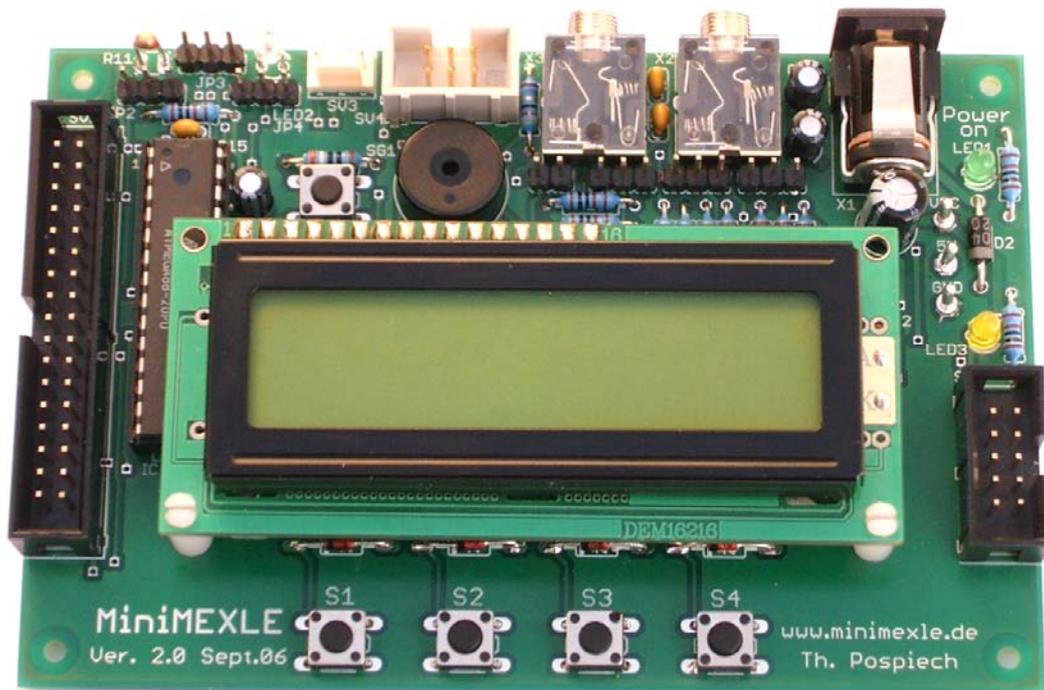


---

# Bauanleitung MiniMEXLE



---

Diese Bauanleitung soll als Hilfestellung beim Bestücken und bei der Inbetriebnahme des MiniMEXLE dienen. Es werden dabei die einzelnen Arbeitsschritte aufgezeigt und bei entsprechenden Stellen auf Besonderheiten hingewiesen.

Außerdem liegen dieser Anleitung eine Bauteilliste und ein entsprechender Bestückungsaufdruck (als Bild) bei, sodass es weder bei den Bauteilen, noch bei der Bestückung der Platine zu Problemen kommen dürfte.

---

Autor: Thomas Pospiech  
Erstellt am: 31.10.2006  
Version: 1.5  
Kontakt: [info@minimexle.de](mailto:info@minimexle.de)



## Sicherheitshinweise und Richtlinien:

Für die Inbetriebnahme und das Arbeiten mit dem MiniMEXLE bzw. AVR-USB-PROGI gelten folgende Sicherheitshinweise und Richtlinien:

- Für einen von dieser Anleitung abweichenden Aufbau wird keine Funktionsgarantie und keine Haftung übernommen.
- Sowohl das MiniMEXLE, als auch der AVR-USB-PROGI, sind ausschließlich für den experimentellen bzw. lehrenden und lernenden Einsatz gedacht.
- Für Maschinen oder andere angeschlossenen Geräte wird keine Haftung übernommen und der Einsatz diesbezüglich besteht auf eigene Gefahr.
- Das MiniMEXLE und der AVR-USB-PROGI dürfen niemals unbeaufsichtigt in Betrieb genommen werden. Außerdem müssen diese Geräte bei Abwesenheit aus- bzw. abgeschaltet werden.
- Es sind nur Gleichspannungen bis max. 12 V zulässig.
- Für evtl. Datenverluste eines angeschlossenen PCs oder Laptops wird keine Haftung übernommen.
- Der Anschluss von Sprengstoff (oder ähnlichem) an das MiniMEXLE / AVR-USB-PROGI ist strengstens untersagt.



## Inhaltsverzeichnis:

<b>1</b>	<b>Einleitung und Überblick .....</b>	<b>5</b>
1.1	Features des MiniMEXLE .....	5
1.2	Schaltbild des MiniMEXLE .....	7
1.3	Bauteileliste des MiniMEXLE .....	8
1.4	Erforderliches Werkzeug .....	10
<b>2</b>	<b>Bestückung der Platine.....</b>	<b>11</b>
2.1	Gliederung der einzelnen Arbeitsphasen .....	11
2.2	Dioden TYP 4148 .....	12
2.3	Widerstände .....	13
2.4	Dioden Typ 4004 .....	14
2.5	Induktivität .....	14
2.6	Kondensatoren .....	14
2.7	Quarz .....	14
2.8	IC-Fassung.....	14
2.9	Kurzhubdrucktaster .....	15
2.10	Scheibenkondensatoren.....	15
2.11	Leuchtdioden.....	15
2.12	Spannungsregler .....	15
2.13	3,5 Klinkenbuchsen .....	16
2.14	Buzzer .....	16
2.15	Potentiometer .....	16
2.16	Elektrolytkondensatoren .....	16
2.17	Stifte .....	16
2.18	Stiftleisten.....	17
2.19	NTC.....	17
2.20	Leuchtdiode.....	18
2.21	Steckverbinder / Wannenstecker.....	18
2.22	Elektrolytkondensator .....	19
2.23	DC-Buchse .....	19
2.24	Display .....	20
<b>3</b>	<b>Inbetriebnahme.....</b>	<b>22</b>
3.1	Optische Platinenprüfung .....	22
3.2	Elektrische Überprüfung .....	23
3.3	Displaymontage.....	25
3.4	Montagemöglichkeiten .....	26
<b>4</b>	<b>Programmdownload.....</b>	<b>27</b>
4.1	Verbindung MiniMEXLE und PC .....	27
4.2	AVR Studio.....	28
<b>5</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>34</b>
5.1	Farbcode für Widerstände .....	34
5.2	Links zu weiterführenden Internetseiten.....	34



## Abbildungsverzeichnis:

Bild 1: MiniMEXLE mit einer Auswahl seiner Eigenschaften .....	6
Bild 2: Schaltbild MiniMEXLE .....	7
Bild 3: Bestückungsseite der MiniMEXLE Platine (mit Aufdruck).....	9
Bild 4: Untere Seite der MiniMEXLE Platine.....	10
Bild 5: Diode mit Biegehilfe.....	12
Bild 6: Platzierung der Dioden Typ 4148 (Gesamtansicht).....	12
Bild 7: Platzierung der Dioden Typ 4148 (vergrößerter Ausschnitt).....	13
Bild 8: Widerstand mit Biegehilfe.....	13
Bild 9: Einbauposition der IC-Fassung.....	14
Bild 10: Einbaupositionen der LED1 und LED3.....	15
Bild 11: Eingebauter Spannungsregler.....	16
Bild 12: Modifikation der 16 pol. Stiftleiste .....	17
Bild 13: Einbau der Leuchtdiode und des NTC.....	18
Bild 14: Markierungen der Steckverbinder.....	18
Bild 15: Eingebaute Steckverbinder mit Markierung.....	19
Bild 16: Buchsenleiste an Display.....	20
Bild 17: Umbiegen einer Befestigungsglasche des Displays.....	20
Bild 18: Abstandshalter des Displays .....	21
Bild 19: Ausgangszustand für die Inbetriebnahme .....	22
Bild 20: Kompletter Aufbau des MiniMEXLE.....	25
Bild 21: Potentiometerstellung für den Kontrast.....	25
Bild 22: MiniMEXLE und AVR-USB-PROG1 .....	27
Bild 23: Arbeitsoberfläche AVR Studio .....	28
Bild 24: Schaltflächen für das Programmieren des Zielsystems .....	28
Bild 25: Auswahl des AVR Programmer und entsprechende Port-Auswahl .....	29
Bild 26: Erfolgreiche Verbindung zwischen PC und Zielsystem.....	30
Bild 27: Einstellung der Fuses .....	30
Bild 28: Vollständige Liste der Fuses eines Atmega88.....	31
Bild 29: Herunterladen des Testprogramms .....	32
Bild 30: Arbeitsschritte beim Übertragen des Testprogramms.....	33
Bild 31: Farbcode für Widerstände .....	34

Bei Fragen, Anregungen und Geldspenden wenden Sie sich bitte an:  
[info@minimexle.de](mailto:info@minimexle.de)



# 1 Einleitung und Überblick

Dieser Bausatz bietet eine kostengünstige Lösung für ein Mikrocontroller Board, das für den experimentellen und lehrenden bzw. lernenden Einsatz konzipiert ist. Durch die zahlreichen Schnittstellen zur Außenwelt können die Bereiche der Elektronik, der Informatik und der Physik zur Mechatronik vereint werden.

Der Aufbau dieses Bausatzes ist durch die Verwendung von ausschließlich „bedrahteten“ Bauteilen relativ einfach. Außerdem bietet diese ausführliche Dokumentation und ein Bestückungsaufdruck (Bauteilpositionen auf der Platine) eine klare und strukturierte Vorgehensweise beim Aufbau, bei der Inbetriebnahme und beim späteren Arbeiten mit dem MiniMEXLE.

Das Herzstück des MiniMEXLE ist ein 8-bit AVR-Mikrocontroller der Firma Atmel (ATmega88). Die Programmierung erfolgt über den AVR-USB-PROG und einen freien USB Port des PCs oder Laptops. Zu erwähnen ist an dieser Stelle, dass der Mikrocontroller für die Programmierung nicht aus dem MiniMEXLE entfernt werden muss, vielmehr besteht die Möglichkeit diesen „direkt“ zu programmieren (In-System-Programmierung)!

## 1.1 Features des MiniMEXLE

Das Entwicklungsboard MiniMEXLE besitzt u. a. nachfolgend aufgelistete Eigenschaften bzw. Anschlussmöglichkeiten:

- ATmega88 (8-bit Mikrocontroller, Datenblatt unter <http://www.atmel.com> erhältlich).
- ISP-Schnittstelle (In-System-Programmierung).
- Spannungsmessung mit zwei unabhängigen Kanälen (10 bit Auflösung).
- Zwei unabhängige PWM-Ausgänge (mit zu- bzw. abschaltbarem Tiefpassfilter 1. Ordnung).
- Messen von Lichtstärke mittels einer LED.
- Temperaturmessung mittels eines NTC.
- Soundausgabe mit integriertem Buzzer.
- Visualisierung mit einem 2x16 Zeichen Display.
- Eingabemöglichkeit über vier Funktionstasten.
- Separate Kommunikationsschnittstelle (basierend auf USART).
- Abmessung der Platine: 112 x 75 mm.
- Doppelseitig durchkontaktierte Platine mit Bestückungsaufdruck.

Das nachfolgende Bild zeigt das MiniMEXLE mit einer Auswahl der zuvor genannten Eigenschaften.

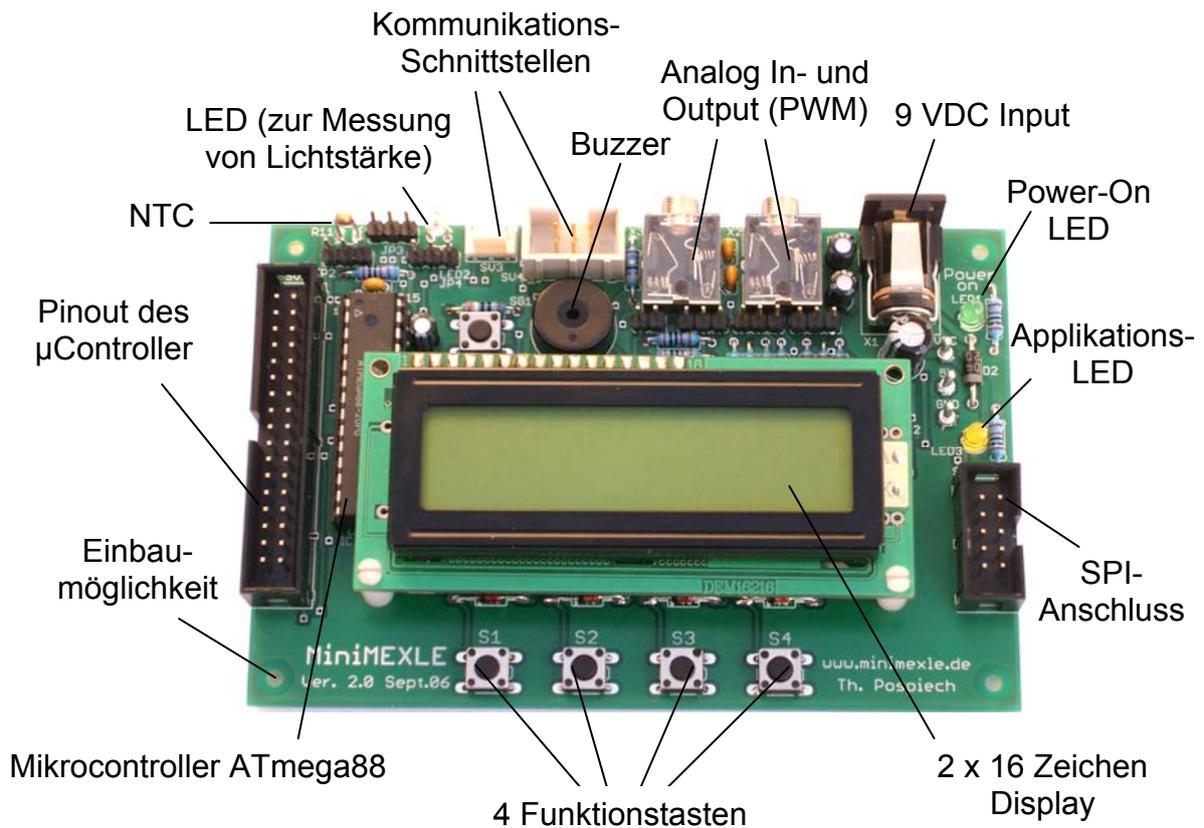


Bild 1: MiniMEXLE mit einer Auswahl seiner Eigenschaften

Diese Anleitung wird nun im weiteren Verlauf auf den Aufbau des MiniMEXLE eingehen.



## 1.2 Schaltbild des MiniMEXLE

Das nachfolgende Bild zeigt das Schaltbild des MiniMEXLE.

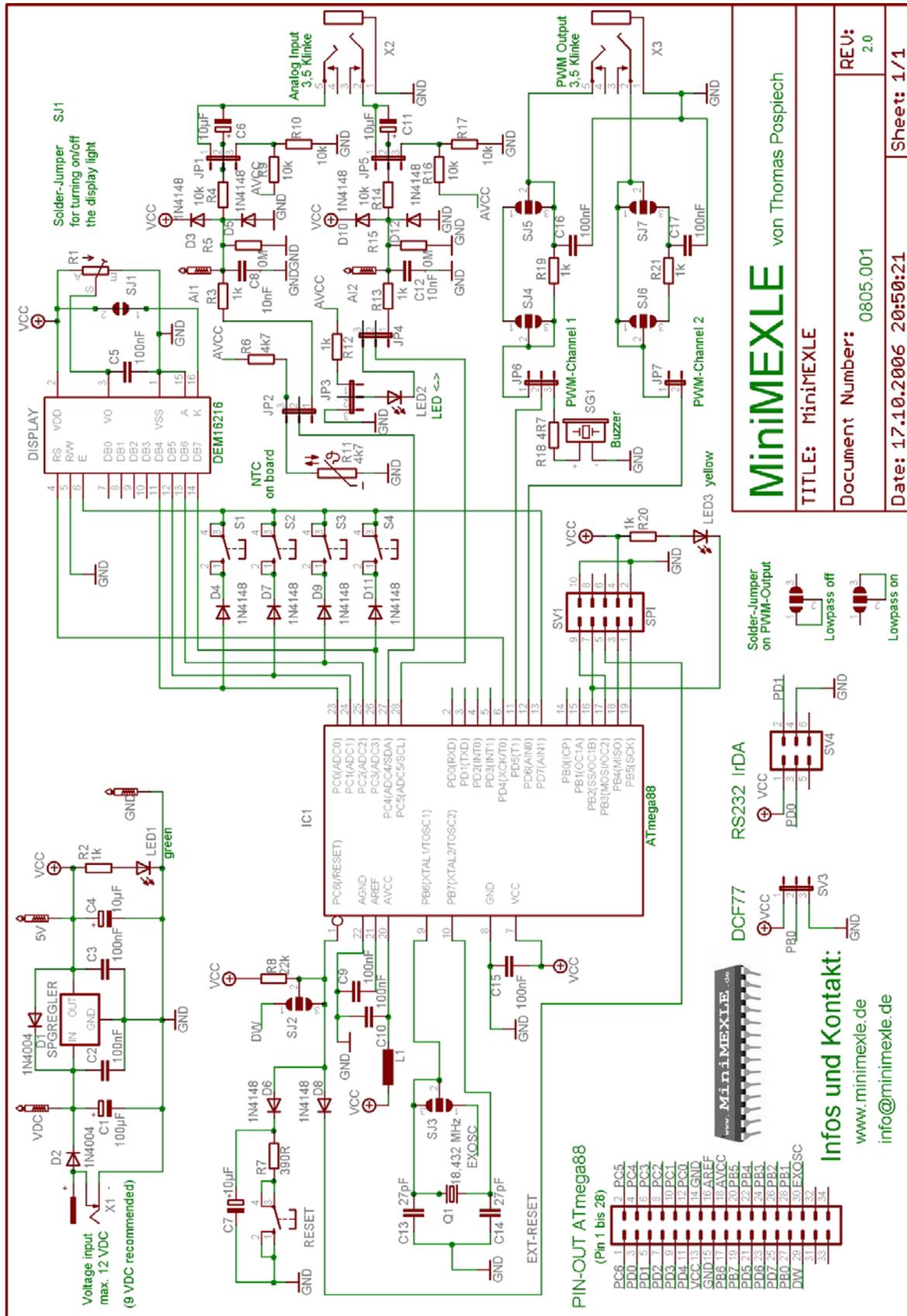


Bild 2: Schaltbild MiniMEXLE



In diesem Schaltbild sind alle elektronischen und elektronomechanischen Bauelemente mit ihren entsprechenden Werten zu sehen (ausgenommen externe Steckverbinder).

### 1.3 Bauteileliste des MiniMEXLE

In diesem Unterkapitel wird die vollständige Bauteileliste des MiniMEXLE in tabellarischer Form wiedergegeben.

Pos.	Bauteil	Wert	Bezeichnung	Anzahl
1	R1	0-2,5 kΩ	Potentiometer	1
2	R2, R3, R12, R13, R19, R20, R21	1 kΩ	Widerstand	7
3	R4, R9, R10, R14, R16, R17	10 kΩ	Widerstand	6
4	R5, R15	10 MΩ	Widerstand	2
5	R6	4,7 kΩ	Widerstand	1
6	R7	390 Ω	Widerstand	1
7	R8	22 kΩ	Widerstand	1
8	R11	4,7 kΩ	NTC	1
9	R18	4,7 Ω	Widerstand	1
10	C1	100 μF	Elko	1
11	C2, C3, C5, C9, C10, C15, C16, C17	100 nF	Kondensator	8
12	C4, C6, C7, C11	10 μF	Elko (Submini 4mm Ø)	4
13	C8, C12	10 nF	Kondensator	2
14	C13, C14	27 pF	Kondensator	2
15	D1, D2	1N4004	Diode	2
16	D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12	1N4148	Diode	10
17	JP1-JP7	Stifte/Pins	Stiftleiste 36	1
18	Display	DEM16216	Display 2x16 Zeichen	1
19	VDC, 5 V, GND, AI1, AI2	Lötnägel	Lötnägel 1,3 mm	5
20	LED 1	3 mm grün	Leuchtdiode	1
21	LED 2	3 mm klar	Leuchtdiode	1
22	LED 3	3 mm gelb	Leuchtdiode	1
23	Q1	18,432 MHz	Quarz	1
24	L1	100 μH	Induktivität	1
25	RESET, S1, S2, S3, S4	Switch	Kurzhubdrucktaster	5
26	SG1	Buzzer	Piezzo-Buzzer	1
27	SpgRegler	7805	Spannungsregler 5 V	1
28	SV1	10 pol.	10 pol. Wannenstecker	1
29	SV2	34 pol.	34 pol. Wannenstecker	1
30	SV3	3 pol.	Steckverbinder	1
31	SV4	6 pol.	6 pol. Wannenstecker	1
32	X1	DC-Conn	DC-Buchse	1
33	X2, X3	Audio	3,5 mm Klinkebuchse	2
35	IC1	ATMega88	μController	1
36	-	IC-Fassung	28 pol. IC-Fassung	1
37	-	-	16 pol. Buchsenleiste	1
38	-	-	Steck-Jumper	7
39	-	-	Abstandshalter 9,5 mm	2
40	-	-	Gummifüße Ø 3,2 mm	4
41	-	-	Zylinderkopfschr. M3x4	1
42	-	-	3,5 mm Klinkestecker	2
43	-	-	Mutter DIN439 M3	1
44	-	ca. 0,1 m	Flachbandkabel 6 pol.	1
45	-	-	Pfostenstecker 6 pol.	1
46	-	-	Zugentlastung	1
47	-	Platine	Platine MiniMEXLE	1

Die angegebenen Bauteilebezeichnungen stimmen mit dem Schaltbild und dem Bestückungsaufdruck der Platine überein.

**Wichtig:**

**Die Arbeit beginnt mit der Kontrolle des Bausatzes unter zu Hilfenahme dieser Bauteileliste!**

Die beiden nachfolgenden Bilder zeigen beide Seiten der Platine. Mit Hilfe dieser kann man sich einen weiteren Überblick verschaffen und sich somit vor dem eigentlichen Bestücken der Platine entsprechende Gedanken machen.

Das hier zu sehende Bild zeigt die Bauteilseite der Platine (Top-Seite).

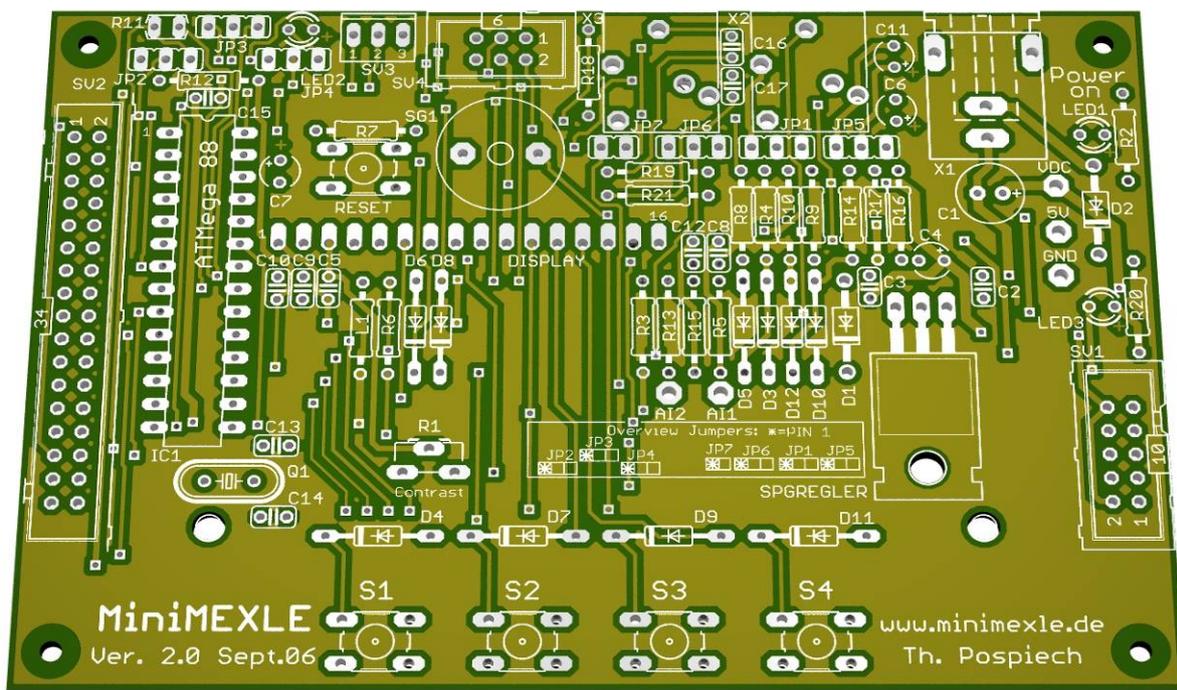


Bild 3: Bestückungsseite der MiniMEXLE Platine (mit Aufdruck)

Mit dem nachfolgenden Bild wird die Unterseite der Platine wiedergegeben (Bottom-Seite).

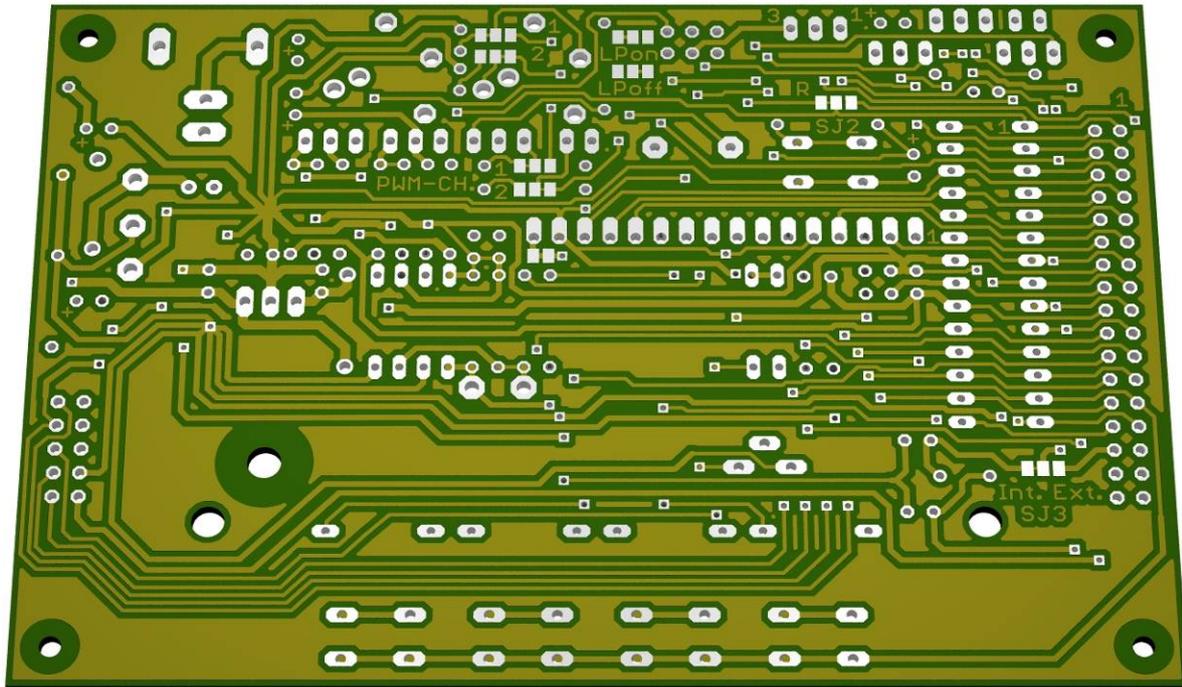


Bild 4: Untere Seite der MiniMEXLE Platine.

Anzumerken sei an dieser Stelle, dass die beiden oberen Bilder nicht maßstabsgetreu sind.

#### 1.4 Erforderliches Werkzeug

Für den Aufbau des MiniMEXLE werden folgende Werkzeuge benötigt bzw. dessen Verwendung empfohlen:

- Lötkolben
- Lötzinn (und evtl. Entlötlitze)
- Multimeter (mit Durchgangsprüfer)
- Seitenschneider
- Flachzange
- Biegehilfe für Widerstände
- Lupe
- Schlitzschraubendreher (klein)

Das folgende Kapitel beschreibt nun die Vorgehensweise der Bestückung.



## 2 Bestückung der Platine

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise bei der Bestückung der Platine beschrieben sowie die einzelnen Arbeitsvorgänge aufgezeigt.

### 2.1 Gliederung der einzelnen Arbeitsphasen

Grundsätzlich gilt für das Bestücken dieser Platine, dass mit den Bauteilen begonnen wird, welche die geringste Bauhöhe haben und anschließend immer die nächst höheren für das Bestücken ausgewählt werden.

Aus diesem Grund wird das Bestücken in folgende Arbeitsphasen gegliedert:

1. Dioden vom TYP 4148 (D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11 und D12  
→ insgesamt 10 St.)
2. Sämtliche Widerstände
3. Dioden vom TYP 4004 (D1 und D2)
4. Induktivität (L1)
5. Vielschichtkondensatoren (C2, C3, C5, C8, C9, C10, C12, C15 C16 und C17  
→ insgesamt 10 St.)
6. Quarz (Q1)
7. IC-Fassung (für IC1)
8. Kurzhubdrucktaster (5 St.)
9. Scheibenkondensatoren (C13 und C14)
10. Leuchtdioden (D1 und D3)
11. Spannungsregler (mit Schraube und Mutter)
12. 3,5 Klinkenbuchse (X2 und X3)
13. Buzzer (SG1)
14. Potentiometer (R1)
15. Elektrolytkondensatoren (C4, C6, C7 und C11)
16. Stifte (VDC, 5 V, GND, AI1 und AI2)
17. Stiftleisten
18. R11 (NTC)
19. Leuchtdiode (LED2)
20. Steckverbinder (SV3)
21. Wannerstecker (SV1, SV2 und SV4)
22. Elektrolytkondensatoren (C1)
23. DC-Buchse (X1)
24. Display
25. Flachbandkabel

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden nun Richtlinien, Tipps und Hinweise zu diversen Arbeitsphasen und zum Löten der entsprechenden Bauteile gegeben. Die Reihenfolge der Kapitelgliederung ist entsprechend den durchzuführenden Arbeitsphasen, wobei auf Grund einiger „Wiederholungsarbeiten“ nicht explizit auf jede einzelne Arbeitsphase konkret eingegangen wird, gegliedert

## 2.2 Dioden TYP 4148

Laut der zuvor angeführten Reihenfolge werden als erstes die Dioden vom Typ 4148 bestückt bzw. gelötet.

Das folgende Bild zeigt eine Diode und das verwendete Rastermaß der Biegehilfe.

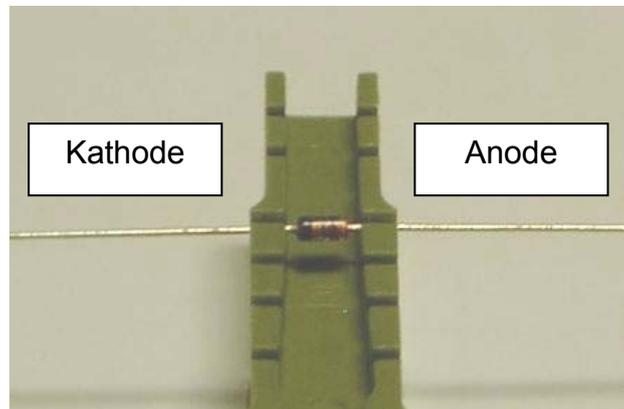


Bild 5: Diode mit Biegehilfe.

Nachdem die Diode für den Einbau zurechtgebogen wurde, gilt es auf die richtige Polarität zu achten.

Das Layout wurde so entwickelt, das folgendes gilt:

- Alle vertikal eingebauten Dioden (keine Leuchtdioden) haben die Kathode unten.
- Alle horizontal eingebauten Dioden (keine Leuchtdioden) haben die Kathode auf der linken Seite.

Die folgenden Bilder zeigen und verdeutlichen diesen Zusammenhang.

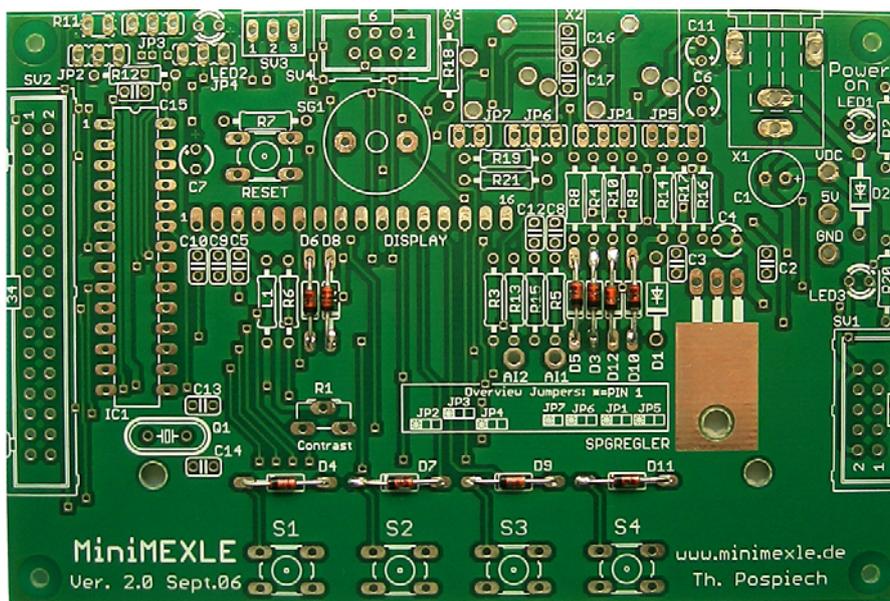


Bild 6: Platzierung der Dioden Typ 4148 (Gesamtansicht)

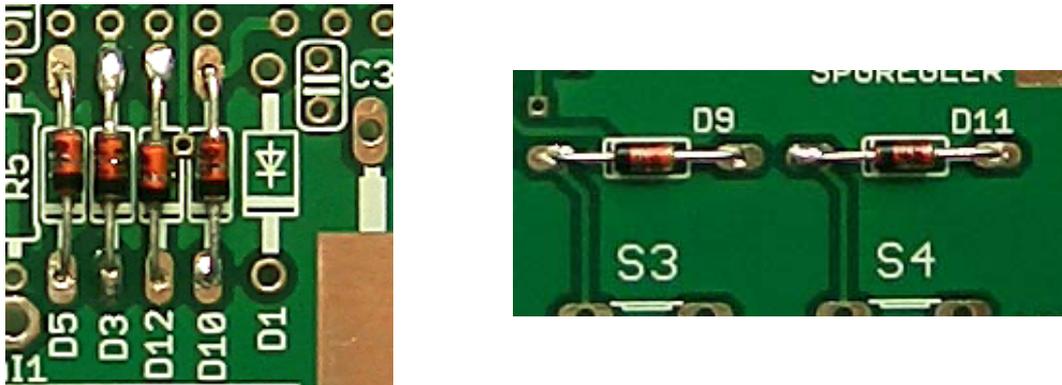


Bild 7: Platzierung der Dioden Typ 4148 (vergrößerter Ausschnitt)

## 2.3 Widerstände

Insgesamt besitzt das MiniMEXLE 17 Widerstände (das Potentiometer wird hier nicht mitgezählt). Da die Widerstandswerte nicht alle gleich sind empfiehlt es sich zunächst die einzelnen Widerstände entsprechend der Tabelle aus Kapitel 1.2 zu sortieren, sodass Verwechslungen beim Bestücken ausgeschlossen werden können. Zu erwähnen sei an dieser Stelle, dass dem Anhang eine Farbcodetabelle für Widerstände beigelegt ist. Mit dieser Tabelle kann man den Wert des entsprechenden Widerstands ermitteln.

Beim Einbau der Widerstände wird dasselbe Raster der Biegehilfe gewählt, wie auch schon bei den zuvor beschriebenen Dioden, wobei die letzte Position dieses Rasters gewählt werden muss. Das folgende Bild zeigt dies.

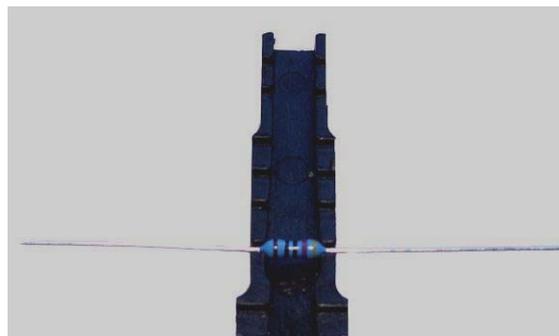


Bild 8: Widerstand mit Biegehilfe.

Wie bekannt sein dürfte, besitzen Widerstände keine Polarität. Dennoch sollten die Widerstände gemäß ihrem Farbcodex geordnet (Reihenfolge der Farbringe) eingelötet werden. Dies erleichtert die Arbeit bei einer evtl. nötigen Fehlersuche. Zudem wirkt der Aufbau der Platine geordneter.

## 2.4 Dioden Typ 4004

Grundsätzlich gelten beim Einbau dieser Dioden dieselben Regeln wie in Kapitel 2.2, nur mit dem Unterschied, dass die letzte Position des Rasters der Biegehilfe gewählt werden muss.

## 2.5 Induktivität

Die Induktivität L1 ist bezüglich des Einbaus mit dem der Widerstände gleichzusetzen. Daher wird auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet.

## 2.6 Kondensatoren

Insgesamt besitzt das MiniMEXLE 10 keramische Vielschichtkondensatoren (Scheibenkondensatoren und Elektrolytkondensatoren sind hier nicht mitgezählt!). Da die Kondensatoren nicht alle gleich sind empfiehlt es sich zunächst die einzelnen Kondensatoren entsprechend der Tabelle aus Kapitel 1.2 zu sortieren, sodass Verwechslungen beim Bestücken ausgeschlossen werden können.

*Hinweis zum Lesen der Kondensatorwerte:*

Auf einer Seite des Kondensatorkörpers ist der Kapazitätswert aufgedruckt. Das Interpretieren der Kapazitätswerte ist wie folgt:

Aufdruck 104 → Wert 100 nF

Aufdruck 103 → Wert 10 nF

Der eigentliche Einbau ist unproblematisch und es muss auf keine Polarität geachtet werden.

## 2.7 Quarz

Der Einbau des Quarzes bedarf keinerlei weiterer Erklärung.

## 2.8 IC-Fassung

Beim Einbau der IC-Fassung muss auf die Einkerbung und den entsprechenden Bestückungsaufdruck geachtet werden. Das folgende Bild zeigt die richtige Einbauposition.

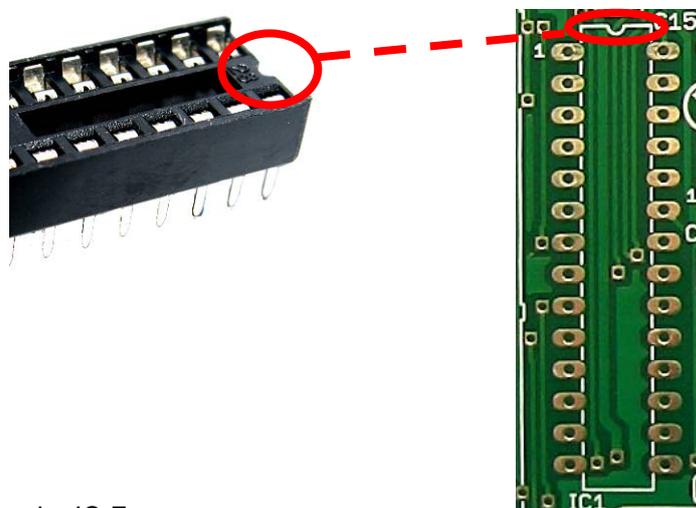


Bild 9: Einbauposition der IC-Fassung.

## 2.9 Kurzhubdrucktaster

Der Einbau der fünf Kurzhubdrucktaster ist unproblematisch und durch den eigenen Aufbau verpolungssicher. Es sollte aber darauf geachtet werden, dass die Taster auf der Platine ganz aufsitzen, sodass kein Abstand zwischen den Tastern und der Platine besteht.

## 2.10 Scheibenkondensatoren

Die beiden kreisrunden Scheibenkondensatoren (C13 und C14) lassen sich einfach einbauen und wie auch bei den Vielschichtkondensatoren muss auf keine Polarität geachtet werden.

Die Scheibenkondensatoren haben als Aufdruck die Zahl 27. Das bedeutet, dass der Kapazitätswert 27 pF ist.

## 2.11 Leuchtdioden

Die beiden Leuchtdioden D1 und D3 werden ohne Abstand zur Platine eingelötet. Beim Einbau ist auf die richtige Polarität zu achten.

Die Anode ist auf der Platine durch ein „+“-Zeichen gekennzeichnet, wobei bei den Leuchtdioden das längere Anschlussbeinchen der Pluspol (Anode) ist.

Das folgende Bild zeigt die Einbaupositionen der beiden Leuchtdioden D1 und D3



Bild 10: Einbaupositionen der LED1 und LED3.

Auch hier gilt, wie bei den anderen Dioden: der Kathodenanschluss ist auf der linken Seite. Die entsprechende Anode ist auf der Platine durch ein „+“-Zeichen gekennzeichnet und besitzt das längere Beinchen der Diode.

## 2.12 Spannungsregler

Der Einbau des Spannungsreglers ist verpolungssicher und das eigentliche Einlöten unproblematisch. Dennoch muss man beim Einbau dieses Bauteils das ein oder andere beachten bzw. die folgende Reihenfolge der Arbeitsschritte einhalten:

1. Die Beinchen müssen (z.B.: mit einer Flachzange) so gebogen werden, dass die beiden Löcher (Spannungsregler und Platine) fluchten.
2. Anschließend wird die Schraube durch das Loch gesteckt und mit der beiliegenden Mutter der Spannungsregler befestigt.
3. Erst dann wird der Spannungsregler eingelötet.

Würde man sich nicht an diese Reihenfolge halten und zuerst die Beinchen des Spannungsreglers anlöten, so könnte es zu mechanischen Spannungen kommen, die dann komplett von den Lötäugen abgefangen werden müssten. Im Laufe der Zeit könnte sich dies dann negativ auf die Kontaktfähigkeit der Lötstellen auswirken. Der eingebaute Spannungsregler ist im nachfolgenden Bild dargestellt.

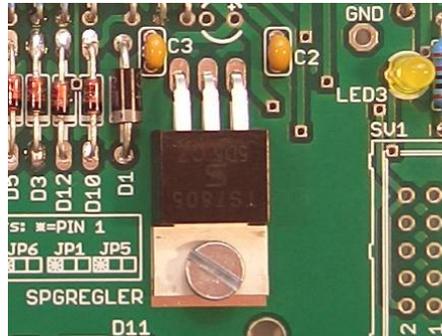


Bild 11: Eingebauter Spannungsregler.

## 2.133,5 Klinkenbuchsen

Die beiden Klinkenbuchsen können direkt an die vorgesehen Einbaupositionen (X2 und X3) eingelötet werden. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass alle Pins angelötet werden sollten, sodass eine entsprechende mechanische Stabilität gewährleistet werden kann.

## 2.14 Buzzer

Dieser Buzzer besitzt keine Polarität und der Einbau kann ohne größere Anmerkungen durchgeführt werden.

## 2.15 Potentiometer

Das Potentiometer ist mit der Anordnung der drei Anschlüsse von Haus aus verpolungssicher. Auch hier wird auf eine weitere Beschreibung des Anbaus verzichtet.

## 2.16 Elektrolytkondensatoren

Beim Einbau der Elektrolytkondensatoren muss auf die Polarität geachtet werden. Eine entsprechende Kennzeichnung für den Pluspol ist auf der Platine mit einem „+“ - Zeichen vorhanden. Die Polarität des Elektrolytkondensators erkennt man mittels zweier Kennzeichen:

1. Beschriftung des Gehäuses (Kennzeichnung des Minuspols)
2. Das längere Anschlussbein ist der Pluspol des Elektrolytkondensators

## 2.17 Stifte

Die fünf Einzelstifte (Testpunkte) können direkt an den jeweiligen Einbaupositionen eingelötet werden. Sie dienen für die spätere Messung von Spannungen bzw. Signalen. Ansonsten gibt es hierzu keine weiteren Bemerkungen.

## 2.18 Stiftleisten

Bevor die einzelnen Stiftleisten für die Jumper und das Display eingelötet werden können, muss zunächst die 36 pol. Stiftleiste entsprechend geteilt werden. Die Aufteilung der 36 pol. Stiftleiste ergibt sich wie folgt und ist am besten mit einem Seitenschneider vorzunehmen:

- 1 x 2 Stifte  
→ JP7
- 6 x 3 Stifte  
→ JP1, JP2, JP3, JP4, JP5, JP6
- 1 x 16 Stifte  
→ Display

Die 16 pol. Stiftleiste (spätere Halterung des Displays) muss vor dem Einbau in der Höhe etwas gekürzt werden. Dazu wird, wie im nachfolgenden Bild zu sehen ist, ca. **1 mm** mit dem Seitenschneider auf der längeren Stiftseite abgewickelt.

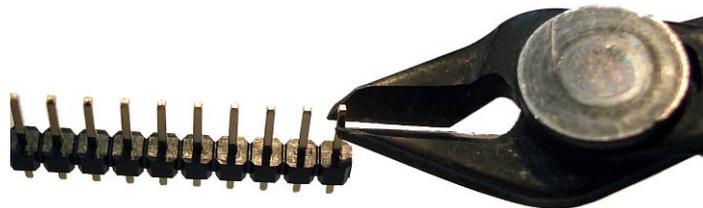


Bild 12: Modifikation der 16 pol. Stiftleiste

Damit das Display später gerade auf der Platine sitzt ist dieser Arbeitsschritt notwendig.

Nachdem alle 16 Stifte gekürzt worden sind kann die Stiftleiste eingelötet werden. Die 2 und 3 pol. Stiftleisten können danach direkt in die Platine eingelötet werden.

## 2.19 NTC

Beim Einbau des NTC muss auf keine Polarität geachtet werden. Anzumerken ist jedoch an dieser Stelle, dass der NTC, wie auch die spätere Diode (vergleiche nächstes Unterkapitel) mit Abstand zur Platine eingelötet wird. Der Abstand kann eigentlich beliebig gewählt werden. Empfohlen wird aber den Abstand so zu wählen, dass der obere Rand des Gehäuses mit den 2 bzw. 3 pol. Stiftleisten bündig ist. Dadurch ist eine gewisse Flexibilität vorhanden und man kann evtl. später den NTC für eine Temperaturmessung leicht „verbiegen“. Im nächsten Unterkapitel ist ein entsprechendes Bild für die Einbauposition vorhanden.

## 2.20 Leuchtdiode

Die Leuchtdiode LED2 wird (wie der NTC) mit einem Abstand zur Platine eingelötet. Die Anode ist auf der Platine durch ein „+“-Zeichen gekennzeichnet, wobei bei den Leuchtdioden das längere Anschlussbeinchen der Pluspol (Anode) ist. Das nachfolgende Bild zeigt den Einbau der Leuchtdiode und des NTC.

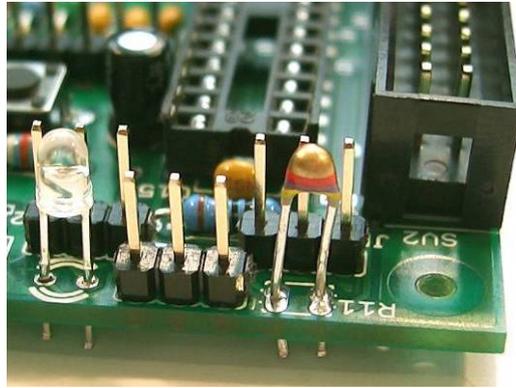


Bild 13: Einbau der Leuchtdiode und des NTC.

### Anmerkung:

Dieses Bild wurde von einer fertig bestückten Platine gemacht! An dieser Stelle in der Bauanleitung sind die verschiedenen Steckverbinder noch nicht eingelötet und werden erst im nachfolgenden Unterkapitel beschrieben.

## 2.21 Steckverbinder / Wannenstecker

Sämtliche Steckverbinder sind in verpolungssicherer Ausführung. Beim Einbau dieser Steckverbinder ist darauf zu achten, dass die entsprechenden Markierungen beachtet werden. Die nachfolgenden Bilder zeigen die Markierungen und die korrekte Einbauposition der insgesamt vier Steckverbinder.

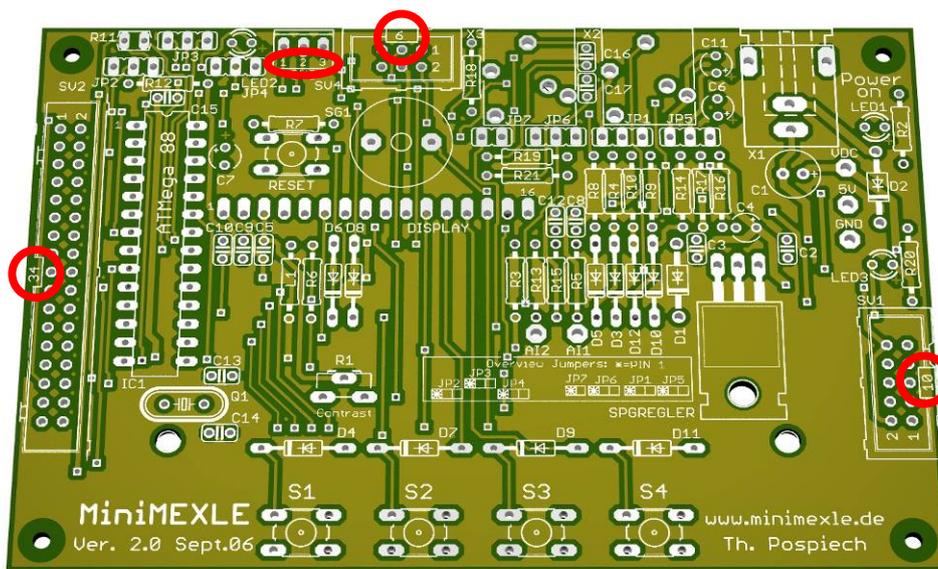


Bild 14: Markierungen der Steckverbinder.



Bild 15: Eingebaute Steckverbinder mit Markierung.

Ansonsten ist der Einbau der Steckverbinder bzw. Wannenstecker unproblematisch!

## 2.22 Elektrolytkondensator

Beim Einbau des Elektrolytkondensators C1 muss auf die Polarität geachtet werden. Eine entsprechende Kennzeichnung für den Pluspol ist auf der Platine mit einem „+“ - Zeichen vorhanden. Die Polarität des Elektrolytkondensators erkennt man mittels zweier Kennzeichen:

1. Beschriftung des Gehäuses (Kennzeichnung des Minuspols)
2. Das längere Anschlussbein ist der Pluspol des Elektrolytkondensators

Das Bild 15 zeigt die korrekte Einbauposition des Elektrolytkondensators C1.

## 2.23 DC-Buchse

Die DC-Buchse (Eingang Spannungsversorgung) ist das höchste Bauteil der Platine. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass alle Pins der DC-Buchse verlötet werden, sodass eine entsprechende mechanische Stabilität gewährleistet werden kann.

Im Bild 15 ist der Einbau dieser Buchse dargestellt.

Auch wenn jetzt alle Bauteile auf der Platine eingelötet sind ist die Bearbeitung noch nicht ganz fertig. Abschließend wird die Montage des Displays vorgenommen.

## 2.24 Display

Bevor das Display auf die Platine montiert wird, muss es zuvor noch etwas bearbeitet werden. Dazu sind folgende Schritte notwendig:

### 1. Einlöten der 16 pol. Buchsenleiste

Die 16 pol. Buchsenleiste wird, wie im nächsten Bild zu sehen ist, an die untere Seite des Displays eingesteckt und von der oberen Seite verlötet.



Bild 16: Buchsenleiste an Display.

### 2. Umbiegen der „Befestigung“ des Displaygehäuses

Damit das Display später nicht an den Elektrolytkondensator C4 anstößt, muss wie im folgenden Bild gezeigt, eine „Befestigungslasche“ etwas umgebogen werden.



Bild 17: Umbiegen einer Befestigungslasche des Displays.

### 3. Montage der Abstandshalter

Abschließend müssen die beiden Abstandshalter in die entsprechenden Löcher „eingeklipst“ werden. Das nächste Bild zeigt den Einbau dieser Abstandshalter.



Bild 18: Abstandshalter des Displays

**Wichtig:**

Bevor das Display auf die Platine gesteckt wird, muss diese zuvor überprüft werden. Die Überprüfung bzw. die Inbetriebnahme wird im nachfolgenden Kapitel erklärt.



## 3.2 Elektrische Überprüfung

Erst nach der optischen Platinenüberprüfung darf die elektrische Kontrolle durchgeführt werden. Wichtig hierbei ist, dass weder das Display noch der Mikrocontroller auf der Platine vorhanden sind.

Die Platine kann nun mit einem entsprechenden Steckernetzteil mit Spannung bzw. Strom versorgt werden. Dazu sind maximal 12 Volt Gleichspannung zulässig. Damit aber die Verlustleistung des Spannungsreglers nicht zu groß wird, sollte das MiniMEXLE mit **9 VDC** versorgt werden.

Nach dem Anschluss der Versorgungsspannung muss die grüne Leuchtdiode an sein. Sollte dies nicht der Fall sein, muss die Spannungsversorgung sofort wieder abgezogen werden und die optische Überprüfung der Platine muss nochmals durchgeführt werden. Sofern die optische Überprüfung zu keinem Ergebnis führt, sollte der Widerstand zwischen Versorgungsspannung und Masse bzw. zwischen 5 V und Masse (Testpunkte) gemessen werden.

Sofern die grüne Leuchtdiode angeht, können die restlichen 5 V Spannungspunkte mit dem Multimeter gemessen werden. Wichtig hierbei ist es darauf zu achten, dass beim Messen kein Kurzschluss verursacht wird. Die wichtigsten Messpunkte sind:

- IC-Fassung (Pin 7 und 20)
- Display-Stiftleiste (Pin 2 und 16)
- Wannenstecker 10 pol. (Pin 4)
- Wannenstecker 6 pol. (Pin 1)
- Steckverbinder (Pin 1)

**Gemessen wird immer gegen Masse (d.h. GND-Pin auf der Platine).**

Das nachfolgende Bild zeigt die Messpunkte auf der Platine.

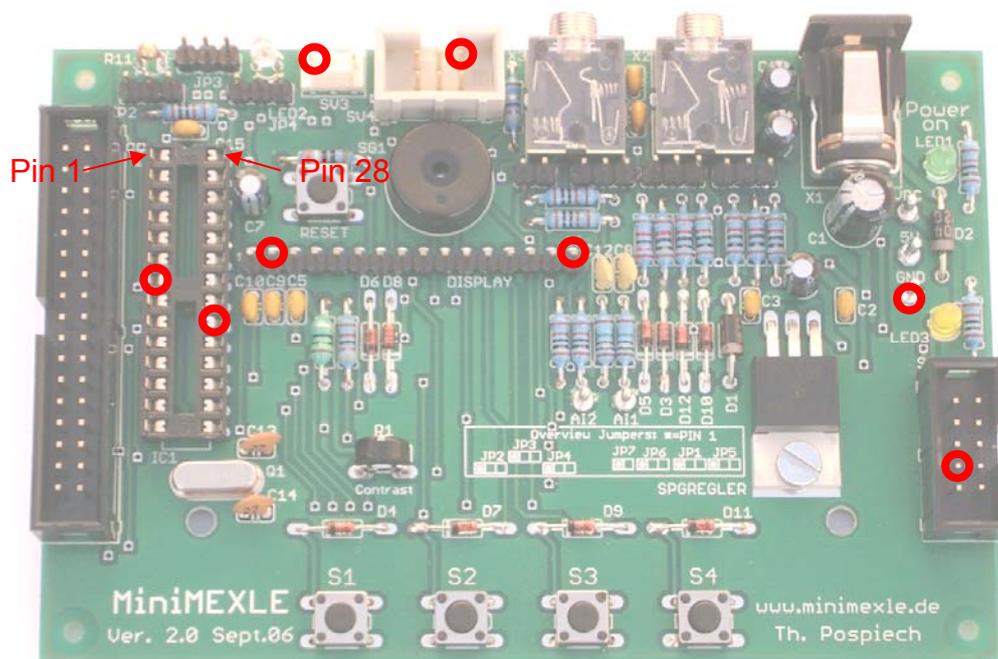


Bild 20: Messpunkte für die Überprüfung der Versorgungsspannung

Anschließend wird die Spannungsversorgung wieder abgezogen. Abschließend werden mit dem Durchgangsprüfer die Masseleitungen kontrolliert. Die wichtigsten Messpunkte hierbei sind:

- IC-Fassung (Pin 8 und 22)
- Display-Stiftleiste (Pin 1, 5 und 15)
- Wannenstecker 10 pol. (Pin 2 und 10)
- Wannenstecker 6 pol. (Pin 4)
- Steckverbinder (Pin 3)

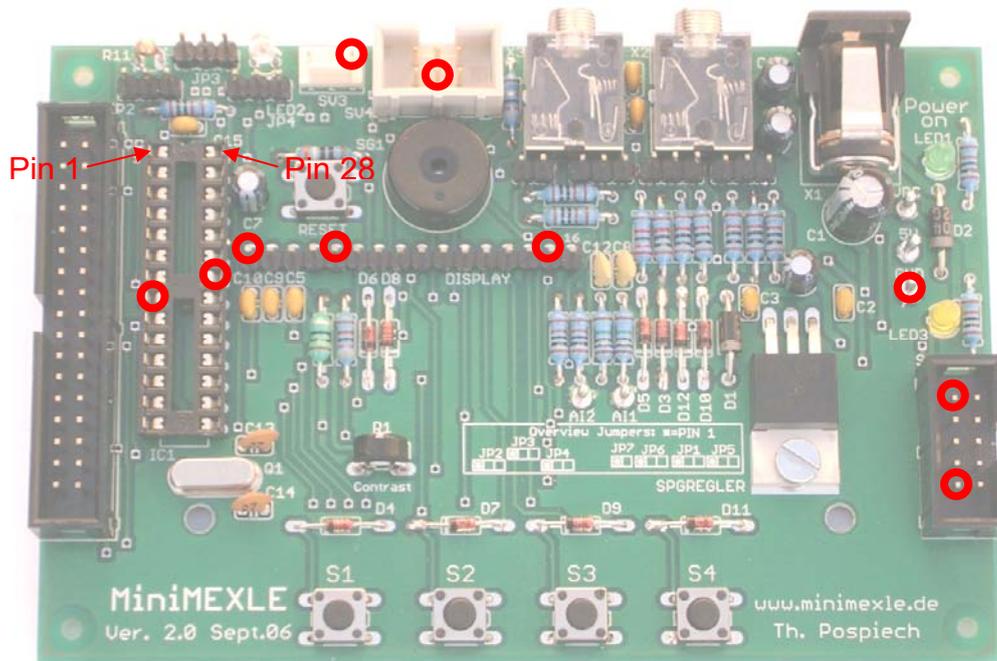


Bild 21: Messpunkte für die Durchgangsprüfung der Masse

An dieser Stelle ist anzumerken, dass diese Überprüfungen bei weitem nicht alle Funktionen des MiniMEXLE abdecken, für einen ersten Test aber ausreichend sind! An einer Gesamtüberprüfung des MiniMEXLE wird gearbeitet und in einer separaten Dokumentation erhältlich sein!

Auf der nächsten Seite wird die abschließende Displaymontage erklärt.

### 3.3 Displaymontage

Bevor das Display mit dem MiniMEXLE „verbunden“ wird, muss zunächst der IC (ATMega88) in den entsprechenden Sockel bzw. IC-Fassung eingesteckt werden. Dabei muss wie beim Einlöten der IC-Fassung auf die Kerbe geachtet werden.

Anschließend kann das fertig bearbeitete Display (nach erfolgreicher Überprüfung der Platine) direkt auf die Stiftleiste und die vorgesehenen Löcher für die Abstandshalter eingesteckt werden.

Das nachfolgende Bild zeigt den kompletten Aufbau des MiniMEXLE.

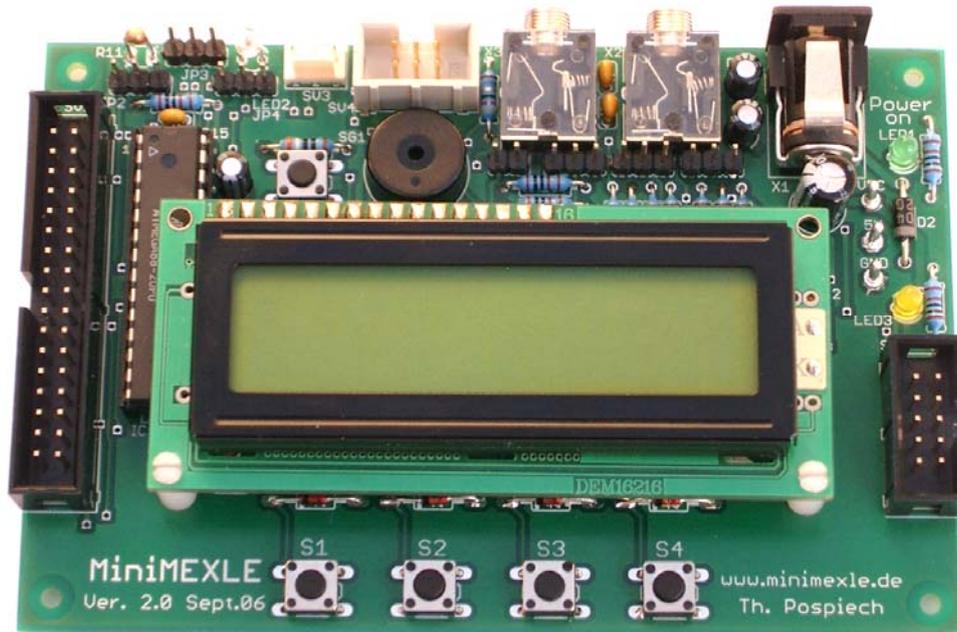


Bild 22: Kompletter Aufbau des MiniMEXLE

#### Anmerkung:

Der Kontrast des Displays lässt sich über das Potentiometer R1 einstellen. Bei Auslieferungszustand des Potentiometers ist die Drehachse im Normalfall auf dem linken Anschlag. Dies bedeutet aber für das Display ein extrem schwacher Kontrast. Aus diesem Grund sollte das Potentiometer nach rechts gedreht werden, sodass die Spitze der Drehachse auf ca. drei Uhr steht. Eine entsprechende Feineinstellung kann später bei aktiviertem Display vorgenommen werden. Das folgende Bild zeigt die Potentiometerstellung für einen annehmbaren Kontrast.

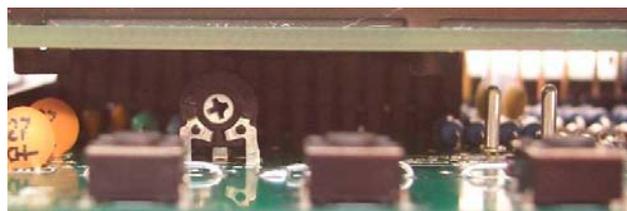


Bild 23: Potentiometerstellung für den Kontrast

Das nächste Kapitel befasst sich nun mit den ersten „Gehversuchen“ des MiniMEXLE. Dabei wird ein kurzer Einblick in das Arbeiten mit dem MiniMEXLE, dem AVR-USB-PROGI und dem AVR Studio gegeben.



### 3.4 Montagemöglichkeiten

Damit die Unterseite der Platine nicht einem entsprechenden Untergrund (z.B. Tisch) aufliegt besitzt das MiniMEXLE folgende Montagemöglichkeiten:

- GummifüÙe
- Bohrlöcher für eine evtl. Gehäusemontage

Die beiliegenden GummifüÙe lassen sich einfach an den vier Ecken der Platine aufkleben. Dadurch besitzt die Unterseite der Platine einen Abstand zur Auflagefläche.

Des Weiteren könnte man das MiniMEXLE, über die vier Bohrlöcher in ein Gehäuse einbauen. Die Bohrlöcher besitzen einen Durchmesser von 2 mm. An dieser Stelle darf angemerkt werden, dass um die Bohrlöcher noch genügend Platz vorhanden ist, um diese entsprechend aufzubohren (z.B.  $\varnothing$  3 mm).

## 4 Programmdownload

Das Arbeiten mit dem AVR-USB-PROGI und dem MiniMEXLE ist relativ einfach und wird in diesem Kapitel unter zu Hilfenahme des AVR Studios erklärt bzw. angedeutet.

Vorraussetzungen für diese Kapitel sind:

- Aufgebauter AVR-USB-PROGI (inkl. Treiberinstallation und Überprüfung).
- Aufgebautes und überprüftes MiniMEXLE.
- Installiertes AVR Studio.

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass in diesem Kapitel nur die ersten Arbeitsschritte aufgezeigt werden. Es handelt sich hierbei nicht um eine vollständige Dokumentation bezüglich Programmierung, AVR Studio und MiniMEXLE.

### 4.1 Verbindung MiniMEXLE und PC

Als erstes sollte das MiniMEXLE mit dem AVR-USB-PROGI verbunden werden. Die Verbindung erfolgt über das 10 pol. Flachbandkabel, wie im nachfolgenden Bild zu sehen ist.

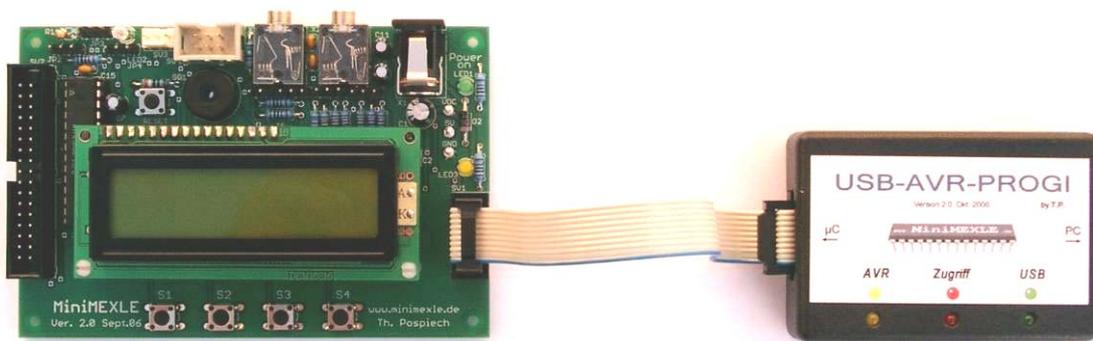


Bild 24: MiniMEXLE und AVR-USB-PROGI

Anschließend wird der AVR-USB-PROGI über das USB Kabel an den PC angeschlossen und das MiniMEXLE mit Spannung versorgt.

Beim AVR-USB-PROGI sollten anschließend die grüne und die gelbe Leuchtdiode angehen. Die grüne Leuchtdiode bedeutet, dass der AVR-USB-PROGI an den PC angeschlossen ist (Spannungsversorgung kommt über USB) und die gelbe Leuchtdiode zeigt an, dass das MiniMEXLE angeschlossen ist und mit Spannung versorgt wird. Die grüne Leuchtdiode des MiniMEXLE zeigt ebenfalls dessen Spannungsversorgung an.

## 4.2 AVR Studio

In diesem Kapitel werden die ersten Schritte mit dem AVR Studio beschrieben. Dabei wird aufgezeigt, wie ein schon vorhandenes Programm auf das MiniMEXLE übertragen wird. Dieses kleine Demoprogramm testet dann gleichzeitig ein paar Funktionen des MiniMEXLE, wie z.B.: das Display, die Tasten, die Leuchtdiode und den Buzzer.

Zunächst startet man das AVR Studio, sodass die nachfolgend dargestellte Arbeitsoberfläche zu sehen ist.

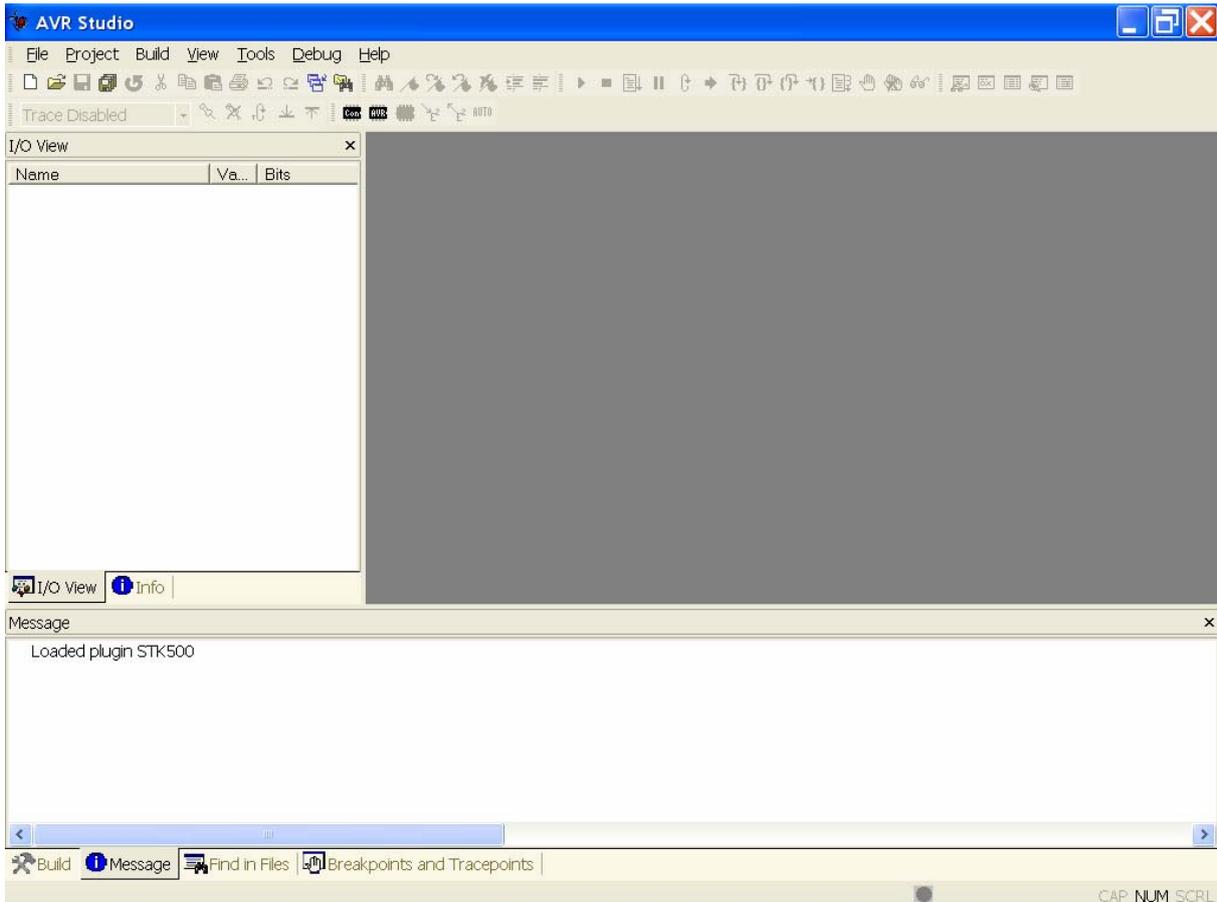


Bild 25: Arbeitsoberfläche AVR Studio

In vergrößerter Darstellung werden die relevanten Schaltflächen in dem nachfolgenden Bild dargestellt.



Bild 26: Schaltflächen für das Programmieren des Zielsystems



Betätigt man die Schaltfläche mit der Beschriftung „**Con**“, so öffnet sich das nachfolgend dargestellte Fenster. Hier wird man nun aufgefordert entsprechende Verbindungseinstellungen vorzunehmen.

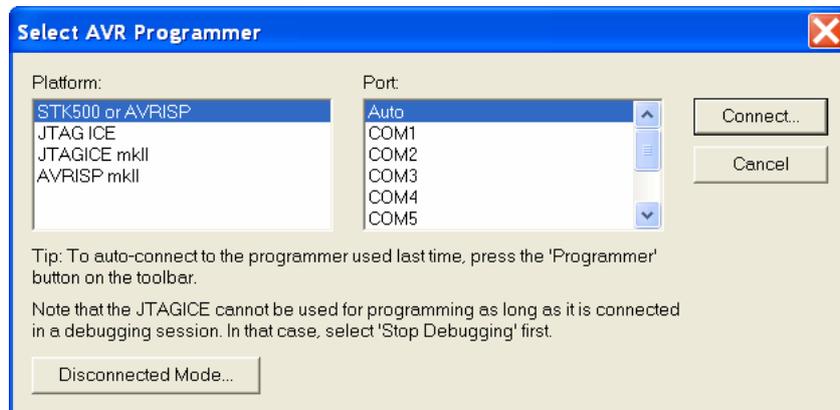


Bild 27: Auswahl des AVR Programmer und entsprechende Port-Auswahl

In diesem Fenster muss jetzt unter **Platform** die Einstellung **STK500 or AVRISP** vorgenommen werden, da der AVR-USB-PROGI bzw. dessen ATmega8 das STK500-Protokoll (Version 2) nachbildet.

Unter der Rubrik **Port** kann die Einstellung auf **Auto** belassen werden, sodass das AVR Studio alle Ports des PCs „absucht“, bis letztendlich der eingestellte AVR-Programmer gefunden worden ist.

Wählt man stattdessen nicht die Einstellung **Auto**, sondern direkt den entsprechenden COM Port, so versucht das AVR Studio eine direkte Verbindung mit dem Programmer bzw. der angeschlossenen Zielhardware aufzubauen.

Betätigt man anschließend die Schaltfläche **Connect...** so verbindet der AVR-USB-PROGI den PC mit dem MiniMEXLE und das nachfolgende Fenster wird sich (bei erfolgreicher Verbindung) öffnen.

Beim Öffnen des Fenster ist standardmäßig die Kategorie **Program** zusehen, was sich beim Späteren Arbeiten mit dem AVR Studio als angenehm erweisen wird.

Der untere Bereich in diesem Bild bzw. Fenster liefert Informationen über den angeschlossenen AVR-USB-PROGI bzw. über Soft- /Firmware auf dem ATmega8 (Firmware-Version usw.).

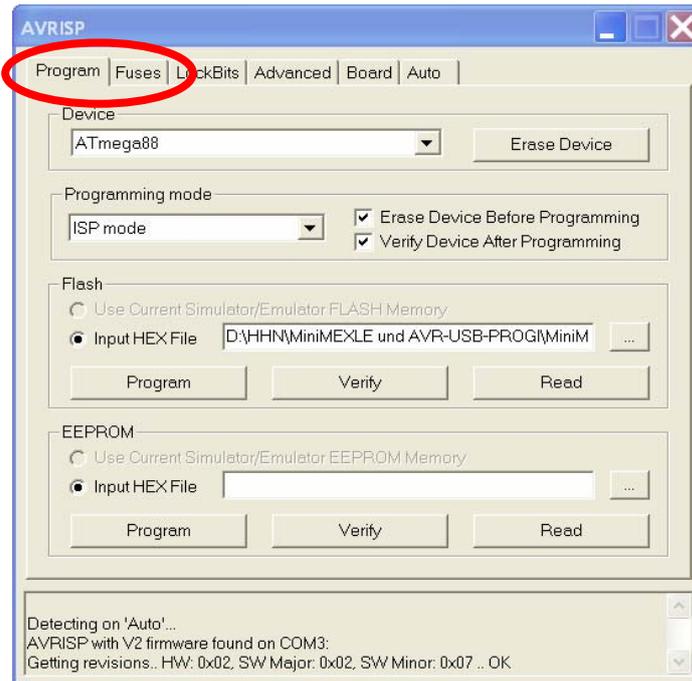


Bild 28: Erfolgreiche Verbindung zwischen PC und Zielsystem

Bevor aber ein Programm „richtig“ vom Mikrocontroller gelesen bzw. auf den Mikrocontroller runtergespielt werden kann, müssen bei fabrikneuen Mikrocontrollern sog. Fuses eingestellt werden. Dazu muss die Kategorie **Fuses** ausgewählt werden. Der Inhalt des Fensters gleicht dem nachfolgenden Bild.

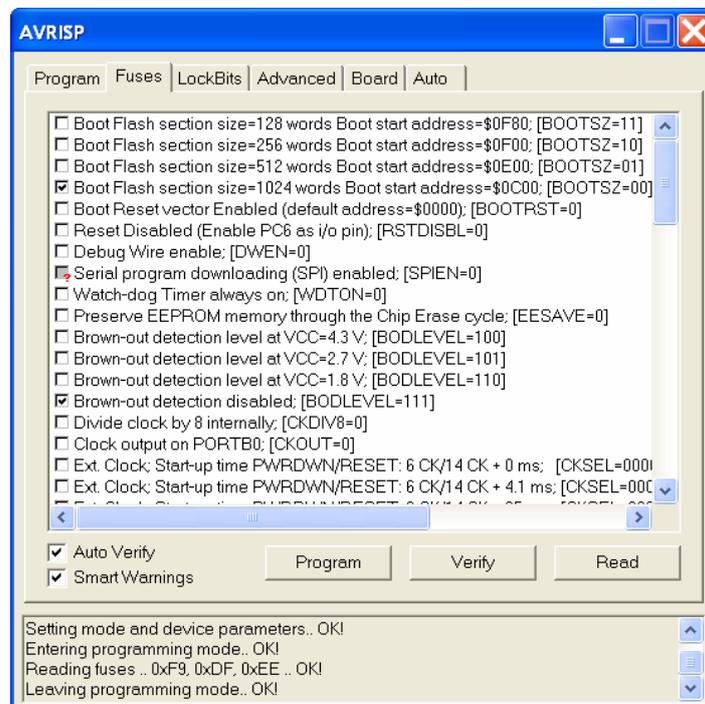


Bild 29: Einstellung der Fuses



Das Bild 27 zeigt aber bei weitem nicht alle Einstellungsmöglichkeiten. Aus Gründen der Übersicht, wird die vollständige Liste der Fuses für einen ATmega88 mit dem nachfolgenden Bild wiedergegeben.

- Boot Flash section size=128 words Boot start address=\$0F80; [BOOTSZ=11]
- Boot Flash section size=256 words Boot start address=\$0F00; [BOOTSZ=10]
- Boot Flash section size=512 words Boot start address=\$0E00; [BOOTSZ=01]
- Boot Flash section size=1024 words Boot start address=\$0C00; [BOOTSZ=00]; default value
- Boot Reset vector Enabled (default address=\$0000); [BOOTRST=0]
- Reset Disabled (Enable PC6 as i/o pin); [RSTDISBL=0]
- Debug Wire enable; [DWMEN=0]
- Serial program downloading (SPI) enabled; [SPIEN=0]
- Watch-dog Timer always on; [WDTON=0]
- Preserve EEPROM memory through the Chip Erase cycle; [EESAVE=0]
- Brown-out detection level at VCC=4.3 V; [BODLEVEL=100]
- Brown-out detection level at VCC=2.7 V; [BODLEVEL=101]
- Brown-out detection level at VCC=1.8 V; [BODLEVEL=110]
- Brown-out detection disabled; [BODLEVEL=111]
- Divide clock by 8 internally; [CKDIV8=0]
- Clock output on PORTB0; [CKOUT=0]
- Ext. Clock; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=0000 SUT=00]
- Ext. Clock; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=0000 SUT=01]
- Ext. Clock; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=0000 SUT=10]
- Int. RC Osc. 8 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=0010 SUT=00]
- Int. RC Osc. 8 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=0010 SUT=01]
- Int. RC Osc. 8 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=0010 SUT=10]; default value
- Int. RC Osc. 128kHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=0011 SUT=00]
- Int. RC Osc. 128kHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=0011 SUT=01]
- Int. RC Osc. 128kHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 6 CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=0011 SUT=10]
- Ext. Low-Freq. Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=0100 SUT=00]
- Ext. Low-Freq. Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=0100 SUT=01]
- Ext. Low-Freq. Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=0100 SUT=10]
- Ext. Low-Freq. Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 32K CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=0101 SUT=00]
- Ext. Low-Freq. Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 32K CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=0101 SUT=01]
- Ext. Low-Freq. Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 32K CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=0101 SUT=10]
- Ext. Full-swing Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=0110 SUT=00]
- Ext. Full-swing Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=0110 SUT=01]
- Ext. Full-swing Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 0 ms; [CKSEL=0110 SUT=10]
- Ext. Full-swing Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=0110 SUT=11]
- Ext. Full-swing Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 65 ms; [CKSEL=0111 SUT=00]
- Ext. Full-swing Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=0111 SUT=01]
- Ext. Full-swing Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=0111 SUT=10]
- Ext. Full-swing Crystal; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=0111 SUT=11]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.4-0.9 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1000 SUT=00]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.4-0.9 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=1000 SUT=01]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.4-0.9 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 0 ms; [CKSEL=1000 SUT=10]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.4-0.9 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1000 SUT=11]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.4-0.9 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 65 ms; [CKSEL=1001 SUT=00]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.4-0.9 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=1001 SUT=01]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.4-0.9 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1001 SUT=10]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.4-0.9 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=1001 SUT=11]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.9-3.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1010 SUT=00]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.9-3.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=1010 SUT=01]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.9-3.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 0 ms; [CKSEL=1010 SUT=10]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.9-3.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1010 SUT=11]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.9-3.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 65 ms; [CKSEL=1011 SUT=00]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.9-3.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=1011 SUT=01]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.9-3.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1011 SUT=10]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 0.9-3.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=1011 SUT=11]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 3.0-8.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1100 SUT=00]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 3.0-8.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=1100 SUT=01]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 3.0-8.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 0 ms; [CKSEL=1100 SUT=10]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 3.0-8.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1100 SUT=11]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 3.0-8.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 65 ms; [CKSEL=1101 SUT=00]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 3.0-8.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=1101 SUT=01]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 3.0-8.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1101 SUT=10]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 3.0-8.0 MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=1101 SUT=11]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 8.0- MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 258 CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1110 SUT=00]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 8.0- MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 0 ms; [CKSEL=1110 SUT=10]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 8.0- MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1110 SUT=11]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 8.0- MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 1K CK /14 CK + 65 ms; [CKSEL=1111 SUT=00]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 8.0- MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 0 ms; [CKSEL=1111 SUT=01]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 8.0- MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 4.1 ms; [CKSEL=1111 SUT=10]
- Ext. Crystal Osc.; Frequency 8.0- MHz; Start-up time PWRDWN/RESET: 16K CK/14 CK + 65 ms; [CKSEL=1111 SUT=11]

Bild 30: Vollständige Liste der Fuses eines Atmega88



Anzumerken ist an dieser Stelle, dass die diversen Mikrocontroller der Firma Atmel unterschiedliche Fuses besitzen. Daher gilt diese Liste nur für einen ATmega88.

### WICHTIG!!!

#### Die in Bild 28 markierten Fuses sind unbedingt zu übernehmen!

Werden diese markierten Fuses nicht übernommen bzw. weitere Fuses über das entsprechende Kontrollkästchen aktiviert, besteht die Gefahr, dass zum einen das Testprogramm nicht richtig funktioniert und zum anderen der Mikrocontroller danach nicht mehr über den AVR-USB-PROG programmiert werden kann!

Sofern die entsprechenden Fuses gesetzt worden sind, muss im Anschluss daran die Schaltfläche **Program** betätigt werden.

Die Statuszeilen geben dann Aufschluss über den Erfolg der Programmierung der Fuses. Betätigt man nach dem Programmieren die Schaltfläche **Verify**, so werden die Fuses vom Mikrocontroller gelesen und mit den aktuell eingestellten Fuses verglichen.

Nachdem man die Fuses korrekt programmiert hat, kann die Kategorie wieder auf **Program** gestellt werden.

Hier kann man nun über die windowstypische Schaltfläche den Pfad der Programmdatei auswählen.

Das (schon kompilierte) Programm mit dem Namen **Test\_the\_MinimEXLE.hex** ist an dieser Stelle auszuwählen. Anschließend wird mit Betätigung der Schaltfläche **Program** das Testprogramm auf den Mikrocontroller des MiniMEXLE übertragen.

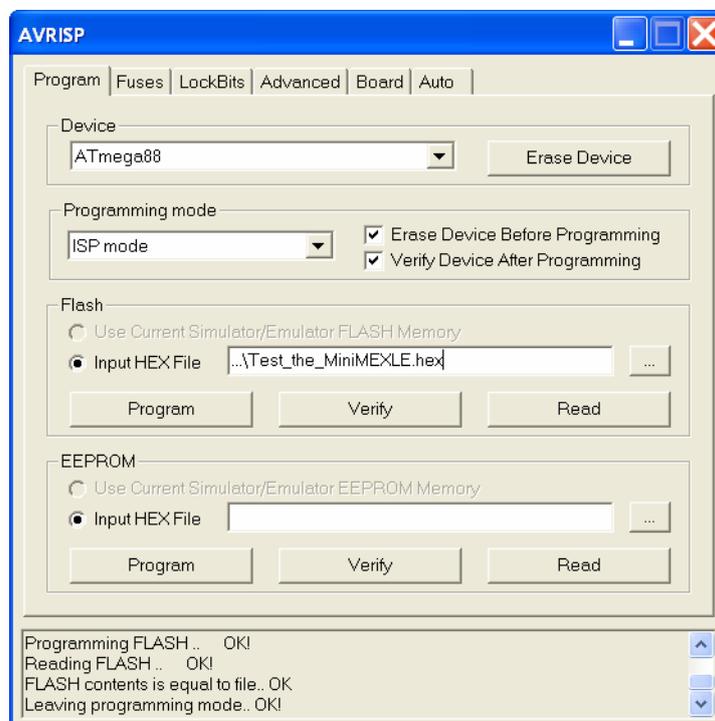


Bild 31: Herunterladen des Testprogramms



Während des Übertragens werden im unteren Bereich des Fensters die einzelnen (automatisch ablaufenden) Arbeitsschritte aufgezeigt. Das folgende Bild zeigt diese Arbeitsschritte.

```
Reading FLASH input file.. OK
Entering programming mode.. OK!
Erasing device.. OK!
Programming FLASH.. OK!
Reading FLASH.. OK!
FLASH contents is equal to file.. OK
Leaving programming mode.. OK!
```

Bild 32: Arbeitsschritte beim Übertragen des Testprogramms

Nachdem das Testprogramm übertragen worden ist, kann das Ergebnis auf bzw. mit dem MiniMEXLE begutachtet werden.

In der vorliegenden Programmversion sind folgende Funktionen enthalten:

- Begrüßungsbild auf dem Display. Nach einem kurzen Augenblick werden die Features auf dem Display automatisch wiedergegeben.
- Mit Betätigung des Tasters S2 kann die Leuchtdiode LED3 an- und ausgeschaltet werden.
- Mit Betätigung des Tasters S3 gibt der Buzzer einen sirenenartigen und zusammenhängenden Ton aus.
- Mit Betätigung des Tasters S4 wird eine Melodie (mit Einzeltönen) über den Buzzer ausgegeben.

Mit dem erfolgreichen Herunterladen des Programms wird diese Bauanleitung abgeschlossen.

An dieser Stelle darf ich Ihnen persönlich viel Spaß bei den weiteren Arbeiten mit dem MiniMEXLE wünschen!

## 5 Anhang

In diesem Kapitel werden weitere Informationen in Bezug auf den AVR-USB-PROG1 und dessen Bestückung bzw. Inbetriebnahme aufgeführt.

### 5.1 Farbcode für Widerstände

Die nachfolgende Tabelle und die entsprechenden Bilder geben den Farbcode für Widerstände wieder.

	Farbe	1. Ring	2. Ring	Multiplikator	Toleranz +/-
	keine				20 %
	silber			$10^{-2} = 0,01$	10 %
	gold			$10^{-1} = 0,1$	5 %
	schwarz	-	0	$10^0 = 1$	
	braun	1	1	$10^1 = 10$	1 %
	rot	2	2	$10^2 = 100$	2 %
	orange	3	3	$10^3 = 1K$	
	gelb	4	4	$10^4 = 10K$	
	grün	5	5	$10^5 = 100K$	0,50 %
	blau	6	6	$10^6 = 1M$	0,25 %
	violett	7	7	$10^7 = 10M$	0,10 %
	grau	8	8	$10^8 = 100M$	0,05 %
	weiß	9	9	$10^9 = 1G$	

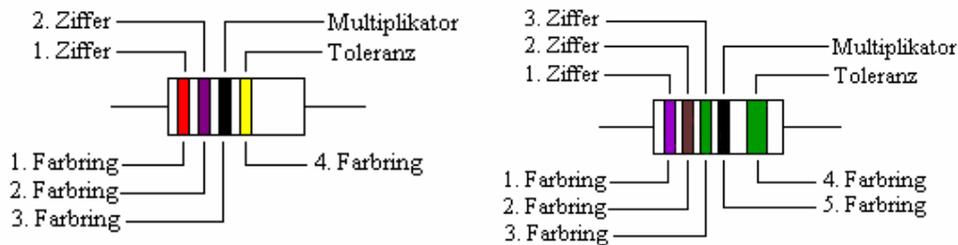


Bild 33: Farbcode für Widerstände

### 5.2 Links zu weiterführenden Internetseiten

In diesem Unterkapitel ist eine ausgewählte Linksammlung zu themenähnlichen Internetseiten aufgeführt.

#### Entwicklungsumgebungen:

- Atmel: <http://www.atmel.com>  
Der Mikrocontrollerhersteller. Hier findet man Datenblätter, Applikationsbeispiele und die Entwicklungsumgebung AVRStudio.
- WinAVR: [http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group\\_id=68108](http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=68108)  
Download-Pages des aktuellen C-Compilers WinAVR („Add-on“ für das AVRStudio).



- AVRDude: <http://savannah.nongnu.org/projects/avrdude/>  
Sehr praktischer Freeware-Downloader (auch für das MiniMEXLE geeignet!).
- PonyProg: <http://www.lancos.com/prog.html>  
Mit dieser Programmiersoftware kann der AVR-USB-PROGI direkt über den USB-PORT „beschrieben“ werden.
- CodeVisionAVR: <http://www.hpinfotech.ro/>  
Vollständige Entwicklungsumgebung (auch für das MiniMEXLE geeignet!)...leider keine Freeware aber eine Evalversion erhältlich.

#### **Software, Beispiele Projekte:**

- MEXLEWiki: <http://mexlewiki.hs-heilbronn.de>  
Wiki der Hochschule Heilbronn. Liefert alle Informationen rund um das MEXLE (inkl. MiniMEXLE).
- MEXLE: <http://www.mexle.hs-heilbronn.de/>  
Die Homepage des MEXLE! Liefert Dokumentationen, Beispiele, Projekte und vieles mehr.
- Mikrocontroller: <http://www.mikrocontroller.net/>  
Alles rund um Mikrocontroller und deren Programmierung.
- AVRFreaks: <http://www.avrfreaks.net/>  
Alles rund um AVR-Mikrocontroller.