:	1
	*RST:	1

## 15.14.2 Display-Einstellungen

DISPlay:PERsistence[:TYPE].....	525
DISPlay:PERsistence:TIME.....	526
DISPlay:CONTrast.....	526
DISPlay:MOUS.....	526
DISPlay:LCD.....	526

---

**DISPlay:PERsistence[:TYPE]** <PersistenceType>

Defines how long every new data point remains on the screen.

**Parameter:**

<PersistenceType> OFF | OFFM | TIME | INF

**OFF**

Deactivates persistence and displays the last acquisition.

**OFFM**

Deactivates persistence and displays multiple acquisitions.

**TIME**

Data points remain on the screen for the duration defined with [DISPlay:PERsistence:TIME](#).

**INF**

Data points remain on the screen infinitely until persistence is set to OFF.

\*RST: OFF

---

**DISPlay:PERsistence:TIME** <PersistenceTime>

Sets a user-defined persistence time. The command takes effect if **DISPlay:PERsistence[:TYPE]** is set to **TIME**.

**Parameter:**

<PersistenceTime> Bereich: 0.05 bis 10  
Inkrement: 0.01  
\*RST: 0.05  
Std.-einheit: s

---

**DISPlay:CONTRast** <ContrastMode>

If enabled, the waveforms are displayed in black color on a white background.

**Parameter:**

<ContrastMode> ON | OFF  
\*RST: OFF

---

**DISPlay:MOUS** <EnableTouch>

Switches the touch functionality of the screen on or off.

If you use the instrument in an environment with immissions considerably higher than specified, the immissions can affect the touch sensitivity of the screen. In this case, disable the touch and operate the instrument using the keys and the wheel.

**Parameter:**

<EnableTouch> ON | OFF  
\*RST: OFF

---

**DISPlay:LCD** <EnableLCD>

Turns the LCD display on or off.

**Parameter:**

<EnableLCD> ON | OFF  
\*RST: OFF

---

## 15.15 WLAN-Verbindung (Option R&S RTH-K200/200US)

---

**SYSTem:COMMunicate:WLAN:MODE** <Mode>

Selects the wireless LAN function of the instrument. It can serve as an access point or as a client.

**Parameter:**

<Mode>                    ACCesspoint | CLient  
\*RST:                    ACCesspoint

## 15.16 Benutzer-Scripting (R&S RTH-K38)

---

**UAPP:PATH** <AppPath>

Sets the path and filename of the user app. Make sure to load the app to the instrument before ([MMEMory:COPY](#)).

**Parameter:**

<AppPath>                String parameter

---

**UAPP:PERSistence** <AppPersistence>

If ON,

Set the app persistence ON if the app contains commands that would otherwise reset the app, for example, \*RST, :OP, mode changes.

**Parameter:**

<AppPersistence>        ON | OFF  
\*RST:                    OFF

# Anhang

## A SCPI-Befehlsstruktur

SCPI-Befehle bestehen aus einem Header und üblicherweise einem oder mehreren Parametern. Die Header können aus mehreren mnemonischen Codes (Schlüsselwörter) zusammengesetzt sein. Abfragebefehle werden gebildet, indem ein Fragezeichen direkt an den Header angehängt wird.

Die Befehle können entweder gerätespezifisch oder geräteunabhängig sein (Universalbefehle). Universalbefehle und gerätespezifische Befehle unterscheiden sich durch ihre Syntax.

### A.1 Syntax für Universalbefehle

Universalbefehle (= geräteunabhängige Befehle) bestehen aus einem Header, dem ein Stern (\*) vorangestellt ist, und gegebenenfalls einem oder mehreren Parametern.

**Tabelle A-1: Beispiele für Universalbefehle**

*RST	RESET	Setzt das Gerät zurück.
*ESE	EVENT STATUS ENABLE	Setzt die Bits des Event-Status-Enable-Registers.
*ESR?	EVENT STATUS QUERY	Fragt den Inhalt des Event-Status-Registers ab.
*IDN?	IDENTIFICATION QUERY	Fragt den Identifikationsstring des Geräts ab.

## A.2 Syntax für gerätespezifische Befehle



Nicht alle in den folgenden Beispielen verwendeten Befehle sind notwendigerweise im Gerät implementiert. Allein zu Demonstrationszwecken wird in diesem Abschnitt davon ausgegangen, dass die folgenden Befehle verfügbar sind:

- `DISPlay[:WINDow<1...4>]:MAXimize <Boolean>`
- `FORMat:READings:DATA <type>[,<length>]`
- `HCOpy:DEvice:COLor <Boolean>`
- `HCOpy:DEvice:CMAP:COLor:RGB <red>,<green>,<blue>`
- `HCOpy[:IMMediate]`
- `HCOpy:ITEM:ALL`
- `HCOpy:ITEM:LABel <string>`
- `HCOpy:PAGE:DIMensions:QUADrant[<N>]`
- `HCOpy:PAGE:ORientation LANDscape | PORTrait`
- `HCOpy:PAGE:SCALE <numeric value>`
- `MMEMemory:COpy <file_source>,<file_destination>`
- `SENSe:BANDwidth|BWIDth[:RESolution] <numeric_value>`
- `SENSe:FREQuency:STOP <numeric value>`
- `SENSe:LIST:FREQuency <numeric_value>{,<numeric_value>}`

- [Lang- und Kurzform](#)..... 529
- [Numerische Suffixe](#)..... 530
- [Optionale mnemonische Codes](#)..... 530

### A.2.1 Lang- und Kurzform

Die mnemonischen Codes gibt es in einer Lang- und in einer Kurzform. Die Kurzform ist durch Großbuchstaben gekennzeichnet; die Langform entspricht dem vollständigen Wort. Es kann entweder die Kurzform oder die Langform eingegeben werden; andere Abkürzungen sind nicht zulässig.

#### Beispiel:

`HCOpy:DEvice:COLor ON` ist gleichbedeutend mit `HCOP:DEV:COL ON`.



#### Unabhängigkeit von Groß-/Kleinschreibung

Groß- und Kleinschreibung dienen lediglich zur Unterscheidung der beiden Formen im Handbuch; das Gerät selbst unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinbuchstaben.

## A.2.2 Numerische Suffixe

Wenn ein Befehl auf mehrere Instanzen eines Objekts anwendbar ist, z. B. bestimmte Kanäle oder Quellen, können die betreffenden Instanzen durch ein Suffix spezifiziert werden, das zum Befehl hinzugefügt wird. Numerische Suffixe werden in spitzen Klammern ( $\langle 1 \dots 4 \rangle$ ,  $\langle n \rangle$ ,  $\langle i \rangle$ ) angegeben und im Befehl durch einen einzelnen Wert ersetzt. Eingaben ohne Suffix werden als Angaben mit Suffix 1 interpretiert.

### Beispiel:

Definition: `HCOPY:PAGE:DIMensions:QUADrant[<N>]`

Befehl: `HCOP:PAGE:DIM:QUAD2`

Dieser Befehl bezieht sich auf Quadrant 2.



### Andere Nummerierungen bei Fernsteuerung

Bei Fernsteuerung kann sich das Suffix von der Nummer der entsprechenden Auswahl bei Handbedienung unterscheiden. SCPI schreibt vor, dass die Suffixzählung mit 1 beginnt. Suffix 1 ist die Grundeinstellung, die verwendet wird, wenn kein bestimmtes Suffix angegeben ist.

Einige Normen geben eine feste Nummerierung vor, die mit 0 beginnt. Wenn sich die Nummerierung bei Handbedienung und Fernbedienung unterscheiden, wird bei dem betreffenden Befehl darauf hingewiesen.

## A.2.3 Optionale mnemonische Codes

Bei manchen Befehlssystemen können bestimmte mnemonische Codes in den Header eingefügt oder ausgelassen werden. Diese Codes sind in der Beschreibung durch eckige Klammern gekennzeichnet. Das Gerät muss die Langform der Befehle erkennen, um mit dem SCPI-Standard kompatibel zu sein. Einige Befehle werden durch diese optionalen mnemonischen Codes erheblich verkürzt.

### Beispiel:

Definition: `HCOPY[:IMMEDIATE]`

Befehl: `HCOP:IMM` ist gleichbedeutend mit `HCOP`.



### Optionale mnemonische Codes mit numerischen Suffixes

Ein optionaler mnemonischer Code darf nicht ausgelassen werden, wenn er ein numerisches Suffix enthält, das für die Wirkung des Befehls relevant ist.

### Beispiel:

Definition: `DISPlay[:WINDow<1...4>]:MAXimize <Boolean>`

Befehl: `DISP:MAX ON` bezieht sich auf Fenster 1.

Um ein anderes Fenster als 1 anzusprechen, müssen Sie den optionalen Parameter `WINDow` mit dem Suffix für das betreffende Fenster einfügen.

`DISP:WIND2:MAX ON` bezieht sich auf Fenster 2.

## A.3 SCPI-Parameter

Viele Befehle werden durch einen Parameter oder eine Liste von Parametern ergänzt. Die Parameter müssen durch ein "White Space" (ASCII-Code 0 bis 9, 11 bis 32 dezimal, z. B. Leerzeichen) vom Header getrennt werden.

Die für jeden Befehl erforderlichen Parameter und der zulässige Wertebereich sind in der Befehlsbeschreibung angegeben.

Zulässige Parameter:

• Numerische Werte.....	531
• Spezielle numerische Werte.....	532
• Boolesche Parameter.....	532
• Textparameter.....	533
• Zeichenketten.....	533
• Blockdaten.....	533

### A.3.1 Numerische Werte

Numerische Werte können in beliebiger Form eingegeben werden, also auch mit Vorzeichen, Dezimalpunkt und Exponent. Werte, die die Auflösung des Geräts überschreiten, werden auf- oder abgerundet. Die Mantisse darf bis zu 255 Zeichen umfassen und der Exponent muss im Wertebereich -32000 bis 32000 liegen. Der Exponent wird durch ein "E" oder "e" eingeleitet. Eine Eingabe nur des Exponenten ist nicht zulässig.

#### Beispiel:

```
SENS:FREQ:STOP 1500000 = SENS:FREQ:STOP 1.5E6
```

#### Einheiten

Für physikalische Größen kann die Einheit eingegeben werden. Fehlt die Angabe der Einheit, wird die Grundeinheit verwendet. Zulässige Einheitenpräfixe:

- G (Giga)
- MA (Mega), MOHM, MHZ
- K (Kilo)
- M (Milli)
- U (Mikro)
- N (Nano)

#### Beispiel:

```
SENSe:FREQ:STOP 1.5GHz = SENSe:FREQ:STOP 1.5E9
```

Für einige Einstellungen können relative Werte in Prozent angegeben werden. Gemäß SCPI-Standard wird diese Einheit durch die Zeichenkette `PCT` dargestellt.

**Beispiel:**

HCOP:PAGE:SCAL 90PCT

**A.3.2 Spezielle numerische Werte**

Die folgenden mnemonischen Codes sind spezielle numerische Werte. Als Antwort auf einen Abfragebefehl wird der numerische Werte zurückgegeben.

- **MIN und MAX:** bezeichnen den Minimal- bzw. Maximalwert.
- **DEF:** bezeichnet einen voreingestellten Wert, der im EPROM gespeichert wurde. Dieser Wert entspricht der Grundeinstellung, wie sie vom Befehl \*RST abgerufen wird.
- **UP und DOWN:** erhöht bzw. verringert den numerischen Wert um einen Schritt. Die Schrittweite kann mit einem zugehörigen Schrittbefehl für jeden Parameter, der über UP und DOWN einstellbar ist, angegeben werden.
- **INF und NINF:** INFINITY und Negative INFINITY (NINF) stehen für die numerischen Werte 9.9E37 bzw. -9.9E37. INF und NINF werden nur als Geräteantworten gesendet.
- **NAN:** Not A Number (NAN) steht für den Wert 9.91E37. NAN wird nur als Geräteantwort gesendet. Dieser Wert ist nicht definiert. Mögliche Ursachen sind die Division von null durch null, die Subtraktion von Unendlich von Unendlich und die Darstellung fehlender Werte.

**Beispiel:**

Einstellbefehl: SENSE:LIST:FREQ MAXimum

Abfragebefehl: SENS:LIST:FREQ?

Antwort: 3.5E9

**Abfragebefehle für spezielle numerische Werte**

Die numerischen Werte von MAXimum/MINimum/DEFault können abgefragt werden, indem der entsprechende mnemonische Code hinter dem Fragezeichen hinzugefügt wird.

Beispiel: SENSE:LIST:FREQ? MAXimum

Gibt den maximalen Wert als Ergebnis zurück.

**A.3.3 Boolesche Parameter**

Boolesche Parameter repräsentieren zwei Zustände. Der Zustand „EIN“ (logisch wahr) wird durch „ON“ oder den numerischen Wert 1 dargestellt. Der Zustand „AUS“ (logisch falsch) wird durch „OFF“ oder den numerischen Wert 0 dargestellt. Die numerischen Werte werden als Antwort auf einen Abfragebefehl zurückgegeben.

**Beispiel:**

Einstellbefehl: `HCOPY:DEV:COL ON`

Abfragebefehl: `HCOPY:DEV:COL?`

Antwort: 1

### A.3.4 Textparameter

Textparameter unterliegen den Syntaxregeln für mnemonische Codes, d. h., sie können in Kurz- oder Langform eingegeben werden. Wie alle Parameter müssen sie durch ein White Space vom Header getrennt werden. Als Antwort auf einen Abfragebefehl wird die Kurzform des Textparameters zurückgegeben.

**Beispiel:**

Einstellbefehl: `HCOPY:PAGE:ORIENTATION LANDscape`

Abfragebefehl: `HCOPY:PAGE:ORI?`

Antwort: LAND

### A.3.5 Zeichenketten

Geben Sie Zeichenketten stets in Anführungszeichen (' oder ") ein.

**Beispiel:**

`HCOPY:ITEM:LABEL "Test1"`

`HCOPY:ITEM:LABEL 'Test1'`

### A.3.6 Blockdaten

Blockdaten sind ein Format, das sich für die Übertragung großer Datenmengen eignet. Ein Befehl mit einem Blockdatenparameter ist beispielsweise wie folgt aufgebaut:

```
FORMat:READings:DATA #45168xxxxxxxx
```

Das ASCII-Zeichen # leitet den Datenblock ein. Die nächste Zahl gibt an, wie viele der folgenden Ziffern die Länge des Datenblocks beschreiben. Im Beispiel geben die vier nachfolgenden Ziffern die Länge 5168 Bytes an. Es folgen die Datenbytes. Bei der Übertragung dieser Datenbytes werden alle Ende- oder sonstigen Steuerzeichen ignoriert, bis alle Bytes übertragen wurden.

#0 gibt einen Datenblock undefinierter Länge an. Bei Verwendung des undefinierten Formats muss der Datenblock mit einer `NL^END`-Nachricht beendet werden. Dieses Format ist nützlich, wenn die Länge der Übertragung nicht bekannt ist oder die Geschwindigkeit oder andere Umstände eine Segmentierung der Daten in Blöcke mit definierter Länge nicht zulassen.

## A.4 Übersicht über Syntaxelemente

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Syntaxelemente und Sonderzeichen.

**Tabelle A-2: Syntaxelemente**

:	Der Doppelpunkt trennt die mnemonischen Codes eines Befehls.
;	Das Semikolon trennt zwei Befehle einer Befehlszeile. Der Pfad bleibt unverändert.
,	Das Komma trennt mehrere Parameter eines Befehls.
?	Das Fragezeichen bildet einen Abfragebefehl.
*	Der Stern markiert einen Universalbefehl (Common Command).
' '	Anführungszeichen leiten eine Zeichenkette ein und schließen sie ab (sowohl einfache als auch doppelte Anführungszeichen sind möglich).
#	Das Raute-Symbol führt die folgenden Zahlensysteme ein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binär: #B10110</li> <li>• Oktal: #O7612</li> <li>• Hexadezimal: #HF3A7</li> <li>• Blockdaten: #21312</li> </ul>
	Ein "White Space" (ASCII-Code 0 bis 9, 11 bis 32 dezimal, z. B. Leerzeichen) trennt den Header von den Parametern.

Tabelle A-3: Sonderzeichen

	<p><b>Parameter</b></p> <p>Ein senkrechter Strich in Parameterdefinitionen kennzeichnet alternative Möglichkeiten im Sinne von "oder". Die Wirkung des Befehls hängt davon ab, welcher Parameter verwendet wird.</p> <p>Beispiel:</p> <p>Definition: <code>HCOPY:PAGE:ORIENTATION LANDscape   PORTRait</code></p> <p>Der Befehl <code>HCOPY:PAGE:ORI LAND</code> stellt das Querformat ein</p> <p>Der Befehl <code>HCOPY:PAGE:ORI PORT</code> stellt das Hochformat ein</p> <p><b>Mnemonicische Codes</b></p> <p>Es gibt für mehrere Befehle eine Auswahl an mnemonicischen Codes mit identischer Wirkung. Diese Codes stehen in derselben Zeile; sie sind durch einen senkrechten Strich getrennt. Nur einer dieser mnemonicischen Codes muss im Header des Befehls angegeben werden. Die Wirkung des Befehls ist unabhängig davon, welcher der Codes verwendet wird.</p> <p>Beispiel:</p> <p>Definition: <code>SENSE:BANDwidth BWIDTH[:RESolution] &lt;numeric_value&gt;</code></p> <p>Die beiden folgenden Befehle haben dieselbe Bedeutung:</p> <p><code>SENS:BAND:RES 1</code></p> <p><code>SENS:BWID:RES 1</code></p>
[]	<p>Mnemonicische Codes in eckigen Klammern sind optional und können in den Header eingefügt oder ausgelassen werden.</p> <p>Beispiel: <code>HCOPY[:IMMEDIATE]</code></p> <p><code>HCOP: IMM</code> ist gleichbedeutend mit <code>HCOP</code></p>
{ }	<p>Parameter in geschweiften Klammern sind optional und können einmal oder mehrfach eingefügt (oder ausgelassen) werden.</p> <p>Beispiel: <code>SENSE:LIST:FREQUENCY &lt;numeric_value&gt;{,&lt;numeric_value&gt;}</code></p> <p>Dies sind gültige Befehle:</p> <p><code>SENS:LIST:FREQ 10</code></p> <p><code>SENS:LIST:FREQ 10,20</code></p> <p><code>SENS:LIST:FREQ 10,20,30,40</code></p>

## A.5 Struktur einer Befehlszeile

Eine Befehlszeile kann aus einem oder mehreren Befehlen bestehen. Sie wird durch eins der folgenden Elemente abgeschlossen:

- <Neue Zeile>
- <Neue Zeile> mit EOI
- EOI zusammen mit dem letzten Datenbyte

Mehrere Befehle in einer Befehlszeile müssen durch ein Semikolon (";") getrennt werden.

**Beispiel:**

```
MMEM:COPY "Test1","MeasurementXY";:HCOP:ITEM ALL
```

Diese Befehlszeile enthält zwei Befehle. Der erste Befehl gehört zum System MMEM, der zweite zum System HCOP. Wenn der nächste Befehl zu einem anderen Befehlssystem gehört, steht hinter dem Semikolon ein Doppelpunkt.

**Beispiel:**

```
HCOP:ITEM ALL;:HCOP:IMM
```

Diese Befehlszeile enthält zwei Befehle. Beide Befehle sind Teil des Befehlssystems HCOP, d. h., sie haben eine gemeinsame Ebene.

Wenn aufeinanderfolgende Befehle zum selben System gehören (mit einer oder mehreren gemeinsamen Ebenen), kann die Befehlszeile abgekürzt werden. Wird die Befehlszeile abgekürzt, beginnt der zweite Befehl auf der Ebene unter HCOP. Der Doppelpunkt nach dem Semikolon wird weggelassen. Die abgekürzte Form der Befehlszeile liest sich wie folgt:

```
HCOP:ITEM ALL;IMM
```

**Beispiel:**

```
HCOP:ITEM ALL
```

```
HCOP:IMM
```

Eine neue Befehlszeile beginnt immer mit dem vollständigen Pfad.

## A.6 Antworten auf Abfragebefehle

Sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, gibt es zu jedem Einstellbefehl einen Abfragebefehl. Er wird gebildet, indem ein Fragezeichen zum betreffenden Einstellbefehl hinzugefügt wird. Gemäß dem SCPI-Standard unterliegen die Antworten auf Abfragebefehle teilweise strengeren Regeln als in der Norm IEEE 488.2.

- Der angeforderte Parameter wird ohne Header gesendet.  
**Beispiel:** `HCOP:PAGE:ORI?`  
Antwort: `LAND`
- Maximalwerte, Minimalwerte und alle anderen Größen, die mit einem speziellen Textparameter angefordert werden, werden als numerische Werte zurückgegeben.  
**Beispiel:** `SENSe:FREQuency:STOP? MAX`  
Antwort: `3.5E9`
- Numerische Werte werden ohne Einheit ausgegeben. Physikalische Größen beziehen sich auf die Grundeinheiten oder die mit dem Befehl `Unit` eingestellten Einheiten. Die Antwort `3.5E9` im obigen Beispiel steht für 3,5 GHz.
- Wahrheitswerte (Boolesche Werte) werden als 0 (für OFF) und 1 (für ON) zurückgegeben.  
**Beispiel:**  
Einstellbefehl: `HCOPy:DEV:COL ON`  
Abfragebefehl: `HCOPy:DEV:COL?`

Antwort: 1

- Text (Zeichendaten) wird in Kurzform zurückgegeben.

**Beispiel:**

Einstellbefehl: `HCOPY:PAGE:ORIENTATION LANDscape`

Abfragebefehl: `HCOP:PAGE:ORI?`

Antwort: `LAND`

- Ungültige numerische Ergebnisse  
Manchmal, vor allem wenn ein Ergebnis aus mehreren numerischen Werten besteht, werden ungültige Werte als `9.91E37` (keine Zahl) zurückgegeben.

## B Befehlssequenz und Synchronisation

IEEE 488.2 unterscheidet zwischen überlappenden (asynchronen) und sequenziellen Befehlen:

- Ein sequenzieller Befehl beendet seine Ausführung, bevor die Ausführung des nächsten Befehls gestartet wird. Befehle, die schnell verarbeitet werden, sind in der Regel als sequenzielle Befehle implementiert.
- Ein überlappender oder asynchroner Befehl endet nicht automatisch, bevor der nächste Befehl gestartet wird. Die Verarbeitung überlappender Befehle dauert normalerweise länger, sodass das Programm währenddessen andere Aufgaben erledigen kann. Wenn überlappende Befehle in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden müssen, um beispielsweise falsche Messergebnisse zu verhindern, müssen sie sequenziell abgearbeitet werden. Dieses Verfahren wird als Synchronisation zwischen der Steuereinheit und dem Gerät bezeichnet.



Grundsätzlich sollten Befehle und Abfragen in verschiedenen Programmnachrichten, d. h. in separaten Befehlszeilen, gesendet werden.

Geben Sie Abfragen und Befehle, die den abgefragten Wert betreffen, nicht in einer einzigen Programmnachricht an, da die Antwort auf die Abfrage nicht vorhersehbar ist.

Die folgenden Nachrichten liefern immer richtige Ergebnisse:

```
:CHAN:SCAL 0.01;POS 1
```

```
:CHAN:SCAL?
```

Ergebnis: 0.01 (10 mV/div)

Grund: Befehle in einer einzigen Befehlszeile anzugeben, selbst wenn sie als sequenzielle Befehle implementiert sind, bedeutet nicht, dass sie auch in der Reihenfolge ausgeführt werden, in der sie empfangen wurden.

Weitere Informationen siehe:

- [rohde-schwarz.com/rckb](http://rohde-schwarz.com/rckb): Rohde & Schwarz Webseite mit Informationen zu Gerätetreibern und zur Fernsteuerung.
- "Automatic Measurement Control - A tutorial on SCPI and IEEE 488.2" von John M. Pieper (R&S Bestellnummer 0002.3536.00). Das Buch enthält detaillierte Informationen zu Konzepten und Definitionen von SCPI.

### B.1 Überlappende Ausführung verhindern

Eine überlappende Ausführung von Befehlen kann durch den `*OPC`, `*OPC?` oder `*WAI` verhindert werden. Alle drei Befehle bewirken, dass eine bestimmte Aktion erst ausgelöst wird, nachdem die Hardware eingestellt ist. Der Steuerrechner kann gezwungen werden, auf das Eintreten der jeweiligen Aktion zu warten.

Tabelle B-1: Synchronisation mithilfe von \*OPC, \*OPC? und \*WAI

Befehl	Aktion	Programmierung des Controllers
*OPC	Setzt das Operation Complete-Bit im Standard Event Status Register (ESR), nachdem alle vorherigen Befehle ausgeführt wurden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 im ESE setzen</li> <li>• Bit 5 im SRE setzen</li> <li>• Auf Bedienruf (SRQ) warten</li> </ul>
*OPC?	Hält die Verarbeitung des Befehls an, bis 1 zurückgegeben wird. Die 1 wird zurückgegeben, sobald alle anstehenden Operationen ausgeführt wurden.	Senden von *OPC? direkt nach dem Befehl, dessen Bearbeitung abgeschlossen sein muss, bevor weitere Befehle ausgeführt werden.
*WAI	Unterbricht die weitere Befehlsverarbeitung, bis alle Befehle, die vor dem Befehl Wait-to-Continue (WAI) ausgeführt worden sind.	Senden von *WAI direkt nach dem Befehl, dessen Bearbeitung abgeschlossen sein muss, bevor weitere Befehle ausgeführt werden.

Befehlsynchronisation mit \*WAI oder \*OPC? ist eine gute Wahl, wenn der überlappte Befehl nur wenig Zeit für die Verarbeitung hat. Die beiden Synchronisationsbefehle blockieren einfach die überlappende Verarbeitung des Befehls. Hängen Sie den Synchronisationsbefehl beispielsweise wie folgt an den überlappten Befehl an:

```
SINGLE; *OPC?
```

Bei überlappten Befehlen, deren Ausführung längere Zeit in Anspruch nimmt, können Sie den Steuerrechner oder das Messgerät andere sinnvolle Arbeiten ausführen lassen, während auf die Ausführung des Befehls gewartet wird. Sie haben mehrere Möglichkeiten:

#### \*OPC mit einem Service Request

1. Führen Sie \*ESE 1 aus

Setzt das OPC-Maskenbit (Bit Nr. 0) vom Standard Event Status Register (ESR) auf 1

2. Führen Sie \*SRE 32 aus

Setzt das Event Status Bit (ESB - Bit Nr. 5) vom Service Request Enable Register (SRE) auf 1, um den ESB-Service-Request zu aktivieren.

3. Senden Sie den überlappten Befehl mit \*OPC

Beispiel: INIT; \*OPC

4. Warten Sie auf einen ESB-Service-Request.

Der Service Request zeigt an, dass die Verarbeitung des überlappten Befehls abgeschlossen ist.

#### \*OPC? mit einem Service Request

1. Führen Sie \*SRE 16 aus

Setzt das Message Available-Bit (MAV - Bit Nr. 4) vom Service Request Enable Register (SRE) auf 1, um den MAV-Service-Request zu aktivieren.

2. Senden Sie den überlappten Befehl mit \*OPC?

Beispiel: INIT; \*OPC?

3. Warten Sie auf einen MAV-Service-Request.

Der Service Request zeigt an, dass die Verarbeitung des überlappten Befehls abgeschlossen ist.

#### **Event-Status-Enable-Register (ESE)**

1. Führen Sie `*ESE 1` aus

Setzt das OPC-Maskenbit (Bit Nr. 0) vom Standard Event Status Register (ESR) auf 1

2. Senden Sie den überlappten Befehl ohne `*OPC`, `*OPC?` oder `*WAI`.

Beispiel: `INIT; *OPC?`

3. Fragen Sie den Status "Operation Complete" periodisch ab (mit einem Timer) und verwenden Sie dazu die Befehlsfolge: `*OPC; *ESR?`

Ein Rückgabewert (LSB) von 1 zeigt an, dass die Verarbeitung des überlappten Befehls abgeschlossen ist.

## C Benutzer-Scripting (R&S RTH-K38)

Mit der Scripting-Option R&S RTH-K38 können Sie Ihre eigenen Apps ausführen, um Messungen zu automatisieren oder bestimmte Ergebnisse zu visualisieren, die im Produkt nicht verfügbar sind. Die Option stellt die Schnittstelle zum Starten der Apps und ein App-Fenster zum Anzeigen der Ergebnisse zur Verfügung. Apps sind in der Option nicht enthalten.

### C.1 Laden von Benutzer-Apps auf das Gerät

Bevor Sie Ihre App ausführen lassen können, müssen Sie die Datei auf die interne SD-Karte in den Ordner `media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/apps` kopieren.

Zum Kopieren der App-Datei können Sie Folgendes verwenden:

- Das Tool „Dateisystem durchsuchen“ (Browse Filesystem) auf dem Gerät:  
[FILE] > „Dateisystem- Tools“ (Filesystem Tools) > „Dateisystem durchsuchen“ (Browse Filesystem)  
Wählen Sie die Datei auf dem USB-Stick aus, und kopieren Sie sie in den lokalen `apps`-Ordner.
- Die Upload-Funktion im „Datei-Browser“ (File Browser).

### C.2 Ausführen von Benutzer-Apps

Wenn die App-Datei auf der internen SD-Karte zur Verfügung steht, können Sie die App starten.

#### Starten einer App

1. Drücken Sie die Taste [MODE].
2. Wählen Sie „User“ aus.



3. Wählen Sie die App im Ordner `media/SD/Rohde-Schwarz/RTH/apps`.  
Wurde noch keine App-Datei kopiert, ist der Ordner leer.

Die App wird ausgeführt, und die Ergebnisse werden im App-Fenster angezeigt.

Der entsprechende Fernsteuerbefehl lautet `UAPP:PATH`.

### Stoppen einer laufenden App

- ▶ Tippen Sie auf das Symbol „Schließen“ in der rechten oberen Ecke des Hilfefensters, oder drücken Sie die Taste [BACK]. [PRESET] stoppt die App ebenfalls.

### Wenn eine App ausgeführt wird

Das Gerät arbeitet wie folgt, wenn eine App ausgeführt wird:

- Das App-Fenster überdeckt einen Teil der Messanzeige. Um das Fenster zu verschieben, tippen Sie links neben dem Symbol „Schließen“, und ziehen Sie es an die gewünschte Stelle.
- Die Tasten und der Touchscreen funktionieren normal und sind nicht blockiert. Verändern Sie keine Einstellungen, die Einfluss auf die Messungen und Ergebnisse der ausgeführten App haben.
- Die normale Fernsteuerung und Benutzer-Apps können nicht gleichzeitig ausgeführt werden.
- Wenn Sie das Messgerät ausschalten, während eine App ausgeführt wird, wird die App automatisch gestartet, sobald Sie das Messgerät wieder einschalten.

## C.3 Über Benutzer-Apps

Wenn Sie Ihre eigenen Apps entwickeln, beachten Sie die folgenden Grundregeln und Hinweise:

- Jede App ist eine HTML-Seite, deren Dateinamenserweiterung `.html` lauten muss.
- Die Skriptsprache ist JavaScript. Die `jquery.js`-Bibliothek ist auf dem Messgerät verfügbar.
- Es kann eine einfache Formatvorlage `/css/appstyle.css` verwendet werden.
- Um die anfängliche Größe und Position des App-Fensters festzulegen, fügen Sie ein Meta-Tag in das `<head>`-Element der Datei ein, zum Beispiel `<meta name="RS_PagePos" content="400,40,390,400"> <!-- xleft,ytop,width,height -->`

### Verwenden von SCPI-Befehlen

Verwenden Sie zum Steuern von Messgerätefunktionen Remote-Befehle mit der Bibliothek `scpi.js`. Die relevanten Befehle sind `init()`, `query()`, `post()` und `get()`.

Verwenden Sie `scpi.init()` für Befehle, die sonst die App zurücksetzen würden, zum Beispiel `*RST`, `:OP`. Der entsprechende Remote-Befehl lautet `UAPP:PERSistence`.

Die folgenden einfachen Beispiele veranschaulichen die Verwendung von SCPI-Befehlen:

```
var scpi = new SCPI();
scpi.init( initCmd, callback ); // the initCmd (string) may contain "*RST"
scpi.query( cmd, callback ); // cmd (string) may contain one or more queries e.g. "*IDN?"
```

```
scpi.post( data, callback );
scpi.get( callback );
```

Befehle können verkettet und durch Semikolon getrennt werden. Beispiel:  
 "\*RST;:CURS:FUNC TRAC;:CURS:STAT ON;"

Der Init- und Query-Callback ist vom Typ `Function(String response)`, wobei die Parameterantwort die Abfrageergebnisse und den Fehlerstatus enthält, jeweils durch Semikolon getrennt. Beispielsweise könnte eine Abfrage wie folgende Rückmeldung liefern: `1;TRAC;0.050196078431;-0.050196078431;0,"No error"`.

Verwenden Sie für die Synchronisierung den Callback. Bereiten Sie den nächsten Befehl oder die nächste Abfrage vor, wenn der vorherige Befehl zurückgegeben wurde.

### Fehlersuche in der App

1. Kopieren Sie die App-Datei auf das Messgerät.
2. Schließen Sie das Gerät an das LAN.
3. Öffnen Sie auf dem Computer den Browser.
4. Geben Sie folgende Adresse ein: `http://<RTH-Url>/apps/<appname>.html`. Starten Sie *nicht* die App auf dem Messgerät.

Die App wird nun im Browserfenster auf dem Computer ausgeführt. Die Anzeige kann aufgrund unterschiedlicher Schriftarten und Fenstergrößen anders aussehen.

5. Starten Sie den integrierten Debugger des Browsers, üblicherweise mit [F12].

Wenn Sie weitere Unterstützung benötigen, wenden Sie sich bitte an den Customer Support von Rohde & Schwarz.

## C.4 Demo-App

Der folgende Code ist eine Beispiel-App zur Veranschaulichung der Dateistruktur und der Verwendung von Remote-Befehlen. Sie können den Code in eine HTML-Datei kopieren, die Datei auf die interne SD-Karte kopieren und die App starten. Sie können sich auch an den Customer Support von Rohde & Schwarz wenden, um die Datei zu erhalten.

```
<!doctype html>
<html>
<!-- User App Demo page for Rohde & Schwarz RTH -->
<head>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="/css/appstyle.css">
<meta charset="utf-8">
<meta name="RS_PagePos" content="400,40,390,400"> <!-- xleft,ytop,width,height -->
<title>Demo</title>
<script src="/jquery.js"></script>

<script src="/scpi.js"></script>
```

```
</head>

<body>
<h1 id="MyHeader">Web-App Demo</h1>
Cursor state: <span id=CursorState>0</span><br>
<span id=CursorType>Type: VERT</span><br>
<span id=CursorX1>x1: 0</span><br>
<span id=CursorX2>x2: 0</span><br>
<span id=CursorY1>y1: 0</span><br>
<span id=CursorY2>y2: 0</span><br>
<input type="checkbox" id="CursorStateButton">
<span id="CursorCBState">Cursor state</span><br>
<canvas id="MyCanvas" width="300" height="150" style="border:1px solid #d3d3d3;">
Your browser does not support the HTML5 canvas tag.</canvas>
<script>
var scpi = new SCPI();

var bInit = true;
var a1 = new Array();
var a2 = new Array();

var g_aMax=0;
var g_aMin=0;

function calcRange( a ) {
    var i;
    for( i=0; i<a.length; ++i )
    {
        var y = a[i];
        if ( bInit && !isNaN(y) ) {
            g_aMax = y;
            g_aMin = y;
            bInit = false;
        }

        if ( y>g_aMax && !isNaN(y) )
            g_aMax = y;

        if ( y<g_aMin && !isNaN(y) )
            g_aMin = y;
    }
}

function drawPath( a, ctx, width, height ) {

    var aMax = g_aMax;
    var aMin = g_aMin;
    if ( aMax==aMin )
```

```

        aMax = aMin + 1;

    var i;

    ctx.beginPath();
    for( i=0; i<a.length; ++i )
    {
        var y = height * ( 1 - (a[i]-aMin) / (aMax - aMin) );
        if ( i==0 )
            ctx.moveTo(0,y);
        else
            ctx.lineTo(i*3,y);
    }
    ctx.stroke();
}

function updateCanvas(y1,y2) {
    var c=document.getElementById("MyCanvas");
    var ctx=c.getContext("2d");

    ctx.fillStyle="#000040";
    ctx.fillRect(0,0,c.width,c.height);

    if ( ! isNaN(y1) && ! isNaN(y2) )
    {
        a1.push(y1);
        a2.push(y2);

        while( a1.length > 100 )
        {
            a1.shift();
            a2.shift();
        }

        calcRange(a1);
        calcRange(a2);

        ctx.strokeStyle="#FF8000";
        drawPath( a1, ctx, c.width, c.height );
        ctx.strokeStyle="#00FF00";
        drawPath( a2, ctx, c.width, c.height );
    }
}

function doUpdate() {
    scpi.query( ":RUN;:CURS:STAT?:FUNC?:X1P?:X2P?:Y1P?:Y2P?:Y1AM?:Y2AM?", function(r) {
        var results = r.split(";");
        var s = results[0];
        var f = results[1];
        $("#CursorState").text( s=="0" ? "off" : "on" );
    });
}

```

```

$("#CursorType").text( "Type: " + f );
$("#CursorType").css("display", s=="0" ? "none" : "" );
var bTrac = f=="TRAC";
var bShowX = f == "VERT" || bTrac;
var bShowY = f == "HOR" || bTrac;
$("#CursorX1").css("display", s=="1" && bShowX ? "" : "none" );
$("#CursorX2").css("display", s=="1" && bShowX ? "" : "none" );
$("#CursorY1").css("display", s=="1" && bShowY ? "" : "none" );
$("#CursorY2").css("display", s=="1" && bShowY ? "" : "none" );
$("#CursorX1").text( "x1: " + results[2] );
$("#CursorX2").text( "x2: " + results[3] );
var y1 = (bTrac ? results[6] : results[4]);
var y2 = (bTrac ? results[7] : results[5]);
$("#CursorY1").text( "y1: " + y1 );
$("#CursorY2").text( "y2: " + y2 );

// Set checkbox state
$("#CursorStateButton").prop("checked",s == "1" );
updateCanvas(parseFloat(+y1),parseFloat(+y2));
setTimeout( "doUpdate()", 0); // Prepare for next update
} );
}

$(document).ready(function() {

var initCmd =
    "*RST;" +
    ":CURS:FUNC TRAC;" +
    ":CURS:STAT ON;" +
    ":TRIG:MODE SING;"
    ;

scpi.init( initCmd, doUpdate ); // when initCmd is complete start updates

$("#CursorStateButton").click(function(){
    var state = $("#CursorStateButton").prop("checked");
    var param = state ? "1" : "0";
    var serialData = "CURS:STAT " + param;
    scpi.post( serialData, function(){} );
    bInit = true;
});
});

</script>
</body>
</html>

```

## Liste der Befehle

ACQuire:ARESet:IMMediate.....	330
ACQuire:AVAIlable?.....	368
ACQuire:AVERAge:COUnT.....	329
ACQuire:MODE.....	329
ACQuire:POINts:ARATe?.....	331
ACQuire:POINts:PRESelect.....	330
ACQuire:POINts[:VALue]?.....	331
ACQuire:RESolution?.....	331
ACQuire:WAVeformupd.....	330
AUToscale.....	321
BUS:CAN:BITRate.....	474
BUS:CAN:DATA:SOURce.....	473
BUS:CAN:DATA:THReshold.....	475
BUS:CAN:FCOunt?.....	482
BUS:CAN:FDATa:ABITRate.....	475
BUS:CAN:FDATa:ASAMplepoint.....	475
BUS:CAN:FDATa:DBITRate.....	476
BUS:CAN:FDATa:DSAMplepoint.....	476
BUS:CAN:FDATa:ENABle.....	476
BUS:CAN:FDATa:FRAMe<m>:STANdard?.....	486
BUS:CAN:FDATa:PSStandarD.....	476
BUS:CAN:FRAMe<m>:ACKState?.....	484
BUS:CAN:FRAMe<m>:ACKValue?.....	482
BUS:CAN:FRAMe<m>:BSEPosition?.....	482
BUS:CAN:FRAMe<m>:BYTE<n>:STATe?.....	483
BUS:CAN:FRAMe<m>:BYTE<n>:VALue?.....	483
BUS:CAN:FRAMe<m>:CSSTate?.....	484
BUS:CAN:FRAMe<m>:CSValue?.....	483
BUS:CAN:FRAMe<m>:DATA?.....	484
BUS:CAN:FRAMe<m>:DLCState?.....	484
BUS:CAN:FRAMe<m>:DLCValue?.....	484
BUS:CAN:FRAMe<m>:IDSTate?.....	484
BUS:CAN:FRAMe<m>:IDTYPe?.....	485
BUS:CAN:FRAMe<m>:IDVAlue?.....	485
BUS:CAN:FRAMe<m>:NDBYtes?.....	485
BUS:CAN:FRAMe<m>:SDATa?.....	486
BUS:CAN:FRAMe<m>:START?.....	486
BUS:CAN:FRAMe<m>:STATus?.....	486
BUS:CAN:FRAMe<m>:STOP?.....	486
BUS:CAN:FRAMe<m>:SYMBol?.....	487
BUS:CAN:FRAMe<m>:TYPE?.....	487
BUS:CAN:SAMPlEpoint.....	475
BUS:CAN:TECHnology.....	474
BUS:CAN:TYPE.....	474
BUS:FORMat.....	449
BUS:I2C:FCOunt?.....	454
BUS:I2C:FRAMe<m>:AACcEss?.....	454

BUS:I2C:FRAMe<m>:ACCess?	454
BUS:I2C:FRAMe<m>:ACOMplete?	454
BUS:I2C:FRAMe<m>:ADBStart?	455
BUS:I2C:FRAMe<m>:ADDRes?	455
BUS:I2C:FRAMe<m>:ADEVice?	455
BUS:I2C:FRAMe<m>:AMODE?	455
BUS:I2C:FRAMe<m>:ASTart?	456
BUS:I2C:FRAMe<m>:BCOut?	456
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:ACCess?	456
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:ACKStart?	456
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:COMplete?	457
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:STARt?	457
BUS:I2C:FRAMe<m>:BYTE<n>:VALue?	457
BUS:I2C:FRAMe<m>:DATA?	458
BUS:I2C:FRAMe<m>:RWBStart?	458
BUS:I2C:FRAMe<m>:STARt?	458
BUS:I2C:FRAMe<m>:STATus?	458
BUS:I2C:FRAMe<m>:STOP?	459
BUS:I2C:SCL:SOURce	450
BUS:I2C:SCL:THReshold	450
BUS:I2C:SDA:SOURce	450
BUS:I2C:SDA:THReshold	450
BUS:I2C:TECHnology	450
BUS:LIN:BITRate	489
BUS:LIN:DATA:SOURce	488
BUS:LIN:DATA:THReshold	489
BUS:LIN:FCOut?	493
BUS:LIN:FRAMe<m>:BYTE<n>:STATe?	493
BUS:LIN:FRAMe<m>:BYTE<n>:VALue?	493
BUS:LIN:FRAMe<m>:CSState?	494
BUS:LIN:FRAMe<m>:CSValue?	494
BUS:LIN:FRAMe<m>:DATA?	494
BUS:LIN:FRAMe<m>:IDPValue?	495
BUS:LIN:FRAMe<m>:IDState?	495
BUS:LIN:FRAMe<m>:IDValue?	495
BUS:LIN:FRAMe<m>:STARt?	496
BUS:LIN:FRAMe<m>:STATus?	496
BUS:LIN:FRAMe<m>:STOP?	496
BUS:LIN:FRAMe<m>:SYMBol?	496
BUS:LIN:FRAMe<m>:SYSTate?	497
BUS:LIN:POLarity	489
BUS:LIN:STANdard	489
BUS:LIN:TECHnology	490
BUS:SENT:CLKPeriod	499
BUS:SENT:CLKTolerance	499
BUS:SENT:CRCMethod	499
BUS:SENT:CRCVersion	499
BUS:SENT:DATA:SOURce	498
BUS:SENT:DATA:THReshold	498
BUS:SENT:DNIBbles	499

BUS:SENT:FCOunt?	504
BUS:SENT:FRAMe<m>:CSValue?	504
BUS:SENT:FRAMe<m>:DATA?	504
BUS:SENT:FRAMe<m>:DStatus?	505
BUS:SENT:FRAMe<m>:IDType?	505
BUS:SENT:FRAMe<m>:IDValue?	505
BUS:SENT:FRAMe<m>:NIBBle<n>:StAtE?	506
BUS:SENT:FRAMe<m>:NIBBle<n>:VALue?	506
BUS:SENT:FRAMe<m>:PAPTicks?	506
BUS:SENT:FRAMe<m>:SCOM?	506
BUS:SENT:FRAMe<m>:SDATa?	507
BUS:SENT:FRAMe<m>:StARt?	507
BUS:SENT:FRAMe<m>:StATus?	507
BUS:SENT:FRAMe<m>:StOP?	508
BUS:SENT:FRAMe<m>:SYMBol?	508
BUS:SENT:FRAMe<m>:SYNCduration?	508
BUS:SENT:FRAMe<m>:TYPE?	509
BUS:SENT:POLarity	498
BUS:SENT:PPFLength	500
BUS:SENT:PPULse	500
BUS:SENT:RDSL	500
BUS:SENT:SFORMat	500
BUS:SENT:TECHnology	498
BUS:SETReflevels	450
BUS:SETReflevels	461
BUS:SETReflevels	468
BUS:SETReflevels	475
BUS:SETReflevels	490
BUS:SPI:FCOunt?	464
BUS:SPI:FRAMe<m>:DATA?	464
BUS:SPI:FRAMe<m>:StARt?	464
BUS:SPI:FRAMe<m>:StATus?	464
BUS:SPI:FRAMe<m>:StOP?	465
BUS:SPI:FRAMe<m>:WCOunt?	465
BUS:SPI:FRAMe<m>:WORD<n>:MISO?	465
BUS:SPI:FRAMe<m>:WORD<n>:MOSI?	466
BUS:SPI:FRAMe<m>:WORD<n>:StARt?	466
BUS:SPI:FRAMe<m>:WORD<n>:StOP?	466
BUS:SPI:MISO:SOURce	460
BUS:SPI:MISO:THReshold	461
BUS:SPI:MOSI:SOURce	460
BUS:SPI:MOSI:THReshold	461
BUS:SPI:ORDer	461
BUS:SPI:SCLK:SLOPe	460
BUS:SPI:SCLK:SOURce	460
BUS:SPI:SCLK:THReshold	461
BUS:SPI:SSEL:POLarity	460
BUS:SPI:SSEL:SOURce	460
BUS:SPI:SSEL:StAtE	462
BUS:SPI:SSEL:THReshold	461

BUS:SPI:TECHnology.....	460
BUS:SPI:TIMeout.....	462
BUS:SPI:WSIZe.....	461
BUS:TYPE.....	449
BUS:UART:BITRate.....	469
BUS:UART:FRAMemode.....	470
BUS:UART:ORDer.....	469
BUS:UART:PARity.....	469
BUS:UART:POLarity.....	467
BUS:UART:SBIT.....	469
BUS:UART:SOURce.....	467
BUS:UART:SSIZe.....	469
BUS:UART:STDBitrate.....	468
BUS:UART:TECHnology.....	468
BUS:UART:THReshold.....	468
BUS:UART:TOUT.....	470
BUS:UART:WCOunt?.....	471
BUS:UART:WORD<m>:START?.....	472
BUS:UART:WORD<m>:STATe?.....	471
BUS:UART:WORD<m>:STOP?.....	472
BUS:UART:WORD<m>:VALue?.....	473
BUS[:STATe].....	449
CALCulate:MATH:STATe.....	364
CALCulate:MATH:VERTical:POSition.....	365
CALCulate:MATH:VERTical:RANGe.....	365
CALCulate:MATH:VERTical:SCALE.....	365
CALCulate:MATH[:EXPRession][:DEFine].....	365
CHANnel<m>:BANDwidth.....	325
CHANnel<m>:COUPling.....	324
CHANnel<m>:DATA:HEADer?.....	517
CHANnel<m>:DATA[:VALues]?.....	517
CHANnel<m>:DESKew.....	325
CHANnel<m>:HISTory:CURRent.....	369
CHANnel<m>:HISTory:NSEGments.....	367
CHANnel<m>:HISTory:PLAY.....	369
CHANnel<m>:HISTory:REPLay.....	369
CHANnel<m>:HISTory:START.....	368
CHANnel<m>:HISTory:STOP.....	368
CHANnel<m>:HISTory:TPACq.....	368
CHANnel<m>:HISTory:TSABsolute?.....	370
CHANnel<m>:HISTory:TSDate?.....	370
CHANnel<m>:HISTory:TSRelative?.....	370
CHANnel<m>:HISTory[:STATe].....	367
CHANnel<m>:OFFSet.....	324
CHANnel<m>:POLarity.....	325
CHANnel<m>:POSition.....	324
CHANnel<m>:PROBe.....	322
CHANnel<m>:RANGe.....	322
CHANnel<m>:SCALE.....	322
CHANnel<m>:STATe.....	322

CHANnel<m>:THReshold:FINDlevel.....	327
CHANnel<m>:THReshold:TECHnology.....	326
CHANnel<m>:THReshold:THReshold?.....	327
CHANnel<m>:THReshold:USER.....	326
COUNter<m>:ABORT.....	429
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:ALL?.....	430
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?.....	430
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:CLEar.....	430
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:COUNt:CURRent?.....	430
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?.....	431
COUNter<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?.....	431
COUNter<m>:CONFigure:FREQuency.....	431
COUNter<m>:CONFigure:VALue?.....	432
COUNter<m>:FETCh?.....	432
COUNter<m>:INITiate.....	432
COUNter<m>:MEASure:FREQuency?.....	433
COUNter<m>:READ?.....	433
COUNter<m>:SENSe:FUNcTion.....	434
COUNter<m>:SENSe:RANGe.....	434
COUNter<m>:SENSe:REFerence:STATe.....	434
COUNter<m>:SENSe:REFerence:VALue.....	434
COUNter<m>:SENSe:SOURce.....	435
COUNter<m>:SENSe:STATe.....	435
COUNter<m>:SENSe:TRIGger:MODE.....	435
CURSor:COUPling.....	361
CURSor:DELTA?.....	363
CURSor:FUNcTion.....	361
CURSor:ITDelta?.....	362
CURSor:MEASurement<m>:RESult:ACTual?.....	364
CURSor:MEASurement<m>:RESult:LIMit?.....	364
CURSor:MEASurement<m>:TYPE.....	362
CURSor:SCPLing.....	361
CURSor:SCReen.....	361
CURSor:SOURce.....	361
CURSor:STATe.....	361
CURSor:TDELTA?.....	362
CURSor:X1Position.....	363
CURSor:X2Position.....	363
CURSor:Y1AMplitude?.....	363
CURSor:Y1Position.....	363
CURSor:Y2AMplitude?.....	363
CURSor:Y2Position.....	363
DISPlay:CONTRast.....	526
DISPlay:LCD.....	526
DISPlay:MOUS.....	526
DISPlay:PERsistence:TIME.....	526
DISPlay:PERsistence[:TYPE].....	525
EXPort:WAVEform:DLOGging.....	514
EXPort:WAVEform:INcXvalues.....	514
EXPort:WAVEform:MULTichannel.....	514

EXPort:WAVeform:NAME.....	513
EXPort:WAVeform:SAVE.....	515
EXPort:WAVeform:SOURce.....	514
FORMat:BORDer.....	517
FORMat[:DATA].....	516
HARMonic:AVERAge.....	389
HARMonic:CLEar.....	389
HARMonic:DISPlay:TYPE.....	390
HARMonic:DISPlay:USER.....	390
HARMonic:EXPort:NAME.....	394
HARMonic:EXPort:SAVE.....	394
HARMonic:FUNDamental:CURRent?.....	391
HARMonic:FUNDamental:TYPE.....	391
HARMonic:FUNDamental:USER.....	391
HARMonic:LIMits:CURRent?.....	392
HARMonic:LIMits:LOAD.....	392
HARMonic:LIMits:NAME.....	392
HARMonic:LIMits:TYPE.....	392
HARMonic:RESult<m>:CLIPping?.....	394
HARMonic:RESult<m>:FRQMissing?.....	395
HARMonic:RESult<m>:FUNDamental?.....	395
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude:MAXimum?.....	395
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude:MINimum?.....	395
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:ABSMagnitude[:CURRent]?.....	395
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMCheck?.....	396
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMit?.....	396
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:LIMViolation?.....	397
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:PHASe?.....	398
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MAXimum?.....	398
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude:MINimum?.....	398
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>:RELMagnitude[:CURRent]?.....	398
HARMonic:RESult<m>:HARMonics<n>[:FREQuency]?.....	398
HARMonic:RESult<m>:LIMViolation?.....	399
HARMonic:RESult<m>:NOHarmonics?.....	399
HARMonic:RESult<m>:NOResults?.....	399
HARMonic:RESult<m>:RMS:MAXimum?.....	400
HARMonic:RESult<m>:RMS:MINimum?.....	400
HARMonic:RESult<m>:RMS[:CURRent]?.....	400
HARMonic:RESult<m>:THD:MAXimum?.....	400
HARMonic:RESult<m>:THD:MINimum?.....	400
HARMonic:RESult<m>:THD[:CURRent]?.....	400
HARMonic:SCALE.....	393
HARMonic:STATistic.....	393
HARMonic:THDType.....	393
HCOPY:COLor.....	518
HCOPY:IMMediate.....	519
HCOPY:INVerse.....	518
HCOPY:LANGuage.....	518
LOGGer:ACLR.....	438
LOGGer:AUToset.....	439

LOGGer:CURSor:COUPLing.....	441
LOGGer:CURSor:RESult<n>:DELTA?.....	442
LOGGer:CURSor:SCPLing.....	441
LOGGer:CURSor:SCReen.....	442
LOGGer:CURSor:TDELta?.....	443
LOGGer:CURSor:TYPE.....	441
LOGGer:CURSor[:STATe].....	441
LOGGer:CURSor<m>:POSition.....	443
LOGGer:CURSor<m>:RESult<n>[:AMPLitude]?.....	442
LOGGer:MEASurement<m>:ENABled?.....	446
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:CURRentsampl?.....	445
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MAXimum:POSition?.....	445
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MAXimum:VALue?.....	445
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MEAN?.....	446
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MINimum:POSition?.....	445
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:MINimum:VALue?.....	446
LOGGer:MEASurement<m>:RESult:STDDev?.....	446
LOGGer:MEASurement<m>:SOURce?.....	447
LOGGer:MEASurement<m>:TYPE?.....	447
LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:AUTO.....	439
LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:DEVIation.....	440
LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:LOWer.....	439
LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:MEAN.....	440
LOGGer:MEASurement<m>:VERTical:UPPer.....	439
LOGGer:RECORDing:STARt?.....	444
LOGGer:RECORDing:TOTal?.....	444
LOGGer:SLOT:ACTive?.....	448
LOGGer:SLOT:CLear.....	438
LOGGer:SLOT:CURRent.....	437
LOGGer:SLOT:EXPort:NAME.....	448
LOGGer:SLOT:EXPort:SAVE.....	448
LOGGer:SLOT:LOAD.....	438
LOGGer:SLOT:SLOT<m>:HASData?.....	437
LOGGer:SLOT:SLOT<m>:NAME.....	437
LOGGer:SLOT:SLOT<m>:STARt?.....	438
LOGGer:SOURce.....	436
LOGGer:TIMEbase:SCALe.....	436
LOGGer:TIMEbase:SRATe.....	436
LOGGer:ZOOM:ENABle.....	443
LOGGer:ZOOM:POSition.....	444
LOGGer:ZOOM:SCALe.....	443
LOGic:CHANnel<m>:DESKew.....	511
LOGic:GRoup<m>:HYSTeresis.....	511
LOGic:GRoup<m>:TECHnology.....	510
LOGic:GRoup<m>:THReshold?.....	511
LOGic:GRoup<m>:USER.....	510
LOGic:STATe.....	509
LOGic:THCOupling.....	509
MASK:CHANnel<m>:CREatemask.....	371
MASK:CHANnel<m>:PROPerties:XWIDth.....	371

MASK:CHANnel<m>:PROPerties:YWIDTH.....	371
MASK:CHANnel<m>:RESult:FAIL:PERCentage?.....	372
MASK:CHANnel<m>:RESult:FAIL[:COUNt]?.....	373
MASK:CHANnel<m>:RESult:PASS:PERCentage?.....	373
MASK:CHANnel<m>:RESult:PASS[:COUNt]?.....	373
MASK:CHANnel<m>:RESult:TOTL[:COUNt]?.....	374
MASK:CHANnel<m>:STATe.....	371
MASK:ELAPsedtime:TOTal?.....	374
MASK:ELAPsedtime[:SECS]?.....	374
MASK:ONViolation[:SELECTION].....	372
MASK:RST.....	372
MASK[:TESTstate]?.....	372
MEASurement<m>:AOFF.....	359
MEASurement<m>:DELay:SLOPe.....	359
MEASurement<m>:ENABle.....	358
MEASurement<m>:RESult:ACTual?.....	360
MEASurement<m>:RESult:LIMit?.....	360
MEASurement<m>:SOURce.....	358
MEASurement<m>:TYPE.....	358
METer:CONFigure:CAPacitance.....	402
METer:CONFigure:CONTInuity.....	402
METer:CONFigure:CURRent:AC.....	403
METer:CONFigure:CURRent:DC.....	403
METer:CONFigure:DIODE.....	402
METer:CONFigure:FREQUency.....	403
METer:CONFigure:RESistance.....	403
METer:CONFigure:TEMPerature.....	402
METer:CONFigure:VALue?.....	412
METer:CONFigure:VOLTage:AC.....	404
METer:CONFigure:VOLTage:DC.....	404
METer:MEASure:CAPacitance?.....	414
METer:MEASure:CONTInuity?.....	414
METer:MEASure:CURRent:AC?.....	414
METer:MEASure:CURRent:DC?.....	414
METer:MEASure:DIODE?.....	414
METer:MEASure:FREQUency?.....	414
METer:MEASure:RESistance?.....	415
METer:MEASure:TEMPerature?.....	414
METer:MEASure:VOLTage:AC?.....	415
METer:MEASure:VOLTage:DC?.....	415
METer:SENSe:CAPacitance:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:CAPacitance:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:CAPacitance:RANGe:AUTO.....	406
METer:SENSe:CAPacitance:RANGe:UPPer.....	404
METer:SENSe:CURRent:AC:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:CURRent:AC:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:CURRent:AC:RANGe:AUTO.....	406
METer:SENSe:CURRent:AC:RANGe:UPPer.....	405
METer:SENSe:CURRent:DC:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:CURRent:DC:NULL:VALue.....	410

METer:SENSe:CURRent:DC:RANGe:AUTO.....	406
METer:SENSe:CURRent:DC:RANGe:UPPer.....	405
METer:SENSe:FREQUency:VOLTagE:RANGe:AUTO.....	406
METer:SENSe:FREQUency:VOLTagE:RANGe:UPPer.....	405
METer:SENSe:FUNCTion.....	411
METer:SENSe:RESistance:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:RESistance:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:RESistance:RANGe:AUTO.....	406
METer:SENSe:RESistance:RANGe:UPPer.....	405
METer:SENSe:TEMPerature:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:TEMPerature:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:TEMPerature:TRANsductor:RTD:TYPE.....	408
METer:SENSe:VOLTagE:AC:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:VOLTagE:AC:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:VOLTagE:AC:RANGe:AUTO.....	407
METer:SENSe:VOLTagE:AC:RANGe:UPPer.....	406
METer:SENSe:VOLTagE:DC:NULL:STATe.....	409
METer:SENSe:VOLTagE:DC:NULL:VALue.....	410
METer:SENSe:VOLTagE:DC:RANGe:AUTO.....	407
METer:SENSe:VOLTagE:DC:RANGe:UPPer.....	406
METer:UNIT:TEMPerature.....	408
METer<m>:ABORt.....	412
METer<m>:ABORt.....	425
METer<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?.....	416
METer<m>:CALCulate:AVERage:AVERage?.....	428
METer<m>:CALCulate:AVERage:CLear.....	417
METer<m>:CALCulate:AVERage:CLear.....	429
METer<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?.....	416
METer<m>:CALCulate:AVERage:MAXimum?.....	428
METer<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?.....	416
METer<m>:CALCulate:AVERage:MINimum?.....	428
METer<m>:CONFigure:CURRent:AC.....	419
METer<m>:CONFigure:CURRent:DC.....	419
METer<m>:CONFigure:VALue?.....	424
METer<m>:CONFigure:VOLTagE:AC.....	419
METer<m>:CONFigure:VOLTagE:DC.....	419
METer<m>:FETCh?.....	413
METer<m>:FETCh?.....	426
METer<m>:INITiate.....	413
METer<m>:INITiate.....	426
METer<m>:MEASure:CURRent:AC?.....	427
METer<m>:MEASure:CURRent:DC?.....	427
METer<m>:MEASure:VOLTagE:AC?.....	427
METer<m>:MEASure:VOLTagE:DC?.....	427
METer<m>:READ?.....	413
METer<m>:READ?.....	426
METer<m>:SENSe:CURRent:AC:COUPling.....	407
METer<m>:SENSe:CURRent:AC:COUPling.....	421
METer<m>:SENSe:CURRent:AC:NULL:STATe.....	422
METer<m>:SENSe:CURRent:AC:NULL:VALue.....	423

METer<m>:SENSe:CURRent:AC:RANGe:UPPer.....	420
METer<m>:SENSe:CURRent:DC:NULL:STATe.....	422
METer<m>:SENSe:CURRent:DC:NULL:VALue.....	423
METer<m>:SENSe:CURRent:DC:RANGe:UPPer.....	420
METer<m>:SENSe:FUNCTion.....	424
METer<m>:SENSe:NULL:STATe.....	409
METer<m>:SENSe:NULL:STATe.....	423
METer<m>:SENSe:NULL:VALU.....	411
METer<m>:SENSe:NULL:VALU.....	423
METer<m>:SENSe:RANGe.....	418
METer<m>:SENSe:RELative:STATe.....	409
METer<m>:SENSe:RELative:STATe.....	423
METer<m>:SENSe:SOURce.....	418
METer<m>:SENSe:STATe.....	417
METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:COUPling.....	407
METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:COUPling.....	421
METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:NULL:STATe.....	422
METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:NULL:VALue.....	423
METer<m>:SENSe:VOLTage:AC:RANGe:UPPer.....	420
METer<m>:SENSe:VOLTage:DC:NULL:STATe.....	422
METer<m>:SENSe:VOLTage:DC:NULL:VALue.....	423
METer<m>:SENSe:VOLTage:DC:RANGe:UPPer.....	420
METer<m>:TRIGGer:MODE.....	412
METer<m>:TRIGGer:MODE.....	425
MMEMory:CATalog:LENGth?.....	523
MMEMory:CATalog?.....	522
MMEMory:CDIRectory.....	520
MMEMory:COPI.....	523
MMEMory:DATA.....	520
MMEMory:DCATalog:LENGth?.....	522
MMEMory:DCATalog?.....	521
MMEMory:DELeTe.....	524
MMEMory:MDIRectory.....	521
MMEMory:MOVE.....	524
MMEMory:NAME.....	519
MMEMory:RCL.....	520
MMEMory:RDIRectory.....	521
MMEMory:SAV.....	519
OP[:MODE].....	320
OP[:MODE].....	401
POD:STATe?.....	512
PROBe<m>:SETup:ATTenuation:MANual.....	323
PROBe<m>:SETup:ATTenuation:UNIT.....	323
REFCurve:DELeTe.....	367
REFCurve:NAME.....	366
REFCurve:OPEN.....	367
REFCurve:POSition.....	366
REFCurve:SAVE.....	366
REFCurve:SOURce.....	366
REFCurve:STATe.....	366

REFCurve:UPDate.....	366
RUN.....	329
SPECTrum:CURSor<m>:COUPling.....	382
SPECTrum:CURSor<m>:FREQuency:DELTA?.....	383
SPECTrum:CURSor<m>:FREQuency[:VALue].....	383
SPECTrum:CURSor<m>:LEVel:DELTA?.....	384
SPECTrum:CURSor<m>:LEVel[:VALue]?.....	383
SPECTrum:CURSor<m>:SCPLing.....	383
SPECTrum:CURSor<m>:SCReen.....	384
SPECTrum:CURSor<m>:SOURce.....	382
SPECTrum:CURSor<m>:STATe.....	382
SPECTrum:EXPort:INCXvalues.....	389
SPECTrum:EXPort:NAME.....	388
SPECTrum:EXPort:SAVE.....	388
SPECTrum:FREQuency:AVERAge:COUNT.....	379
SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:AUTO.....	379
SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution]:RATIo.....	379
SPECTrum:FREQuency:BANDwidth[:RESolution][:VALue].....	375
SPECTrum:FREQuency:CENTer.....	375
SPECTrum:FREQuency:FULLspan.....	379
SPECTrum:FREQuency:HORIZontal:SCALe.....	375
SPECTrum:FREQuency:MAGNitude:REFerence[:VALue].....	380
SPECTrum:FREQuency:MAGNitude:SCALe.....	376
SPECTrum:FREQuency:POSition.....	380
SPECTrum:FREQuency:RESet.....	381
SPECTrum:FREQuency:SAMPle?.....	376
SPECTrum:FREQuency:SCALe.....	380
SPECTrum:FREQuency:SPAN:MODE.....	376
SPECTrum:FREQuency:SPAN[:VALue].....	376
SPECTrum:FREQuency:STARt.....	377
SPECTrum:FREQuency:STOP.....	377
SPECTrum:FREQuency:WINDow:FACTor?.....	377
SPECTrum:FREQuency:WINDow:TYPE.....	377
SPECTrum:MARKer:COUNT.....	385
SPECTrum:MARKer:RCOunt?.....	386
SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQuency:DELTA?.....	386
SPECTrum:MARKer:RESult<m>:FREQuency[:VALue]?.....	386
SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel:DELTA?.....	387
SPECTrum:MARKer:RESult<m>:LEVel[:VALue]?.....	387
SPECTrum:MARKer:RMARker:FREQuency?.....	387
SPECTrum:MARKer:RMARker:VALue?.....	388
SPECTrum:MARKer:SETup:DISTance.....	385
SPECTrum:MARKer:SETup:EXCursion.....	385
SPECTrum:MARKer:SETup:MLEVel.....	386
SPECTrum:MARKer:SOURce.....	385
SPECTrum:MARKer[:STATe].....	385
SPECTrum:MODE?.....	378
SPECTrum:SOURce.....	375
SPECTrum:WAVEform:AVERAge[:ENABle].....	381
SPECTrum:WAVEform:MAXimum[:ENABle].....	381

SPECTrum:WAVeform:MINimum[:ENABLE].....	381
SPECTrum:WAVeform:SPECTrum[:ENABLE].....	381
STOP.....	329
SYSTem:COMMunicate:WLAN:MODE.....	527
SYSTem:DATE.....	524
SYSTem:TIME.....	525
TIMebase:HORIZontal:POSition.....	328
TIMebase:RANGe.....	328
TIMebase:REFerence.....	328
TIMebase:SCALe.....	327
TRIGger:CAN:ACKerror.....	477
TRIGger:CAN:BITSterror.....	477
TRIGger:CAN:CRCError.....	478
TRIGger:CAN:DATA.....	478
TRIGger:CAN:DCONDition.....	478
TRIGger:CAN:FDATA:BRS.....	480
TRIGger:CAN:FDATA:DPOSITION.....	481
TRIGger:CAN:FDATA:ESI.....	481
TRIGger:CAN:FDATA:FDf.....	481
TRIGger:CAN:FDATA:SCERror.....	481
TRIGger:CAN:FORMerror.....	478
TRIGger:CAN:FTYPE.....	478
TRIGger:CAN:ICONDition.....	479
TRIGger:CAN:IDENTifier.....	479
TRIGger:CAN:ITYPe.....	479
TRIGger:CAN:TYPE.....	480
TRIGger:DATatoclock:CONDition.....	350
TRIGger:DATatoclock:CSource:EDGE.....	349
TRIGger:DATatoclock:CSource[:VALue].....	349
TRIGger:DATatoclock:DSource[:VALue].....	349
TRIGger:DATatoclock:HTIME.....	350
TRIGger:DATatoclock:STIME.....	350
TRIGger:EDGE:SLOPe.....	335
TRIGger:EXTernal:LEVel.....	341
TRIGger:EXTernal:SLOPe.....	341
TRIGger:GLITCh:POLarity.....	335
TRIGger:GLITCh:RANGe.....	335
TRIGger:GLITCh:WIDTh.....	336
TRIGger:HOLDoff:EVENTs.....	334
TRIGger:HOLDoff:MAX.....	334
TRIGger:HOLDoff:MIN.....	334
TRIGger:HOLDoff:MODE.....	333
TRIGger:HOLDoff:TIME.....	334
TRIGger:I2C:ACCess.....	452
TRIGger:I2C:ACONDition.....	452
TRIGger:I2C:ADDResS.....	452
TRIGger:I2C:ADNack.....	451
TRIGger:I2C:DATA.....	452
TRIGger:I2C:DCONDition.....	453
TRIGger:I2C:DPOSITION.....	453

TRIGger:I2C:DRNack.....	451
TRIGger:I2C:DWNack.....	451
TRIGger:I2C:MODE.....	451
TRIGger:INterval:DELTA.....	353
TRIGger:INterval:MAXWidth.....	354
TRIGger:INterval:MINWidth.....	354
TRIGger:INterval:RANGe.....	353
TRIGger:INterval:SLOPe.....	353
TRIGger:INterval:WIDTh.....	353
TRIGger:LEVel<m>:RUNT:LOWer.....	345
TRIGger:LEVel<m>:RUNT:UPPer.....	345
TRIGger:LEVel<m>:SLEW:LOWer.....	347
TRIGger:LEVel<m>:SLEW:UPPer.....	347
TRIGger:LEVel<m>:VALue.....	333
TRIGger:LEVel<m>:WINDow:LOWer.....	354
TRIGger:LEVel<m>:WINDow:UPPer.....	354
TRIGger:LIN:CHKSError.....	490
TRIGger:LIN:DATA.....	491
TRIGger:LIN:DCONDition.....	491
TRIGger:LIN:ICONDition.....	491
TRIGger:LIN:IDENtifier.....	491
TRIGger:LIN:IPERror.....	492
TRIGger:LIN:SYERror.....	492
TRIGger:LIN:TYPE.....	492
TRIGger:MNR.....	334
TRIGger:MODE.....	332
TRIGger:PATtern:STATe:COMBination.....	342
TRIGger:PATtern:STATe[:CHANnel<m>].....	341
TRIGger:PATtern:TIMEout[:TIME].....	342
TRIGger:PATtern:WIDTh:DELTA.....	343
TRIGger:PATtern:WIDTh:MAXWidth.....	343
TRIGger:PATtern:WIDTh:MINWidth.....	343
TRIGger:PATtern:WIDTh:RANGe.....	342
TRIGger:PATtern:WIDTh[:WIDTh].....	343
TRIGger:RUNT:DELTA.....	346
TRIGger:RUNT:MAXWidth.....	347
TRIGger:RUNT:MINWidth.....	346
TRIGger:RUNT:POLarity.....	345
TRIGger:RUNT:RANGe.....	346
TRIGger:RUNT:WIDTh.....	346
TRIGger:SENT:DATA.....	501
TRIGger:SENT:DCONDition.....	501
TRIGger:SENT:FCRCerror.....	502
TRIGger:SENT:ICONDition.....	502
TRIGger:SENT:IDENtifier.....	502
TRIGger:SENT:IRFLength.....	503
TRIGger:SENT:PPERioderror.....	503
TRIGger:SENT:PULSeerror.....	503
TRIGger:SENT:SCONDition.....	502
TRIGger:SENT:SCRCerror.....	503

TRIGger:SENT:STATus.....	502
TRIGger:SENT:TYPE.....	501
TRIGger:SLEW:DELTA.....	348
TRIGger:SLEW:MAXWidth.....	349
TRIGger:SLEW:MINWidth.....	348
TRIGger:SLEW:RANGe.....	348
TRIGger:SLEW:RATE.....	348
TRIGger:SLEW:SLOPe.....	347
TRIGger:SOURce.....	332
TRIGger:SPATtern:CSOURce:EDGE.....	351
TRIGger:SPATtern:CSOURce:FIRStedge.....	351
TRIGger:SPATtern:CSOURce[:VALue].....	351
TRIGger:SPATtern:DSOURce[:VALue].....	351
TRIGger:SPATtern:ORDer.....	352
TRIGger:SPATtern:PATtern.....	352
TRIGger:SPI:DATA.....	463
TRIGger:SPI:DCONdition.....	463
TRIGger:SPI:DPOStion.....	463
TRIGger:SPI:DSRC.....	462
TRIGger:SPI:MODE.....	462
TRIGger:STATe:CHANnel<m>.....	344
TRIGger:STATe:COMBination.....	344
TRIGger:STATe:CSOURce:EDGE.....	344
TRIGger:STATe:CSOURce[:VALue].....	344
TRIGger:TIMEout:RANGe.....	352
TRIGger:TIMEout:TIME.....	352
TRIGger:TV:CUSTom:LDURation.....	340
TRIGger:TV:CUSTom:SCANmode.....	340
TRIGger:TV:CUSTom:SDURation.....	340
TRIGger:TV:CUSTom:STYPe.....	340
TRIGger:TV:LFIeld.....	339
TRIGger:TV:LINE.....	339
TRIGger:TV:MODE.....	339
TRIGger:TV:POLarity.....	338
TRIGger:TV:STANdard.....	338
TRIGger:TYPE.....	333
TRIGger:UART:DATA.....	471
TRIGger:UART:DCONdition.....	471
TRIGger:UART:TYPE.....	470
TRIGger:WIDTh:DELTA.....	337
TRIGger:WIDTh:MAX.....	337
TRIGger:WIDTh:MIN.....	337
TRIGger:WIDTh:POLarity.....	336
TRIGger:WIDTh:RANGe.....	336
TRIGger:WIDTh:WIDTh.....	337
TRIGger:WINDow:DELTA.....	356
TRIGger:WINDow:MAXWidth.....	356
TRIGger:WINDow:MINWidth.....	356
TRIGger:WINDow:RANGe.....	355
TRIGger:WINDow:TIME.....	355

TRIGger:WINDow:WIDTh.....	355
UAPP:PATH.....	527
UAPP:PERsistence.....	527
ZOOM:ENABle.....	357
ZOOM:POsition.....	357
ZOOM:SCALe.....	357