

# Tutorial Isolationsfräsen - einseitig

Toolchain:

KiCad V5.0.1 (PCB Schaltplan → PCB Layout → Gerber-Dateien)

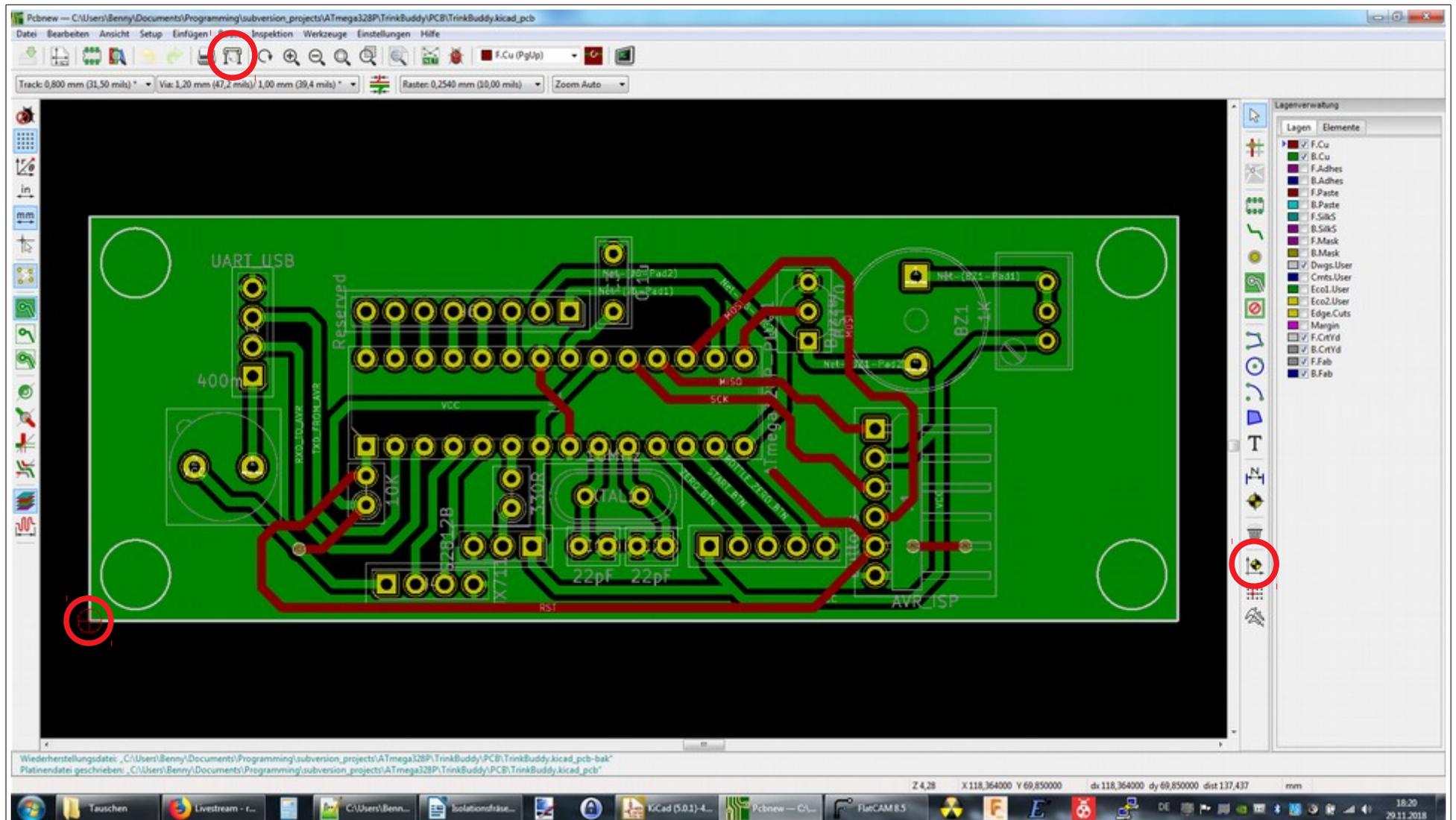
Flatcam V8.5 (Gerber-Dateien → Gcode-Dateien)

Getestet mit CNC-Steuerung WinPC-NC V3.01 und CNC Maschine Stepcraft Version 2.

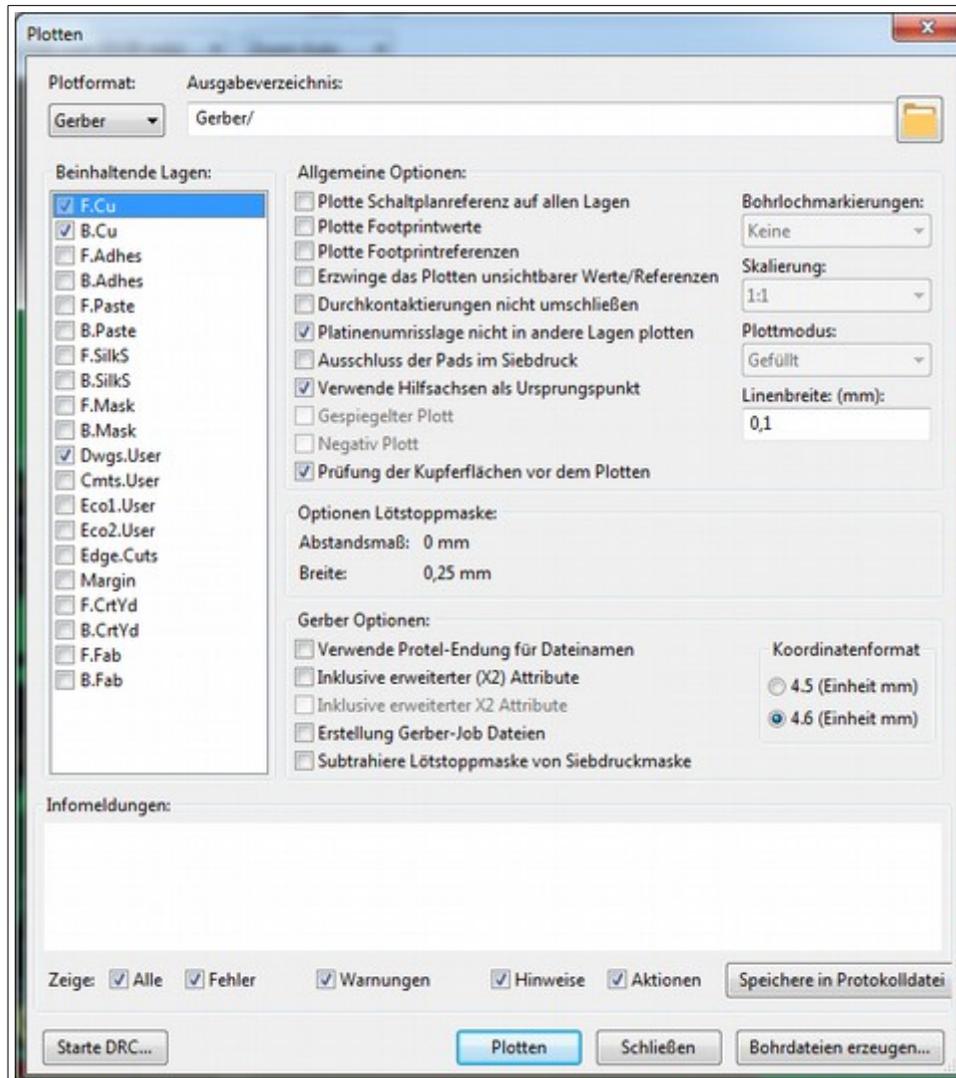
Folgende Anleitung ist nur EIN Weg, der bei MIR funktioniert hat. Es gibt bestimmt noch tausend andere und viel cleverere Wege. Diese Anleitung soll nur ein Einstieg sein, um den grundsätzlichen Ablauf mit den genannten Tools zu verstehen.

Eine bereits fertig gelayoutete Leiterplatte in KiCad ist der Startpunkt.

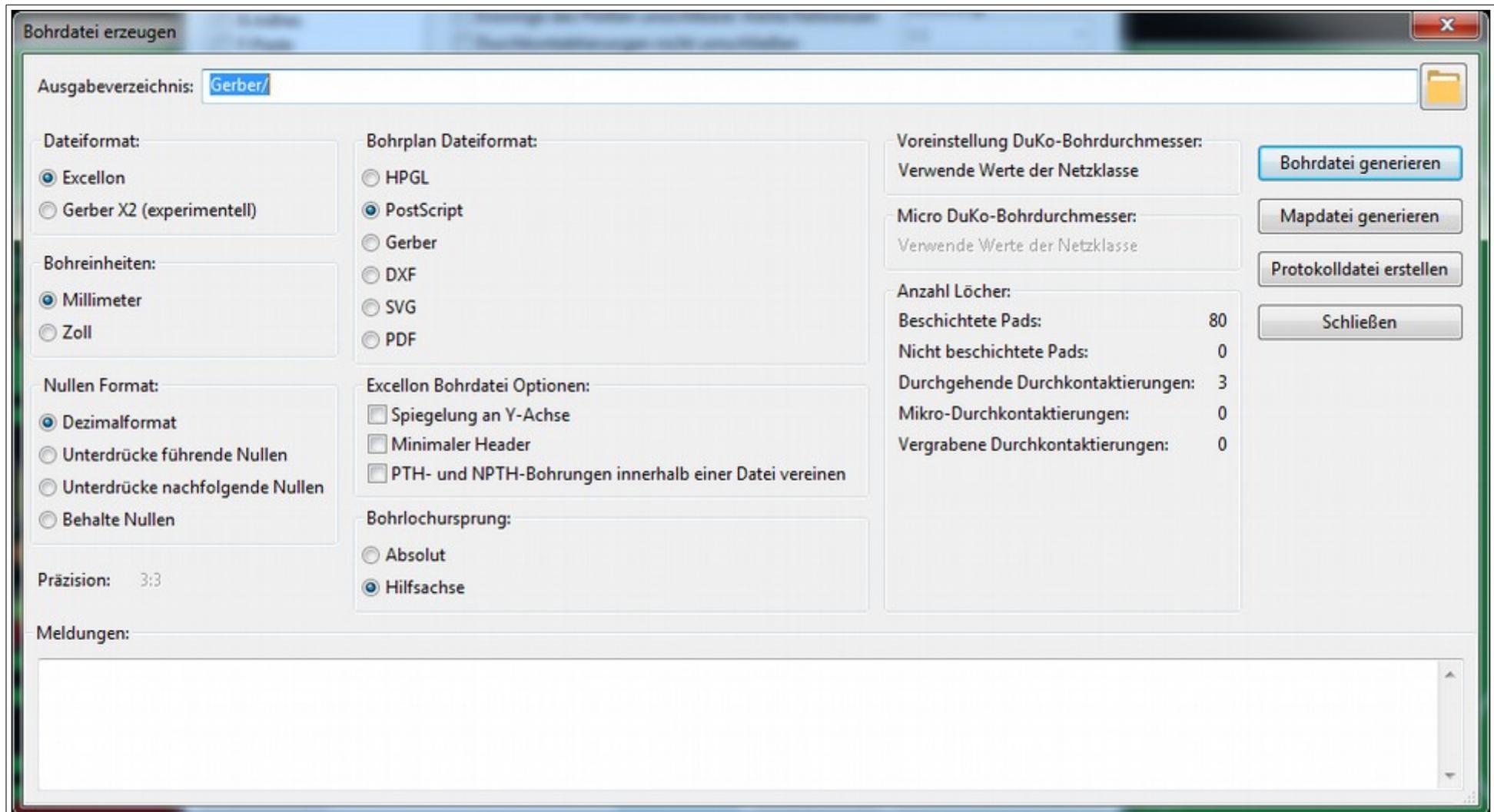
Stand: 30.11.2018



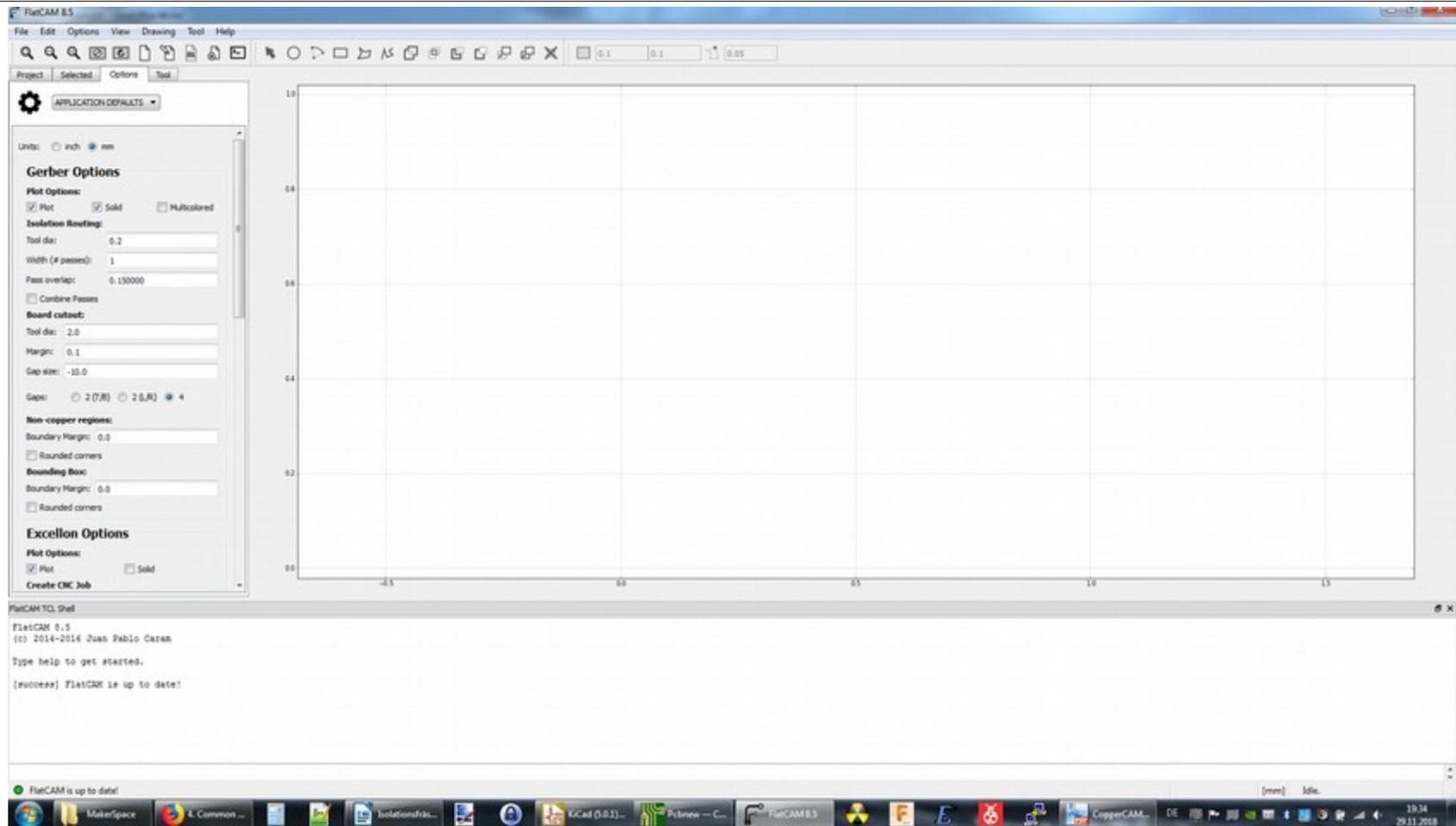
- Ursprungspunkt muss in eine Ecke gelegt und mit einer Hilfslinie versehen werden
- Ein Umriss kann über ein DXF eingefügt werden, dient aber nur zur Orientierung (Layer Dwgs.User)
- Auf Plotten drücken



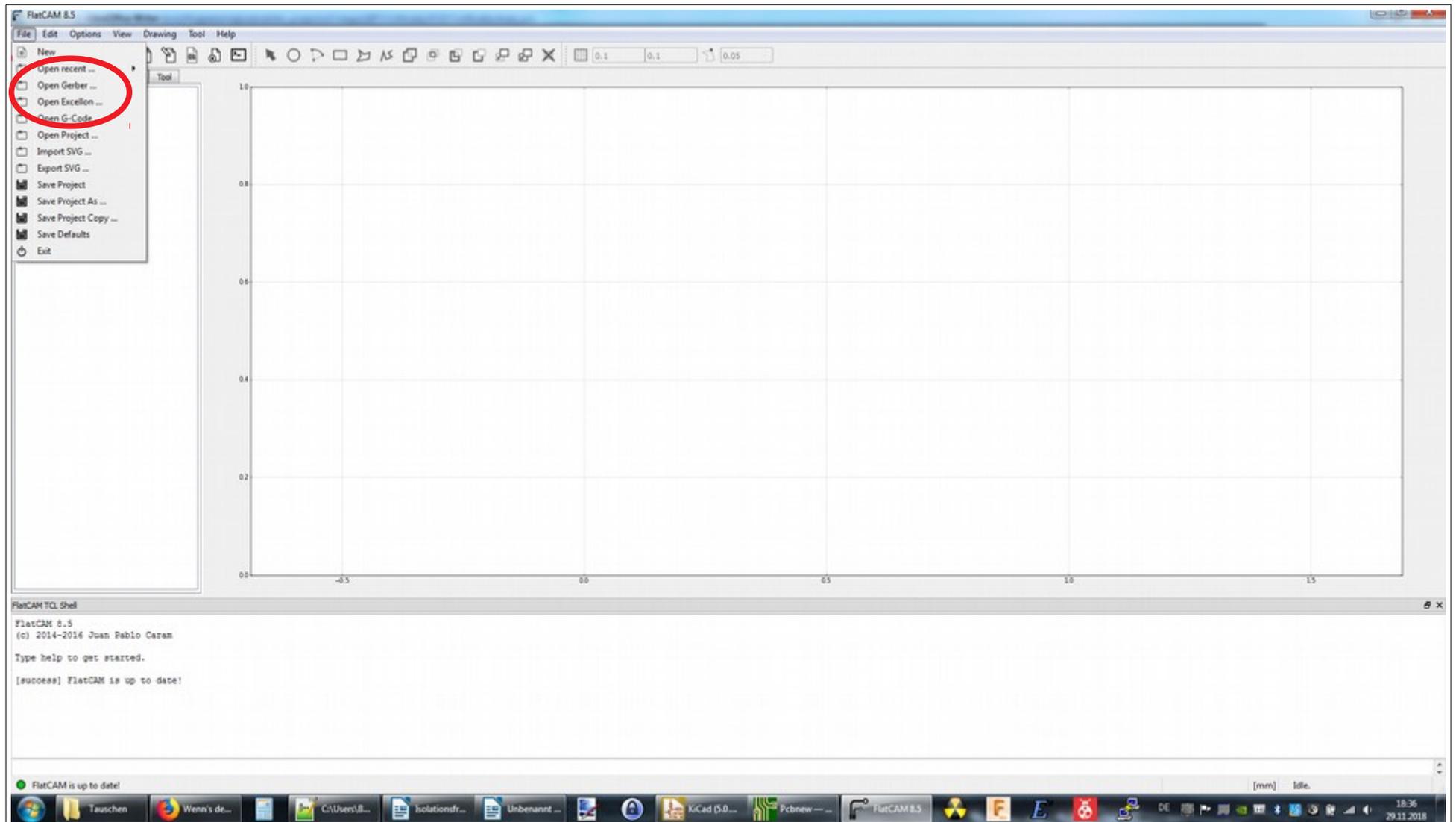
- Jede Lage, die angewählt ist, erzeugt dann eine Gerber und eine Bohr-Datei
- Ausgabeverzeichnis wählen
- Alles wie im Bild einstellen und auf **Plotten** drücken
- Dann auf **Bohrdateien erzeugen**



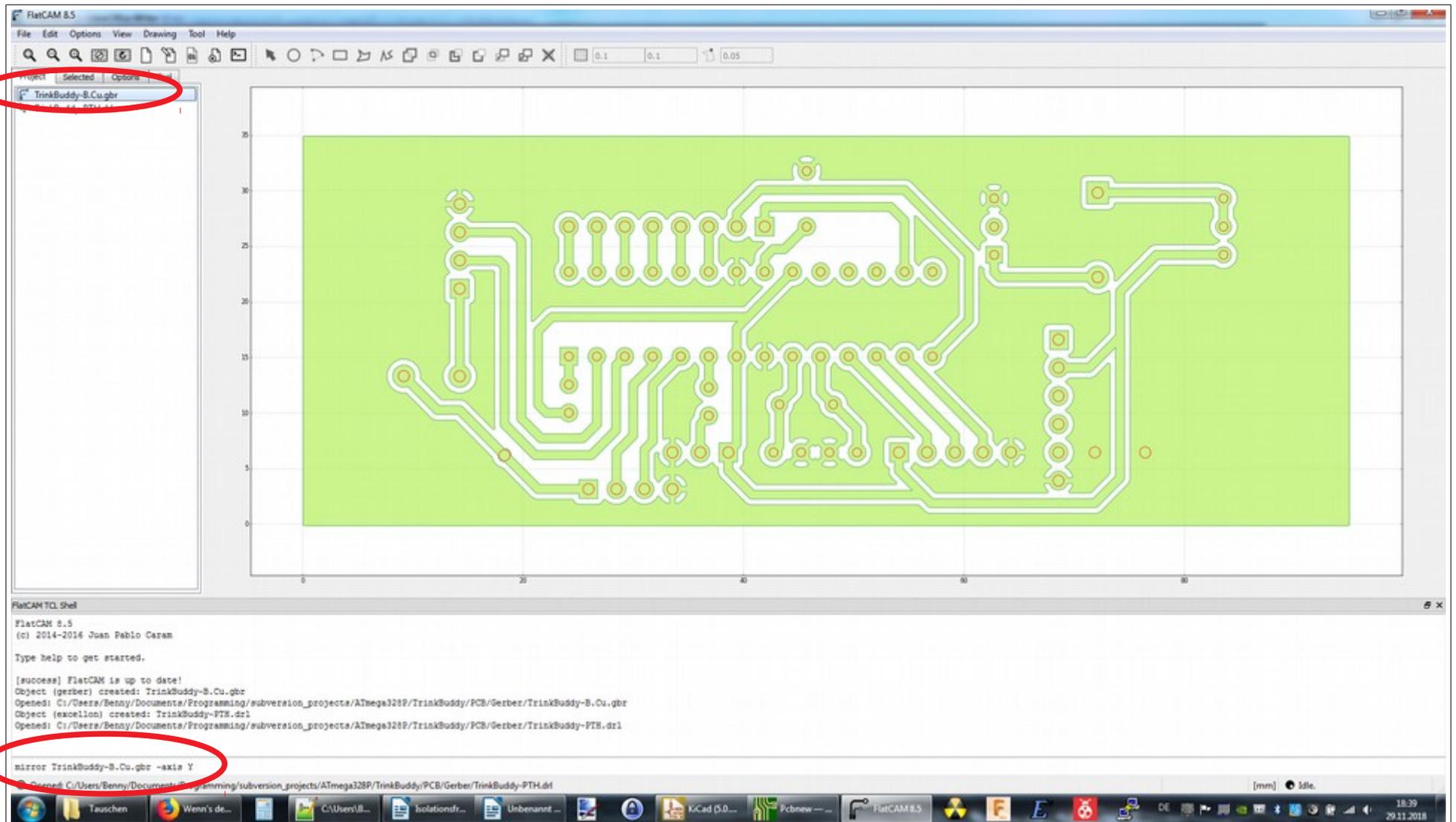
- Alles wie im Bild einstellen und auf **Bohrdatei generieren** drücken
- Dann alle Fenster schließen, weiter geht's mit Flatcam



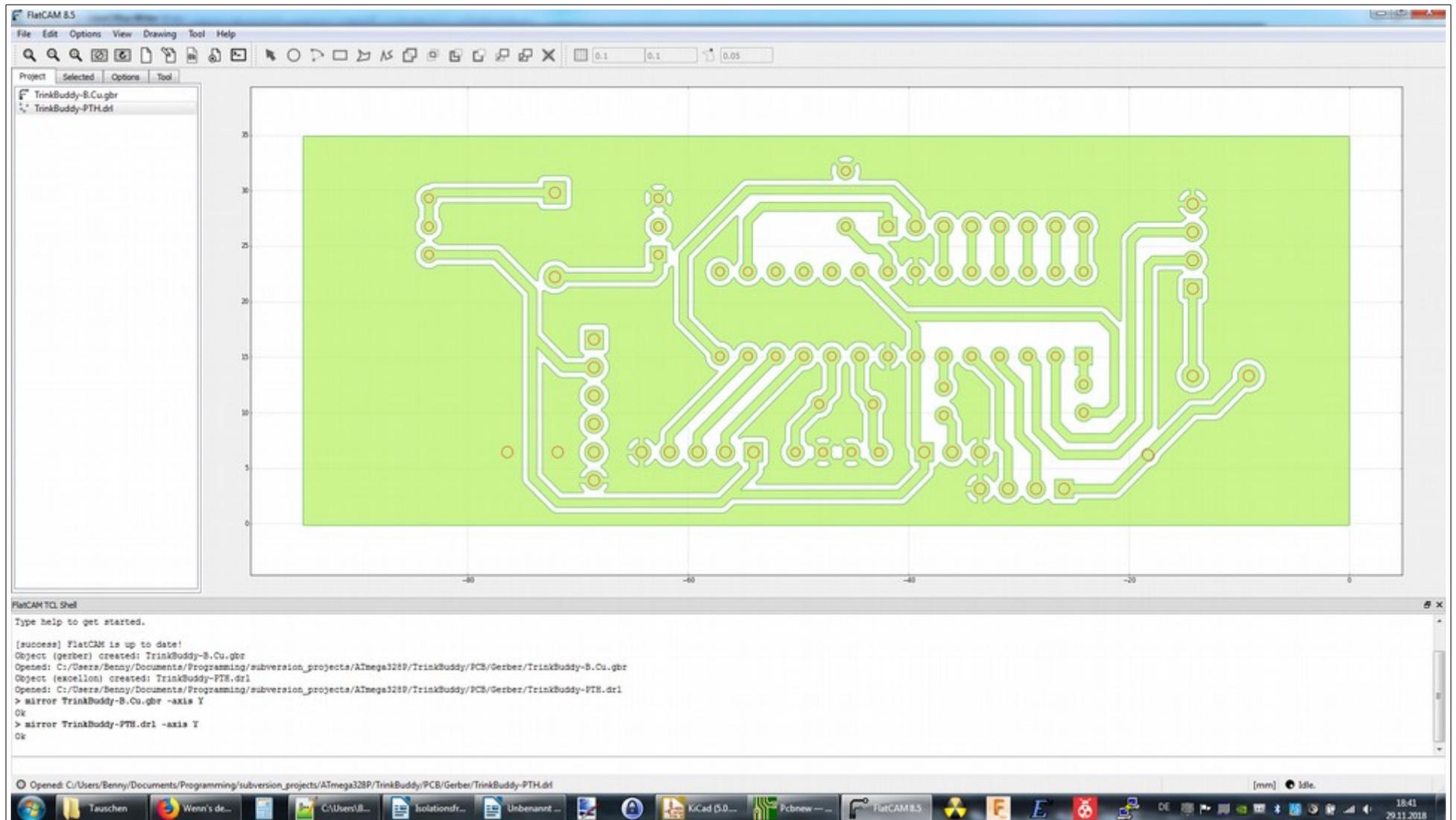
- In Flatcam unter Options zuerst die Default-Werte für das Project einstellen. Z.B. **mm** oder **inch**
- **Isolation Routing** (Isolationsfräsen): **Tool dia** = Gravurstichel – oder Fräserbreite; **Width**=Durchgänge (1 ist OK)
- **Board cutout** (PCB Herausfräsen): **Tool dia**: Fräserbreite; **Gap size**=Haltestegbreite; **Gaps**= Anzahl Stege
- **Excellon Options** (Bohrungen): **Cut Z**= Bohrtiefe; **Travel Z**=Verfahrhöhe; **Feed rate**=Vorschubgeschw.; **Toolchange Z**= Werkzeugwechslehöhe
- **Geometry Options**( Allgem. Geometryeinstellungen für Isolationsfräsen und Cutout)
- ...



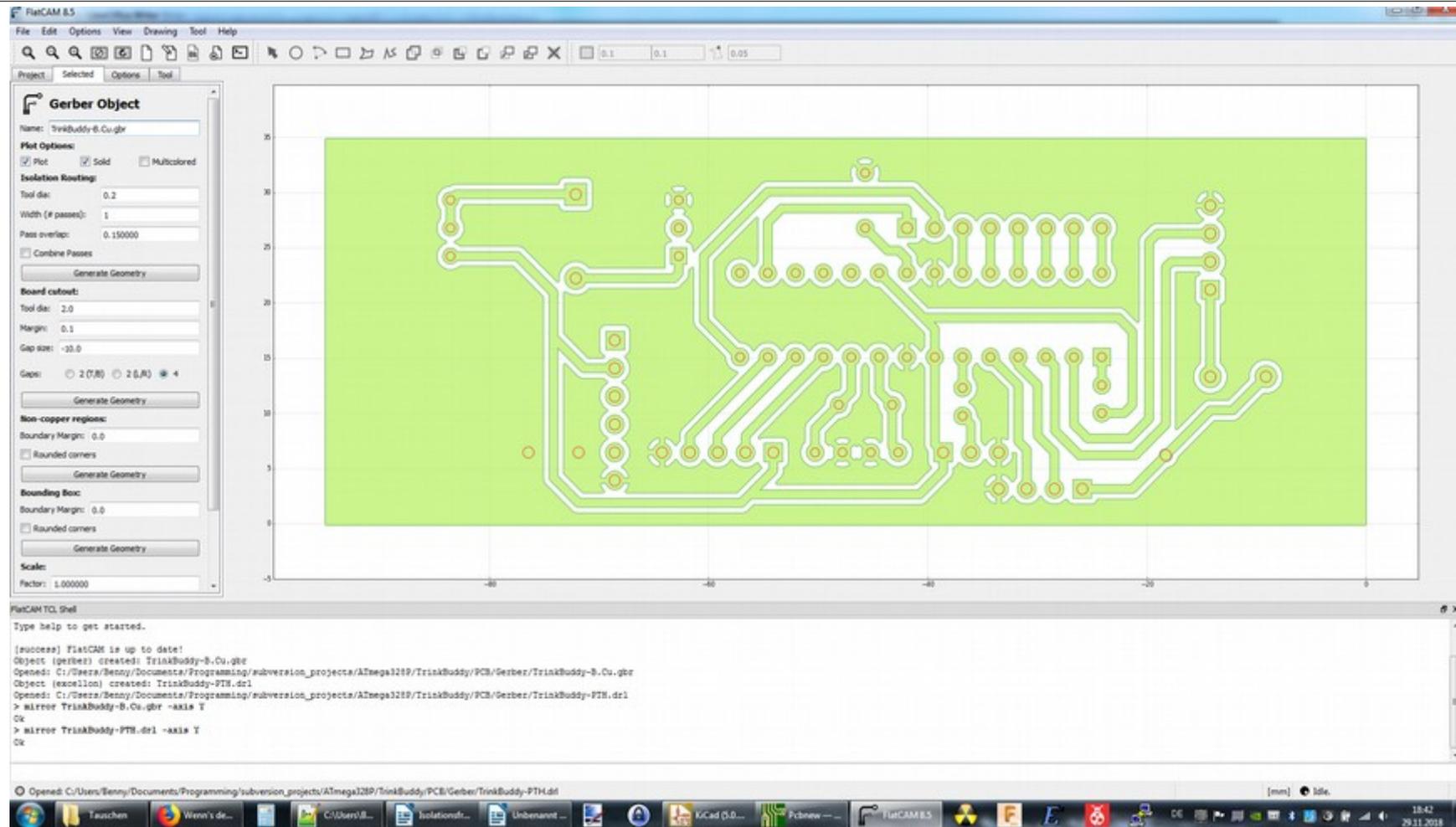
- Die Gerber-Dateien (**.gbr**) und die Excellon-Bohrdateien (**.drl**) öffnen



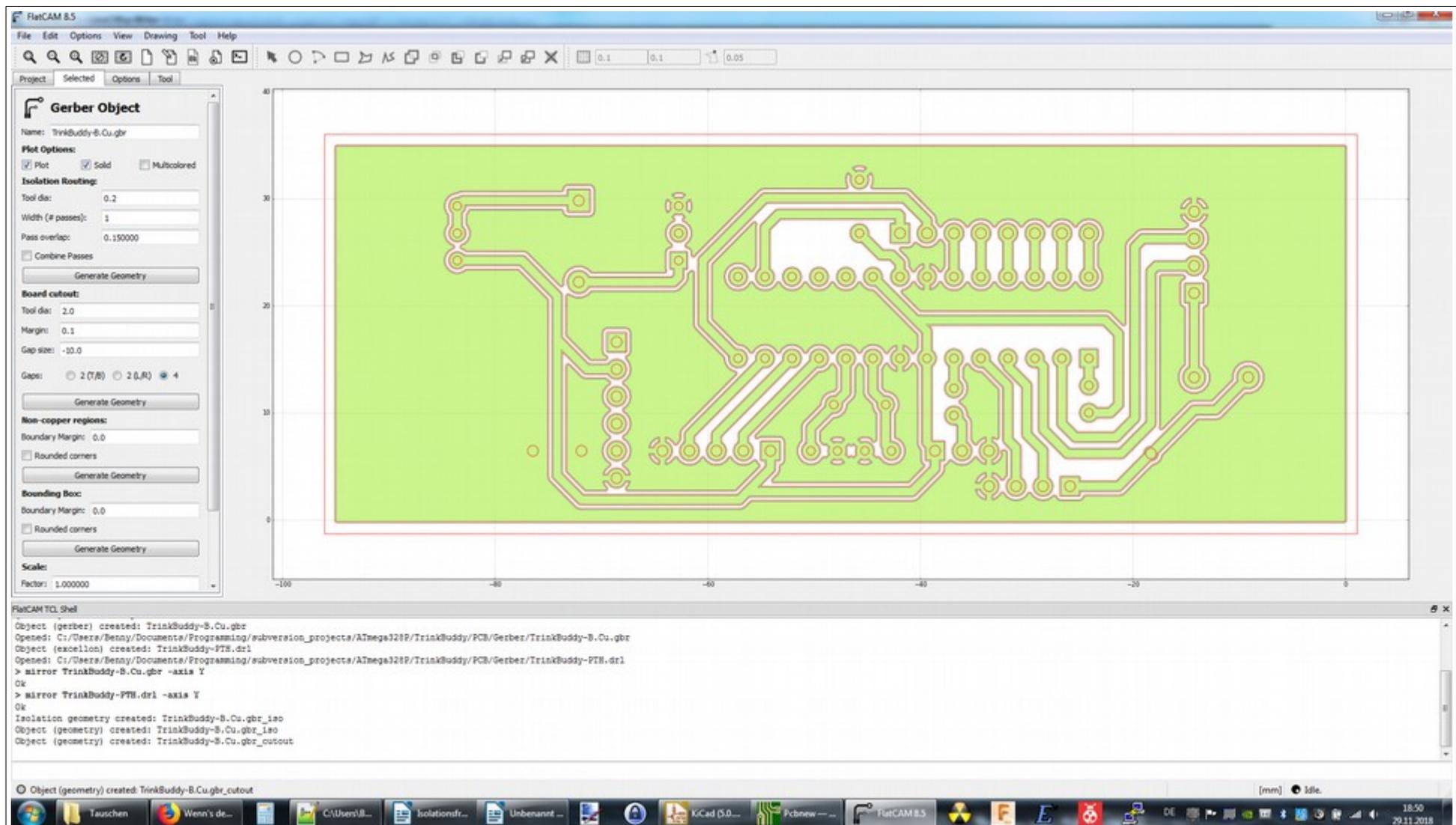
- Bei Bottom-Layern ist es wichtig zuerst zu spiegeln: **mirror <Datei> -axis Y**
- Ebenso die Bohrdatei spiegeln



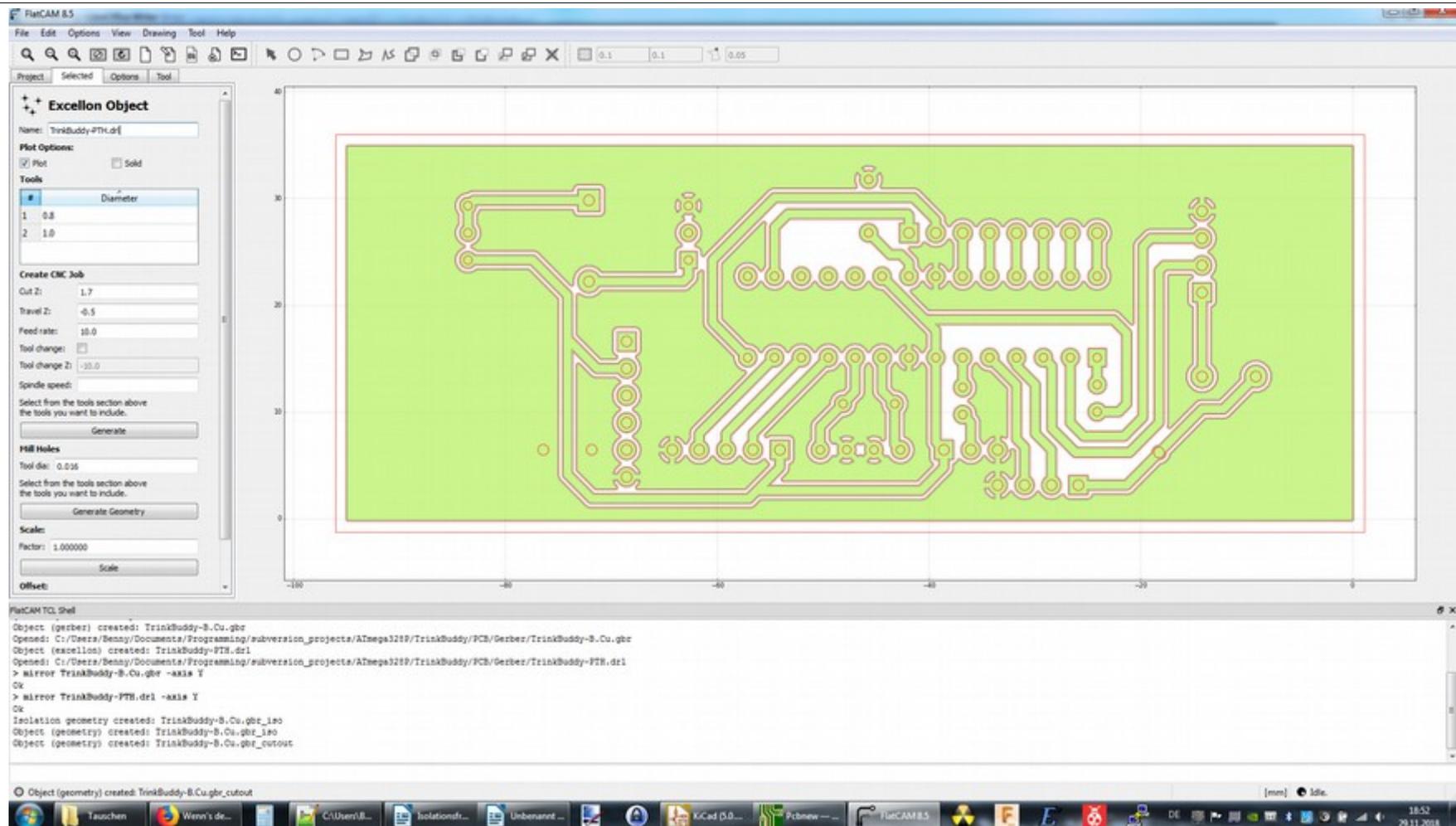
- Es sollte jetzt alles gespiegelt sein zum Isolationsfräsen vom Bottom-Layer aus
- Jetzt die Gerber-Datei selektieren und auf **Selected** drücken



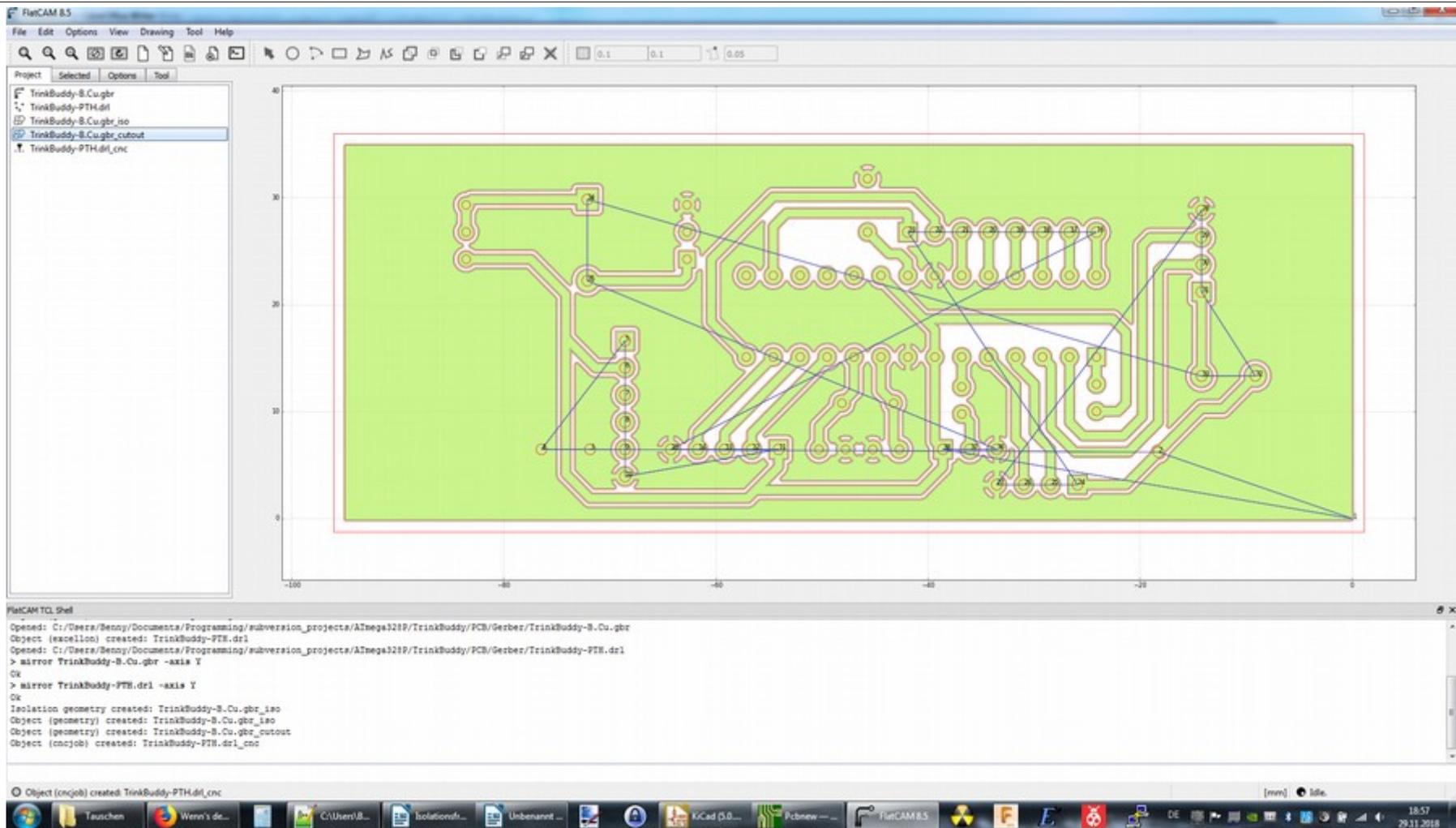
- Einstellungen für einen Gravurstichel mit 0.2mm Spitzenbreite im Abschnitt **Isolation Routing**.
- Dann auf **Generate Geometry** drücken – es entsteht die Isolationsgeometrie im Reiter **Project**
- Dann gleich noch die Cutout-Geometrie im Abschnitt **Board cutout** erstellen, z.B. mit einem 2mm Fräser (Tool dia=2mm). **Generate Geometry** drücken
- Wenn man Haltestege will, dann vorher die Breite mit **Gap size** angeben und die Anzahl (2 oder 4). Wenn man keine will dann Gap size=-10.
- **Tipp:** Den Leiterplattenrohling mit wenig doppelseitigem Klebeband auf eine Opferplatte kleben. Hält bombig und glättet Wölbungen.



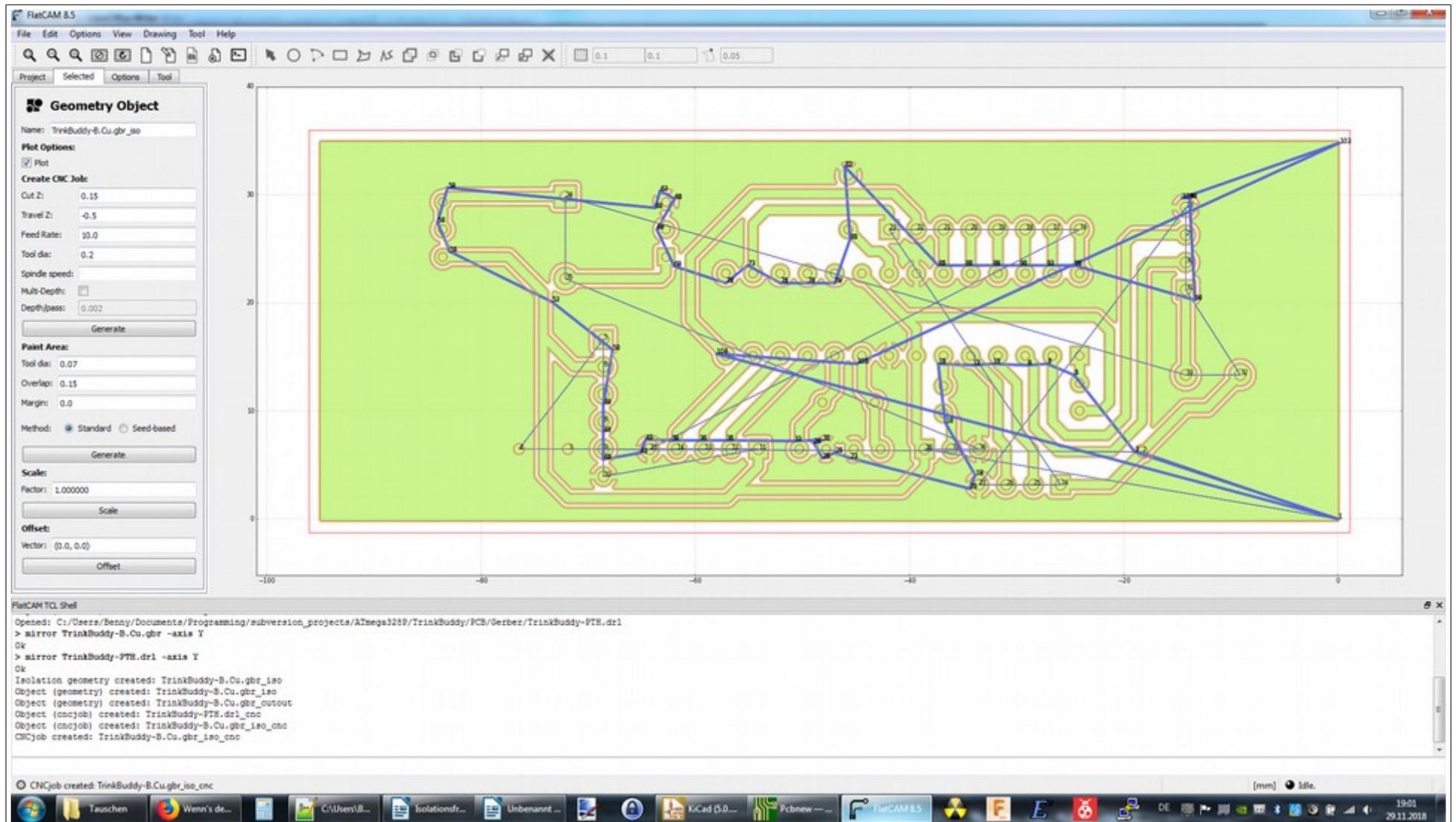
- Die Geometrien sind entstanden und werden über die Originaldateien gelegt. Zurück zum **Project**-Tab wechseln, dort die Bohrdatei wählen, dann wieder zurück auf **Selected**



- Hier die Zustellung( **Cut-Z**), die Verfahrenhöhe (**Travel Z**) und die Vorschubgeschwindigkeit(**Feed rate**) einstellen
  - Wenn man verschiedene Bohrer nutzen will, dann **Tool change** selektieren, Toolwechselhöhe(**Tool change Z**) und die zu verwendenden Bohrer anselektieren
- Dann im Abschnitt **Create CNC Job** auf **Generate** drücken  
**Achtung: Stepcraft/WinPC-NC hat invertierte Z-Achse. Werte entsprechend eingeben.**



- Im Project-Tab hat man jetzt folgende Dateien:
  - gbr\_iso → Isolationsgeometrie
  - gbr\_cutout → Cutout-Geometrie
  - drl\_cnc → Bohrschablone, Vorstufe zum GCode
- Jetzt können wir die restlichen **Vorstufen** (\*\_cnc) zum GCode erstellen. Die gbr\_iso-Datei anwählen und auf **Selected** drücken



- Hier Parameter für den Gravurstichel eingeben. Obige haben sich für einen 60° Stichel mit 0.1mm Spitzenbreite bewährt.
- Dann im Abschnitt **Create CNC Job** auf **Generate** drücken
- Danach das Gleiche für die Cutout-Geometrie (gbr\_cutout)

The screenshot displays the FlatCAM 8.5 software interface. The main window shows a PCB layout with a green background and a complex circuit pattern. Blue lines represent the toolpaths for a 2mm diameter drill bit. The left sidebar contains the 'Geometry Object' configuration panel, which is currently set for a 2.0mm tool diameter and a 1.7mm cut Z-axis. Below the main window is the 'FlatCAM TCL Shell' window, which shows the execution of a 'mirror' command and the creation of various geometry and CNC job objects. The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the date 29.11.2018 and time 19:05.

**Geometry Object Configuration:**

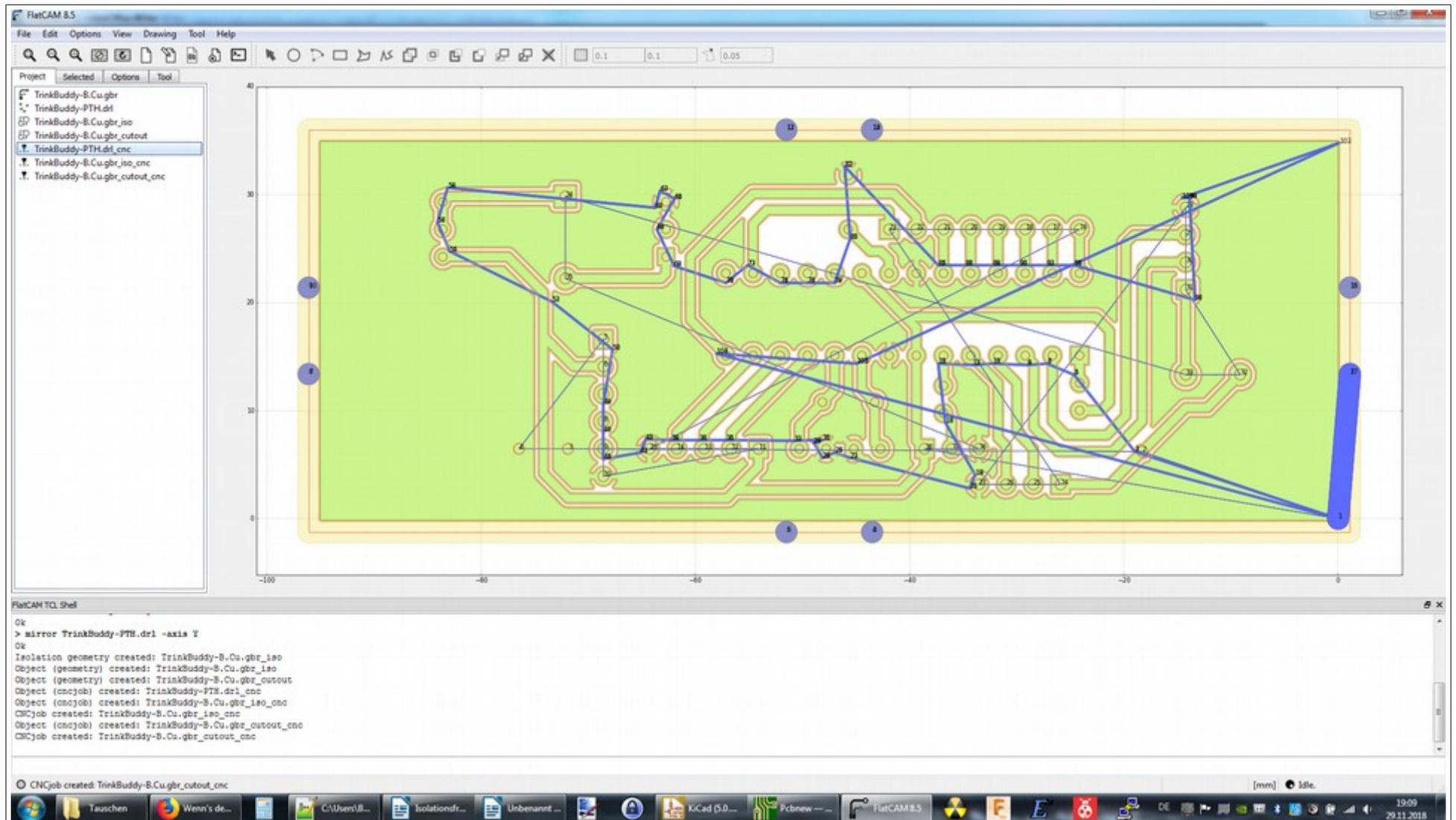
- Name: TrinkBuddy-8-Cu.gbr\_outout
- Plot Options:  Plot
- Create CNC Job:
  - Out Z: 1.7
  - Travel Z: -0.5
  - Feed Rate: 10.0
  - Tool dia: 2.0
  - Spindle speed: [empty]
  - Multi-Depth:
  - Depth/pass: 0.002
  - Generate
- Paint Area:
  - Tool dia: 0.07
  - Overlap: 0.15
  - Margin: 0.0
  - Method:  Standard  Seed-based
  - Generate
- Scale:
  - Factor: 1.000000
  - Scale
- Offset:
  - Vector: (0.0, 0.0)
  - Offset

**FlatCAM TCL Shell Output:**

```

Ok
> mirror TrinkBuddy-PTH.drl -axis Y
Ok
Isolation geometry created: TrinkBuddy-8-Cu.gbr_iso
Object (geometry) created: TrinkBuddy-8-Cu.gbr_iso
Object (geometry) created: TrinkBuddy-8-Cu.gbr_outout
Object (cncjob) created: TrinkBuddy-PTH.drl_cnc
Object (cncjob) created: TrinkBuddy-8-Cu.gbr_iso_cnc
CNCjob created: TrinkBuddy-8-Cu.gbr_iso_cnc
Object (cncjob) created: TrinkBuddy-8-Cu.gbr_outout_cnc
CNCjob created: TrinkBuddy-8-Cu.gbr_outout_cnc
  
```

- Hier die Parameter für einen 2mm Fräser, Leiterplattendicke ~1,7mm  
**Nicht vergessen: WinPC-NC hat invertierte Z-Achsen-Parameter**
- Jetzt wieder zum Project-Tab wechseln



- Alle Gcode-Vorstufen-Dateien (\_cnc) sind fertig und wir können den Gcode endlich erstellen
- Dazu eine Datei selektieren und auf **Selected** drücken

The screenshot displays the FlatCAM 8.5 software interface. The main workspace shows a green PCB layout with blue toolpaths and a yellow boundary. The left sidebar contains the 'CNC Job Object' settings, including 'Plot Options' (Plot checked, Tool dia: 0.016) and 'Export G-Code' buttons. The bottom panel shows the FlatCAM TCL Shell with a list of created objects and jobs. The Windows taskbar at the bottom shows various open applications and the system clock.

FlatCAM 8.5

File Edit Options View Drawing Tool Help

Project Selected Options Tool

**CNC Job Object**

Name: TrinkBuddy-PTH.drl\_cnc

**Plot Options:**

Plot

Tool dia: 0.016

Update Plot

**Export G-Code:**

Prepend to G-Code:

Append to G-Code:

Dwell:

Duration [sec]: 1

Export G-Code

FlatCAM TCL Shell

```

Ok
> mirror TrinkBuddy-PTH.drl -axis Y
Ok
Isolation geometry created: TrinkBuddy-B.Cu.gbr_iso
Object (geometry) created: TrinkBuddy-B.Cu.gbr_iso
Object (geometry) created: TrinkBuddy-B.Cu.gbr_outout
Object (cncjob) created: TrinkBuddy-PTH.drl_cnc
Object (cncjob) created: TrinkBuddy-B.Cu.gbr_iso_cnc
CNCjob created: TrinkBuddy-B.Cu.gbr_iso_cnc
Object (cncjob) created: TrinkBuddy-B.Cu.gbr_outout_cnc
CNCjob created: TrinkBuddy-B.Cu.gbr_outout_cnc

```

CNCjob created: TrinkBuddy-B.Cu.gbr\_outout\_cnc

[mm] Idle

Tauschen Wenn's de... C:\Users\B... Isolationsfr... Unbenannt ... K/Cad 5.0... Pcbnew - FlatCAM 8.5 19:11 29.11.2018

- Einfach auf **Export G-Code** drücken und den Speicherort auswählen
- Das Gleiche mit den anderen \_cnc-Dateien machen – **Fertig!**
- Man kann die Gcode Dateien noch ein wenig optimieren...

```
1
2 G01
3 G90
4 G94
5 F10.00
6 G00 Z-0.5000
7 M03
8 S4 P1
9
10 G00 X-36.830711.7190
11 G00 Z-0.500
12 G01 Z1.7000
13 G01 Z0
14 G00 Z-0.5000
15 G00 X-36.830711.7190
16 G01 Z1.7000
17 G01 Z0
18 G00 Z-0.5000
19 G00 X-47.792036.4770
20 G01 Z1.7000
21 G01 Z0
22 G00 Z-0.5000
23 G00 X-50.292036.4770
24 G01 Z1.7000
25 G01 Z0
26 G00 Z-0.5000
27 G00 X-24.1300322.7330
28 G01 Z1.7000
29 G01 Z0
30 G00 Z-0.5000
31 G00 X-24.1300315.1130
32 G01 Z1.7000
33 G01 Z0
34 G00 Z-0.5000
35 G00 X-26.6700322.7330
36 G01 Z1.7000
37 G01 Z0
38 G00 Z-0.5000
39 G00 X-26.6700315.1130
40 G01 Z1.7000
41 G01 Z0
42 G00 Z-0.5000
43 G00 X-29.2100322.7330
44 G01 Z1.7000
45 G01 Z0
46 G00 Z-0.5000
47 G00 X-29.2100315.1130
48 G01 Z1.7000
49 G01 Z0
50 G00 Z-0.5000
51 G00 X-31.7500322.7330
52 G01 Z1.7000
53 G01 Z0
54 G00 Z-0.5000
55 G00 X-31.7500315.1130
56 G01 Z1.7000
57 G01 Z0
...

```

- In allen Gcode-Dateien nach dem ersten XY-Punkt die Verfahrhöhe schnell anfahren lassen, dazu folgenden Befehl einfügen:  
**G00 Z-0.500** (bedeutet schnell auf Z=-0.5mm fahren)
- Wenn man das nicht macht, fährt die Maschine durch den ersten Z-Befehl G01 schnarch-langsam nach unten  
**Achtung: die Z-Werte gelten für eine invertierte Z-Achse**

## Fräsen



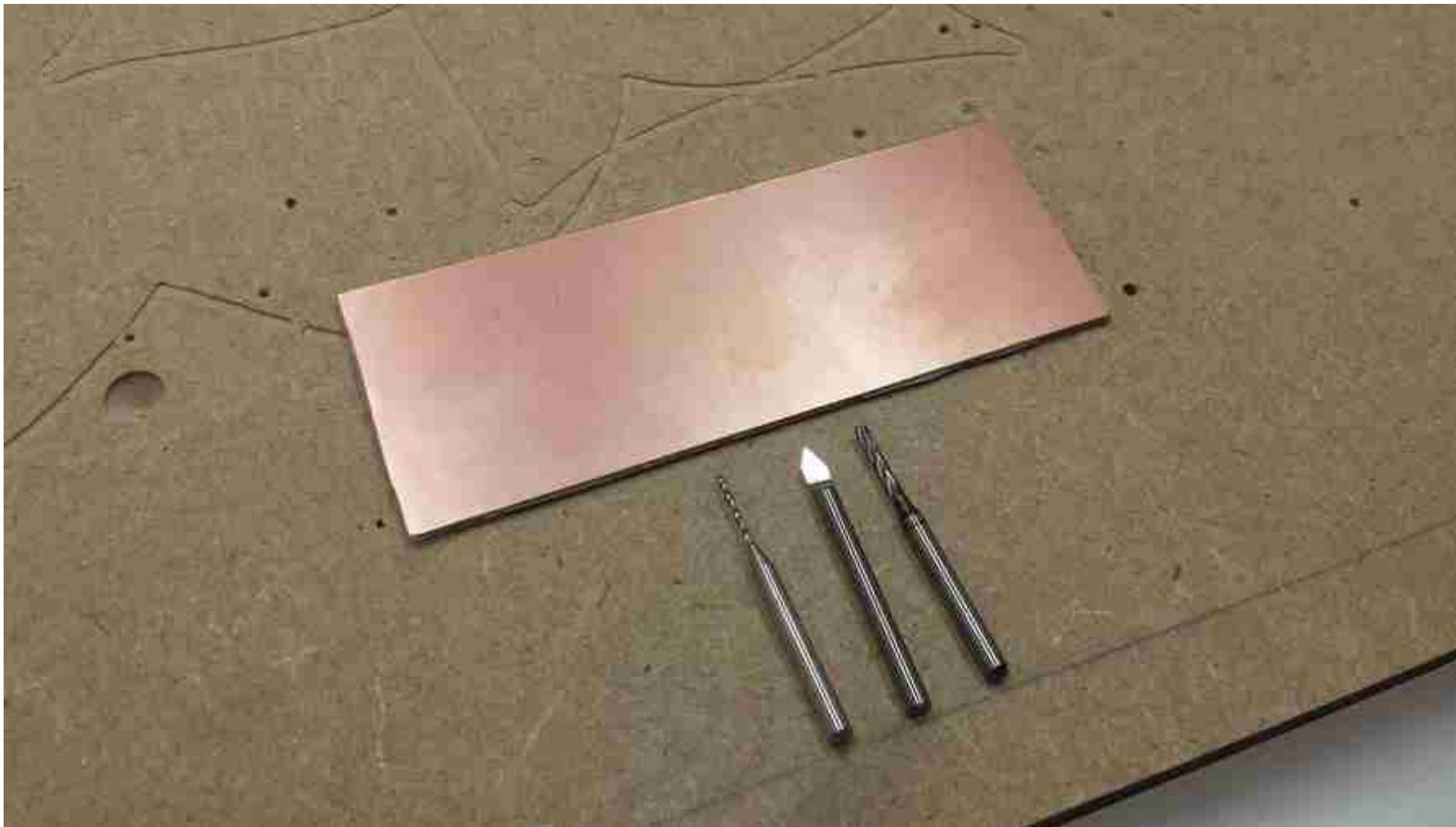
- Kupferrohling zuschneiden. Dabei etwas größeres Maß wählen, mind. +5mm zum Endmaß
- Für Hartpapier-Rohlinge eignet sich Ritzbrechen wunderbar
  - dazu Stahllineal oder Ähnliches anlegen und den Rohling von beiden Seiten mit einem Cutter anritzen
  - dabei die Bahnen mehrfach ziehen
  - dann an eine Kante anlegen und brechen



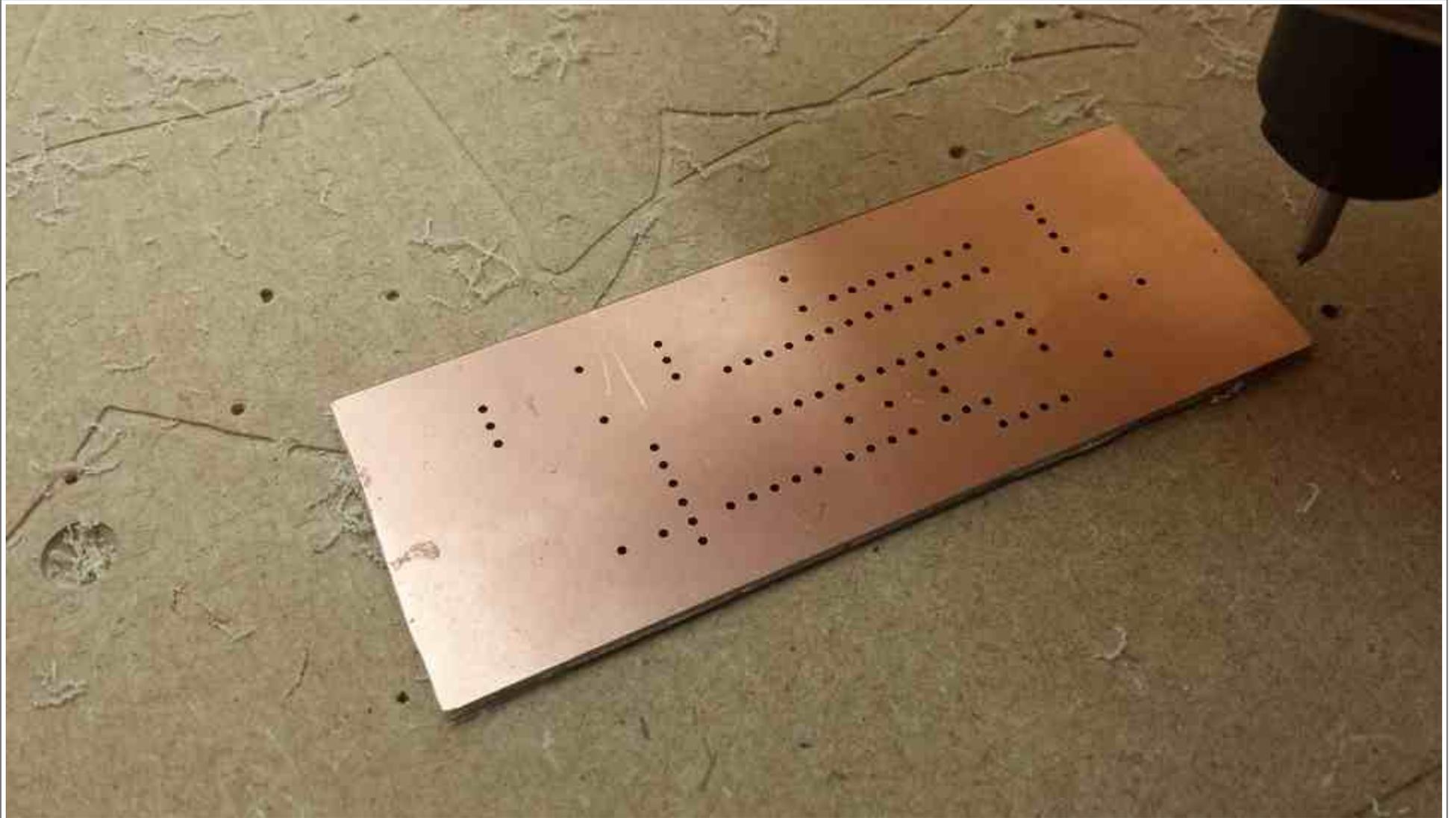
- Die Bruchkante ist u. U. scharf, also etwas entgraten



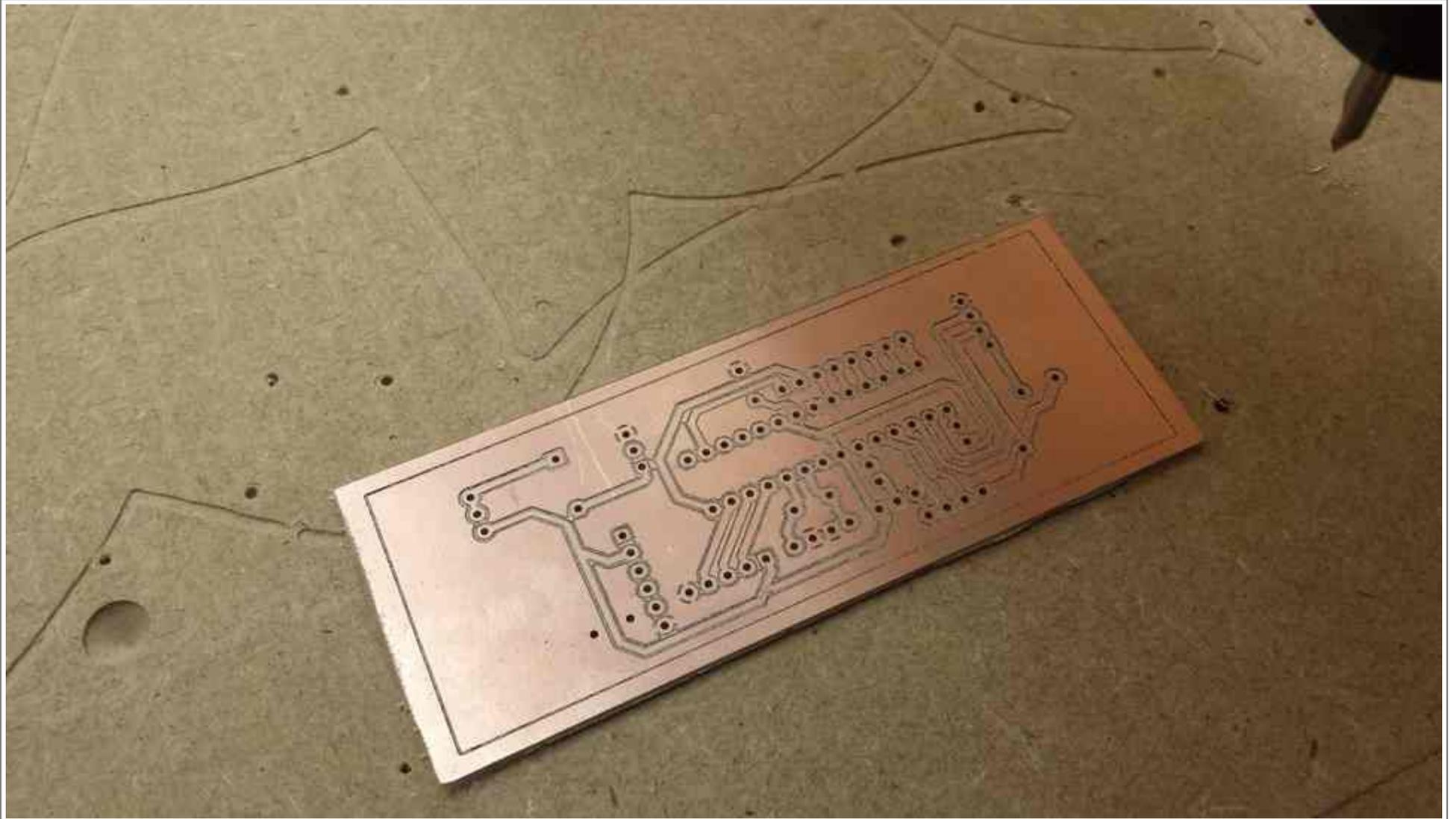
- Jetzt mit doppelseitigem Klebeband die Ecken und die Mitte bekleben
- Nicht zuviel nehmen, denn dann könnte die fertige Platte beim Lösen beschädigt werden
- Die Mitte ist wichtig, damit eine Wölbung nach unten gezogen wird!!



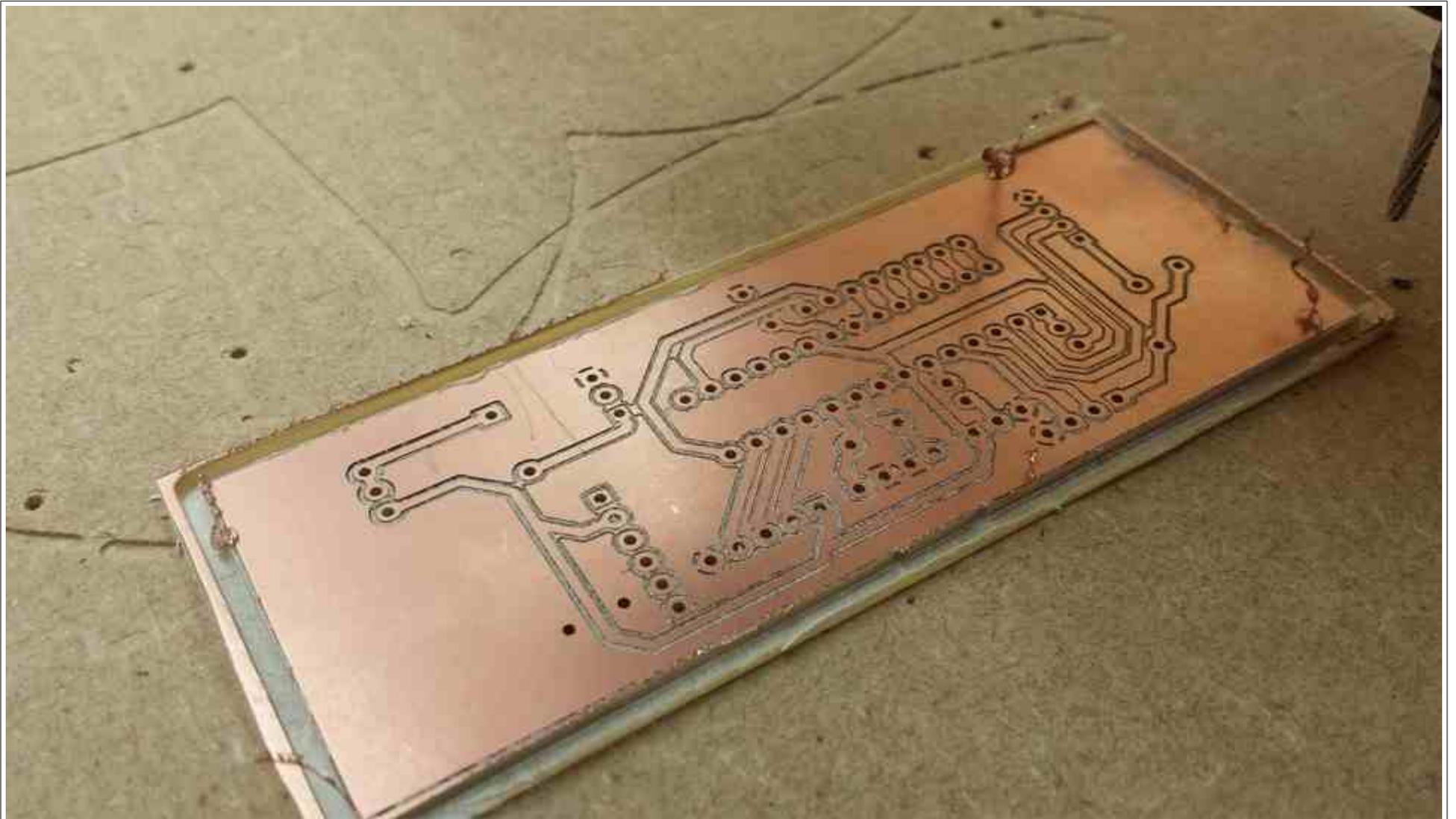
- Den Rohling auf die Opferplatte kleben und gut andrücken
- Man sieht im Bild die Werkzeuge, die ich nehme
  - 1mm Bohrer für die Löcher
  - 60° Gravurstichel mit 0.1mm Spitzenbreite für die Isolationsbahnen
  - 2mm Fräser für den Cutout



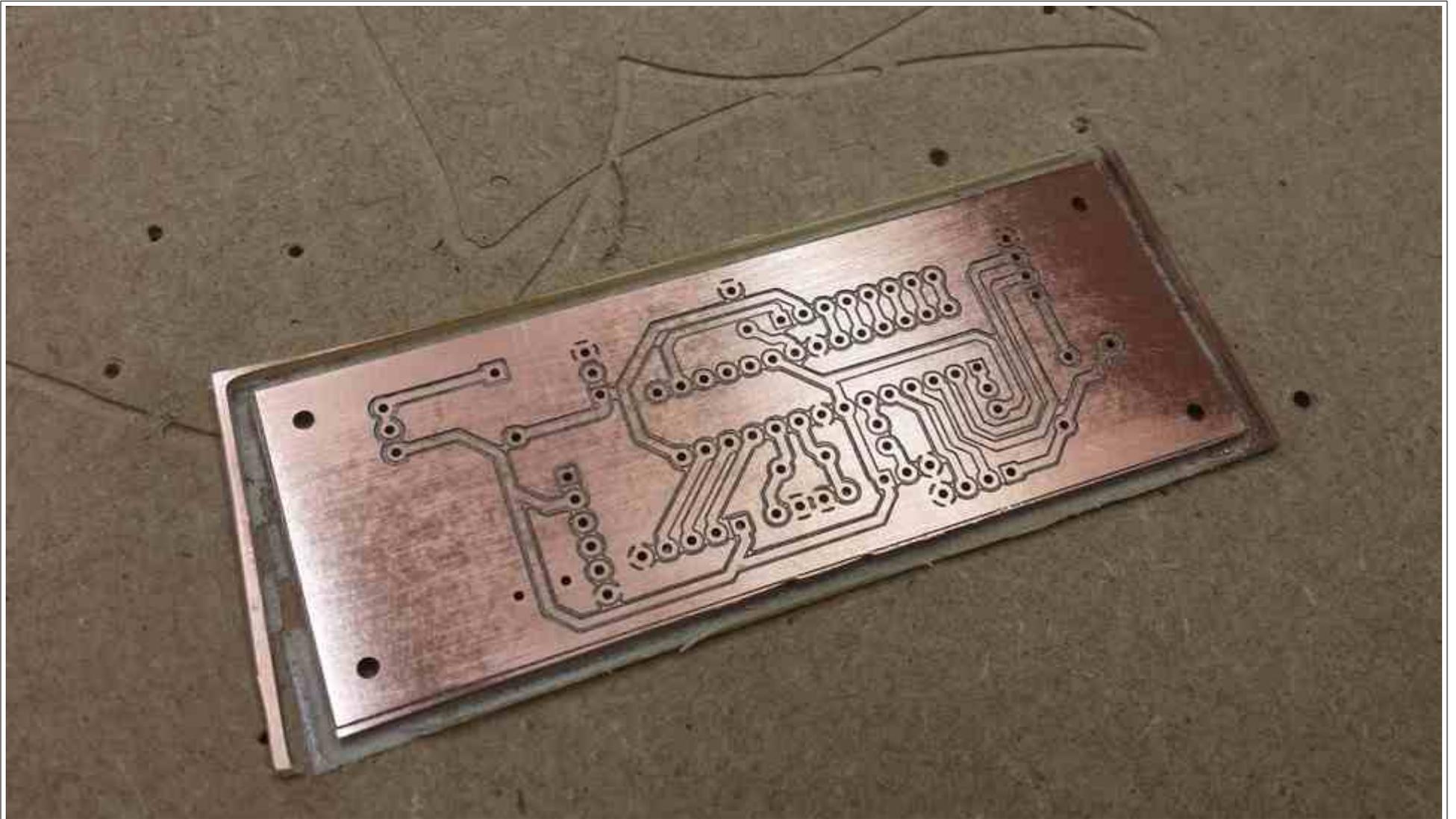
- Zuerst die Löcher bohren
- **Wichtig:** den XY-Nullpunkt nach dem ersten Nullen nicht mehr ändern, sondern nur die Z-Höhe nach Werkzeugwechsel!!!!



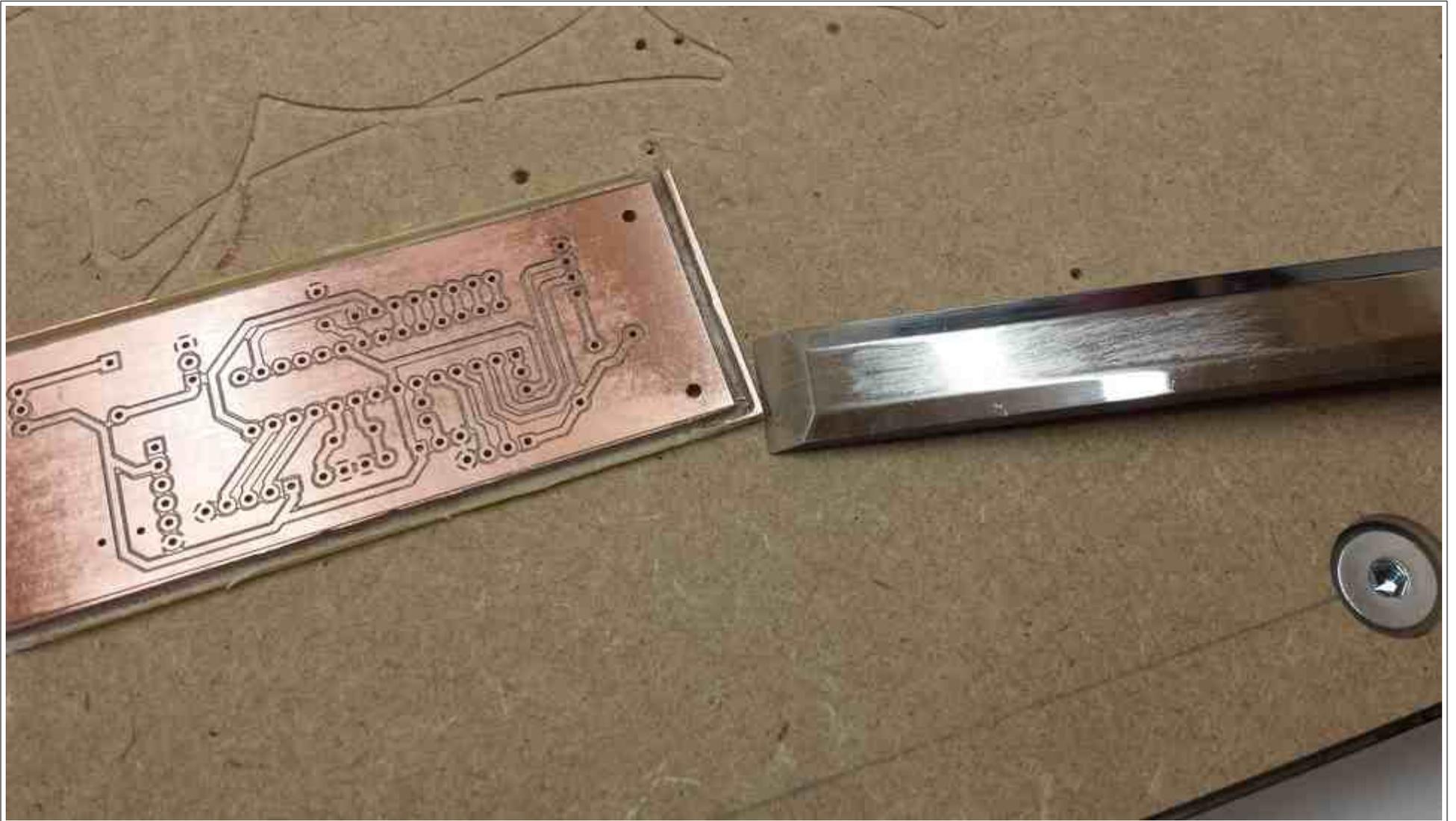
- Isolationsbahnen gefräst



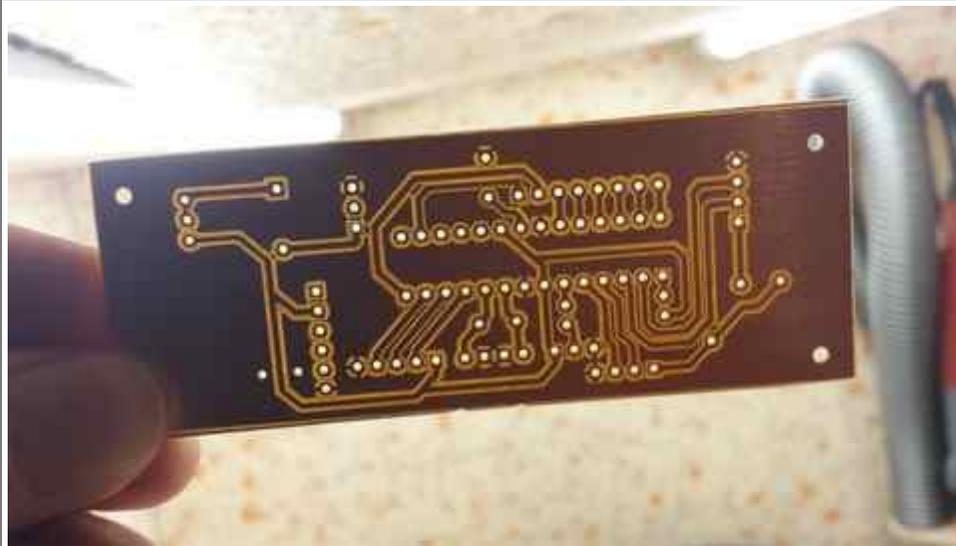
- Cutout gefräst



- Geschliffen mit 280er Schleifpapier
- Tipp: gleich noch im geklebten Zustand schleifen, alles andere ist fummelig



- Dann vorsichtig mit einer flachen Klinge lösen, z. B. mit einem Stechisen



- Fertige Platte
- Im Gegenlicht sieht man gut wie das Kupfer weggenommen wurde