

Parameter und ihre Funktionsweise

Scheitel- und Basislinienbestimmung

Dieser Anhang enthält eine allgemeine Erläuterung der Berechnung der Geräte-Standardparameter (*siehe unten*) und daran anschließend eine Tabelle, in der diese Parameter aufgelistet, definiert und beschrieben werden (*Seite D-5*).

Eine genaue Bestimmung der *Scheitel*- und *Basis*-Referenzlinien ist grundlegend für richtige Parameterberechnungen.

Die Analyse beginnt mit der Erstellung eines Histogramms der Signalzugdaten über die Zeitspanne zwischen linkem und rechtem Zeitcursor. Das Histogramm eines Signalzugübergangs in zwei Zustände enthält z.B. zwei Spitzen (*Abb. D-1*). Es wird versucht, die zwei Cluster zu identifizieren, die die größte Datendichte enthalten. Dann wird der diesen Clustern zugeordnete wahrscheinlichste Zustand (Schwerpunkte) berechnet, um die *Scheitel*- und *Basis*-Referenzpegel (*Scheitel*- und *Basis*-Schwerpunkte) zu berechnen.

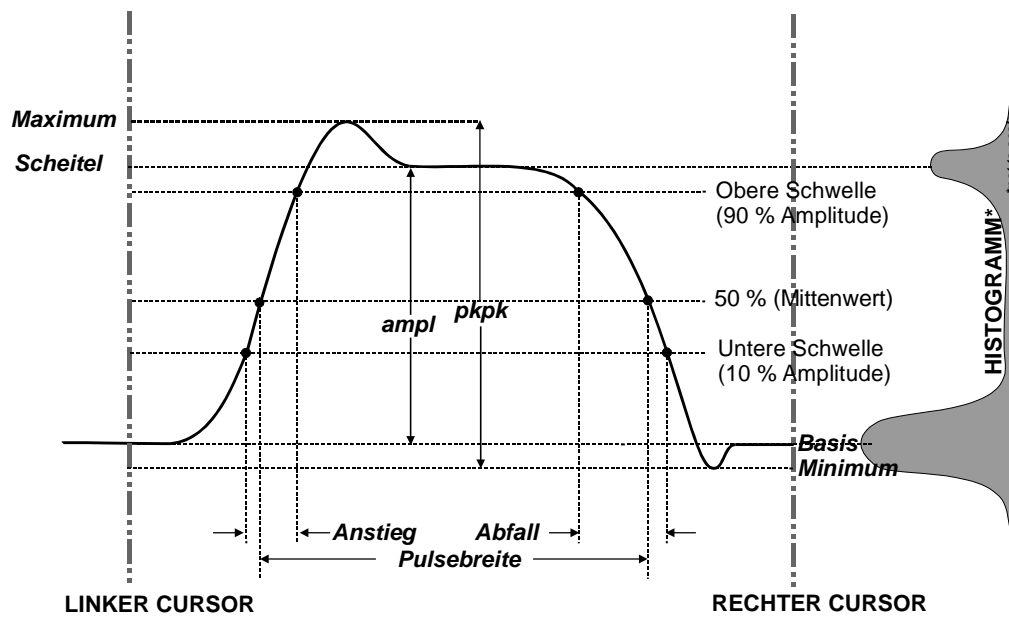


Abbildung D-1



Bestimmung der Anstiegs- und Abfallzeiten

Nach *Scheitel-* und *Basis*-Schätzung kann die Berechnung der *Anstiegs*- und *Abfall*-Zeiten leicht erfolgen (*Abb. 1*). Die 90 %- und 10 %-Schwellenpegel werden vom Oszilloskop anhand des Amplituden(*amp*l)-Parameters automatisch ermittelt.

Die Schwellenpegel für die *Anstiegs*- und *Abfall*-Zeiten sind auch mittels der Absolut- oder Relativ-Einstellungen (*r@level*, *fall@level*) wählbar. Bei Absolut-Einstellungen wird die *Anstiegs*- oder *Abfall*-Zeit als das Zeitintervall zwischen zwei Kreuzungspunkten an einer ansteigenden oder abfallenden Flanke gemessen. Werden jedoch Relativ-Einstellungen gewählt, wird das vertikale Intervall zwischen den *Basis*- und *Scheitel*-Linien in eine Prozentsatzskala (Basis = 0 %, Scheitel = 100 %) unterteilt, um die Vertikalposition der Kreuzungspunkte zu bestimmen.

Das Zeitintervall zwischen den Punkten auf den ansteigenden oder abfallenden Flanken wird dann zwecks Bestimmung der *Anstiegs*- oder *Abfall*zeit geschätzt. Diese Ergebnisse werden über der Anzahl der in diesem Beobachtungsfenster auftretenden Übergangsflanken gemittelt.

Dauer der pos. Flanke	$\frac{1}{Mr} \sum_{i=1}^{Mr} (Tr_i^{90} - Tr_i^{10})$
Dauer der neg. Flanke	$\frac{1}{Mf} \sum_{i=1}^{Mf} (Tf_i^{10} - Tf_i^{90})$
Wobei: <i>Mr</i> Anzahl der aufgefundenen ansteigenden Flanken, <i>Mf</i> Anzahl der aufgefundenen abfallenden Flanken, Tr_i^x Zeitpunkt, an dem die <i>i</i> -te Anstiegsflanke das x % Pegel kreuzt, und Tf_i^x Zeitpunkt, an dem die <i>i</i> -te abfallende Flanke das x % Pegel kreuzt.	

Bestimmung der Zeitparameter

Zeitparametermessungen wie *Pulsbreite*, *Periode* und *Verzögerung* werden auf der Grundlage des Mittenreferenzpegels (*Abb. D-2*) ausgeführt, der auf halbem Wege (50 %) zwischen den *Scheitel*- und *Basis*referenzlinien liegt.

Zeitparameterschätzung hängt von der Anzahl der im Beobachtungsfenster enthaltenen Zyklen ab. Ist die Zyklenanzahl nicht ganzzahlig, werden Parametermessungen wie *rms* oder *mean* verfälscht.

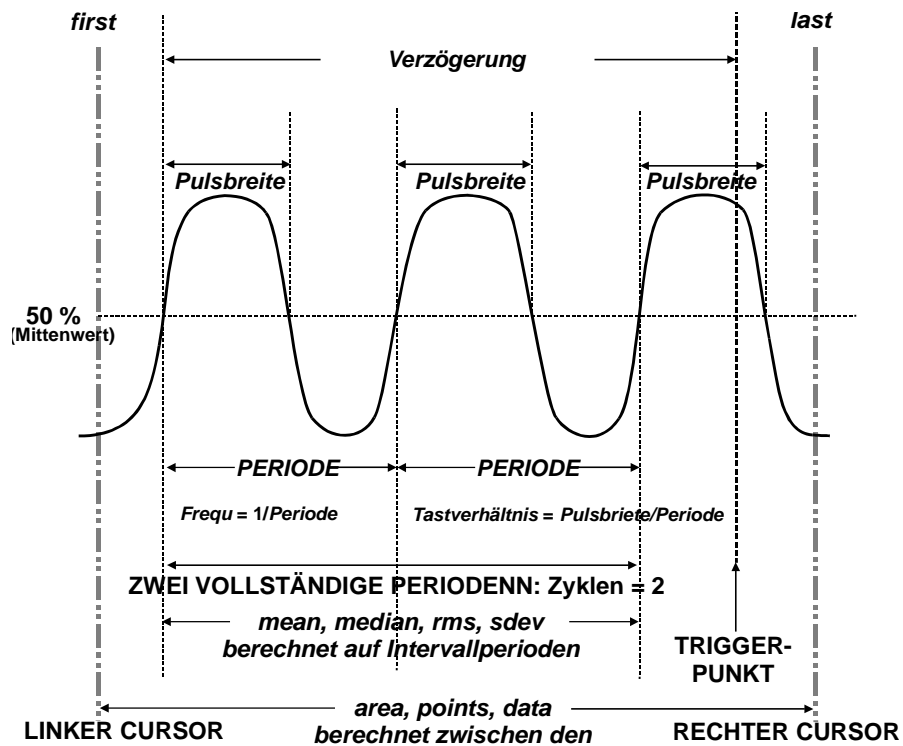


Abbildung D-2

Um diese Verfälschungseffekte zu vermeiden, verwendet das Gerät zyklische Parameter wie z.B. *crms* und *cmean*, die die Berechnung auf eine ganzzahlige Zyklenanzahl beschränken.

Definition von Differenzzeit-messungen

Auf dem Oszilloskop sind genaue Differenzzeitmessungen zwischen zwei Signalzügen — z.B. Fortpflanzungs-, Einstellungs- und Halteverzögerungen durchführbar (Abb. D-3).

Parameter wie z.B. $\Delta c2d \pm$ erfordern die Spezifizierung der Übergangspolarität der Clock und der Datensignale.

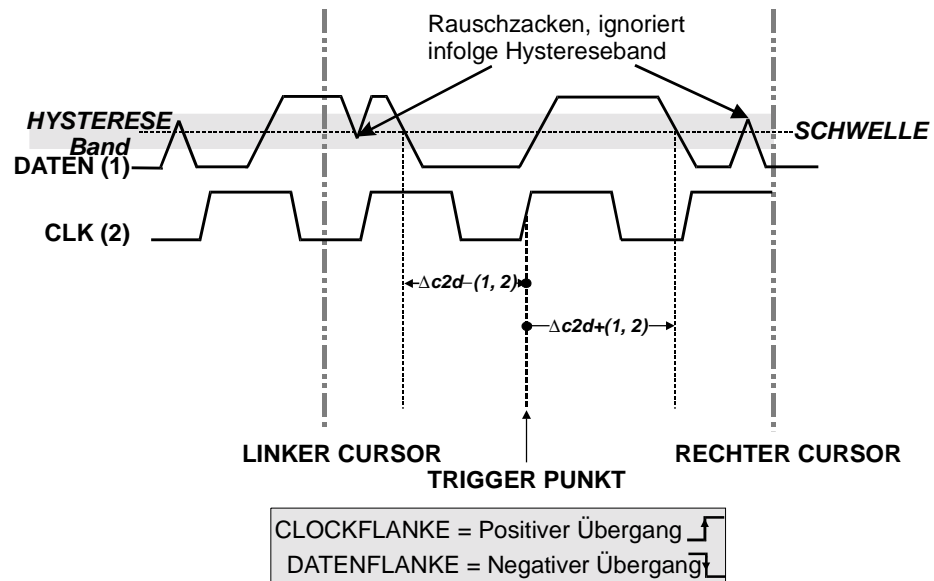
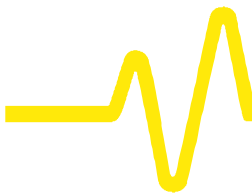


Abbildung D-3

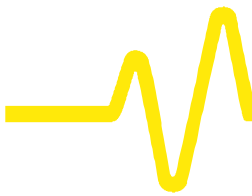
Außerdem ist ein Hysteresebereich spezifizierbar, um jeden störenden Übergang zu ignorieren, der nicht die Grenzen des Hystereseintervalls überschreitet. In Abbildung 3 mißt $\Delta c2d-(1, 2)$ das Zeitintervall zwischen der ansteigenden Flanke der Clock (Trigger) und dem ersten negativen Übergang des Datensignals. In gleicher Weise mißt $\Delta c2d+(1, 2)$ das Zeitintervall zwischen dem Trigger und dem nächsten Übergang des Datensignals.

Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise
ampl	Amplitude: Mißt Differenz zw. oberem und unterem Pegel bei 2-Pegel-Signalen. Unterscheidet sich von <i>pkpk</i> (<i>Spitze-Spitze</i>) dadurch, daß Rauschen, Über- und Unterschwingen sowie Ringing die Messung NICHT beeinflussen.	<i>Scheitel</i> ■ <i>Basis</i> (<i>top</i> – <i>base</i>) (<i>Siehe Abb. D–1</i>)	Liefert an Signalen OHNE zwei Hauptpegel (wie z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) den gleichen Wert wie <i>pkpk</i> .
area	Datenintegral: Berechnet Signalzugfläche zwischen Cursors relativ zum Nullpegel. Werte größer als Null tragen positiv zur Fläche bei; Werte unter Null negativ.	Summe <i>erster</i> bis <i>letzt.</i> Datenpunkt, multipliz. mit Horiz.-Zeit zw. den Punkten (<i>Siehe Abb. D–2</i>)	
base	Unt. zweier wahrscheinlichster Zustände (höherer = <i>Scheitel</i>). Mißt unteren Pegel bei 2-Pegel-Signalen. Unterscheidet sich von <i>min</i> dadurch, daß Rauschen, Über- und Unterschwingen sowie Ringing die Messung NICHT beeinflussen.	Wert des wahrscheinlichsten unteren Zustands (<i>Siehe Abb. D–1</i>)	Liefert an Signalen OHNE zwei Hauptpegel (wie z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) den gleichen Wert wie <i>min</i> .
cycles	Bestimmt Zyklenanzahl eines zw. Cursors liegenden period. Signalzugs. Der 1. Zyklus beginnt beim 1. Übergang nach dem linken Cursor. Übergang kann zu positiv oder negativ hin erfolgen.	Zyklenanzahl eines period. Signalzugs (<i>Siehe Abb. D–2</i>)	
cmean	Cyclic mean: Bestimmt den Mittelwert der Datenpunkte. Berechnet im Gegensatz zu <i>mean</i> das Mittel über einer ganzzahligen Anzahl von Zyklen und eliminiert Fehler infolge von Teilintervallen.	Mittel der Datenwerte einer ganzzahligen Anzahl von Perioden	
cmedian	Cyclic median: Bestimmt Mittelwert der Basis- und Scheitelwerte über einer ganzzahligen Anzahl von Zyklen und eliminiert im Gegensatz zu <i>median</i> Fehler infolge von Teilintervallen.	Datenwert, für den 50 % der Werte darüber- und 50 % darunterliegen	
crms	Cyclic root mean square: Bestimmt die Quadratwurzel aus der Summe der quadrat. Datenwerte, geteilt durch die Anzahl der Punkte. Im Gegensatz zu <i>rms</i> , erfolgt die Berechnung über eine ganzzahlige Zyklenanzahl und eliminiert Fehler infolge von Teilintervallen.	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i)^2}$	Wobei: v_i = gemessene Abtastwerte, und N = Anzahl der vorgefundenden Datenpunkte innerhalb von Perioden bis zu maximal 100 Perioden.



Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise
csdev	Cyclic standard deviation: Standardabweichung der über eine ganzzahlige Periodenanzahl gemessenen Datenpunkte vom Mittelwert. Im Gegensatz zu sdev, erfolgt die Berechnung über eine ganzzahlige Zyklenanzahl und eliminiert Fehler infolge von Teilintervallen.	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - \text{mean})^2}$	Wobei: v_i = gemessene Abtastwerte, und N = Anzahl der vorgefundenden Datenpunkte innerhalb von Perioden bis zu maximal 100 Perioden.
data	Gibt Signalzugwert am Standort des linken Cursors an. Bestimmt manuell den Wert jedes Punktes auf einem Signalzug. Liefert auch alle Datenpunkte für eine weitere Histogramm- oder Trendanalyse.	Datenwert am linken Cursor (Sieh. Abb. D-2)	
delay	Zeit zw. Trigger und Übergang: Mißt die Zeit zw. Trigger u. erster 50 % Kreuzung nach linkem Cursor. Kann die Fortpflanzungsverzögerung zw. zwei Signalen durch Triggern auf eines und Bestimmen der Verzögerung des anderen messen.	Zeit zwischen Trigger und erster 50 % Kreuzung nach linkem Cursor (Sieh. Abb. D-2)	
Δdly	Δdelay: Berechnet die Zeit zwischen 50 % Pegel zweier Quellen.	Zeit zw. Mittelpunktübergang zweier Quellen	
Δt@lv	Δt at level: Berechnet Übergang zwischen gewählten Pegeln oder Quellen.	Zeit zw. Übergangspegeln zweier Quellen od. vom Trigger zum Übergangspegel einer einzelnen Quelle	Referenzpegel und Flankenübergangspolarität sind wählbar. Hystereseargument dient zur Unterscheidung zw. Pegeln und Rauschen in den Daten.
Δc2d±	Δclock to data ±: Berechnet den Zeitunterschied von der Taktschwellenkreuzung entweder bis zur nächsten (Δc2d+) oder bis zur vorangehenden (Δc2d-) Daten-schwellenkreuzung.	Zeit von Taktschwellenkreuzung zur nächsten oder vorangehenden Flanke (Sieh. Abb. D-3)	Schwellenpegel der Clock- und Datensignale sowie Flankenübergangspolarität sind wählbar. Hystereseargument dient zur Unterscheidung zw. Spitzen und Rauschen in den Daten, mit gutem HystereseWert zw. dem halben erwarteten S-S-Wert des Signals u. dem doppelten erwarteten S-S-Wert des Rauschens.

Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise
dur	Erfassungsdauer: Für Einzelabtastungssignalzüge ist <i>dur</i> 0; für Sequence-Signalzüge: Zeit zw. Trigger des 1. und dem des letzten Segments; für Einzelsegmente von Sequence-Signalzügen: Zeit zw. Trigger des vorangehenden und dem des aktuellen Segments; für mittels History-Funktion erzeugter Signalzüge: Zeit zw. Trigger des 1. und des letzten akkumulierten Signalzugs.	Für die Signalerfassung verwendete Zeit	
duty	Tastverhältnis: Pulsbreite als prozentualer Anteil der Periode.	<i>Breite/Periode</i> (Sieh. Abb. D–2)	
f80–20%	Fall 80–20 %: Dauer der abfallenden Pulsflanke von 80% auf 20% des Übergangs, gemittelt über alle abfallenden Übergänge zwischen den Cursors.	Mittlere Dauer des abfallenden Übergangs von 80 auf 20 %	An Signalen OHNE zwei Hauptpegel (wie z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können top u. base zu max. und min. werden. Die Ergebnisse sind dann jedoch weniger vorhersagbar.
f@level	Fall at level: Dauer der abfallenden Flanken eines pulsförmigen Signals zwischen Übergangspegeln.	Dauer der abfallenden Flanke zw. Übergangspegeln	An Signalen OHNE zwei Hauptpegel (wie z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können top u. base zu max. und min. werden. Die Ergebnisse sind dann jedoch weniger vorhersagbar.



Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise				
Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise				
fall	Fall time: Mißt Zeit zw. zwei spez. Werten auf abfallenden Flanken eines puls-förmigen Signals. Abfallzeiten für jede Flanke werden gemittelt, um das Endergebnis zu erzielen.	Zeit an unterer Schwelle ■ Zeit an oberer Schwelle, gemittelt über jeder abfallend. Flanke (Sieh. Abb. D–1)	An Signalen OHNE zwei Haupt-pegel (wie z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können top u. base zu max. und min. werden. Die Ergebnisse sind dann jedoch weniger vorhersagbar.				
	Argumente						
	Schwelle			Fern	Unt. Grenz.	Ob. Grenz.	Stand.
	Untere			niedrig	1 %	45 %	10 %
	Obere			hoch	55 %	99 %	90 %
	Schwellenargumente spezifizieren 2 vertikale Werte auf jeder Flanke, die zur Berechnung der Abfallzeit dienen. Folgende Formeln gelten für oberen und unteren Wert: unt. Wert = unt. Schwelle × $\frac{amp}{100}$ + base ob. Wert = ob. Schwelle × $\frac{amp}{100}$ + base						
first	Gibt den Wert der Horizontalachse am linken Cursor an. Mit data liefert first die gleiche Information wie der horizontale Absolutcursor.	Horizontal-achsenwert am linken Cursor (Sieh. Abb. D–2)	Gibt Standort des linken Cursors an. Cursor sind austauschbar: Der linke Cursor kann z.B. auf die rechte Seite des rechten Cursors gestellt werden. First liefert dann den Standort des zuvor rechten Cursors, der sich nun links befindet..				
freq	Frequenz: Periode eines puls-förmigen Signals, gemessen als Zeit zwischen jedem zweiten 50 %-Kreuzungspaar. Beginnend beim 1. Übergang nach dem linken Cursor, wird die Periode für jedes Übergangspaar gemessen. Die Werte werden dann gemittelt und ergeben reziprok die Frequenz.	1/period (See Fig. D–2)					

Parametermessung

Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise
last	Zeit zwischen Trigger und letztem (rechtem) Cursor.	Zeit zw. Trigger und letztem Cursor (Sieh. Abb. D-2)	Gibt Standort des rechten Cursors an. Cursor sind austauschbar: Der rechte Cursor kann z.B. auf die linke Seite des linken Cursors gestellt werden. First liefert dann den Standort des zuvor linken Cursors, der sich nun rechts befindet.
maximum	Mißt den höchsten Punkt auf dem Signalzug. Im Gegensatz zu <i>top</i> , wird NICHT angenommen, daß der Signalzug zwei Pegel hat.	Höchster Wert auf dem Signalzug zw. Cursors (Sieh. Abb. D-1)	Liefert ähnliches Ergebnis, wenn auf Zeitbereichsignalzug oder Datenhistogramm des gleichen Zugs angewendet. Bei Histogrammen kann das Ergebnis jedoch von mehr als einer Erfassung herrühren. Berechnet den Horizontalachsenstandort des am weitesten rechts befindlichen Nicht-Null-Histogrammkanals — nicht zu verwechseln mit maxp.
mean	Mittel von <i>data</i> eines Zeitbereichsignalzugs. Berechnet als Verteilungsschwerpunkt eines Histogramms. Doch wenn der Eingang ein periodischer Zeitbereichsignalzug ist, erfolgt die Berechnung über einer ganzzahligen Anzahl von Perioden.	Mittelwert der Daten (Sieh. Abb. D-2)	Liefert ähnliches Ergebnis, wenn auf Zeitbereichsignalzug oder Datenhistogramm des gleichen Zugs angewendet. Bei Histogrammen kann das Ergebnis jedoch von mehr als einer Erfassung herrühren.
median	Mittel der Basis- und Scheitelwerte.	Mittel von <i>base</i> und <i>top</i> (Sieh. Abb. D-2)	
minimum	Mißt den niedrigsten Punkt auf dem Signalzug. Im Gegensatz zu <i>base</i> , wird NICHT angenommen, daß der Signalzug zwei Pegel hat.	Niedrigster Wert auf dem Signalzug zw. Cursors (Sieh. Abb. D-1)	Liefert ähnliches Ergebnis, wenn auf Zeitbereichsignalzug oder Datenhistogramm des gleichen Zugs angewendet. Bei Histogrammen kann das Ergebnis jedoch von mehr als einer Erfassung herrühren.
over-	Negatives Überschwingen: Überschwingungsbetrag folgend auf eine abfallende Flanke, als Prozentsatz der Amplitude.	$\frac{base - \min C}{ampl} \times 100$ (Sieh. Abb. D-2)	Signalzug muß mind. eine abfallende Flanke enthalten. Liefert an Signalen OHNE zwei Hauptpegel (wie z.B. Dreieck- od. Sägezahn) evt. KEINE vorhersagbaren Ergebnisse.

Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise
over+	Positives Überschwingen: Überschwingungsbetrag folgend auf eine ansteigende Flanke, als Prozentsatz der Amplitude.	$\frac{b_{\text{maximum} - \text{top}}}{\text{ampl}} \times 100$ (Sieh. Abb. D-1)	Signalzug muß mind. eine ansteigende Flanke enthalten. Liefert an Signalen OHNE zwei Hauptpegel (wie z.B. Dreieck- od. Sägezahn) evt. KEINE vorhersagbaren Ergebnisse.
period	Periode eines pulsformigen Signals, gemessen als Zeit zwischen jedem zweiten 50 %-Kreuzungspaar. Beginnend beim 1. Übergang nach dem linken Cursor, wird die Periode für jedes Übergangspaar gemessen. Die gemittelten Werte ergeben das Resultat.	$\frac{1}{Mr} \sum_{i=1}^{Mr} (Tr_i^{50} - Tr_i^{50})$ (Sieh. Abb. D-2)	Wobei: Mr Anzahl der vorgefund. ansteig. Flanken, Mf Anzahl der vorgefund. abfallend. Flanken, Tr_i^x Zeitpunkt, in dem die i-te ansteig. Flanke bzw. Tf_i^x Zeitpunkt, in dem die i-te abfall. Flanke x % Pegel kreuzt.
pkpk	Peak-to-peak (Spitze-Spitze): Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Punkt auf dem Signalzug. Im Gegensatz zu ampl, wird NICHT angenommen, daß der Signalzug zwei Pegel hat.	Maximum - Minimum (Sieh. Abb. D-1)	Liefert ähnl. Ergebnis, wenn auf Zeitbereichsignalzug od. Datenhistogramm des gleich. Zugs angewend.. Bei Histogr. kann das Ergebnis jedoch von mehr als einer Erf. herrühren.
phase	Phasendifferenz zw. analysiertem und als Referent benutztem Signal.	Phasendifferenz zw. Signal und Referenz	
points	Anzahl der Punkte auf dem Signalzug zwischen den Cursors.	Punkteanzahl zw. Cursors (Sieh. Abb. D-2)	
r20-80%	Rise 20 - 80 %: Dauer der ansteigenden Pulsflanke von 20% auf 80% des Übergangs, gemittelt über alle ansteigenden Übergänge zwischen den Cursors.	Mittlere Dauer des ansteigend. Übergangs von 20 auf 80 %	An Signalen OHNE zwei Hauptpegel (wie z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können top u. base zu max. und min. werden. Die Ergebnisse sind dann jedoch weniger vorhersagbar.
r@level	Rise at level: Dauer der ansteigenden Flanken eines pulsformigen Signals zwischen Übergangspegeln.	Dauer der ansteigenden Flanke zw. Übergangspegeln	An Signalen OHNE zwei Hauptpegel (wie z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können top u. base zu max. und min. werden. Die Ergebnisse sind dann jedoch weniger vorhersagbar.

Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise				
rise	Rise time: Mißt Zeit zw. zwei spez. Werten auf an-steig. Flanke (10–90 %) eines pulsform. Signals. Gemittelte Anstiegszeiten für jede Flanke liefern das Endergebnis.	Zeit an oberer Schwelle \blacksquare Zeit an unterer Schwelle, gemittelt über jeder ansteig. Flanke (See Fig. D–1)	An Signalen OHNE zwei Haupt-pegel (wie z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können top u. base zu max. und min. wer-den. Die Ergebnisse sind dann jedoch weniger vorhersagbar.				
	Argumente						
	Schwelle			Fern	Unt. Grenze	Obere Grenze	Stand.
	Untere			niedrig	1 %	45 %	10 %
	Obere			hoch	55 %	99 %	90 %
	Schwellenargumente spezifizieren 2 vertikale Werte auf jeder Flanke, die zur Berechnung der Anstiegszeit dienen. Formeln für oberen und unteren Wert: unt. Wert = unt. Schwelle $\times \frac{amp}{100} + base$ ob. Wert = ob. Schwelle $\times \frac{amp}{100} + base$						
rms	Root Mean Square: Quadratwurzel des quadratischen Mittels der Daten zwischen den Cursors — in etwa das Gleiche wie sdev für einen Null-Mittel-Signalzug.	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i)^2}$ (Sieh. Abb. D–2)	Liefert ähnl. Ergebnis, wenn auf Zeitbereichsignalzug od. Datenhistogramm des gleich. Zugs angewend.. Bei Histogr. kann das Ergebnis jedoch von mehr als einer Erf. herrühren. Wobei: v_i = gemess. Abtastwerte, und N = Anzahl der vorgefund. Datenpunkte innerh. von Perio-den bis zu max. 100 Perioden.				
sdev	Standard deviation: Standardabweichung der Daten zwischen den Cursors — in etwa das Gleiche wie rms für einen Null-Mittel-Signalzug.	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - mean)^2}$ (Sieh. Abb. D–2)	Liefert ähnl. Ergebnis, wenn auf Zeitbereichsignalzug od. Datenhistogramm des gleich. Zugs angewend.. Bei Histogr. kann das Ergebnis jedoch von mehr als einer Erf. herrühren. Wobei: v_i = gemess. Abtastwerte, und N = Anzahl der vorgefund. Datenpunkte innerh. von Perio-den bis zu max. 100 Perioden.				

Parameter — Beschreibung		Definition	Hinweise
t@level	Time at level: Zeit zw. Trigger (t=0) und Kreuzung am spezifizierten Pegel.	Zeit zwischen Trigger und Kreuzungspegel	
top	Höherer zweier wahrscheinlichster Zustände, von denen <i>base</i> der niedrigere ist. Dies ist charakteristisch für Rechteck-Signalzüge und stellt den höheren wahrscheinlichsten Zustand dar, ermittelt aus der statistischen Verteilung der <i>data</i> -Punkt-werte auf dem Signalzug.	Wert des wahrscheinlichsten höheren Zustands (Sieh. Abb. D-1)	Liefert ähnl. Ergebnis, wenn auf Zeitbereichsignalzug od. Datenhistogramm des gleich. Zugs angewend.. Bei Histogr. kann das Ergebnis jedoch von mehr als einer Erf. herrühren.
width	Pulsbreite eines period. Signals, ermittelt durch Prüfung von 50 %-Kreuzungen im Dateneingang. Wenn die erste Übertragung nach dem linken Cursor eine ansteigende Flanke ist, gilt der Signalzug als aus positiven Pulsen bestehend, und <i>width</i> als die Zeit zw. benachbarten ansteigenden und abfallenden Flanken. Umgekehrt gelten bei abfallender Flanke die Pulse als negativ und <i>width</i> als die Zeit zw. benachbarten abfallenden und ansteigenden Flanken. In beiden Fällen werden die Pulsbreiten aller Signalzugpulse gemittelt, um das Endergebnis zu berechnen.	Breite des 1. positiven od. negativen Pulses, gemittelt über alle gleichartigen Pulse (Sieh. Abb. 1, 2)	Ähnlich wie fwhm, das jedoch nur für Histogramme gilt.