



ELEKTROTECHNIK

# Bedienungsanleitung

## Redundanzmodul für Raspi und Co

### R.1.2



**Dokument Version: 1.0**  
**01.12.2025**

**Friedrich Ramser**  
**Ramser Elektrotechnik**

Copyright © by „Ramser Elektrotechnik“ 2025

Sämtliche Rechte vorbehalten. Dieses Handbuch darf nur mit schriftlicher Zustimmung von „Ramser Elektrotechnik“ vervielfältigt bzw. veröffentlicht werden. Auch nicht auszugsweise! Für Fehler technischer oder drucktechnischer Art und ihre Folgen übernehmen wir keine Haftung. Alle Warenzeichen und Schutzrechte werden anerkannt. Änderungen im Sinne der Produktverbesserung vorbehalten. Die in den Beispielen verwendeten Firmen, Organisationen, Produkte, Domänennamen, E-Mail-Adressen, Logos, Personen, Orte und Ereignisse sind frei erfunden, soweit nichts anderes angegeben ist. Jede Ähnlichkeit mit bestehenden Firmen, Organisationen, Produkten, Domänennamen, E-Mail-Adressen, Logos, Personen, Orten oder Ereignissen ist rein zufällig.

# Inhalt

1	Generelle Informationen .....	3
1.1	Herstellerangaben .....	3
1.2	Angaben zur Dokumentation .....	3
1.3	Versionsverlauf zur Dokumentation .....	3
2	Sicherheitshinweise .....	4
2.1	Mechanische Gefährdungen .....	4
2.2	Chemische Gefährdungen .....	4
2.3	Elektrische Gefährdungen .....	5
2.4	Thermische Gefährdungen .....	5
2.5	Strahlungsgefahren .....	5
2.6	Elektrostatische Entladung (ESD) .....	5
2.7	Umwelteinflüsse .....	6
2.8	Informations- und Benutzerfehlverhalten .....	6
2.9	Falsche Entsorgung .....	6
2.10	Kontakt mit verschluckbaren oder gefährlichen Komponenten .....	6
3	Produktinformationen .....	7
3.1	Produktangaben .....	7
3.2	Technische Eigenschaften .....	8
3.3	Umgebungsbedingungen .....	9
3.4	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	9
3.5	Vorhersehbare Fehlanwendung .....	9
3.6	Betriebsbedingungen .....	9
3.7	Personengruppen .....	9
3.8	Benötigte Fähigkeiten der Personengruppen .....	10
4	Schaltungsdetails .....	11
4.1	Schaltplan (der Platine) .....	11
4.2	Bestückungsdruck auf der Platine .....	12
4.3	Bestückungsliste / Stückliste .....	13
5	Zusammenbau .....	14
5.1	Benötigtes Werkzeug .....	14
5.2	Optionales Werkzeug .....	14
5.3	Vorbereiten der Platine .....	14
5.4	Hinweise für Lötanfänger .....	15
5.5	Einstellen der optimale Löttemperatur .....	15
5.6	Hinweis - Löten von THT-Bauteilen .....	16
5.7	Hinweis - Löten von 2/3 poligen SMD-Bauteilen .....	16
5.8	Hinweis - Löten von mehrpoligen SMD-Bauteilen: .....	17
5.9	Die einzelnen Arbeitsschritte .....	18
6	Inbetriebnahme .....	22
6.1	Benötigte Geräte und Werkzeuge .....	22

6.2	Die einzelnen Arbeitsschritte.....	22
7	Betrieb.....	23
7.1	Die ideale Diode – Funktionsprinzip im Detail .....	23
7.1.1	Funktionsablauf Schritt für Schritt .....	23
7.2	Strompfade & automatische Priorisierung .....	23
7.3	Schutzbeschaltungen & Betriebssicherheit .....	23
7.4	Typische Anwendungen .....	24
8	Entsorgung.....	24
8.1	Verpackung.....	24
8.2	Altgeräte.....	24

# 1 Generelle Informationen

## 1.1 Herstellerangaben

Firmen Name	Ramser Elektrotechnik
Berufsbezeichnung	Elektrotechnik gemäß § 94 Z. 16 GewO 1994 unter Ausschluss der Errichtung von Alarmanlagen
NACE Code	43.21.0
Geschäftsführer	Mst. Friedrich Ramser
Verantwortliche Person	Mst. Friedrich Ramser
Adresse	Maxglaner Hauptstraße 30 TOP 4, A-5020 Salzburg
E-Mail	office@ramser-elektro.at
Website	ramser-elektro.at
Marke laut WEEE	ramser-elektro.at
WEEE Nummer	DE 40502367
GLN (der öffentlichen Verwaltung)	9110013679863
GISA-Zahl	17882965

## 1.2 Angaben zur Dokumentation

Datum	01.12.2025
Version	1.0
Autor	Friedrich Ramser
Freigegeben durch	Friedrich Ramser

## 1.3 Versionsverlauf zur Dokumentation

Version	Datum	Änderung
1.0	01.12.2025	Erste Version

## 2 Sicherheitshinweise

### 2.1 Mechanische Gefährdungen



Achtung: Scharfe Kanten

Hinweis: Verwenden Sie geeignete Handschuhe.

Achtung: Die Oberflächen der Komponenten sind empfindlich und können bei unsachgemäßem Umgang brechen oder splittern

Hinweis: Vermeiden Sie zu starken Druck und Biegung der Komponenten

Achtung: Die Komponenten sind empfindlich und können bei unsachgemäßem Umgang brechen oder splittern.

Hinweis: Vermeiden Sie das Fallenlassen der Komponenten und verwenden Sie eine geeignete Arbeitsunterlage.

Hinweis: Handhaben Sie eventuell entstehende Bruchstücke vorsichtig und entsorgen Sie die Bruchstücke sicher.

Hinweis: Verwenden Sie keine defekten Komponenten.

Achtung: Stichgefahr durch spitze Kontakte.

Hinweis: Verwenden Sie geeignete Handschuhe.

### 2.2 Chemische Gefährdungen



Achtung: Elektronische Komponenten können geringe Mengen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) abgeben.

Hinweis: Sorgen Sie für ausreichende Belüftung des Arbeitsplatzes.

Achtung: Komponenten können chemische Rückstände enthalten, welche bei längerem Hautkontakt Reizung verursachen können.

Hinweis: Verwenden Sie bei längerer Handhabung Handschuhe.

Achtung: Verwenden Sie keine aggressiven Reinigungsmittel.

Hinweis: Verwenden Sie geeignete Reiniger für Elektronik um die Komponenten vorsichtig zu reinigen.

Achtung: Eventuell auftretende Stäube nicht einatmen.

Hinweis: Sorgen Sie für ausreichende Belüftung des Arbeitsplatzes und vermeiden Sie Kratzer auf der Oberfläche von elektronischen Komponenten.

Hinweis: Verwenden Sie bei auftretenden Stäuben einen geeigneten Atemschutz.

Frei von schädlichen Chemikalien.

## 2.3 Elektrische Gefährdungen



Achtung: Nutzen Sie elektronische Bauteile ausschließlich mit den angegebenen technischen Spezifikationen.

Hinweis: Die maximalen Leistungswerte des Produkts sind im entsprechenden Datenblatt aufgeführt.

Warnung: Ungeeignete, instabile oder verpolte Spannungsquellen können Schäden verursachen oder zu gefährlichen Situationen führen.

Verwenden Sie nur geprüfte und passende Netzteile oder Batterien zur Stromversorgung Ihrer Schaltungen. Die Spannungsquelle muss den technischen Anforderungen entsprechen.

Achtung: Kurzschlüsse zwischen den Anschlüssen und Komponenten sind zu vermeiden.

Hinweis: Berühren oder überbrücken Sie keine leitenden Objekte die Platine.

Verwenden Sie isolierte Werkzeuge und beachten Sie die Ausrichtung und Anordnung der Bauteile.

Achtung: Führen Sie keine Arbeiten an den spannungsführenden Bauteilen durch.

Hinweis: Trennen Sie das Produkt vor dem Arbeiten von der Stromversorgung.

Hinweis: Bei Rauch, ungewöhnliche Gerüche oder Verfärbungen muss die Stromversorgung sofort abgeschaltet werden.

Hinweis: Überprüfen Sie die Schaltung vor der Inbetriebnahme gründlich auf Fehler.

Achtung: Verwenden Sie keine defekten Komponenten.

Defekte Komponenten können zu Fehlern und Schäden führen.

## 2.4 Thermische Gefährdungen



Achtung: Komponenten können im Betrieb heiß werden.

Hinweis: Vermeiden Sie eine direkte Berührung und stellen Sie eine ausreichende Abkühlung nach dem Ausschalten sicher.

Achtung: Eine Überlastung der Komponenten kann zu einer übermäßigen Erwärmung führen. Hinweis: Die Strom- und Spannungsversorgung und die technischen Betriebsparameter müssen den Spezifikationen entsprechen und es darf keine Überlastung ausgelöst werden.

## 2.5 Strahlungsgefahren



Achtung: Ein direkter Blick in LEDs kann zu Blendungen führen.

Hinweis: Verwenden Sie gegebenenfalls eine Schutzbrille.

## 2.6 Elektrostatische Entladung (ESD)



Achtung: Elektrostatische Aufladungen können Bauteile beschädigen.

Hinweis: Tragen Sie ein antistatisches Armband und verwenden Sie eine antistatische Arbeitsunterlage.

Hinweis: Die Lagerung und der Transport darf ausschließlich im ESD gerechter Verpackung erfolgen.

## 2.7 Umwelteinflüsse



Achtung: Der Bausatz muss in sauberer, trockener Innenumgebung gelagert und verwendet werden, um Schäden durch Feuchtigkeit oder Staub zu vermeiden.

Achtung: Direkte Sonneneinstrahlung (UV) kann die Lebensdauer von Komponenten beeinträchtigen.  
Hinweis: Setzen Sie die Komponenten keiner direkten UV-Strahlung aus.

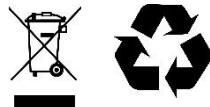
## 2.8 Informations- und Benutzerfehlverhalten



Achtung: Lesen Sie die Bedienungsanleitung vor der Arbeit durch und bewahren Sie Diese an einem sicheren Ort auf.

Hinweis: Sollte es zu Fragen kommen, kontaktieren Sie uns.

## 2.9 Falsche Entsorgung



Achtung: Alte Elektrogeräte und Komponenten müssen getrennt gesammelt und entsorgt werden.

Hinweis: Verpackungsabfälle müssen getrennt gesammelt und zur Verwertung übergeben werden um Umwelt und Gesundheit zu schützen.

## 2.10 Kontakt mit verschluckbaren oder gefährlichen Komponenten

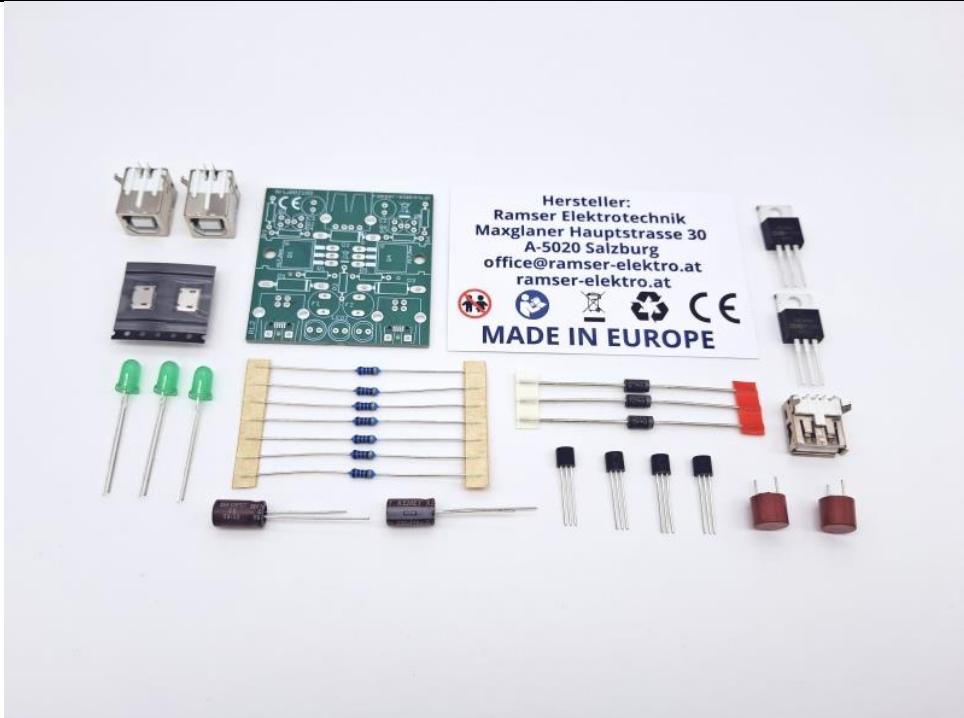


Achtung: Von Kindern fernhalten – verschluckbare Kleinteile und Gefahr durch elektrische Spannung.

Achtung: Kinder vom Artikel und dessen Komponenten fernhalten, um Fehlgebrauch oder Verletzungen zu verhindern.

### 3 Produktinformationen

#### 3.1 Produktangaben

Produktbezeichnung	Redundanzmodul für Raspi und Co
Varianten / Artikelnummer	002131 - Mit USB B Buchsen 002132 - Mit Micro USB B Buchsen
Revision	1.2
Bild	

### 3.2 Technische Eigenschaften

Art des Produktes	Bausatz mit einzelnen Bauteilen/Komponenten
Art der Bauteilmontage	Durchsteckmontage (THT-Bestückung)
Gewicht [g]	28,8
Abmessungen [mm] (lxbxh)	49,8x50,8x14,5
Nennspannung/Versorgung [V]	4,5-5,0 DC, Versorgung über USB Buchsen
Nominaler Betriebsstrom [mA]	2A
Originaler Hersteller	Ramser Elektrotechnik
Originale Artikelnummer	002131/002132
Herstellerland	AT
HS-Code	85423190
EAN	--
Materialien	FR4, div. Metalle, div. Kunststoffe
Lebensdauer	Max. 10 Jahre
Schnittstellen (elektrisch)	USB Buchsen
Kennzeichnung	CE Kennzeichnung

Zusätzliche Informationen:

IP Schutzart	0
--------------	---

### 3.3 Umgebungsbedingungen

Das Produkt muss in einem sauberen und in trockenen Innenbereich ohne direkte Sonneneinstrahlung (UV-Schutz) gelagert und betrieben werden.

Die Lagerung und der Betrieb im Außenbereich sind nicht zulässig.

Maximale Luftfeuchtigkeit: 80% r.F.

Minimale Temperatur: 0°C

Maximale Temperatur: 45°C

### 3.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Dieses Produkt wurde speziell für Bildungs-, Forschungs- und Entwicklungszwecke entwickelt und unterstützt die Gestaltung, Programmierung und Umsetzung elektronischer Projekte und Anwendungen.

Dieses Produkt wird als Komponentensatz geliefert und muss zunächst gelötet und/oder zusammengebaut werden.

Es richtet sich an technisch erfahrene Anwender wie Ingenieure, Entwickler, Forscher und Studierende.

Eine Nutzung als fertiges Verbraucherprodukt ist nicht vorgesehen.

### 3.5 Vorhersehbare Fehlanwendung

Dieses Produkt ist nicht für industrielle oder sicherheitskritische Anwendungen vorgesehen.

Der Einsatz in Medizingeräten sowie in der Luft- und Raumfahrt ist nicht zulässig.

Dieses Produkt darf nicht unbeaufsichtigt betrieben werden.

### 3.6 Betriebsbedingungen

- Spannungsanforderungen:

Zur Vermeidung von Schäden sollte das Produkt ausschließlich mit den im technischen Datenblatt angegebenen Spannungswerten betrieben werden.

- Stromversorgung:

Es wird eine zuverlässige und stabilisierte Gleichstromquelle benötigt.

- Belastungsgrenzen:

Beim Anschluss an andere Komponenten müssen die maximal zulässigen Strom- und Spannungswerte beachtet werden, um eine Überlastung zu vermeiden.

### 3.7 Personengruppen

- Ausbildung und Lehre:

Geeignet für Schulen, Hochschulen und Bildungseinrichtungen, um grundlegende Kenntnisse in Elektronik, Programmierung und eingebetteten Systemen zu vermitteln. (Erwachsene oder Kinder ab 14 Jahren mit Aufsicht von Erwachsenen)

- Forschung und Produktentwicklung:

Für Forschungsprojekte zur Entwicklung von Prototypen und zur Durchführung von Experimenten in den Bereichen Elektronik und Informatik. (Erwachsene oder Kinder ab 14 Jahren mit Aufsicht von Erwachsenen)

- Experimentelle Konstruktion / Musterfertigung:

Konzeption und Test innovativer elektronischer Schaltungen und Geräte. (Erwachsene oder Kinder ab 14 Jahren mit Aufsicht von Erwachsenen)

- Entwicklung und Erprobung für DIY- und Maker-Projekte:

Für Elektronik-Begeisterte und DIY-Maker, die ihre eigenen kreativen Ideen entwickeln und in praktischen Projekten umsetzen möchten. (Erwachsene oder Kinder ab 14 Jahren mit Aufsicht von Erwachsenen)

### 3.8 Benötigte Fähigkeiten der Personengruppen

- Elektronische Kenntnisse

Verstehen der Prinzipien der Elektronik, Elektrotechnik. Verstehen von elektrischen/elektronischen Schaltpläne und Skizzen.

- Programmierkenntnisse

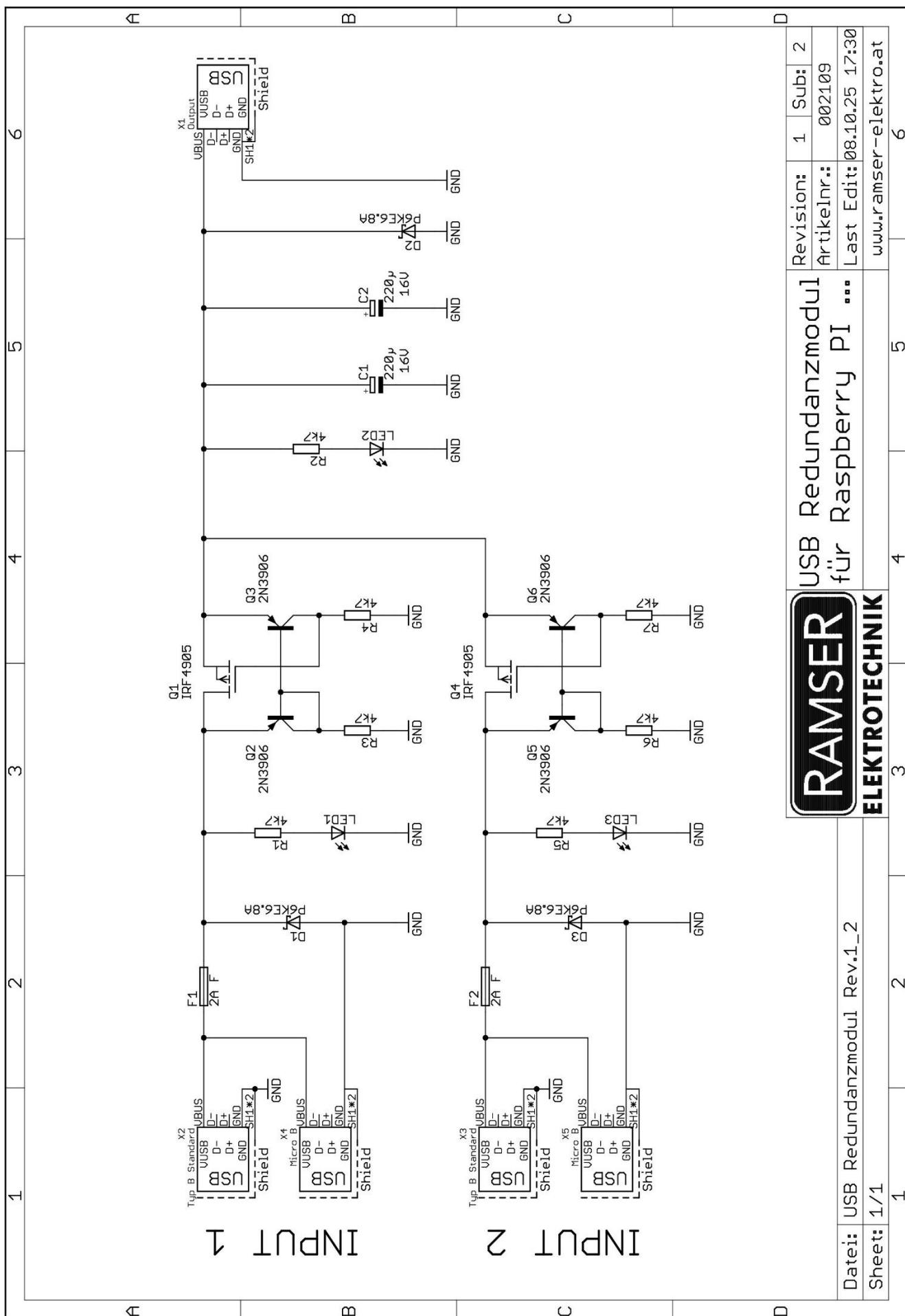
Erfahrungen in der Programmierung von Mikrocontrollern in einer geeigneten Sprache (C, C++, Basic,...).

- Umgang mit elektronischen Bauteilen und deren Verarbeitung

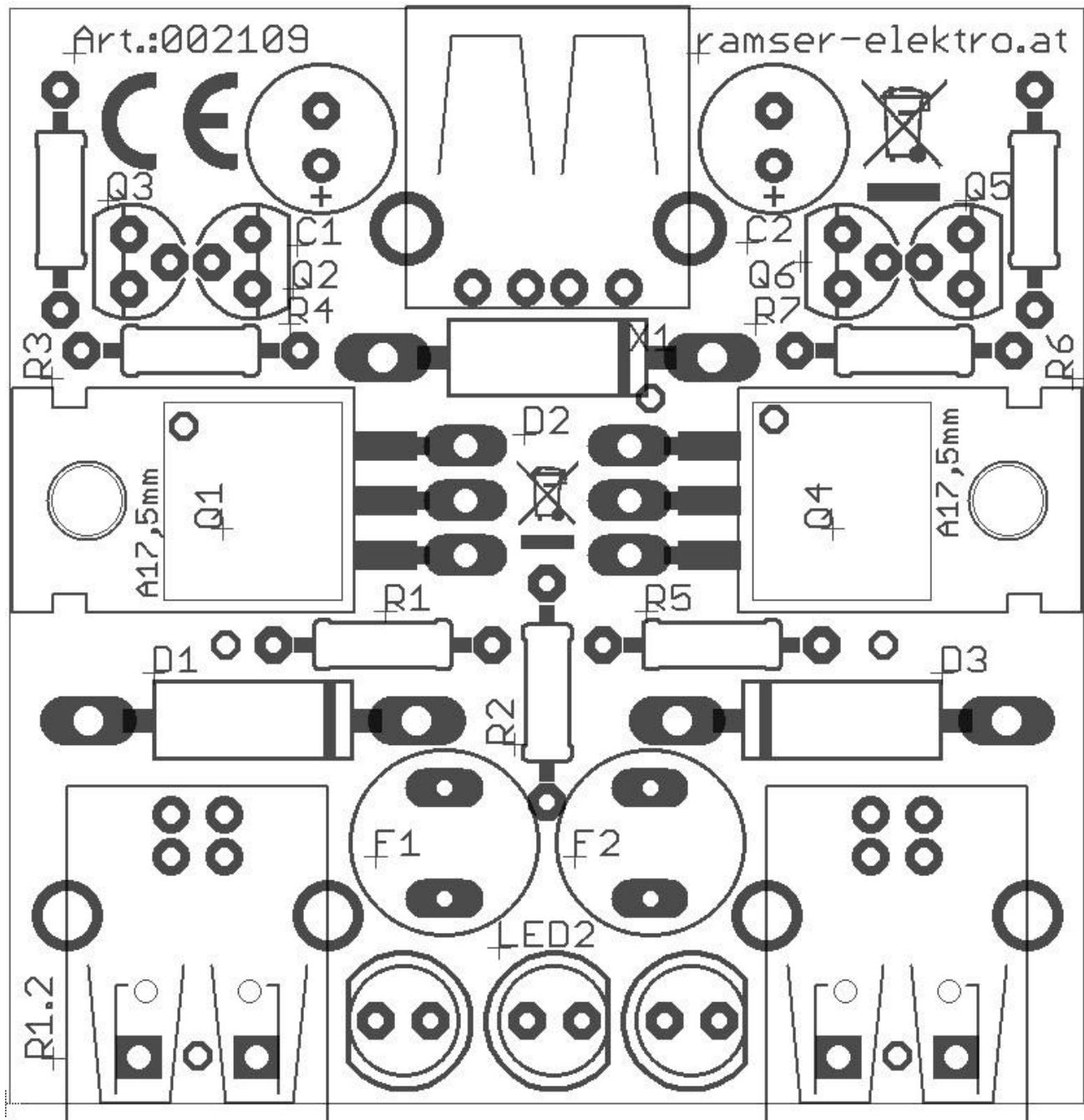
Erfahrung im Handling von ESD gefährdeten Bauteilen und Löterfahrungen mit THT-Technik

## 4 Schaltungsdetails

## 4.1 Schaltplan (der Platine)



## 4.2 Bestückungsdruck auf der Platine



### 4.3 Bestückungsliste / Stückliste

Name	Bezeichnung	Farben / Aufdruck
-	Platine	Grün R1.2
R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7	Widerstand 4k7	Ye/Vi/Bk/Br/Br
C1,C2	Kondensator 220µF	220µF, 16V
D1,D2,D3	TVS Diode	P6KE6.8A
LED1,LED2,LED3	LED	Grün
Q2,Q3,Q5,Q6	PNP Transistor	2N3906
Q1,Q4	P-Channel MOSFET	IRF4905
F1,F2	Sicherung	2A Flink
X1	USB Buchse	Typ A
X2,X3	USB Buchse	Typ B - Art. 002131
X4,X5	USB Buchse	B Micro - Art. 002132

## 5 Zusammenbau

### 5.1 Benötigtes Werkzeug

- Schlichtfeile, Schlüsselfeile oder Teppichmesser (Für das Entgraten der Platine)
- Elektronik-Seitenschneider
- Abbiegevorrichtung für Bauteildrähte
- Regelbare Lötstation oder Lötkolben (30-80W Lötspitzentemperatur einstellbar von 300 – 350 °C) mit passender Ablage
- Material bei SMD-Bauteilen:
  - Lötspitze Meisel förmiger Lötspitze (Empfohlen Ø1,2 mm)
  - Bleifreies Lötzinn mit Flussmittel (Kolophonum Seele) Kern (Empfohlen Ø0,5-0,8mm)
- Material bei THT-Bauteilen:
  - Lötspitze Meisel förmiger Lötspitze (Empfohlen Ø2,2 mm)
  - Bleifreies Lötzinn mit Flussmittel (Kolophonum Seele) Kern (Empfohlen Ø0,8-1,0mm)

### 5.2 Optionales Werkzeug

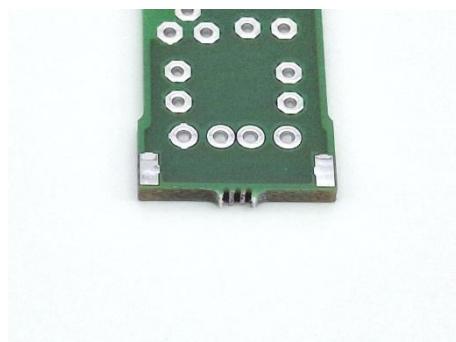
- Dritte Hand
- Pinzette
- Zusätzliches Flussmittel (z.Bsp. NC-559-V2)
- Flussmittelgetränktes Entlütlitz (Empfohlen Ø2,2 mm)

### 5.3 Vorbereiten der Platine

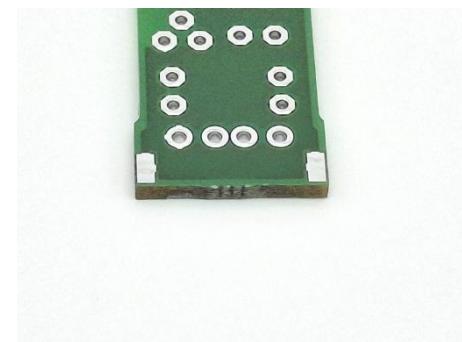
Wurde die Platine in einem Nutzen gefertigt, so ergibt sich an der Sollbruchstelle ein Grat bzw. Rückstände, die vor Beginn der Zusammenbauarbeiten unbedingt entfernt werden müssen.

Für das Entfernen ist entweder eine Schlichtfeile, eine Schlüsselfeile oder ein Teppichmesser zu verwenden.

Vor dem Entfernen (Symbolbild):

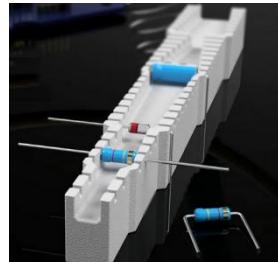


Nach dem Entfernen (Symbolbild):



## 5.4 Hinweise für Lötanfänger

- Verwende eine Hitze beständige, rutschfeste und ESD konforme Arbeitsunterlage um Brandflecken zu vermeiden.
- Winkeln Sie die Anschlussdrähte der Widerstände und Dioden vor dem Einlöten mit der Biegevorrichtung im richtigen Rastermaßabstand um 90° ab. Der Rastermaßabstand ergibt sich aus dem Abstand der Lötstellen.



- Kein Lötwasser oder Lötfett verwenden

Verzichten Sie beim Löten elektronischer Schaltungen grundsätzlich auf Lötwasser oder Lötfett. Diese enthalten Säuren, die Bauteile und Leiterbahnen beschädigen können.

- Verwenden Sie ausschließlich bleifreies Elektroniklot mit einem Flussmittelkern (Kolophoniumseele). Das enthaltene Flussmittel sorgt für eine optimalen Verlauf des Lötzinns und damit für gute Verbindung.

- Auf Sauberkeit der Lötspitze achten.

Achten Sie darauf, dass die Lötspitze sauber und zunderfrei ist, damit die Wärme optimal übertragen wird.

- Löten Sie möglichst zügig. Idealerweise in wenigen Sekunden (2-3 Sekunden).

Zu langes Erhitzen kann Bauteile sowie Leiterbahnen oder Lötaugen beschädigen.

- Auf die richtige Löttechnik achten.

## 5.5 Einstellen der optimale Löttemperatur

Generell ist die eingestellte Temperatur stark von der Schmelztemperatur des verwendeten Lotes abhängig. Die Schmelztemperatur finden Sie im Datenblatt des von Ihnen verwendeten Lotes.

Als Faustformel gilt:

Die eingestellte Arbeitstemperatur (an der Lötspitze) sollte ca. 120°C über dem Schmelzpunkt des Lotes liegen.

Der Schmelzpunkt bei einem Lot mit der Legierung Sn99,3% Cu0,7% beträgt zum Beispiel 227 °C.

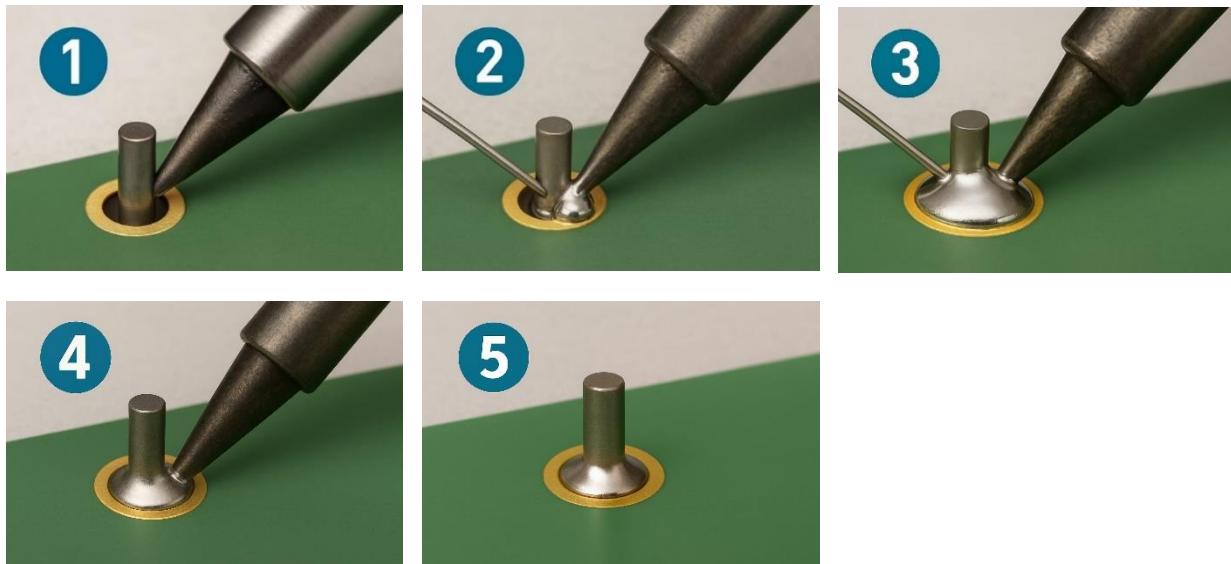
Dies würde eine eingestellte Temperatur bei einer Sn99,3% Cu0,7% Legierung von ca. 340°C bedeuten.

Mehr Temperatur ist besser als weniger → **NEIN**

Eine zu hohe Lötspitzentemperatur führt zu einem übermäßigen Verschleiß der Lötspitze und ist meist an einer Verfärbung der Lötspitze erkennbar, welche durch Oxidationsprozesse entsteht.

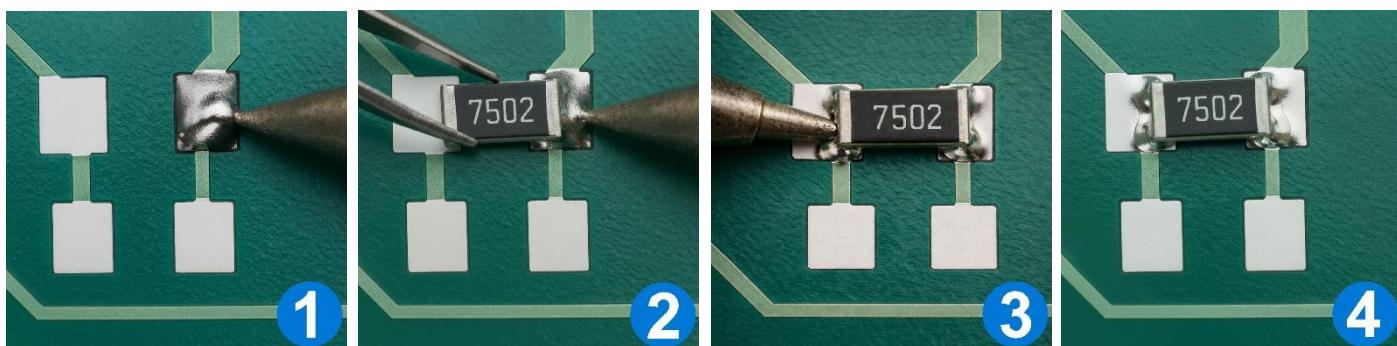
## 5.6 Hinweis - Löten von THT-Bauteilen

- Halten Sie die gut verzinnte Lötspitze an die Lötstelle (Bild 1).
- Führen Sie eine kleine Menge Lötdraht hinzu, dass Bauteildraht und Leiterbahn gleichzeitig berührt werden (Bild 2).
- Sobald das Lötzinn schmilzt und zu fließen beginnt, entfernen Sie den Lötdraht (Bild 3).
- Lassen Sie das Lot kurz (ca. 1 Sekunde) verlaufen (Bild 4) und entfernen Sie dann die Lötspitze
- Kürzen Sie mit dem Elektronikseitenschneider den eventuell überstehende Bauteildraht.



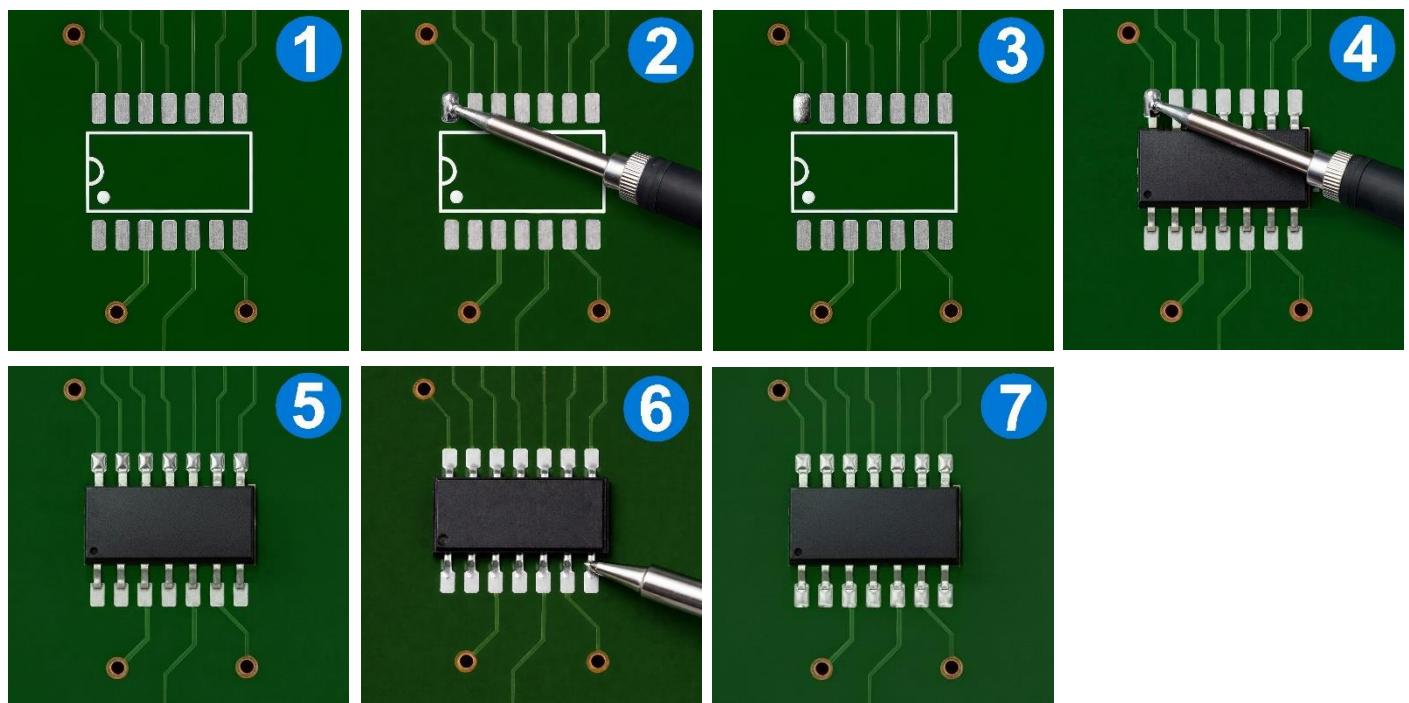
## 5.7 Hinweis - Löten von 2/3 poligen SMD-Bauteilen

- Tragen Sie mit der Lötspitze und dem Lötzinn eine sehr kleine Menge Lot auf das Pad auf. Ziel ist ein dünner, glänzender Lotfilm, kein Tropfen (Bild 1)
- Nehmen Sie das Bauteil mit einer antimagnetischen Pinzette und setzen Sie es mittig auf die Pads. Achten Sie dabei auf die Polung/Markierung. Erwärmen Sie das zuvor verzinnte SMD-Pad und den Kontakt des Bauteils kurz, sodass eine Lotverbindung entsteht (Bild 2).
- Löten Sie die übrigen Pads nacheinander. Führen Sie die Lötspitze dabei so, dass sowohl das Lot als auch der Bauteilanschluss gleichzeitig erwärmt werden. Geben Sie nur so viel Lot zu, wie nötig (Bild 3). Durch die Zugabe von Flussmittel kann dieser Vorgang erheblich beschleunigt und vereinfacht werden.
- Prüfen Sie Benetzung, Form (glatt, glänzend) und keine Kurzschlüsse (Bild 4). Bei Bedarf Nachlöten.



## 5.8 Hinweis - Löten von mehrpoligen SMD-Bauteilen:

- Tragen Sie mit der Lötpitze und dem Lötzinn eine sehr kleine Menge Lot auf ein Pad, das an einer Ecke des ICs liegt auf (Bild 1 und Bild 2).
- Ziel ist ein dünner, glänzender Lotfilm, kein Tropfen (Bild 3)
- Nehmen Sie das Bauteil mit einer antimagnetischen Pinzette und setzen Sie es mittig auf die Pads. Achten Sie dabei auf die Polung/Markierung.  
Erwärmen Sie das zuvor verzinnte SMD-Pad und den Kontakt des Bauteils kurz, sodass eine Lotverbindung entsteht (Bild 4).
- Löten Sie die übrigen SMD-Pads nacheinander auf einer Seite auf. Führen Sie die Lötpitze dabei so, dass sowohl das Lot als auch der Bauteilanschluss gleichzeitig erwärmt werden.  
Geben Sie nur so viel Lot zu, wie nötig (Bild 5).  
Durch die Zugabe von Flussmittel kann dieser Vorgang erheblich beschleunigt und vereinfacht werden.
- Löten Sie die übrigen SMD-Pads nacheinander auf der nächsten Seite auf (Bild 6).
- Prüfen Sie Benetzung, Form (glatt, glänzend) und keine Kurzschlüsse (Bild 7). Bei Bedarf Nachlöten.  
Sollten sich Zinnbrücken gebildet haben, entfernen Sie diese mit Entlötflitze.



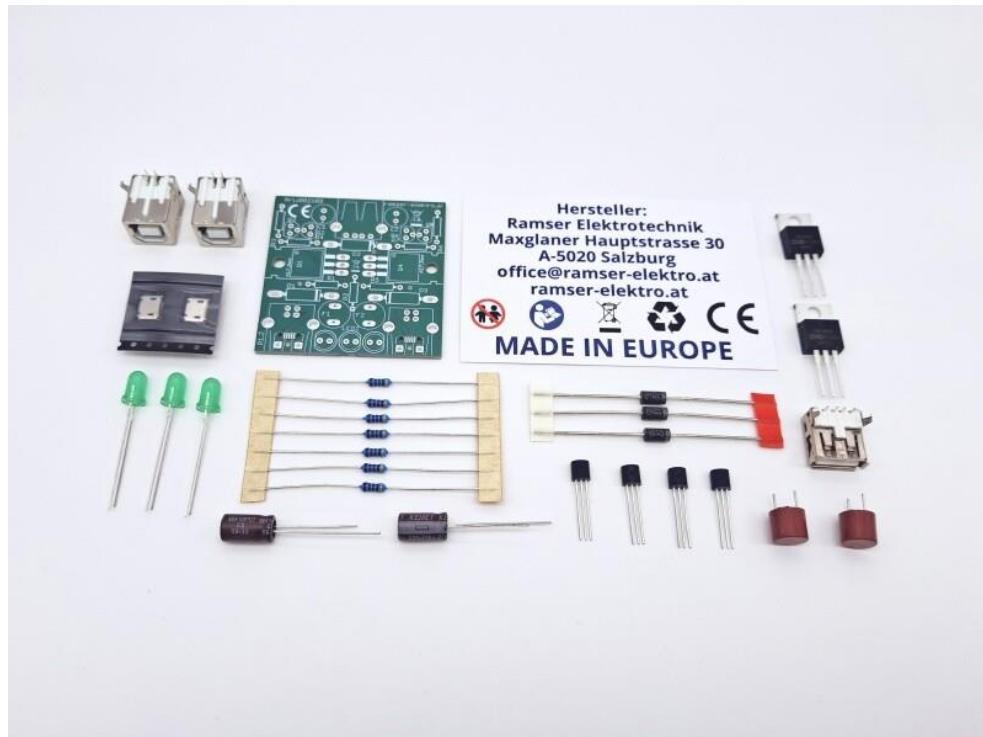
## 5.9 Die einzelnen Arbeitsschritte

### • Schritt 1

Legen Sie alle Bauteile auf und überprüfen Sie sorgfältig, ob alle vollständig vorhanden sind.

**TIP:** Besonders kleine Bauteile können sich manchmal in der Verpackung oder anderen Bauteilen verstecken.

Durch vorsichtiges Schütteln der Verpackung oder der Bauteile lässt sich das versteckte Bauteil leicht entdecken.

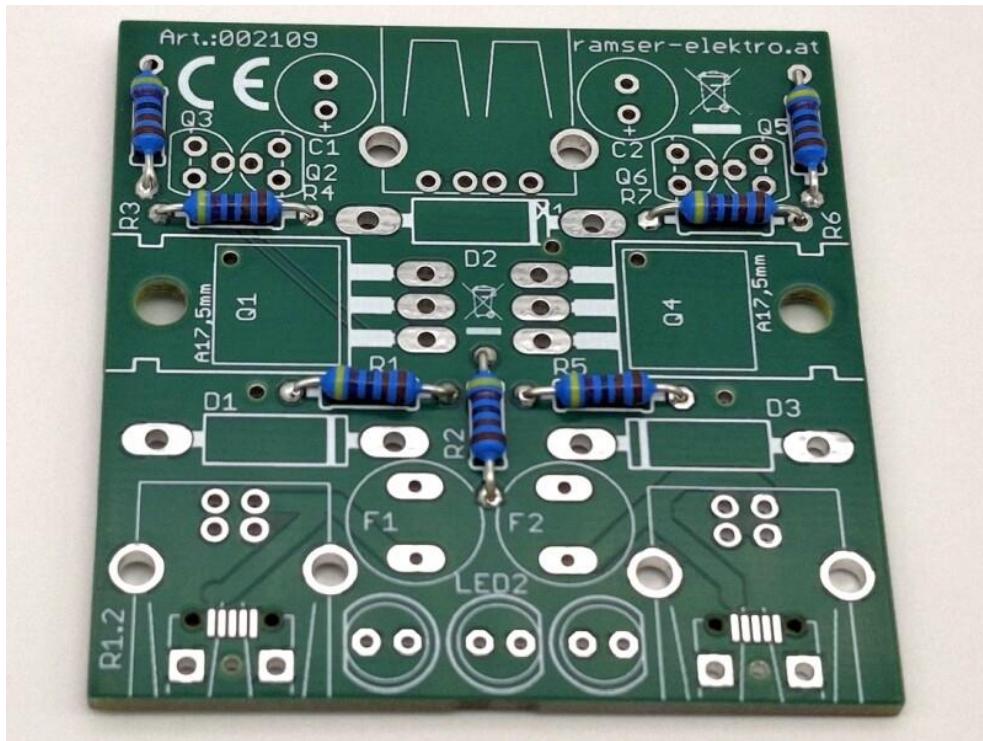


Die Bestückung kann aus der „Bestückungshilfe“ herausgelesen werden:

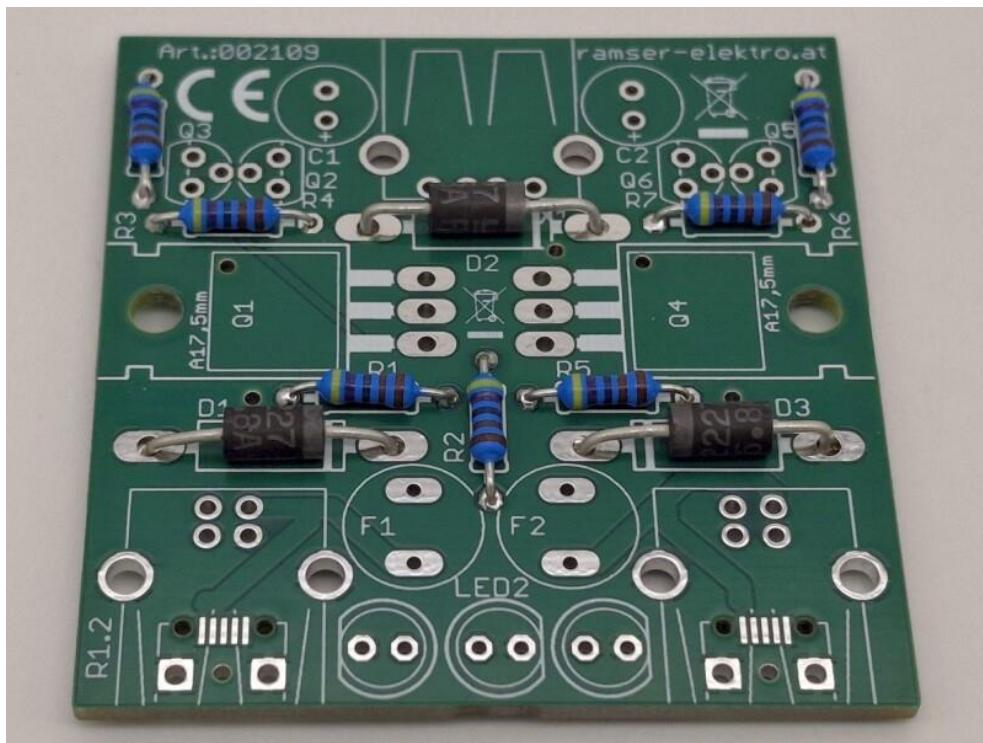
Name	Bezeichnung	Farben / Aufdruck
-	Platine	Grün R1.2
<b>R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7</b>	Widerstand 4k7	Ye/Vi/Bk/Br/Br
<b>C1,C2</b>	Kondensator 220µF	220µF, 16V
<b>D1,D2,D3</b>	TVS Diode	P6KE6.8A
<b>LED1,LED2,LED3</b>	LED	Grün
<b>Q2,Q3,Q5,Q6</b>	PNP Transistor	2N3906
<b>Q1,Q4</b>	P-Channel MOSFET	IRF4905
<b>F1,F2</b>	Sicherung	2A Flink
<b>X1</b>	USB Buchse	Typ A
<b>X2,X3</b>	USB Buchse	Typ B - Art. 002131
<b>X4,X5</b>	USB Buchse	B Micro - Art. 002132

**• Schritt 2**

Verlöten Sie die Widerstände: R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7 (Widerstand 4k7 - Farbcodierung: Ye/Vi/Bk/Br/Br).

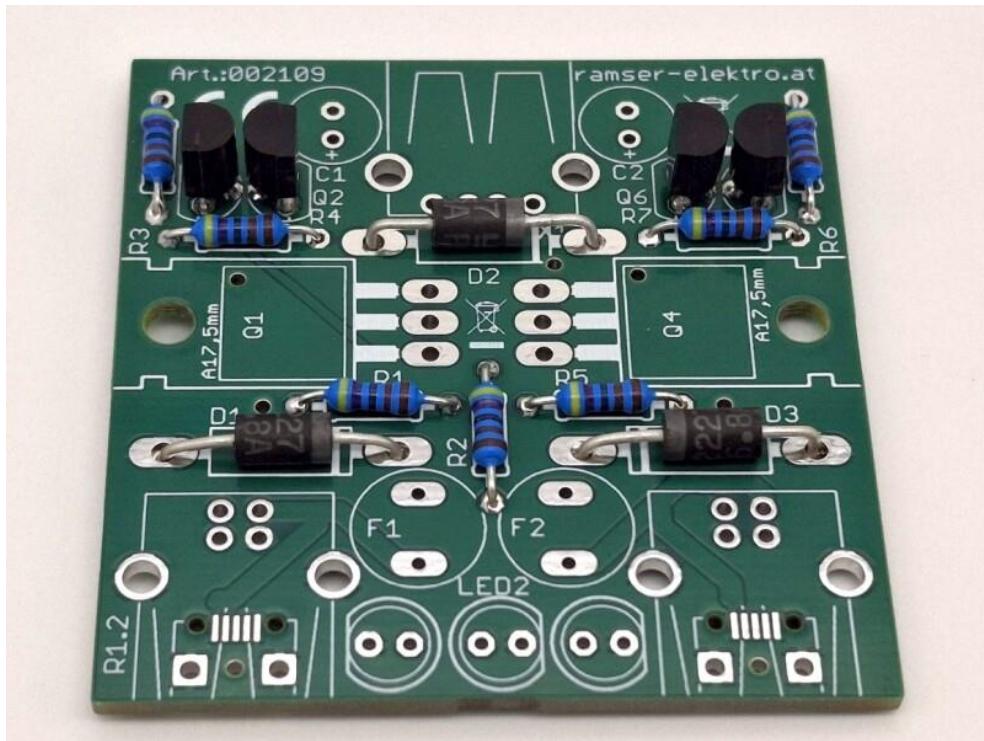
**• Schritt 3**

Verlöten Sie die TVS Dioden D1,D2,D3 (Type: P6KE6.8A - Beschriftung: P6KE6.8A)

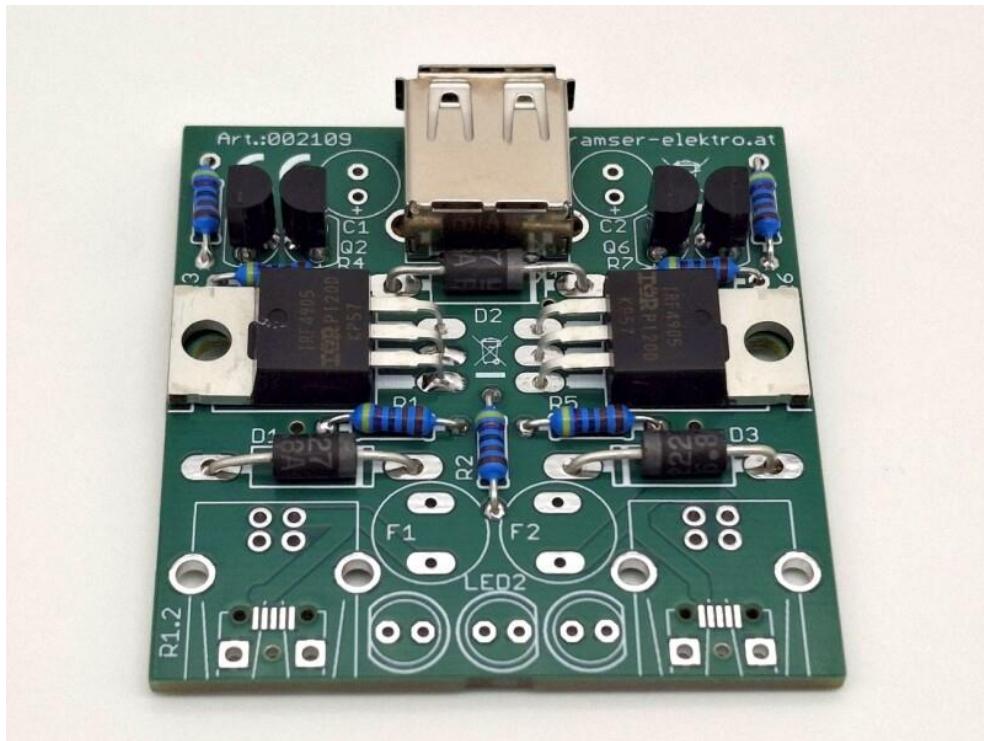


**• Schritt 4**

Bestücken Sie die PNP Transistoren Q2,Q3,Q5,Q6 (Type: 2N3906 - Beschriftung: 2N3906)

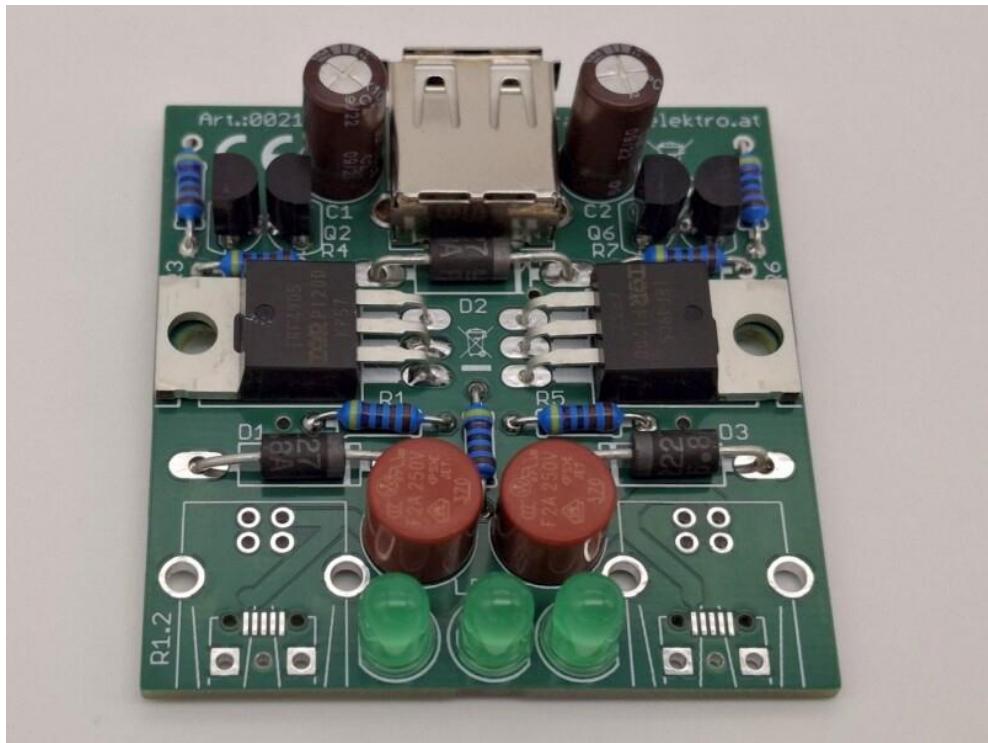
**• Schritt 5**

Danach folgen die Mosfet Q1,Q4 (Type: IRF4905 - Beschriftung: IRF4905) und die USB Ausgangsbuchse.



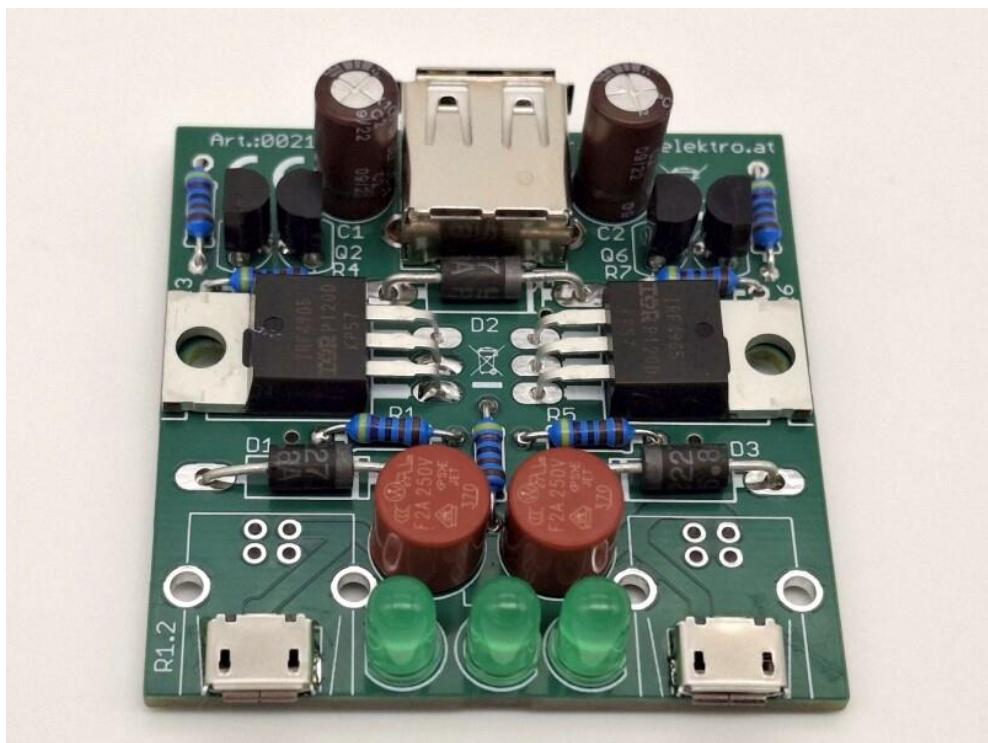
**• Schritt 6**

Verlöten Sie die Kondensatoren C1,C2 (Kapazität: 220  $\mu$ F / 16 V), die Sicherungen F1,F2 und die drei grünen LEDs LED1,LED2,LED3.

**• Schritt 7**

Nur bei Artikelnummer 002132:

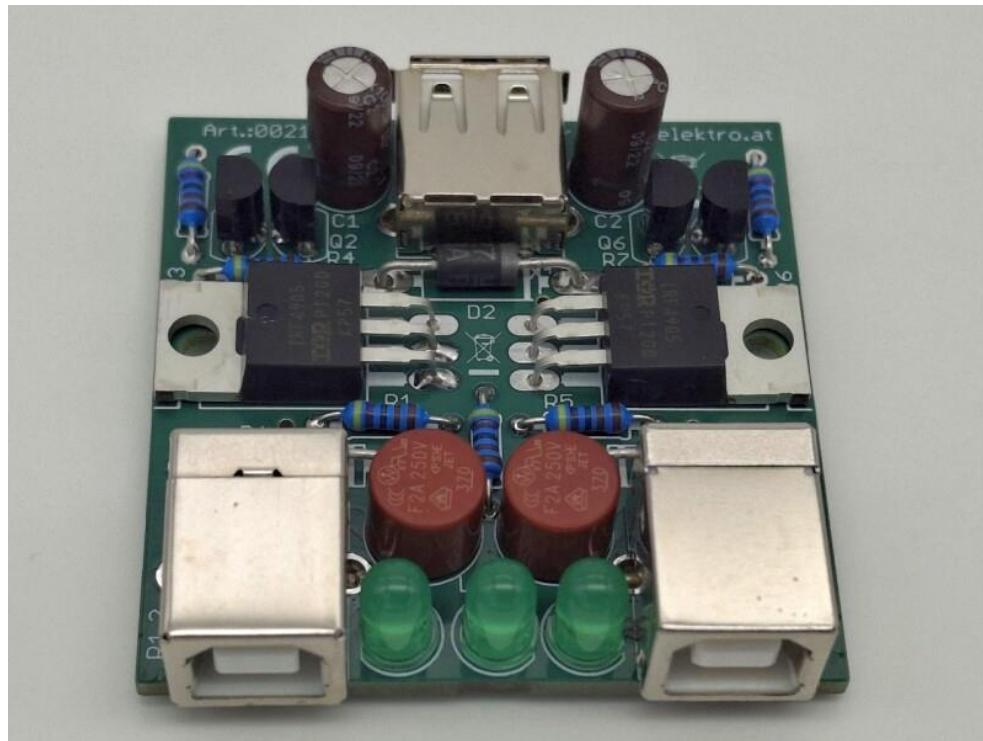
Bestückung mit den zwei Micro USB Buchsen



- **Schritt 7**

Nur bei Artikelnummer 002131:

Bestückung mit den zwei USB B Buchsen



## 6 Inbetriebnahme

### 6.1 Benötigte Geräte und Werkzeuge

- Voltmeter oder Multimeter für die Inbetriebnahme (U min. 30V DC, Toleranz: max. +/-0,2% - 3 Digits)
- Strombegrenztes Labornetzteil mit Stromanzeige (U max. 30V DC, I max. 50mA)

### 6.2 Die einzelnen Arbeitsschritte

#### Generell:

Sichtprüfung durchführen

Überprüfen Sie vor der ersten Inbetriebnahme die Leiterplatte auf korrekte Bestückung, saubere Lötstellen und mögliche Kurzschlüsse.

- **Schritt 1**

Schließen Sie den ersten USB Eingang mit einem geeigneten USB Kabel an das strombegrenzte Labornetzteil an und stellen Sie eine Spannung von 5V und einen Strom von 50mA ein.

- **Schritt 2**

Schalten Sie das strombegrenzte Labornetzteil ein.

Der Strom darf 50mA nicht überschreiten.

- **Schritt 3**

Es muss die LED des ersten Eingangs und die LED des Ausgangs leuchten.

Am Ausgang müssen 5V messbar sein.

- **Schritt 4**

Verfahren Sie mit dem zweiten Eingang gleich, wie in Schritt 1 bis 3 des ersten Eingangs.

## 7 Betrieb

Die beiden USB-Strompfade werden erst **nach** idealen Dioden zusammengeführt. Dadurch ist eine Rückspeisung zwischen den Eingängen physikalisch ausgeschlossen.

### 7.1 Die ideale Diode – Funktionsprinzip im Detail

Kernstück des Redundanzmoduls ist die sogenannte **ideale Diode**. Im Gegensatz zu einer klassischen Silizium- oder Schottky-Diode entsteht hier nahezu kein Spannungsabfall.

Realisiert wird dies durch einen **P-Kanal-MOSFET (IRF4905)**, dessen Body-Diode und Kanal gezielt ausgenutzt werden.

#### 7.1.1 Funktionsablauf Schritt für Schritt

##### 1. Spannung liegt an Eingang an:

Die Eingangsspannung speist über die Body-Diode des MOSFETs zunächst den Ausgang.

##### 2. Gate-Steuerung über Transistorstufe:

Ein NPN-Transistor (2N3906) überwacht die Eingangsspannung und zieht das Gate des MOSFETs gegen Masse.

##### 3. MOSFET schaltet durch:

Sobald  $V_{GS}$  negativ genug ist, wird der MOSFET leitend. Der Strom fließt nun über den niederohmigen Kanal – nicht mehr über die Diode.

##### 4. Minimaler Spannungsabfall:

Der Spannungsabfall reduziert sich auf  $R_{DS(on)} \cdot I$ , typischerweise nur wenige Millivolt selbst bei mehreren Ampere.

##### 5. Spannung fällt weg:

Sinkt die Eingangsspannung, sperrt der MOSFET sofort. Eine Rückspeisung vom Ausgang zum Eingang ist unmöglich.

Das Ergebnis ist eine **verlustarme, schnelle und rückstromfeste Entkopplung**, ideal für redundante Versorgungssysteme.

### 7.2 Strompfade & automatische Priorisierung

Sind beide Eingänge gleichzeitig aktiv, übernimmt automatisch die Quelle mit der **höheren Spannung** die Versorgung.

Die zweite Quelle bleibt vollständig entkoppelt.

Es findet kein Spannungsausgleich zwischen den Eingängen statt.

Fällt die aktive Quelle weg, übernimmt die zweite Quelle nahtlos, ohne Spannungseinbruch oder Umschaltverzögerung.

### 7.3 Schutzbeschaltungen & Betriebssicherheit

Für einen robusten Dauerbetrieb sind mehrere Schutzmechanismen integriert:

- **TVS-Dioden** an Ein- und Ausgang zum Schutz vor Überspannung
- **Feinsicherungen** pro Eingang (2 A flink)
- **Pufferkondensatoren** ( $2 \times 220 \mu\text{F}$ ) zur Abfangung von Lastspitzen
- **Status-LEDs** zur visuellen Kontrolle der aktiven Versorgung

Diese Kombination macht das Modul besonders geeignet für Dauerbetrieb, unbeaufsichtigte Systeme und industrielle Umgebungen.

## 7.4 Typische Anwendungen

- Raspberry-Pi-Server mit Powerbank-Backup
- IoT-Gateways mit redundanter Stromversorgung
- Smart-Home-Zentralen
- Mess- und Überwachungssysteme
- Embedded-Linux-Systeme mit hoher Verfügbarkeit

## 8 Entsorgung

 Dieser Bausatz ist gemäß der europäischen Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE – Waste Electrical and Electronic Equipment) gekennzeichnet.

 Die Richtlinie legt die Grundlagen für eine europaweite Rücknahme und umweltgerechte Verwertung von Altgeräten fest.

### 8.1 Verpackung

 Die verwendeten Verpackungsmaterialien sind umweltfreundlich und können recycelt werden. Bitte entsorgen Sie nicht mehr benötigte Verpackungen über die entsprechenden Sammelstellen.

### 8.2 Altgeräte

 Elektronikaltgeräte enthalten oft noch wertvolle Rohstoffe. Geben Sie Ihr nicht mehr benötigtes Gerät daher bei einem Fachhändler oder einem Recyclinghof zur Wiederverwertung ab.

Informationen zur nächstgelegenen Annahmestelle erhalten Sie bei Ihrem Händler oder Ihrer Gemeindeverwaltung.