

Befehlssatz eines LCD - Displays unter Verwendung des HD 44780 Display Controllers

Display-Befehle

Bevor das Display benutzt werden kann, muss es vom steuernden PIC Mikrokontroller initialisiert werden. Dazu werden einige Steuerbefehle zum Display geschrieben (RS=R/W=0). Das geschieht mit Steuerbefehlen. Eine Liste aller existierenden Befehle enthält die folgende Tabelle. Die Steuerbefehle sind daran zu erkennen, das RS=0 ist.

Befehl	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Beschreibung	benötigte Zeit
Display löschen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	löscht das Display, Cursor auf Adresse 0,	1,64 ms
Cursor zum Anfang	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Cursor auf Adresse 0, Display-Shift entfernen,	1,64 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	I/D: Cursor Laufrichtung, S: Shift ein/aus	40 µs
Display ein/aus	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	D: Display ein/aus C: Cursor ein/aus B: Blinkende Cursorposition ein/aus	40 µs
Cursor/Display-Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	S/C: Display oder Cursor R/L: nach rechts oder links schieben	40 µs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	DL: Interface 8-Bit/4-Bit lang N: ein-/zwei-zeilig F: 5x8/5x11 Darstellung	40 µs
CG RAM Address Set	0	0	0	1							CG RAM-Adresse einstellen	40 µs
DD RAM Address Set	0	0	1								DD RAM-Adresse einstellen	40 µs
Busy-Flag/Address Read	0	1	BF								busy-Flag und Adress-counter auslesen	40 µs
CG RAM/DD RAM Data Write	1	0									Daten zum Textpuffer oder CG RAM schreiben	40 µs
CG RAM/DD RAM Data Read	1	1									Daten vom Textpuffer oder CG RAM lesen	40 µs

Display löschen

- Das gesamte Display (also eigentlich der ganze Textpuffer) wird gelöscht, und der Cursor an den Anfang des Textpuffers gesetzt.

Cursor zum Anfang

- Der Cursor wird an den Anfang des Textpuffers gesetzt. Falls der vom Display angezeigte Abschnitt des Textpuffers nicht am Textpufferanfang lag, wird das Display wieder dorthin geschoben.

Befehlssatz eines LCD - Displays unter Verwendung des HD 44780 Display Controllers

Entry Mode Set

- Mit dem I/D (Increment/Decrement) -Bit stellt man ein, ob der Cursor, nachdem ein Zeichen in den Textpuffer geschrieben wurde nach rechts (Increment) oder links (Decrement) zur nächsten Position geht. Im deutschsprachigen Bereich bietet sich nach rechts an (Increment).

I/D=0: links / ID=1: rechts

- Mit dem S-Bit lässt sich die Shift-Funktion des Displays ein- (S=1) und aus- (S=0) schalten. Ist Shift ausgeschaltet, dann wandert der Cursor nach dem Schreiben eines Zeichens zur nächsten Position im Textpuffer **und auf dem Display**. Verlässt der Cursor den angezeigten Bereich, ist er nicht mehr sichtbar.
- Ist Shift dagegen eingeschaltet, dann wandert der Cursor zwar immer noch im Textpuffer, aber gleichzeitig verschiebt sich der im Display angezeigte Bereich des Textpuffers um eine Stelle, so dass der Cursor scheinbar stillsteht, während der Text im Display wandert.
S=0: kein Shift
S=1: Shift ein

Display ein/aus

- Mit D schaltet man das Display insgesamt ein oder aus. Dabei wird der Textpuffer nicht verändert, er wird nur bei D=0 nicht mehr am LCD angezeigt.

D=0: Display aus

D=1: Display ein

- Mit C wird der Cursor ein- und ausgeschaltet. Dieser Cursor (ein Unterstrich oder ein blinkender Block) wird bei C=1 auf der nächsten zu beschreibender Stelle des Displays angezeigt.
- C=0: Cursor aus

C=1: Cursor ein

- Mit B wird der Cursor zwischen Unterstrich und blinkendem Block umgeschaltet.

B=0: Cursor als Unterstrich

B=1: Cursor als blinkender Block

Cursor/Display-Shift

- Mit dieser Funktion kann der Angezeigte Abschnitt des Textpuffers oder der Cursor um eine Position nach rechts oder links verschoben werden.

S/C=0: verschiebe den Cursor

S/C=1: verschiebe das Display

R/L=0: um eine Stelle nach links

R/L=1: um eine Stelle nach rechts

Function Set

- Mit DL wird das Interface auf 8-Bit oder 4-Bit breite eingestellt

DL=0: 4-bit Mode

Befehlssatz eines LCD - Displays unter Verwendung des HD 44780 Display Controllers

DL=1: 8-bit Mode

- Mit N kann auf einzeiligen oder 2-zeiligen Betrieb umgestellt werden. In der Regel wird hier bei Displays jenseits der 1x8-Anzeige der 2-zeilige Mode nötig sein.

N=0: 1-zeilig

N=1: 2-zeilig

- Mit F wird zwischen der Darstellung mit 5x8 (5x7)-Punkt-Mustern und 5x11-Punkt-Mustern umgeschaltet. Die meisten Displays arbeiten mit 5x8-Punkt-Mustern im Display

F=0: 5x8 Punkt-Darstellung

F=1: 5x11 Punkt-Darstellung

Initialisierung

Bevor das Display benutzt werden kann, muss es vom steuernden Gerät (z.B. PIC-Controller) initialisiert werden. Der Displaycontroller kennt eine Power-on-Reset-Funktion, die die meisten Displays benutzen. Diese läuft beim Anlegen der Betriebsspannung automatisch ab und bringt das Display in folgenden Zustand:

- 8-bit-Interface (DL=1)
- 1-zeiliges Display (N=0)
- 5x8-Punkt-Matrix (F=0)
- Display:aus / Cursor: aus / Cursor-blinken: aus (D=C=B=0)
- Displayshift: aus (S=0)
- Cursor geht bei jedem neuen Zeichen nach rechts (I/D=1)

Während dieser ca. 15 ms-langen Reset-Prozedur, kann das Display keine Befehle von außen annehmen, das busy-Flag ist gesetzt. Nach dem Reset ist das Display ausgeschaltet, also kann es so nicht benutzt werden.

Eine Initialisierungsroutine sollte nicht nur das Display sicher aus diesem Zustand in den gewünschten Betriebsmode bringen, vielmehr sollte es das Display aus jedem beliebigen Zustand (auch einem 4-bit Interface-Mode) in den gewünschten Betriebsmode bringen. Schließlich wird diese Routine auch nach einem Reset des steuernden Prozessors (ohne Power-on-Reset) durchlaufen, und dabei wird ja das Display nicht automatisch 'resetet'.

Die nachfolgenden Tabellen beschreiben den Ablauf der Initialisierung für 8-Bit und 4-Bit-Interface. Dass die Routinen umständlich aussehen, ist der Tatsache geschuldet, dass sie das Display aus jedem Mode heraus ansprechen können.

Beispiel für eine Initialisierung mit 8-Bit Interface:

Power On										
mindestens 15 ms warten										auf das Ende des internen Reset warten
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Interface auf 8-Bit setzen
0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	
mindestens 4,1 ms warten										
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Interface auf 8-Bit setzen

Befehlssatz eines LCD - Displays unter Verwendung des HD 44780 Display Controllers

0 0 0 0 1 1 - - - -																																																																							
wenigstens 100 µs warten																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RS</th><th>R/W</th><th>D7</th><th>D6</th><th>D5</th><th>D4</th><th>D3</th><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td> </tr> </table>	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	Interface auf 8-Bit setzen																																																		
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0																																																														
0	0	0	0	1	1	-	-	-	-																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RS</th><th>R/W</th><th>D7</th><th>D6</th><th>D5</th><th>D4</th><th>D3</th><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>N(1)</td><td>F(0)</td><td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>I/D(1)</td><td>S(0)</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td> </tr> </table>	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	0	0	0	0	1	1	N(1)	F(0)	-	-	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D(1)	S(0)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2-zeilig, 5x8-Punkt-Matrix Display aus Display löschen Cursor nach rechts wandernd, kein Display shift Display ein
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0																																																														
0	0	0	0	1	1	-	-	-	-																																																														
0	0	0	0	1	1	N(1)	F(0)	-	-																																																														
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0																																																														
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																																																														
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D(1)	S(0)																																																														
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0																																																														
fertig																																																																							

Beispiel für eine Initialisierung mit 4-Bit Interface:

Power On																																																																																																															
mindestens 15 ms warten	auf das Ende des internen Reset warten																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RS</th><th>R/W</th><th>D7</th><th>D6</th><th>D5</th><th>D4</th><th>D3</th><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td> </tr> </table>	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	Interface auf 8-Bit setzen																																																																																										
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0																																																																																																						
0	0	0	0	1	1	-	-	-	-																																																																																																						
mindestens 4,1 ms warten																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RS</th><th>R/W</th><th>D7</th><th>D6</th><th>D5</th><th>D4</th><th>D3</th><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td> </tr> </table>	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	Interface auf 8-Bit setzen																																																																																										
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0																																																																																																						
0	0	0	0	1	1	-	-	-	-																																																																																																						
wenigstens 100 µs warten																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RS</th><th>R/W</th><th>D7</th><th>D6</th><th>D5</th><th>D4</th><th>D3</th><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td> </tr> </table>	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	Interface auf 8-Bit setzen																																																																																										
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0																																																																																																						
0	0	0	0	1	1	-	-	-	-																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RS</th><th>R/W</th><th>D7</th><th>D6</th><th>D5</th><th>D4</th><th>D3</th><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td> </tr> </table>	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0	0	0	1	0	-	-	-	-	Interface auf 4-Bit setzen																																																																																										
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0																																																																																																						
0	0	0	0	1	0	-	-	-	-																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RS</th><th>R/W</th><th>D7</th><th>D6</th><th>D5</th><th>D4</th><th>D3</th><th>D2</th><th>D1</th><th>D0</th> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>N(1)</td><td>F(0)</td><td>-</td><td>-</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>I/D(1)</td><td>S(0)</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0	0	0	1	0					0	0	N(1)	F(0)	-	-					0	0	0	0	0	0					0	0	1	0	0	0					0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	1					0	0	0	0	0	0					0	0	0	1	I/D(1)	S(0)					0	0	0	0	0	0					0	0	1	1	0	0					2-zeilig, 5x8-Punkt-Matrix Display aus Display löschen Cursor nach rechts wandernd, kein Display shift Display ein
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0																																																																																																						
0	0	0	0	1	0																																																																																																										
0	0	N(1)	F(0)	-	-																																																																																																										
0	0	0	0	0	0																																																																																																										
0	0	1	0	0	0																																																																																																										
0	0	0	0	0	0																																																																																																										
0	0	0	0	0	1																																																																																																										
0	0	0	0	0	0																																																																																																										
0	0	0	1	I/D(1)	S(0)																																																																																																										
0	0	0	0	0	0																																																																																																										
0	0	1	1	0	0																																																																																																										
fertig																																																																																																															

Befehlsatz eines LCD - Displays unter Verwendung des HD 44780 Display Controllers

Der Zeichensatz des allgemein verwendeten Display Controllers HD 44780 sieht wie folgt aus:

Lower 4 Bits	Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)	▶		Ø	Ð	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ
xxxx0001	(2)	◀	!	1	A	Q	a	q	A	J	i	±	À	Ñ	ã	ñ	
xxxx0010	(3)	“	”	2	B	R	b	r	Ж	Г	Ф	²	Ä	Ö	ä	ö	
xxxx0011	(4)	”	#	3	C	S	c	s	З	π	€	³	Å	Ó	å	ó	
xxxx0100	(5)	▲	\$	4	D	T	d	t	И	Σ	⊗	₣	Ä	Ö	ä	ö	
xxxx0101	(6)	▼	%	5	E	U	e	u	Й	σ	¥	₤	Å	Ö	ä	ö	
xxxx0110	(7)	●	&	6	F	V	f	v	Л	Д	!	₧	Æ	Ö	æ	ö	
xxxx0111	(8)	◀	'	7	G	W	g	w	П	τ	§	•	Ç	×	ç	÷	
xxxx1000	(1)	↑	<	8	H	X	h	x	У	♣	ƒ	ω	È	Æ	è	ƒ	
xxxx1001	(2)	↓	)	9	I	Y	i	y	Ч	⊖	¹	¹	É	Ù	é	ù	
xxxx1010	(3)	→	*	:	J	Z	j	z	Ч	Ω	∞	∞	Ê	Ú	ê	ú	
xxxx1011	(4)	←	+	;	K	[	k	[	Ш	δ	⊗	⊗	Ë	Û	ë	û	
xxxx1100	(5)	≤	,	<	L	\	l	l	Щ	∞	∞	∞	Ï	Ü	ï	ü	
xxxx1101	(6)	≥	-	=	M	]	m	)	Ъ	♣	Я	‰	Í	Ý	í	ý	
xxxx1110	(7)	▲	.	>	N	^	n	~	Ы	ε	⊖	¼	î	Þ	î	þ	
xxxx1111	(8)	▼	/	?	O	_	o	ó	Э	∩	‘	¿	ï	ß	ï	ÿ	