



Einführung in das Löten und in die Messtechnik

Skriptum zum
Praktikum Schaltungstechnik

Sommersemester 2026

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Löten	1
2.1	Vorbereitung	1
2.2	THT-Löten	2
2.3	SMD-Löten	4
2.4	Fehler beheben	4
3	Messgeräte	5
3.1	Multimeter	5
3.2	Oszilloskop	5
3.3	Funktionsgenerator	6
3.4	Labornetzteil	6
4	Vorbereitende Aufgaben	7
5	Messaufgaben	8
A	Ausarbeitung	9

1 Einführung

Das Ziel des Gesamtpraktikums ist, einen Verstärker mit Mikrofon zu bauen („Karaokeverstärker“).

Im ersten Praktikumsabschnitt sollen die Grundlagen des Lötens und der Umgang mit Messgeräten wie dem Oszilloskop vermittelt werden. Hierzu soll eine einfache Schaltung aufgebaut und anschließend untersucht werden.

2 Lötten

2.1 Vorbereitung

Bevor mit dem Lötten begonnen werden kann, müssen einige Vorbereitungen getroffen werden. Diese beinhalten das Vorbereiten des Arbeitsplatzes und das Bereitlegen der richtigen Werkzeuge.

Arbeitsplatz

Der Arbeitsplatz sollte zu Beginn der Lötarbeiten aufgeräumt und sauber sein. Es ist sicherzustellen, dass die Arbeitsunterlage für die Lötarbeiten geeignet ist. Gerade bei Kunststoffoberflächen kann es aufgrund der Temperatur des Lötkolbens zu Beschädigungen kommen. Im Praktikum steht eine spezielle Unterlage zur Verfügung, die für die Temperaturen beim Lötten ausgelegt ist.

Bei der Wahl des Arbeitsplatzes ist außerdem auf eine gute Belüftung zu achten, da beim Lötten gesundheitsschädliche Dämpfe entstehen können. Um eine gute Belüftung zu garantieren, empfiehlt es sich beim Lötten ein Fenster zu öffnen. Im professionellen Umfeld stehen oft Absauganlagen bereit. Ebenso empfiehlt es sich, nach dem Lötten die Hände zu waschen.

Werkzeuge

Beim Lötten werden verschiedene Werkzeuge benötigt. Der genaue Umgang mit diesen Werkzeugen wird am Versuchstermin durch die Betreuer erläutert. Folgende Werkzeuge stehen zur Verfügung:

- Der **LötKolben** dient zur Herstellung der Lötstellen.
- Der **Schwamm** dient zum Reinigen der Lötspitze.
- Die **Spitzzange** dient zum Festhalten großer Bauteile.
- Die **Pinzette** dient zum Festhalten kleiner Bauteile.
- Der **Seitenschneider** dient zum Entfernen von überstehenden Anschlussdrähten/zum Schneiden von Draht.
- **Entlötpumpe** und **Entlötlitze** dienen zum Entfernen überflüssigen Lötzinns.
- Das **Messer** dient zum Auftrennen von Leiterbahnen.
- Die **Bohrmaschine** dient zum Anpassen (Aufbohren) von Löchern.

Ein Teil der Werkzeuge ist in Abbildung 2.1 bzw. auch in Abbildung 3.1 dargestellt.

2.2 THT-Löten

THT steht für engl. *through-hole technology* (Durchsteckmontage). Die Anschlüsse der Bauteile sind dabei mit Anschlussdrähten (Beinchen) realisiert. Zum Einlöten müssen die Anschlussdrähte zunächst auf das Maß der Bohrungen in der Platine gebogen werden. Anschließend werden sie durch die entsprechenden Löcher gesteckt und auf der Unterseite verlötet. Um zu verhindern, dass die Bauteile beim Lötten herausfallen, sollten zuerst die Bauteile mit der niedrigsten Bauhöhe verlötet werden. Außerdem können die Anschlussdrähte leicht auseinander gebogen werden, um das Herausfallen zu verhindern.

Um die Lötstelle herzustellen, wird die Spitze des LötKolbens mit etwas Lötzinn benetzt. Anschließend wird mit der benetzten Spitze das Lötpad auf der Platine

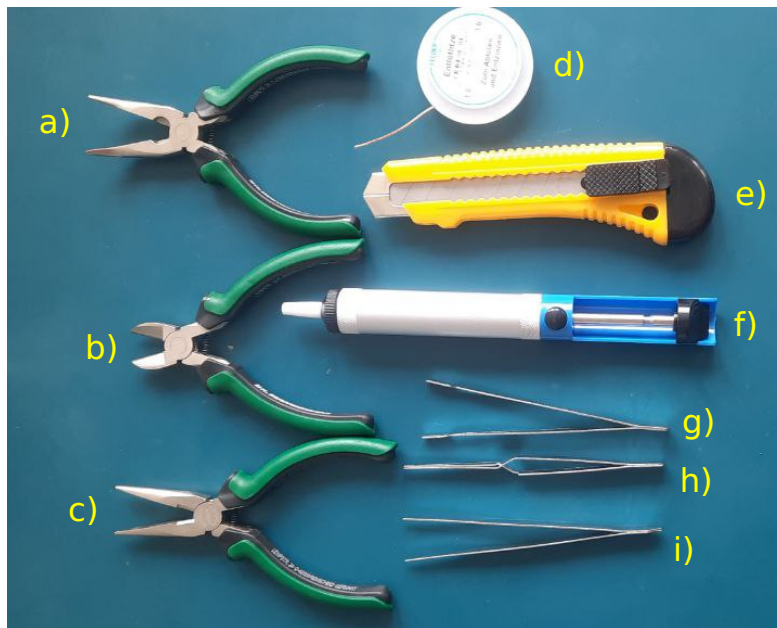


Abbildung 2.1: Werkzeuge.

und der Anschlussdraht zur gleichen Zeit erhitzt und es wird weiteres Lötzinn beigefügt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die richtige Menge Lötzinn aufgebracht wird, sodass die Lötstelle eine konkave Form hat. Sobald das gesamte Zinn aufgeschmolzen ist, ist die Lötspitze rasch zu entfernen. Während des Erstarrens des Lötzinns sollte der Anschlussdraht nicht bewegt werden, da ansonsten die Gefahr einer sogenannten kalten Lötstelle besteht. Eine kalte Lötstelle ist eine fehlerhafte Lötverbindung, die oft durch unzureichende Wärme oder ungenügende Lötmaterialien entsteht. Sie sieht in der Regel unregelmäßig und matt aus, im Gegensatz zu einer guten Lötstelle, die glänzend und gleichmäßig ist. Weitere Merkmale können Risse oder Spalten, eine unregelmäßige Form und eine schlechte Haftung zwischen dem Bauteil und der Leiterplatte sein. Kalte Lötstellen können zu intermittierenden Verbindungen oder kompletten Ausfällen führen, weshalb es wichtig ist, sie zu erkennen und zu reparieren. Anschließend kann der überstehende Draht mithilfe des Seitenschneiders entfernt werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Draht nicht zu knapp an der Lötstelle abgeschnitten wird, um die Lötstelle und die Leiterbahnen auf der Leiterplatte nicht zu beschädigen. Alternativ kann der überstehende Draht auch bereits vor dem Lötvorgang entfernt werden, um die mechanische Spannung auf die Lötverbindung zu minimieren.

Gerade bei Halbleiterbauelementen ist darauf zu achten, dass der Lötvorgang nicht

zu lange dauert, da dies zu einem erhöhten Wärmeeintrag in das Bauelement führt, was eine Beschädigung des Bauelements zur Folge haben kann.

Weitere Hinweise zum Lötén liefern folgende Videos: Deutsch¹²³, Englisch⁴.

2.3 SMD-Lötén

Das Lötén von SMD-Bauteilen ist kein Bestandteil des Praktikums, soll zu Vollständigkeit jedoch kurz erwähnt werden.

SMD steht für engl. *surface-mounted device*. Diese Bauteile werden nur auf der Oberfläche der Platine befestigt, weshalb auch von Oberflächenmontage gesprochen wird. Dies erleichtert die maschinelle Verarbeitung, erschwert aber das Lötén von Hand. Sollen SMD-Bauteile von Hand gelötet werden, empfiehlt es sich, zunächst ein Anschlusspad zu verzinnen, und anschließend das Bauteil mittels einer Pinzette in Position zu bringen und zu halten und mit dem bereits verzinnnten Pad zu verlötén. Das Bauteil wird anschließend durch die Lötstelle in Position gehalten und die weiteren Lötverbindungen können hergestellt werden.

2.4 Fehler beheben

Falls durch das Lötén zwei Leiterbahnen/Pads unabsichtlich miteinander verbunden werden (passiert ständig), so kann das überschüssige Lötzinn erhitzt und mit der Vakuumpumpe eingesaugt werden. Anschließend werden die Lötstellen mit etwas frischem Lötzinn neu verlötet.

Wurde ein Bauteil falsch eingelötet, kann das Lot mit der Vakuumpumpe entfernt und das Element herausgezogen werden. Manchmal funktioniert das nicht so gut, dann können die Lötstellen mit dem LötKolben erhitzt und das Bauelement gleichzeitig mit einer Pinzette oder Spitzzange herausgezogen werden (Achtung, das Bauelement wird dabei sehr heiß). Mithilfe der Vakuumpumpe und/oder etwas Entlötlitze kann das Loch wieder gereinigt werden, damit das richtige Bauelement eingelötet werden kann.

¹<https://www.youtube.com/watch?v=yWPS3YSXTBk>

²<https://www.youtube.com/watch?v=Arj34uQoLdM>

³https://www.youtube.com/watch?v=fTVHv0g_nzM

⁴<https://www.youtube.com/watch?v=VxMV6wGS3NY>

Es ist in jedem Fall notwendig, bei einer Korrektur an Lötstellen etwas frisches Lötzinn (oder Flussmittel) zur Lötstelle zu geben, um durch das (im Lotdraht enthaltene) Flussmittel die Oberflächenspannung zu erhöhen und damit für eine gute Lötverbindung zu sorgen. Ansonsten können kalte, unvollständige oder unschöne Lötstellen entstehen.

3 Messgeräte

In diesem Kapitel werden die für das Praktikum benötigten Messgeräte kurz vorgestellt. Die Bedienung wird am ersten Praktikumstermin erklärt.

3.1 Multimeter

Ein Multimeter⁵, auch Vielfachmessgerät genannt, ist ein elektrotechnisches Messgerät, das für mehrere Messgrößen und in mehreren Messbereichen einsetzbar ist. Zur Grundausstattung eines Multimeters gehört seine Verwendbarkeit als Spannungsmessgerät und Strommessgerät. In der Regel ist es auch zwischen Gleich- und Wechselgrößenmessungen umschaltbar. Üblich ist auch die Ausstattung als Widerstandsmessgerät. Fallweise ist die eine oder andere Zusatzfunktion verfügbar.

3.2 Oszilloskop

Ein Oszilloskop⁶ ist ein elektronisches Messgerät, das den zeitlichen Verlauf einer oder mehrerer Spannungen darstellt. Es stellt einen Verlaufsgraphen in einem zweidimensionalen Koordinatensystem dar, wobei üblicherweise die (horizontale) x-Achse die Zeitachse und die (vertikale) y-Achse die Spannungsachse ist. Es gibt analoge und digitale Oszilloskope, wobei die analogen Geräte von den digitalen fast vollständig vom Markt verdrängt worden sind. Digitale Oszilloskope stellen heutzutage oft weitere Funktionen, die über die eines klassischen Oszilloskops hinausgehen, bereit.

⁵<https://de.wikipedia.org/wiki/Multimeter>

⁶<https://de.wikipedia.org/wiki/Oszilloskop>

3.3 Funktionsgenerator

Ein Funktionsgenerator⁷ ist ein Gerät zum Erzeugen periodischer elektrischer Signale mit unterschiedlichen Kurvenformen, insbesondere Sinus, Rechteck, Dreieck und Sägezahn, mit einstellbarer Frequenz (üblicherweise bis einige MHz) und Amplitude.

3.4 Labornetzteil

Labornetzteile⁸ gibt es je nach Anforderungen in sehr vielfältigen Ausführungen mit einer oder mehreren festen oder einstellbaren Spannungsbegrenzungen, festen oder einstellbaren Strombegrenzungen und für unterschiedliche Leistungen. Trackingfähige Labornetzteile können symmetrische Ausgangsspannungen mit unterschiedlichem Vorzeichen aber gleichem Betrag ausgeben.

Labornetzteile weisen immer eine Regelung auf, zumindest für die Ausgangsspannung, oft auch für den Ausgangsstrom. Sie können dazu mit Netztransformator, Gleichrichter und linearer Regelung ausgeführt sein oder als Schaltnetzteil.

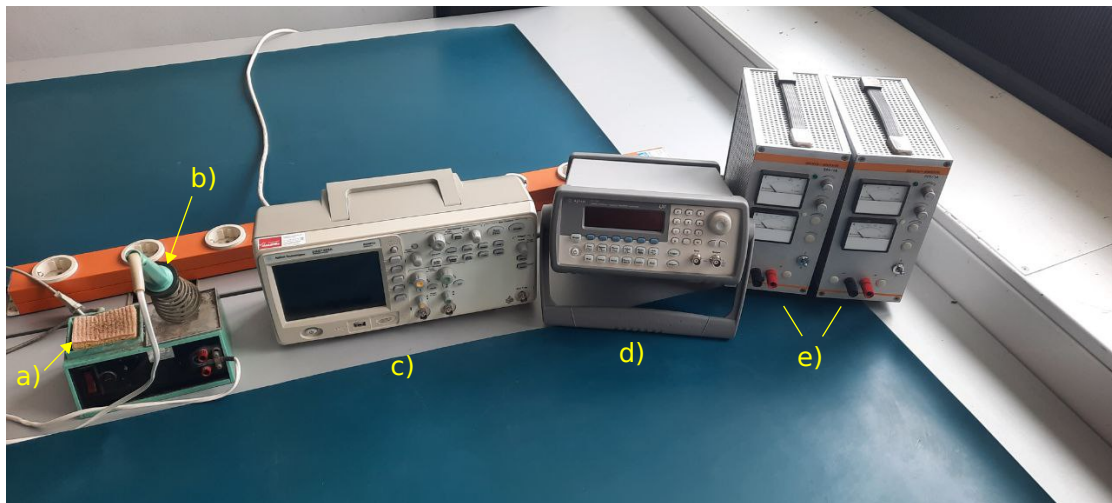


Abbildung 3.1: Werkzeuge und Messgeräte.

⁷<https://de.wikipedia.org/wiki/Funktionsgenerator>

⁸<https://de.wikipedia.org/wiki/Labornetzteil>

4 Vorbereitende Aufgaben

1. Benennen Sie die Werkzeuge in Abbildung 2.1 von a) bis i).
2. Benennen Sie die Werkzeuge und Messgeräte in Abbildung 3.1 von a) bis e).

Im Folgenden wird die Schaltung in Abbildung 4.1 betrachtet. Die vier Dioden D_1 bis D_4 bilden einen sogenannten Brückengleichrichter, dieser erzeugt aus einer Wechselspannung am Eingang eine pulsierende Gleichspannung am Ausgang. Der Kondensator C_1 dient zur Glättung dieser Spannung und kann über JP_1 zugeschaltet werden. LED_1 und R_1 bilden zusammen die Last.

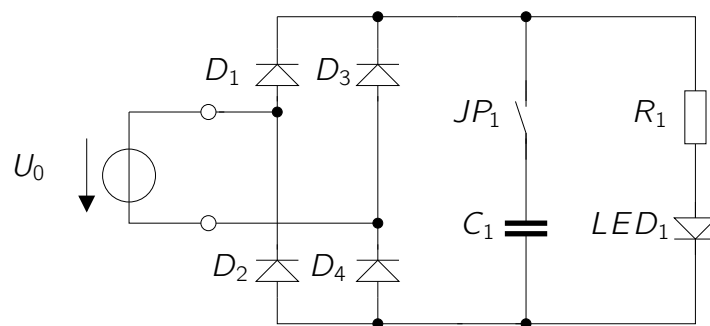


Abbildung 4.1: Schaltung.

3. Skizzieren Sie die Spannung vor und nach dem Brückengleichrichter, wenn am Eingang eine sinusförmige Spannung angelegt wird und JP_1 geöffnet ist.
4. Skizzieren Sie die Spannung nach dem Brückengleichrichter, wenn am Eingang eine sinusförmige Spannung angelegt wird und JP_1 geschlossen ist.
5. Berechnen Sie den Vorwiderstand R_1 der LED, wenn am Eingang der Schaltung eine Spannung von $U_0 = 10 \text{ V} \sin(2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot t)$ angelegt wird. ($U_{F,1-4} = 0,7 \text{ V}$, $U_{F,LED} = 2,1 \text{ V}$, $I_{F,LED} = 20 \text{ mA}$).
6. Bestimmen Sie den Wert des Glättungskondensators, wenn sich die Spannung an der LED nur noch um maximal 300 mV ändern darf.

5 Messaufgaben

Am Versuchstag durchzuführen.

*Die praktischen Messaufgaben werden am Versuchstag bearbeitet und sollten vorher schon durchgelesen und nachvollzogen werden. Zur erfolgreichen Bearbeitung ist es zwingend notwendig, den Versuchsverlauf mitzuprotokollieren (s. Anhang A) und ggf. zur Dokumentation durch Messdaten und/oder Screenshots am Oszilloskop **einen USB-Speicherstick mitzubringen!***

1. Machen Sie sich mit den Lötwerkzeugen vertraut und üben Sie das Löten und Brückenbiegen auf einer Lochrasterplatine.
2. Überlegen Sie sich ein Layout für die Schaltung nach Abbildung 4.1 und bauen Sie die Schaltung auf.
3. Legen Sie eine Wechselspannung an den Eingang der Schaltung an, was beobachten Sie? Variieren Sie dabei Frequenz und Amplitude.
4. Legen Sie an die Demonstratorschaltung eine Wechselspannung mit einer Amplitude von 10 V und einer Frequenz von 50 Hz an. Messen Sie den Strom durch die LED sowie den Spannungsverlauf an der LED mit geöffnetem und geschlossenem JP_1 . Vergleichen Sie das Ergebnis mit Ihren Berechnungen in den vorbereitenden Aufgaben.

A Ausarbeitung

Zum Abschluss des Versuchs soll eine schriftliche Ausarbeitung angefertigt werden. Diese soll die nachstehenden Punkte enthalten:

- Die Lösungen zu den Messaufgaben, d. h. Ergebnisse zu allen Aufgaben, alle gemessenen Werte, sowie eine kurze Beschreibung, wie diese Werte aufgenommen wurden (mit welchem Messgerät, Vorgehensweise mit Begründung etc.),
- einen Vergleich der gemessenen und berechneten Werte aus den vorbereiteten Aufgaben. Begründen Sie mögliche Abweichungen, falls vorhanden.
- Fertigen Sie für die gemessenen Frequenzgänge Grafiken mit sinnvoller Beschriftung an. Markieren Sie dabei die 3-dB-Grenzfrequenzen.
- Die Ausarbeitung darf nicht nur aus Stichpunkten bestehen, sondern muss als Fließtext ausformuliert werden.

Die Messaufgaben sind in einer maschinengeschriebenen Form als PDF-Datei zu dokumentieren. Die Ausarbeitung ist bis spätestens 2 Wochen nach dem Praktikumstermin abzugeben. Beispiel: Das Praktikum findet an einem Dienstag statt, dann muss die Ausarbeitung bis zum übernächsten Dienstag, 23:59 Uhr abgegeben werden.

Die Abgabe erfolgt ausschließlich per Mail an robert.florange@eus.uni-saarland.de.