



PCF 8574

Bei dem PCF 8574 handelt es sich um einen 8Bit-I/O-Baustein, der über den I²C-Bus angesteuert wird und dessen Anschlußbelegung im Schaltbild (Abbildung 5) dargestellt ist.

Der 8Bit-Parallel-Port (P0 bis P7) des Bausteins ist quasi bidirektional ausgeführt, indem jeder Portpin über einen internen Pull-up-Widerstand und einen Schalttransistor nach Masse verfügt.

Ist der Transistor gesperrt, so führt der Pin über den Pull-up-Widerstand High-Potential, das allerdings nur mit wenigen µA belastet werden darf. Soll ein Low-Pegel ausgegeben werden, so schaltet der Transistor durch, und der Pin wird nach Masse gezogen, wobei die Strombelastbarkeit hier größer ist und sogar zum Ansteuern von LEDs dienen kann.

Soll der Port-Pin als Signaleingang genutzt werden, so muß unbedingt der interne Schalttransistor gesperrt sein. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung ist dieses der Fall, und der Pin führt über den internen Pull-up-Widerstand High-Potential. Soll ein Port-Pin jedoch während des Betriebes von Ausgabe auf Eingabe umgeschaltet werden, so ist zuvor ein High-Signal auf dem entsprechenden Pin auszugeben, um den Schalttransistor zu sperren. Das einzulesende Signal wird an den Portpin angelegt und muß bei einem Low-Pegel den internen Pull-up des Portes nach Masse ziehen.

Der PCF 8574 verfügt über einen Interrupt-Ausgang (INT), der als Open-Kollektor ausgeführt ist und nach Masse schaltet, wenn sich die Pegel an den Port-Pins P0 bis P7 ändern. So kann der Baustein, unabhängig vom I²C-Bus, dem steuernden PC oder Mikrocontroller mitteilen, daß Daten anliegen, die dieser dann über den I²C-Bus auslesen kann.

Wie alle I²C-Bausteine ist der PCF 8574 durch eine feste 7Bit-SLAVE-Adresse anzusprechen, bei der 4 Bit fest vorgegeben sind und 3 Bit durch die externe Beschaltung der Pins A0 bis A3 festgelegt werden. Zusätzlich zum PCF 8574 ist ein Baustein mit der Bezeichnung PCF 8574A erhältlich, der von der Funktion identisch ist, sich aber durch die Vorgabe der ersten 4 Adressbits unterscheidet. Die SLAVE-Adresse der beiden Bausteine ist in Abbildung 1 dargestellt.

I²C-PC-Interface IIC 2

Bei dem I²C-Bus handelt es sich um einen Datenbus, der mit nur zwei Signalleitungen eine bidirektionale Datenübertragung ermöglicht. Dieser wird häufig in Systemen eingesetzt, bei denen Daten zwischen verschiedenen Komponenten ausgetauscht werden müssen. Mit der hier vorgestellten Schaltung steht ein PC-Interface zur Verfügung, das an den Parallelport eines PCs angeschlossen wird und I²C-Bausteine ansteuern kann.

Allgemeines

Aufgrund der weiten Verbreitung des I²C-Busses sind viele Halbleiter mit entsprechender Schnittstelle erhältlich, wie z. B. EEPROMs, Uhrenbausteine, Anzeigentreiber, Tuner usw..

Der besondere Vorteil dieses Bussystems liegt in der einfachen Verdrahtung zwischen den einzelnen Komponenten, bei der lediglich zwei Leitungen mit allen Bauteilen verbunden werden müssen - von der Versorgungsspannung einmal abgesehen.

Das hier vorgestellte I²C-Interface wird an eine Parallel-Schnittstelle eines PCs angeschlossen und ermöglicht in Zusammenhang mit entsprechenden Treibern die Ansteuerung von I²C-Bausteinen.

Bei der I²C-Übertragung unterscheidet man zwischen MASTER und SLAVE. Das I²C-PC-Interface stellt in diesem Fall den MASTER dar, da dieser die Datenübertragung steuert. Als SLAVE werden die Bausteine bezeichnet, die vom MASTER angesprochen werden, um Daten zu empfangen oder zu senden.

Die Grundroutinen zur Ansteuerung des I²C-PC-Interfaces stehen dem Anwender

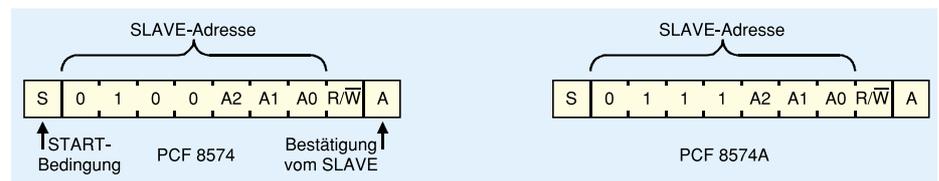
im Quellcode, in den Programmiersprachen C und PASCAL zur Verfügung, die leicht in eigene Programme eingebunden werden können.

Ein zusätzliches Monitorprogramm bietet die Möglichkeit, den I²C-Bus manuell anzusteuern und dessen aktuelle Signalpegel darzustellen.

Zum I²C-Interface wird eine Schaltung vorgestellt, die mit einem 8Bit-Ein-/Ausgabe-Baustein bestückt ist und an das I²C-PC-Interface angeschlossen wird.

Eine ausführliche Beschreibung der Datenübertragung des I²C-Busses ist in den Ausgaben 3 und 4/96 des „ELVjournal“ im Rahmen der Artikelserie „Mikrocontroller-Grundlagen“ veröffentlicht.

Bild 1: Die Slave-Adressen vom PCF 8574 und PCF 8574A



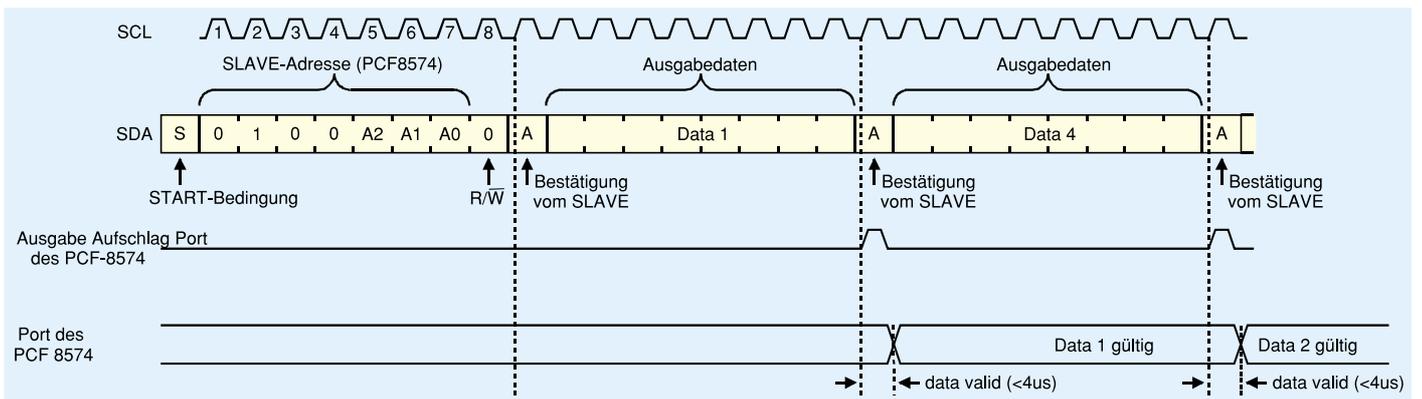


Bild 2: Schreiben auf den PCF 8574

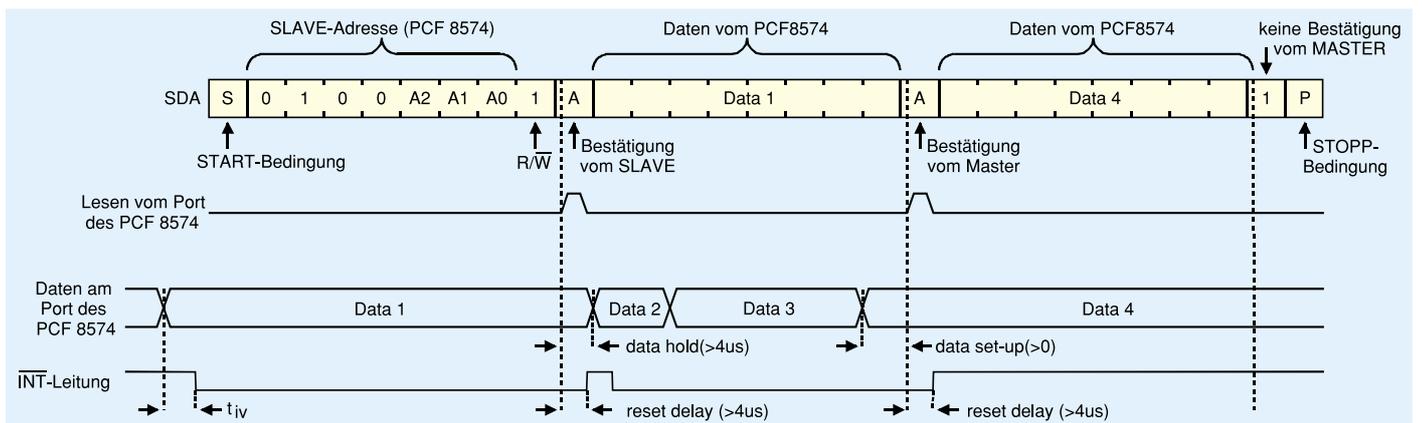


Bild 3: Lesen vom PCF 8574

Das I²C-Übertragungsprotokoll zur Ausgabe von Daten auf dem I/O-Baustein ist in Abbildung 2 dargestellt, und Abbildung 3 zeigt das Protokoll zum Einlesen der Daten vom I/O-Baustein.

Schaltung des I²C-PC-Interfaces

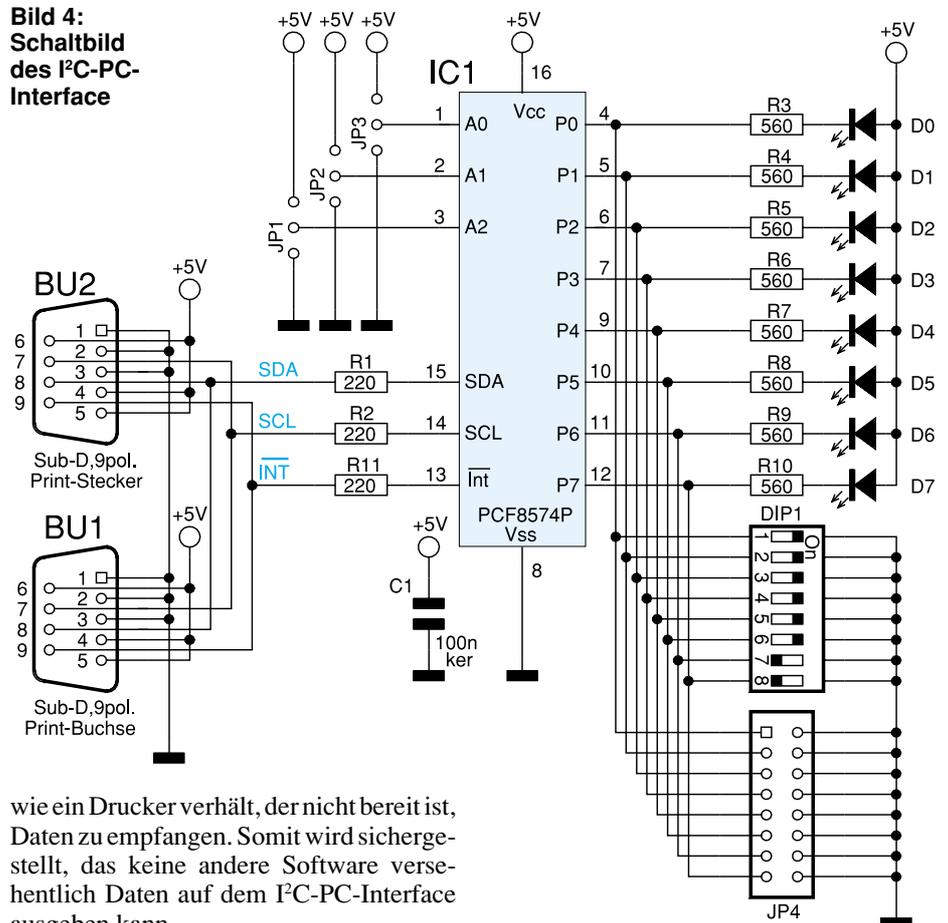
Die Schaltung des I²C-PC-Interfaces ist in Abbildung 4 zu sehen. Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Steckernetzteil, das eine Spannung im Bereich von 9 V bis 15 V liefert und an die Buchse BU 1 angeschlossen wird.

Die Betriebsspannung gelangt über die Sicherung SI 1 und die Verpolungsschutzdiode D 3 auf den Festspannungsregler IC 3 des Typs 7805. In dessen Massezweig ist die Diode D 5 eingefügt, zur Erhöhung der Ausgangsspannung auf ca. 5,7 V.

Die Kondensatoren C 1 bis C 4 dienen zur Siebung und Schwingneigungsunterdrückung. Über die Diode D 4, an der die Flußspannung von ca. 0,7 V abfällt, gelangt die auf 5 V stabilisierte Betriebsspannung auf die eigentliche zu versorgende Schaltung. Die Leuchtdiode D 2 signalisiert die Betriebsbereitschaft des Interfaces.

Die verwendeten Signalleitungen des Parallel-Ports sind auf das Widerstandsnetzwerk R 17 geführt, das für definierte Pegel sorgt. Das BUSY-Signal der PC-Schnittstelle wird über R 17 auf High-Pegel gezogen, damit sich das Interface

Bild 4: Schaltbild des I²C-PC-Interface



wie ein Drucker verhält, der nicht bereit ist, Daten zu empfangen. Somit wird sichergestellt, das keine andere Software versehentlich Daten auf dem I²C-PC-Interface ausgeben kann.

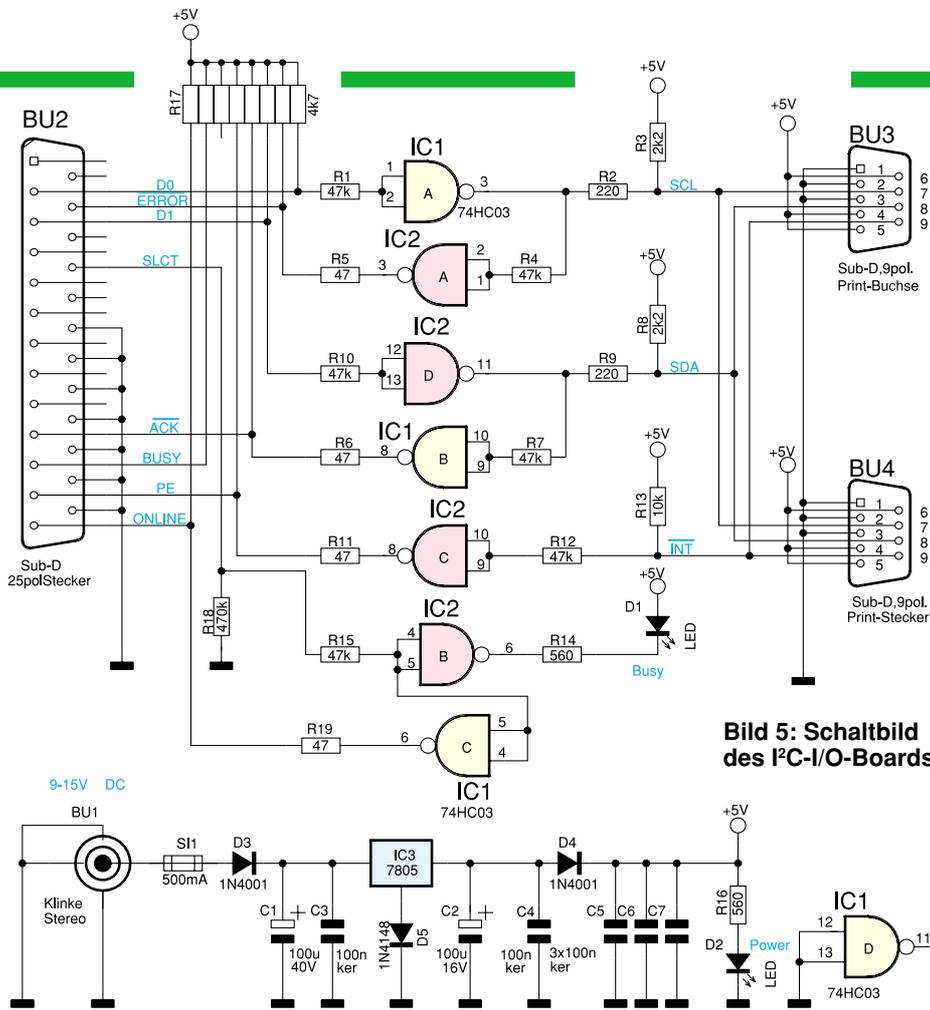


Bild 5: Schaltbild des I²C-I/O-Boards

Stückliste: I²C-PC-Interface I²PC10

Widerstände:

47Ω	.....	R5, R6, R11, R19
220Ω	.....	R2, R9
560Ω	.....	R14, R16
2,2kΩ	.....	R3, R8
10kΩ	.....	R13
47kΩ	.....	R1, R4, R7, R10, R12, R15
470kΩ	.....	R18
Array, 4,7kΩ	.....	R17

Kondensatoren:

100nF/ker	.....	C3, C4-C7
100µF/16V	.....	C2
100µF/40V	.....	C1, C2

Halbleiter:

74HC03	.....	IC1, IC2
7805	.....	IC3
1N4001	.....	D3, D4
1N4148	.....	D5
LED, 3mm, rot	.....	D1, D2

Sonstiges:

- Klinkenbuchse, 3,5mm, stereo, print BU1
- SUB-D-Siftleiste, 25polig, print BU2
- SUB-D-Buchsenleiste, 9polig, print BU3
- SUB-D-Stiftleiste, 9polig, print BU4
- Sicherung, 500mA, träge S11
- 1 Platinsicherungshalter (2 Hälften)
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Softline-Gehäuse, gebohrt und bedruckt
- 25cm Schaltdraht, blank, versilbert
- 3,5"-Treiberdiskette

Um die Schaltung vor statischen Entladungen an den Schnittstellenpins zu schützen, sind vor den Eingängen der Gatter die Widerstände R 1, R 10 und R 15 geschaltet. Die Datenleitung D 0 wird zur Steuerung der SCL-Leitung verwendet, die über den Schutzwiderstand R 1 auf das NAND-Gatter IC 1 A vom Typ 74HC03 geschaltet ist. Der Ausgang des Gatters ist als Open-Kollektor ausgeführt, der über den Schutzwiderstand R 2 mit dem Pull-up-Widerstand R 3 verbunden ist.

Das Auslesen der SCL-Leitung erfolgt über das Gatter IC 2 A, das den SCL-Pegel invertiert und auf die ERROR-Leitung des PCs führt. Ebenso ist die Schaltung für das SDA-Signal aufgebaut, bei der die Datenleitung D 1 über das Gatter IC 2 D gepuffert und eine Rückwirkung auf die ACK-Leitung über das Gatter IC 1 B realisiert ist.

Einige I²C-Bausteine verfügen über einen zusätzlichen Interrupt-Pin, der als Open-Kollektor-Ausgang ausgeführt ist und schaltet, wenn z. B. Daten anliegen, die ausgelesen werden müssen. Das Einlesen des Signals erfolgt über das Gatter IC 2 C, das den Pegel invertiert auf die PE-Leitung des PCs schaltet.

Ist das I²C-Interface aktiv, so legt der PC die SLCT-Leitung auf High-Pegel, so daß die Leuchtdiode D 1 über das Gatter IC 2 B aktiviert wird. Eine Rückkopplung des SLCT-Signales erfolgt über das Gatter IC 1 B auf die ONLINE-Leitung des PCs.

Somit kann die Software ein Signal auf der SLCT-Leitung ausgeben und überprüfen, ob an der ONLINE-Leitung das invertierte Signal anliegt, um das I²C-Interface zu identifizieren.

Die I²C-Bus-Signale und die Spannungsversorgung sind auf die parallelgeschaltete 9polige SUB-D-Buchse und den SUB-D-Stecker geführt, an welche die Verbindungsleitungen zu den anzusteuern den Bauteilen eingesteckt werden. Die Betriebsspannungsversorgung für die angeschlossenen Bausteine kann über das Interface erfolgen, wobei darauf zu achten ist, daß keine Überlastung des Interface auftritt.

Ebenso ist auch eine externe Versorgung des PC-Interface über die SUB-D-Buchse oder den SUB-D-Stecker mit 5V-Betriebsspannung möglich. Dabei sorgt die Diode D 4 im Netzteil des PC-Interfaces dafür, daß kein Strom zurück in den Spannungsregler IC 3 fließen kann.

Schaltung des I²C-I/O-Boards

Das Schaltbild des I²C-I/O-Boards ist in Abbildung 5 dargestellt. Die I²C-Bussignale und die Spannungsversorgung gelangen über die SUB-D-Buchse (BU 1) oder den SUB-D-Stecker (BU 2) zur Schaltung. Bei dem IC 1 vom Typ PCF 8574 handelt es sich um einen 8Bit-Ein-/Ausgabebaustein, der bereits zuvor beschrieben wurde. Die Datenleitung SDA und Takt-

leitung SCL sind über je einen Schutzwiderstand R 1 und R 2 mit dem IC 1 verbunden. Die Adresse des IC 1 wird über die Signale an A 0 bis A 2 bestimmt, die über die Jumper J 1 bis J 3 einstellbar sind.

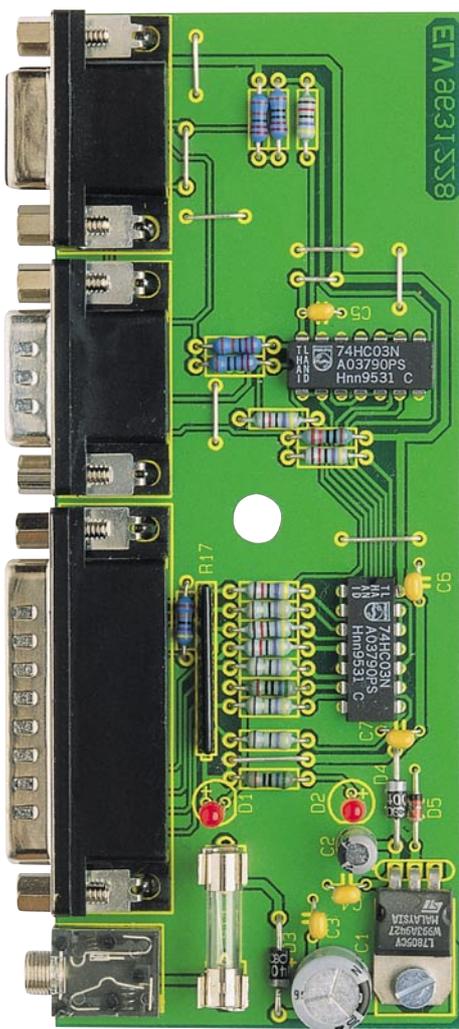
Das auszugebende Datenwort steht an den Datenleitungen P 0 bis P 7 an und kann direkt zum Ansteuern von LEDs mit Vorwiderständen dienen.

Für die Eingabe von Signalen können die Datenleitungen P 0 bis P 7 z. B. durch einen DIP-Schalter nach Masse geschaltet werden.

Nachbau

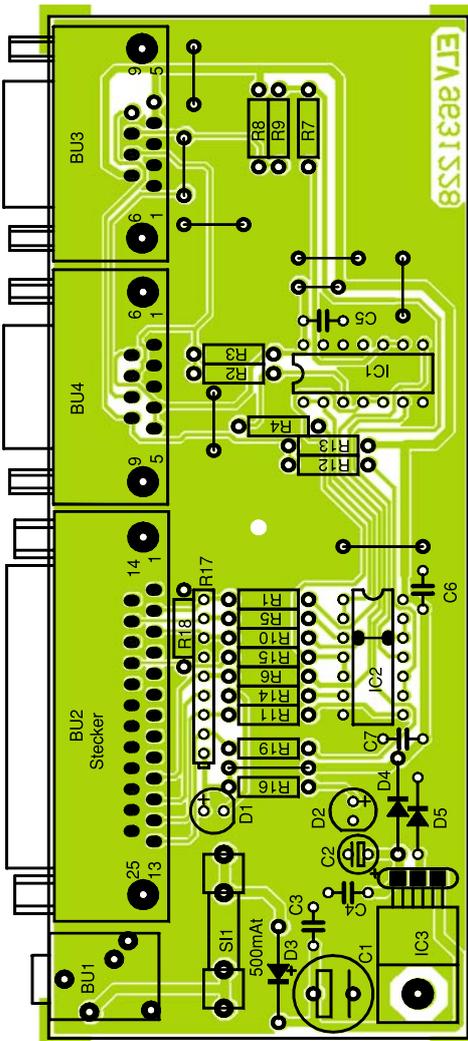
Die Schaltung des I²C-PC-Interfaces ist auf einer 135 x 53 mm messenden einseitigen Leiterplatte untergebracht und die I²C-I/O-Schaltung findet auf einer 70 x 64 mm messenden einseitigen Leiterplatte Platz.

Die Bestückung erfolgt in gewohnter



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte des I²C-PC-Interface mit zugehörigem Bestückungsplan

Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes, wobei zuerst die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauteilen bestückt und verlötet werden. Die überstehenden Drahtenden sind mit einem Seitenschneider abzukneifen, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen. Der Spannungsregler IC 3 ist mit einer M3x8mm-Zylinderkopfschraube, die von der Lötseite durch



die Leiterplatte gesteckt wird und einer M3-Mutter zu verschrauben.

Die Leuchtdioden D 1 und D 2 sind in einem Abstand von 14 mm zwischen dem Bauteilkörper und der Leiterplattenoberfläche zu bestücken.

Bei der Bestückung des I/O-Boards kann zwischen verschiedenen Versionen gewählt werden, indem der Port des ICs verschied-

den beschaltet wird. Soll dieser zur Ansteuerung von LEDs dienen, so sind die Widerstände und die LEDs zu bestücken. Ebenso besteht die Möglichkeit, anstelle der Widerstände einen DIP-Schalter zu bestücken, der die Port-Pins nach Masse schaltet und so für Eingaben nutzbar ist. Wird anstelle der Widerstände eine 16polige Stiftleiste bestückt, kann der Port universell verwendet werden, indem er z.B. mit anderen Schaltungen verbunden wird.

Ist der Aufbau so weit abgeschlossen, folgt der Einbau des PC-Interface in das bedruckte und bearbeitete Softline-Gehäuse. Dazu wird die Leiterplatte in das Gehäuseunterteil eingesetzt, so daß die Buchsen durch die Öffnung des Gehäuses ragen. Danach kann das Gehäuseoberteil aufgesetzt und mit der zugehörigen Knippingschraube verschraubt werden.

**Stückliste:
I²C-8Bit-I/O-Board**

Widerstände:

- 220Ω R1, R2, R11
- 560Ω R3-R10

Kondensatoren:

- 100nF/ker C1

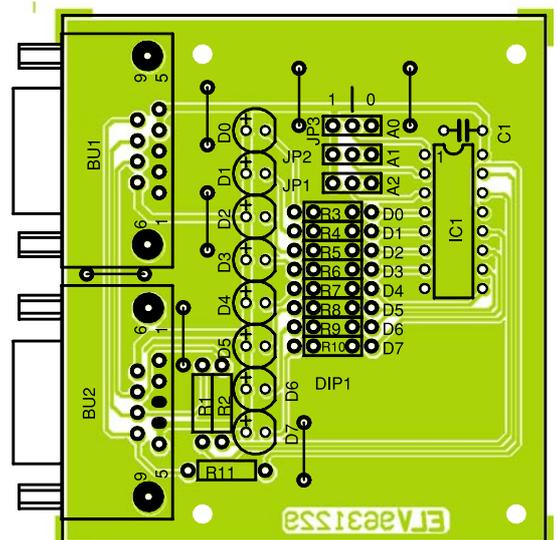
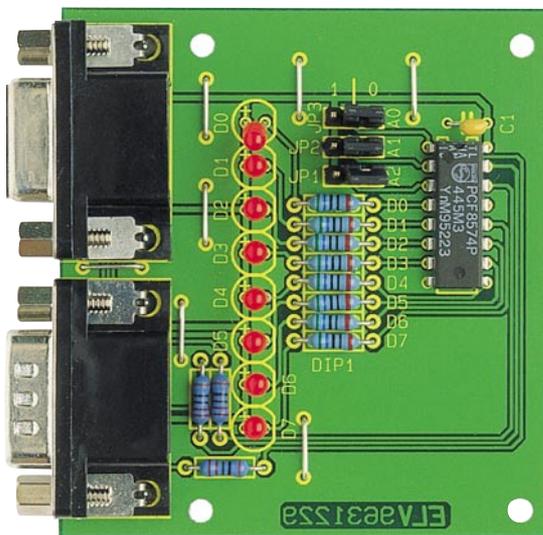
Halbleiter:

- PCF8574P IC1
- LED, 3mm, rot D0-D7

Sonstiges:

- SUB-D-Buchsenleiste, 9polig, print BU1
- SUB-D-Stiftleiste, 9polig, print BU2
- Mini-DIP-Schalter, 8polig DIP1
- Stiftleiste, 1 x 3polig JP1-JP3
- Stiftleiste, 2 x 8polig JP4
- 3 Jumper
- 18cm Schaltdraht, blank, versilbert

Ansicht der fertig bestückten I²C-I/O-Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan



Für das I²C-I/O-Board bestehen vielfältige Einbaumöglichkeiten, so daß hierfür kein bestimmtes Gehäuse vorgesehen ist. Aufgrund der CE-Bestimmungen ist jedoch sicherzustellen, daß durch geeignete Einbau- bzw. Schutzmaßnahmen eine Zerstörung des ICs durch eventuelle statische Entladungen auf die Pins des Halbleiters vermieden wird.

Software

Zum I²C-PC-Interface wird eine Softwarediskette mitgeliefert, die Grundroutinen zur Ansteuerung beinhaltet. Die Routinen liegen im Quellcode, in den Programmiersprachen PASCAL und C vor und können in eigene Programme eingebunden werden. Ein kleines Demoprogramm verdeutlicht dabei jeweils die Verwendung der Routinen.

Ebenso befindet sich auf der Diskette ein Monitorprogramm, mit dem der I²C-Bus manuell gesteuert werden kann. Nach dem Start dieses Programms „IIC_MON.

Im Bereich „IIC-Signale“ wird ständig der aktuelle Zustand der SDA-, SCL- und Interrupt-Leitung dargestellt.

Im unteren Bereich „IIC-Steuerung“ erfolgt die Steuerung des Interfaces. Mit den Tasten 1 bis 4 können dabei die Pegel der Signalleitungen geändert werden, um z. B. eine Start-Bedingung nachvollziehen zu können. Durch die Tasten 5 bis 9 sind die Standard-I²C-Bus-Funktionen direkt ausführbar. Mit den Tasten 5 und 6 ist eine Start- oder Stop-Bedingung generierbar.

Durch Betätigen der Taste 7 wird ein Byte vom I²C-Bus gelesen, das anschließend in dezimaler, hexadezimaler und binärer Darstellung angezeigt wird.

Mit der Taste 8 wird bestimmt, ob der Empfang des Bytes bestätigt werden soll oder nicht.

Die Taste 9 dient zum Senden eines Bytes über den I²C-Bus. Das zu sendende Byte ist dabei mit den Tasten „+“ und „-“ veränderbar und wird dabei in dezimaler, hexadezimaler und binärer Schreibweise dargestellt.

Anschließend wird das Monitorprogramm „IIC_MON.EXE“ gestartet, welches das Interface erkennen muß und das in Abbildung 6 dargestellte Menü anzeigt.

Die SCL- und SDA-Leitung sollten zu diesem Zeitpunkt High-Pegel führen, welches einen freien Bus darstellt.

Durch die Betätigung der Taste „5“ wird nun eine Start-Bedingung generiert. Jetzt muß die Slave-Adresse gesendet werden, die zuvor mit den Tasten „+“ und „-“ auf 64 (Adresse des PCF8574 bei Schreibzugriff) und A0 bis A3 auf 0 eingestellt werden muß. Durch Drücken der Taste „9“ wird das Byte an den SLAVE übertragen.

Tritt hier ein Übertragungsfehler auf, so wird das Byte nicht vom SLAVE bestätigt und der IIC-Status zeigt einen „TIME-OUT“ an.

War die Übertragung erfolgreich, kann mit den „+“- und „-“-Tasten eine Zahl vorgegeben werden, die durch erneutes Drücken der Taste „9“ gesendet wird und an den Datenleitungen des PCF 8574 erscheint.

Die Datenübertragung kann fortlaufend erfolgen, bis die Übertragung durch die Stopp-Sequenz (Taste „6“) gestoppt und der Bus wieder freigegeben wird.

Zum Auslesen wird zuerst wieder die Start-Bedingung gesendet, durch Betätigen der Taste „5“. Es folgt nun das Senden der Slave-Adresse, die in diesem Fall 65 ist (PCF 8574 lesend ansprechen), mit A0 bis A3 auf 0. Es ist darauf zu achten, daß die nun folgende Lesefunktion vom MASTER bestätigt wird. Dazu ist mit der Taste „8“ die Option „IIC_LESE_BYTE mit ACK bestätigen“ einzustellen. Alsdann folgt durch die Betätigung der Taste „7“ das Lesen und Anzeigen eines Byte vom Baustein.

Die Datenleitungen des I/O-Boards können nun beschaltet und durch erneutes Betätigen der Taste „7“ die Daten gelesen und angezeigt werden.

Zum Lesen nur des letzten Bytes darf der MASTER dieses Byte nicht bestätigen. Dazu wird mit der Taste „8“ die Option „IIC_SENDE_BYTE mit NAK bestätigen“ gewählt und anschließend mit der Taste „7“ das letzte Byte gelesen. Die Datenübertragung wird auch hier mit einer Stopp-Bedingung (Taste „6“) beendet.

Auf der Programmdiskette befinden sich fertige Funktionen zum Ausgeben und Einlesen von Daten über den PCF 8574, die den oben beschriebenen Ablauf übernehmen und sehr leicht zu handhaben sind.

Um eine Ausgabe vorzunehmen, wird z. B. die Funktion „IIC_SENDE_PCF8574 (0, 170);“ verwendet, die den Dezimalwert 170 an dem Port des PCF 8574 ausgibt, dessen Adreßleitungen A0 bis A3 auf Low-Pegel geschaltet sind. 

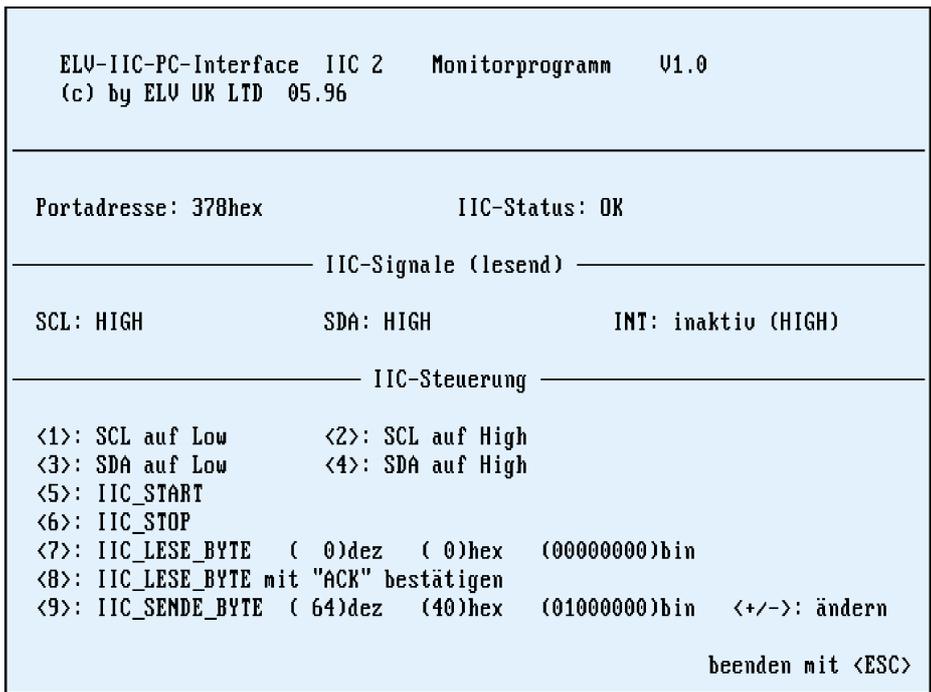


Bild 6: Bildschirmdarstellung des I²C-Monitorprogramms

EXE“ werden alle vorhandenen Parallelports im PC auf ein angeschlossenes Interface durchsucht und anschließend das Menü (siehe Abbildung 6) dargestellt.

Der Eintrag „Portadresse“ meldet die Basisadresse des Parallel-Portes, an dem das I²C-Interface angeschlossen ist. Rechts daneben wird der Status der Datenübertragung angezeigt. Wird z.B. ein Byte gesendet, so muß der SLAVE dies bestätigen. Erfolgt diese Bestätigung nicht, erscheint hier die Meldung „TIMEOUT“.

Inbetriebnahme

Zuerst ist das I²C-Interface durch eine 9polige SUB-D-Leitung mit dem I/O-Board zu verbinden. Sollen mehrere Komponenten an den Bus angeschlossen werden, sind diese ebenfalls anzuschließen.

Im nächsten Schritt sind das PC-Interface mit einer 1:1-Verlängerungsleitung an einen Parallel-Port des PCs anzuschließen und das Steckernetzgerät an das Interface zu stecken, woraufhin die Power-LED leuchtet.