Dokumentation

BEGLEITENDE PROJEKTE ATB14 MIKROCONTROLLERTECHNIK

ausgeführt am



Fachhochschul-Bachelorstudiengang
Automatisierungstechnik

von

Roland Bauernhofer, Patrick Bognar,
Michael Juwan, Manuel Pammer

betreut und begutachtet von Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Humer

Graz, im Jänner 2017		
	Unterschrift	

INHALTSVERZEICHNIS

1		Einleit	tung	1
			e Cortex M0 Board 2014 ("BMOB")	
	2.	1 /	Ausgangssituation	2
	2.:	2 ł	Komponenten	4
3		Micro	controller CortexM0 LPC11U24	7
	3.	1 E	Eckdaten des Mikrocontrollers LPC11U24	8
	3.	2 F	Reset und Boot	9
4		Zusar	nmenbau/ Löten der Platine1	0
5	5 Programmierung des Boards14			

1 EINLEITUNG

Die Mikrocontrollertechnik ist fast unbemerkt ein wesentlicher Begleiter unseres Alltags. Ob Handy, Haushaltsgerät oder Auto? Mikrocontroller sind ein wichtiger Bestandteil.

Aus diesem Grund wird das Basiswissen der Mikrocontrollertechnik in der Lehrveranstaltung "BPR-Mikrocontrollertechnik" erlernt, aufgefrischt und verbessert. Um einen Praxisbezug zur Mikrocontrollertechnik herstellen zu können, wird von jeder Person, welche an der Lehrveranstaltung teilnimmt, ein "BULME CORTEX M0 BOARD 2014" ("BMOB") zusammengebaut bzw. die passenden Bauteile auf die vorhandene Leiterplatte gelötet. Anschließend werden diverse Programme programmiert und mit Hilfe des Mikrocontroller- Boards getestet.



Abbildung 1: BULME CORTEX M0 BOARD 2014 ("BMOB")

2 BULME CORTEX M0 BOARD 2014 ("BMOB")

2.1 Ausgangssituation

Die Ausgangssituation für den Zusammenbau des Mikrocontroller- Boards ist eine unbestückte Leiterplatte und diverse SMD (Surface- mounted device)- Komponenten. SMD- Bauelemente haben im Gegensatz zu Bauelementen der Durchsteckmontage (englisch: Through Hole Technology, THT), den "bedrahteten Bauelementen", keine Drahtanschlüsse, sondern werden mittels lötfähiger Anschlussflächen direkt auf eine Leiterplatte gelötet (Flachbaugruppe). Die dazugehörige Technik ist die Oberflächenmontage (englisch: surface- mounting technology, SMT).



Abbildung 2: Größe eines SMD Bauteils

Die Komponenten, welche auf der Leiterplatte montiert werden müssen, können dem Schaltplan entnommen werden. Im Schaltplan ist ersichtlich, um welches Bauteil (Widerstand, Kondensator, Spule, etc.) es sich handelt und welche Größe (Ohm, Farad, Henry, etc.) von diesem Bauteil verbaut werden muss.

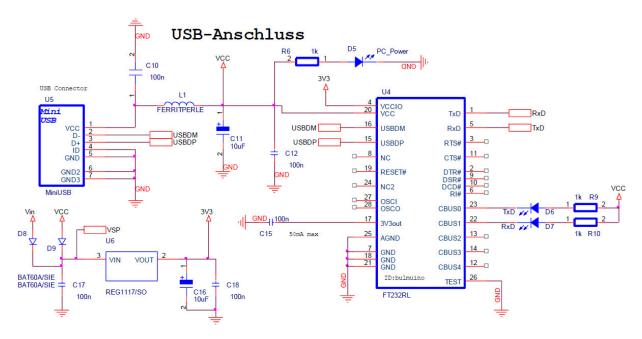


Abbildung 3: Auszug "USB-Anschluss" aus dem Schaltplan

Die richtige Position der SMD- Komponenten (auf der Leiterplatte) wird durch eine Komponentenbezeichnung auf der Leiterplatte dargestellt, welche auch aus dem Bestückungsplan "Top" und "Bottom" herausgelesen werden kann.

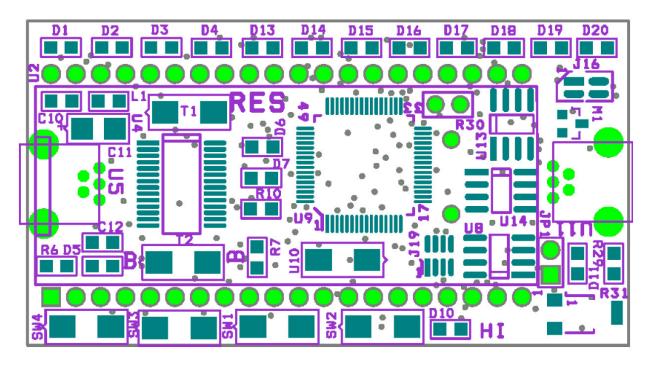


Abbildung 4: Bestückungsplan TOP

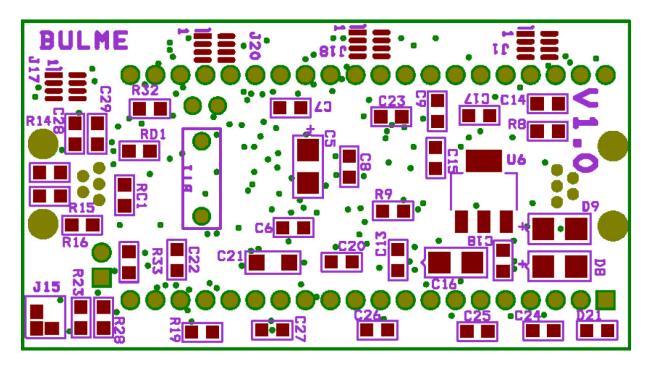


Abbildung 5: Bestückungsplan BOTTOM

2.2 Komponenten

Für das gesamte Board werden folgende Komponenten benötigt:

Stückliste				
Stk. Abbildung		Bezeichnung	Bestell-Nr. (RS-Components)	
3		Tantalkondensator 22uF/10V ESR 0.9Ohm Die TPS-Serie von SMD-Kondensatoren mit niedrigem ESR-Wert von AVX ist hauptsächlich für den Einsatz in Netzteilanwendungen ausgelegt. Die Serie TPS von Kondensatoren ist erhältlich mit 14 verschiedenen Gehäusegrößeoptionen.	406-9918	
2		Schottky-Diode BAT60 SBR-Dioden (Super Barrier Rectifiers) sind die nächste Generation von Gleichrichtern. Das Gerät mit zwei Anschlussklemmen hat eine niedrigere Durchlassspannung (VF) als vergleichbare Schottky-Dioden, bietet jedoch die thermische Stabilität und hohe Zuverlässigkeit von PN-Epitaxial-Dioden.	738-4778P	
2		USB Mini Buchse PCB Diese USB-OTG-Steckverbinderserie (On the Go) von Molex ist kompatibel mit dem On-The-Go-Zubehör (Vers. 1.0) gemäß der USB 2.0-Spezifikation.	515-2011	
1		Spannungsregler reg1117-5V 0,8A Der Low Dropout oder LDO ist ein linearer Spannungsregler. Wir bieten eine breite Palette an linearen Reglern. Der LDO-Regler kann mit einer geringen Eingangs-/Ausgangsdifferenzspannung arbeiten. LDO-Spannungsregler können eine schnelle Reaktion auf schnelle Einschwingvorgänge, einen großen Eingangsspannungsbereich, einen niedrigen Ruhestrom und geringe Störungen mit hohem PSRR bieten.	661-6193	
1	Million Hill	FT232RL Der FTDI-Schaltkreis FT232R ist eine Schnittstelle USB-auf-Seriell-UART mit optionalem Taktgeneratorausgang. Asynchrone und synchrone Bit-Bang-Schnittstellenmodi stehen ebenfalls zur Verfügung. Zusammen mit EEPROM, Taktkreis und USB-Widerständen wird dieser Schaltkreis zum 3-in-1-Schaltkreis für einige Anwendungen. Mit dem intern erzeugten Takt (6 MHz, 12 MHz, 24 MHz und 48 MHz) können ein Mikrocontroller oder externe Logik angesteuert werden.	406-580P	
1		Ferritperle Ferritperlen der Serie BLM von Murata benötigen keinen Erdanschluss und sind ideal für den Einsatz in Stromkreisen mit instabilen Erdungsleitungen.	724-1475	

		·	
6		Tasten Light-Touch-Schalter von Panasonic, die üblicherweise als Drucktaster bezeichnet werden, sind Schalter mit tastendem Sprungmechanismus für niedrige Ströme (Nennstrom 20 mA bei 15 Vdc). Diese Drucktaster bieten ein eindeutiges scharfes, klares und sicheres Betätigungsgefühl, besitzen einen niedrigen Kontaktwiderstand, geringe Prellstörungen sowie eine hohe Kontaktzuverlässigkeit und sind mit einer Vielzahl von Betätigungskräften erhältlich.	756-1678P
1		BSS84 P-Kanal-MOSFET, NXP Semiconductors	436-8091
5	201	Widerstandsarray 1k Bauform 1206 Chip-Widerstandsarrays mit konkaven Anschlüssen	435-1807
1 Bei um ger ist dige Sch		RGB LED Bei der HSMx-A2-Serie von Avago Technologies handelt es sich um zweifarbige SMD-LED-Anzeigen. Sie sind im PLCC-4-Gehäuse gemäß Industriestandard enthalten. Durch ihre hohe Zuverlässigkeit ist diese LED-Familie ideal für eine Vielfalt von Anwendungen geeignet, einschließlich Innenbeleuchtung von Fahrzeugen und Schildern im Innenbereich in rauen Umgebungen.	496-6617
		LPC11U24/64 PIN Die NXP-Produktfamilie basierend auf preiswerten 32-bit-MCUs der Familie ARM Cortex-M0 wurde für 8/16-Bit Mikrocontroller-Anwendungen entwickelt. Sie bieten eine hohe Leistung, eine niedrige Stromaufnahme, einen einfachen Befehlssatz und eine Speicheradressierung zusammen mit verringerter Codegröße im Vergleich zu vorhandenen 8/16-Bit Architekturen.	755-9931P
		Quarz 12MHz SMD	753-7045P
5		Kondensatoren 18pF Bauform 805 Nickelsperrschicht-Kontaktierungen mit Zinn (NiSn) beschichtet. Zu den Anwendungen gehören Mobiltelefone, Video- und Tunerdesign. COG/NPO ist die gängigste Mischung für "temperaturkompensierende" Keramikmaterialien nach EIA Klasse I, X7R-, X5R-Mischungen werden als "temperaturstabile" Keramik bezeichnet und fallen unter Materialien nach EIA Klasse II, Y5V-, Z5U-Mischungen sind Materialien nach EIA Klasse II für den Universaleinsatz in einem begrenzten Temperaturbereich. Diese Eigenschaften sind ideal für Entkopplungsanwendungen.	766-5809
1		PCF8563 SOIC8 Echtzeituhr-Peripheriegeräte , NXP Semiconductors	436-8300P

1		24LC256 SOIC8 Serieller EEPROM 24AA256/24FC256/24LC256 I ² C	454-331P
1		LM75B Temperatursensor SOIC8 Der LM75 ist ein Temperatursensor mit Digitalausgang und 9-Bit-Auflösung. Die Anwendungen umfassen thermische Steuerung, Kommunikationsinfrastruktur, elektronische Messeinrichtungen und Umweltüberwachung.	504-5632P
2	100	Widerstände 2K7 / 805 Rollenware	732-6242
10	100	Widerstände 1K0 / 805 Rollenware	698-0075
14		Kondensatoren 100nF / 805 Nickelsperrschicht-Kontaktierungen mit Zinn (NiSn) beschichtet. Zu den Anwendungen gehören Mobiltelefone, Video- und Tunerdesign. COG/NPO ist die gängigste Mischung für "temperaturkompensierende" Keramikmaterialien nach EIA Klasse I, X7R-, X5R-Mischungen werden als "temperaturstabile" Keramik bezeichnet und fallen unter Materialien nach EIA Klasse II, Y5V-, Z5U-Mischungen sind Materialien nach EIA Klasse II für den Universaleinsatz in einem begrenzten Temperaturbereich. Diese Eigenschaften sind ideal für Entkopplungsanwendungen.	766-6177
1		SMD Potentiometer Das Trimmpotenziometer TS53 wurde für SMD-Anwendungen entwickelt und bietet einen hohen volumetrischen Wirkungsgrad (5 x 5 x 2,7 mm) mit hoher Leistung und Stabilität. Die Serie TS53 ist für den manuellen oder automatischen Betrieb geeignet und hält Schwall- wie auch Reflow-Lötverfahren stand.	486-7526P
1 L		LDR Widerstand	-
2	100	Widerstand 330hm 0805	697-9952
1		32kHz Uhrenquarz	-
1		Platine	-

Tabelle 1: Stückliste des Bulme Cortex M0 Board 2014 ("BMOB")

3 MICROCONTROLLER CORTEXM0 LPC11U24

ARM Cortex-M ist eine Familie von IP-Cores primär für 32-Bit-Mikrocontroller, die vom Unternehmen ARM entwickelt wird und an verschiedene Hersteller lizenziert wird. Der Kern unterteilt sich in aufsteigender Komplexität in die Einheiten Cortex-M0, Cortex-M0+, Cortex-M1, Cortex-M3, Cortex-M4 und Cortex-M7. Wie bereits aus der Bezeichnung hervorgeht, handelt es sich beim "BMOB" um einen Cortex M0 Mikrocontroller.



Abbildung 6: ARM Cortex-M0 und M3-basierte Mikrocontroller von NXP und Silicon Laboratories

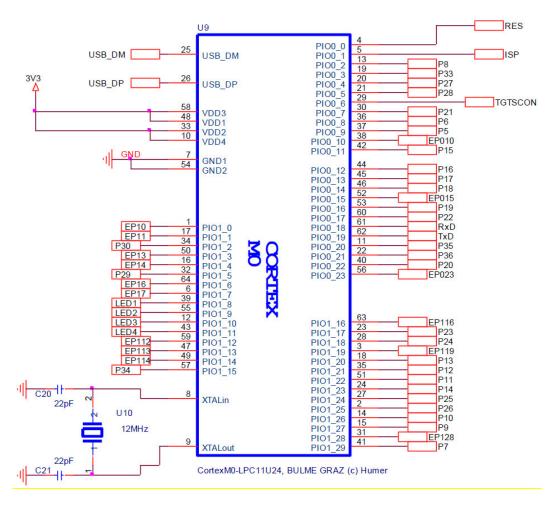


Abbildung 7: Cortex M0- LPC11U24

Die Anschlussbelegung des Microcontrollers ist im obigen Bild ersichtlich. Die Bezeichnung PXX ist mbed-kompatibel, die anderen Bezeichnungen sind für Erweiterungen bestimmt.

Beispiele: P25 ist kompatibel mit mbed P25

EP010 ist der Port P0.10 und wird per Software mit P0_10 angesprochen.

3.1 Eckdaten des Mikrocontrollers LPC11U24

System:

- ARM Cortex-M0 processor, running at frequencies of up to 50 MHz.
- ARM Cortex-M0 built-in Nested Vectored Interrupt Controller (NVIC).
- Non-Maskable Interrupt (NMI) input selectable from several input sources.
- System tick timer.

Memory:

- Up to 32 kB on-chip flash program memory.
- Up to 4 kB on-chip EEPROM data memory; byte erasable and byte programmable.
- Up to 10 kB SRAM data memory.
- 16 kB boot ROM (USB or Serial).
- In-System Programming (ISP) and In-Application Programming (IAP) for flash and EEPROM via on-chip bootloader software.
- ROM-based USB drivers. Flash updates via USB supported.
- ROM-based 32-bit integer division routines.

Digital peripherals:

- Up to 54 General-Purpose I/O (GPIO) pins with configurable pull-up/pull-down resistors, repeater mode, and open-drain mode.
- Up to 8 GPIO pins can be selected as edge and level sensitive interrupt sources.
- Two GPIO grouped interrupt modules enable an interrupt based on a programmable pattern of input states of a group of GPIO pins.
- High-current source output driver (20 mA) on one pin.
- High-current sink driver (20 mA) on true open-drain pins.
- Four general-purpose counter/timers with a total of up to 5 capture inputs and 13 match outputs.
- Programmable Windowed WatchDog Timer (WWDT) with a dedicated, internal low-power WatchDog Oscillator (WDO).
- Analog peripherals:
 - o 10-bit ADC with input multiplexing among eight pins.
- Serial interfaces:
 - USB 2.0 full-speed device controller.

- USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver/Transmitter) with fractional baud rate generation, internal FIFO, a full modem control handshake interface, and support for RS-485/9-bit mode and synchronous mode. USART supports an asynchronous smart card interface (ISO 7816-3).
- o Two SSP (Synchronous Serial Port) controllers with FIFO and multi-protocol capabilities.
- 2C-bus interface supporting the full I2C-bus specification and Fast-mode Plus with a data rate of up to 1 Mbit/s with multiple address recognition and monitor mode.

3.2 Reset und Boot

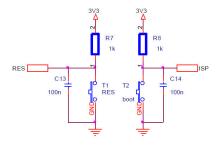


Abbildung 8: Reset und Boot Taster

Mit der Taste T1 (RES) wir das Programm neu gestartet. Für den Boot-Modus (Programmlademodus) muss die Taste T2 (boot) gedrückt und gehalten werden, zusätzlich wird die RESET-Taste kurz gedrückt. Der Boot-Modus ist auch erkennbar durch das schwache Leuchten der LEDs ("glimmen").

Boot-Mode

Der Microcontroller LPC11U24 hat prinzipiell 2 Boot-Modi:

- a) Booten über die USB-Schnittstelle U11 (Funktioniert wie ein USB-Stick)
- b) Booten über die RS232-Schnittstelle (über den FTDI-Baustein auf die 2te USB gelegt)

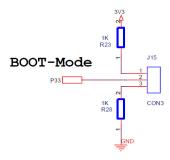


Abbildung 9: Auswahl des Boot-Mode

Hier muss für die Programmierung jedoch die Software "Flash-Magic" von NXP verwendet werden. Diese Software ist gratis im Internet verfügbar.

Der jeweilige Boot-Modus ist über den Lötjumper J15 einstellbar.

- Jumperstellung J15 1-2: Boot-Modus USB Schnittstelle (U11)
- Jumperstellung J15 2-3: Boot-Modus Serielle Schnittstelle (U5)

4 ZUSAMMENBAU/ LÖTEN DER PLATINE

Löten ist ein Verfahren zum Herstellen einer dauerhaften Verbindung zwischen zwei Materialien mit höherem Schmelzpunkt durch ein drittes Material mit niedrigerem Schmelzpunkt.

Das verbindende Material (Lot) wird dabei kurzfristig geschmolzen, so dass eine haftschlüssige und meist auch formschlüssige Verbindung entsteht. Die Verbindung entsteht dabei durch Diffusion des Lots in die Oberfläche der zu verbindenden Metallteile. Daher ist es wichtig, dass die zu verbindenden Partner sauber und oxidfrei sind und vom Lot gut benetzt werden können. Um dieses Verhalten zu verbessern, wird ein Flussmittel benutzt.

In der Elektronik, wo es in der Regel um elektrisch leitfähige Verbindung geht, kann z. B. durch Lötzinn, welches an der etwa 300 Grad heißen Spitze eines Lötkolbens geschmolzen(*1) wird, ein Silberdraht mit der Kupfer-Leiterbahn einer Platine verbunden werden. Eine solche Verbindung ist

elektrisch leitend

- bis zu einem gewissen Grad mechanisch belastbar
- · erfordert vergleichsweise geringen Herstellungsaufwand
- und kann bei Bedarf auch wieder gelöst werden.

Beim Löten gilt:

Lötkolbentemperatur 300...330°C bei bleihaltigem Lot, 350..370°C bei bleifreiem Lot

- 1. Mit dem Lötkolben werden beide zu verlötenden Teile gleichzeitig erwärmt.
- 2. Das Lötzinn wird zwischen Lötspitze und Lötstelle gebracht
- 3. Das geschmolzene Lötzinn verläuft und verbindet die beiden Teile.
- 4. Der Lötkolben wird entfernt und das Lötzinn erstarrt.
- 5. Die Lötstelle sollte konkav sein, glatte, glänzende Oberfläche (bleihaltiges Lot) und die Kontur des Drahtes muss noch zu erkennen sein.

Eine geringe(!) Menge Lötzinn, die vor dem ersten Schritt auf die heiße Spitze des Lötkolbens aufgetragen wird, dient vor allem dazu, den Wärmeübergang auf die zu verlötenden Teile zu verbessern und damit die Dauer des ersten Schritts kurz zu halten. Bei sauberen Flächen, richtiger Löttemperatur und ausreichend großer Lötspitze dauert eine Lötung kaum mehr als eine Sekunde!



Abbildung 10: Lötstation

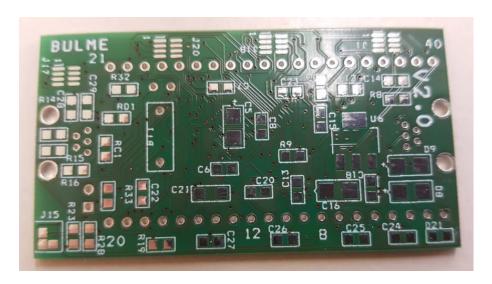


Abbildung 11: Platine ohne SMD Bauteile

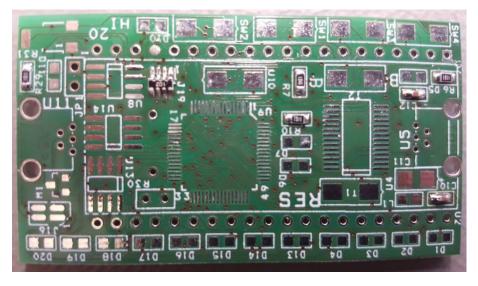


Abbildung 12: Platine mit einigen SMD Bauteilen

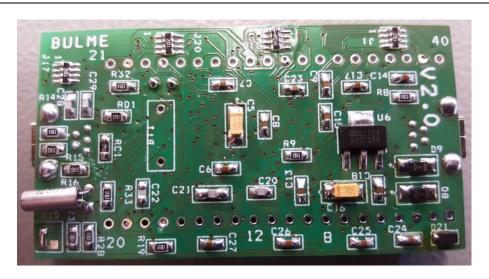


Abbildung 13: Platine fertig bestückt

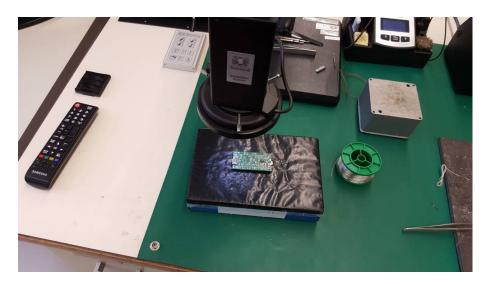


Abbildung 14: Gerät zur Sichtprüfung der Lötstellen



Abbildung 15: Vergrößerte Ansicht der Lötstellen

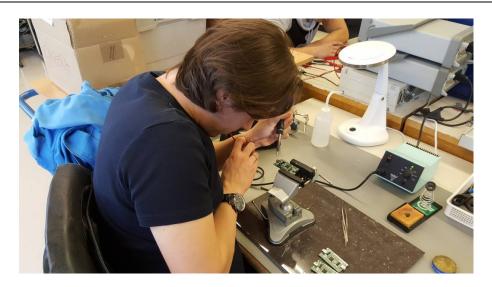


Abbildung 16: Auflöten der SMD-Bauteile auf die Platine



Abbildung 17: Fertiges BULME CORTEX M0 BOARD 2014 ("BMOB")

5 PROGRAMMIERUNG DES BOARDS

Nachdem das Board zusammengebaut wurde, wird mit der Programmierung des Boards begonnen. Für die Programmierung wird ein Online- Compiler auf der Website "developer.mbed.org" verwendet. Um diesen Online- Compiler verwenden zu können, muss man sich auf der Website anmelden (kostenlos). Danach kann man mit der Programmierung beginnen. Außerdem sind auf dieser Website diverse Bibliotheken vorhanden, welches die Programmierung erheblich vereinfacht.

```
main.cpp 🗴
 1 #include "mbed.h"
 3 DigitalOut myled(LED1);
4
 5 int main() {
 6
      while (1)
                {
 7
          myled = 1;
 8
           wait(0.2);
           myled = 0;
 9
10
           wait(0.2);
11
       }
12 }
13
```

Abbildung 18: Beispielprogramm "Blinky"

Nachdem ein Programm erfolgreich erstellt und kompiliert wurde, wird ein .bin- File erstellt, welches auf den Computer gespeichert werden soll. Verbindet man nun das Board mit dem Computer und startet den Boot- Modus des Boards, wird das Board als USB-Speicher erkannt und man kann das vorher gespeicherte .bin- File auf das Board/ den Mikrocontroller laden. Abschließend muss das Board/ der Mikrocontroller resettet werden. Dies geschieht durch Drücken des Reset- Tasters. Danach startet der Mikrocontroller das Programm, welches im .bin- File hinterlegt ist.

Programme

```
🖍 main.cpp 🗶
 1 #include "mbed.h"
 3 BusOut myled(P1_13,P1_12,P1_7,P1_6,P1_4,P1_3,P1_1,P1_0,LED4,LED3,LED2,LED1);
 4 int i;
 5
 6 int main() {
 7
      while(1) {
           myled = 1 << i;
8
9
           i++;
           if(i==12) i=0;
10
           wait(0.3);
11
12
       }
13 }
```

Abbildung 19: Programm "Lauflicht"

```
main.cpp x
 1 #include "mbed.h"
 3 Serial pc(USBTX, USBRX);
 4 BusOut myled(P1_13,P1_12,P1_7,P1_6,P1_4,P1_3,P1_1,P1_0,LED4,LED3,LED2,LED1);
 5 int i;
 6
 7 int main() {
8
      while(1) {
9
          myled = 1<<i;
          i++;
10
          if(i==12) i=0;
11
          pc.printf("LEDREIHE=%d\n", (int)myled);
12
13
           wait(0.3);
14
      }
15 }
```

Abbildung 20: Programm "Lauflicht mit serieller Schnittstelle"

```
🕝 main.cpp 🗴
 1 #include "mbed.h"
2 #include "LM75B.h"
 4 Serial pc(USBTX, USBRX);
 5 BusOut myled(P1_13,P1_12,P1_7,P1_6,P1_4,P1_3,P1_1,P1_0,LED4,LED3,LED2,LED1); 6 AnalogIn ldr(p16);
 7 AnalogIn poti(p15);
 8 LM75B sensor(p28, p27);
 9 int i;
11 int main() {
        //Try to open the LM75B
        if (sensor.open())
            printf("Device detected!\n");
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25 }
        while (1)
            myled = 1<<i;
            if(i==12) i=0;
            pc.printf("LEDREIHE=%4d LDR=%1.3fV Poti=%1.3fV Temp = %.3f\n",(int)myled, (ldr.read()*3.3), (poti.read()*3.3), (float)sensor);
            wait(0.3);
```

Abbildung 21: Programm "Lauflicht inkl. serieller Schnittstelle, LDR, Potentiometer und Temperatursensor (LMB75)

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: BULME CORTEX M0 BOARD 2014 ("BMOB")
Abbildung 2: Größe eines SMD Bauteils
Abbildung 3: Auszug "USB-Anschluss" aus dem Schaltplan
Abbildung 4: Bestückungsplan TOP
Abbildung 5: Bestückungsplan BOTTOM3
Abbildung 6: ARM Cortex-M0 und M3-basierte Mikrocontroller von NXP und Silicon Laboratories7
Abbildung 7: Cortex M0- LPC11U247
Abbildung 8: Reset und Boot Taster9
Abbildung 9: Auswahl des Boot-Mode9
Abbildung 10: Lötstation
Abbildung 11: Platine ohne SMD Bauteile11
Abbildung 12: Platine mit einigen SMD Bauteilen
Abbildung 13: Platine fertig bestückt
Abbildung 14: Gerät zur Sichtprüfung der Lötstellen
Abbildung 15: Vergrößerte Ansicht der Lötstellen
Abbildung 16: Auflöten der SMD-Bauteile auf die Platine
Abbildung 17: Fertiges BULME CORTEX M0 BOARD 2014 ("BMOB")
Abbildung 18: Beispielprogramm "Blinky"14
Abbildung 19: Programm "Lauflicht"14
Abbildung 20: Programm "Lauflicht mit serieller Schnittstelle"
Abbildung 21: Programm "Lauflicht inkl. serieller Schnittstelle, LDR, Potentiometer und Temperatursensor
(LMB75)

TABELLENVERZEICHNIS

Tahelle	1. Stückliste	des Bulme Cortex	M0 Board 2014	4 ("BMOB")	6
I abelle	I. Stuckliste	des Duille Colley	IVIU DUAIU ZU I4	+ (DIVIOD /	



MIKROCONTROLLERTECHNIK



ÜBERSICHT



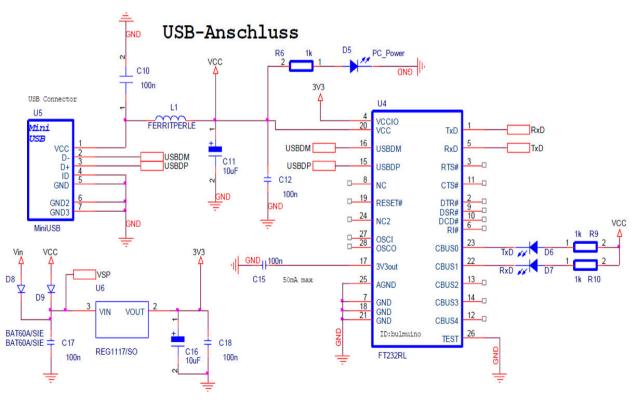
- Ausgangssituation
- Komponenten (Grobübersicht)
- Bauteilgröße und Verarbeitung
- Kontrolle der Verarbeitung
- Fertiger Mikrocontroller
- Vorführung

AUSGANGSSITUATION



- Platine ohne SMD Bauteile
- Schaltplan (Auszug)



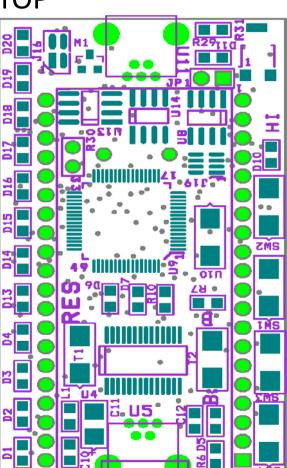


AUSGANGSSITUATION

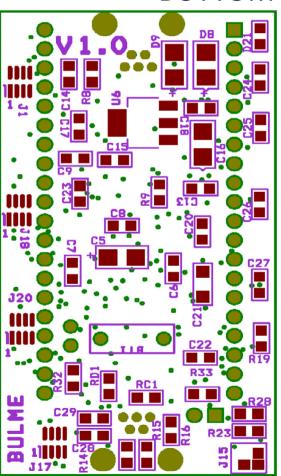


Bestückungsplan

TOP



BOTTOM



KOMPONENTEN



SMD (Surface- mounted device)

- Kondensatoren



- Dioden



- USB Mini Buchse



- Spannungsregler



- Tasten



- **SMD Potentiometer**



- 32kHz Uhrenquarz



- RGB LED



BAUTEILGRÖßE & VERARBEITUNG





Bauteile nur wenige Millimeter groß

LED & ELKOS - POLUNG!

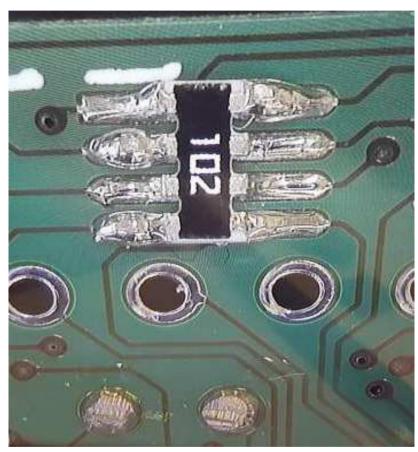


KONTROLLE DER VERARBEITUNG



Kamera zur Sichtprüfung der Lötstellen



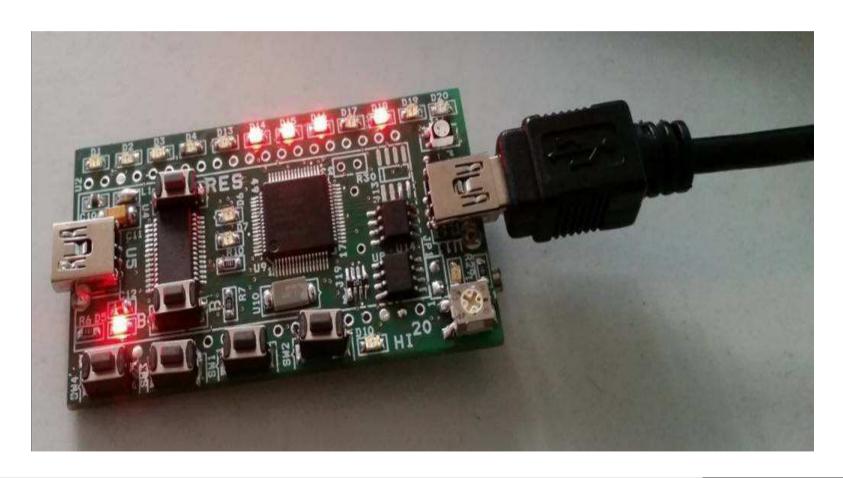


Vergrößerte Ansicht der Lötstelle

FERTIGER MIKROCONTROLLER



BULME CORTEX M0 BOARD 2014 ("BMOB")





VORFÜHRUNG