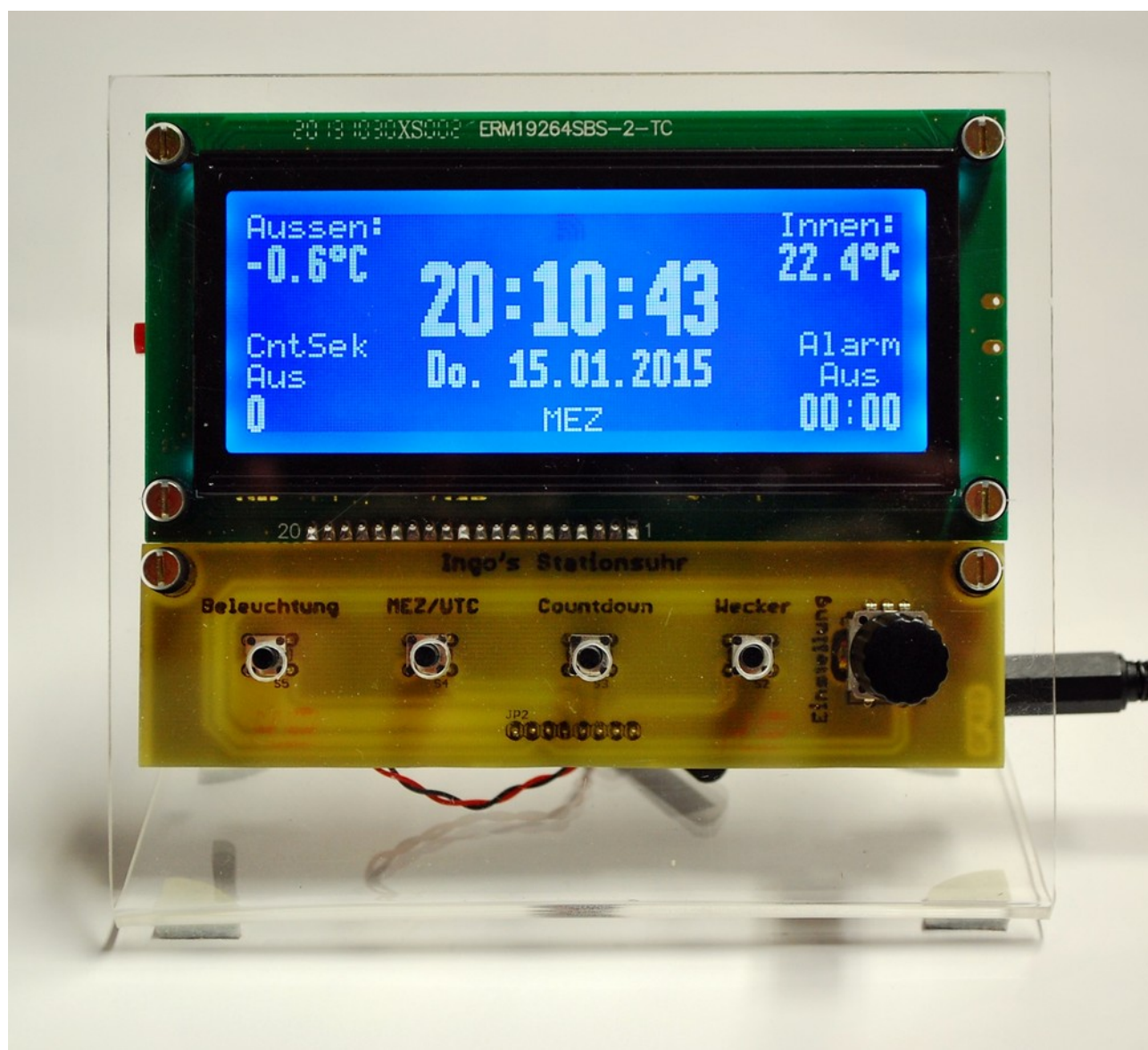


Arduino-Stationsuhr

Dokumentation



von Ingo, DL6IS

Einführung

Schon lange war ich auf der Suche nach einer Uhr für's Shack, die gewisse Voraussetzungen erfüllt. Da ich nicht fündig wurde, habe ich selber eine entwickelt. Macht sowieso viel mehr Spaß, als eine zu kaufen.

Diese Features weißt die Uhr auf:

- Entwickelt mit dem Arduino-Microcontroller-System, dass wir auch im OV in der Jugendarbeit einsetzen (Atmega328)
- Graphic-LCD (GLCD 192x64 Pixel) als Anzeige
- Hintergrundbeleuchtung nur kurz auf Tastendruck oder permanent leuchtend
- Genaue Uhrzeit durch DCF77-Modul. Angezeigt werden Datum mit Wochentag, Uhrzeit mit Sekunden und Sommer-/Winterzeit
- Uhr läuft auch ohne Stromversorgung mittels Real-Time-Clock (RTC) DS 1307 mit Knopfzelle CR2032
- Umschalten von Lokalzeit auf UTC und umgekehrt. Bei UTC invertierte Darstellung zur besseren Unterscheidung
- 2 Temperatursensoren DS 18B20 für Innen- und Außentemperaturanzeige
- Wird nur der Innensensor verwendet, kann das Rufzeichen anstelle der Außentemperatur angezeigt werden
- Countdown max. 255 Sekunden, bzw. max. 255 Minuten
- Wecker
- Drehencoder für die Einstellung des Countdowns und des Weckers
- Piezopiepser für die Alarmausgaben
- Erweiterungsschnittstelle für die Realisierung zukünftiger Ideen (angeregt durch Erhard, DB2TU, inspiriert durch die Shields für den Arduino)

Die Uhr kann sowohl mit einem blauen, als auch einem grünen Display ausgeführt werden. Es muss lediglich der Vorwiderstand für die Beleuchtung angepasst werden.

Die Wahl der Farbe ist somit Geschmackssache. Wir haben uns für die blauen Displays entschieden.

Wichtig bei der Beschaffung des Displays ist die korrekte Pinbelegung und die Abmessungen des Displays, siehe Datenblatt. Dieser Lieferant aus China hat sich als sehr zuverlässig und schnell liefernd (ca. 14 Tage) herausgestellt: <http://www.aliexpress.com/item/192x64-LCD-Display-Module-with-Blue-Display-and-White-Background-Free-Shipment/527897903.html>

Warum China? Displays in der Auflösung 192x64 Pixel gibt es in Deutschland eigentlich nicht zu kaufen. Und wenn doch, dann zu Mondpreisen.

Ich habe versucht, die verschiedenen Displays zu fotografieren, was nur eingeschränkt gelungen ist. In Wirklichkeit ist die weiße Schrift des blauen Displays weißer, heller (das blaue Display ist ohne, das grüne noch mit Schutzfolie).



Abbildung 2: Blaues Display, beleuchtet



Abbildung 1: Grünes Display, beleuchtet

Hinweis: Dies ist ein Open-Source-Projekt. Eine kommerzielle Verwertung ist nicht gestattet.

Hardware

Die Platinen habe ich mit Eagle entworfen. Die Eagle-Dateien stehen auf unserer Webseite zur Verfügung.

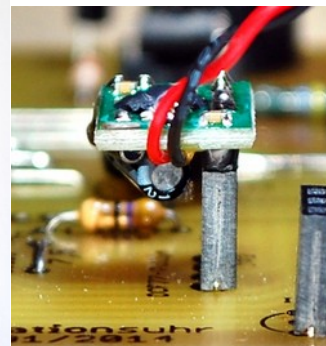
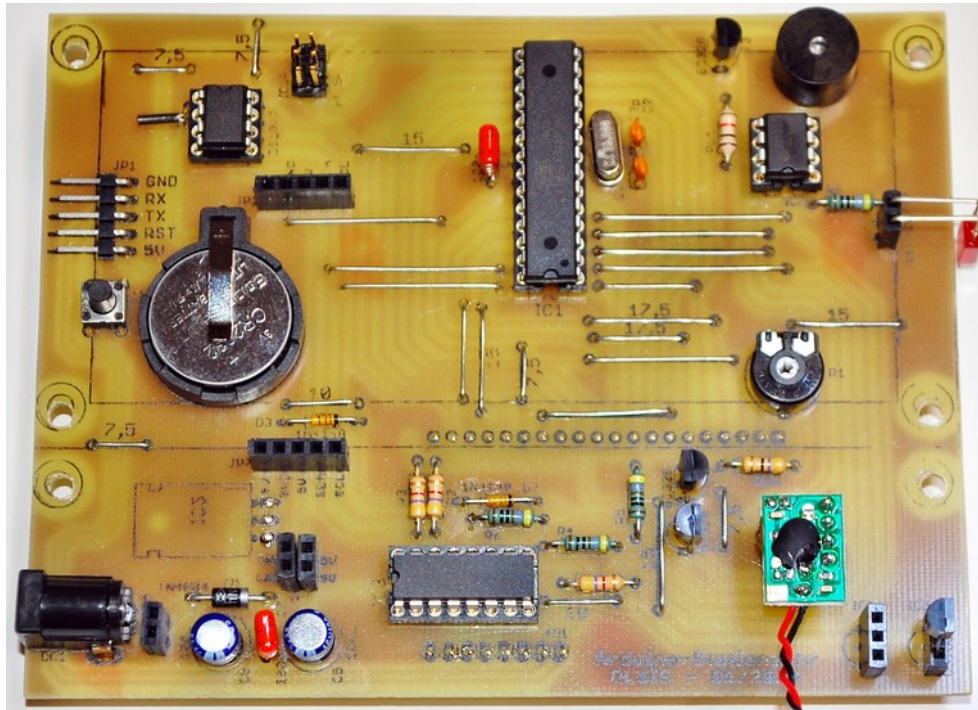


Abbildung 3: Fertig bestückte Hauptplatine. Das DCF77-Modul zeigt zur Platinenmitte! Einige Brücken sind mit einem Maß in mm versehen. Dies entspricht der jeweiligen Stufe einer Biegelehre für z.B. Widerstände.

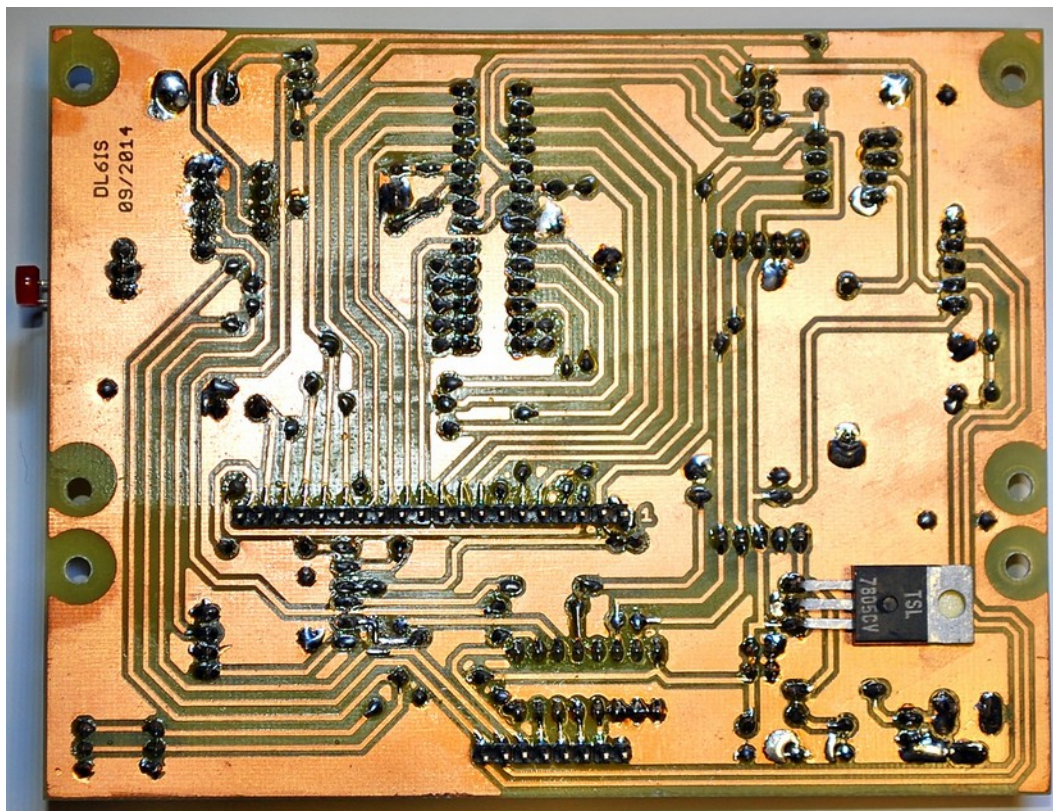


Abbildung 4: Lötseite

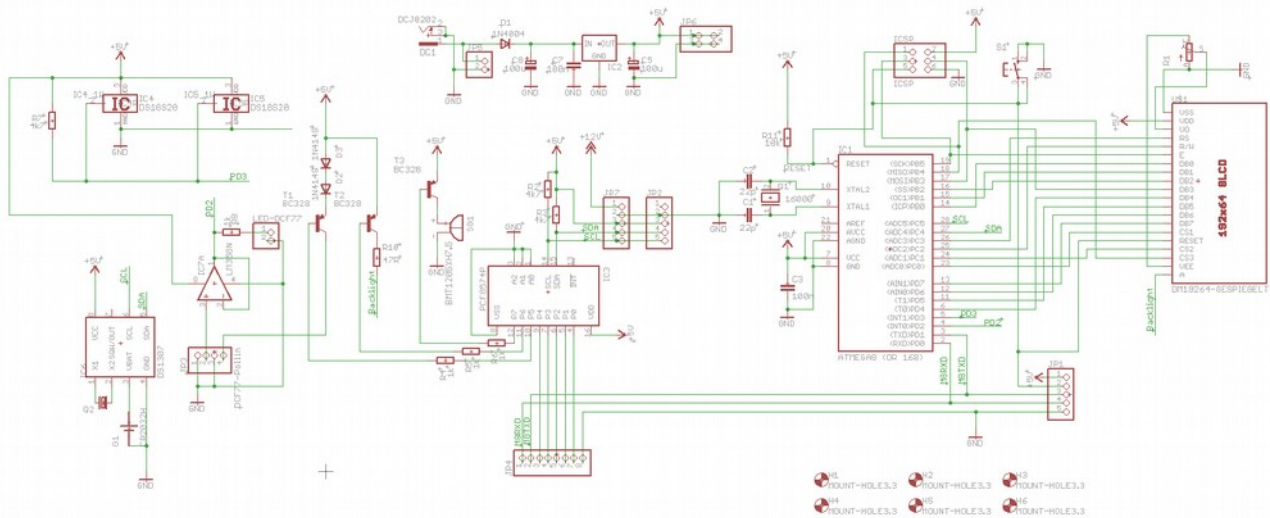


Abbildung 5: Schaltplan der Hauptplatine

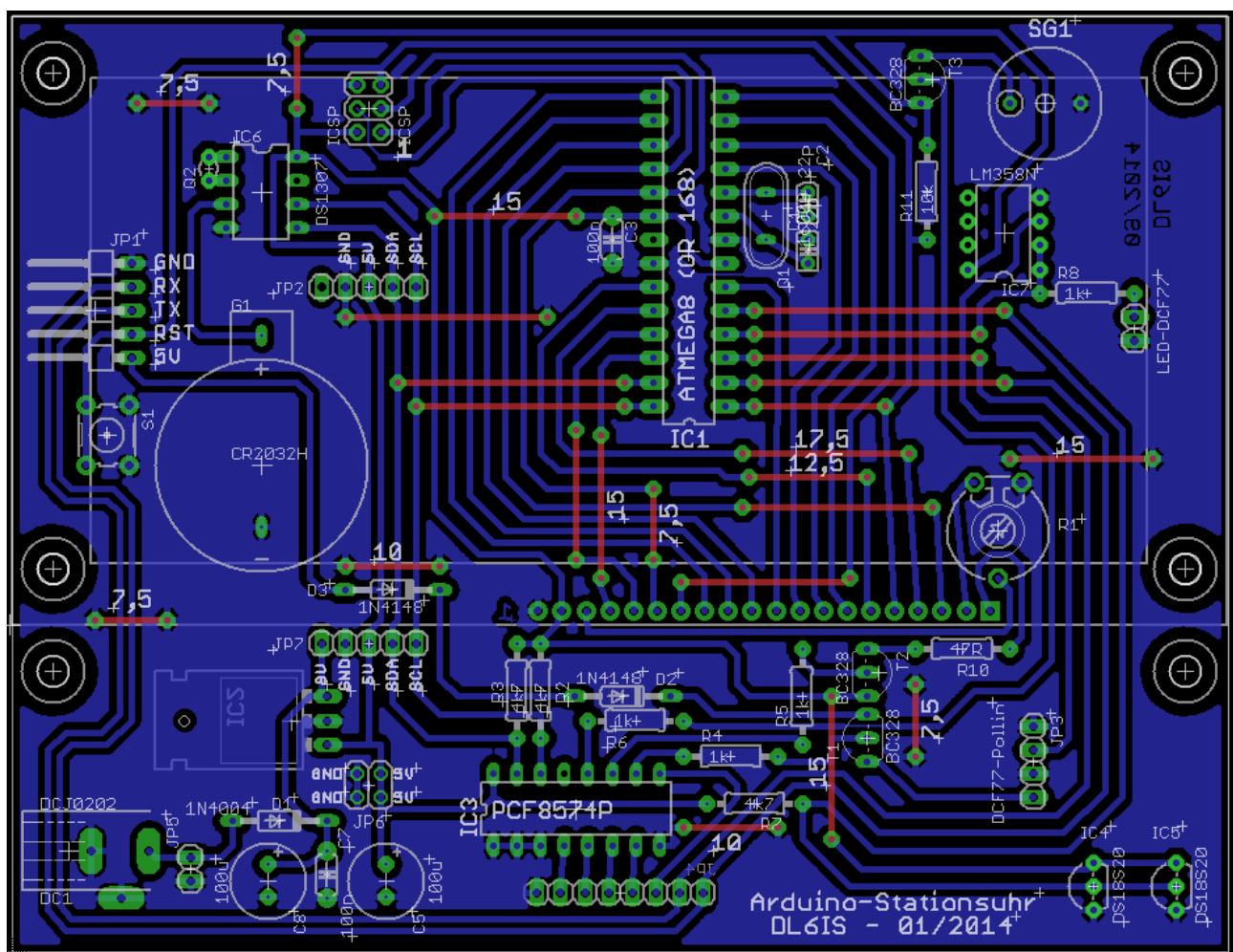


Abbildung 6: Hauptplatine

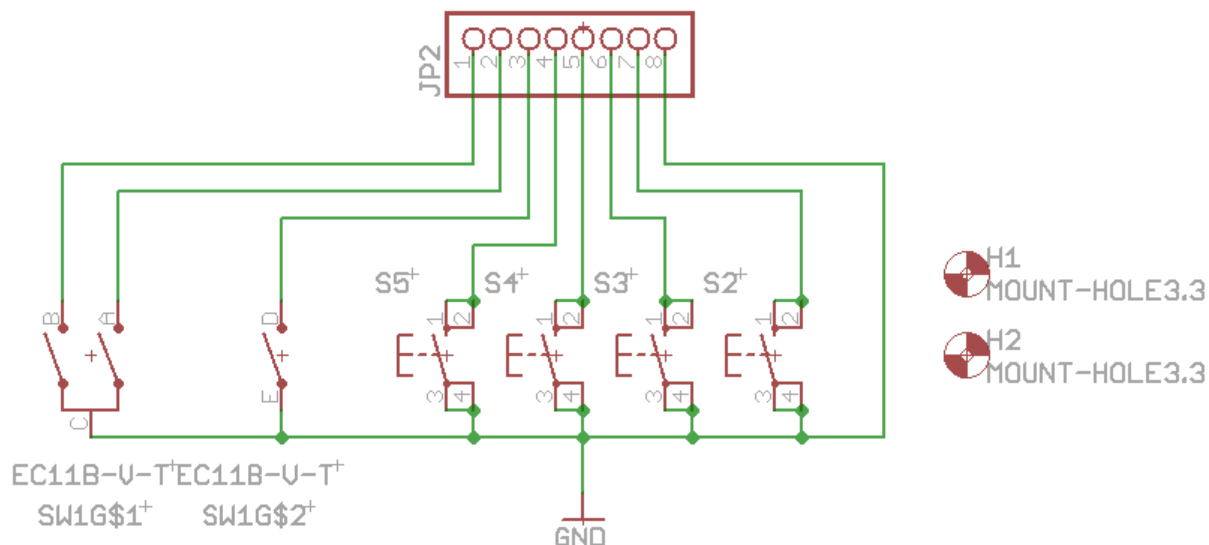


Abbildung 7: Schaltplan der Steuerplatine



Abbildung 8: Steuerplatine

Aufbauhinweise

Das Display und die Steuerplatine sollen die Lötseite der Hauptplatine abdecken. Daher sind die Stiftleisten für diese Platinen auf der Lötseite zu montieren. Das geht am besten mit der noch unbestückten Hauptplatine. Diese ist flach auf die Arbeitsfläche zu legen, wodurch die eingesteckten Stiftleisten automatisch korrekt positioniert sind.

Mit 0,5 mm Lot und feiner Lötspitze kommt man ohne Probleme unter die Kunststoffteile der Stiftleisten. Oder man steckt die Stiftleiste verkehrt herum rein, also mit den langen Stiften in die Platine.

Nach dem Löten muss der Kunststoff aber z.B. mit einer Holzleiste herunter geschoben werden, was etwas Kraft kostet.

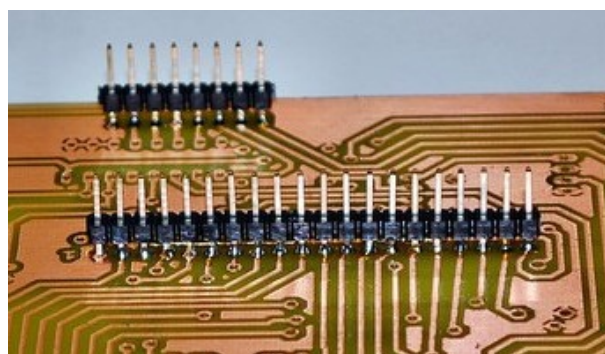


Abbildung 9: Die Stiftleisten für das Display und die Steuerplatine sind auf der Lötseite zu positionieren

Dementsprechend wird die Buchsenleiste in die Steuerplatine gelötet.

Hinweis: Die 4 Taster und der Encoder werden später bestückt.

Am Display wird die Buchsenleiste bündig eingelötet. Aufgrund der 2-seitigen Platine ist das möglich.

Dass so vorbereitete Display wird auf die Hauptplatine gesteckt und irgendein Holz oder Kunststoffteil als Abstandshalter dazwischen gelegt. Das ist nun die ideale Bohrschablone um die 4 Befestigungslöcher mit einer Säulen-/Ständerbohrmaschine in die Hauptplatine zu bohren.

Danach wird das Display entfernt und die Steuerplatine aufgesteckt, ebenfalls als Bohrschablone.

Nach dem Bohren kann die Steuerplatine fertiggestellt werden.

Jetzt wird die Hauptplatine nach bekanntem Muster bestückt (Brücken, niedere Bauteile, höhere Bauteile, usw.). Allerdings wird der Festspannungsregler auf der Lötseite montiert. **Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass die Kühl-/Befestigungsfahne des Reglers die benachbarten Leiterbahnen nicht berührt!** Eventuell die Fahne mit Isolierband bekleben.



Abbildung 10: Die Buchsenleiste wird in die plan liegende Platine eingesteckt und verlötet



Abbildung 11: Buchsenleiste liegt bündig an der Platine an

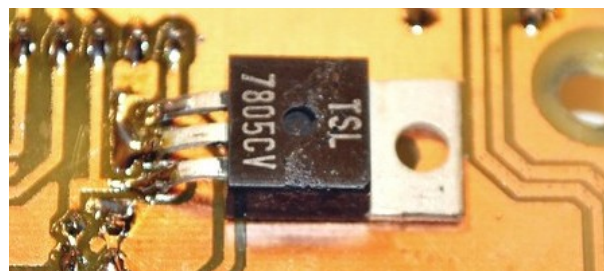


Abbildung 12: Festspannungsregler auf der Lötseite.

Die Thermosensoren können je nach Gusto befestigt werden, z.B. den Innensensor ganz normal einlöten und für den Außensensor eine Buchsenleiste vorsehen.

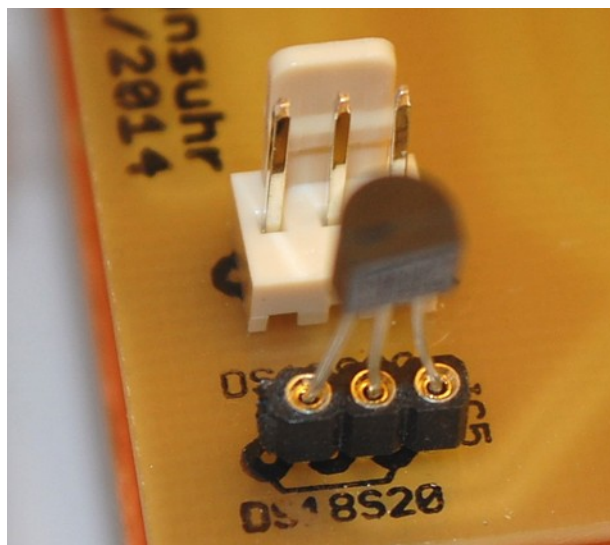


Abbildung 13: Weitere Variante: Innensensor steckt in Buchsenleiste. Für den Außensensor wurde ein Platinensteckverbinder gewählt.



Abbildung 14: DS18B20 in Tauchhülle mit 1 m Zuleitung

Fertigstellung der Hardware

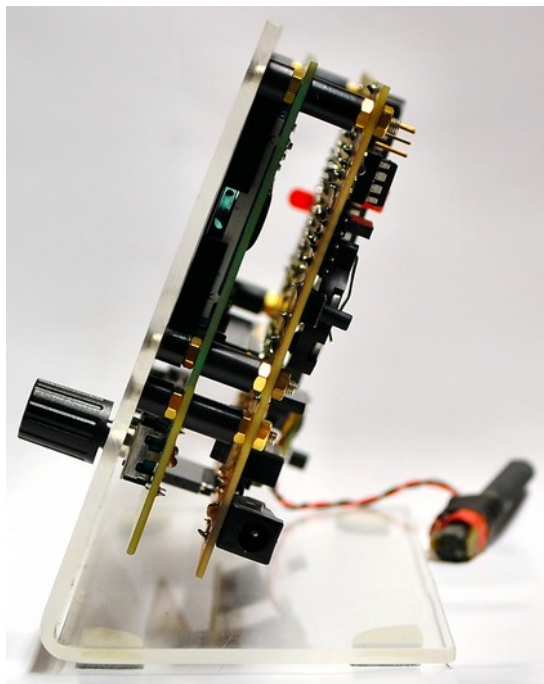
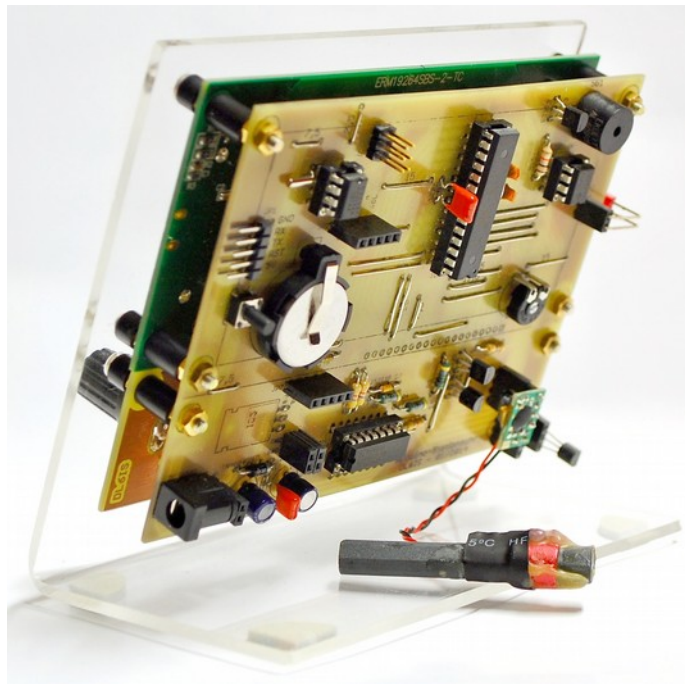


Abbildung 15: Sandwichbauweise



Der Aufbau geschieht in Sandwichbauweise mit Schrauben M3x30 und etlichen Scheiben und Muttern, bzw. Distanzrollen. Dabei wird das Display hinter das Plexiglas montiert, was mehrere Vorteile hat:

- Das empfindliche Display ist gegen Berührungen geschützt
- Ein gewisser Staubschutz für das Display ist gegeben
- Das Plexiglas muss nicht ausgesägt werden

Anstelle von Schrauben geht es auch mit zugesägten Stücken einer Gewindestange M3. Als „Schraubenkopf“ wird eine M3-Mutter bündig zur Gewindestange aufgedreht und mit einem Körnerschlag zwischen Gewindestange und Mutter fixiert.

Hinweis: Die Ferritantenne des DCF77-Moduls muss weit weg vom Display montiert werden (mind. 5 cm), da das Display HF-technisch stört! Am Besten mit etwas Klebefilm oder Klettband auf der Standplatte fixieren. Klettband hat den Vorteil, dass die Antenne einfach ausgerichtet werden kann.



Abbildung 16: Durch den Körnerschlag wird die Mutter gegen Verdrehen gesichert.

Programmierschnittstelle

Arduino verwendet die serielle Schnittstelle, um Sketche in den Microcontroller zu laden. Allerdings sind unsere Arduino-Clones nicht mit der notwendigen Schnittstelle ausgerüstet, sondern werden über ein externes Modul versorgt.

Arduino-Seriell-Modul

Die Original serielle Schnittstelle von Arduino ist auf dieser Platine aufgebaut. Zur Verbindung mit dem Arduino-Clone wird eine 5-pol. Leitung benötigt, die die 3 Signale (RX, TX und DTR für Reset) überträgt, sowie die Spannungsversorgung für das Modul bereitstellt.



Abbildung 17: externe Arduino-Seriell Schnittstelle

USB-Seriell-Adapter

Alternativ kann auch ein USB-Seriell-Adapter mit FTDI oder CP2102 Chipsatz verwendet werden. Die gibt es in der Bucht schon für 2-3 Euro zu kaufen (natürlich auch aus China). Ich persönlich verwende einen Adapter mit CP2102 Chipsatz. Diese Adapter liefern dann auch gleich die Spannungsversorgung für die Uhr während der Programmierung.

Hinweis: Bitte unbedingt darauf achten, dass der Pin DTR (auf dem Bild mit RES beschriftet) auf der Steckerleiste des Adapters heraus geführt wird, da dies der Reset-Pin von Arduino ist! Dies ist leider nicht bei jedem Adapter der Fall.

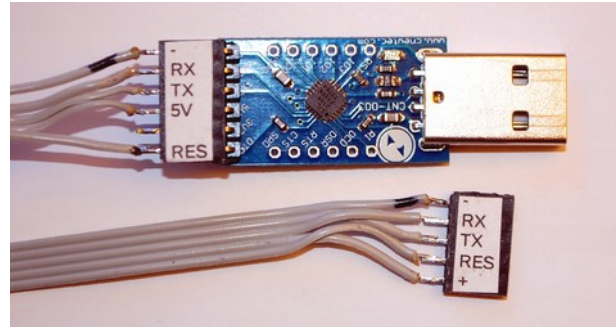


Abbildung 18: Programmieradapter mit CP2102 Chipsatz

Software

Nach dem hoffentlich erfolgreichen und fehlerfreien Aufbau, kommen wir nun zur programmiertechnischen Seite.

Die für die Uhr notwendigen Libraries müssen in das Verzeichnis „libraries“ kopiert werden. Die Libs und der Uhren-Sketch stehen auf unserer Webseite zur Verfügung.

Hinweis: Wichtig ist, nur die bereit gestellten Libs zu verwenden, da diese zum Teil angepasst wurden!

Die Temperatursensoren DS1820 von Dallas kommunizieren über den 1-Wire-Bus (1-Draht-Bus). Jeder Sensor hat eine eindeutige 64-Bit Adresse, wodurch mehrere dieser Sensoren an einem Bus hängen dürfen. In diesem Fall sind es 2. Es sind nur 3 Leitungen für die Sensoren notwendig. In dem sogenannten parasitären Modus würden sogar 2 Leitungen genügen. Dieser ist hier aber nicht vorgesehen.

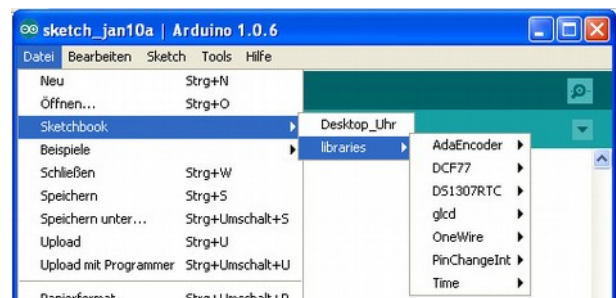


Abbildung 19: Innerhalb des Sketchordners befindet sich das Verzeichnis "libraries"

Die Konsequenz aus der eindeutigen Adresse ist, dass diese erst einmal festgestellt werden muss. Dazu dient der Sketch „DS1820_Adressen.ino“. Diesen laden wir über den Programmieradapter mit der Arduino-IDE hoch.

Danach muss der Serial-Monitor aus der Arduino-IDE gestartet und die Baudrate auf 115200 gesetzt werden. Die Sensoren werden mit ihrer Adresse in dem Serial-Monitor ausgegeben und können einfach mit der Maus markiert und kopiert werden.

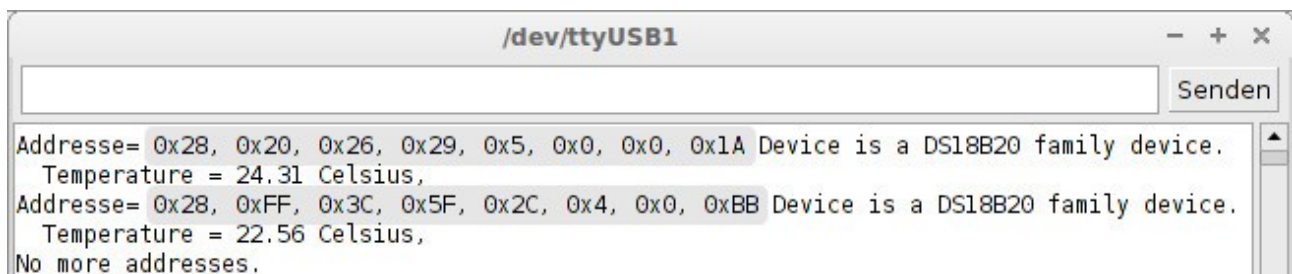
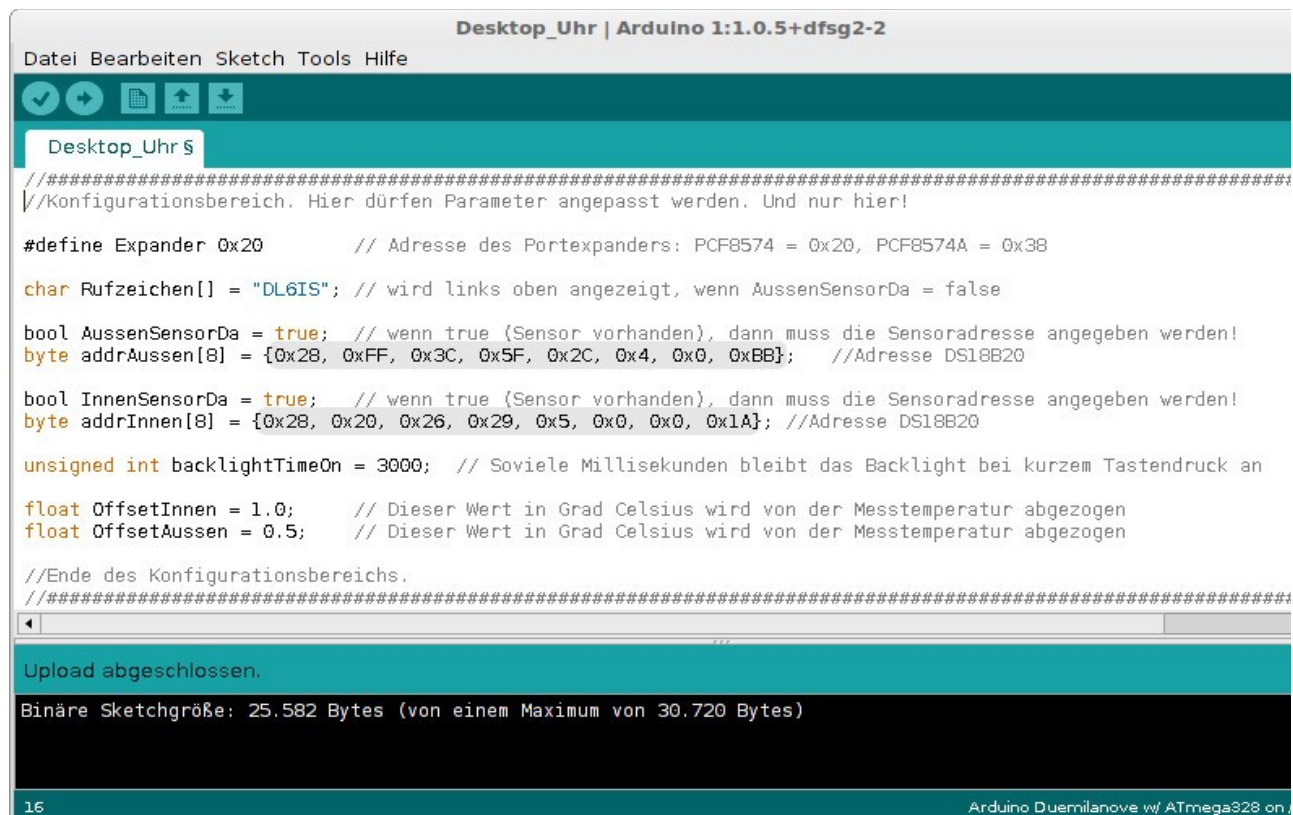


Abbildung 20: Adressen (hellgrau hinterlegt; kopieren) und Temperaturen der Sensoren

Jetzt wird es spannend!

Nach dem öffnen des Sketches „Desktop_Uhr.ino“ und dem einfügen der eben kopierten Adresse(n) in den Konfigurationsbereich wird der Sketch auf die Uhr hoch geladen. Nach erfolgreichem Upload sollte das

Display was Sinnvolles anzeigen. Vermutlich muss aber erst noch der Kontrast mit dem Trimmer eingestellt werden.



```

Desktop_Uhr | Arduino 1:1.0.5+dfsg2-2
Datei Bearbeiten Sketch Tools Hilfe

Desktop_Uhr $
//#####
//Konfigurationsbereich. Hier dürfen Parameter angepasst werden. Und nur hier!

#define Expander 0x20          // Adresse des Portexpanders: PCF8574 = 0x20, PCF8574A = 0x38

char Rufzeichen[] = "DL6IS"; // wird links oben angezeigt, wenn AussenSensorDa = false

bool AussenSensorDa = true; // wenn true (Sensor vorhanden), dann muss die Sensoradresse angegeben werden!
byte addrAussen[8] = {0x28, 0xFF, 0x3C, 0x5F, 0x2C, 0x4, 0x0, 0xBB}; //Adresse DS18B20

bool InnenSensorDa = true; // wenn true (Sensor vorhanden), dann muss die Sensoradresse angegeben werden!
byte addrInnen[8] = {0x28, 0x20, 0x26, 0x29, 0x5, 0x0, 0x0, 0x1A}; //Adresse DS18B20

unsigned int backlightTimeOn = 3000; // Soviele Millisekunden bleibt das Backlight bei kurzem Tastendruck an

float OffsetInnen = 1.0; // Dieser Wert in Grad Celsius wird von der Messtemperatur abgezogen
float OffsetAussen = 0.5; // Dieser Wert in Grad Celsius wird von der Messtemperatur abgezogen

//Ende des Konfigurationsbereichs.
//#####
Upload abgeschlossen.
Binäre Sketchgröße: 25.582 Bytes (von einem Maximum von 30.720 Bytes)
16 Arduino Duemilanove w/ ATmega328 on
  
```

Abbildung 21: Konfigurationsbereich des Sketches in der Arduino-IDE dargestellt. Die eingefügten Adressen der Sensoren sind hellgrau hinterlegt.

Hinweis: „OffsetInnen“ und „OffsetAussen“ wurden in vielen Versuchen ermittelt und sollten nicht leichtfertig verändert werden.

Wenn nicht bereits geschehen, kann nun auch das DCF77-Modul in die Buchsenleiste gesteckt werden. Das Modul zeigt dabei in Richtung der Hauptplattenmitte. Vorher aber bitte die Uhr stromlos schalten.

Zur optischen Synchronisations-Kontrolle kann eine LED in die Buchsenleiste „LED-DCF77“ gesteckt werden. Sie blinkt im Rhythmus der Übertragung im Sekundenabstand für 100, bzw. 200 ms, bis die Synchronisation erfolgreich durchgeführt wurde. Sollte die LED flackern statt blinken, dann ist der Empfang gestört (durch Schaltnetzteil, Leuchtstofflampe, Monitor, ...) und der Aufstellort der Uhr und/oder die Ausrichtung der Antenne muss verändert werden.

Sollten unsinnige Temperaturwerte angezeigt werden, kann das folgende Ursachen haben:

- Sensor hat Kontaktprobleme (z.B. bei Verwendung von Buchsenleisten)
- Sensor wurde verkehrt herum eingebaut; merkt man recht schnell, der Sensor wird dann sehr heiß!
- Die Adresse des Sensors wurde nicht korrekt übernommen.

Viel Freude mit der Stationsuhr wünscht

Ingo, DL6IS

Anhänge:

Bedienungsanleitung

Verschiedene Ausführungen

Stückliste

Datenblatt Display

Bedienungsanleitung:

Die Funktionen der Uhr werden über 4 Taster und 1 Drehencoder mit Taster gesteuert.

Taste kurz drücken bedeutet: für weniger als 0,5 Sekunden drücken.

Taste lang drücken bedeutet: für mehr als 0,5 Sekunden drücken.

Taste	Funktion
Beleuchtung	<u>Hinweis:</u> die Hintergrundbeleuchtung (Backlight → BL) wird automatisch nach dem Anschließen der Uhr eingeschaltet. Taste kurz drücken: BL geht nach 3 Sekunden aus. Taste kurz drücken: BL geht für 3 Sekunden an, danach wieder aus. Taste lang drücken: BL geht an und bleibt an.
MEZ/UTC	Taste kurz drücken: Wechsel zwischen der Uhrzeit in ME(S)Z und UTC. Im Modus UTC wird die Darstellung invertiert.
Countdown	Taste kurz drücken: Wechsel zwischen Start und Stop des Countdowns. Taste lang drücken: SET-Modus → Der Countdown kann mit dem Drehencoder zwischen 0 und 255 Sekunden eingestellt werden. Der gewünschte Wert wird mit einem Tastendruck des Drehencoders bestätigt. <u>Hinweis:</u> Wird diese Taste sehr lange (> 3 Sekunden) gedrückt, wird der Countdown von Sekunden auf Minuten, bzw. von Minuten auf Sekunden umgestellt. Beim Erreichen der Sekunde/Minute 0 wird ein Signalton ausgegeben (2er Intervall), der durch kurzen Druck auf die Taste abgestellt werden kann.
Wecker	Taste kurz drücken: Wechsel zwischen Ein- und Ausschalten des Weckers. Taste lang drücken: SET-Modus → Die Weckzeit kann mit dem Drehencoder eingestellt werden. Zuerst die Stunden (0-23); nach dem Tastendruck auf den Drehencoder werden die Minuten eingestellt (0-59). Nach einem weiteren Tastendruck auf den Drehencoder wird die Weckzeit gespeichert und der Wecker aktiviert. Beim Erreichen der Weckzeit wird ein Signalton ausgegeben (3er Intervall), der durch kurzen Druck auf die Taste abgestellt werden kann.



Abbildung 22: Steuerplatine

Nach dem Anschließen der Uhr (bzw. immer nachts um 02:00 Uhr) wird die DCF77-Synchronisation gestartet. Während der Synchronisation blinkt das Empfangssymbol. 

Konnte erfolgreich synchronisiert werden, wird das Symbol dauerhaft angezeigt.

Verschiedene Ausführungen

Neben der Ausführung mit dem Plexiglaswinkel, wurden noch diese Varianten realisiert.



Abbildung 23: In einem Kunststoffgehäuse



Abbildung 24: In einem Aludruckgussgehäuse mit Aktivantenne

Stückliste

Menge	Wert	Device	Bauteile
5	Taster	10-XX	S1, S2, S3, S4, S5
1	7805	78XXL	IC2
1	32,768 kHz	CRYSTALTC26H	Q2
1		PINHD-1X2	JP5
2		PINHD-1X5	JP2, JP7
1		PINHD-1X5/90	JP1
2		PINHD-1X8	JP2, JP4
1		PINHD-2X2	JP6
1		TRIM_EU-LI10	R1
1	1N4004	1N4148	D1
2	1N4148	1N4148DO35-10	D2, D3
3	1k	R-EU_0207/10	R4, R5, R6
3	4k7	R-EU_0207/10	R2, R3, R7
3	10k	R-EU_0207/10	R8, R9, R11
1	15R	R-EU_0207/10	R10
2	22p	C-EU025-024X044	C1, C2
2	100n	C-5-1	C3, C7
2	100u	CPOL-EUE3.5-8	C5, C8
1	16,000 MHz	XTAL/S	Q1
1	ATMEGA328	AT90S4433P	IC1
3	BC328	BC328-25	T1, T2, T3
1	Summer	BMT1205XH7.5	SG1
1	CR2032H	SN2032	G1
1	DCF77-Pollin 810 054	PINHD-1X4	JP3
1	Hohlstecker-Buchse	733980-62	DC1
1	LC-Display	DM19264-GESPIEGELT	U\$1
2	DS18S20	DS18S20	IC4, IC5
1	DS1307	DS1307DIL-8	IC6
1	ICSP-Stiftleiste	PINHD-2X3	ICSP
1	ALPS STEC12E m. Taster	EC11B-V-T	SW1
1	PCF8574P	PCF8574P	IC3

Es existiert auch ein öffentlicher Reichelt-Warenkorb:

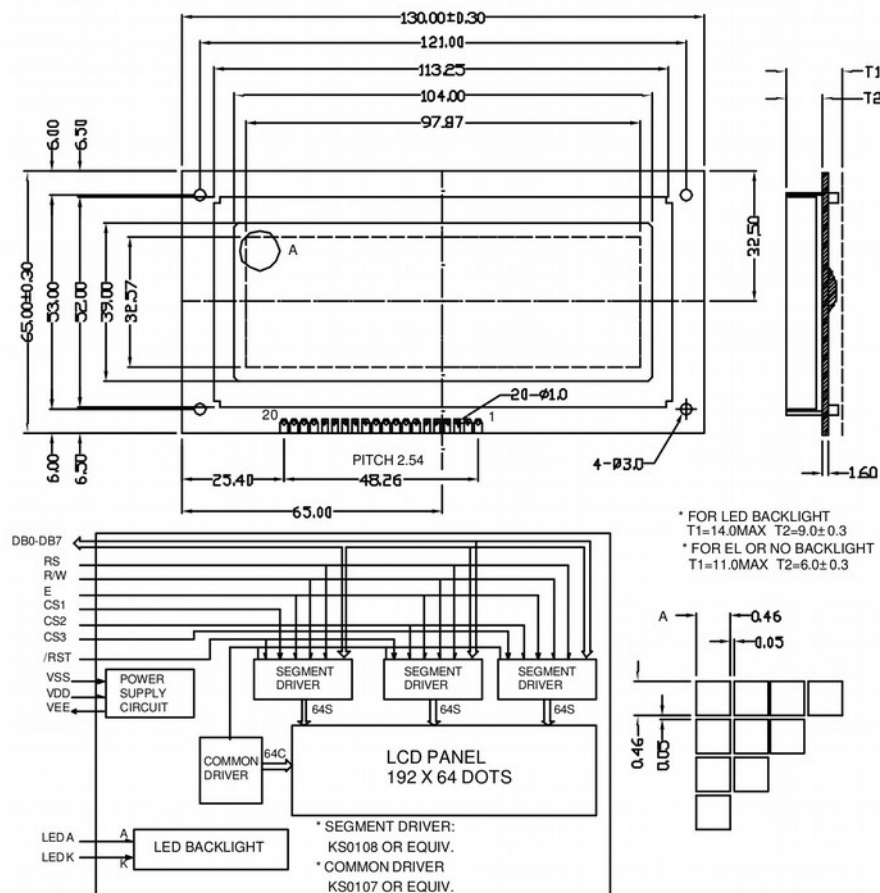
<https://secure.reichelt.de/index.html?&ACTION=20&LA=5010&AWKID=1007222&PROVID=2084>

Hinweis: In dem Warenkorb ist (logischerweise) nicht enthalten: das Display (aus China, siehe Seite 2) und das DCF77-Modul von Pollin (Art.-Nr.: 810 054).

192 X 64 DOTS

OPTIONS

- * LCD PANEL
Yellow/Green
or Gray STN
- * View Angle
12H or 6H
- * Controller
KS0108B



All dimensions in mm. Tolerance +0.3mm unless otherwise specified.

MECHANICAL SPECIFICATIONS

ITEM	SPECIFICATION	UNIT
Overall Size	130.0Wx65.0Hx10.0T(BL14.0T)	mm
Viewing Area	104.0Wx39.0H	mm
Dot Number	192Wx64H	dots
Dot Size	0.46Wx0.46H	mm
Dot Pitch	0.51Wx0.51H	mm

PIN ASSIGNMENT

PIN	SYMBOL	FUNCTION
1	Vss	Power Supply(GND)
2	Vdd	Power Supply(+5V)
3	Vo	Contrast Adjust
4	RS	Instruction/Data Register Select
5	R/W	Data Read/Write
6	E	Enable Signal
7-14	DB0-DB7	Data Bus Line
15	CS1	Selection Signal for Chip1
16	/RST	Reset
17	CS2	Selection Signal for Chip2
18	CS3	Selection Signal for Chip3
19	VEE	Negative Voltage Output(-5V or -10V)

PIN	SYMBOL	FUNCTION
20	A	Power Supply For LED Backlight(4.2V)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ITEM	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNIT
Power Supply (Logic)	Vdd	-0.3	7.0	V
Power Supply (LCD)	Vo	Vdd-15.0	Vdd+0.3	V
Input Voltage	Vi	-0.3	Vdd	V
Operating Temperature	Topr	0	50	°C
Storage Temperature	Tstg	-20	70	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS(Ta=25°C, Vdd=5V±0.25V)

ITEM	SYMBOL	MIN.	Typ.	MAX.	UNIT
Power Supply(Logic)	Vdd	4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	Idd	2.0	—	—	mA
LCD Driving Voltage	Vdd-Vo	—	9.0	—	V
Input Voltage "H"	Vih	2.2	—	Vdd	V
Input Voltage "L"	Vil	—	—	0.6	V
Output Voltage "H"	Voh	2.4	—	—	V
Output Voltage "L"	Vol	—	—	0.4	V