



## I<sup>2</sup>C-LCD-Board

**Die Ansteuerung eines Standard-LC-Displays über den I<sup>2</sup>C-Bus ermöglicht die hier vorgestellte kleine Interface-Schaltung. Es steht somit eine Anzeigeeinheit zur Verfügung, die über nur 4 Zuleitungen (Versorgungsspannung und 2 Signalleitungen) angesteuert wird und zur Ausgabe von Zahlenwerten und Textmeldungen einsetzbar ist.**

### Allgemeines

Im „ELVjournal“ 2/97 wurde bereits eine vierstellige 7-Segment-LED-Anzeige vorgestellt, mit der zum Beispiel Meßwerte ausgegeben werden können. Bei vielen Anwendungen ist jedoch eine Anzeige erforderlich, die außer Zahlen auch Texte darstellen kann.

Für diese Anwendungen stehen fertige LC-Displays zur Verfügung, die über einen 8 Bit breiten Datenbus, zum Beispiel über einen Mikrocontroller angesteuert werden können. Je nach Anwendungsfall stehen dabei verschiedene LC-Displays, mit 1 Anzeigzeile à 16 Zeichen bis hin zu 2 oder 4zeiligen Displays mit jeweils 20 oder 40 Zeichen zur Verfügung. Ebenso sind unterschiedliche Zeichengrößen von 3 mm bis 12 mm und Anzeigen mit Hintergrundbeleuchtung erhältlich.

Bei der Ansteuerung der LC-Displays sind mit der Spannungsversorgung, dem Datenbus und den Steuerleitungen insgesamt 13 Anschlußleitungen erforderlich. Der Abstand, in dem die Anzeige dann vom Mikrocontrollersystem abgesetzt werden kann, ist dabei durch die maximale Länge des Datenbusses begrenzt, wobei

ein erheblicher Verdrahtungsaufwand erforderlich ist.

Abhilfe schafft hier das I<sup>2</sup>C-LCD-Board, das über 4 Leitungen (Versorgungsspannung und 2 Signalleitungen) angesteuert wird und die Daten für das Standard-LC-Display umsetzt.

### Ansteuerung des LC-Displays

Die Standard-LC-Displays sind mit einem Parallel-Interface ausgestattet. Die Datenübertragung erfolgt über einen 8 Bit breiten Datenbus, über den Daten gelesen und geschrieben werden. Ebenso können die LC-Displays im 4-Bit-Modus betrieben werden. Hierbei werden nur die oberen 4 Datenleitungen genutzt und die Datenbytes (jeweils 8 Bit) in zwei Schritten (jeweils 4 Bit) gelesen oder geschrieben.

Die Displays verfügen über ein Datenregister, über das der Anzeigeninhalt geschrieben oder gelesen werden kann und ein Befehlsregister, über das die Anzeige gesteuert wird. Die Auswahl des Registers erfolgt über eine Steuerleitung (RS). Zur Unterscheidung, ob in ein Register geschrieben oder gelesen werden soll, dient die Leitung „R/W“. Um zum Beispiel ein Byte in das LC-Display zu schreiben, ist

das Byte auf den Datenbus zu legen, das Register mit der Leitung „RS“ auszuwählen und die „R/W“-Leitung auf Low-Potential zu legen. Mit einem positiven Impuls der Enable-Leitung „E“ wird dann das Byte übernommen.

Um die vielfältigen Ansteuerungsmöglichkeiten der LC-Anzeige aufzuzeigen, sind diese in der Abbildung 1 übersichtlich dargestellt.

Die ersten beiden aufgeführten Befehle dienen zum Setzen des Cursors auf die 1. Stelle (links oben), wobei der erste Befehl zusätzlich die Anzeige löscht.

Mit dem 3. Befehl kann ausgewählt werden, ob nach der Ausgabe eines Zeichens auf der Anzeige, der Cursor und/oder das Anzeigefenster um eine Stelle vor- oder zurückgesteert wird. Im Normalfall wird der Cursor automatisch weitergesteert (Bit I/D = 1) und das Anzeigefenster nicht geschoben (Bit S = 0).

Der 4. Befehl wird verwendet, um die Anzeige und den Cursor ein- bzw. auszuschalten. Mit dem 5. Befehl kann dann der Cursor bewegt oder der gesamte Anzeigeninhalt geschoben werden. Durch das Schieben der Anzeige wird zum Beispiel auf einfache Weise eine Laufschrift realisiert.

Der 6. Befehl dient zur Initialisierung

	Signale										Funktion
	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Anzeige löschen
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	Cursor nach links oben
3	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Anzeige schieben Cursor inc/dec
4	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Anzeige ein/aus Cursor ein/aus/blinken
5	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	Anzeige/Cursor bewegen nach rechts/links
6	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X	4/8 Bit 1/2 Zeilen 5X7/5X10 Punkte
7	0	0	0	1	CG RAM-Adresse					setze CG RAM-Adresse	
8	0	0	1	DD RAM-Adresse					setze DD RAM-Adresse		
9	0	1	BF	DD oder CG RAM-Adresse					lesen des Busy-Flags		
10	1	0	Datenbyte (schreiben)					schreibe in DD RAM oder CG RAM			
11	1	1	Datenbyte (lesen)					lesen aus DD RAM oder CG RAM			

BF=	0: Anzeige bereit	S=	1: Anzeige autom. schieben
	1: Anzeige beschäftigt	S/C=	0: Cursor Bewegung
DD RAM:	Anzeigenspeicher		1: Anzeige schieben
CG RAM:	Zeichengeneratorspeicher	R/L=	0: nach links schieben
D=	0: Anzeige aus		1: nach rechts schieben
	1: Anzeige ein	DL=	0: 4Bit-Interface
C=	0: Cursor aus		1: 8Bit-Interface
	1: Cursor an	N=	0: 1zeilige Anzeige
B=	0: Cursor normal		1: 2zeilige Anzeige
	1: Cursor blinkt	F=	0: 5 x 7 Punkte
x:	Bit-Zustand gleichgültig		1: 5 x 10 Punkte
I/D=	0: Adresszähler dec. (-1)		
	1: Adresszähler inc. (+1)		

Bild 1: Die vielfältigen Ansteuerungsmöglichkeiten der LC-Anzeige

973178901A

des LC-Displays, bei der die Busbreite, die Zahl der Anzeigezeilen und die Punktzahl für eine Anzeigenstelle angegeben wird. Mit dem 7. und 8. Befehl wird die Adresse des Anzeigenspeichers bzw. Zeichengenerators gesetzt, auf der das nachfolgende Byte geschrieben wird. Der 9. Befehl er-

möglicht es, auszulesen, ob das LC-Display gerade Daten verarbeitet und somit nicht bereit ist, neue Befehle entgegenzunehmen. Diese Funktion wird beim I<sup>2</sup>C-LCD-Board nicht genutzt, da nach jeder Ausgabe ausreichend gewartet wird, bis die Daten verarbeitet sind. Der 10. Befehle

zeigt, wie ein Byte in den Anzeigenspeicher oder Zeichengenerator geschrieben wird. Der 11. Befehl zeigt hingegen das Auslesen der Speicherstelle.

### Schaltung

Das Schaltbild des I<sup>2</sup>C-LCD-Boards ist in Abbildung 2 gezeigt.

Die Verbindung mit dem I<sup>2</sup>C-Bus erfolgt über die Buchse BU 1 und den Stecker BU 2 (beide parallelgeschaltet). Sie versorgen das Board mit der Betriebsspannung und führen die SCL- und SDA-Leitung mit sich. Die I<sup>2</sup>C-Leitungen sind über die Schutzwiderstände R 1 und R 2 geführt.

Die Ansteuerung der LC-Anzeige erfolgt über den I<sup>2</sup>C-I/O-Baustein IC 1 vom Typ PCF 8574. Zur Auswahl der SLAVE-Adresse dienen die Jumper „J 1“ bis „J 3“, die die Adreßleitungen mit „HIGH“ oder „LOW“ belegen. Über Pin 4 des IC 1 erfolgt die Steuerung der Hintergrundbeleuchtung für die LC-Anzeige. Führt der Ausgang Pin 4 Low-Potential, so steuert der Transistor T 1 vom Typ BC 640 über den Widerstand R 5 durch. Der Strom wird dabei durch den Widerstand R 6 bestimmt, dessen Wert abhängig von der eingesetzten LC-Anzeige ist.

Pin 5 bis Pin 7 des IC 1 dienen zur Steuerung des LC-Displays, wobei die Leitung P 1 die Registerauswahl (RS), P 2 die Übernahme (E) und P 3 bestimmt, ob Daten gelesen oder geschrieben werden sollen (R/W).

Die Übertragung der Daten zur Anzeige erfolgt im 4-Bit-Mode, wobei ein Byte (8 Bit) in zwei Hälften (Nibbles) übertragen wird. Dabei werden nur die oberen Datenleitungen D 4 bis D 7 der Anzeige genutzt, die mit den Pins P 4 bis P 7 des IC 1 verbunden sind.

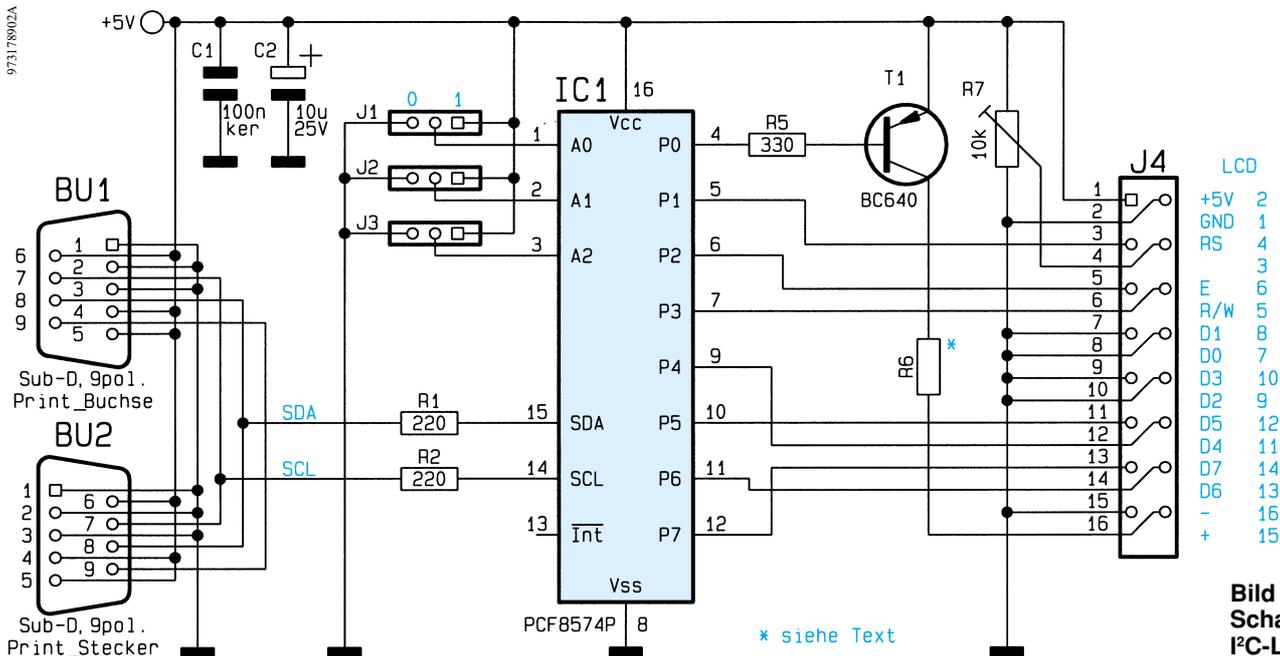
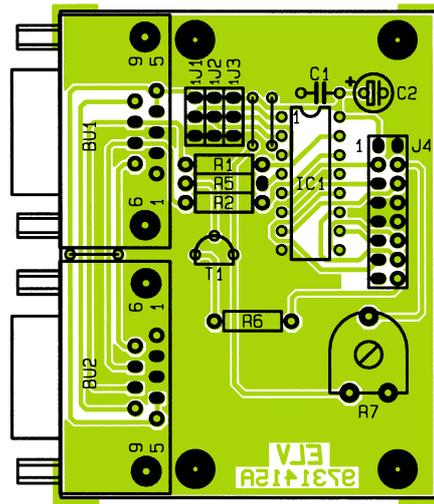
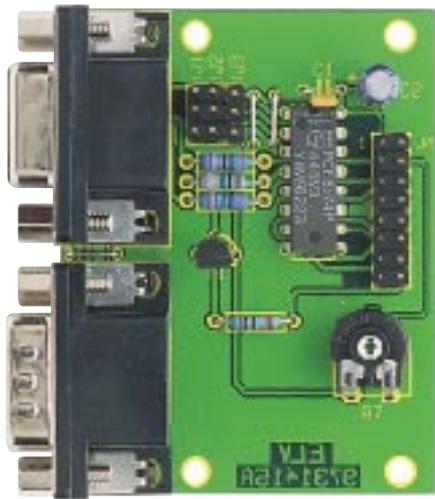


Bild 2: Schaltbild des I<sup>2</sup>C-LCD-Boards



Fertig aufgebaute Basisplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

### Stückliste: I²C-LCD-Board

#### Widerstände:

220Ω .....	R1, R2
330Ω .....	R5
PT10, liegend, 10kΩ .....	R7
siehe Text .....	R6

#### Kondensatoren:

100nF/ker .....	C1
10µF/25V .....	C2

#### Halbleiter:

PCF8574P .....	IC1
BC640 .....	T1

#### Sonstiges:

- SUB-D-Buchsenleiste, print, 9polig, 90° abgewinkelt .....
- BU1 SUB-D-Stiftleiste, print, 9polig, 90° abgewinkelt .....
- BU2 Stiftleiste, 1 x 3polig .....
- J1-J3 Stiftleiste, 2 x 8polig .....
- J4 3 Jumper
- 2 Pfosten-Verbinder, 2 x 8polig
- 1 3,5" Diskette I²C-LCD-Modul-Software
- 30 cm Flachbandleitung, 16polig
- 8 cm Schaltdraht, blank, versilbert

Der Trimmer R 7 dient zur Einstellung des Kontrastes der LC-Anzeige.

### Nachbau

Der Nachbau des I²C-LCD-Boards gestaltet sich sehr einfach, da nur wenige Bauteile zu bestücken sind, die auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 65 x 50 mm Platz finden. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes, wobei zuerst die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauteilen bestückt und verlötet werden. Anschließend sind die überstehenden Drahtenden so kurz wie möglich mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei die Lötstellen selbst zu beschädigen. Die Drahtbrücken sind dabei aus einem Silberdrahtabschnitt zu formen und zu bestücken.

Die Jumper „J1“ bis „J3“ sollten zunächst in die Position „0“ gesteckt werden, da das Demoprogramm das Board über diese Adresse anspricht.

Der Trimmer R 7 ist auf Rechtsanschlag zu drehen, was dem maximalen Kontrast entspricht. Später kann dieser genau auf die jeweilige Anzeige abgestimmt werden.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Montage der Flachbandleitung, mit der das Display an das Board angeschlossen wird. Dazu werden die zweireihigen Buchsenleisten auf die Enden der Flachbandleitung aufgefressen. Hierbei ist darauf zu achten, daß die farblich gekennzeichnete Ader zu der Seite der Buchsenleiste zeigt, die mit einem Pfeil gekennzeichnet ist.

Das Flachbandkabel ist auf die Buchsenleiste „J4“ des I²C-LCD-Boards zu stecken, so daß der Pfeil der Buchsenleiste zur „1“ auf der Platine weist.

Als dann erfolgt das Bestücken der Stiftleiste auf der Anzeige, die von der Unterseite durch die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte gesteckt und von der ande-

ren Seite verlötet wird. Danach ist die Flachbandleitung mit dem LC-Display zu verbinden, wobei auch hier der Pfeil der Stiftleiste zur mit „1“ gekennzeichneten Seite zeigen muß.

Die 2 x 16stellige Anzeige, die von ELV angeboten wird, ist nicht gekennzeichnet. Hier wird die Flachbandleitung so auf die Stiftleiste gesteckt, daß der Pfeil zur Außenseite der Platine zeigt.

Durch das Bestücken der Stiftleiste auf der Rückseite kann das Display zum Beispiel direkt hinter eine Frontplatte gesetzt werden, wobei die Flachbandleitung einfach von der Rückseite aufsteckbar ist.

Sollen andere Anzeigen angeschlossen werden, so ist deren Anschlußbelegung mit dem Schaltbild zu vergleichen (blau dargestellt). Wird eine Anzeige ohne LED-Hintergrundbeleuchtung verwendet, so verfügt diese oft über eine 14polige Stiftleiste, bei der dann die letzten 2 Pins des aufgesteckten Pfostensteckers frei bleiben.

Durch das Aufstecken der Anschlußleitung von der Rückseite kommt es zum Tausch der beiden Seiten der Stiftleiste. Dieses ist auf der Platine des I²C-LCD-Boards berücksichtigt, wo die Seiten der Stiftleiste ebenfalls getauscht sind. Im Schaltbild sind neben der Stiftleiste „J4“ die Signalnamen und die entsprechenden Pin-Nummern der LC-Anzeige in blau aufgeführt.

### Software

Die Grundroutinen zur Ansteuerung des I²C-LCD-Boards liegen als Quellcode in den Programmiersprachen C und PASCAL vor. Ein kleines Beispielprogramm zeigt die Anwendung der Routinen in Verbindung mit dem I²C-PC-Interface.

Es stehen 6 grundsätzliche Funktionen zur Verfügung, die es ermöglichen, Zeichen auf der LC-Anzeige darzustellen. Ebenso ermöglichen sie die Steuerung des

LC-Displays, um so zum Beispiel den Cursor darzustellen und zu bewegen.

Mit der Funktion „lcd\_init (adr, mode);“ wird die LC-Anzeige initialisiert. „adr“ entspricht dabei der Adresse des I²C-Bausteines PCF 8574, die mit den Jumpers J 1 bis J 3 vorgegeben ist. Der Wert „mode“ bestimmt die Konfiguration der Anzeige, bei der die Busbreite, die Anzahl der Anzeigezellen und die Punktezahl für eine Anzeigestelle angegeben wird.

Zur Steuerung des Displays dient die Funktion „lcd\_sende\_befehl (adr, befehl);“, die zum Beispiel den Cursor bewegt.

Um einzelne Zeichen auf das LC-Display auszugeben, dient die Funktion „lcd\_sende\_datum (adr, datum);“. Sollen Zeichenfolgen ausgegeben werden, so kann die Funktion „lcd\_sende\_string (adr, string);“ verwendet werden, um zum Beispiel Texte auszugeben.

Mit der Funktion „lcd\_x\_y (adr, x, y);“ kann die Anfangsposition für die Ausgabe der nachfolgenden Zeichen gesetzt werden.

Einige Anzeigen verfügen über eine LED-Hintergrundbeleuchtung, die über das I²C-LCD-Board angesteuert wird. Auf der Softwareseite ist diese mit der Funktion „lcd\_beleuchtung (adr, led);“ schaltbar.

Die Routinen sind übersichtlich und gut dokumentiert, so daß sie bei Bedarf einfach auf den jeweiligen Einzelfall anpaßbar sind. Die Quellcodes liegen dem Bausatz des I²C-LCD-Boards auf einer Programmierdiskette bei oder können über die ELV-Infobox per Modem kostenlos abgerufen werden, wobei nur die Telefongebühren anfallen.

