

# 100-MHz-Logikanalysator LA 100 USB

**Der neue Logikanalysator LA 100 stellt bei einer Abtastrate von max. 100 MHz insgesamt 16 Kanäle zur Verfügung und bietet weit reichende Messmöglichkeiten.**

## Allgemeines

Logikanalysatoren sind in der Digitaltechnik ein wertvolles Hilfsmittel und werden zur Hardwareentwicklung, Fehlersuche und Analyse von unbekanntem Schaltungen und Datenwegen eingesetzt. Ein Logikanalysator besitzt eine bestimmte Anzahl von Eingängen, die mit der zu untersuchenden Schaltung verbunden werden. So können mehrere Signalverläufe gleichzeitig aufgenommen und anschließend analysiert werden.

Die Signalabtastung geschieht mit einer einstellbaren, an das Signal angepassten Abtastrate, die sowohl vom Logikanalysator selbst als auch extern erzeugt werden kann. Durch die externe Einspeisung der Abtastfrequenz kann zum Beispiel eine Synchronisierung zwischen Aufzeichnungs- und Systemtakt der zu analysierenden Schaltung erfolgen. Neben dem manuellen Aufzeichnungsstart kann die Auf-

zeichnung ebenfalls durch bestimmte Ereignisse ausgelöst werden (Triggerung). Weiterhin ist es möglich, vor dem Triggerereignis aufgezeichnete Daten festzuhalten (Pre-Trigger).

In der Regel dient heutzutage ein PC zur Steuerung des Logikanalysators und zur Anzeige der Messdaten. Der Logikanalysator ist sowohl als externes Gerät, das per RS-232- oder USB-Schnittstelle mit dem PC verbunden ist, als auch als Einsteckkarte erhältlich. Mehr Flexibilität bietet ein externer Logikanalysator, der ortsunabhängig an mehreren PCs betrieben werden kann und auch für Laptops gut geeignet ist. Als Schnittstelle dient meistens eine USB-Schnittstelle, die einen hohen Datendurchsatz gewährleistet.

Logikanalysatoren sind in den unterschiedlichsten Ausführungen, von der einfachen Messplatine, wie z. B. der in dieser Ausgabe vorgestellte Mini-Logikanalysator MLA 100, bis hin zum mehreren zehntausend DM teuren Profigerät, erhältlich.

Im Folgenden werden einige charakteristische, für die Beurteilung eines Logikanalysators wichtigen Begriffe erläutert.

## Anzahl der Kanäle

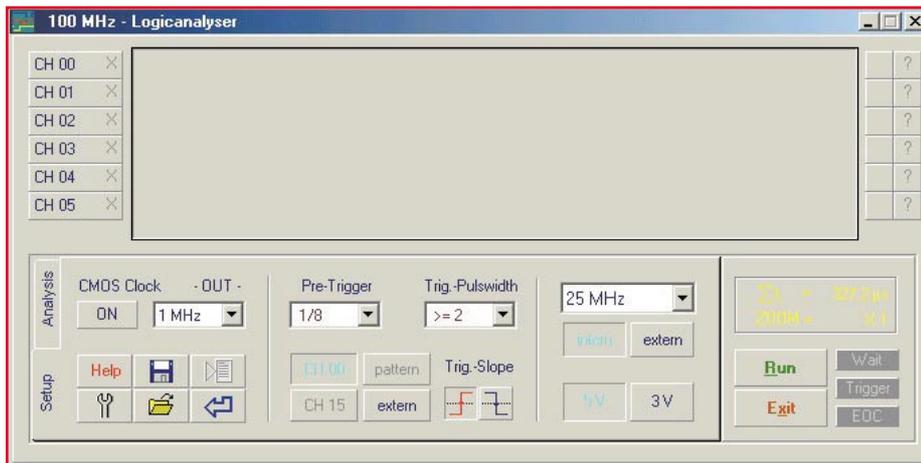
Die Kanalzahl gibt an, wie viele Signalverläufe das Gerät parallel verarbeiten kann.

## Speichertiefe

Die Speichertiefe spezifiziert, wie viele Messungen pro Kanal zwischengespeichert werden können. Die Zwischenspeicherung ist deshalb nötig, da die Geschwindigkeit der Datenübertragung der eingelesenen Messwerte zum PC geringer als die Abtastgeschwindigkeit ist.

## Abtastrate

Die Abtastrate beschreibt, wie viele Messungen der Logikanalysator in der Sekunde maximal vornehmen kann. Die Abtastrate muss deutlich höher als die Taktrate des zu messenden Systems sein. Die Abtastrate kann auch direkt vom Messobjekt



**Bild 1: Start-Display nach erfolgreicher Software-Installation**

übernommen werden, so kann man den Aufzeichnungstakt exakt den Messanforderungen anpassen.

### Trigger

Der Aufzeichnungsstart des Logikanalyzers kann manuell erfolgen. Es ist aber ebenso möglich, die Aufzeichnung automatisch durch Auftreten eines bestimmten Ereignisses (Signal an einem bestimmten Kanal, extern oder Bitmuster) starten zu lassen. Diesen automatischen Aufzeichnungsstart bezeichnet man als Trigger.

### Pre-Trigger

Der Pre-Trigger erlaubt es, den Signalverlauf vor dem eigentlichen Triggerereignis darzustellen. Dadurch lassen sich z. B. sporadisch auftretende Fehler leichter finden.

### Bitmuster

Wie bereits erwähnt, kann ein Bitmuster die Aufzeichnung starten. D. h., um eine Aufzeichnung zu starten, müssen die Kanäle zur gleichen Zeit einen bestimmten Zustand aufweisen (High oder Low). Dabei kann man für jeden einzelnen Kanal vorgeben, ob er High oder Low sein soll oder ob sein Zustand nicht beachtet werden soll.

## Der Logikanalysator LA 100

Der neue LA 100 ist sowohl im professionellen als auch aufgrund des attraktiven Preises im privaten Bereich ein wertvolles Hilfsmittel bei der Entwicklung oder Analyse von Digitalschaltungen. Durch die hohe maximale Abtastrate ist auch die Messung in schnellen Digitalschaltungen und Mikroprozessorsystemen kein Problem.

Der PC-Anschluss erfolgt über den USB-Bus, die Software läuft unter Windows 95/98/ME/2000 und bietet vielfältige Möglichkeiten der Signaldarstellung und Auswertung. So lassen sich z. B. Messungen speichern, später wieder aufrufen oder in

anderen Windows-Programmen weiterverarbeiten.

Die Spannungsversorgung erfolgt über das mitgelieferte Netzteil, kann aber aufgrund des sehr großen Versorgungsspannungsbereiches von 8 VDC - 28 VDC ebenfalls durch externe Quellen zur Verfügung gestellt werden, wie z. B. durch ein Laptop, mit dem auch ortsunabhängige Messungen durchführbar sind.

Der LA 100 besitzt 4 verschiedene Triggerquellen: CH 00, CH 15, einstellbares Bitmuster oder ein externes Signal. Weiterhin sind die Triggerflanke und eine minimale Triggerpulsbreite einstellbar. Der variable Pre-Trigger lässt sich im Bereich von von 1/8 bis 7/8 der Speichertiefe des LA 100 wählen. Die Speichertiefe beträgt 8 kByte pro Kanal. Weiterhin besitzt der LA 100 einen Ausgang für Frequenzen von 10 Hz - 10 MHz, mit dem zur Synchronisierung von zu messender Schaltung und Logikanalysator Signale in die Schaltung eingespeist werden können.

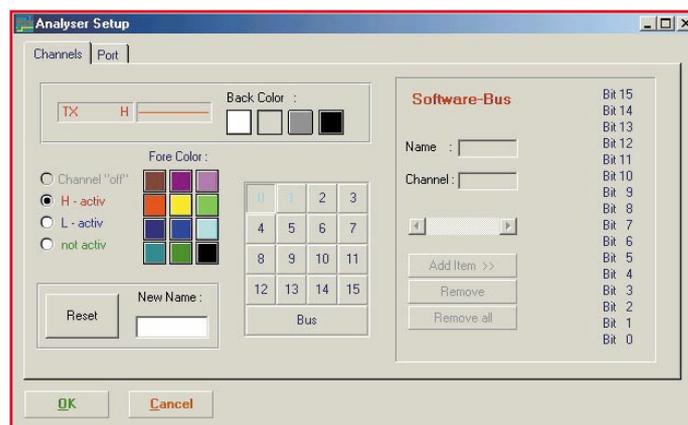
Die Abtastfrequenz lässt sich sowohl intern erzeugen als auch extern einspeisen, z. B. ebenfalls für Synchronisationszwecke. Die intern generierte Abtastfrequenz ist über den Zeitbasisteiler zwischen 1 kHz und 100 MHz einstellbar. Ein- und Ausgangsspannung können wahlweise 3 V oder 5 V betragen. Somit können auch modernste Digitalschaltungen mit 3-V- oder

3,3-V-Logik analysiert werden. Zum Lieferumfang gehören Analyser, Software, Handbuch, Netzteil, 16 x Mikrokleps rot, 1 x Mikrokleps schwarz, USB-Kabel, 16-Port-Kabelsatz.

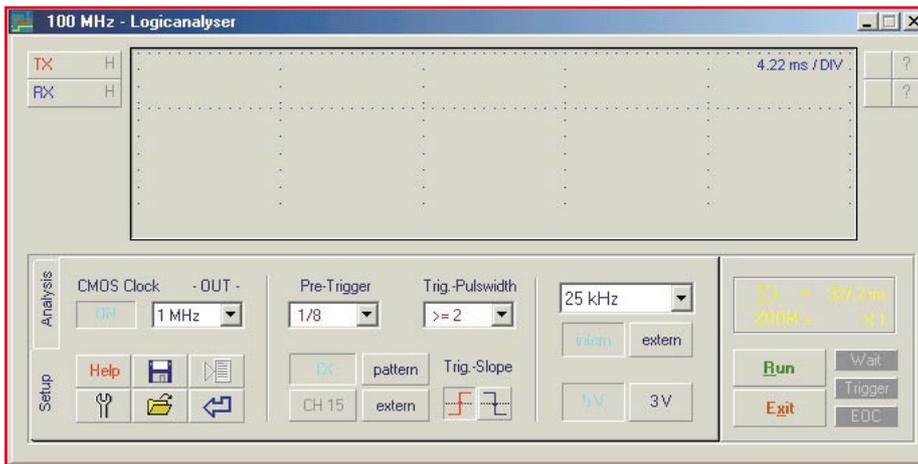
## Bedienung und Funktion

Nachdem das Gerät, wie im Handbuch beschrieben, mit dem PC verbunden und die Software installiert ist, kann die Arbeit beginnen. Dazu starten Sie die Software unter Windows durch Start>Programme>100 MHz Logic Analysator > 100 MHz Logic Analysator USB. Nach erfolgreichem Start, d. h. der Logic Analyser wurde von der Software erkannt, erscheint das in Abbildung 1 dargestellte Display. Zur Signalisierung der Messbereitschaft wird die Schrift der Starttaste „Run“ grün dargestellt. Verbinden Sie die Messkabel der max. 16 Kanäle mit der zu untersuchenden Schaltung. Jetzt richten Sie den Logikanalysator gemäß der Messanforderung ein:

- Im ersten Schritt werden die Kanäle konfiguriert, indem man das Schraubenschlüssel-Symbol links unten anklickt. Es erscheint das in Abbildung 2 dargestellte Fenster. Das mittlere Feld stellt alle 16 Kanäle (0 bis 15) dar. Klickt man auf einen Kanal, wird links daneben im Farbfeld „Fore Color“ die Darstellungsfarbe angezeigt, die dann per Mausklick veränderbar ist. Mit dem Farbfeld „Back Color“ kann die Hintergrundfarbe der Signaldarstellung verändert werden. Links neben dem Farbfeld „Fore Color“ kann man die Kanaldaten eingeben: Ausschalten (Channel „off“), Aktivieren (not activ) oder in das Bitmuster für die Triggerung mit einbeziehen (H-activ oder L-activ). Unter diesem Feld kann über „New Name“ für jeden Kanal ein eigener Name eingegeben werden. Weiterhin lassen sich über das rechte Feld „Software-Bus“ mehrere Kanäle zu einem Bus zusammenfassen, für den dann auch spezielle Auswertemöglichkeiten zur Verfügung stehen. Die nähere Erläuterung dazu folgt später im Text anhand eines Beispiels. Nachdem alle Einstel-



**Bild 2: Neues Fenster nach Klicken auf das Schraubenschlüssel-Symbol zur Konfiguration der Kanäle**



**Bild 3: Grundeinstellungen**

- lungen vorgenommen wurden, kehrt man durch Klicken auf „OK“ wieder zur Signaldarstellung zurück (Abbildung 1).
- Über das Diskettensymbol lassen sich Signalverläufe und Einstellungen speichern.
- Gespeicherte Signalverläufe und Einstellungen können über das unterhalb des Diskettensymbols befindliche Öffnungssymbol geladen werden.
- Durch das Pfeilsymbol (Pfeil nach links) kann die letzte Messung wieder aufgerufen werden.
- Mit dem darüber angeordneten Symbol kann die Messung zum Export in die Zwischenablage kopiert werden.
- Als Triggerquelle lassen sich Kanal 0 (CH 00), Kanal 15 (CH 15), das Bitmuster „Pattern“ oder ein extern eingespeistes Signal „extern“ wählen.
- Der „Pre-Trigger“ lässt sich im entsprechenden Feld von 1/8 bis 7/8 einstellen.
- Weiterhin kann man im Feld „Trig.-Pulswidth“ einstellen, wie breit ein Signalimpuls mindestens sein soll, damit die Triggerung darauf reagiert.
- Über „Trig-Slope“ lässt sich die Triggerflanke zwischen steigend und fallend wählen.
- Im rechts neben den Triggereinstellungen angeordneten Feld kann die Abtast-

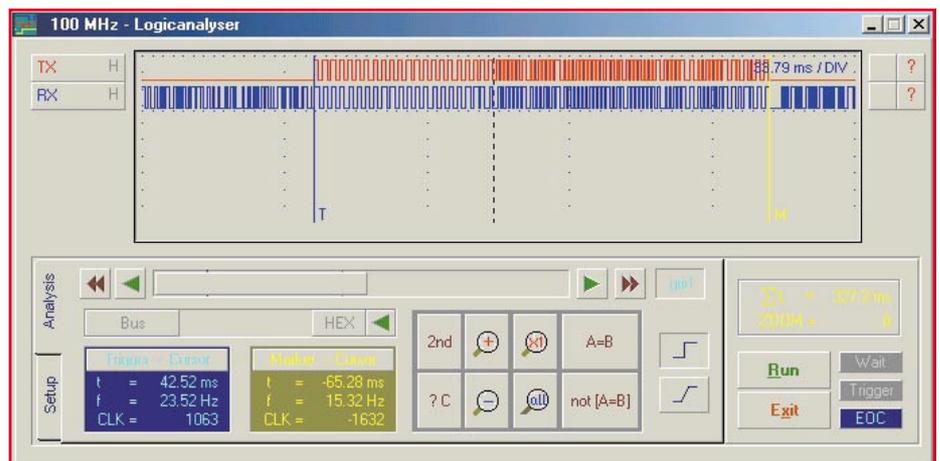
rate eingestellt werden (1 kHz bis 100 MHz). Weiterhin ist wählbar, ob die Abtastfrequenz „intern“ oder „extern“ generiert werden soll und ob es sich um 3-V- oder 5-V-Logik handelt. Die Messung wird durch Klicken auf die „Run“-Taste gestartet, die dann statt „Run“ „Cancel“ anzeigt. Ein Klick auf „Cancel“

- „Trigger“: Leuchtet kurz nach dem Auftreten des Triggersignals auf.
- „EOC“: Messung beendet.

## Anwendungsbeispiel 1

Die folgenden beiden Messbeispiele sollen einige der vielfältigen Messmöglichkeiten des LA 100 vorstellen. Dieses Beispiel zeigt die HF-Datenübertragung zwischen einem Sender HFS 868 und einem Empfänger HFE 868 HQ. Durch die Aufnahme beider Signale kann z. B. kontrolliert werden, ob die empfangenen Daten den gesendeten Daten entsprechen oder ob eventuell Daten verfälscht wurden. Abbildung 3 zeigt die Grundeinstellungen:

- Wie bereits in Verbindung mit Abbildung 2 beschrieben, werden durch Anklicken des Schraubenschlüsselsymbols 2 Kanäle aktiviert und benannt: TX = Sendesignal, RX = Empfangssignal.
- Getriggert wird auf das Sendesignal, TX, Flanke positiv.
- Um auch die Ereignisse vor dem Sendesignal

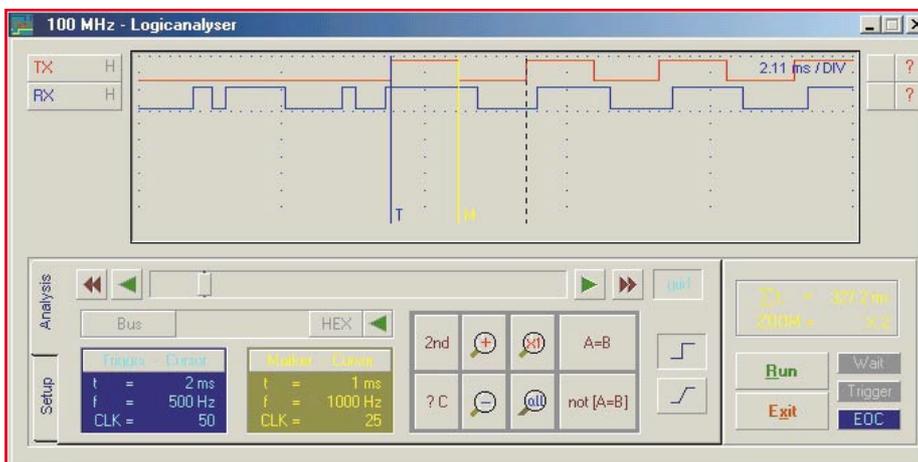


**Bild 4: Analysefunktion der Aufnahme durch Klicken auf „Analysis“**

stoppt die Messung. Über den jeweiligen Status der Messung geben die Leuchtfelder „Wait“, „Trigger“ und „EOC“ Auskunft:

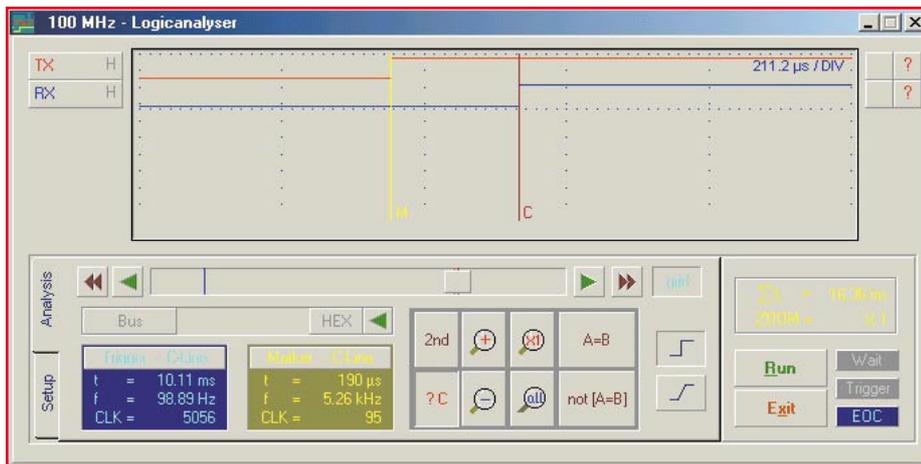
- „Wait“: Gerät wartet auf Triggersignal nach Betätigung der „Run“-Taste.

- signal aufzeichnen zu können, wählt man den Pre-Trigger zu 1/8.
- Die Abtastrate wird auf 25 kHz eingestellt, das Sendesignal weist eine Maximalfrequenz von 1 kHz auf.
- Durch Betätigen der Start-Taste „Run“ leuchtet die Anzeige „Wait“ auf, d. h. warten auf das Triggersignal.



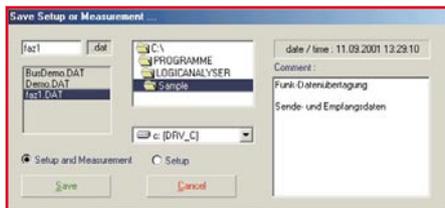
**Bild 5: Direkte Vergrößerung eines Signalbereichs durch Aufziehen eines Fensters**

Nach Auftreten des Triggersignals, d. h. der Sender wird angesteuert, startet die Aufnahme. Die Aufnahme stoppt automatisch, wenn der interne Speicher des LA 100 (8 kB) voll ist. Durch Klicken auf „Analysis“ gelangt man zu den Analysefunktionen, siehe Abbildung 4. Der Kanal TX zeigt das Sendesignal. Der Kanal RX zeigt das Empfängersignal, deutlich zu erkennen ist das Empfängerrauschen vor dem Datenempfang durch den eingestellten Pre-Trigger. Der Triggerzeitpunkt ist durch eine vertikale Linie mit einem „T“ gekennzeichnet.



**Bild 6: Weiter vergrößerter Bereich im Vergleich zur Abbildung 5**

- Mit Hilfe des unter dem Signaldarstellungsfensters angeordneten Schiebepfeils kann man durch das aufgenommene Signal „fahren“ und sich den Speicher ansehen.
- Durch Bewegen des Mauszeigers innerhalb des Signaldarstellungsfensters und Klicken wird an der entsprechenden Stelle ein Marker gesetzt. Dieser ist durch ein „M“ gekennzeichnet.



**Bild 7: Möglichkeit der Abspeicherung von Messungen und Einstellungen mit Eingabe eines Kommentars**

- Durch Klicken auf „2nd“ und anschließendes Bewegen des Mauszeigers innerhalb des Signaldarstellungsfensters und Klicken, wird an der entsprechenden Stelle ein Cursor gesetzt. Dieser ist durch ein „C“ gekennzeichnet.

„Trigger-Cursor“ und „Marker-Cursor“ sind Zeitdifferenzen, Frequenzen und Taktimpulse ablesbar.

- Durch Klicken auf das Lupensymbol „+“ und das Lupensymbol „-“ kann innerhalb der gespeicherten Signale gezoomt werden.
- Durch Ziehen eines Fensters innerhalb des Signaldarstellungsfensters ist ein bestimmter Signalbereich direkt vergrößerbar, siehe dazu Abbildung 5. Hier lassen sich mit dem Marker und dem Cursor direkt die Impulslängen ermitteln und Send- und Empfangsbits vergleichen.
- Abbildung 6 zeigt einen noch weiter gezoomten Bereich. Mit Marker und Cursor lässt sich direkt die Signalverzögerung zwischen Send- und Empfangssignal ermitteln.
- Sowohl die Messung und die Einstellungen als auch lediglich die Einstellungen lassen sich mit Eingabe eines Kommentars abspeichern, siehe Abbildung 7.

### Anwendungsbeispiel 2

Im zweiten Beispiel wurden die Ausgangssignale des 12-stufigen Ripple-Zäh-

lers CD 4040 aufgenommen. Der Baustein wurde durch den integrierten Clockgenerator des LA 100 angesteuert, aufgenommen wurden die Ausgangssignale der ersten 8 Zählerstufen. Abbildung 8 zeigt die 9 Signale:

- CLK: Ansteuersignal, stammt vom Clockgenerator des LA 100,  $f = 10 \text{ kHz}$
- Q1: Ausgangssignal der ersten Stufe,  $f = 5 \text{ kHz}$ ,  $1/2 f_{\text{Clock}}$
- Q2: Ausgangssignal der zweiten Stufe,  $f = 2,5 \text{ kHz}$ ,  $1/4 f_{\text{Clock}}$
- Q3: Ausgangssignal der dritten Stufe,  $f = 1,25 \text{ kHz}$ ,  $1/8 f_{\text{Clock}}$
- Q4: Ausgangssignal der vierten Stufe,  $f = 625 \text{ Hz}$ ,  $1/16 f_{\text{Clock}}$
- Q5: Ausgangssignal der fünften Stufe,  $f = 312,5 \text{ Hz}$ ,  $1/32 f_{\text{Clock}}$
- Q6: Ausgangssignal der sechsten Stufe,  $f = 156,25 \text{ Hz}$ ,  $1/64 f_{\text{Clock}}$
- Q7: Ausgangssignal der siebten Stufe,  $f = 78,125 \text{ Hz}$ ,  $1/128 f_{\text{Clock}}$
- Q8: Ausgangssignal der achten Stufe,  $f = 39,0625 \text{ Hz}$ ,  $1/256 f_{\text{Clock}}$

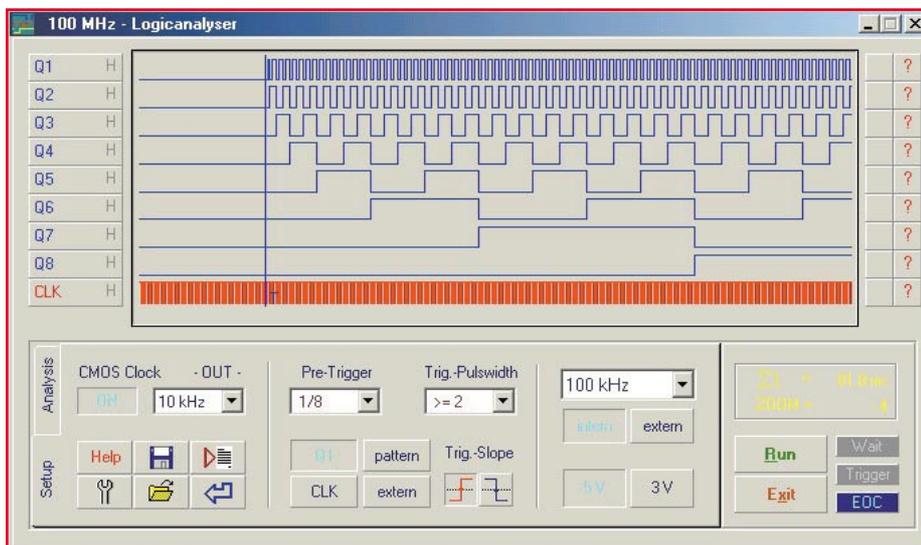
- Getriggert wurde auf den Kanal Q 1, Pre-Trigger 1/8, pos. Flanke.

- Abtastrate 100 kHz, intern, 5-V-Logik  
Durch Klicken auf die rechts neben dem Signalverlauf angeordneten Fragezeichen erhält man nähere Informationen zum jeweiligen Signal, siehe Abbildung 9. Parameter, wie durchschnittliche Frequenz, maximale und minimale Frequenz etc., sind abrufbar.



**Bild 9: Nach Klicken auf das Fragezeichensymbol erhält man Informationen zum jeweiligen Signal**

Es ist ebenfalls möglich, die Aufnahme durch die Bitmuster-Triggerung zu starten, bei der die Aufnahme, wie bereits erläutert, durch das Auftreten bestimmter Eingangssignalzustände gestartet wird. Dazu wird zunächst die Triggerbedingung für jeden Kanal eingegeben. Durch Klicken auf das Schraubenschlüsselsymbol gelangt man in das „Analyzer Setup“. Dort wird, wie in Abbildung 2 ersichtlich, die Triggerbedingung durch „L-activ“, „H-activ“ bzw. „not activ“ eingegeben. Abbildung 10 zeigt das Messergebnis, der Triggerzeitpunkt wird durch die vertikale Linie „T“ angezeigt. Zu diesem Zeitpunkt trat



**Bild 8: Beispiel 2: Messung der Ausgangssignale des Zählerbausteins CD4040**

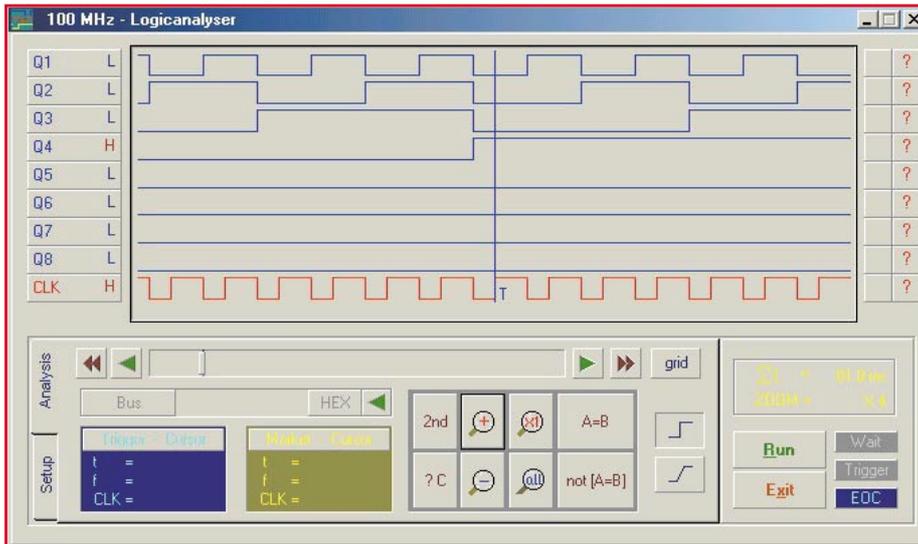


Bild 10: Messergebnis mit Angabe des Triggerzeitpunktes durch vertikale Linie „T“

die eingestellte Eingangssignalkombination auf.

Eine zusätzliche, besonders hilfreiche Auswertemöglichkeit ist die Zusammen-

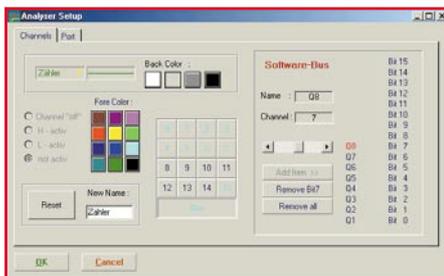


Bild 11: Analyser-Setup

fassung mehrerer Signalverläufe zu einem „Software-Bus“. Durch Klicken auf das Schraubenschlüsselsymbol erhält man das Fenster „Analyser Setup“, Abbildung 11. Dort lassen sich durch „Add Item >>“ mehrere Signalverläufe zu einem Software-Bus zusammenfassen, der hier „Zähler“ genannt wurde. In diesem Beispiel wurden die Kanäle Q 1 bis Q 8 zusammengefasst.

In der Signaldarstellung, Abbildung 12, erscheinen diese zusammengefassten Sig-

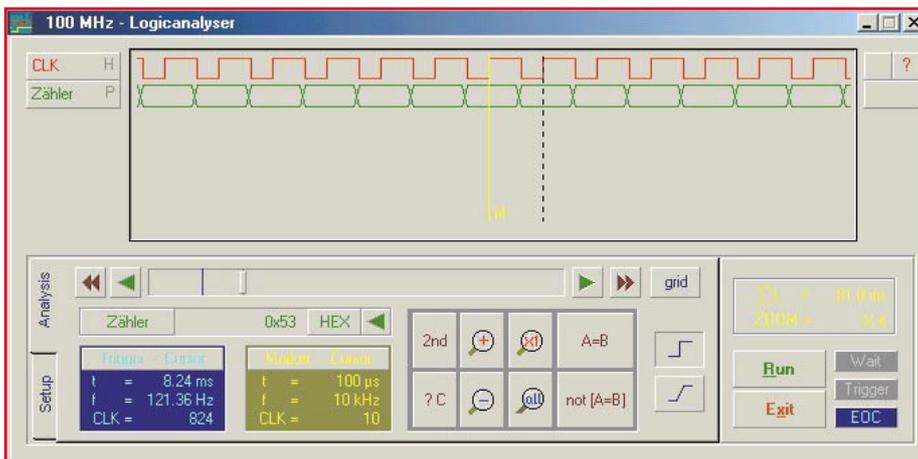


Bild 12: Zu einem Signalverlauf zusammengefasste Signale

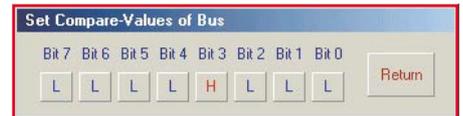


Bild 13: Einstellung der Kombination der einzelnen als Zähler definierten Kanäle/Bits

links und ist wahlweise in hexadezimal, binär oder dezimal anzeigbar.

- Eine weitere Funktion ist die Suche nach bestimmten Zuständen innerhalb der aufgenommenen Signale. Klickt man auf das Feld rechts unterhalb des Fragezeichens, erscheint das in Abbildung 13 dargestellte Display. Es lässt sich eine Kombination der einzelnen als Zähler definierten Kanäle/Bits einstellen, nach der dann gesucht werden kann. Durch Klicken auf „Return“ verlässt man dieses Fenster.

- Durch Klicken auf „A=B“ werden im Signaldarstellungsfenster, Abbildung 14, die Zeitpunkte durch eine gestrichelte Linie angezeigt, in denen die zuvor programmierte Signalkombination auftritt. Ein Klick auf „not [A=B]“ zeigt die Zeitpunkte an, in denen die Kombinati-

nale dann als ein Signalverlauf.

- Ein Zustandswechsel wird durch sich kreuzende Linien angezeigt.

- Durch Verfahren des Cursors kann für jeden Zeitpunkt der jeweilige, sich aus den zusammengefassten Signalen ergebende Zählerstand (binärcodiert) abgefragt werden. Der Wert erscheint unten

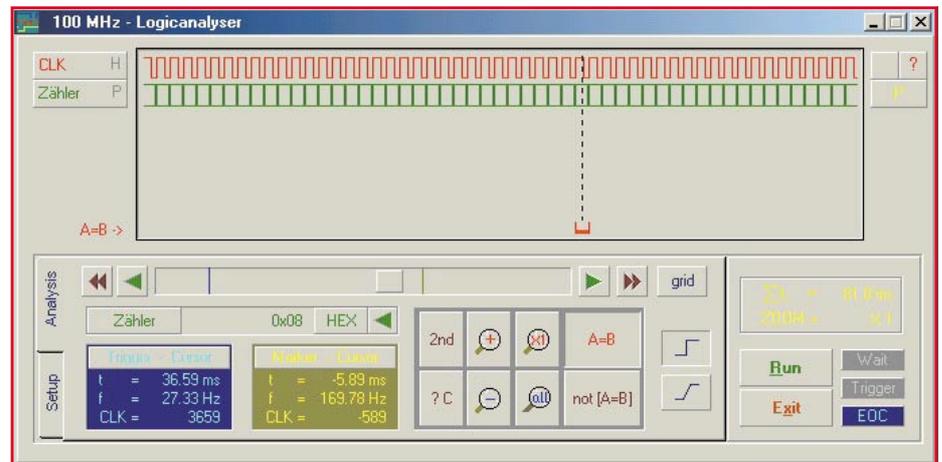


Bild 14: Die Zeitpunkte, an denen die programmierte Eingangssignalkombination auftritt, werden beim Klicken auf „A=B“ durch eine gestrichelte Linie angezeigt.

on nicht auftritt. Dies kann z. B. bei der Suche nach „verbotenen“ Zuständen in Mikroprozessorsystemen hilfreich sein.

Insgesamt betrachtet bietet der LA 100 vielfältige Messmöglichkeiten, eine hohe maximale Abtastrate und eine komfortable Software zu einem hervorragenden Preis-/Leistungsverhältnis. Da der LA 100 recht komplex und weitestgehend in SMD-Technik aufgebaut ist, eignet er sich nicht für den Eigenbau und ist deshalb lediglich als Fertigergerät erhältlich. Wir verzichten deshalb an dieser Stelle auf die Vorstellung der komplexen Schaltung, da deren detaillierte Beschreibung den Rahmen dieses Artikels sprengen würde. **ELV**