



## DOKUMENTATION LC-DISPLAY

### 1. EINLEITUNG

Alphanumerische LC-Module (Character-LCDs) für die MC-Lehrsysteme. Die Einstellung von Kontrast und Hintergrundbeleuchtung erfolgt – je nach System – über Potentiometer auf der MC-Hauptplatine oder auf der Display-Adapterplatine.

**Verfügbare Baugrößen:** 2×16, 2×20, 2×24, 4×20, 4×40 Zeichen.

### 2. ALLGEMEINES

Die LC-Displays werden über einen 10 bzw. 16 pol. Pfostenstecker mit dem MC-Lehrsystem verbunden.

#### 2.1 TECHNISCHE DATEN

**Betriebsspannung:** 3,3 bzw. 5,0 Volt DC (je nach Ausführung)  
**Strom:** ca. 15 - 60 mA (je nach Ausführung)  
**Controller:** HD44780, ST7066U / ST7063C oder kompatibel



## 2.2 LCD-PORTBELEGUNGEN

### 2.2.1 Portbelegung 16 poliger Pfostenstecker

Pin-Nummer	Bezeichnung
1	GND / VSS
2	VCC / VDD
3	Kontrast
4	RS-Pin (RD0)
5	RW-Pin (RD1)
6	EN1-Pin (RD2)
7	EN2-Pin (RD3)
8	unbelegt
9	unbelegt
10	unbelegt
11	DB4-Pin (RD4)
12	DB5-Pin (RD5)
13	DB6-Pin (RD6)
14	DB7-Pin (RD7)
15	VCC
16	Helligkeit -

**Hinweis: Die Potentiometer befinden sich bei diesem Stecker auf der Hauptplatine.**

### 2.2.2 Portbelegung 10 poliger Pfostenstecker

Pin-Nummer	Bezeichnung
1	GND / VSS
2	VCC / VDD
3	RS-Pin
4	RW-Pin
5	EN1-Pin
6	EN2-Pin
7	DB4-Pin (RD4)
8	DB5-Pin (RD5)
9	DB6-Pin (RD6)
10	DB7-Pin (RD7)

**Hinweis: Die Potentiometer befinden sich bei diesem Stecker auf der Adapterplatine des LC-Displays.**



### 3. DDRAM-Adressbereiche

2x16 LC-Display	Adressbereich (hex)	Bemerkung
1. Zeile	0x00 – 0x0F	EN1
2. Zeile	0x40 – 0x4F	EN1

2x20 LC-Display	Adressbereich (hex)	Bemerkung
1. Zeile	0x00 – 0x13	EN1
2. Zeile	0x40 – 0x53	EN1

2x24 LC-Display	Adressbereich (hex)	Bemerkung
1. Zeile	0x00 – 0x17	EN1
2. Zeile	0x40 – 0x57	EN1

4x20 LC-Display	Adressbereich (hex)	Bemerkung
1. Zeile	0x00 – 0x13	EN1
2. Zeile	0x40 – 0x53	EN1
3. Zeile	0x14 – 0x27	EN1
4. Zeile	0x54 – 0x67	EN1

4x40 LC-Display	Adressbereich (hex)	Bemerkung
1. Zeile	0x00 – 0x27	EN1
2. Zeile	0x40 – 0x67	EN1
3. Zeile	0x00 – 0x27	EN2
4. Zeile	0x40 – 0x67	EN2



#### **4. TREIBER-INFORMATIONEN**

Für die Ansteuerung der verschiedenen LC-Displays steht ein universeller C-Treiber (HD44780-kompatibel) zur Verfügung. Die displayspezifischen Parameter werden zentral in einer Header- bzw. Konfigurationsdatei hinterlegt: Zeilenanzahl, Zeichen pro Zeile, Anzahl der Enable-Pins (EN1/EN2) sowie der Zeichensatz (z. B. JPN/EUR).

#### **5. Hintergrund für die Einführung der Displays mit einem EUR-ROM-Code**

Im Handel (z. B. bei Mouser, DigiKey etc.) sind derzeit überwiegend LCD-Module mit JPN-ROM-Code erhältlich. Diese bieten zwar rund 190 darstellbare Zeichen, enthalten jedoch eine Vielzahl an japanischen Katakana-Symbolen, die für europäische Anwendungen weder lesbar noch sinnvoll nutzbar sind. Für westliche Sprachen bleibt damit effektiv nur der Standard-ASCII-Zeichensatz verfügbar – was die praktische Auswahl stark einschränkt.

Zudem kann der CG-RAM eines LC-Displays – unabhängig vom Modell – lediglich acht frei definierbare Zeichen speichern. Diese Begrenzung führt bei mehrsprachigen und komplexeren Anwendungen schnell zu Engpässen, insbesondere wenn Sonderzeichen wie Ä, Ö, Ü, € oder typografische Symbole benötigt werden, die im JPN-ROM-Code nicht enthalten sind und manuell ergänzt werden müssen.

Moderne Displays mit EUR-ROM-Code lösen dieses Problem durch einen deutlich erweiterten Zeichenvorrat von über 250 direkt verfügbaren Zeichen. Neben allen relevanten Sonderzeichen für deutsch-, französisch-, spanisch- und italienischsprachige Anwendungen stehen auch zahlreiche hilfreiche UI-Symbole bereit – z. B. Pfeile (← → ↑ ↓) für die Navigation, Häkchen und Kreuze für Bestätigungen/Fehler, Block- und Linienzeichen für einfache Rahmen sowie gängige Einheiten und Operatoren (°, ≤, ≥, ±, μ, Ω). Dadurch werden intuitive Menüführungen, Statusanzeigen und Fortschrittsbalken ohne zusätzliche CG-RAM-Programmierung möglich.

Gerade bei LCD-Treibern mit den Port Expandern MCP23017 (I<sup>2</sup>C) oder MCP230S17 (SPI) ist dies ein entscheidender Vorteil: Die Nutzung des CG-RAM ist dort durch die RS-Pin-Umschaltung und die begrenzte Übertragungsgeschwindigkeit stark eingeschränkt. Die neuen Displays reduzieren den Programmieraufwand erheblich und ermöglichen eine vollständige Zeichendarstellung ohne Sonderlösungen.

Die Umstellung auf EUR-ROM-Displays erfolgt daher schrittweise im Lieferprogramm. Sie sind nahezu preisgleich, zukunftssicher und erleichtern die Wartung sowie die Weiterentwicklung bestehender und neuer Projekte.

Eine Übersicht der verfügbaren Zeichensätze folgt auf den nächsten Seiten.



### Unterscheidungen der beiden wichtigsten ROM-Codes auf einem Blick

Zeichen	ROM-Code "JPN"	ROM-Code "EUR"
Ä	nicht enthalten	0xC2
Ö	nicht enthalten	0xCD
Ü	nicht enthalten	0xFC
ä	nicht enthalten	0xE1
ö	nicht enthalten	0xEF
ü	nicht enthalten	0xF5
μ	nicht enthalten	0xE4
ß	nicht enthalten	0xE5
π	nicht enthalten	0xF7
Ω	nicht enthalten	0xF4
€ bzw. €	nicht enthalten	0xE3
°	0xDF	0xB0

- Die meisten Sonderzeichen können über den europäischen ROM-Code EUR dargestellt werden.
- Das Euro-Zeichen „€“ kann nur über den CGRAM Zeichengenerator und dem CG-RAM dargestellt werden. Alternativ kann beim ROM-Code EUR auch das Zeichen € (0xE3) verwendet werden.

Ein HD44780-basiertes Display hat zwei Bereiche für Zeichen:

- **CG-ROM (Character Generator ROM):**  
Im CG-ROM ist der komplette feste Zeichensatz gespeichert, z. B. die Varianten A00 (Japanisch) oder A02 (Europäisch). In diesem Speicher liegen die Codes für Standardzeichen wie „°“ (0xDF) oder „ä“ (0xE1).
- **CG-RAM (Character Generator RAM):**  
Das ist ein kleiner Speicherbereich, in dem Sie bis zu 8 eigene Zeichen (je 5x8 Pixel) definieren können – ideal für Symbole, die nicht im ROM enthalten sind, wie z. B. das Euro-Zeichen.

### Interne Softwareschalter im Quellcode

- #define \_\_DISPLAY\_ON
  
- #define \_\_DISPLAY\_LINES 4
- #define \_\_DISPLAY\_LINELENGTH 40
- #define \_\_DISPLAY\_EN\_PINS 2
  
- #define \_\_DISPLAY\_ROMCODE\_JPN (Japan)
- #define \_\_DISPLAY\_ROMCODE\_EUR (Europa)
- #define \_\_DISPLAY\_ROMCODE\_EEU (Ost-Europa → Eastern Europe), nicht implementiert



### Ansteuerung von Sonderzeichen

Zur Unterstützung von LCD-Modulen mit unterschiedlichen Zeichensatz-ROMs (JPN, EUR und EEU) wurde eine einheitliche Belegung der CG-RAM-Sonderzeichen definiert. Die Speicherstellen 0x01 bis 0x07 dienen dabei in erster Linie der Kompatibilität mit dem JPN-ROM-Code, da bestimmte Zeichen wie Ä, Ö, Ü oder € dort nicht direkt im internen Zeichensatz enthalten sind.

Die verwendeten Steuerzeichen für den JPN-ROM-Code sind historisch gewachsen und haben sich über viele Jahre hinweg in zahlreichen Projekten, Treibern und Dokumentationen etabliert. Eine nachträgliche Änderung dieser Struktur wäre ein unnötiger Aufwand, der in keinem sinnvollen Verhältnis zum Nutzen steht.

Mit der Einführung neuer Display-Generationen auf Basis des EUR-ROM-Codes wurde die Steuerzeichenbelegung bewusst angepasst. Ziel war es, die Lesbarkeit für den Programmierer zu verbessern und das Fragezeichen (?) wieder für reguläre Texte freizugeben, da es im JPN-ROM bisher zur Ansteuerung des Euro-Zeichens verwendet wurde. Diese neue Zuordnung ermöglicht eine klarere Trennung zwischen Steuerzeichen und regulären Textzeichen und erleichtert die Wartung sowie die Weiterentwicklung bestehender und zukünftiger Softwarelösungen.

Speicherstelle	Zeichen	Ansteuerung neu unabhängig vom ROM-Code
0x01	Ä	Ä (interner-ROM-Code)
0x01	Ö	Ö (interner-ROM-Code)
0x02	Ü	Ü (interner-ROM-Code)
0x03	€ bzw. €	¿
0x04	↑	[ (interner-ROM-Code)
0x05	↓	] (interner-ROM-Code)
0x06	←	{ (interner-ROM-Code)
0x07	→	} (interner-ROM-Code)



Aufbau des CG-ROM (anhand des ROM-Code A00)

ZEICHENSATZ

Lower 4 bit \ Upper 4 bit	0000 (\$0x)	0010 (\$2x)	0011 (\$3x)	0100 (\$4x)	0101 (\$5x)	0110 (\$6x)	0111 (\$7x)	1010 (\$Ax)	1011 (\$Bx)	1100 (\$Cx)	1101 (\$Dx)	1110 (\$Ex)	1111 (\$Fx)
xxxx0000 (\$x0)	CG RAM (0)	Ø	à	P	`	P		-	9	≡	α	p	
xxxx0001 (\$x1)	(1)	!	l	A	Q	a	q	◻	ア	チ	ㇿ	ä	q
xxxx0010 (\$x2)	(2)	"	2	B	R	b	r	「	イ	ツ	ㇿ	ß	θ
xxxx0011 (\$x3)	(3)	#	3	C	S	c	s	」	ウ	テ	ㇿ	ε	ω
xxxx0100 (\$x4)	(4)	\$	4	D	T	d	t	、	I	ト	ㇿ	μ	Ω
xxxx0101 (\$x5)	(5)	%	5	E	U	e	u	・	オ	ナ	ㇿ	σ	Ü
xxxx0110 (\$x6)	(6)	&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ㇿ	ρ	Σ
xxxx0111 (\$x7)	(7)	'	7	G	W	g	w	ア	キ	ヌ	ㇿ	g	π
xxxx1000 (\$x8)	CG RAM (0)	<	8	H	X	h	x	イ	ク	ネ	ㇿ	ν	̄
xxxx1001 (\$x9)	(1)	)	9	I	Y	i	y	ウ	ケ	ノ	ㇿ	'	y
xxxx1010 (\$xA)	(2)	*	#	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	ㇿ	j	¢
xxxx1011 (\$xB)	(3)	+	;	K	[	k	[	オ	サ	ヒ	ㇿ	*	π
xxxx1100 (\$xC)	(4)	,	<	L	¥	l	l	カ	シ	フ	ㇿ	φ	⌘
xxxx1101 (\$xD)	(5)	-	=	M	]	m	]	ユ	ズ	ヘ	ㇿ	£	÷
xxxx1110 (\$xE)	(6)	.	>	N	^	n	+	ヨ	セ	ホ	ㇿ	ñ	
xxxx1111 (\$xF)	(7)	/	?	O	_	o	+	ッ	リ	マ	ㇿ	ö	■

Beispiel das Grad Zeichen -> °

- Der Code **0xDF** ist die **hexadezimale Speicheradresse** des Zeichens im CG-ROM des HD44780.
- In der Zeichentabelle bedeutet **D** (oberes Nibble) die Spalte und **F** (unteres Nibble) die Zeile – zusammen ergibt das die Position des Gradzeichens „°“ im ROM.



ROM-Code für den Controller HD44780 A00 (JPN)

- ASCII und Katakana
- Japanisch / Internationaler Standard

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)			0	a	P	`	P				-	夕	ミ	α	ρ	
xxxx0001	(2)			!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	△	ä	g
xxxx0010	(3)			"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	×	β	θ
xxxx0011	(4)			#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	ε	ε	ω
xxxx0100	(5)			\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	†	μ	Ω
xxxx0101	(6)			%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	1	ε	Ü
xxxx0110	(7)			&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)			'	7	G	W	g	w			フ	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)			<	8	H	X	h	x			イ	ク	ネ	リ	γ	×
xxxx1001	(2)			>	9	I	Y	i	y			ウ	ケ	ル	ル	'	γ
xxxx1010	(3)			*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ハ	レ	j	≠
xxxx1011	(4)			+	;	K	[	k	[			オ	サ	ヒ	ロ	*	π
xxxx1100	(5)			,	<	L	¥	l	l			カ	シ	フ	ワ	φ	円
xxxx1101	(6)			-	=	M	]	m	]			ユ	ズ	ハ	ン	も	÷
xxxx1110	(7)			.	>	N	^	n	^			ヨ	セ	ホ	°	π	
xxxx1111	(8)			/	?	O	_	o	+			ッ	ソ	マ	°	ö	■



ROM-Code A02 für den Controller HD44780 (EUR)

- ASCII und Europäische Sonderzeichen für Westeuropa
- Europa (z. B. Ä, ä, Ö, ö, Ü, ü, μ, β, π, Ω, °)

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	à	P	`	ƒ	Б	α		°	À	á	â	ã	ä
xxxx0001	(2)	◀	!	1	A	Q	a	q	À	¡	±	Ä	Å	ä	å	ÿ
xxxx0010	(3)	“	”	2	B	R	b	r	⌘	Γ	ϕ	²	Ä	Ö	ä	ö
xxxx0011	(4)	”	#	3	C	S	c	s	З	π	€	³	Ä	Ö	ä	ö
xxxx0100	(5)	⌠	\$	4	D	T	d	t	М	Σ	⌘	₣	Ä	Ö	ä	ö
xxxx0101	(6)	⌡	%	5	E	U	e	u	Й	σ	¥	₣	Ä	Ö	ä	ö
xxxx0110	(7)	⌢	&	6	F	V	f	v	Л	⌘	¡	₣	Ä	Ö	ä	ö
xxxx0111	(8)	⌣	'	7	G	W	g	w	П	τ	§	•	Ç	×	ç	÷
xxxx1000	(1)	↑	(	8	H	X	h	x	У	⌠	ƒ	ω	É	ê	ë	€
xxxx1001	(2)	↓	)	9	I	Y	i	y	У	⊖	⊖	¹	É	Ù	é	Û
xxxx1010	(3)	→	*	:	J	Z	j	z	Ч	Ω	⊖	⊖	É	Ú	ë	Ü
xxxx1011	(4)	←	+	;	K	[	k	[	Ш	δ	⊗	⊗	É	Û	ë	Ü
xxxx1100	(5)	↵	,	<	L	\	l		Щ	⊗	⊗	⊗	í	ü	ï	ü
xxxx1101	(6)	↶	-	=	M	]m	]m	]m	Ъ	⊗	⊗	⊗	í	ý	í	ý
xxxx1110	(7)	↷	.	>	N	^	n	~	Ы	ε	⊖	⊗	í	þ	í	þ
xxxx1111	(8)	⌥	/	?	O	_	o	ó	Ѧ	⊖	°	¿	ï	ß	ï	ÿ



ROM-Code 0A (JPN) mit dem Controller ST7066U und ST7063C

- ASCII und Katakana
- Japanisch / Internationaler Standard (Variante A, am meisten verbreitet)

NO.7066-0A

b7-b4 b3-b0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)			0	1	2	3	4			5	6	7	8	9	0
0001	(2)	!	1	A	Q	a	q			,	7	8	9	0	1	2
0010	(3)	"	2	B	R	b	r			7	8	9	0	1	2	3
0011	(4)	#	3	C	S	c	s			7	8	9	0	1	2	3
0100	(5)	\$	4	D	T	d	t			7	8	9	0	1	2	3
0101	(6)	%	5	E	U	e	u			7	8	9	0	1	2	3
0110	(7)	&	6	F	V	f	v			7	8	9	0	1	2	3
0111	(8)	'	7	G	W	g	w			7	8	9	0	1	2	3
1000	(1)	<	8	H	X	h	x			7	8	9	0	1	2	3
1001	(2)	>	9	I	Y	i	y			7	8	9	0	1	2	3
1010	(3)	*	:	J	Z	j	z			7	8	9	0	1	2	3
1011	(4)	+	;	K	L	k	l			7	8	9	0	1	2	3
1100	(5)	,	<	L	≠	l	l			7	8	9	0	1	2	3
1101	(6)	-	=	M	I	m	i			7	8	9	0	1	2	3
1110	(7)	.	>	N	^	n	~			7	8	9	0	1	2	3
1111	(8)	/	?	O	_	o	◀			7	8	9	0	1	2	3



ROM-Code 0B (EUR) mit dem Controller ST7066U und ST7063C

- ASCII und West-Europäische Sonderzeichen für Deutsch, Englisch, Französisch usw.
- Europa (z. B. Ä, ä, Ö, ö, Ü, ü, μ, β, π, Ω, °, €)

NO.7066-0B

b7-b4 b3-b0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)	±	∅	Ø	P	°	ƒ	€	á	â	í	î	ã	ä	å	æ
0001	(2)	≡	!	1	A	Q	a	q	o	æ	i	ˆ	J	†	y	ü
0010	(3)	∏	"	2	B	R	b	r	é	ê	ó	°	ø	ë	ø	œ
0011	(4)	∑	#	3	C	S	c	s	à	á	ú	˘	∏	∏	∏	∏
0100	(5)	∫	\$	4	D	T	d	t	ä	ä	¢	˘	∏	∏	∏	∏
0101	(6)	∫	%	5	E	U	e	u	à	á	é	˘	∏	∏	∏	∏
0110	(7)	∫	&	6	F	V	f	v	à	á	∏	˘	∏	∏	∏	∏
0111	(8)	∫	'	7	G	W	g	w	ú	ú	∏	˘	∏	∏	∏	∏
1000	(1)	∫	(	8	H	X	h	x	é	é	∏	˘	∏	∏	∏	∏
1001	(2)	∫	)	9	I	Y	i	y	é	é	∏	˘	∏	∏	∏	∏
1010	(3)	∫	*	*	J	Z	j	z	é	é	∏	˘	∏	∏	∏	∏
1011	(4)	∫	+	;	K	L	k	l	∏	∏	∏	˘	∏	∏	∏	∏
1100	(5)	∫	,	<	L	\	l	l	∏	∏	∏	˘	∏	∏	∏	∏
1101	(6)	∫	-	=	M	I	m	y	∏	∏	∏	˘	∏	∏	∏	∏
1110	(7)	∫	.	>	N	^	n	˘	∏	∏	∏	˘	∏	∏	∏	∏
1111	(8)	∫	/	?	O	_	o	Δ	∏	∏	∏	˘	∏	∏	∏	∏



ROM-Code 0E (EEU) mit dem Controller ST7066U und ST7063C

- Erweiterter Zeichensatz für Ost-Europäische Sprachen
- Enthält Sonderzeichen für z. B. Tschechisch, Polnisch, Ungarisch, Rumänisch, Serbisch, Kroatisch, Slowakisch, Slowenisch

NO.7066-0E

b7-b4 b3-b0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
0001	(2)	!	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
0010	(3)	"	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0011	(4)	#	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G
0100	(5)	\$	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H
0101	(6)	%	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0110	(7)	&	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0111	(8)	'	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1000	(1)	(	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1001	(2)	)	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1010	(3)	*	:	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1011	(4)	+	;	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1100	(5)	,	<	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1101	(6)	-	=	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1110	(7)	.	>	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1111	(8)	/	?	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[