



# I<sup>2</sup>C-Bus-Tester

**Der I<sup>2</sup>C-Bus ist heute wohl eines der am meisten verbreiteten Bussysteme in elektronischen Geräten. Eine Fehlersuche bzw. Überprüfung in einem I<sup>2</sup>C-System erfordert im Normalfall relativ aufwendige Meßtechnik.**

**Mit dem hier vorgestellten einfachen I<sup>2</sup>C-Bus-Tester können die für den I<sup>2</sup>C-Bus typischen „Start“- bzw. „Stop“-Bedingungen erkannt werden, die Aufschluß über Aktivitäten auf den Busleitungen geben.**

## Allgemeines

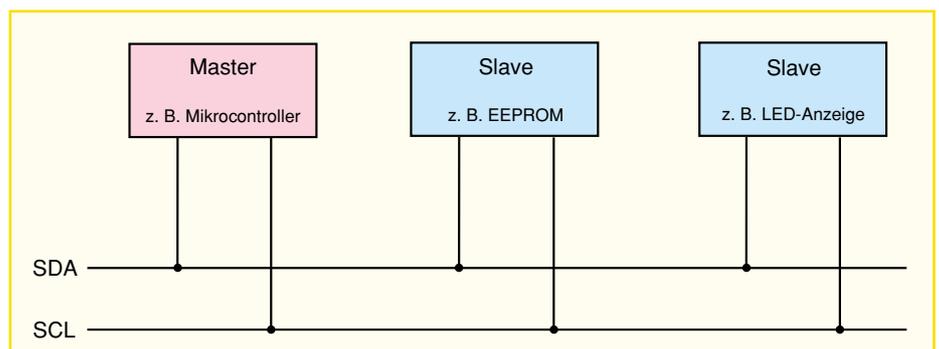
Der I<sup>2</sup>C-Bus ist ein Datenbus, der mit nur zwei Leitungen eine bidirektionale Datenübertragung ermöglicht. Sein Einsatz erfolgt häufig in Systemen, in denen Daten zwischen verschiedenen Teil-Systemen bzw. ICs ausgetauscht werden müssen.

Der I<sup>2</sup>C-Bus wird häufig in Geräten der Unterhaltungsindustrie, wie z. B. in Fernsehgeräten, Autoradios oder Sat-Receivern, eingesetzt. Hier nutzt man diesen Bustyp z. B. zur Reduzierung der Verbindungsleitungen zwischen Anzeige-/Bedienteilen und dem Gerätechassis. Auch in der Kfz-Elektronik gelangt der I<sup>2</sup>C-Bus

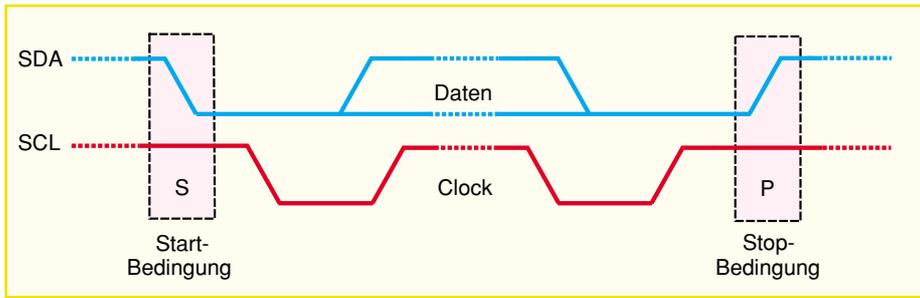
zum Einsatz, um hier zum einen die Anzahl von Leitungen zwischen den einzelnen Elektronikbaugruppen zu reduzieren und zum anderen die relativ hohe Störsi-

cherheit der Datenübertragung zu nutzen.

Und schließlich hat sich der I<sup>2</sup>C-Bus einen festen Platz in mikrorechnergesteuerten Gerätekonfigurationen, wie z. B. Steu-



**Bild 1: Denkbare Gerätekonfiguration am I<sup>2</sup>C-Bus**



Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	..... 9V-Block-Batterie
Stromaufnahme:	
LEDs aus:	..... 3 $\mu$ A
alle LEDs an:	..... max. 5 mA
Gehäuse-Abmessungen:	..... 115 x 65 x 26 mm

**Bild 2: Das I<sup>2</sup>C-Busprotokoll. Deutlich sind die eindeutig definierbaren Start-/Stop-Bedingungen zu erkennen.**

er- und Überwachungsanlagen, Sensorabfragen, abgesetzten Displays, etc., erobert.

Die einzelnen Komponenten werden in der Regel von einem „Master“, der den Datenaustausch zu und von den „Slave“-Bausteinen kontrolliert, gesteuert. In Abbildung 1 ist ein Beispiel für eine Busanordnung dargestellt. Der „Master“ wird meist von einem Mikrocontroller gebildet, wobei die „Slave“-Komponenten sowohl einzelne ICs als auch Baugruppen sein können. Die Palette von I<sup>2</sup>C-Bus-Bausteinen ist vielfältig, einige Beispiele sind z. B. EEPROMs, RAMs, Uhrenbausteine, PLLs, komplexe LCD-Anzeigebaugruppen, Tastaturbaugruppen, usw.

In Abbildung 2 ist ein typisches I<sup>2</sup>C-Bus-Protokoll dargestellt. Jede Datenübertragung wird mit einer Start-Bedingung eingeleitet, gefolgt von den Datenpaketen mit der eigentlichen Information. Am Schluß der Datenübertragung sendet der „Master“ eine Stop-Bedingung, die den Datentransfer beendet.

Das hier vorgestellte kleine I<sup>2</sup>C-Bus-Testgerät beschränkt sich auf die Auswertung dieser Start- und Stop-Bedingung. Deren Auftreten läßt die sichere Annahme zu, daß der Datentransfer ordnungsgemäß erfolgen kann. Zusätzlich zeigt der Tester an, ob sich der Logikpegel auf den Leitungen ändert, so daß man eine Aktivität am Bus einfach erkennen kann.

### Schaltung

Die Funktionsweise der Schaltung ist recht einfach und aus dem Schaltbild in Abbildung 3 ersichtlich.

Die beiden Eingangssignale SDA und SCL gelangen zunächst über die Wider-

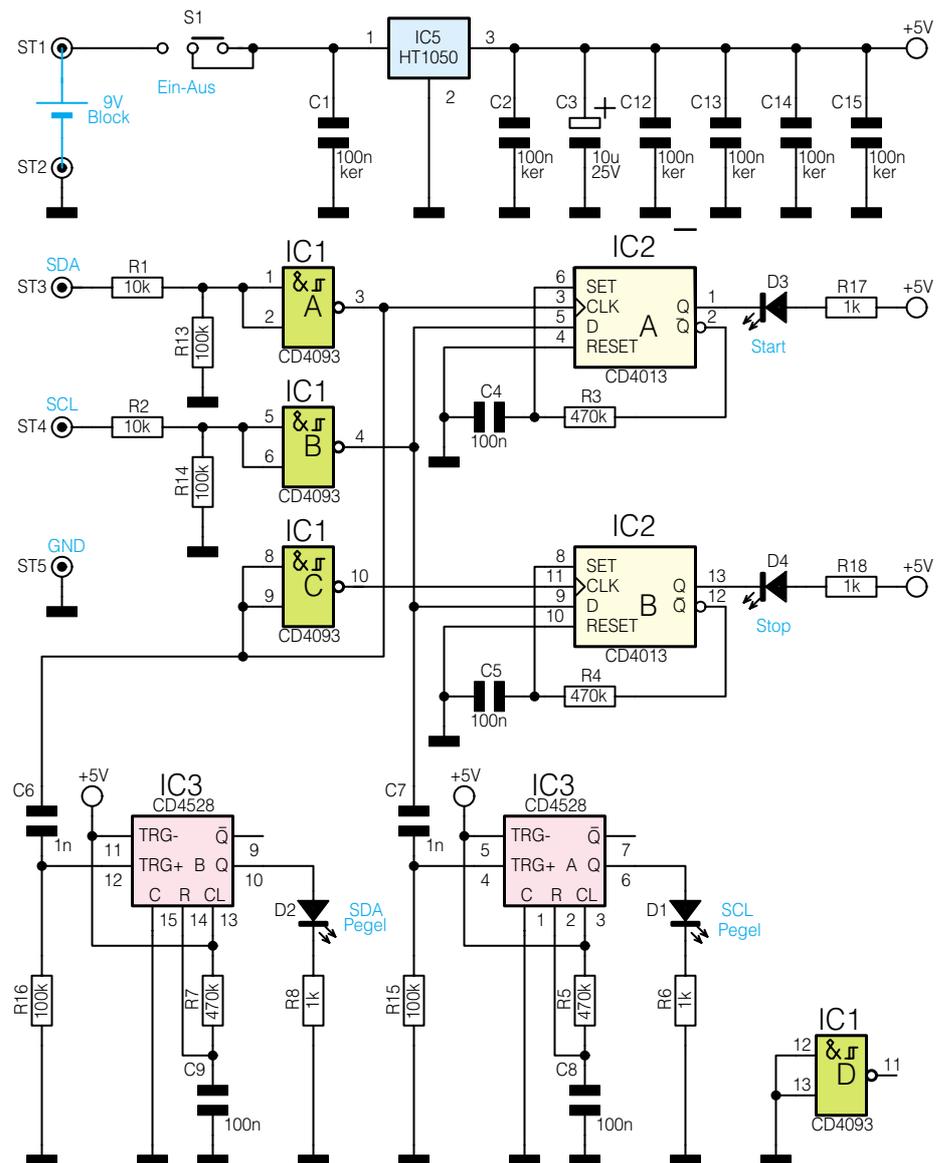
stände R 1 und R 2 auf die Schmitt-Trig-ger-Inverter IC 1 A und IC 1 B.

Zur Auswertung der Start- und Stop-Bedingungen dienen die D-Flip-Flops IC 2 A und IC 2 B. Im Normalzustand sind beide Flip-Flops gesetzt, d. h. die Q-Ausgänge Pin 1 und Pin 13 liegen auf High-Potential. Dies wird durch die Widerstände R 3 und R 4 herbeigeführt, die das Flip-Flop „setzen“, sobald der Q-Ausgang (Pin 2 bzw. Pin 12) auf High-Pegel wechselt. Durch

die Kombination dieser Widerstände mit den Kondensatoren C 4 und C 5 entsteht eine Zeitkonstante. Die Ausgangsimpuls-längen der Flip-Flops ist damit auf 30 ms begrenzt.

Betrachten wir zunächst die Funktionsweise von IC 2 A:

Am Clock-Eingang (Pin 3) liegt das durch IC 1 A invertierte SDA-Signal, am D-Eingang (Pin 5) das invertierte SCL-Signal an.



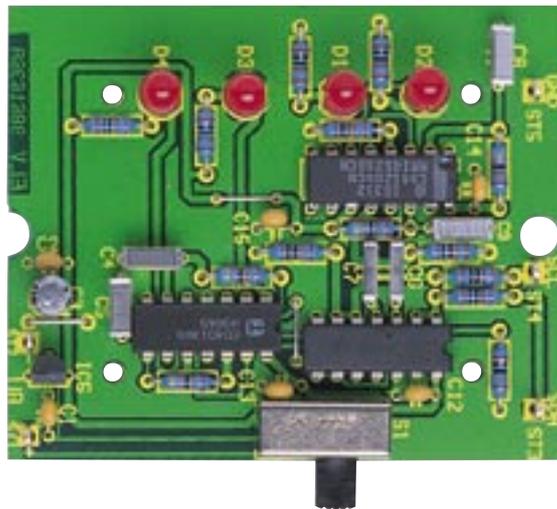
**Bild 3: Schaltbild des I<sup>2</sup>C-Bus-Testers**

Wechselt SDA von High- auf Low-Pegel, so wird ein Clock-Signal generiert, der momentan am D-Eingang liegende Logik-Pegel wird gespeichert und erscheint am Q-Ausgang.

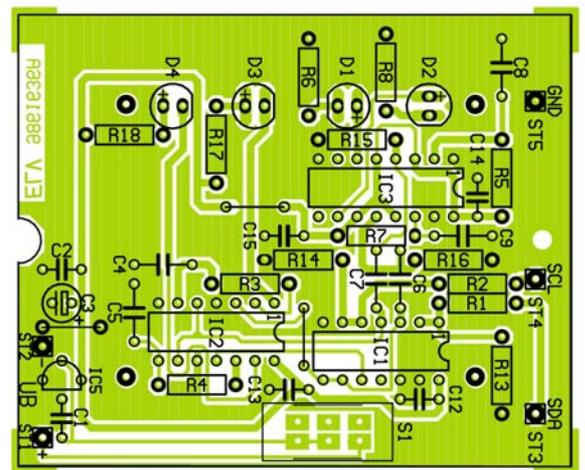
Tritt also eine Start-Bedingung (siehe Abbildung 2) auf, so wechselt der Q-Ausgang für einen Zeitraum von 30 ms auf Low-Pegel und die angeschlossene LED D 3 leuchtet kurz auf.

IC 2 B arbeitet in gleicher Weise, jedoch mit dem Unterschied, daß das Clock-Signal (SDA) durch den Inverter IC 1 C invertiert wird. Somit reagiert IC 2 B nur auf Stop-Bedingungen.

Mit den Mono-Flops IC 3 A und IC 3 B wird lediglich die Aktivität auf den Datenleitungen registriert und angezeigt. Hierzu gelangen die positiven Flanken der beiden Leitungen SDA und SCL über C 6 und C 7 auf den jeweiligen Triggereingang (Pin 4, Pin 12) des Monoflops. Die Ausgangsimpulslänge an den  $\bar{Q}$ -Ausgängen (Pin 6, Pin 10) wird mit R 5 und C 8 bzw. R 7 und C 9 festgelegt und beträgt ca. 20 ms. Die LED D 1 leuchtet bei Aktivität auf der



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte



Bestückungsplan des I<sup>2</sup>C-Bus-Testers

### Stückliste: I<sup>2</sup>C-Bus-Tester

#### Widerstände:

1k $\Omega$ .....	R 6, R 8, R 17, R 18
10k $\Omega$ .....	R 1, R 2
100k $\Omega$ .....	R 13-R 16
470k $\Omega$ .....	R 3-R 5, R 7

#### Kondensatoren:

1nF .....	C 6, C 7
100nF .....	C 4, C 5, C 8, C 9
100nF/ker .....	C 1, C 2, C 12-C 15,
10 $\mu$ F/25V .....	C 3

#### Halbleiter:

CD4093 .....	IC 1
CD4013 .....	IC 2
CD4528 .....	IC 3
HT1050 .....	IC 5
LED, 5 mm, rot .....	D 1-D 4

#### Sonstiges:

- Schiebeschalter, 2 x um, abgewinkelt .....
- Lötstift mit Lötöse .....
- 1 Gehäuse, bearbeitet und bedruckt
- 1 9V-Block-Batterie-Clip
- 4 Knippingschrauben, 2,0 x 6,0 mm
- 10 cm Silberdraht
- 25 cm flexible Leitung, 0,22 mm<sup>2</sup>, gelb
- 25 cm flexible Leitung, 0,22 mm<sup>2</sup>, rot
- 25 cm flexible Leitung, 0,22 mm<sup>2</sup>, schwarz
- 1 Miniatur-Abgreifklemme, gelb
- 1 Miniatur-Abgreifklemme, rot
- 1 Miniatur-Abgreifklemme, schwarz

SCL-Leitung und die LED D 2 bei Aktivität auf der SDA-Leitung.

Zur Spannungsversorgung der Schaltung dient eine 9V-Blockbatterie, die an ST 1 (+) und ST 2 (-) angeschlossen ist. Der Spannungsregler IC 5 erzeugt eine stabilisierte 5V-Spannung. Eine Besonderheit ist hier der Einsatz eines Spannungsreglers vom Typ HT 1050. Herkömmliche Spannungsregler weisen einen relativ hohen Eigenstrombedarf auf, der HT 1050 ist ein Low-Power-Regler, der nur 3  $\mu$ A benötigt. Die Vorteile liegen natürlich in der wesentlich längeren Lebensdauer der Batterie, auch wenn einmal vergessen wird, das Gerät auszuschalten.

### Nachbau

Für den Nachbau steht eine einseitige Platine mit den Abmessungen 72 x 60 mm zur Verfügung, die in ein kleines Gehäuse mit Batteriefach paßt.

Zunächst werden anhand der Stückliste und des Bestückungsplans die Widerstände und Drahtbrücken eingesetzt und verlötet. Die überstehenden Drahtenden sind mit einem Seitenschneider zu kürzen, ohne die Lötstellen dabei zu beschädigen.

Beim weiteren Bestücken der Halbleiter und der Elkos ist auf die richtige Einbaula-

ge bzw. Polung zu achten. Die Polung der vier LEDs ist durch eine abgeflachte Gehäuseseite (Katode) zu erkennen. Die Einbauhöhe der LEDs muß genau 18 mm betragen (gemessen zwischen Platine und Oberkante der LED).

Für den Anschluß der Meß- und Stromversorgungsleitungen werden 5 Lötstifte mit Lötöse eingesetzt. Der 9V-Batterieclip ist mit ST 1 (+) bzw. ST 2 (-) zu verlöten (rotes Kabel an ST 1, schwarzes Kabel an ST 2).

Die Herstellung der drei Prüfleitungen erfolgt aus verschiedenfarbigen Litzen von ca. 25 cm Länge, an deren einem Ende jeweils eine Miniatur-Abgreifklemme anzulöten ist.

Nach Prüfung der Platine auf eventuelle Lötzinnbrücken wird diese in das Gehäuse eingebaut. Zur Befestigung der Platine im Gehäuseunterteil dienen vier Knippingschrauben.

Für die Durchführung der Prüfleitungen befinden sich in der Frontseite des Gehäuses Bohrungen, in die die Leitungen entsprechend des Gehäuseaufdrucks auf der Gehäuseoberseite einzulegen sind.

Zum Abschluß der Montage wird das Gehäuse mit zwei Schrauben zusammengeschraubt, und das Gerät kann in Betrieb genommen werden.

