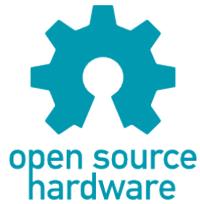


# Breakout Boards

Ing. V. PIPPAN  
<http://www.vpippan.at>

31. Jänner 2015

*VP* V. PIPPAN  
http://www.vpippan.at  
Autos - Elektronik - Modellbau



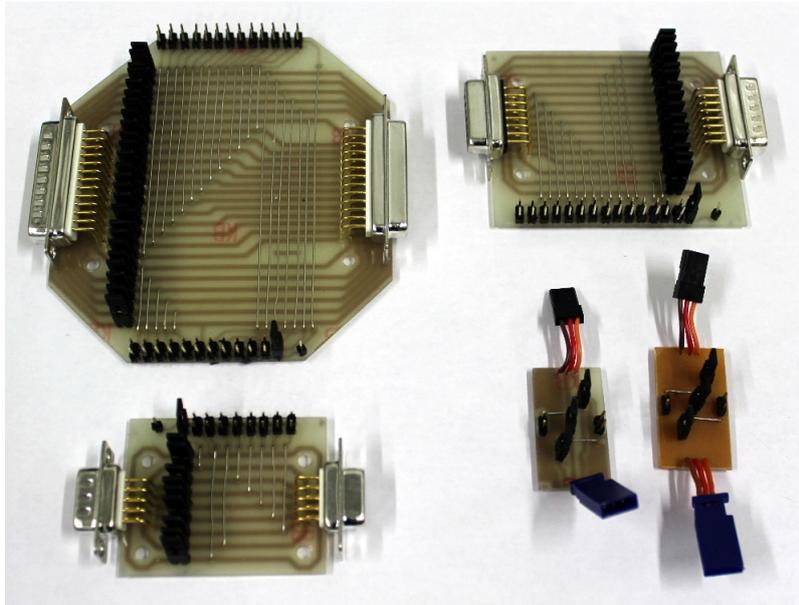
Dieses Werk ist unter der Creative-Commons-Lizenz vom Typ Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Österreich lizenziert. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/at/> oder schreiben Sie einen Brief an Creative Commons, 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, USA.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemeines</b>	<b>5</b>
<b>2. Hardwarebeschreibung</b>	<b>6</b>
2.1. Allgemeines . . . . .	6
2.2. Breakout Board RC Servo . . . . .	7
2.2.1. Fertigungsunterlagen . . . . .	8
2.3. Breakout Board Sub-D 09 . . . . .	8
2.3.1. Fertigungsunterlagen . . . . .	8
2.4. Breakout Board Sub-D 15 . . . . .	9
2.4.1. Fertigungsunterlagen . . . . .	9
2.5. Breakout Board Sub-D 25 . . . . .	10
2.5.1. Fertigungsunterlagen . . . . .	10
<b>3. Berechnungen</b>	<b>11</b>
<b>4. Messungen</b>	<b>12</b>
4.1. To-Do . . . . .	12
<b>5. Versionsgeschichte</b>	<b>12</b>
<b>6. Gewährleistungsausschluß</b>	<b>13</b>
<b>7. Haftungsbegrenzung</b>	<b>13</b>
<b>8. Interpretation von 6 und 7</b>	<b>14</b>
<b>9. Dokumentation To-Do</b>	<b>14</b>
<b>A. Fertigungsunterlagen</b>	<b>14</b>
A.1. Breakout Board RC Servo . . . . .	14
A.1.1. Benötigte Bauteile . . . . .	14
A.1.2. Weitere Unterlagen . . . . .	15

A.2. Breakout Board Sub-D 09 . . . . .	20
A.2.1. Benötigte Bauteile . . . . .	20
A.2.2. Weitere Unterlagen . . . . .	20
A.3. Breakout Board Sub-D 15 . . . . .	25
A.3.1. Benötigte Bauteile . . . . .	25
A.3.2. Weitere Unterlagen . . . . .	25
A.4. Breakout Board Sub-D 25 . . . . .	30
A.4.1. Benötigte Bauteile . . . . .	30
A.4.2. Weitere Unterlagen . . . . .	30
A.5. Zusätzliche Fertigungsunterlagen . . . . .	35

## 1. Allgemeines



Oft wollte ich schon den Stromverbrauch von einzelnen Servos oder anderen Komponenten in meinen Modellen messen. Und jedes mal stand ich dabei vor dem Problem, gerade kein passendes (aufgetrenntes) Kabel zur Hand zu haben. Oder man kommt mit den Klemmen nicht richtig an die Pins um Spannungen zu messen, dann rutschen die Klemmen ab, etc. Jeder kennt wohl diese Probleme.

Aus diesen Gründen entschloss ich mich, ein Breakout Board für die im Modellbau üblichen drei Leitungen zu entwerfen. Und weil ich schon dabei war gleich auch noch Breakout Boards für Sub-D Stecker.

Falls größeres Interesse an dieser Schaltung besteht, bin ich gerne bereit mehrere Platinen fertigen zu lassen und die Schaltung als Bausatz abzugeben.

Für Fragen, Anregungen, Erfahrungsaustausch, Probleme, Beschwerden, etc. oder um über das Projekt zu diskutieren, schreiben Sie doch in mein [Forum](#) oder eine E-Mail ([webmaster@vpippan.at](mailto:webmaster@vpippan.at)) direkt an mich.

Die Downloads für die Hardware zu diesem Projekt finden Sie auf der Projektseite: [http://www.vpippan.at/index.php?pid=Elektronik\\_Projekte\\_BreakoutBoards](http://www.vpippan.at/index.php?pid=Elektronik_Projekte_BreakoutBoards).

## 2. Hardwarebeschreibung

### 2.1. Allgemeines

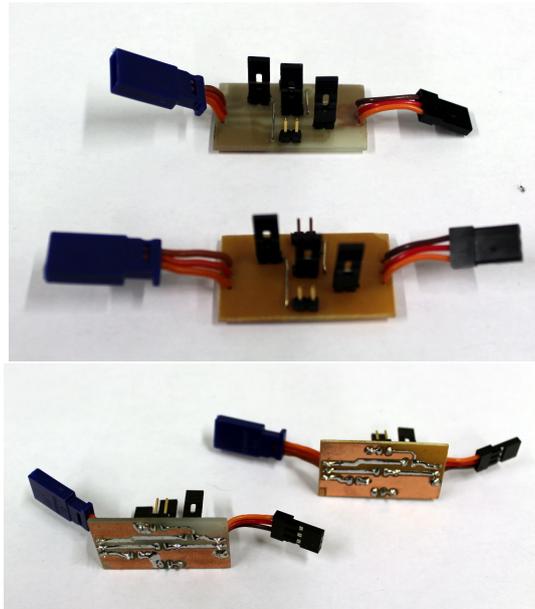
Alle Breakout Boards sind so entworfen, daß für jeden Pin eine Messung von Strom und Spannung möglich ist. Die Boards sind einseitig geätzt, mit großen Leiterbahnabständen und alle Leiterbahnkreuzungen werden mit Drahtbrücken realisiert. Somit kann jedermann die Platinen einfach selber ätzen und aufbauen.

Für den Abgriff des zu messenden Signals verwende ich normale Stiftleisten im 2,54mm Raster mit zwei Kontakten. Jeder Spannungsmesspunkt enthält also auch einen Kontakt für die Referenzspannung. Damit kann man sich ein einfaches Adapterkabel (auf Banane, BNC, etc.) mit einer zweipoligen Buchse anfertigen. Zum messen braucht man dann nur noch die Buchse, richtig gepolt, am entsprechenden Anschluss anstecken und kann sofort den Wert ablesen. Für die Strommessung wird noch eine kleine Platine zwischengeschaltet, auf welcher der Shunt aufgelötet ist. Diese ist so entworfen, daß sie wieder direkt am Breakout Board und am Adapterkabel angeschlossen werden kann. Durch diese Kombinationsmöglichkeiten ist man sehr flexibel darin, wie man was mit welchem Messgerät misst und kann schnell Änderungen vornehmen.

Bei den Sub-D Boards ist es zusätzlich möglich, den Kontakt für die Referenzspannung über einen Jumper mit einer Leitung vom Sub-D Stecker zu verbinden. Außerdem steht ein zusätzlicher Anschluss für eine externe Referenzspannung zur Verfügung. Somit ist es möglich, jeden beliebigen Pin am

Sub-D Stecker als Referenz zu definieren, oder eine externe Referenz vorzugeben.

## 2.2. Breakout Board RC Servo



Der Aufbau des Boards sollte recht schnell gehen. Einfach von der Stiftleiste die benötigte Anzahl Kontakte abtrennen und in den entsprechenden Bohrungen verlöten. Oft gelingt das abtrennen der Kontakte nicht gut, daher besser eine Stiftleiste mit mehr als zehn Kontakten kaufen. Dann noch für die Drahtbrücken Drähte mit der richtigen Länge biegen und diese mit den vorgesehenen Lötäugen verlöten.

Das Verlängerungskabel in der Mitte durchtrennen, die Enden abisolieren und in den entsprechenden Bohrungen (gekennzeichnet mit „IN“ und „OUT“, je-

weils drei Bohrungen) verlöten.

Anschließend die Jumper auf die mit „Current“ gekennzeichneten Kontakte stecken. Zum Schluß noch das Board mit PlastiDip bestreichen (Isolierung, Schutz für Schmutz und Beschädigung) oder in Schrumpfschlauch einschrumpfen. Damit ist das Board bereit für Spannungsmessungen und kann nun einfach (wie ein Verlängerungskabel) in den zu messenden Stromkreis eingeschleift werden.

### **2.2.1. Fertigungsunterlagen**

Alle benötigten Informationen zum Aufbau der Platine finden sich im Anhang A.1.

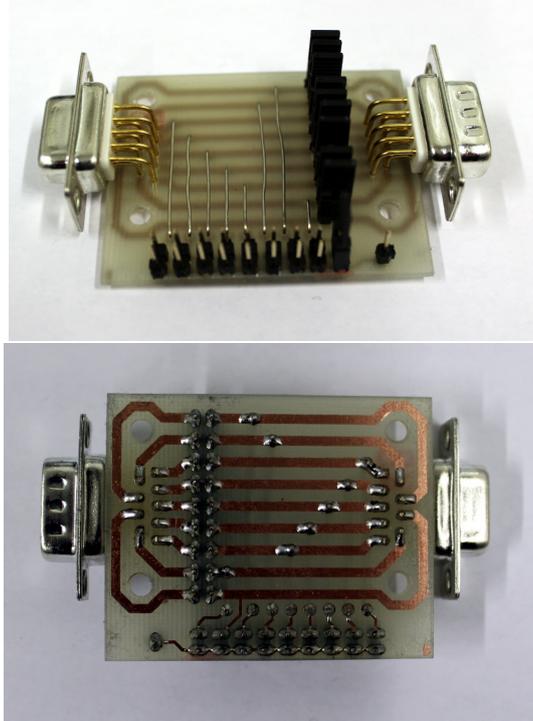
## **2.3. Breakout Board Sub-D 09**

Der Aufbau des Boards sollte recht schnell gehen. Einfach die 2-poligen Stiftleisten in den entsprechenden Bohrungen anlöten. Dann noch für die Drahtbrücken Drähte mit der richtigen Länge biegen und diese mit den vorgesehenen Lötäugen verlöten.

Anschließend den Sub-D Stecker und die Buchse einlöten und die Jumper auf die entsprechenden Kontakte stecken. Zum Schluß noch das Board mit PlastiDip bestreichen (Isolierung, Schutz für Schmutz und Beschädigung) oder in Schrumpfschlauch einschrumpfen. Damit ist das Board bereit für Spannungsmessungen und kann nun einfach (wie ein Verlängerungskabel) in den zu messenden Stromkreis eingeschleift werden.

### **2.3.1. Fertigungsunterlagen**

Alle benötigten Informationen zum Aufbau der Platine finden sich im Anhang A.2.

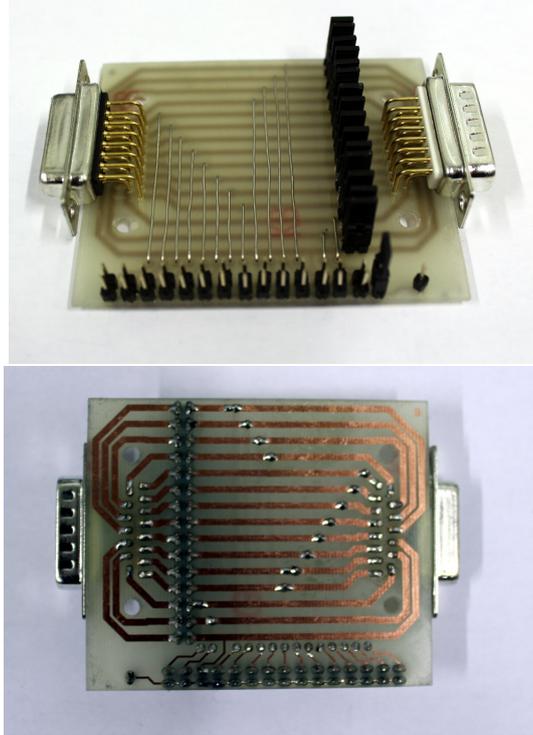


## 2.4. Breakout Board Sub-D 15

Es gilt das gleiche wie unter Punkt 2.3 bereits beschrieben.

### 2.4.1. Fertigungsunterlagen

Alle benötigten Informationen zum Aufbau der Platine finden sich im Anhang A.3.

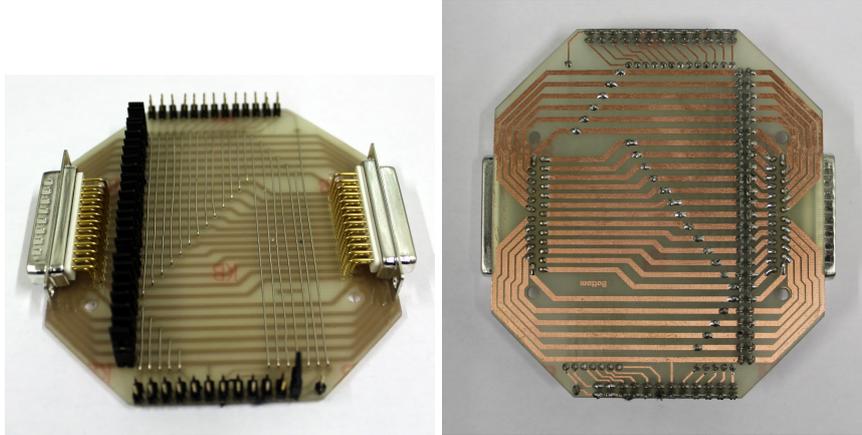


## 2.5. Breakout Board Sub-D 25

Es gilt das gleiche wie unter Punkt 2.3 bereits beschrieben.

### 2.5.1. Fertigungsunterlagen

Alle benötigten Informationen zum Aufbau der Platine finden sich im Anhang A.4.



### 3. Berechnungen

Laut verschiedenen Quellen sind die JR Servostecker und Jumper für Ströme bis zu 3 A geeignet. Sub-D Stecker können pro Kontakt 3 A bis 5 A Strom übertragen. Daher entschied ich mich, die Leiterbahnen für einen maximalen Strom von 3 A auszulegen.

Mit der gewählten Leiterbahnbreite von 1,5 mm ergibt sich bei 3 A und einer Kupferdicke von 0,035 mm eine Temperaturerhöhung der Leiterbahn um 9 °C, ein Widerstand von  $0,34 \frac{\text{m}\Omega}{\text{mm}}$  und ein Spannungsverlust von  $1,012 \frac{\text{mV}}{\text{mm}}$ . Somit sollte eine recht genaue (für meine Zwecke ausreichende) Messung von Strom und Spannung möglich sein. Die oben genannten Werte wurden mit dem pcb\_calculator von KiCAD ermittelt.

Wer es ganz genau haben will (oder benötigt) kann natürlich den Widerstand jeder einzelnen Leiterbahn messen und sich daraus dann den Spannungsabfall berechnen.

## 4. Messungen

### 4.1. To-Do

- Widerstand über das Board messen → daraus den Spannungsverlust bei maximalem Strom berechnen

## 5. Versionsgeschichte

### Hardware RC Servo (Rev A - 20140424)

- Erste veröffentlichte Version des RC Servo Breakout Boards

### Dokumentation (20140620)

- Mit L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X geschriebene Dokumentation erstellt

### Hardware Sub-D 09 (Rev A - 20141216)

- Erste veröffentlichte Version des Sub-D 09 Breakout Boards

### Hardware Sub-D 15 (Rev A - 20141218)

- Erste veröffentlichte Version des Sub-D 15 Breakout Boards

### Hardware Sub-D 25 (Rev A - 20150103)

- Erste veröffentlichte Version des Sub-D 25 Breakout Boards

## **Dokumentation (20150131)**

- Dokumentation für Sub-D 09, Sub-D 15 und Sub-D 25 Breakout Boards eingefügt

## **6. Gewährleistungsausschluß**

Es besteht keinerlei Gewährleistung für das Projekt, soweit dies gesetzlich zulässig ist. Sofern nicht anderweitig schriftlich bestätigt, stellen die Urheberrechtsinhaber und/oder Dritte das Projekt so zur Verfügung, „wie es ist“, ohne irgendeine Gewährleistung, weder ausdrücklich noch implizit, einschließlich – aber nicht begrenzt auf – die implizite Gewährleistung der Marktreife oder der Verwendbarkeit für einen bestimmten Zweck. Das volle Risiko bezüglich Qualität und Leistungsfähigkeit des Projekts liegt bei Ihnen. Sollte sich das Projekt als fehlerhaft herausstellen, liegen die Kosten für notwendigen Service, Reparatur oder Korrektur bei Ihnen.

## **7. Haftungsbegrenzung**

In keinem Fall, außer wenn durch geltendes Recht gefordert oder schriftlich zugesichert, ist irgendein Urheberrechtsinhaber oder irgendein Dritter, der das Projekt wie oben erlaubt modifiziert oder übertragen hat, Ihnen gegenüber für irgendwelche Schäden haftbar, einschließlich jeglicher allgemeiner oder spezieller Schäden, Schäden durch Seiteneffekte (Nebenwirkungen) oder Folgeschäden, die aus der Benutzung des Projekts oder der Unbenutzbarkeit des Projekts folgen (einschließlich – aber nicht beschränkt auf – Datenverluste, fehlerhafte Verarbeitung von Daten, Verluste, die von Ihnen oder anderen getragen werden müssen, oder dem Unvermögen des Projekts, mit irgendeinem anderen Projekt zusammenzuarbeiten), selbst wenn ein Urheberrechtsinhaber oder Dritter über die Möglichkeit solcher Schäden unterrichtet worden war.

## 8. Interpretation von 6 und 7

Sollten der o.a. Gewährleistungsausschluß und die o.a. Haftungsbegrenzung aufgrund ihrer Bedingungen gemäß lokalem Recht unwirksam sein, sollen Bewertungsgerichte dasjenige lokale Recht anwenden, das einer absoluten Aufhebung jeglicher zivilen Haftung in Zusammenhang mit dem Projekt am nächsten kommt, es sei denn, dem Projekt lag eine entgeltliche Garantieerklärung oder Haftungsübernahme bei.

## 9. Dokumentation To-Do

- Weitere Boards hinzufügen wenn diese fertig sind

## A. Fertigungsunterlagen

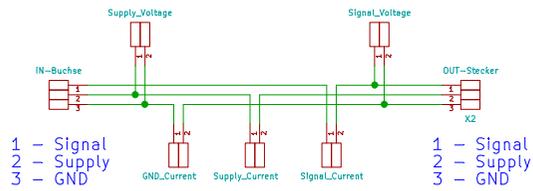
### A.1. Breakout Board RC Servo

#### A.1.1. Benötigte Bauteile

- PCB → selber ätzen oder bei mir kaufen
- Stiftleiste im 2,54 mm Raster mit mindestens 10 Stiften (z.B. von [Conrad](#))
- Servo Verlängerungskabel (z.B. von [Conrad](#))
- 3 x Jumper (z.B. von [Conrad](#))
- Draht für die Drahtbrücken (z.B. von [Conrad](#))
- Bauteilkosten ohne PCB ca. 15 €

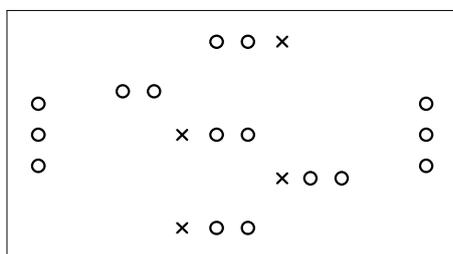
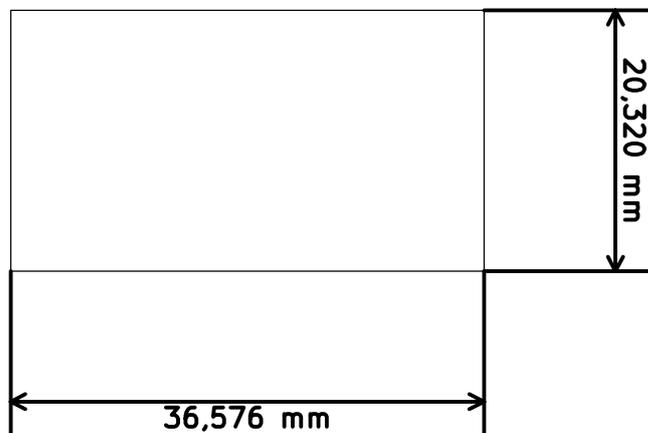
**A.1.2. Weitere Unterlagen**

- Schaltplan
- PCB Größe und Bohrplan
- PCB Belichtungsvorlage
- PCB Bestückungsplan



Lizenz: CC-BY-SA		Rev: A	
V. Pippan ( <a href="http://www.vippan.at">www.vippan.at</a> )		Id: 1/1	
File: breakout_board_rc_servo.sch			
Sheet: /			
<b>Title: Breakout Board RC Servo</b>			
Size: A4	Date: 23 apr 2014		
KiCad E.D.A. eeschema (2013-07-07 BZR 4022)-stable			

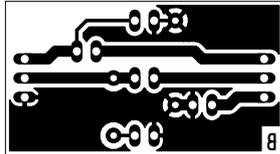
Breakout Board RC Servo  
V. Pippa (www.vpippa.at)  
webmaster@vpippa.at  
Rev A  
CC-BY-SA



Drill Map:

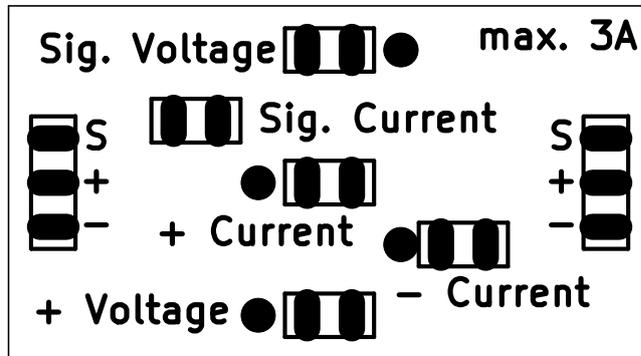
× 0.80mm / 0.031" (4 holes)  
○ 1.00mm / 0.039" (16 holes)

Breakout Board RC Servo  
V. Pippan ([www.vpippan.at](http://www.vpippan.at))  
[webmaster@vpippan.at](mailto:webmaster@vpippan.at)  
Rev A  
CC-BY-SA



Bottom -> nicht gespiegelt & von oben betrachtet

Breakout Board RC Servo  
V. Pippa (www.vpippa.at)  
webmaster@vpippa.at  
Rev A  
CC-BY-SA



Bestückung Vorderseite

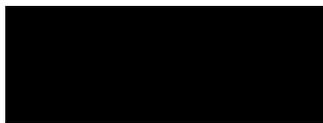
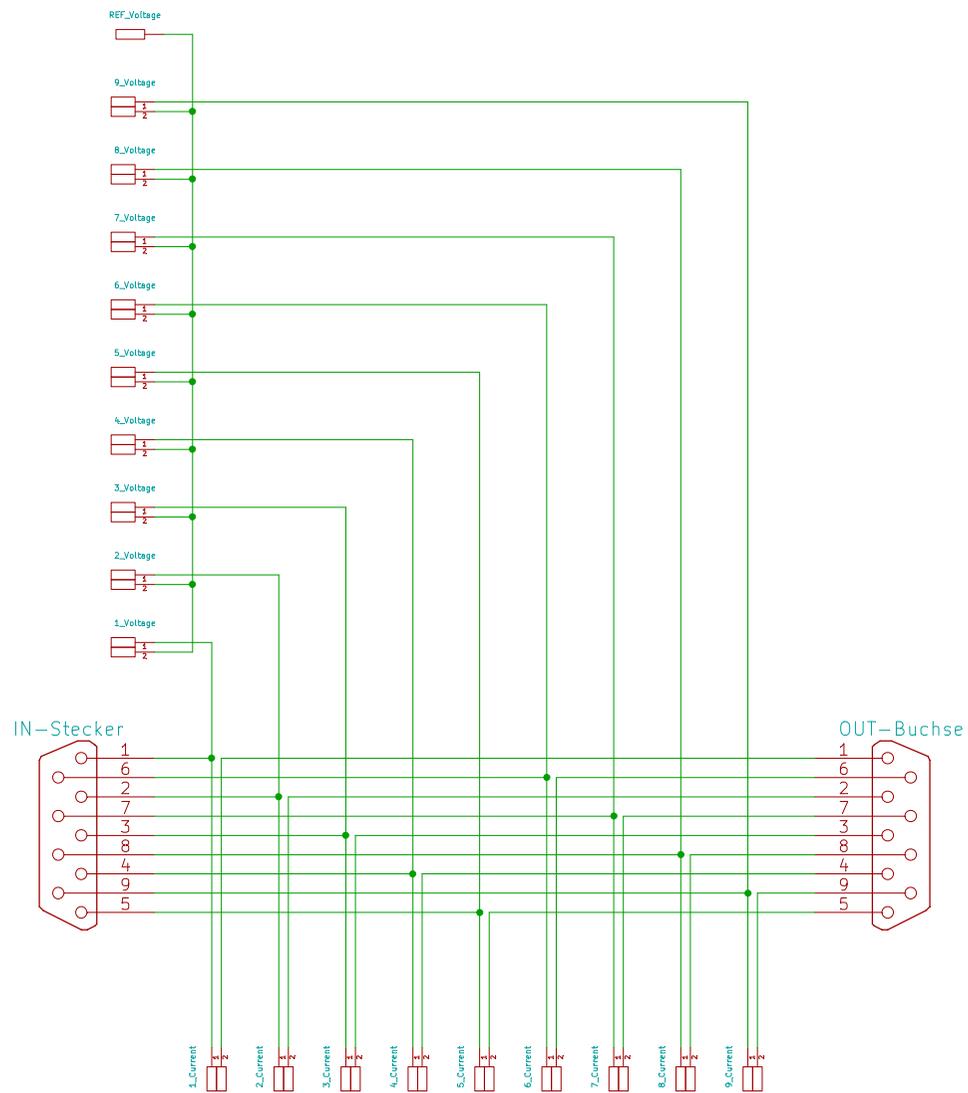
## A.2. Breakout Board Sub-D 09

### A.2.1. Benötigte Bauteile

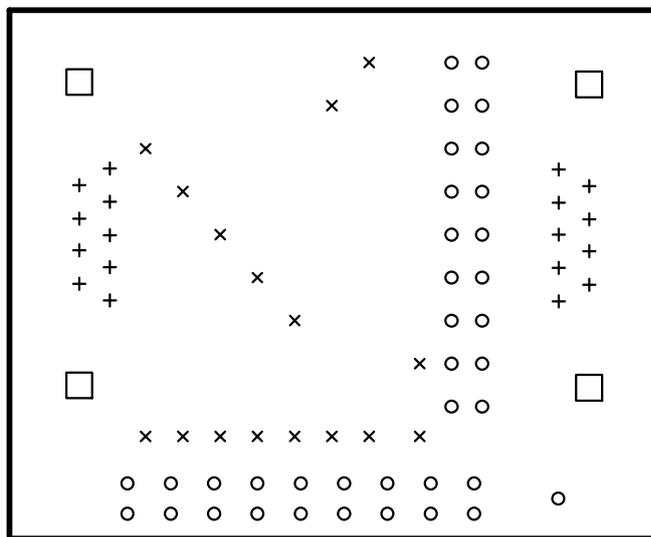
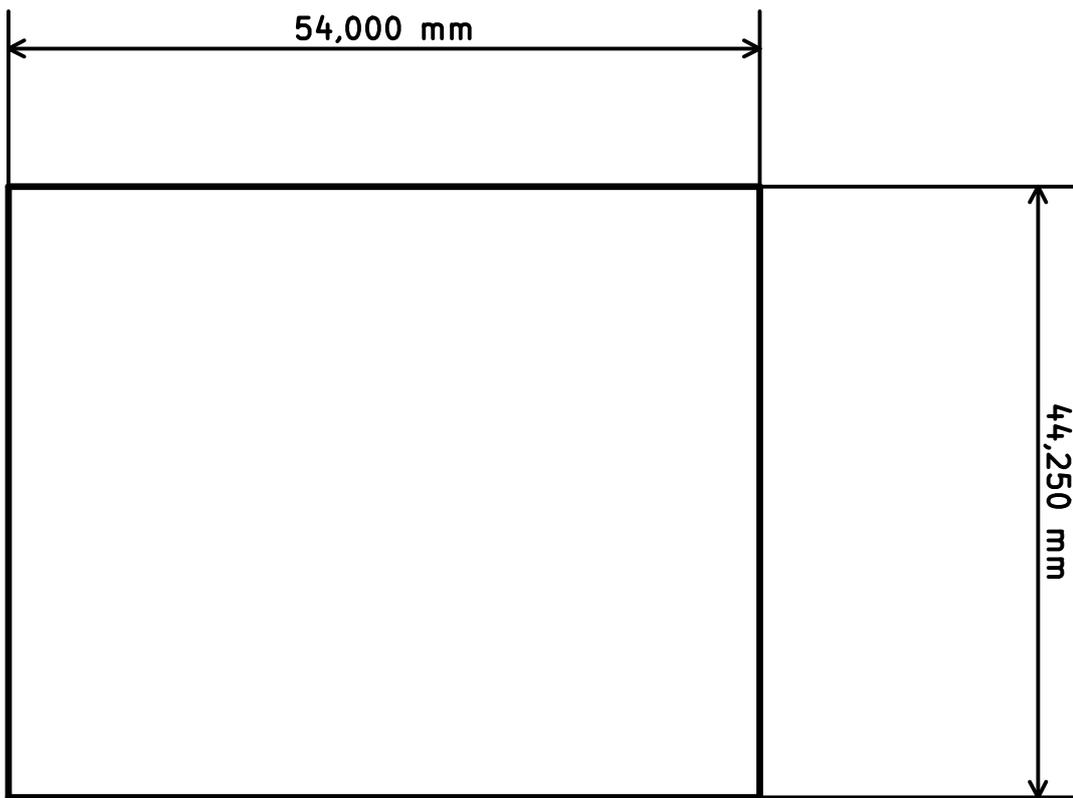
- PCB → selber ätzen oder bei mir kaufen
- 19 x Stiftleiste im 2,54 mm Raster mit 2 Stiften (Wenn diese nicht erhältlich ist kann man auch Leisten mit mehr als zwei Stiften kaufen, z.B. von [Conrad](#). Vorsicht, das trennen geht manchmal schief, daher etwas Reserve einplanen.)
- 9-pol. Sub-D Stecker (z.B. von [Conrad](#))
- 9-pol. Sub-D Buchse (z.B. von [Conrad](#))
- 10 x Jumper (z.B. von [Conrad](#))
- Draht für die Drahtbrücken (z.B. von [Conrad](#))
- Bauteilkosten ohne PCB ca. 16 €

### A.2.2. Weitere Unterlagen

- Schaltplan
- PCB Größe und Bohrplan
- PCB Belichtungsvorlage
- PCB Bestückungsplan



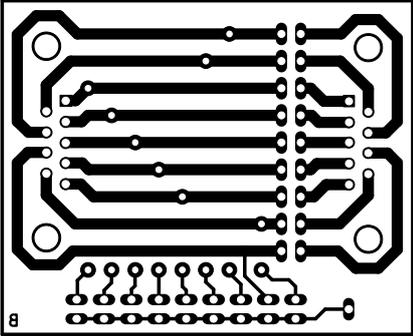
Lizenz: CC-BY-SA		Rev: A	
V. Pippan ( <a href="http://www.vippan.at">www.vippan.at</a> )		Id: 1/1	
File: breakout_board_subd_09.sch			
Sheet: /			
<b>Title: Breakout Board Sub-D 9</b>			
Size: A4	Date: 16 dec 2014		
KiCad E.D.A. eschema (2013-07-07 BZR 4022)-stable			



Drill Map:

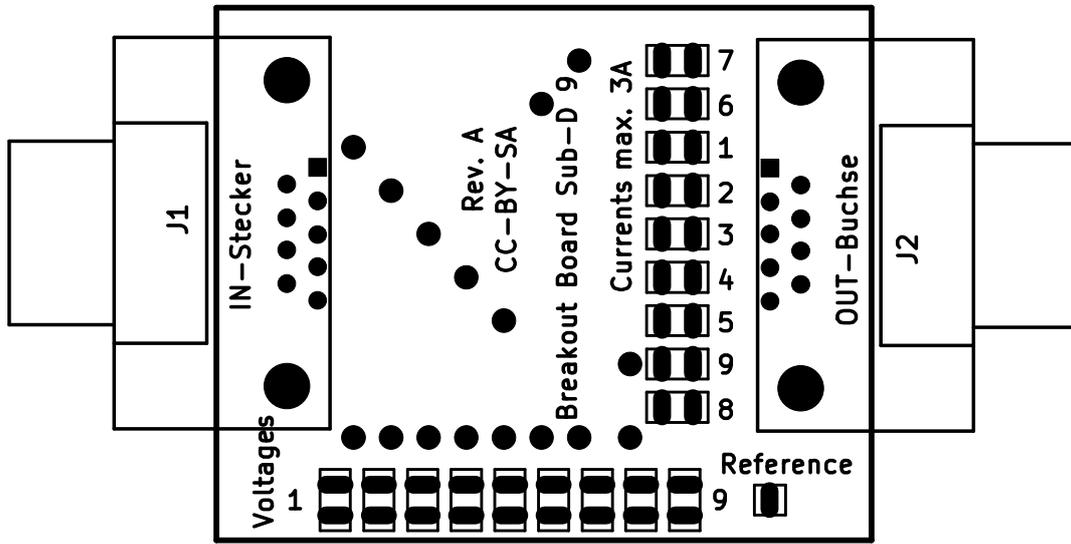
- × 0.80mm / 0.031" (16 holes)
- 1.00mm / 0.039" (37 holes)
- + 1.02mm / 0.040" (18 holes)
- 3.05mm / 0.120" (4 holes)

Breakout Board Sub-D 09  
V. Pippan (www.vpippan.at)  
webmaster@vpippan.at  
Rev A  
CC-BY-SA



Bottom -> nicht gespiegelt & von oben betrachtet

Breakout Board Sub-D 09  
V. Pippan (www.vpippan.at)  
webmaster@vpippan.at  
Rev A  
CC-BY-SA



Bestückung Vorderseite

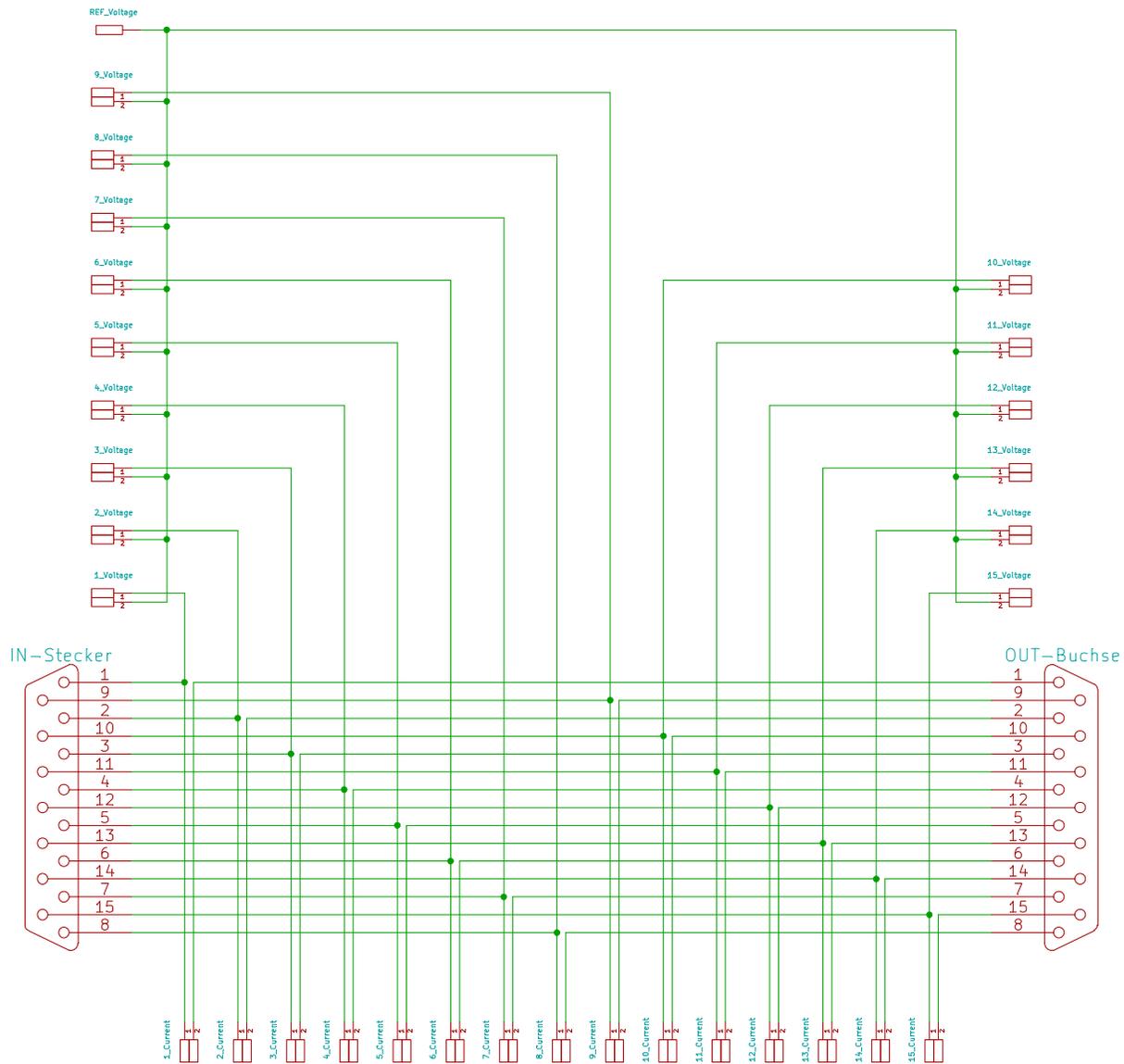
### A.3. Breakout Board Sub-D 15

#### A.3.1. Benötigte Bauteile

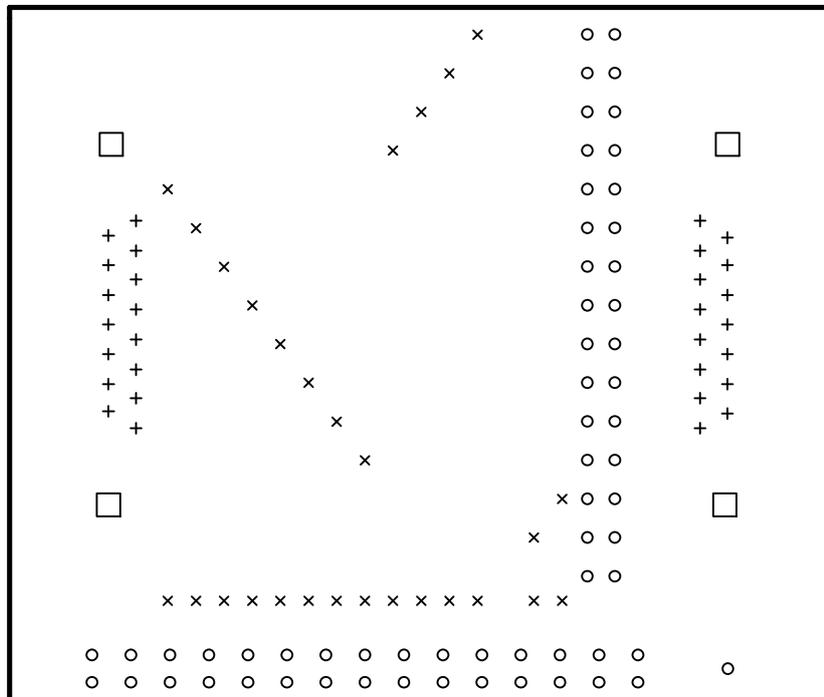
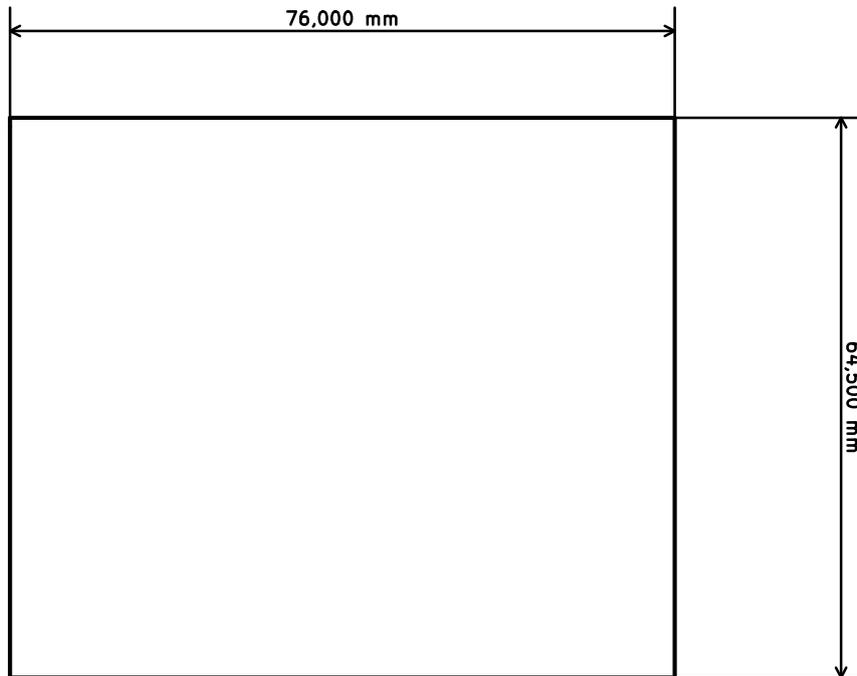
- PCB → selber ätzen oder bei mir kaufen
- 31 x Stiftleiste im 2,54 mm Raster mit 2 Stiften (Wenn diese nicht erhältlich ist kann man auch Leisten mit mehr als zwei Stiften kaufen, z.B. von [Conrad](#). Vorsicht, das trennen geht manchmal schief, daher etwas Reserve einplanen.)
- 15-pol. Sub-D Stecker (z.B. von [Conrad](#))
- 15-pol. Sub-D Buchse (z.B. von [Conrad](#))
- 16 x Jumper (z.B. von [Conrad](#))
- Draht für die Drahtbrücken (z.B. von [Conrad](#))
- Bauteilkosten ohne PCB ca. 19€

#### A.3.2. Weitere Unterlagen

- Schaltplan
- PCB Größe und Bohrplan
- PCB Belichtungsvorlage
- PCB Bestückungsplan



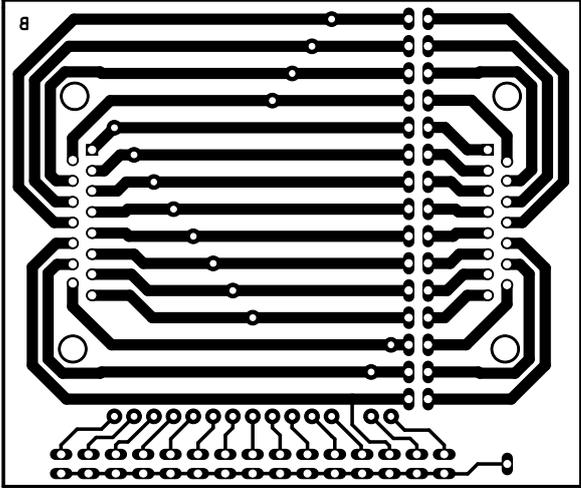
Lizenz: CC-BY-SA		
V. Pippa ( <a href="http://www.vippan.at">www.vippan.at</a> )		
File: breakout_board_subd_15.sch		
Sheet: /		
<b>Title: Breakout Board Sub-D 15</b>		
Size: A4	Date: 17 dec 2014	Rev: A
KiCad E.D.A. eschema (2013-07-07 BZR 4022)-stable		Id: 1/1



Drill Map:

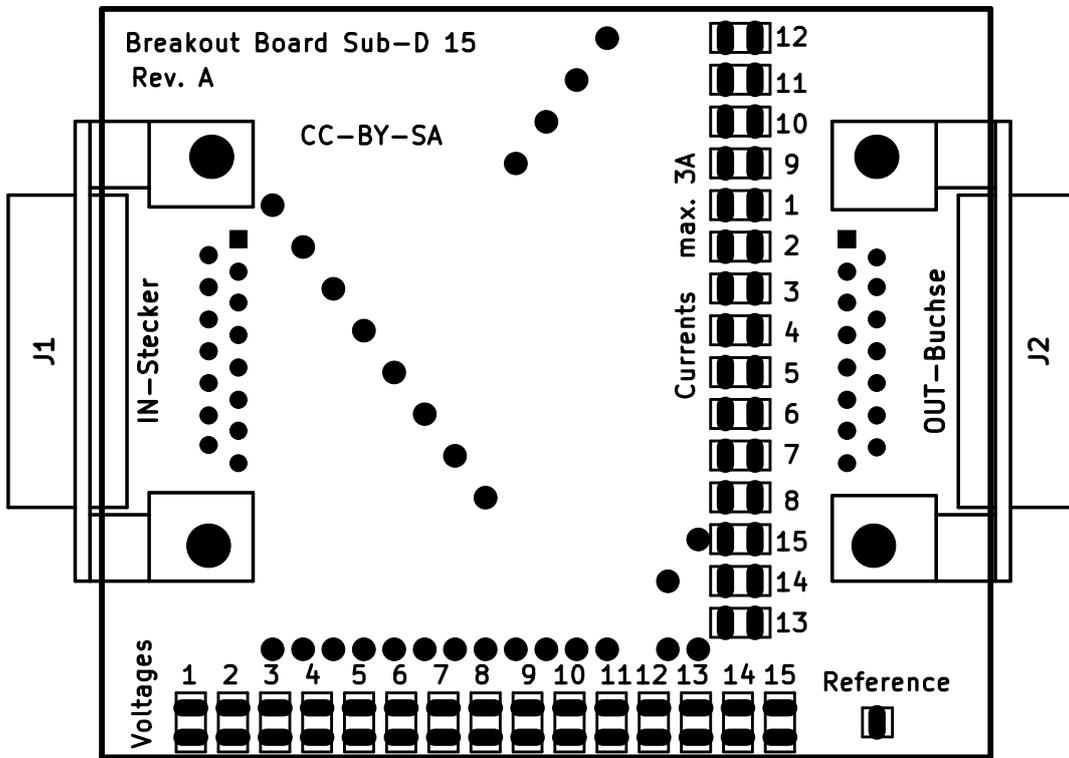
- × 0.80mm / 0.032" (28 holes)
- 1.00mm / 0.039" (61 holes)
- + 1.02mm / 0.040" (30 holes)
- 3.05mm / 0.120" (4 holes)

Breakout Board Sub-D 15  
V. Pippan (www.vpippan.at)  
webmaster@vpippan.at  
Rev A  
CC-BY-SA



Bottom -> nicht gespiegelt & von oben betrachtet

Breakout Board Sub-D 15  
V. Pippan (www.vpippan.at)  
webmaster@vpippan.at  
Rev A  
CC-BY-SA



Bestückung Vorderseite

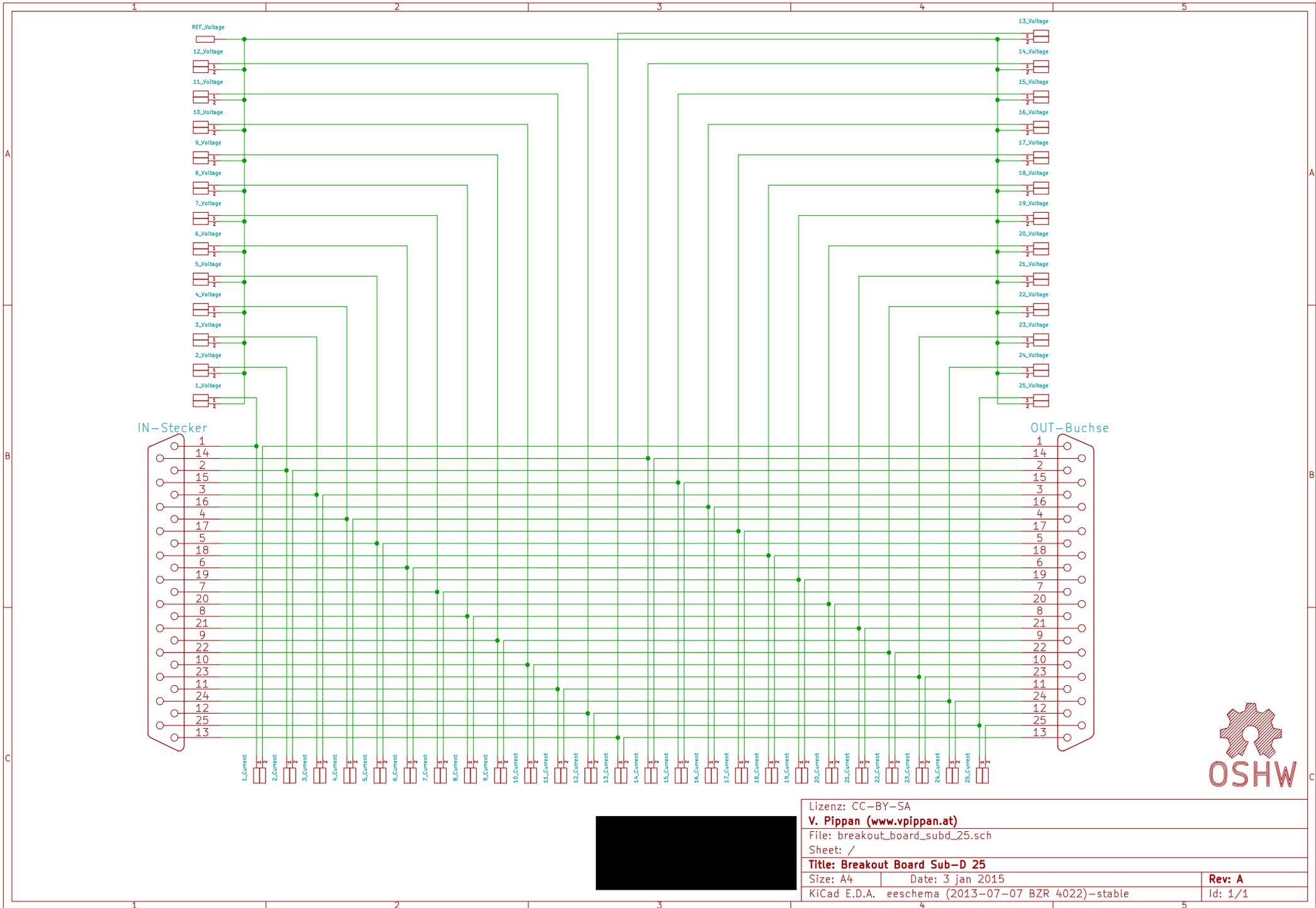
## A.4. Breakout Board Sub-D 25

### A.4.1. Benötigte Bauteile

- PCB → selber ätzen oder bei mir kaufen
- 51 x Stiftleiste im 2,54 mm Raster mit 2 Stiften (Wenn diese nicht erhältlich ist kann man auch Leisten mit mehr als zwei Stiften kaufen, z.B. von [Conrad](#). Vorsicht, das trennen geht manchmal schief, daher etwas Reserve einplanen.)
- 25-pol. Sub-D Stecker (z.B. von [Conrad](#))
- 25-pol. Sub-D Buchse (z.B. von [Conrad](#))
- 26 x Jumper (z.B. von [Conrad](#))
- Draht für die Drahtbrücken (z.B. von [Conrad](#))
- Bauteilkosten ohne PCB ca. 19€

### A.4.2. Weitere Unterlagen

- Schaltplan
- PCB Größe und Bohrplan
- PCB Belichtungsvorlage
- PCB Bestückungsplan



Lizenz: CC-BY-SA  
**V. Pippa** ([www.vpippa.at](http://www.vpippa.at))  
 File: breakout\_board\_subd\_25.sch  
 Sheet: /

**Title: Breakout Board Sub-D 25**

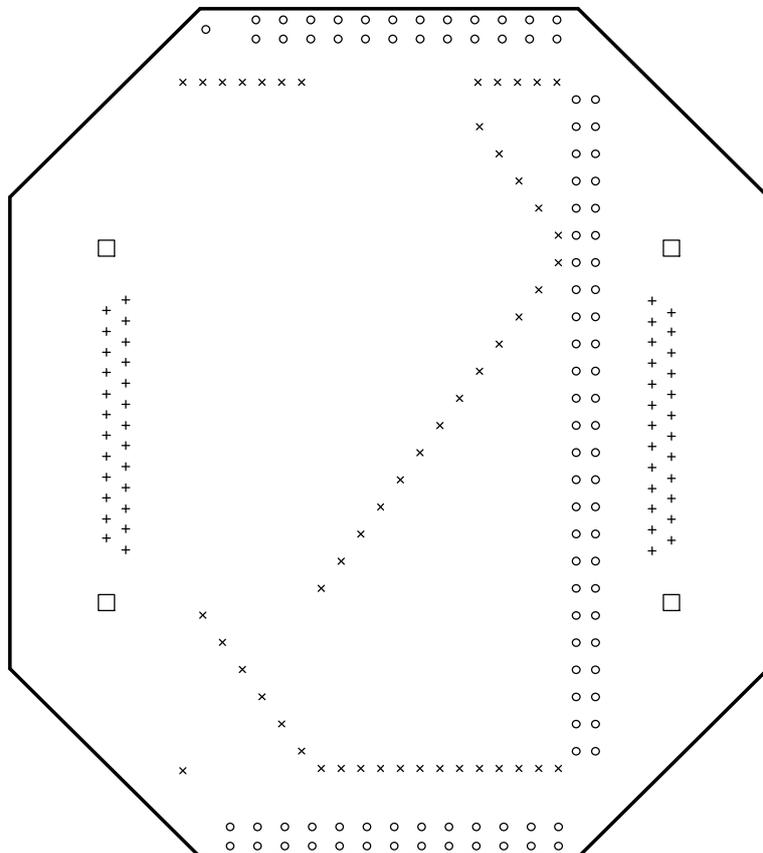
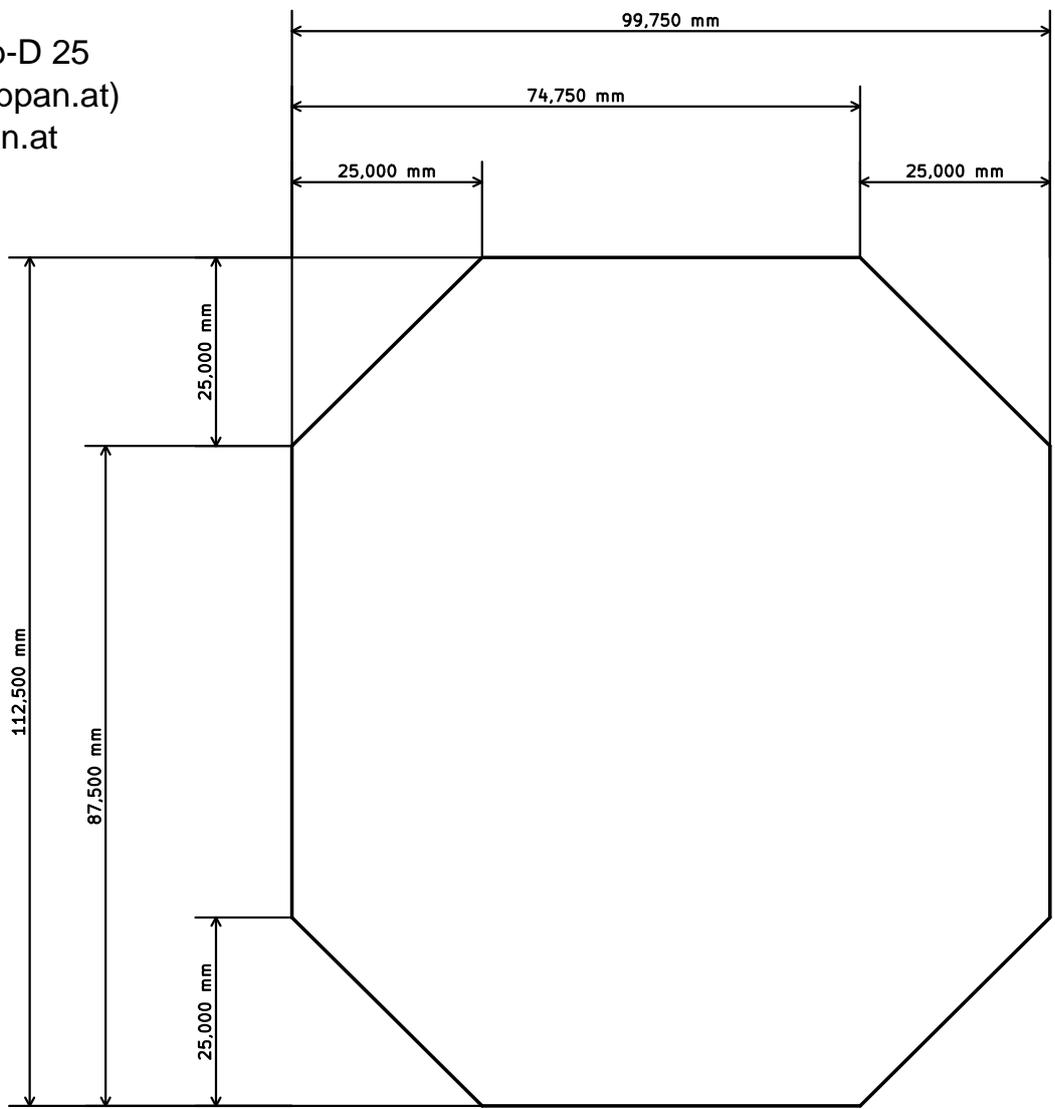
Size: A4 Date: 3 jan 2015

KiCad E.D.A. eschema (2013-07-07 BZR 4022)-stable

Rev: A

Id: 1/1

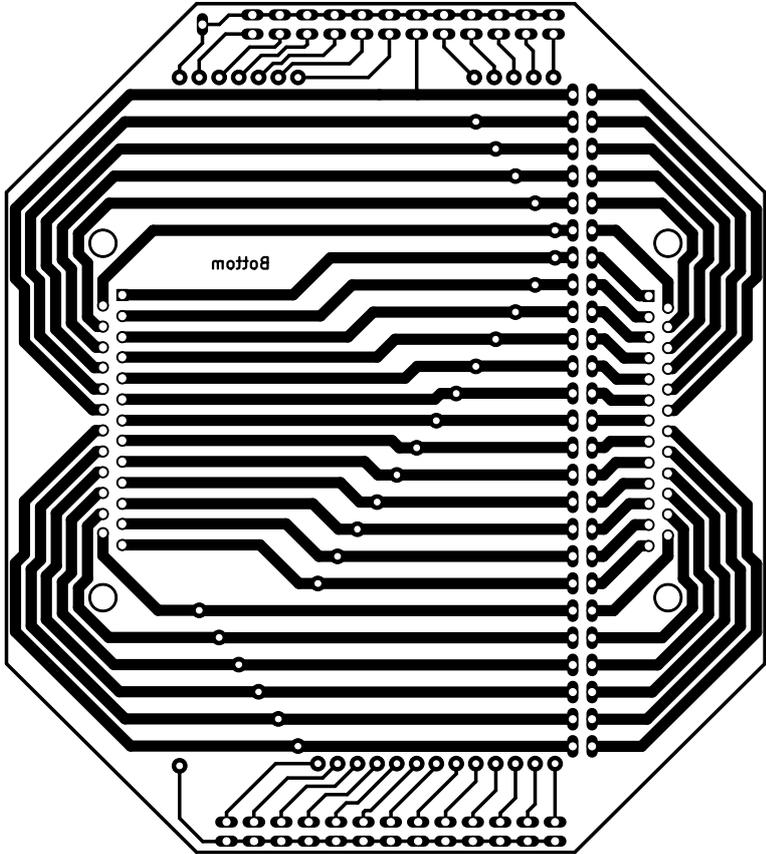
Breakout Board Sub-D 25  
 V. Pippan (www.vpippan.at)  
 webmaster@vpippan.at  
 Rev A  
 CC-BY-SA



Drill Map:

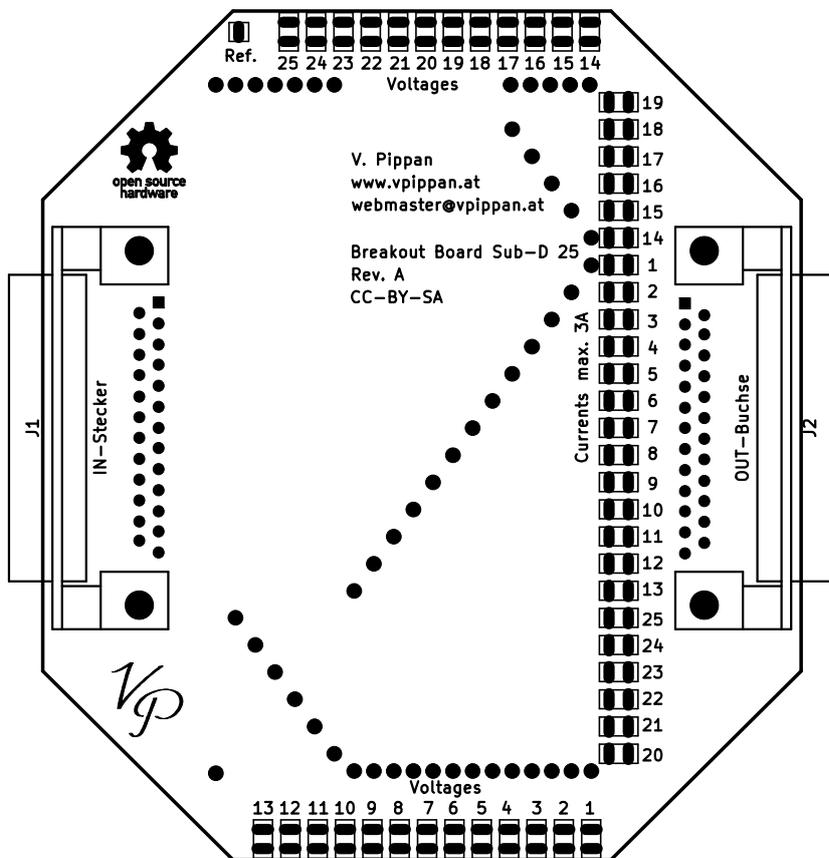
- x 0.80mm / 0.032" (50 holes)
- o 1.00mm / 0.039" (101 holes)
- + 1.02mm / 0.040" (50 holes)
- 3.05mm / 0.120" (4 holes)

Breakout Board Sub-D 25  
V. Pippan (www.vpippan.at)  
webmaster@vpippan.at  
Rev A  
CC-BY-SA



Bottom -> nicht gespiegelt & von oben betrachtet

Breakout Board Sub-D 25  
 V. Pippa (www.vpippan.at)  
 webmaster@vpippan.at  
 Rev A  
 CC-BY-SA



Bestückung Vorderseite

### **A.5. Zusätzliche Fertigungsunterlagen**

1. PCB Belichtungsvorlage mit allen Boards
2. Spezielle PCB Belichtungsvorlage für meinen Ätzprozess

Breakout Boards Belichtungsvorlage gesamt  
V. Pippan (www.vpippan.at)  
webmaster@vpippan.at  
Rev A  
CC-BY-SA

Alle Boards:  
Bottom -> nicht gespiegelt & von oben betrachtet

