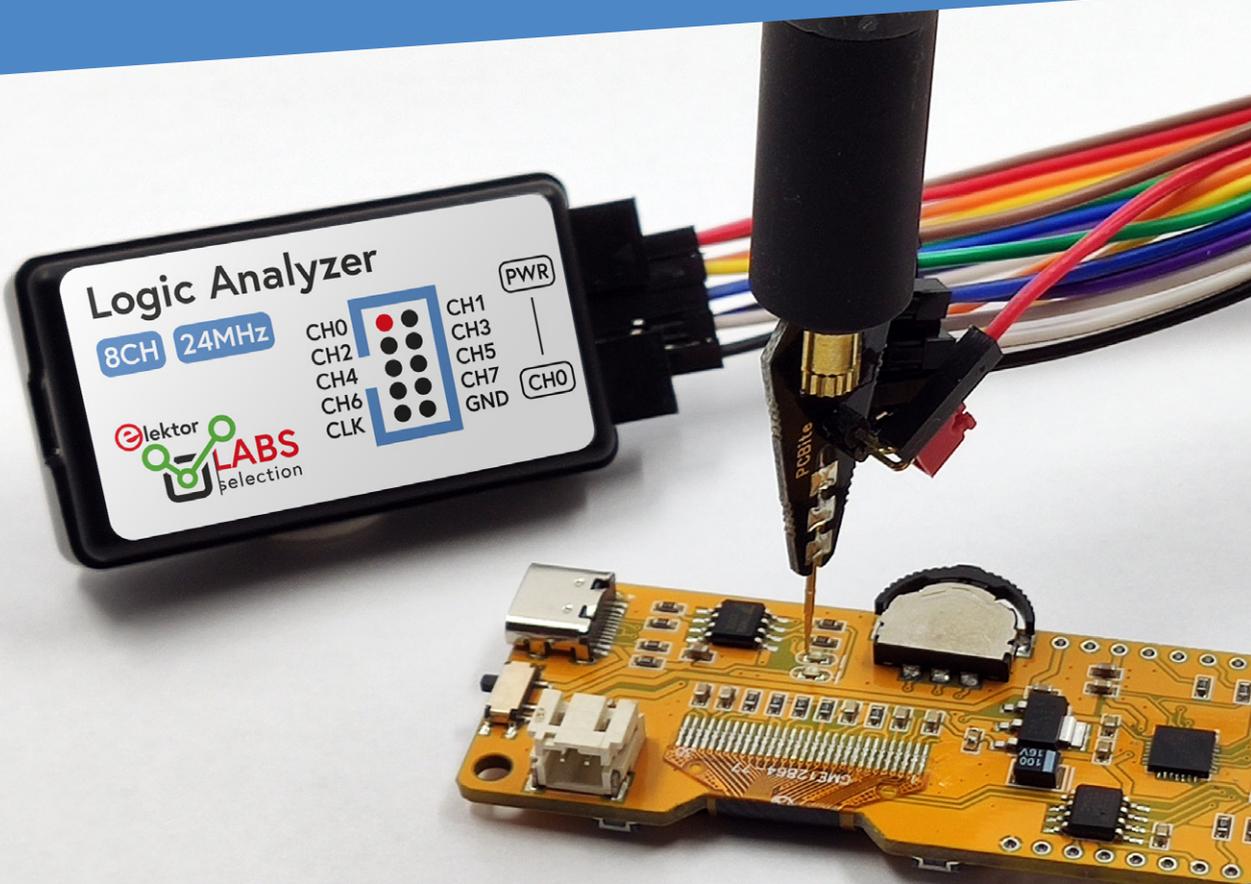


USB-Logikanalysatoren am
PC mit Arduino, Raspberry Pi und Co

Logic Analyzer im Einsatz



Jörg Rippel



Logic Analyzer im Einsatz

USB-Logikanalysatoren am PC mit
Arduino, Raspberry Pi und Co



Jörg Rippel

● © 2023: Elektor Verlag GmbH, Aachen.

1. Auflage 2023

● Alle Rechte vorbehalten.

Die in diesem Buch veröffentlichten Beiträge, insbesondere alle Aufsätze und Artikel sowie alle Entwürfe, Pläne, Zeichnungen und Illustrationen sind urheberrechtlich geschützt. Ihre auch auszugsweise Vervielfältigung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet.

Die Informationen im vorliegenden Buch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Die in diesem Buch erwähnten Soft- und Hardwarebezeichnungen können auch dann eingetragene Warenzeichen sein, wenn darauf nicht besonders hingewiesen wird. Sie gehören dem jeweiligen Warenzeicheninhaber und unterliegen gesetzlichen Bestimmungen.

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autor können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Für die Mitteilung eventueller Fehler sind Verlag und Autor dankbar.

● Erklärung

Autor, Übersetzer und Verlag haben sich nach besten Kräften bemüht, die Richtigkeit der in diesem Buch enthaltenen Informationen zu gewährleisten. Sie übernehmen keine Haftung für Verluste oder Schäden, die durch Fehler oder Auslassungen in diesem Buch verursacht werden, unabhängig davon, ob diese Fehler oder Auslassungen auf Fahrlässigkeit, Versehen oder eine andere Ursache zurückzuführen sind, und lehnen jegliche Haftung hiermit ab.

Umschlaggestaltung: Elektor, Aachen

Korrekturlesen: Andreas Riedenauer

Satz und Aufmachung: D-Vision, Julian van den Berg | Oss (NL)

Druck: Ipskamp Printing, Enschede, Niederlande

● **ISBN 978-3-89576-563-6** Print

ISBN 978-3-89576-564-3 eBook

● Elektor-Verlag GmbH, Aachen

www.elektor.de

Elektor ist die weltweit wichtigste Quelle für technische Informationen und Elektronik-Produkte für Maker, Ingenieure und Elektronik-Entwickler und für Firmen, die diese Fachleute beschäftigen. Das internationale Team von Elektor entwickelt Tag für Tag hochwertige Inhalte für Entwickler und DIY-Elektroniker, die über verschiedene Medien (Magazine, Videos, digitale Medien sowie Social Media) in zahlreichen Sprachen verbreitet werden. www.elektor.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	8
Kapitel 1 • Was man über einen Logikanalysator wissen muss	9
1.1 Was ist ein Logikanalysator?	9
1.1.1 Welche Software benötigt ein Logikanalysator?	15
1.1.2 Ist ein einfacher Logikanalysator ausreichend?	16
1.2 Wofür brauche ich einen LA?	17
1.3 Was macht den Logikanalysator besonders?	19
1.4 Was ist ein Logikanalysator nicht?	20
1.5 Wie schließt man einen Logikanalysator an?	23
1.6 Was kostet ein Logikanalysator?	26
1.6.1 Die günstigen Modelle	26
1.6.2 Die mittlere Preisstufe	27
1.6.3 Das hochpreisige Segment.	28
Kapitel 2 • Die Auswahl eines Logikanalysators	30
2.1 Kriterien und Spezifikationen für die Auswahl	30
2.2 Die Bandbreite und Abtastrate	30
2.3 Logik-Pegel und Threshold-Voltage	34
2.3.1 Was sind Logik-Pegel?	34
2.3.2 Was ist eine Threshold-Voltage?	34
2.3.3 Wie interpretiert ein Logikanalysator Signale?	34
2.3.4 Test der Threshold-Voltage.	38
2.4 Positive und Negative Logik	41
2.5 Analoge und digitale Eingänge	42
2.6 Synchroner und asynchroner Abtastung	43
2.6.1 Synchroner Abtastung	43
2.6.2 Asynchroner Abtastung.	44
2.6.3 Wann nutzt man die synchrone oder asynchrone Abtastung?	45
2.7 Buffer- und Stream-Modus	45
2.7.1 Buffer-Mode	46
2.7.2 Stream-Mode	47

2.7.3 Vor- und Nachteile	48
2.8 USB-Anschluss	49
2.9 Einfache und komplexe Trigger	50
2.10 Checkliste für die Auswahl eines Logikanalysators	51
2.10.1 Eine Checkliste für die eigenen Anforderungen	51
2.10.2 Was ist wirklich wichtig?	53
2.10.3 Reine Logikanalysatoren	53
2.10.4 Mixed-Signal Geräte	54
2.10.5 Die Qual der Wahl	56
Kapitel 3 • Protokolle und Hardware	58
3.1 Versuchsschaltungen	58
3.1.1 Benötigte Hardware	58
3.1.2 Weitere Hilfsmittel.	62
3.2 Bedienkonzepte der Software	65
3.3 Der I ² C Bus	68
3.3.1 Die I ² C Wetterstation	72
3.3.2 Eine I ² C Analyse.	75
3.3.3 Quellcode Wetterstation.	83
3.4 Der SPI-Bus	86
3.4.1 Raspberry Pi Pico mit grafischem SPI-Display.	90
3.4.2 SPI-Analyse	94
3.4.3 Quellcode SPI-Display	101
3.5 UART / RS-232	103
3.5.1 Raspberry Pi Pico und die serielle Datenübertragung	104
3.5.2 UART-Analyse.	107
3.5.3 Quellcode UART Pico	111
3.6 NeoPixel und WS281x	112
3.6.1 RGB-LED Adapterplatine	114
3.6.2 WS28xx Analyse.	116
3.6.3 Quellcode RGB-LED.	121
3.7 HD44780 LCD-Display	122

3.7.1 Bus Pirate und LCD-Adapter	123
3.7.2 HD44780 Analyse	127
3.8 Das 1-Wire Protokoll	131
3.8.1 Quellcode DS1820	135
3.9 Abschließende Bemerkungen zu den Protokollen	136
Kapitel 4 • Fallstricke	137
4.1 Fehler und Probleme bei Messungen	137
4.2 Die Tastköpfe	137
4.3 Der ideale Testaufbau	139
4.4 Ground Loops	144
4.5 Masseverbindungen bei hohen Frequenzen	145
4.6 Probe Loading	146
4.7 Der richtige Kontaktpunkt	147
4.8 Eingangsspannungsbereich	148
4.9 Einen Logikanalysator als Oszilloskop verwenden	149
Nachwort	150
A1 - Anhang - Arbeitsumgebung einrichten	151
A1.1 Raspberry Pi Pico und Thonny mit MicroPython	151
A1.2 Raspberry Pi Pico und Thonny mit CircuitPython	158
A1.3 Arduino UNO und die Arduino IDE	164
A1.4 Raspberry Pi und Python	170
Literaturverzeichnis	173
Stichwortverzeichnis	174