

1

Laborarbeitsplatz und Messgeräte DT-Version

- 1 Benötigte Bauelemente und Geräte **1|2**
- 2 Ziele **1|2**
- 3 Benötigtes Grundwissen **1|2**
- 4 Arbeitsschutz **1|3**
- 5 Allgemeine Hinweise **1|3**
 - 5.1 Ablauf **1|4**
 - 5.2 Benotung **1|5**
- 6 Spannungsquelle **1|5**
- 7 Messen mit dem Multimeter **1|6**
 - 7.1 Das Steckbrett **1|6**
 - 7.2 Messen von Strom und Spannung **1|7**
- 8 Arbeiten mit dem PC **1|8**
- 9 Oszilloskop **1|8**
 - 9.1 Grundsätzliche Funktionen **1|8**
 - 9.2 Funktionstasten **1|9**
 - 9.3 Trig-Menü **1|9**
 - 9.4 Messen mit dem Oszilloskop **1|11**
- 10 Arbeit mit dem I/O Device B15 **1|12**
 - 10.1 Inbetriebnahme **1|12**
 - 10.2 Digitale Ein- und Ausgabe **1|13**
- 11 Logikgatter **1|15**
 - 11.1 Handhabung der Bauteile **1|15**
 - 11.2 Betriebsspannung **1|16**

Sie lesen die Laboranleitung Nr. **1**. in der überarbeiteten Version vom 19. Oktober 2023. Im aktuellen Semester haben wir nach drei Semestern im Corona-Homeoffice viele Geräte im Hardwarelabor umgestellt. Daher ist dieser Versuch neu entwickelt und befindet sich noch in Erprobung. Rechnen Sie daher mit Korrekturen und Änderungen. Wir würden uns freuen, wenn Sie uns unterstützen, teilen Sie uns bitte Ihre Wünsche und eventuelle Fehler in dieser Versuchsanleitung mit. Vielen Dank an THERESA LUDWIG und besonders OLIVER FASTERDING für die endlosen Stunden, die sie mit uns im Labor verbracht haben und die vielen wertvollen Hinweise, die wir von ihnen sowie Ihnen erhalten haben.

Diese Arbeit ist durch das Urheberrecht[1] privilegiert. (In Semester- und Abschlussarbeiten dürfen Sie nicht wie in Unterrichtsmitteln verfahren.)



Wegen der im Dokument übernommenen Abbildungen dürfen Sie, auf Grund des Urheberrechts, diese Laboranleitung nur privat oder im Rahmen des Unterrichts nutzen und in keiner Weise weiterverbreiten.

1 Benötigte Bauelemente und Geräte

- * Oszilloskop
- * Signalgenerator
- * B15f Experimentierboard
- * diverse Logikgatter



Machen Sie sich selbstständig mit den im Labor vorhanden Geräten vertraut.
Suchen Sie ggf. die Anleitungen im Internet.

2 Ziele

Bevor Sie selbstständig im Hardwarelabor arbeiten dürfen, müssen Sie in die Sicherheitstechnik eingewiesen sein und dies quittiert haben! In diesem Laborversuch wollen wir außerdem die wichtigsten Geräte im Labor kennen lernen und Grundprinzipien verstehen.

- * Arbeitsschutz im Labor
- * Kennenlernen des Arbeitsplatzes
 - Computer, Netzwerke der Hochschule
 - Netzteil, Schutzeinrichtungen
 - Multimeter, Prüfspitzen, Verbindungsleitung
 - Oszilloskop, Abgleich
 - Signalgenerator mit Softwareschnittstelle
 - B15f Experimentierboard, Verkabelung
- * Grundlagen Strom und Spannung sowie deren Messung
- * Messen zeitlich veränderlicher Spannungen
- * Automatisiertes Messen
- * Schaltungen mit Logikgattern

3 Benötigtes Grundwissen



Nº 3.1

Sollten Sie bei den folgenden Punkten Wissenslücken feststellen, füllen Sie diese bitte **vor** dem Laborversuch selbstständig auf z.B. durch YouTube Videos.

- * Knotenpunktsatz, Maschenregel
- * Ohmscher Widerstand
- * Frequenz, Amplitude, Phase und Form eines Periodischen Signales
- * Strom- spannungsrichtiges Messen
- * Netzgerät: Strombegrenzung einstellen
- * Bedienung Multimeter
- * Grundlagen eines Oszilloskops
- * Elektroniksteckbrett
- * Grundlegende Logikfunktionen
- * Datenblätter aller Schaltkreise dieses Versuchs, z.B. V40xx
- * Zusammenhang: Strom, Spannung, Leistung, Widerstand
- * Bitte lesen Sie die Hinweise in Unterabschnitt 11.1 aufmerksam.

4 Arbeitsschutz

Im Labor wird Ihnen eine Arbeitsschutzunterweisung im Detail verlesen außerdem werden die Schutzeinrichtungen vorgeführt. Sie quittieren dann die Teilnahme an der Belehrung und dürfen 6 Monate im Labor arbeiten.

Im folgenden finden Sie eine Auflistung der wichtigsten Punkte, was aber eine Teilnahme an der Belehrung nicht ersetzt:

- * Arbeiten Sie nie allein im Labor (bei mindestens zwei Personen kann in der Theorie eine der anderen Hilfe leisten)
- * Bei einem Unfall mit elektrischem Strom, verhalten Sie sich wie folgt:
 - Spannung abschalten (Notaus)
 - Hilfe rufen (Handy 112 oder 0112 über Festnetz), bei der Kommunikation mit der Leitstelle, werden am besten standardisiert bestimmte Informationen übermittelt
 - * Wo ist der Unfall passiert? (Karl-Liebknecht-Straße 145, Erdgeschoss, Raum Li0.13)
 - * Was ist passiert? (Unfall mit elektrischem Strom.)
 - * Wie viele Personen sind betroffen?
 - * Wer meldet?
- Legen Sie nicht auf, sondern warten Sie auf Rückfragen. Die Leitstelle beendet das Gespräch.
- Leisten Sie dann erste Hilfe ohne sich selbst zu gefährden.
- Steht ein weiterer Helfer zur Verfügung: Auf die Straße stellen und Rettungskräfte einweisen.
- * Arbeiten Sie nur mit den Geräten, die zum Versuch gehören.
- * Benutzen Sie nur Sicherheitskleinspannung (SELV) von maximal 30 V.
- * Umgehen Sie keine Schutzeinrichtungen.

5 Allgemeine Hinweise

Unser Ziel war es, die Versuche für das Selbststudium und die Arbeit mit elektronischen Medien zu optimieren, die PDF sind interaktiv¹ und wir erwarten die Abgabe ebenfalls in elektronischer Form, als PDF-Dokument. Diese dürfen Sie gern auf einem Tablet erstellen oder handschriftlich auf Papier schreiben und danach einscannen.

Führen Sie ein Labortagebuch [2, 3]. Ein Journal zu führen ist in vielen Ingenieur- und Naturwissenschaften Pflicht, z.B. um die Ergebnisse zertifizieren zu können. Die ToDos dieser Aufgabenstellen gehören teilweise zu einem vorbereitenden Theorieteil, teilweise zum Praxisteil oder zur Auswertung eines Experiments.

¹Wenn Sie einen limitierten PDF-Reader verwenden können einige Features nicht funktionieren, wir testen mit Okular.

Dokumentieren Sie Ihren Aufbau nachvollziehbar. Dazu gehört immer ein Schaltplan. Verzeichnen Sie in Ihrem Schaltplan immer die Pinnummern! Ein Beispiel ist in Abbildung 1 zu sehen. Da man eine solche Dokumentation immer sofort bei der Durchführung anfertigen muss, ist sie digital nur sehr schwierig anzufertigen. In Ihrem Fall (wenn man es zur Benotung weitergeben muss) kann man aber durchaus aus den eigenen Aufzeichnungen eine Abschrift anfertigen. **Jeder Teilnehmer des Laborversuches lädt spätestens am nächsten Tag nach dem Experiment ein PDF mit seinem Laborprotokoll hoch. Das Laborprotokoll enthält die Dokumentation des Versuchs am Tag der Prüfung.** (keine Konserven)² Versuchen Sie alle Informationen im PDF unterzubringen, falls Sie weitere Dateien hochladen verweisen Sie bitte im PDF darauf. Sollte das PDF verspätet hochgeladen werden, verschlechtert sich die Note des Protokolls pro angefangenem Tag um 10 %.

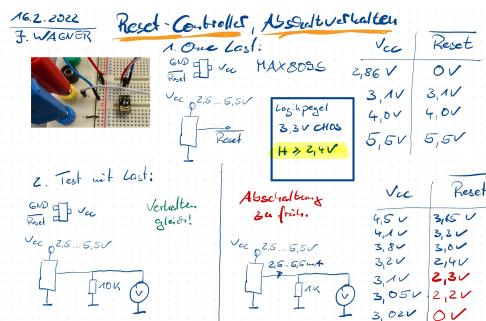


Abbildung 1: Labordokumentation



Schaltungen immer in kleinen Schritten in Betrieb nehmen. Die Komplexität einer kompletten Schaltung ist viel zu hoch für eine Fehlersuche. Überprüfen Sie zuerst die Funktion kleinster Teile der Schaltung und schalten Sie diese Teile erst dann zusammen. Dokumentieren Sie dies!

Sollten Schaltungen nicht funktionieren so testen Sie diese beginnend von den Eingängen in Richtung Ausgang. Die Störungen auf der Betriebsspannungsleitung sind sehr hochfrequent. Für diese hohen Frequenzen haben die Leitungen einen deutlich höheren Widerstand als für Gleichspannungen. Halten sie daher die Kabel kurz und verwenden Sie wenig Kontaktstellen. Lange Kabel wirken bei diesen Frequenzen nicht nur als ohmsche Widerstände sondern haben ungewollte negative Effekte.

5.1 Ablauf

Jedem Labor geht eine Einführungsvorlesung voraus. Auf die Vorlesung folgt das eigenständige Selbststudium. Sie dürfen das Hardwarelabor LI013 zur Vorbereitung Ihrer Versuche nutzen, insofern Zutrittsregelungen zum Gebäude dem nicht entgegenstehen. Auch wenn in Ihrem Stundenplan Laborzeiten reserviert sein sollten buchen Sie sich bitte die Zeitslots für ihr Selbststudium über [https:](https://)

²Innerhalb der Gruppe laden Sie natürlich zweimal das gleiche PDF hoch, wir werden auch nur eines der beiden PDF's kommentieren. Wenn Sie nichts hochladen zeigt das Opal keine Note an.

//booking-hwlab.imn.htwk-leipzig.de.³ Zu jedem Laborversuch werden Sie jeweils einmal geprüft, im Opal werden die Termine hierfür gesondert vergeben. Für die Prüfung ist die Einteilung in Gruppen aufgehoben, sichern Sie sich also rechtzeitig Ihren Termin, eine Ankündigung erfolgt über das Opal. Für den Fall das Sie einen Laborversuch nicht bestehen, bieten wir am Ende des Semesters Nachholtermine an. Diese Termine habe eine begrenzte Kapazität, wenn Sie einen Krankenschein für einen versäumten Laborversuch vorweisen können, werden Sie hier bevorzugt.

5.2 Benotung

Sie erbringen pro Versuch zwei Teilleistungen: 70% auf die Durchführung im Labor und 30% auf das Protokoll. Laden Sie das Protokoll als PDF in Opal hoch. Im Labor nehmen wir jeden Teilversuch einzeln ab. Sie arbeiten in Zweiergruppen, erhalten aber nicht zwangsläufig innerhalb einer Gruppe die gleiche Bewertung. Kreativität wird honoriert! Wenn Sie die Aufgaben des Laborversuches minimalistisch und richtig lösen, haben Sie 90% unserer Anforderungen erfüllt. Die restlichen 10% bekommen Sie für kreative Lösungen, lesen Sie die Aufgabenstellung aufmerksam. Sie haben die Prüfungsvorleistung bestanden wenn Sie in allen Versuchen mindestens 38 % erreicht haben.

6 Spannungsquelle

Im Labortisch ist mindestens ein Dreifachnetzteil eingebaut. Das Netzteil stellt zwei regelbare Spannungen und eine Festspannung zur Verfügung. Jedes Netzteil für sich ist für Menschen ungefährlich, erst durch falsches Zusammenschalten kann eine gefährliche Spannung entstehen.

Die Spannungen lassen sich bis 30(60) V regeln, der Strom bis 1,5 A. In den Experimenten dieses Semesters verwenden wir vom linken Netzteil 8 V / 1 A zur Versorgung des B15f und in der Regel 5 V begrenzt auf 50 mA für die zusätzlichen Aufbauten. Bei 50 mA Kurzschlussstrom können die meisten Bauelemente nicht beschädigt werden, daher verzeiht eine solche Begrenzung die meisten Fehler. Die Spannung wird im Leerlauf, der Strom wird im Kurzschluss gemessen.



Nº 6.1

1 Punkte

Entfernen Sie alle Kabel vom Netzteil, schalten Sie das Netzteil an und stellen Sie das Netzteil entsprechend den Vorgaben ein!



Nº 6.2

5 Punkte

Ermitteln Sie die Abweichung zwischen den digitalen Multimetern und den eingebauten analogen Anzeigen der Spannungsversorgung!

³Erreichbar aus dem Uninetz oder via VPN, nutzen sie den vorgegebenen DNS-Server.

7 Messen mit dem Multimeter

7.1 Das Steckbrett

Mit dem Steckbrett in Abbildung 2 lassen sich schnell und einfach Elektronische Schaltungen prototypisch aufbauen. Meist ist ein Versuchsaufbau auf dem Steckbrett die erste Stufe einer neu entwickelten Schaltung bevor eine Leiterplatte entworfen wird. Nachteile des Steckbrettes können Kontaktenschwierigkeiten durch Korrosion oder eine limitierte Übertragungsfrequenz sein. (Hochfrequente Schaltung müssen gleich auf einer Leiterplatte aufgebaut werden.)

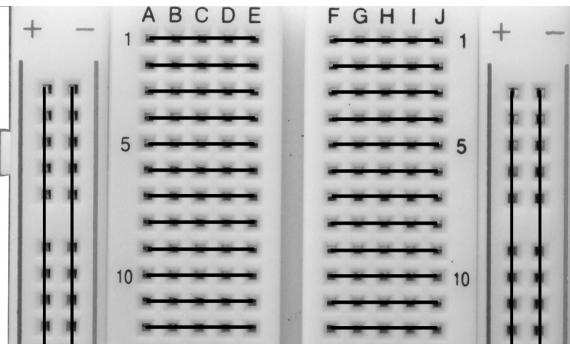


Abbildung 2: Draufsicht auf ein Steckbrett. (Die schwarzen Striche markieren die elektrisch verbundenen Löcher.)

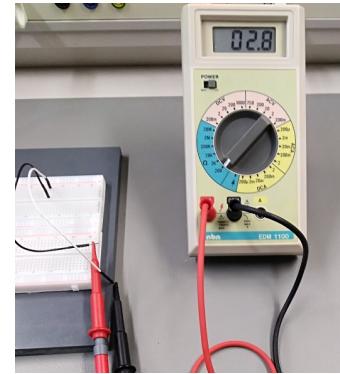


Abbildung 3: Messung des Übergangswiderstandes einer Steckbrettverbindung. Beispielbild, nutzen Sie das Multimeter im Messgeräteturm

Das Steckbrett besteht aus Löchern in die bedrahtete Bauelemente und Kabel gesteckt werden können. Dabei ist zu beachten welche Löcher elektrisch miteinander verbunden sind.



2 Punkte

Nº 7.1

Stellen Sie das Multimeter auf Widerstandsmessung ein und messen Sie den Widerstand des Steckbrettes indem Sie, wie in Abbildung 3 gezeigt, zwei Kabel in zwei verbundene Löcher stecken.

Im Labor befindet sich ein Bauelementestock⁴, der Ihnen abgestuft nach ihren Kenntnissen zur Verfügung steht. Einen Überblick über die im Labor vorhandenen Bauelemente erhalten Sie auf den Rechner via <https://invent.turing> Login: student:htwk2022
Zunächst dürfen Sie ohne Rückfrage das Widerstandssortiment gegenüber ada2 nutzen. Sortieren Sie die Widerstände nach Benutzung wieder richtig ein, sonst sabotieren Sie die Arbeit anderer.

⁴ Stock, mittelhochdeutsch für *auf Lager haben*, Sie finden das Wort heute noch im Angelsächsischen, oder in Rückführungen aus dem Englischen wie Stockfotografie.

7.2 Messen von Strom und Spannung

In Abb. 4 finden Sie drei Messpunkte. Amperemeter sind niederohmig, Voltmeter hochohmig. Daraus ergibt sich, dass ein Messgerät in Reihe zu einem zu untersuchenden Verbraucher, dass andere Parallel geschaltet wird.



Nº 7.2

5 Punkte

Entscheiden Sie an welchen Stellen Sie in Schaltung Abb. 4 ein Voltmeter bzw. ein Amperemeter einsetzen. Messen Sie Strom und Spannung!

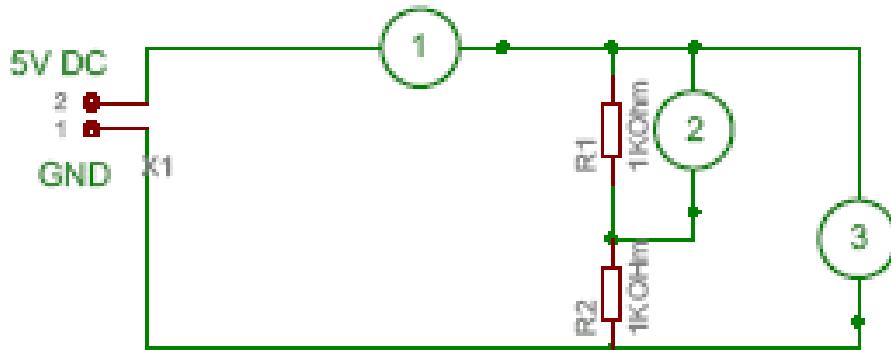


Abbildung 4: Mögliche Meßpunkte in einer Schaltung



Nº 7.3

5 Punkte

Ermitteln Sie rechnerisch Erwartungswerte für Strom und Spannung!

Bauen Sie die Schaltung auf dem Steckbrett auf, messen Sie die Werte für Strom und Spannung. Verwenden Sie zur Stromversorgung die auf 50 mA begrenzten 5 V und die Krokodilklemmen. (**Nicht** die 5V aus der B15f Schaltung!)



№ 7.4

2 Punkte

Stellen Sie eine Hypothese zu den aufgetretenen Abweichungen auf!

8 Arbeiten mit dem PC

Sie dürfen für die Lösung der Aufgaben die im Labor installierten PC's verwenden. Hierzu sind die folgenden Hinweise zu beachten:

- * Verwenden Sie ihren privaten IMN account. Sollte dieser nicht funktionieren existiert der Benutzer *family* mit dem Passwort *P~UzumQuadrat*
- * Daten im Family Account werden regelmäßig gelöscht.
- * Sie haben auf den Rechnern relativ viele Freiheiten, was wir auch beibehalten wollen. Bitte verändern Sie keine Software, installieren Sie keine Keylogger oder sonstige Tools. „Hacken“ Sie Ihre Kommilitonen nicht.

9 Oszilloskop

Das Oszilloskop (kurz Oszi) dient zum Messen von zeitlich veränderlichen Spannungen. Frühere, analoge Oszilloskope können nur periodische Signale darstellen, heutige Oszilloskope verfügen über Digitalspeicher für die Messwerte und können auch singuläre Signale zeitversetzt anzeigen.⁵

Die meisten Oszilloskope werden mit Netzspannung betrieben und sind in Schutzklasse II ausgeführt. Die GND-Klemme des Meßkabels führt daher PE der Niederspannung (Verbindung mit GND des PC, Brummschleifen, usw.). Man kann damit leicht Kurzschlüsse erzeugen, wenn Sie diese an eine andere Spannung als 0V/GND Ihrer Experimentierschaltung anschließen. Das kann zu Kurzschlüssen führen, die nicht begrenzt sind. Wir verwenden das Digitaloszilloskop VOLTCAFT DSO-1084E mit vier Eingangskanälen und zusätzlichen Mathematikfunktionen. Sie können also vier Spannungen gleichzeitig messen und anzeigen. Das Oszilloskop kann sowohl die Bildschirmausgabe als auch die Rohdaten auf einen externen USB-Speicher schreiben. Sie können aber in den meisten Fällen zur Dokumentation einfach den Bildschirm abfotografieren. Zu Beginn eines neuen Labortages müssen die Tastköpfe kalibriert werden⁶.

9.1 Grundsätzliche Funktionen

Die Messkanäle 1-4 haben die Farben gelb, blau, rot und grün, diese Farben tragen sowohl die Messspitzen als auch die Signalverläufe im Oszi. An jeder Messspitze befindet sich ein Schiebeschalter für die Dämpfung – für Signale mit kleinen Spannungen sollte er immer auf x1 stehen, um das Signal unverändert weiter zu leiten. Bei hohen Frequenzen ist der Vorwiderstand unerlässlich, um eine Anpassung an das Oszilloskop herzustellen. Der Abgleich ist dann auch nötig, um steile Flanken ohne Überschwingen darzustellen. Die kapazitive Belastung des Messaufbaus sinkt mit der Größe des Eingangsteilers. Die Kanalverstärkung wird mit den 4 unteren, großen Drehwählern (GDW - in Abbildung 5 unter Nr. 8) eingestellt. Damit ändert man die vertikale Skalierung des Funktionsgraphen

⁵<https://www.youtube.com/watch?v=aRun6Ku-mno>

⁶<https://www.oszilloskope.net/tastkopf-abgleichen/>

[V oder mV pro Kästchen]. Diese wird jeweils in der Kanalfarbe jedes Kanals in der Fußzeile des Bildes angezeigt. Die horizontale, zeitliche Auflösung des Funktionsgraphen [s, ms, μ s, ns pro Kästchen] wird in der Kopfzeile des Bildes neben dem VOLTCRAFT-Logo angezeigt. Diese kann mit dem unteren, kleinen Drehwähler (KDW) im Horizontalbereich (10) des Bedienfeldes eingestellt werden. Damit wird die Darstellung der Funktion gestreckt oder gestaucht. Zu Beginn jedes Einsatzes werden die Messpitzen mit der Prüf- und Kalibrierspannung (3) verbunden. Die Krokodilklemmen zur Erdung der Prüfspitzen bleiben offen! Sie haben an dem Prüfspannungsausgang wie an einem beliebigen Messpunkt nichts zu suchen, da sie ihn kurzschießen würden! Die Erdung der Prüfspitzen ist in diesem Fall intern gewährleistet. Das Betätigen der Default – Taste im Menübereich (11) eliminiert alle zuvor vorgenommenen Einstellungen und setzt das Oszilloskop nahezu auf Werkseinstellungen zurück. Es zeigt einzig den Kanal 1 stabil an und die Auswahltafel Kanal 1 im Horizontalbereich (8) leuchtet grün. Die über den großen Drehwähler (GDW) im Bereich (8) liegenden Drucktaster schalten die Messkanäle ein und aus. Ein leuchtender Taster bedeutet, dass der Kanal eingeschaltet ist. Durch Betätigen der Taste Auto-Scale im Triggerbereich (9) stellt das Oszilloskop automatisch eine passende Darstellung für eben die ausgewählten (und grün leuchtenden) 1 bis 4 Kanäle dar. (Gegebenenfalls muss man mittels Softtaste F4 im Seitenmenü die Quelle von 'alle' auf 'nur Anzeige' umschalten. Mit den Drehknöpfen über den Tastern kann man den jeweiligen Signalverlauf vertikal verschieben, um zum Beispiel zwei Kurvenverläufe zu vergleichen bzw. Nullpotential auf eine Rasterlinie zu legen. Ein Druck auf den jeweiligen Kanal-Drehknopf zentriert das Signal in der Bildmitte. Der im Bereich 10 des Bildes *Bedienelemente* montierte obere Knopf dient der horizontalen Bildverschiebung. Mit dem unteren Knopf können Sie die zeitliche Auflösung, d. h. die Zeit pro Kästchen in x-Richtung verändern. Damit werden Kurvenverläufe horizontal gestreckt oder gestaucht.

9.2 Funktionstasten

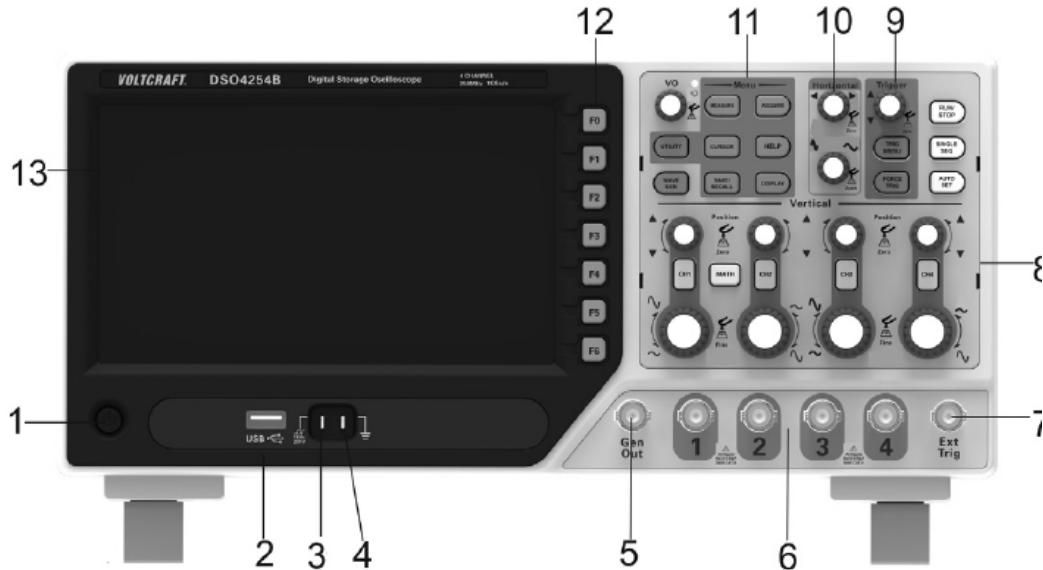
Nach dem Betätigen einer Funktionstaste (11) öffnet sich ein Seitenmenü, welches mit den Tasten F1..F5 (Soft-Keys) + Pfeil unten (F Einstelltasten 12) bedient werden kann. Nach der Wahl durch eine Taste kann der Funktionswert z. B. mittels drehen des Knopfes Vo (oben links) verändert werden. Die Auswahl wird sofort wirksam. Mit der Taste Pfeil rechts/links ganz oben wird das Seitenmenü verborgen.

9.3 Trig-Menü

Zuerst eine Erklärung zum Thema Triggern. Wie im Bild dargestellt ist ein zyklischer Spannungsverlauf gegeben. Das Oszi muss jetzt wissen, ab wann der Spannungsverlauf dargestellt werden soll. Dies wird hier durch das Triggerlevel (oberer waagerechter Strich) definiert. Zusätzlich zum Level kann man noch definieren ob bei steigender oder fallender Flanke oder bei beiden Flanken die Funktion gezeichnet werden soll. Da ein digitales Speicheroszilloskop ein Abbild des Funktionsgraphen im Speicher kontinuierlich in den Speicher schreibt, kann in der Darstellung der Triggerzeitpunkt in die Bildmitte gelegt werden (siehe Abbildung 6). Das DSO-1084E erlaubt noch viele weitere Funktionen.



Die Englische Bedienungsanleitung des DSO-1084E enthält weitere Funktionen.



- 1 **Ein / Ausschalter**
- 2 **USB Host-Anschluss** - wird verwendet, um Daten auf einen USB-Stick zu speichern bzw. die Firmware zu aktualisieren
- 3 **CAL.** - Kalibrierausgang 1 KHz/2 Vp-p Rechtecksignal.
- 4 **GND.** - Masseanschluss, Bezugspotential
- 5 **GEN OUT** - Ausgang des Frequenzgenerators nur für Oszilloskope mit Frequenzgeneratorkontrolle
- 6 **CH 1 – 4** - BNC-Messeingänge Kanal 1 - 4
- 7 **EXT.** - BNC-Trigger Eingang extern
- 8 **Vertical** - Vertikaler Kontrollbereich
- 9 **Trigger** - Trigger Kontrollbereich
- 10 **Horizontal** - Horizontaler Kontrollbereich
- 11 **Menü** - Auswahl des nebenstehenden Menü-Punkts
- 12 **F Einstell Tasten** - Auswahl des nebenstehenden Menü-Punkts
- 13 **Display** - Anzegebereich

Abbildung 5: Bedienelemente des DSO-1084E

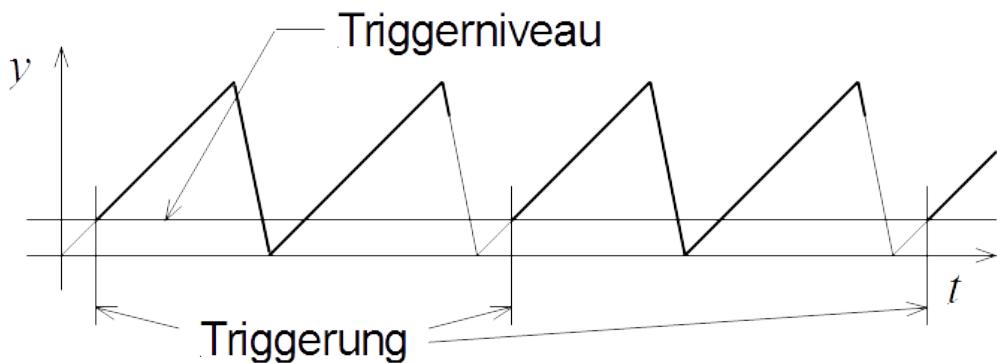


Abbildung 6: Sägezahntaktung mit Triggerpunkt

9.4 Messen mit dem Oszilloskop



Nº 9.1

5 Punkte

Stellen Sie das Rechtecksignal am Testausgang des Oszi so dar, dass etwa eine Periode den gesamten Bildschirm füllt! (Nicht zwei oder mehr Perioden auf dem Bildschirm.)

Oftmals will man genau den Wechsel einer Flanke beobachten. Dazu müssen Sie im Triggermenü einen bestimmten Flankenwechsel auswählen.



Nº 9.2

2 Punkte

Zeigen Sie jeweils das Triggern auf steigende und fallende Flanke!



Nº 9.3

2 Punkte

Auf dem Bildschirm des Oszi wird ein Raster erzeugt. Zeigen Sie das Messen der Amplitude und der Periodendauer mit Hilfe des Rasters!



Nº 9.4

2 Punkte

Zeigen Sie die Benutzung differentieller und absoluter Cursor auf der Zeit- und der Amplitudenachse! (Im Menüfeld des Oszi befindet sich die Cursor-Taste.)

10 Arbeit mit dem I/O Device B15

Das B15 ist eine Eigenentwicklung der HTWK durch OLIVER FASTERDING⁷ aus dem Jahr 2015. Solche digitalen Messeinrichtungen sind in der Industrie üblich um automatisiert Signale in Systeme einzuspeisen und auszuwerten.⁸ Man findet solche Geräte überall dort wo komplexe elektronische Schaltungen hergestellt, getestet und gewartet werden. Die hier vorliegende Messeinrichtung ist besonders für einfache Bedienung und Unempfindlichkeit gegenüber Fehlbedienung optimiert, in der Industrie findet man eher andere Optimierungsziele: Bandbreite, Anzahl der Kanäle oder Speichertiefe. Das vorliegende Board kostet etwa 3 k€, hochwertige Messeinrichtungen können 25 k€ kosten.⁹

Die Software zur Kommunikation mit dem Board ist eine Abschlussarbeit von Herrn TRISTAN KRAUSE¹⁰. Sie ersetzt die ursprüngliche Strategie, bei der eigener Code zu einer bestehenden Firmware compiliert werden musste, was sehr fehleranfällig war, da dadurch unkontrollierter Zugriff auf den Programmspeicher des Controllers auf dem B15 möglich war. Außerdem alterten die Controller durch das häufige Überschreiben des Flash-Speichers. Bei der jetzt verwendeten Variante läuft auf dem B15 ein Interpreter¹¹. Dieser Interpreter kommuniziert über eine serielle Schnittstelle mit dem Arbeitsplatzrechner. Vom Arbeitsplatzrechner werden Texte an das Board geschickt, auf dem Board verarbeitet und das B15 antwortet mit einem Text. Dabei sind natürlich nur Bandbreiten von wenigen Kilohertz zu erwarten.

Es sind zwei Möglichkeiten der Kommunikation im Labor vorgesehen: Ein Monitorprogramm¹²: **b15fcli** oder eine C++ Klassenbibliothek¹³, um eine Software zu erzeugen, die mit dem B15 kommuniziert. Sie dürfen natürlich eigene Wege gehen und Programme schreiben, mit dem Board über ein Terminal¹⁴, oder Siri¹⁵ dazu überreden. Wie immer: Kreativität wird belohnt.

10.1 Inbetriebnahme

Legen Sie die Betriebsspannung (8 V, 1 A) an und kontrollieren Sie die Verbindungen mit dem B15: Verbinden Sie die blaue Buchse des linken Labornetzteiles mit der blauen Buchse des B15 (blaues Kabel), verbinden Sie analog die roten Buchsen. Kontrollieren Sie die Stromaufnahme am Ampermeter der Stromversorgung – sie sollte ca. 250 mA betragen. Starten Sie das Monitorprogramm **b15fcli**. Mit dem Monitor lassen sich die grundlegenden Funktionen des B15 interaktiv ansteuern ohne dass ein Programm geschrieben werden muss.

Einige Elemente auf dem Board dienen nur zum Testen von Software. Das ist insofern sinnvoll als man sehr oft vor der Frage steht, ob ein Fehler seine Ursache in Software oder Hardware hat. Man verfügt so über getestete, fehlerfreie Hardware mit der Testdaten für die eigene Software generiert werden kann.

Im Monitor befindet sich unter **Monitor - Eingabe beobachten** ein lesender Zugriff auf die digitalen und analogen Eingänge. Beginnen Sie mit der Abfrage der Potentiometer **AE6** und **AE7** sowie der Taster 1 bis 4 im Monitor (vgl. Abbildung 7). Drehen Sie die vergoldeten Stellschrauben und beobachten

⁷Laboringenieur im Ruhestand

⁸<https://www.ni.com/en-us/shop/hardware/products/digital-io-device.html>

⁹<https://de.rs-online.com/web/p/messdatenerfassung/2320493>

¹⁰<https://devfix.org/b15f/html/index.html>

¹¹[https://en.wikipedia.org/wiki/Interpreter_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Interpreter_(computing))

¹²https://en.wikipedia.org/wiki/System_monitor

¹³<https://devfix.org/b15f/html/index.html>

¹⁴https://en.wikipedia.org/wiki/Terminal_emulator

¹⁵<https://en.wikipedia.org/wiki/Siri>

Sie den Monitor! Auf dem Board befindet sich weiterhin ein achtfacher DIP-Schalter¹⁶. Diese sind sehr praktisch, um z.B. eine Form von Interaktivität zu implementieren. Da sehr oft die Eingabe und die Ausgabe der Software umgeleitet wird, um Messdaten zu erzeugen, sind die DIP-Schalter sehr praktisch, um eine Form von Interaktivität zu implementieren, z.B. um nacheinander verschiedene Spannungen an eine Schaltung anzulegen. Der Monitor aktualisiert nur 5 .. 15 mal je Sekunde. Schnelle Änderungen sind hier nicht nachvollziehbar. Auf dem Board befinden sich LED, die sofort reagieren. Leider sind die LED der analogen Eingabe durch einen Fehler bei der Herstellung gedreht. Alle anderen LED korrespondieren mit den Kabelklemme davor. Benutzen Sie den Monitor, um sich mit der Funktion und der Lage der Ein- und Ausgänge des Boards vertraut zu machen. Später können Sie den Monitor benutzen, um auszuschließen dass vorherige Nutzer das Board beschädigt haben.

10.2 Digitale Ein- und Ausgabe

Das B15 Board besitzt 16 digitale Eingänge, 16 digitale Ausgänge, sowie 8 DIP-Schalter zur digitalen Eingabe.

Listing 1: Programmbeispiel zur digitalen Ein- und Ausgabe

```
#include <iostream>
#include <b15f/b15f.h>

int main()
{
    B15F& drv = B15F::getInstance();

    std::cout << std::hex << drv.digitalRead0() << std::endl;
    std::cout << std::hex << drv.readDipSwitch() << std::endl;
    drv.digitalWrite0(0xAA);

}
```



10 Punkte

Nº 10.1

Nutzen Sie das Beispiel aus Listing 1 bzw. die Beispiele aus dem B15-Git^a, um ein Programm zu schreiben welches zwei Betriebsmodi besitzt. In Zustand A sollen die digitalen Eingänge invertiert auf die digitalen Ausgänge weitergereicht werden. In Zustand B soll auf den digitalen Ausgängen das Lichtmuster aus dem Film Knightrider^b dargestellt werden. Unterscheiden Sie beide Betriebsmodi, indem Sie einen der DIP-Schalter auswerten.

^a<https://gitlab.innn.htwk-leipzig.de/mulbric1/b15f/-/tree/master/control/examples>

^b<https://www.youtube.com/watch?v=oNyXYPhnUIs>

¹⁶<https://de.wikipedia.org/wiki/DIP-Schalter>

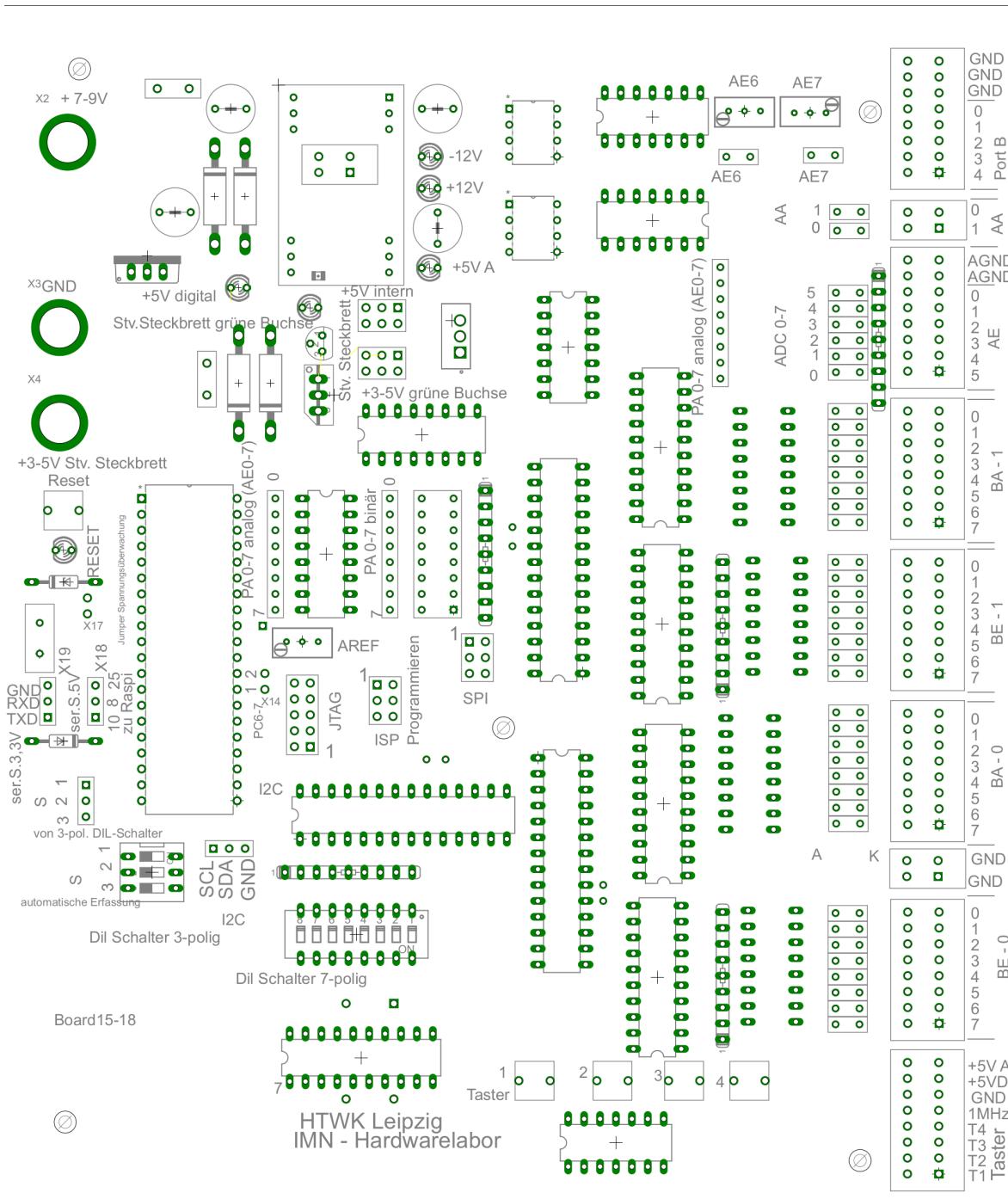


Abbildung 7: Bestückungsplan B15

11 Logikgatter

11.1 Handhabung der Bauteile

Das Dual in-line (DIL)-Gehäuse ist, für die Anzahl der Anschlusspins, die physisch größte Bauform für integrierte Schaltungen. Das erleichtert Ihnen die Handhabung, und wir können die Schaltungen auf dem Steckbrett aufbauen. Sollten Sie später Leiterplatten entwickeln, greifen Sie auf kleinerer Bauformen wie z.B. Surface-mounted device (SMD) zurück um weniger Fläche auf Ihrer Leiterplatte zu belegen.



Schaltkreise, die programmiert werden, sind meist gesockelt, damit sie ohne Löten entfernt werden können. Schaltkreise mit statischer Funktion werden i.d.R. direkt eingelötet. THT-Schaltkreise^a, die nicht programmiert werden, haben federnde Anschlussdrähte, die leicht nach außen gebogen sind. Diese werden beim Bestücken leicht nach innen gebogen und federn dann wieder zurück. Dadurch kann die noch nicht gelötete Leiterplatte umgedreht und auch von der Rückseite bestückt werden ohne dass die Bauelemente herunterfallen. Das ist sehr praktisch in der Industrie, ist aber hinderlich im Labor, weil die Schaltkreise dann nicht in das Steckbrett passen.

^aBedrahtet, zum Durchstecken durch die Leiterplatte, vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Durchsteckmontage>



Sollten Sie Schaltkreise mit federnden Anschlüsse als Erster nutzen, zeigen die Anschlüsse nicht im 90° Winkel nach unten und lassen sich somit schlecht in das Steckbrett einsetzen. Biegen Sie die Beine in diesem Fall unbedingt mit der Flachzange oder besser mit einem Pin-Ausrichter(siehe Abbildung 8(a)) vor, bevor Sie das Gatter ins Steckbrett drücken und da sonst die Beine abbrechen.



((a)) Pin-Ausrichter



((b)) Bauteilgreifer, einer pro Tischgruppe

Abbildung 8: Hilfsgeräte zur Bauteilhandhabung



Wenn Sie die Bauteile wieder vom Steckbrett entfernen möchten, nutzen Sie bitte **nicht** ihre Fingernägel, Messer, Schraubenzieher oder sonstige ungeeignete Gegenstände. Hierfür sind die Bauteilgreifer wie in Abbildung 8(b) abgebildet zu verwenden.



Einige Schaltkreise enthalten Feldeffekttransistoren, deren Eingänge empfindlich auf electrostatic discharge (ESD) reagieren, bitte achten Sie bei der Handhabung auf die Erdung.

11.2 Betriebsspannung

Neben der Beschaltung für die Ein- und Ausgänge der Logikfunktion benötigen die Bausteine eine Betriebsspannung. Diese wird über die Anschlüsse VCC und GND zugeführt¹⁷. Bitte achten Sie auf die richtige Polung der Versorgungsspannung.



Alle verwendeten Logikbausteine vertragen eine Betriebsspannung von 5 V. Der MM74C00 toleriert Betriebsspannungen bis zu 18 V. Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie die Betriebsspannung nach Verwendung dieses Bauteiles wieder auf 5 V absenken. Alle Schaltkreise sind übrigens empfindlich wenn an Ihren Eingängen höhere Spannungen als die Betriebsspannung oder negative Spannungen angelegt werden. Achten Sie darauf niemals zwei Ausgänge miteinander zu verbinden. Sie erkennen Kurzschlüsse an einer übermäßigen Stromaufnahme oder Erwärmung der Schaltkreise.



Die Stromaufnahme von CMOS Schaltkreisen steigt an, wenn unbenutzte Eingänge offen bleiben. Bitte beschalten Sie bei diesen Typen immer alle Eingänge.

Vielen Dank, dass Sie helfen die Funktionsfähigkeit der Bauteile zu erhalten und Ressourcen zu schonen.



5 Punkte

Nº 11.1

Wählen Sie ein beliebiges Logikgatter, verbinden Sie dessen Eingänge mit dem B15-Board. Nutzen Sie das Monitor-Programm um die Wahrheitwertetabelle Ihres Logikgatters zu erstellen.

¹⁷Je nach Alter des Datenblattes sind auch Bezeichnungen wie VSS oder VDD üblich.



15 Punkte

Nº 11.2

Wählen Sie mindestens 3 beliebige Logikgatter aus. Erstellen Sie daraus eine Logikschaltung die mindestens 4 Eingangsvariablen hat. Entwickeln Sie mit Hilfe des B15 ein Programm welches automatisch die Wahrheitswertetabelle des Logikgatters ausgibt. Überprüfen Sie die Ausgabe.

Aufräumen**Nº 11.3**

Räumen Sie alle Kabel und Widerstände die Sie aus dem Widerstandsortiment von der Wand genommen haben wieder zurück.

Gesamtpunktzahl: 61

1

Literaturverzeichnis

- [1] DIE BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: *Urheberrechtsgesetz - Unterricht und Lehre §60a*, 2003.
<https://dejure.org/gesetze/UrhG/60a.html>.
- [2] Hapke, Thomas: *Laborbücher*. online Universitätsbibliothek der TU Hamburg-Harburg, 2016.
<https://www.tub.tuhh.de/wissenschaftliches-arbeiten/tag/labor-tagebuch/>.
- [3] Schwarzer, Anke und Sandra Schwarzer: *Das Laborjournal - Zur Dokumentation der Experimente und Ergebnisse*. online - TU Bergakademie Freiberg, 2011.
<https://tu-freiberg.de/fakult2/aoch/agssi/das-laborjournal>.

1

Abkürzungen

DIL	Dual in-line
ESD	electrostatic discharge
SMD	Surface-mounted device