Best.-Nr.: 150674
Version: 1.0
Stand: März 2017

E-Paper-Display-Modul

EDM100

Technischer Kundendienst
Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany
E-Mail: technik@elv.de
Telefon: Deutschland 0491/6008-245 · Österreich 0662/627-310 · Schweiz 061/8310-100

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV Shop: www.elv.de ...at ...ch

Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV Techniknetzwerk: www.netzwerk.elv.de

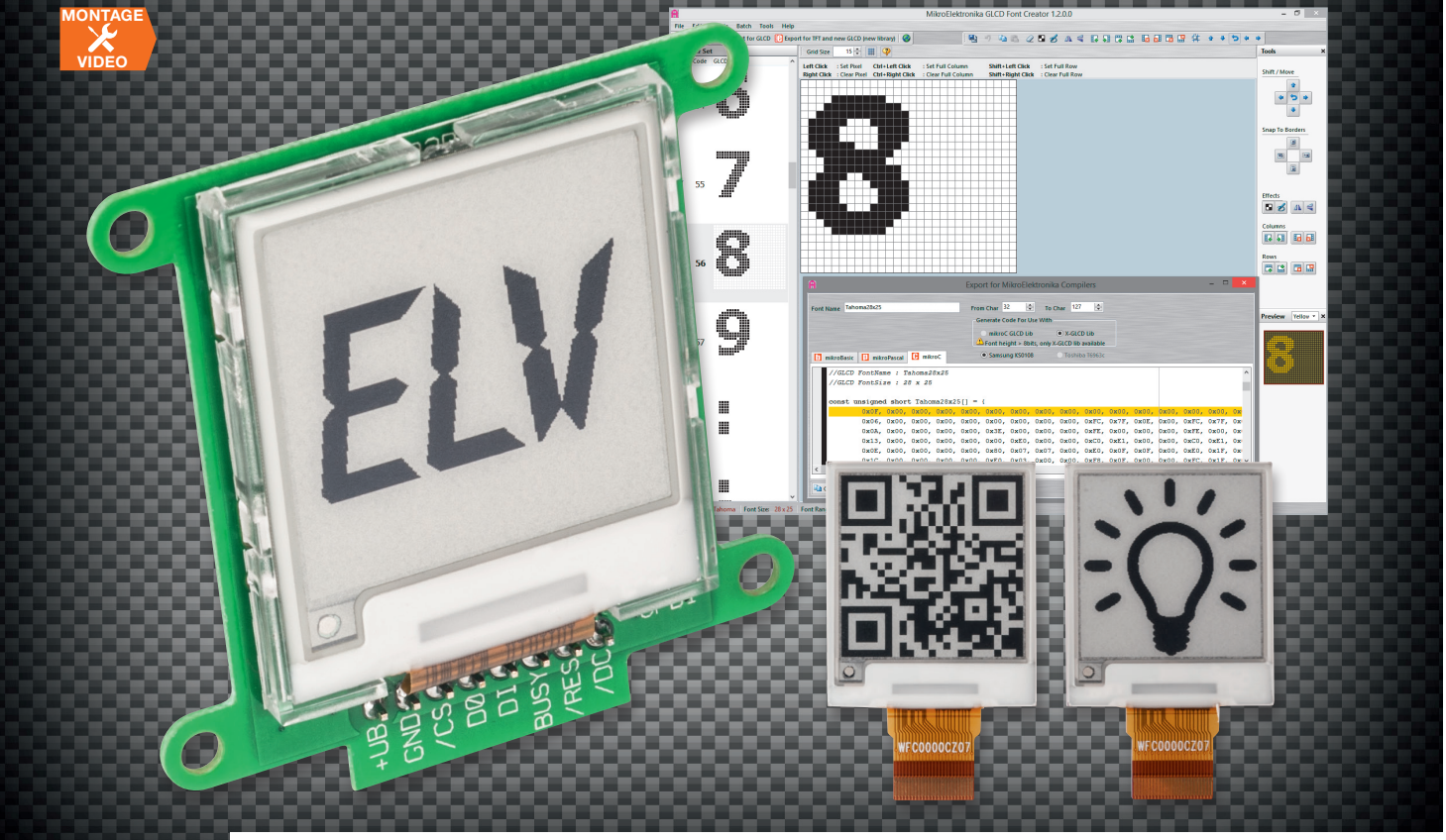
---

Reparaturservice
Für Geräte, die aus ELV Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29–36 · 26789 Leer · Germany
Telefon 0491/6008-88 · Telefax 0491/6008-7016 · www.elv.de

MONTAGE VIDEO



Sparsame Universal-Anzeige

E-Paper-Display-Modul EDM100

Infos zum Bausatz
im ELV Shop
#10063

Electronic Paper-Displays sind für viele Anwendungen, insbesondere, wenn es auf geringen Stromverbrauch sowie kontrastreiche Anzeige und die damit verbundene gute Ablesbarkeit ankommt, genau die richtige Lösung. Das hier vorgestellte E-Paper-Display-Modul stellt sowohl ein Lernobjekt für die Programmierung dieser seriell angesteuerten Displays als auch einen Ansatz für eigene, stromsparende Anzeigeapplikationen dar. Eine Einarbeitung in die Programmierung mithilfe des EFM32-Democodes ergänzt die Vorstellung.

E-Paper – die Alternative

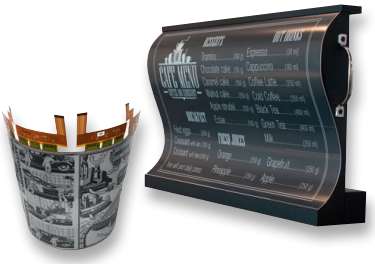
Die elektronische Darstellung von Texten und Bildern, wie man es von auf Papier geschriebenen oder gedruckten Inhalten gewohnt ist, betrachteten Techniker seit Erscheinen der ersten Datenbildschirme als ständige Herausforderung. Nach den ersten Entwicklungen zum Thema elektronisches Papier („E-Paper", siehe auch „Elektronikwissen") blieb es lange still um das Thema, bis 2004 die E Ink Corporation eine Serienfertigung unter dem heute noch weit verbreiteten Namen „E Ink" (elektronische Tinte) aufnahm. Die Vorteile dieses Displays liegen auf der Hand: Es nimmt bereits im aktiven Modus nur einen sehr geringen Strom auf, und solange der Bildinhalt konstant ist, nahezu keinen bis gar keinen Strom. Dabei bleibt das Display aufgrund der nicht notwendigen Hintergrundbeleuchtung jedoch lange und voll ablesbar. Durch die in der Regel reine Schwarz-Weiß-Darstellung ergibt sich ein maximaler Kontrast und somit eine sehr gute Ablesbarkeit, eben wie auf Papier. Bei allen Vorteilen gibt es auch Nachteile. So verläuft der Wechsel zu einem neuen Bildinhalt physikalisch bedingt relativ langsam im Bereich bis zu einer Sekunde, weshalb diese Displays nicht für schnelle Bildwechsel und bewegte Bilder geeignet sind. Desweiteren ist die Farbtiefe eingeschränkt, weshalb diese Displays meist nur als monochrome

Technische Daten

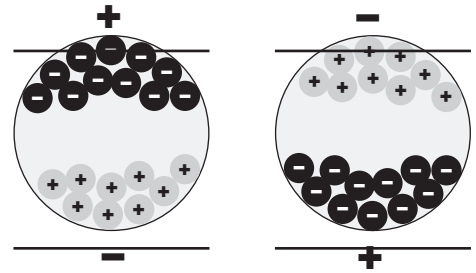
Geräte-Kurzbezeichnung:	EDM100
Versorgungsspannung:	2,6–3,3 VDC
Stromaufnahme:	10 mA max.
Ruhestromaufnahme (Tiefschlafmodus):	5 µA max.
Anzeigeelement:	3,8–cm/1,5"– Electronic Paper-Display 200 x 200 Bildpunkte/ 2 Farben (Schwarz, Weiß)
Aktive Fläche (B x H):	27,6 × 27,6 mm
Pixelgröße:	0,138 × 0,138 mm
Display-Updategeschwindigkeit:	680 ms
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abm. (B x H x T):	50 x 4 x 50 mm (ohne Rahmen)
Durchmesser der Befestigungslöcher:	3 mm
Gewicht:	12 g

An vielen Büros und Konferenzräumen zu finden: Kompakte, gut ablesbare E-Paper-Displays. Bild: Electronic Assembly

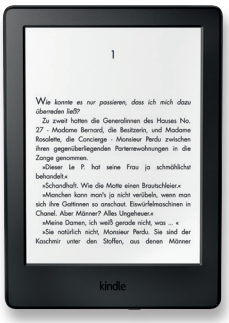
Auch vollfarbige E-Paper-Displays sind bereits im Einsatz. Bild: E Ink



E-Paper-Displays können auch als flexible Displays eingesetzt werden. Bild: E Ink



Wirkungsprinzip der Elektrophorese im E-Paper-Display



Typische Anwendung für E-Paper-Displays: E-Book-Reader wie der Kindle. Bild: Amazon Inc.

E-Paper

E-Paper-Displays sind primär dafür vorgesehen, eine vom herkömmlichen Druck auf weißem Papier gewohnte Darstellung mit hohem Kontrast zu erreichen.

Bereits in den 1970er-Jahren begannen bei XEROX die ersten Entwicklungen dieser Displaytechnik, die die Grundlage für die spätere Entwicklung des heute bekannten E-Papers am MIT bildeten. Die chemisch-physikalische Funktionsgrundlage des heutigen E-Papers ist die Elektrophorese. Dabei wandern geladene kolloide Pigmente in Mikrometer-Größe je nach Lage und Stärke eines angelegten elektrischen Felds durch ein flüssiges oder gasförmiges Medium. Im Falle des modernen E-Papers sind diese kolloiden Pigmente in mit halbflüssigem Polymer gefüllten Mikrokapseln untergebracht. Die Polymerfüllung ist transparent. Je nach Lage des angelegten elektrischen Felds wechseln die negativ und positiv geladenen Pigmente an die Ober- oder Unterseite der Mikrokapsel, sodass man entweder rein schwarz (oder anders monochrom) oder reinweiß sieht, das Display hat also maximalen Kontrast. Nach einem Wechsel des Felds bleibt die Lage der Pigmente stabil – das Display benötigt also, da es auch keine Hintergrundbeleuchtung besitzt (reflektives Display = reflektiert nur Umgebungslicht wie normales Papier), keinen Strom, solange keine Bildveränderung ansteht.

Neben der reinen monochromen Darstellung sind auch Graustufen- und Farbdarstellungen möglich. Die Graustufendarstellung entsteht durch variable Spannungssteuerung des elektrischen Felds. Für die Farbdarstellung haben sich zwei Methoden etabliert. Einmal wird eine quasi monochrome Darstellung in einzelnen Bereichen mit Farbfilterfolien erreicht. So kann man etwa eine blau-weiße oder rot-weiße Darstellung realisieren, oder durch verschiedene Farbfilter auch eine mehrfarbige Darstellung. Wobei letztere Methode die Auflösung des Displays herabsetzt.

Die zweite Methode erlaubt die vollfarbige Darstellung mit RGB- und RGBW-Pigmenten statt der monochromen Pigmente. Da auch hier das Display reflektiv arbeitet, erreicht man eine sehr kräftige und kontrastreiche Darstellung, u. a. auch mit wirklich tiefem Schwarz. Derartige Displays finden u. a. oft als Werbeschilder ihren Einsatz.

Schließlich macht die Elektrophorese-Technik auch die Realisierung flexibler Displays möglich, so findet man E-Paper-Displays zunehmend in Wearables oder als gebogene Info-Bildschirme.

Die Ansteuerung der Displays erfolgt wie vom LCD-/TFT-Display gewohnt über Segment-Steuerung bzw. Matrix-Steuerung über eine Transistormatrix.

Allerdings sind E-Paper-Displays nicht für schnelle Bildwechsel geeignet, also nicht für Videos usw. Denn anders als etwa bei TFT-Bildschirmen, wo einzeln elektronische Pixel angesteuert und so hohe Umschaltgeschwindigkeiten erzielt werden, benötigt die Pigment-Bewegung im E-Paper-Display eine gewisse Zeit, die im hohen Millisekundenbereich liegt, während wir z. B. bei TFT-Displays von Nanosekunden-Schaltzeiten reden.

Der unschlagbare Vorteil des E-Paper-Displays bleibt der äußerst geringe Strombedarf. Denn Strom benötigt das Display eben nur, solange Bildinhalte gewechselt werden. Ein einmal geladener Bildinhalt kann so ohne Stromzufuhr bis zu mehreren Wochen erhalten bleiben.

Ein weiterer Vorteil des E-Papers ist der hohe Ablesewinkel eines solchen Displays, der also bereits ein gutes Erfassen des Bildinhalts bei seitlicher Betrachtung und auch bei Sonneneinstrahlung ermöglicht.

Displays zum Einsatz kommen (siehe auch „Elektronikwissen"). Auf beide Eigenschaften kann sich der Anwender einstellen und das Display entsprechend einsetzen. Im Alltag begegnen uns diese Displays übrigens schon recht oft: nicht nur als Display von E-Book-Readern, sondern viel häufiger noch als elektronische Preisschilder im Handel.

Unser Anzeigemodul wendet sich an den ambitionierten Hobbyelektroniker, der eine Möglichkeit sucht, Bilder in kleiner Größe, in einer guten Qualität, ohne Stromverbrauch dauerhaft darzustellen. Eine denkbare Aufgabe wäre zum Beispiel eine Tür-/Fenster-Statusanzeige in der Haustechnik. Hier findet eine Bildinhaltsänderung nur selten statt, gleichzeitig sind die Bildinhalte gut abzulesen. Und bei einem batteriebetriebenen Gerät entfällt der Strombedarf für ein Display nahezu vollständig.

Dabei wird dem Anwender durch das Modul ein großer Teil der Arbeit abgenommen. Denn er kann unter Einhaltung des verwendeten Protokolls und der Beschaltung seine eigenen Displayausgaben mit bis zu 200 x 200 Pixel und mit nahezu jedem Mikrocontroller programmieren. Wir stellen dazu eine Demo-Applikation (auf einem EFM32-Demoboard) und ein Firmware-Projekt bereit, das bereits alle wichtigen Programmbestandteile zur Ansteuerung enthält.

Schaltung

Kommen wir zur Schaltungsbeschreibung des Display-Moduls, dessen Schaltung in Bild 1 zu sehen ist. Die Spannungsversorgung des Moduls erfolgt über den PTC-Widerstand R1, der die Funktion einer reversiblen Sicherung übernimmt. Der Feldeffekttransistor T1 mit zugehörigem Widerstand R2 kommt hier als Verpolungsschutz zum Einsatz.

Der Kondensator C2 dient der Pufferung der Betriebsspannung und die Kondensatoren C5 bis C10 zur Störunterdrückung. Die Daten und Kommandos erhält das E-Paper-Display über die Daten- und Taktleitungen DI und DO, die mit einer USART-Peripherie des Mikrocontrollers in der Applikation verbunden werden. Die Chip-Select-und Data/Command-Control-Eingänge (CS und D/C) des Displays werden mit weiteren Pins des Mikrocontrollers verbunden und steuern die SPI-Kommando- oder Datenübertragung. Mit der Steuerleitung BS1 an Masse wird der 4-Wire-SPI-Modus des Treiberbausteins bereits hardwareseitig ausgewählt. Alle Ein- und Ausgänge des Displaymoduls werden über die Stiftleiste ST1 herausgeführt.

Der im Display ePD1 verbaute Treiber besitzt einen integrierten Spannungsregulator und einen Spannungswandler. Dieser steuert über den GDR-Ausgang und den N-Kanal Feldeffekttransistor T2 die Spannungen am PREVGL- und PREVGH-Eingang des ePD1. Diese dienen intern als Referenzen für die Erzeugung der internen Spannungen VCOM, VGL und VSL.

Nachbau

Da bereits die SMD–Bauteile vollständig bestückt sind, beschränkt sich der Zusammenbau auf einige wenige Komponenten. Dabei sollten auf jeden Fall der Bestückungsdruck sowie die Platinenfotos (Bild 2) zu Rate gezogen werden.

Bild 3 zeigt alle Bestandteile des EDM100-Bausatzes. Wir beginnen die Arbeit mit dem Einsetzen und Verlöten der Stiftleiste (Bild 4).

Der Displayrahmen, der gleichzeitig auch zur Führung einer Antenne dienen kann, ist in Bild 5 zu sehen. Als erster Schritt erfolgt die Montage des Displayrahmens auf der Modulplatine. Dafür sind zuerst mit einem feinen Seitenschneider die überflüssigen Antennenhalter und der LED-Lichtleiter vom Displayrahmen abzutrennen.

Danach wird dieser auf die Oberseite der Modulplatine innerhalb der dort aufgebrachten Bestückungsmarkierung eingerastet. Dabei ist darauf zu achten, dass die zwei Führungsstifte und die vier Haltenasen des Rahmens in den zugehörigen Löchern der Platine sitzen bzw. verrastet sind. Hieran erkennt man auch die richtige Lage des Rahmens auf der Platine. Bild 6 illustriert die Montage. Nun erfolgt die Montage des Displays.

Vor der Montage ist, soweit möglich, der Aufkleber auf der Rückseite des Displays zu entfernen.

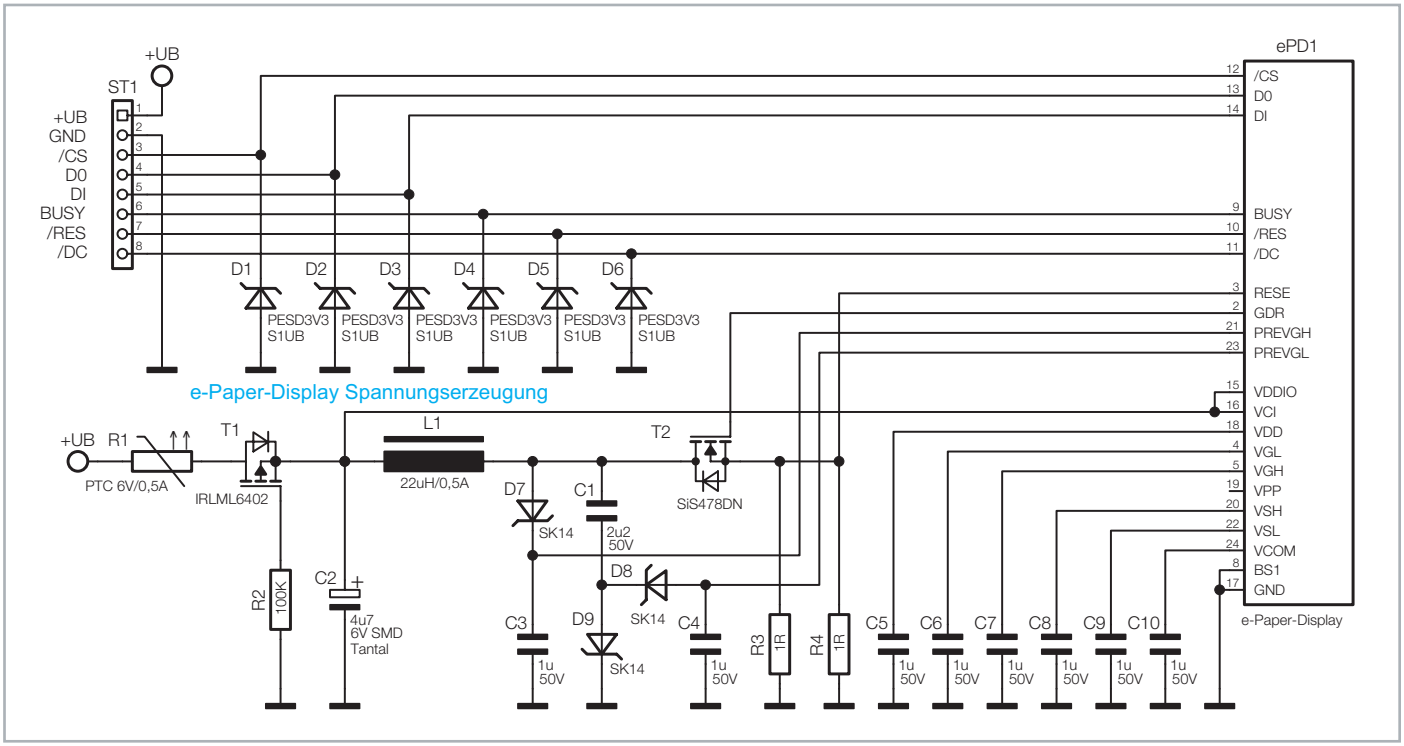


Bild 1: Das Schaltbild des E-Paper-Display-Moduls

Montagevideo

#10067

QR-Code scannen oder Webcode im ELV Shop eingeben

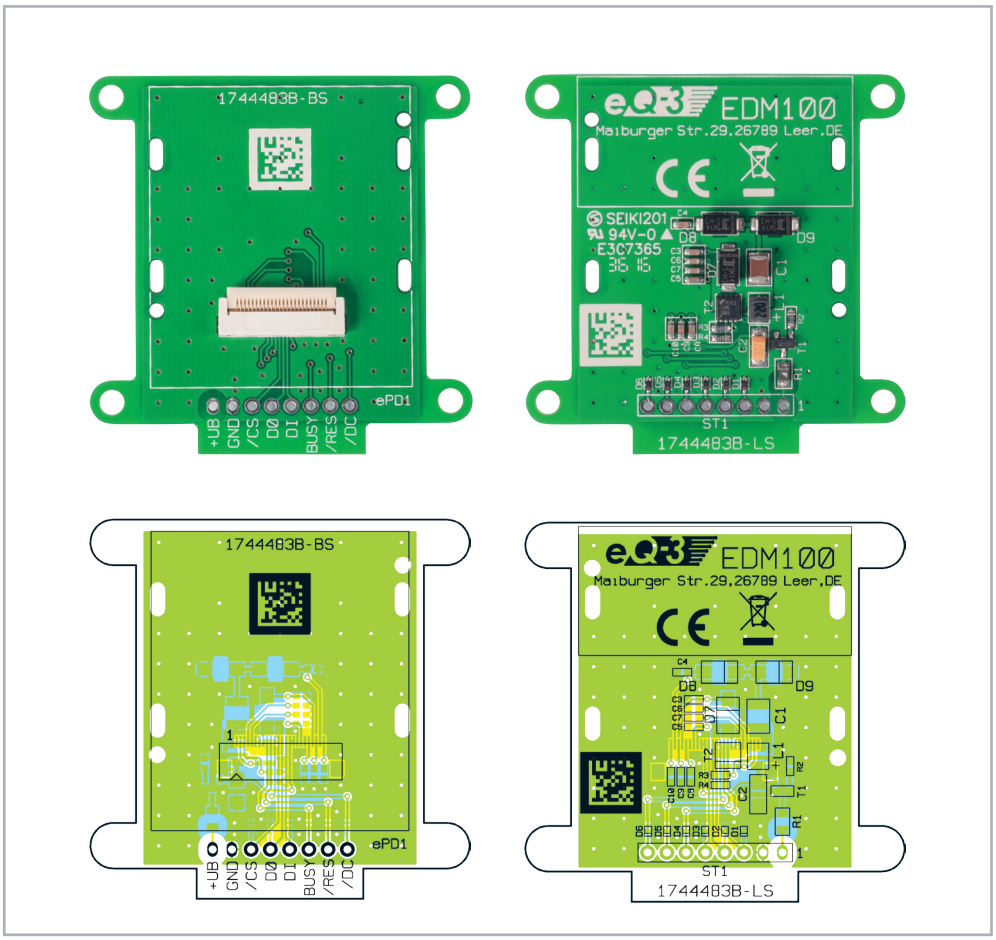


Bild 2: Die Platinenfotos und Bestückungspläne des EDM100, hier noch ohne eingesetztes Display

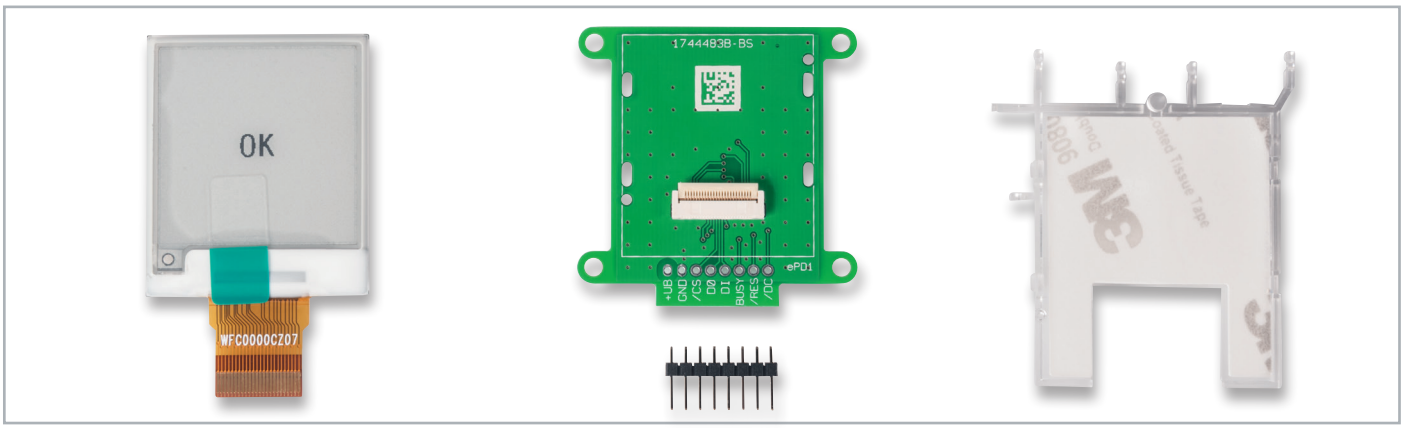


Bild 3: Die Bestandteile des EDM100-Bausatzes: links das vorkonfektionierte Display, in der Mitte die Platine des EDM100, darunter die Stiftleiste für den Anschluss des Moduls, und rechts der Displayrahmen mit Klebebandfläche

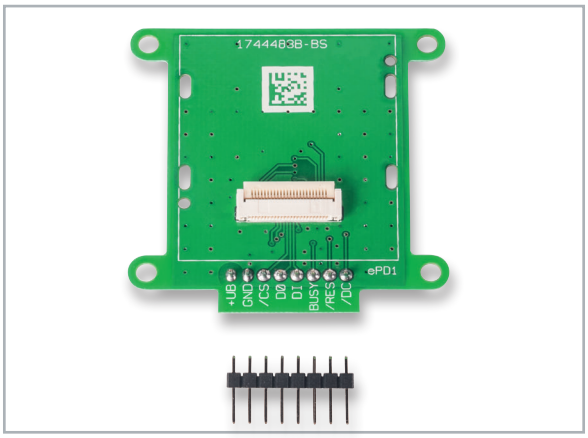


Bild 4: Die Stiftleiste des Moduls wird von der Lötseite her eingesetzt und auf der Displayseite verlötet.

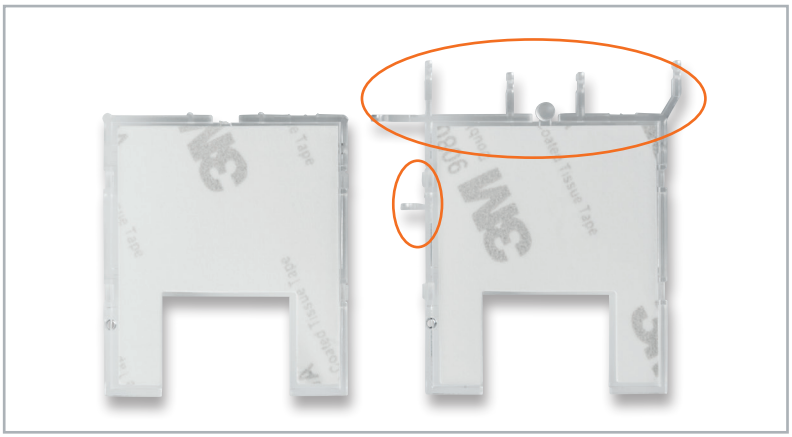


Bild 5: Der Displayrahmen – die abzutrennenden Teile sind hier im Bild rechts markiert, links der fertig vorbereitete Rahmen.

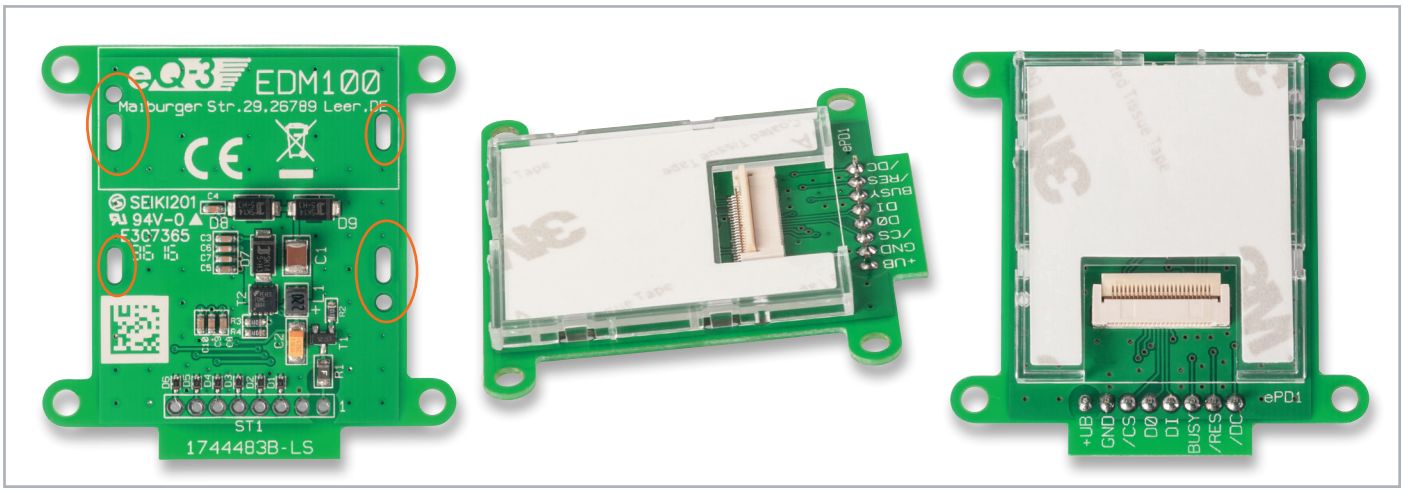


Bild 6: So erfolgt das lagerichtige Einsetzen des Displayrahmens in die Platine.

Wichtiger Hinweis:

Für einen ausreichenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen ist der Einbau in ein geeignetes (nichtmetallisches) Gehäuse erforderlich, damit die Schaltung nicht durch eine Berührung mit den Fingern oder Gegenständen gefährdet werden kann.

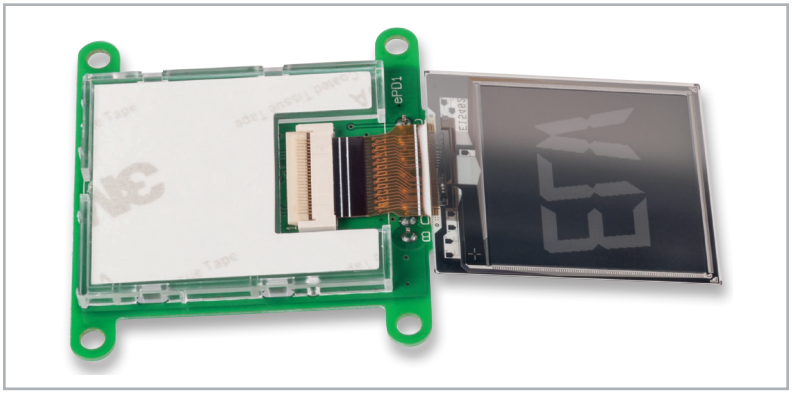


Bild 7: Hier ist das Einsetzen der Flachbandleitung des Displays in den geöffneten Verbinder zu sehen.

Stückliste

Widerstände:	
1 Ω/1 %/SMD/0603	R3, R4
100 kΩ/1 %/SMD/0603	R2
PTC/0,5 A/6 V/SMD/0805	R1
Kondensatoren:	
1 µF/50 V/SMD/0603	C3–C10
2,2 µF/50 V/SMD/1210	C1
4,7 µF/6 V/tantal/SMD	C2
Halbleiter:	
IRLML6402/SMD	T1
SiS478DN/SMD	T2
SK14/SMD	D7-D9
PESD3V3S1UB/SMD	D1-D6
Sonstiges:	
E-Paper-Modul, 39,1 mm (1,54“), 200 x 200 Pixel, Vollgrafik	ePD1
Displayrahmen	ePD1
FFC/FPC-Verbinder, 24-polig, 0,5 mm, liegend, SMD	ePD1
Klebeband, doppelseitig, bearbeitet	ePD1
Speicherdrossel, SMD, 22 µH/450 mA	L1
Stiftleiste, 1x 8-polig, gerade, print	ST1
Buchsenleiste, 1x 8-polig, gerade, print	BU1

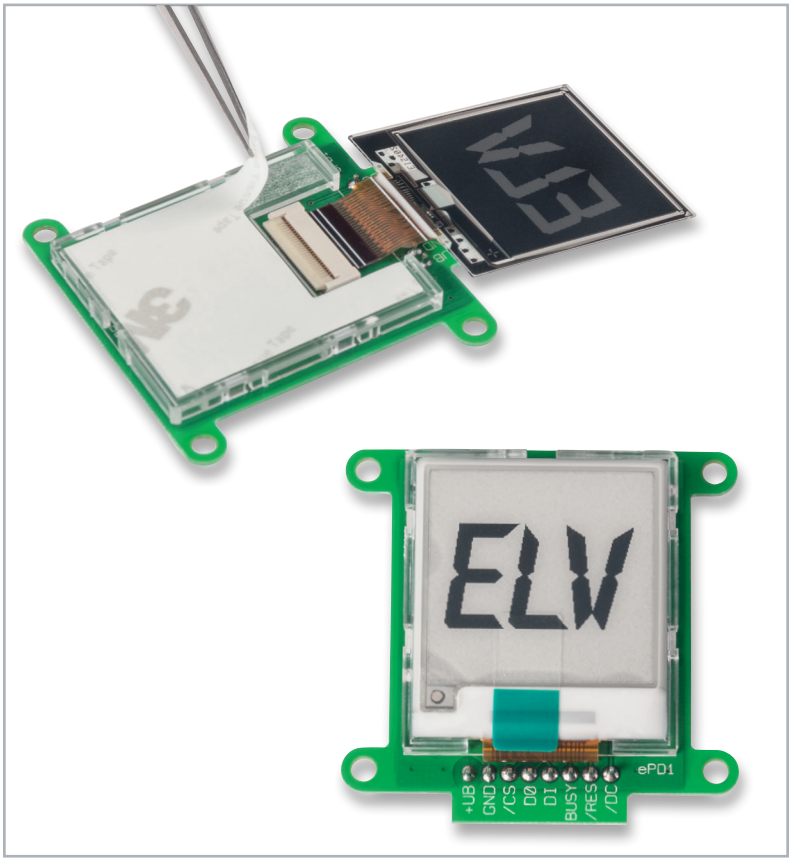


Bild 8: Nach dem Einsetzen und Fixieren der Flachbandleitung des Displays wird die Schutzfolie des Klebebands im Displayrahmen entfernt und das Display eingeklebt – vorsichtig und gleichmäßig andrücken!

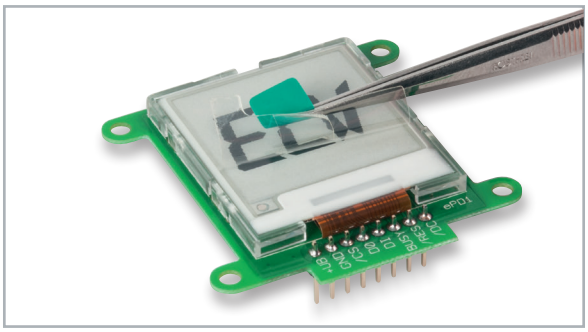


Bild 9: Zum Abschluss ist die Schutzfolie des Displays abzuziehen.

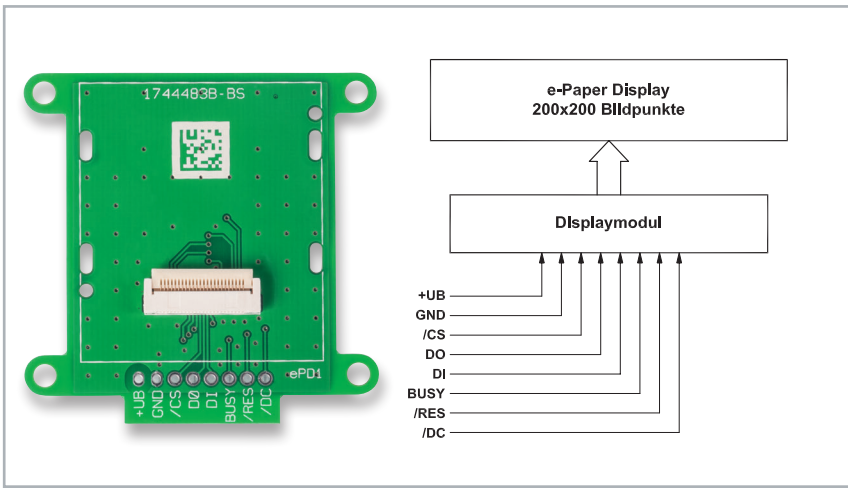


Bild 10: Die Anschlüsse des Displaymoduls im Überblick

Vorsicht – Displayscheibe nicht eindrücken! Beim Aufkleben des Displays keinen zu großen Druck auf die Frontscheibe ausüben!

Zuerst wird, wie in Bild 7 zu sehen, die Flachbandleitung in den zuvor geöffneten Verbinder eingeführt. Dabei kann die Flachbandleitung des Displays mit der Pinzette in Position gebracht und dann vorsichtig mit der Fingerspitze final eingeführt werden. Danach hält man die Flachbandleitung in Position und fixiert diese im Verbinder durch Herunterdrücken des Hebels am Verbinder. Nun kann die Schutzfolie des doppelseitigen Klebebands im Displayrahmen entfernt und das Display im Rahmen verklebt werden. Bild 8 illustriert den beschriebenen Ablauf. Nach dem Verkleben ist die Schutzfolie des Displays abzuziehen (Bild 9).

Tabelle 1

Die Anschlüsse des Displaymoduls im Überblick

Stiftleiste	Anschluss-Nr.	Bezeichnung	Erläuterung
ST1	1	+UB	Spannungsversorgung
	2	GND	Massenanschluss
	3	/CS	Chip-Select-Eingang
	4	DO	Serieller Takteingang
	5	DI	Serieller Dateneingang
	6	BUSY	Modul beschäftigt – Status – Ausgang
	7	/RES	Reset-Eingang
	8	/DC	Daten/Befehl-Eingang

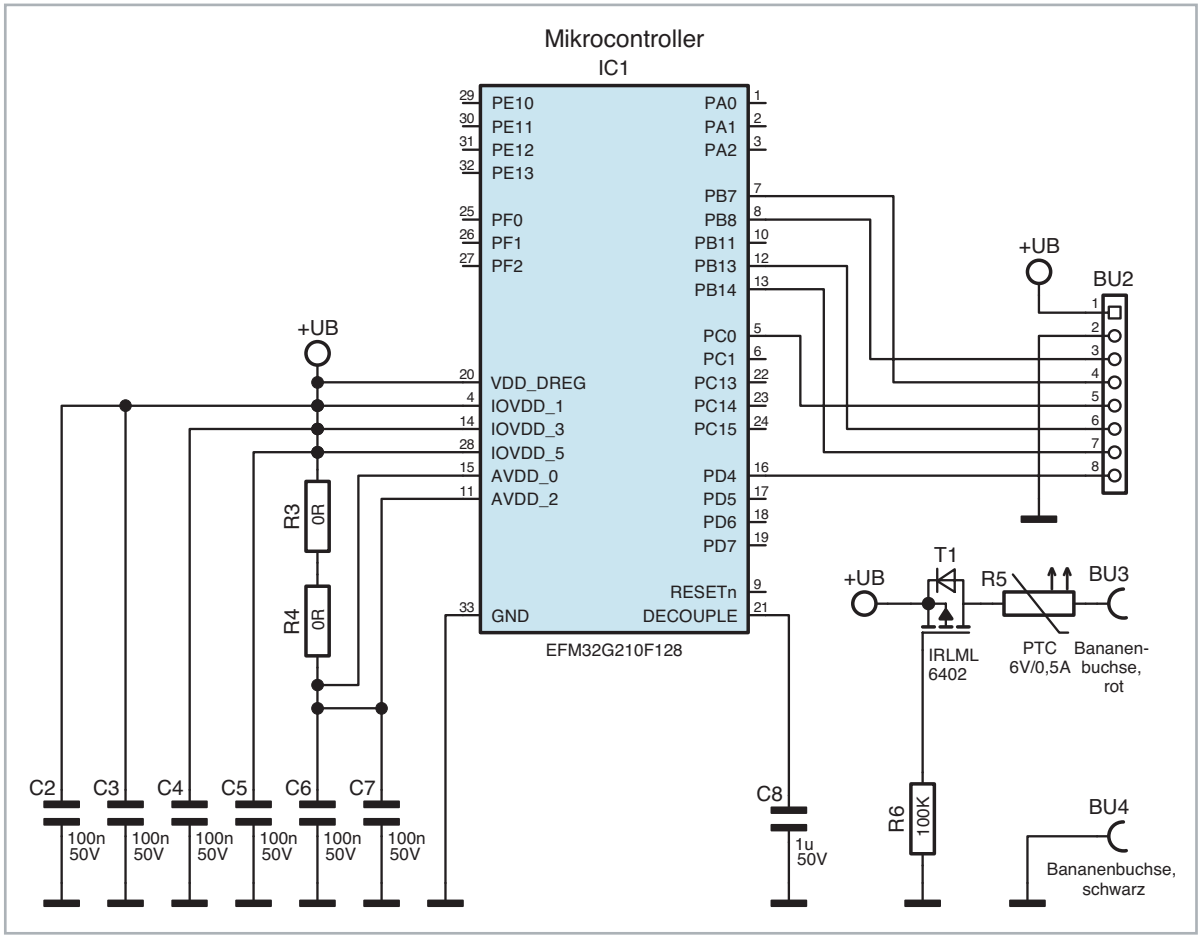


Bild 11: Das EFM32-Demoboard-Schaltbild

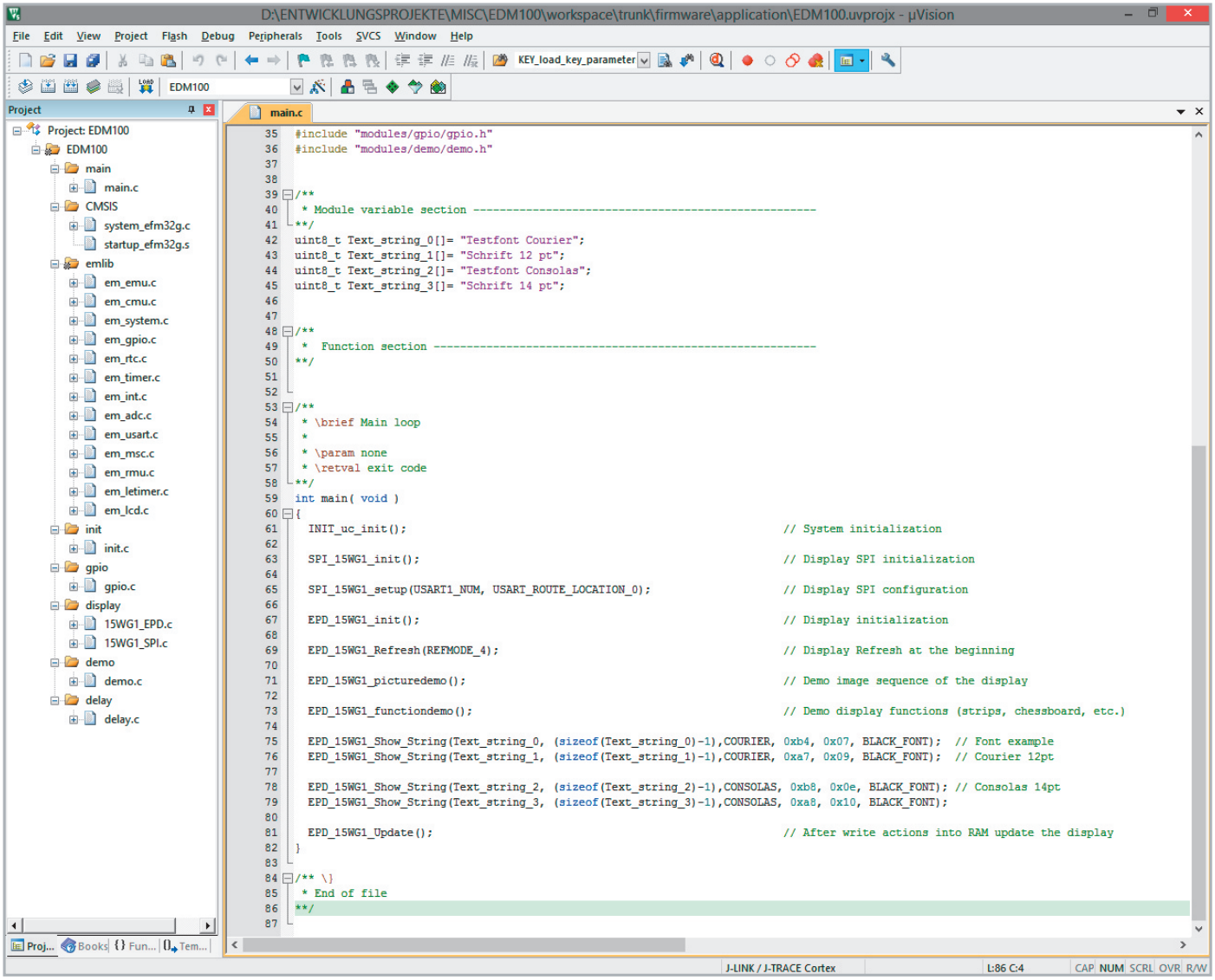


Bild 12: Die Entwicklungsumgebung µVision ermöglicht das einfache Entwickeln der Software-Applikationen.

Beschaltung

Das Displaymodul verfügt über eine serielle Schnittstelle mit den entsprechenden Steuer- und Datenleitungen (siehe Bild 10 und Tabelle 1).

Programmierung

Damit das Modul schnell den Weg in die eigene Applikation finden kann, steht der Quellcode als Projektarchiv zum Download auf der Produkt-Homepage [1] zur Verfügung. Ebenfalls befinden sich dort das Datenblatt des Displaycontrollers und weitere Informationen (z. B. zur Hardware und verwendeter Software) unter den verfügbaren Dateien. Darüber hinaus enthält das Downloadarchiv auch das vom Hersteller „Good Display" herausgegebene Demofirmwareprojekt und die für die Bildkonvertierung notwendige Software nebst Anleitung.

Demo-Applikation mit dem EFM32

Dem Anwender wird neben den Datenblättern auch ein Demoprojekt zur Seite gestellt, um den Einsatz des Moduls in einer Applikation zu verdeutlichen.

Schaltung des Demoboards

Das Herzstück des Demoboards, dessen Schaltbild in Bild 11 zu finden ist, bildet der leistungsstarke Mikrocontroller EFM32G210F128. Neben der zugeführten stabilisierten Gleichspannung von 3 V sind auch alle verfügbaren Ein- und Ausgänge über die Buchsenleiste mit dem Mikrocontroller verbunden.

Die Daten und Kommandos erhält das E-Paper-Display über die Daten- und Taktleitungen DI und DO, die mit einer USART-Peripherie des Mikrocontrollers über PC0 und PB7 verbunden sind. Die Chip-Select- und Data/Command-Control-Eingänge (/CS und /DC) des E-Paper-Displays sind mit den Pins/CS PB8 bzw. PD4 des Mikrocontrollers verbunden und steuern die SPI-Kommando- oder Datenübertragung. Der Reset-Eingang und der Busy-Ausgang des Moduls sind wiederum mit den Pins PB14 und PB13 verbunden.

Fimware-Projekt

Das Fimware-Projekt wurde für den Mikrocontroller EFM32G210F128 mithilfe der µVision-IDE in der Version V5.14 erstellt [2]. Diese Entwicklungsumgebung (Bild 12) lässt sich kostenlos bis zu einer Codegröße von insgesamt 32 kB nutzen.

In dem Demo-Projekt werden die Aus- und Eingänge des Mikrocontrollers und das Display initialisiert. Danach erfolgt die Ausgabe von geeigneten Bildern und Mustern und am Ende von vier Textzeilen. Zwischendurch wird das Display wieder gelöscht.

Die in dem Demo-Projekt verwendeten Schriftarten Curier und Consolas wurden mithilfe der Software GLCD Font Creator [3] für die Nutzung auf dem Dis-

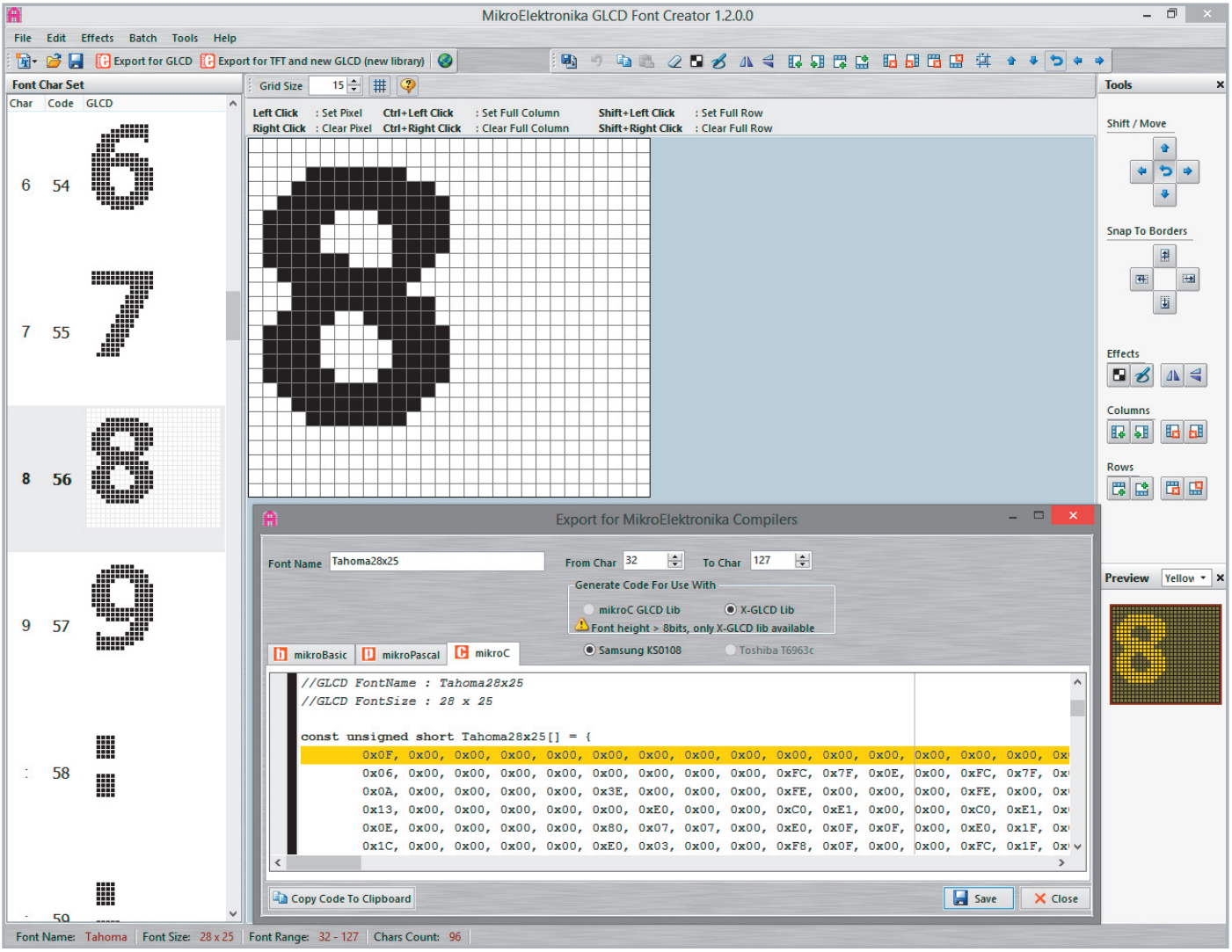


Bild 13: Export der Schriftart in die Programmiersprache C

play importiert und angepasst (Bild 13). Das Programm ist eine kostenlose Lösung, um personalisierte Schriftarten, Symbole und Icons für Grafikdisplays zu erstellen. Es bietet eine zweckmäßige und intuitive Benutzeroberfläche, um Schriften und Symbole von Grund auf neu zu erstellen oder durch den Import von vorhandenen Schriften zu generieren. Diese können dann editiert werden und es können Effekte (wie Drehungen und Spiegelungen) angewendet werden. Schließlich kann man dann das Ergebnis direkt als Quellcode in die passende Programmiersprache exportieren.

Bild 14 zeigt zum Abschluss einige Darstellungsbeispiele für das E-Paper-Display.

Weitere Infos:

[1] Produkt-Homepage des EDM100
http://www.elv.de: Webcode #10063
[2] µVision-IDE
http://www2.keil.com/mdk5/uvision/
[3] GLDC Font Creator
http://www.mikroe.com/glcd-font-creator/

Bild 14: Darstellungsbeispiele für selbst erarbeitete Beschriftungen, Grafiken und Symbole

Hinweis zu den vorbestückten Bausatz-Leiterplatten

Sehr geehrter Kunde,

das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) verbietet (abgesehen von wenigen Ausnahmen) seit dem 1. Juli 2006 u. a. die Verwendung von Blei und bleihaltigen Stoffen mit mehr als 0,1 Gewichtsprozent Blei in der Elektro- und Elektronikproduktion.

Die ELV-Produktion wurde daher auf bleifreie Lötzinn-Legierungen umgestellt und sämtliche vorbestückte Leiterplatten sind bleifrei verlötet.

Bleihaltige Lote dürfen im Privatbereich zwar weiterhin verwendet werden, jedoch kann das Mischen von bleifreien- und bleihaltigen Loten auf einer Leiterplatte zu Problemen führen, wenn diese im direkten Kontakt zueinander stehen. Der Schmelzpunkt an der Übergangsstelle kann sich verringern, wenn niedrig schmelzende Metalle, wie Blei oder Wismut, mit bleifreiem Lot vermischt werden. Das unterschiedliche Erstarren kann zum Abheben von Leiterbahnen (Lift-Off-Effekt) führen. Des Weiteren kann der Schmelzpunkt dann an der Übergangsstelle unterhalb des Schmelzpunktes von verbleitem Lötzinn liegen. Insbesondere beim Verlöten von Leistungsbauelementen mit hoher Temperatur ist dies zu beachten.

Wir empfehlen daher beim Aufbau von Bausätzen den Einsatz von bleifreien Loten. ELV

Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!
Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

Bevollmächtigter des Herstellers:
eQ-3 eQ-3 AG · Maiburger Straße 29 · 26789 Leer · Germany