

Praktische Anleitung zum Entwurf von Mikrocontroller-Schaltungen mit kicad

Guido Kramann

12.12.2010

Interne Kennung: 06_Layouting

Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung	3
1	Entwicklung einer Grundbeschaltung der Mikrocontroller der Mega- und Tiny-Baureihe	3
2	Entwicklung eines einfachen Layouts mit Hilfe von kicad	5
3	Verwendung des Bauteileditors von kicad zum Erstellen neuer Bauteile und ihre Bereitstellung in einer eigenen Bauteilbibliothek	16

Zusammenfassung

Beim Mikrocontroller-Schaltungsentwurf gibt es einiges zu beachten, um einerseits ein einwandfreies Funktionieren der Schaltungen zu gewährleisten und andererseits den Entwicklungsprozess reibungsfrei zu gestalten. Dies soll in praktischer Weise hier behandelt werden.

0 Einleitung

Im ersten Unterkapitel soll eine Grundbeschaltung für die Mikrocontroller der Mega- und Tiny-Familie von Atmel entwickelt werden. Im darauffolgenden Unterkapitel wird eine praktische Anleitung zur Umsetzung einer solchen Grundschaltung mit kicad gegeben.

1 Entwicklung einer Grundbeschaltung der Mikrocontroller der Mega- und Tiny-Baureihe

Damit ein Mikrocontroller der Mega- oder Tiny-Baureihe funktioniert, müssen folgende Dinge beachtet werden:

Unbedingt erforderliche Verschaltungen

- Anschluß der Spannungsversorgungen,
- Hochziehen der invertierten Reset-Leitung auf ein positives Potential,
- Entstörung der Schaltung durch Parallelschaltung keramischer Kondensatoren von 100nF nahe jedem Spannungsversorgungseingang.
- Pufferung der externen Spannungsversorgung über einen Elektrolytkondensator hoher Kapazität, z.B. 1000microF.

Optionale Verschaltungen

- Anschluß eines externen Schwingungsquarzes mit passenden Stützkondensatoren (vergl. Tabelle in Datenblatt),
- Beschaltung einer 6-poligen Wannenbuchse für einen ISP-Programmierstecker,
- Galvanische Trennung der Leistungselektronik zur Ansteuerung von Elektromotoren oder Servos über Optokoppler,
- Einbau von Entstörschaltungen bei den Anschlußkontakten von Elektromotoren und Magnetspulen,
- Beschaltung sonstiger Peripherie über (verpolsichere) Buchsen oder direkten Einbau (LEDs, Taster).

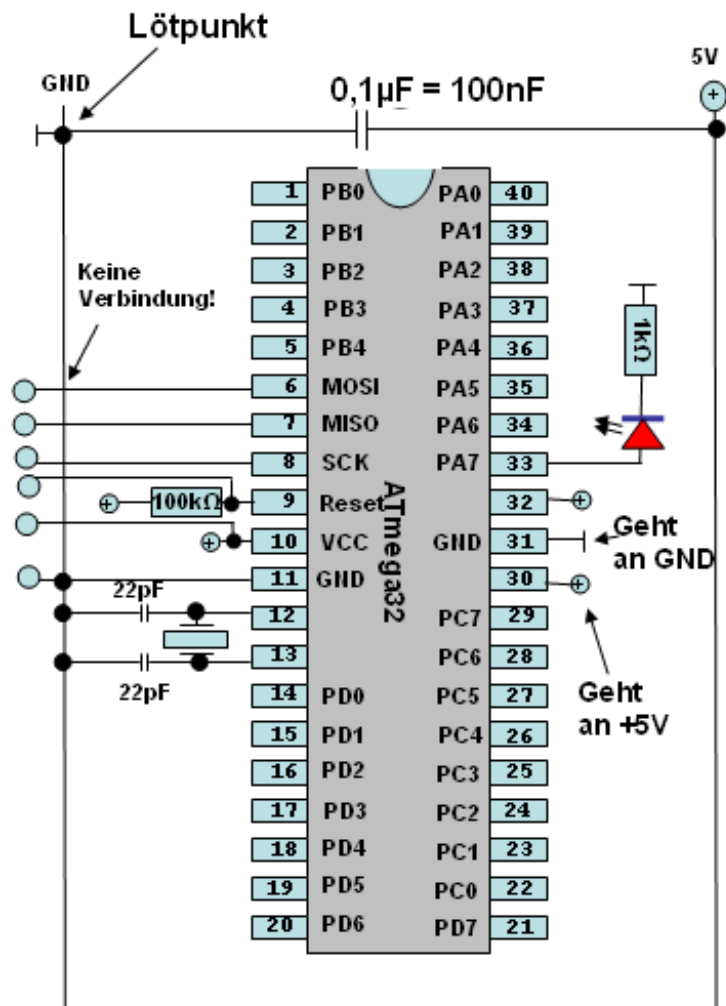


Bild 1-1: Grundlayout am Beispiel eines ATmega32

Welche notwendigen Grundelemente finden Sie in obigem Layout? Was fehlt noch?

Leiterbahnen

Beim Entwickeln der Leiterbahnen für den an der FH verfügbaren Fräsbohrplotter ist zu beachten:

- Typische Leiterbahnbreite: 0,7mm
- Akzeptabel: 0,5mm
- In Ausnahmefällen (Durchführung zwischen zwei Anschlüssen): 0,3mm

- Typisches Rastermaß (Abstand zwischen zwei Bohrungen): 2,54mm
- Beginnen Sie im Rastermaß 2,54 die Bauteile zu positionieren,
- gehen Sie erst auf feinere Rastermaße, wenn es dem besseren Ausnutzen von Platinenplatz dient.
- Typisches Rastermaß für Pads:
- klein: Formmaß x: 1,7...1,6mm; Bohrung: 0,9mm
- groß: Formmaß x: 1,9mm; Bohrung: 1mm
- Massepad:

ACHTUNG: Die Verwendung zuvieler unterschiedlicher Bohrdurchmesser erschwert den Fräsvorgang erheblich, da jedesmal von Hand die Bohrer gewechselt werden müssen.

- Beachten Sie beim Entwurf den Platzbedarf der Bauteile, insbesondere der Platzbedarf von Tastern und Buchsen wird oft unterschätzt,
- die Umrißlinie einer Platine kann auch erst am Schluß gezogen werden, wenn es keine äußeren mechanischen Randbedingungen gibt.
- Kreuzungsfreie Beschaltung geht vor einfachem Programm:

Es ist i.A. besser durch geschickte Zuordnung der verwendeten Port-Pins zu den angeschlossenen Peripherien Leitungskreuzungen zu vermeiden, anstatt sich an eine logische Ordnung zu halten.

- Verbundenheit aller Masseflächen beachten:

Verbindungen mit der Masse werden beim Auslegen von Fräslayouts nicht explizit ausgeführt: Kupferflächen, die nicht als Leitungen vorgesehen sind, bleiben beim Fräsvorgang als Masseflächen stehen. Eine einfache Bohrung reicht, um einen Pin als mit der Masse verbunden vorzusehen. Dies setzt aber voraus, dass alle Masseflächen ausgehend von der Versorgungsspannung durchgängig miteinander verbunden sind. Dies ist bei engem Layout nicht immer möglich. In diesem sollten direkt Verbindungsleitungen zur Wiederverbindung isolierter Masseflächen direkt in das Layout eingefügt werden.

2 Entwicklung eines einfachen Layouts mit Hilfe von kicad

Kicad ist eine frei verfügbare Software für die Entwicklung von Schaltungslayouts. Sie ist sowohl unter Linux, als auch Windows erhältlich.

- Beispielhafte Installationssequenz für eine Debian basierte Linux-Distribution, wie beispielsweise Knoppix:

```

echo " "
echo "*****"
echo "* Installiere KICAD *"
echo "*****"
echo " "
cd /mnt-system/fhb_knoppix/knoppix_zusatzpakete/009_kicad
sudo dpkg --root / -i zlib-bin_1.2.3.4.dfsg-3_i386.deb;
sudo dpkg --root / -i extra-xdg-menus_1.0-4_all.deb;
sudo dpkg --root / -i kicad-common_0.0.20100314-1_all.deb;
sudo dpkg --root / -i kicad_0.0.20100314-1_i386.deb;
sudo dpkg --root / -i kicad-doc-en_0.0.20100314-1_all.deb;
sudo dpkg --root / -i kicad-doc-de_0.0.20100314-1_all.deb;
#Zusatzlibraries aus eagle einfügen:
tar xvfz KiCA_d_Libs_all.tar.gz -C /usr/share/kicad/library

```

Code 2-1:

- Neben den Basispaketen von Kicad selbst müssen benötigt in diesem Fall Knoppix 6.3. weitere Installations-Pakete: zlib-bin und extra-xdg-menus.
- Es ist möglich auch Libraries aus eagle zu integrieren (s.o.).

Beispielprojekt

- Als Beispiel soll eine Mikrocontrollerschaltung mit einem ATtiny84 umgesetzt werden.
- Dieser steuert hier lediglich drei LEDs an und wird über einen Goldcap einige Minuten mit Spannung versorgt:

Schritt1: Arbeiten im Layout-Editor

Es ist möglich von einem Schaltplan ein Layout automatisch erstellen zu lassen. Ebenso ist es möglich direkt ein Layout zu gestalten. Letzteres soll hier vorgeführt werden.

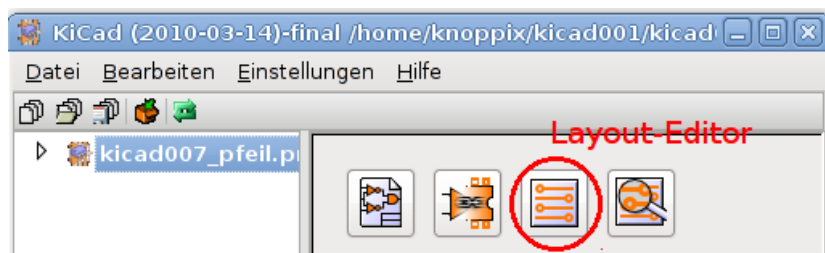


Bild 2-1: Auswahl für das Arbeiten im Layout-Editor.

Schritt2: Design-Regeln festlegen

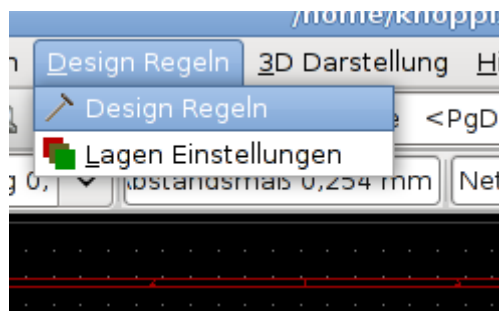


Bild 2-2: Design-Regeln festlegen.

Globale Design Regeln		
Netzklassen:		
	Abstandsmaß	Leiterbahnbreite
Default	0,2540	0,7

Bild 2-3: 0,7mm Leiterbahnbreite als Defaultwert.

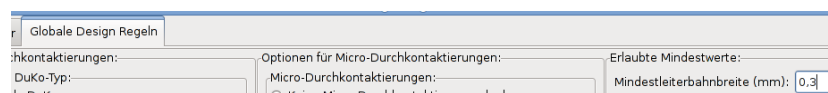


Bild 2-4: Mindestleiterbahnbreite: 0,3mm.

Schritt3: Lagen-Einstellungen

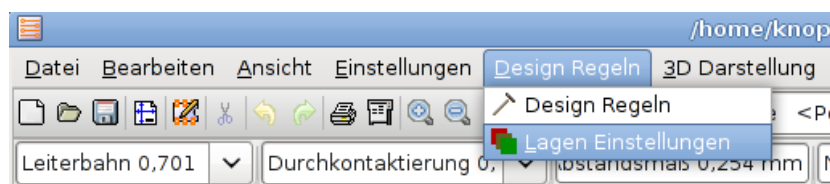


Bild 2-5: Auswahl: Lagen Einstellungen

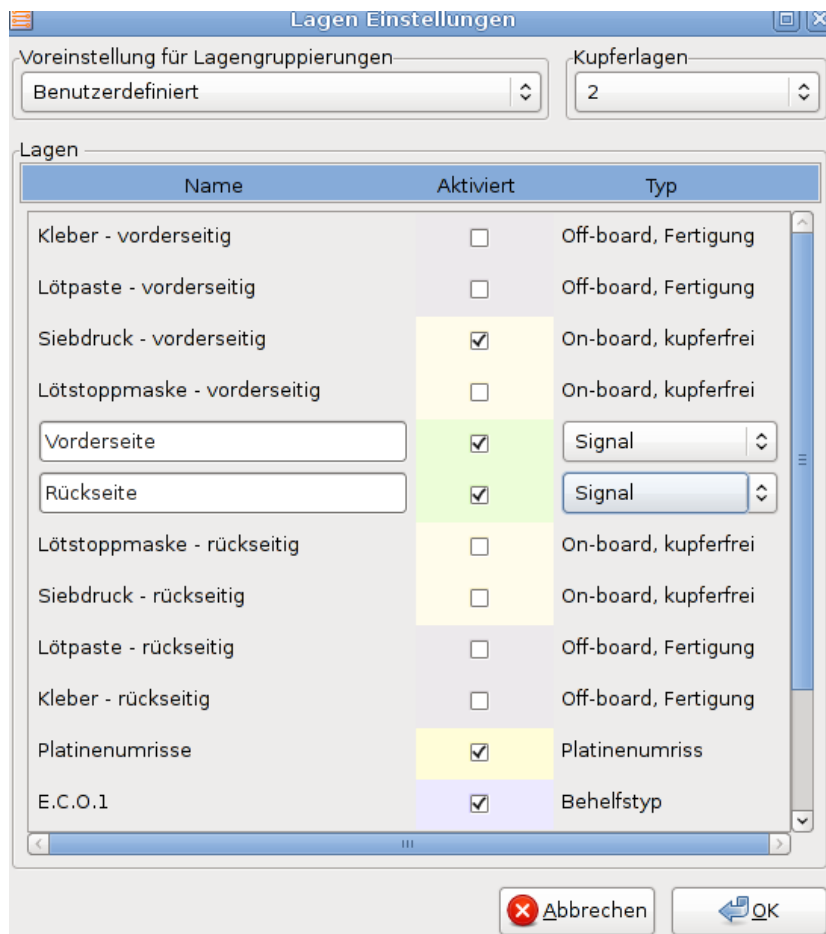


Bild 2-6: Reduzierte Lageneinstellungen. Leider lässt sich eine vorderseitige Kupferschicht nicht ganz ausschalten, wird aber nicht benutzt.

Schritt4: Arbeiten ohne vorgegebenes Leiterbahnnetz erlauben

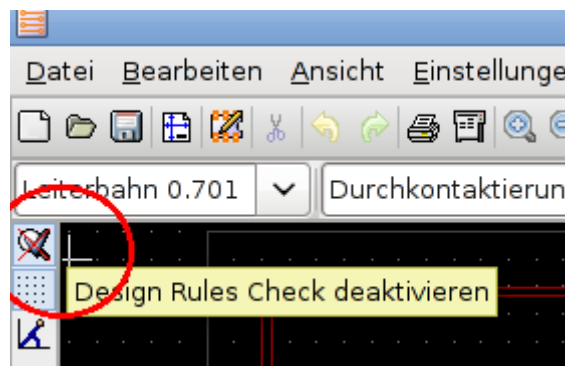


Bild 2-7: Punkt anhaken: „Design Rules Check deaktivieren“

Schritt5: Anzahl der verwendeten Bauteil-Bibliotheken anpassen

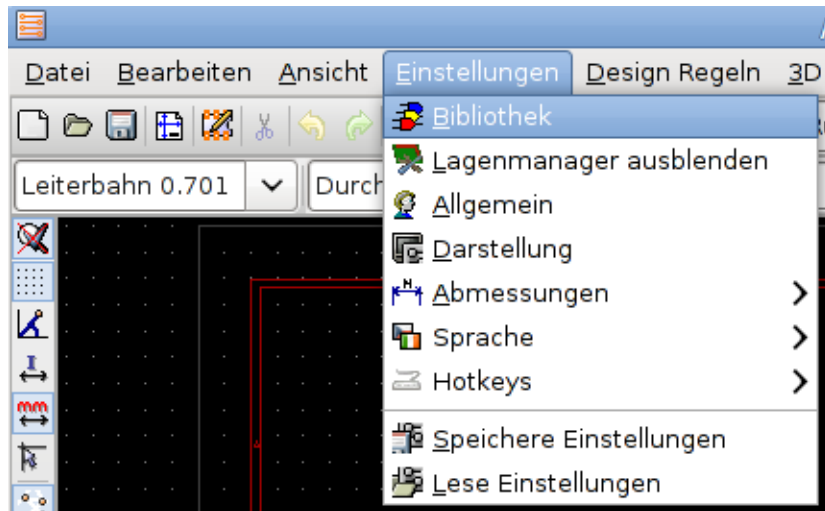


Bild 2-8: Menüauswahl: Bibliothek

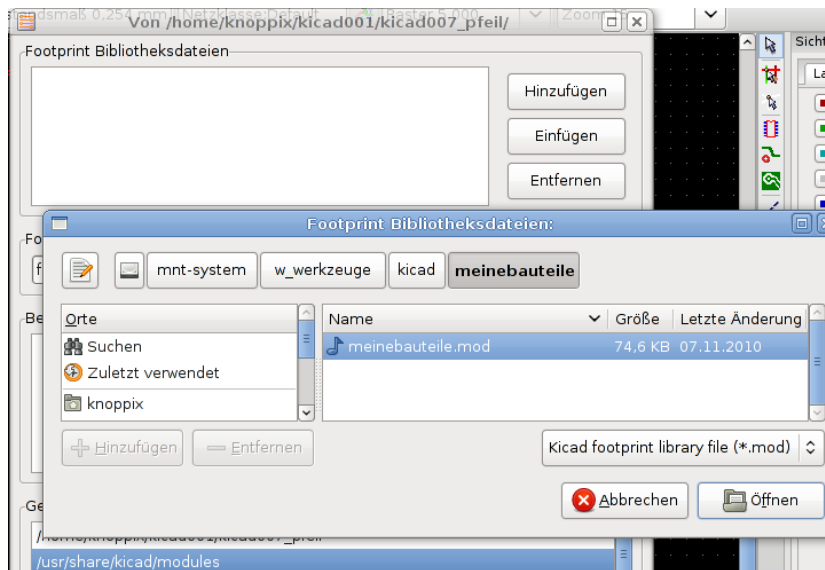


Bild 2-9: Alle Bibliotheken entfernen und eine eigene hinzufügen.

Schritt6: Sinnvolles Rastermaß zum Arbeiten auswählen.

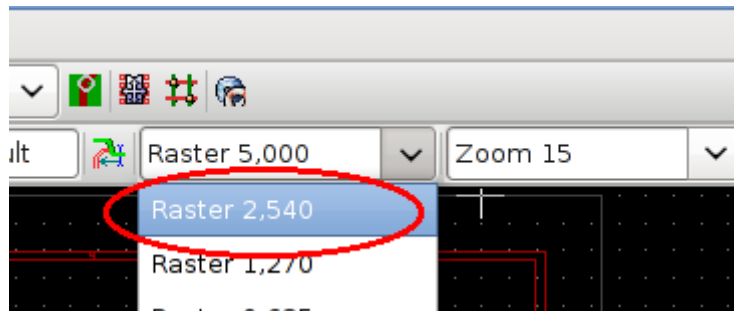


Bild 2-10: Sinnvolles Rastermaß auswählen: 2,54mm

Schritt7: Beginn der Arbeit, Hinzufügen eines Bauteils aus der Bibliothek

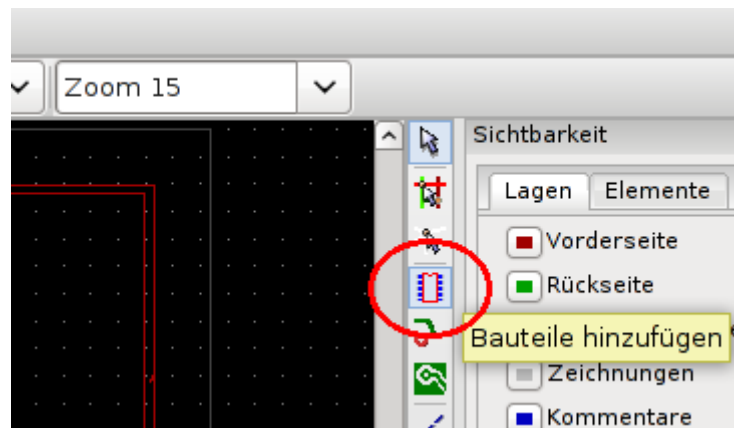


Bild 2-11: Menüauswahl: Bauteil einfügen.

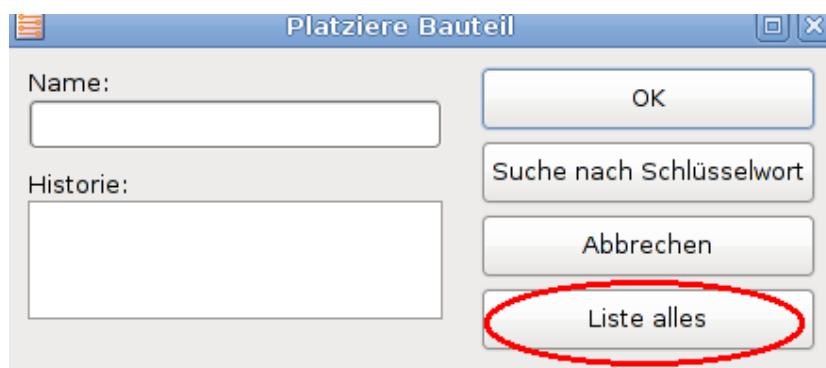


Bild 2-12: Alle verfügbaren Bauteile anzeigen.

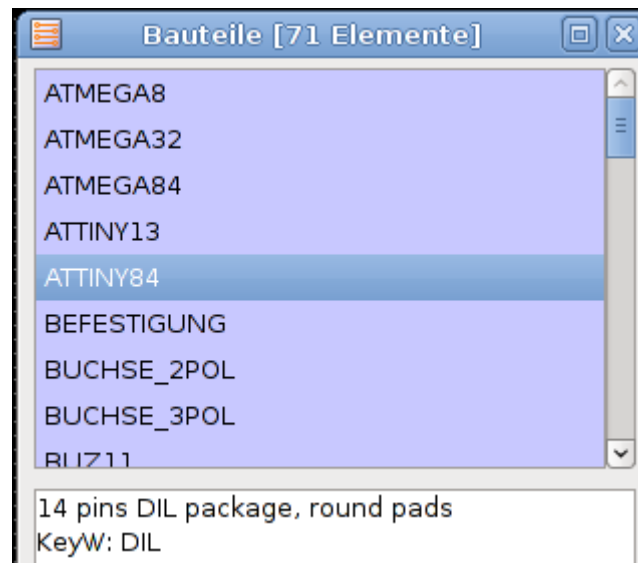


Bild 2-13: Beispielauswahl: Ein ATtiny84.

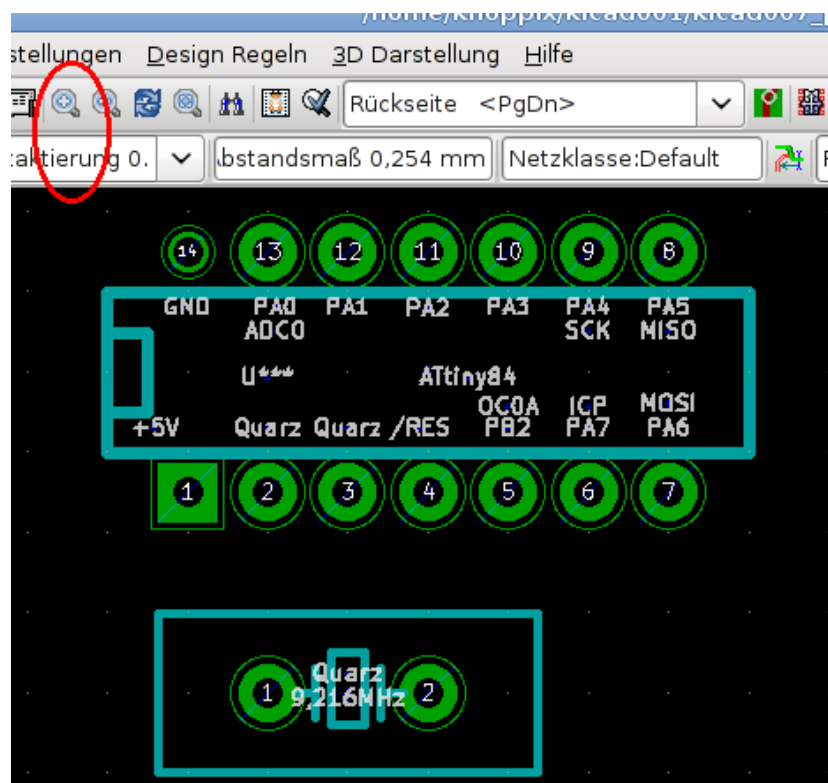


Bild 2-14: Hineinzoomen in Schaltung, bisher: Mikrocontroller und Quarz.

Schritt8: Leiterbahnen einfügen.

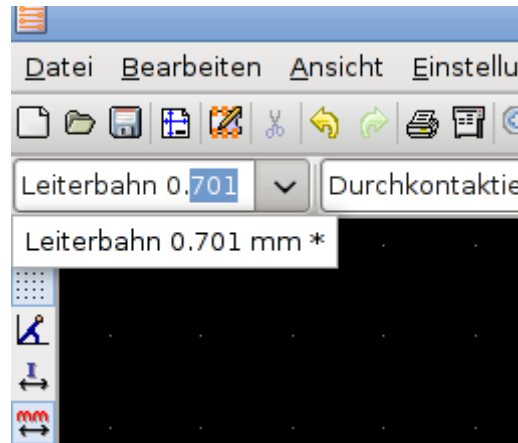


Bild 2-15: Einstellen der richtigen Leiterbahndicke, kann hier von Hand eingeschrieben werden, hier: 0,7mm.

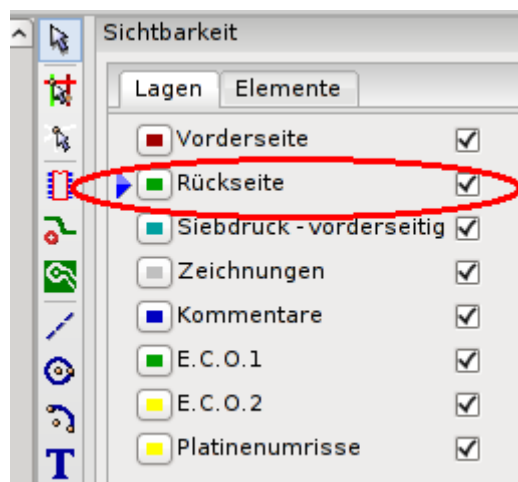


Bild 2-16: Richtige Lage (Layer) wählen. Gefräst wird die Rückseite (grün) - hier werden alle Bauteile und Leiterbahnen gesetzt.

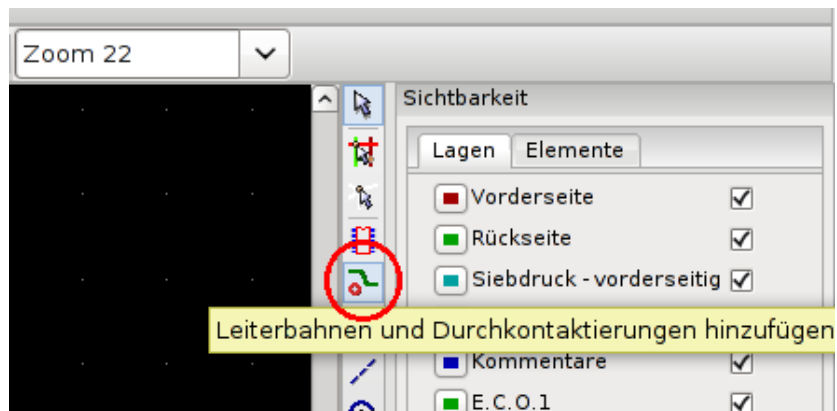


Bild 2-17: Menüauswahl: Neue Leiterbahn zeichnen.

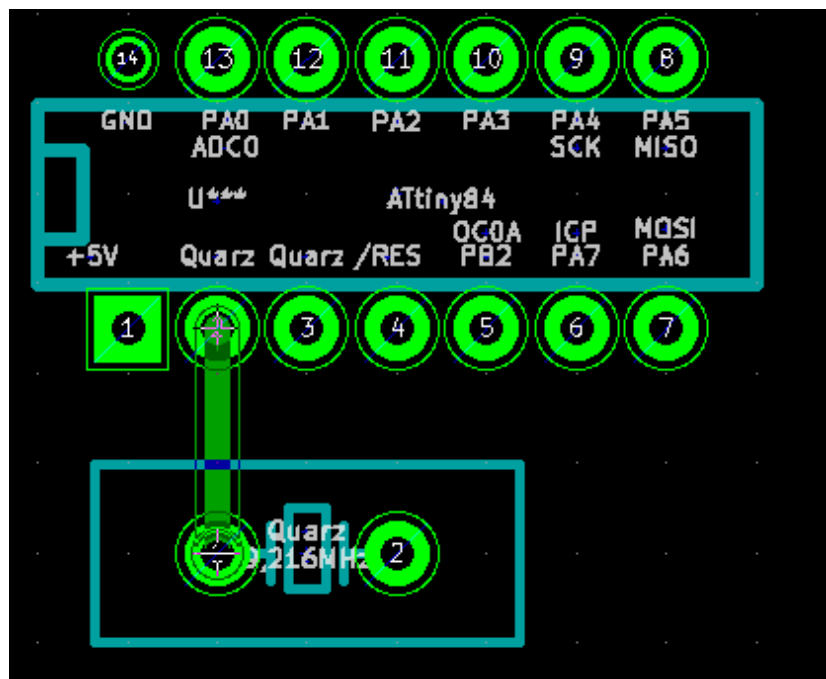


Bild 2-18: Einfügen der Leiterbahn, Abschneiden mit Doppelklick.

Schritt9: Umrißlinie einfügen

- Nach Abschluß des Layout-Entwurfs muß um die Schaltung herum eine rechteckige Umrißlinie gezeichnet werden.
- Hierzu wird als Layer „Platinenumrisse“ gewählt.
- Gezeichnet wird dann mit „Grafische Linie“, nicht etwa mit „Leiterbahn“.

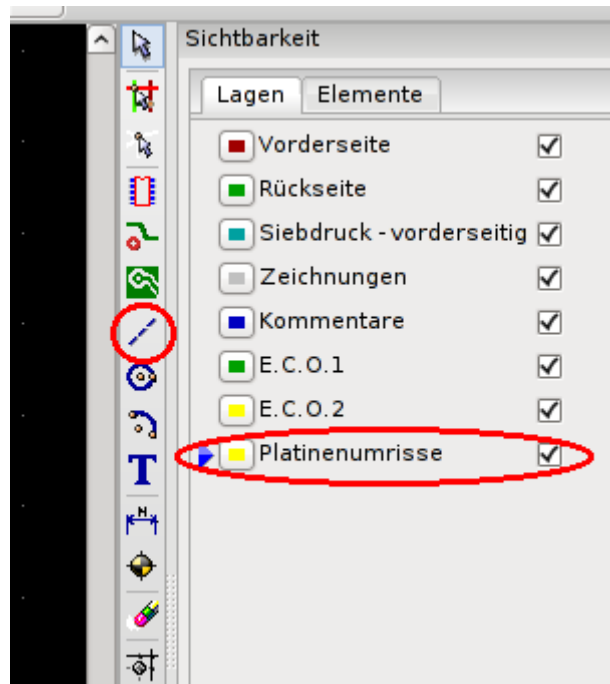


Bild 2-19: Einstellungen für das Zeichnen der Umrißlinie.

Schritt10: Eigene Bauteile für eine Bauteilbibliothek entwickeln: s. nachfolgendes Unterkapitel

Schritt11: Exportieren der Schaltung für den Fräsbohrplotter

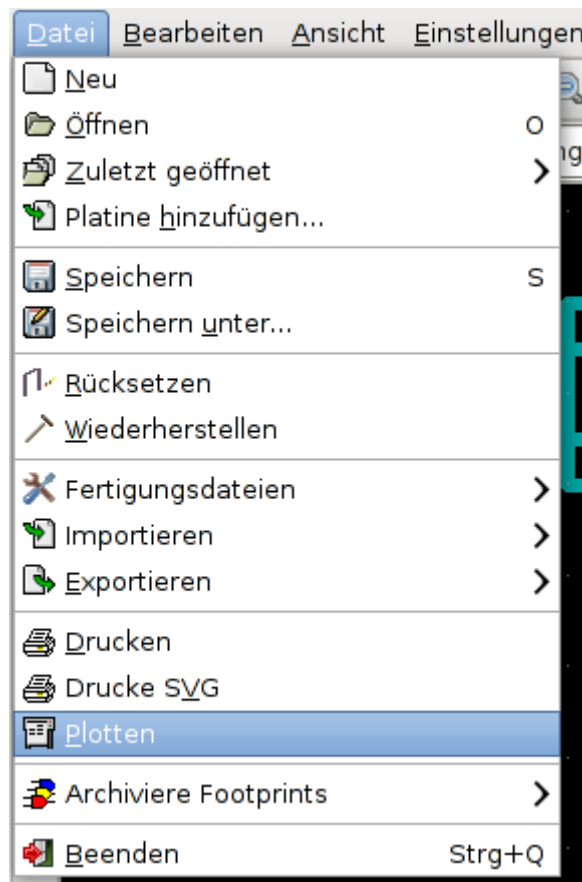


Bild 2-20: Die Menüauswahl, um ein Layout zum Fräsen zu exportieren ist „Plotten“.

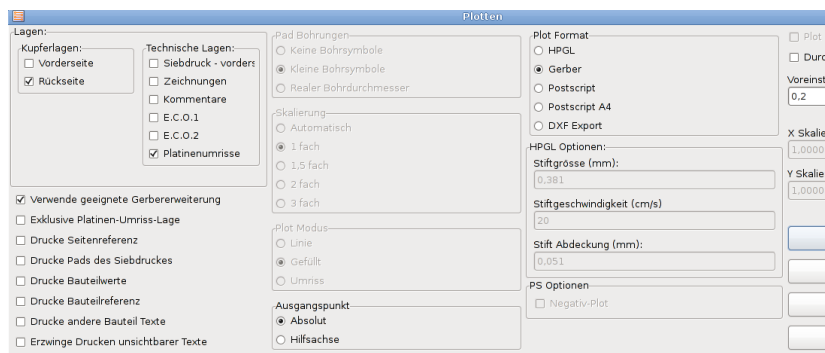


Bild 2-21: Unsere Einstellungen für das Gerberformat - danach „Plotten“ drücken.

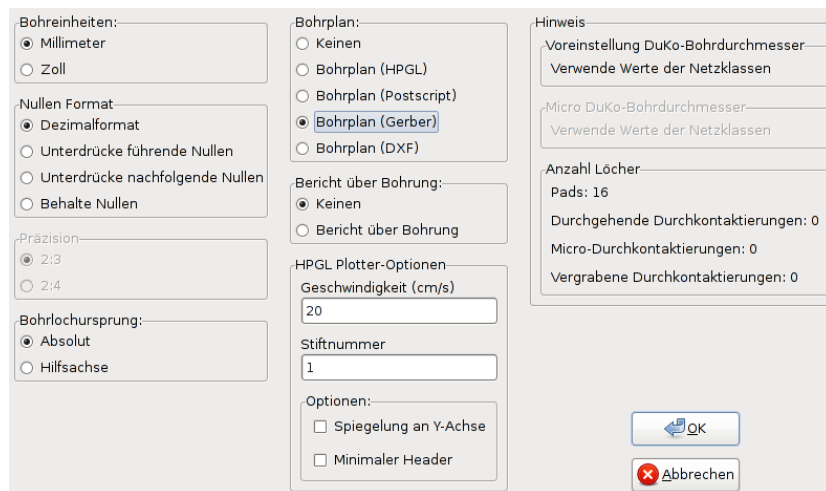


Bild 2-22: Dann „Generiere Bohrdatei“ anwählen. Einstellungen, siehe Bild.

3 Verwendung des Bauteileditors von kicad zum Erstellen neuer Bauteile und ihre Bereitstellung in einer eigenen Bauteilbibliothek

Es lohnt sich häufig benötigte Bauteile anzupassen und als eigene Bauteile in einer eigenen Bauteilbibliothek abzuspeichern. Insbesondere kann so an der FHB nach und nach eine komfortable Bibliothek entstehen. Es ist zudem sinnvoll eigene Bauteile zu beschriften, so, dass leicht die Anschlußmöglichkeiten erkannt werden. Beispielsweise kann die 6-polige Wannenbuchse für den ISP-Programmierstecker gleich mit den Pin-Bezeichnungen MISO, MOSI, SCK, RESET, +5V, GND versehen werden. Als Layer für diese Beschriftung und auch für die Umrisse, wird „Siebdruck vorderseitig“ verwendet.

Schritt1: Bauteileditor öffnen

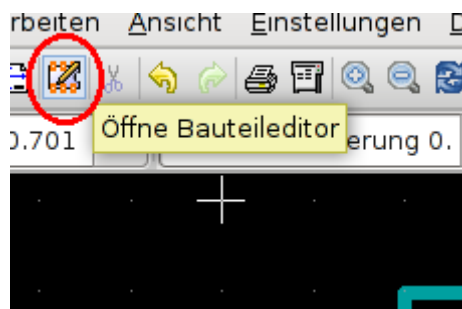


Bild 3-1: Öffnen des Bauteileditors.

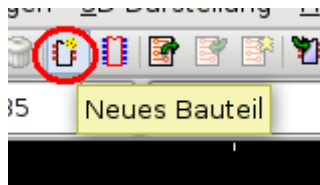


Bild 3-2: Erste Möglichkeit: Ganz neues Bauteil erstellen.

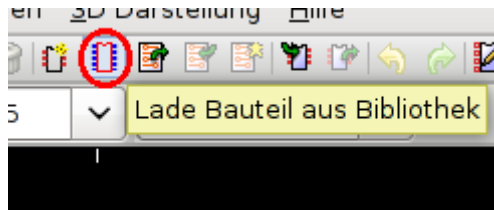


Bild 3-3: Zweite Möglichkeit: Bauteil aus Bibliothek modifizieren.

Schritt2: Leiterbahnenpads und Massepads einfügen.

Pads können nur über den Umweg des Einfügens eines Bauteils mit Pads in ein Layout eingefügt werden. D.h. man entwirft ein Bauteil mit den notwendigen Pads und fügt dieses dem Layout hinzu.

- Normale Pads versehen wir üblicherweise mit folgenden Radien und Bohrungen:
 - klein: Formmaß x: 1,7...1,6mm; Bohrung: 0,9mm
 - groß: Formmaß x: 1,9mm; Bohrung: 1mm
 - Massepad: Formmaß x: 0,2mm größer als die Bohrung.
 - Leider gibt es kein spezielles Pad, dass automatisch auf Masse geht.
 - Hier wenden wir einen Trick an:
1. Einfügen des Massepads mit schmalen Rand.
 2. Am Ende des Layouts: Einfügen einer Massefläche.
 3. Vergrößern der Massepads auf Formmaß x: 2mm.

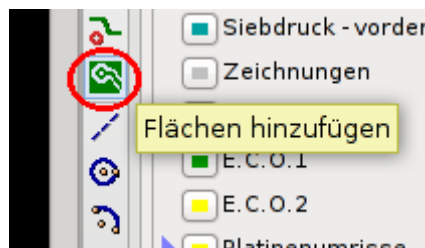


Bild 3-4: Einfügen der Massefläche (Layout, NICHT Bauteileditor).

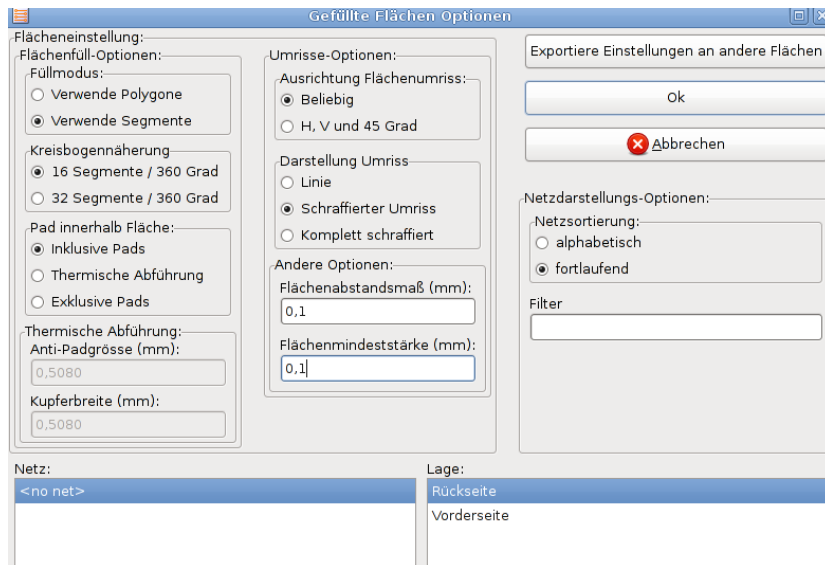


Bild 3-5: Einstellungen für Massefläche (Layout, NICHT Bauteileditor).

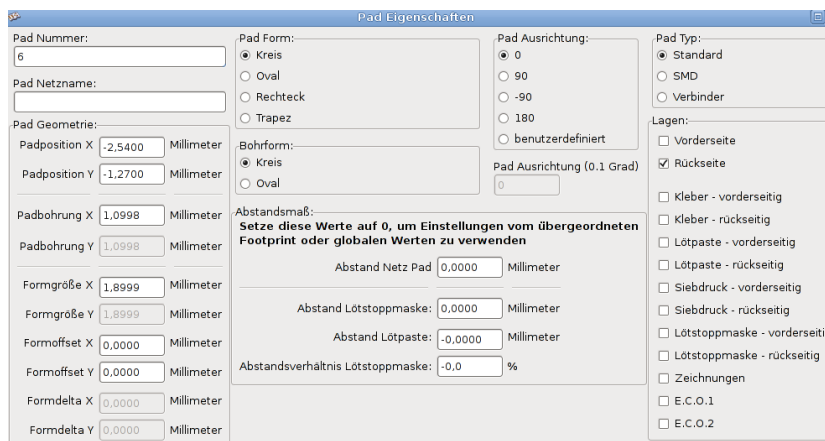


Bild 3-6: Einstellungen für ein großes rundes Pad (wieder Bauteileditor).

Schritt3: Bauteil speichern

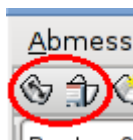


Bild 3-7: Auswahl der Bauteilbibliothek, in die Bauteil hinzugefügt werden soll und speichern des Bauteils.