

Intro in das Elektronik Labor

Student Group

First Name	Surname	Matrikel Nr.

Table of Contents

- Intro in das Elektronik Labor** 2
- 1. Stunde** 2
- 1.1 Themen 2
- 1.2 Hausarbeit 2
- 2. Stunde** 2
- 2.1 Themen 2
- 3. Stunde** 3
- 3.1 Themen 3
- kurzer Blick in den Project Manager 3
- tieferer Blick in den Schaltplan Editor 4
- tieferer Blick in den Layout Editor 6
- noch tieferer Blick in den Layout Editor 7
- Alt Intro in das Elektronik Labor (eagle)** 11
- 4. Stunde** 11
- 4.1 Themen 12
- 5. Stunde** 12
- 5.1 Themen 12
- 5. Stunde** 13
- 5.1 Themen 13

Intro in das Elektronik Labor

1. Stunde

1.1 Themen

1. Vorstellung:
 1. Ralf
 2. https://wiki.mexle.org/doku.php?do=export_revealjs&id=elektrotechnik_1:einfuehrung_zu_elektrotechnik_1&theme=dokuwiki&fade=convex&controls=true&show_progress_bar=1&build_all_lists=1&show_image_borders=0&horizontal_slide_level=2&enlarge_vertical_slide_headers=0&size=1024x768#/1
1. Stundenplan
 1. warum 3 Blöcke? --> Semester Blockweise eingeteilt, Details kommen gleich
1. Beispiele für MEXLE System und Anwendung
 1. <https://wiki.mexle.org/doku.php?id=mexle2020:start>
 2. Elektronische Systeme im SoSe
1. ILIAS:
 1. nicht viel: nur Gruppeneinteilung,
1. Einführung in die Wikiseite
 1. Projekte im WiSe 2023 --> Übersicht des allgemeinen Verlaufs
 2. Schritte in der Prozessentwicklung
 3. Redmine

Hausaufgabe:

1. unbedingt die Hilfsmittel (kiCAD, Tina) installieren und Rechner mitbringen!
2. Rechner ist für morgen auch schon sinnvoll

1.2 Hausarbeit

1. Arbeiten Sie die Kapitel [0_hilfsmittel](#) und [1_gruppen-_und_themenfindung](#) durch und melden Sie sich insbesondere bei Redmine an.

2. Stunde

2.1 Themen

1. Warum soll modularisiert werden?
 1. Testbarkeit
 2. Systematisierung (z.B. nach EVA)
 3. EMV
2. Komponentensuche
 1. Google
 2. [Distributoren](#): z.B. Mouser, Digikey
 1. Beispiel: "Motoransteuerung" --> Filter
 2. Beispiel: DRV8210 oder DRV8825 --> Gehäuse
 3. Datasheet DRV8825 (Aufbau)

1. 1.-4. Zusammenfassung
2. 6. Pin Config
3. 6. Pin Functions --> Description: anzuschließende Komponenten (z.B. Bypass Capacitor)
4. 10. Sprung zu Typical Application: Wie müssen Komponenten verschalten werden
5. 12. Recommended Layout: Empfohlenes Platinenlayout
6. 9. Innerer Aufbau (9.4.1.2) H-Brücke
7. Wichtig für die Auslegung: 7. Absolute Maximum Ratings
4. Wichtig für **alle** schaltenden ICs (Treiber, OPV, uCs): verwenden Sie [Entkoppelkondensatoren](#)
3. Beschreibung der Bewertung:
 1. Vorgaben der zu Projektideen wurden umgesetzt
 2. Schaltung und Layout sind in ausreichendem Zustand (siehe Checkliste Kapitel 3. und 4.)

3. Stunde

3.1 Themen

1. KiCAD starten

kurzer Blick in den Project Manager

1. links: Shortcuts
 1. Buttons: Neues Projekt / Projekt öffnen --> wie unter dem Menü Datei
 2. Button unten: Projekt-Ordner im Explorer öffnen
 3. Button Aktualisieren, falls im Projekt-Ordner eine neue Datei eingefügt wurde
2. Oben: Menu
 1. Datei, Bearbeiten, Ansicht, Werkzeuge: nicht ganz so neue Dinge
 2. Einstellungen:
 1. Einstellungen: Texteditor, Mauseinstellung, Raster und Fadenkreuz bei den Editoren
 2. Sprache einstellen
3. Hilfe
 1. Hilfe, Erste Schritte --> geht noch auf die KiCAD Seite
 2. Tastaturbefehle --> gutes Nachschlagewerk und zum anpassen, wenn ähnliche Handgriffe mehrmals ausgeführt werden müssen
4. Editoren beschreiben
5. Vorhandenes Demo-Projekt öffnen: Datei»Demoprojekt öffnen und dann Demos»interf_u
 1. kicad_pcb
 1. --> Platine, aber "etwas bunt"
 2. hier kommen Details später, aber Ansicht > 3D Betrachter für "reellere Ansicht"
 2. kicad_sch
 1. --> Schaltung, hier viele ICs und wenig andere Komponenten
 2. Entkoppelkondensatoren!
 3. tux.kicad_sym
 1. --> doppelklick: nix drin ??
 2. Ne, links ist Explorer. Hier nach dem Namen der Datei suchen, also tux
 3. --> Ein Bild als Umrandung einer Fläche
 4. interf_u_schlib.kicad_sym -> selbst analysieren (beinhaltet untypische Projekt Symbole)
 5. wks Datei --> Rahmen
 6. rechter-Maus-Klick auf eine Datei --> Texteditor --> Alle Dateien sind "menschlesbar"

6. etwas näher dran Demo-Projekt Demos»pic_programmer
 1. schematic öffnen --> was sind das für Komponenten? (Datenblätter suchen)
 1. keine Opamps (nur ein Eingang)! sondern Buffer
 2. Schottky Dioden --> ESD
 3. was ist unten links? --> Linearwandler
 4. rechts unten LT1373 --> Schaltregler
 2. oben Rechts Platine im Platineneditor öffnen
 1. viele THT Komponenten --> bei uns nicht!

tieferer Blick in den Schaltplan Editor

1. Neues Projekt anlegen:
 1. Button links
 2. Ordner anlegen
2. Doppelklick auf *.kicad_sch oder rechts auf das Schaltplaneditor-Icon
3. **Es kann hier eine Frage nach "Globale Symbol-Bibliothekstabelle konfigurieren" kommen --> Globale Standard-Symbol-Bibliothekstabelle auswählen** \\gleiches mit der Footprint-Tabelle
4. "Wichtigster" Shortcut:
 1. W --> wire
 2. ein paar wires malen
 3. ESC beschreiben
 4. Doppelklick -> (fast) immer Eigenschaften. hier bitte alle Eigenschaften so lassen
 5. Unterschied: Auswahl von links / Auswahl von rechts
 6. Verbindung mit junction --> Shortcut J
5. Leiste Links:
 1. Raster
 2. umstellen mil ↔ mm (was ist mil?)
 3. nur 90° Winkel im Schaltplan nutzen!
 4. Annotation zunächst nicht relevant
6. Leiste Rechts
 1. Highlighting --> für Fehlersuche: was ist auf dem gleichen Potential?
 2. Symbole einfügen (Shortcut A)
 1. z.B. Widerstand einfügen mit R
 2. mit Taste einfg wiederholt einfügen
 3. beim Einfügen r für Rotate
7. Gleich mal OpAmp einfügen
 1. TL07x - "Klassiker"
 2. Unterschied TL071, TL072, TL074
 3. Wir wählen TL072
 4. Was, wenn Teile nicht eingefügt wurden? --> Wenn eins fehlt: einfach nochmal nur die fehlende Unit einfügen
 5. Achtung: hier können Komponenten doppelt eingefügt werden
8. Gleich auch mal die Platine ansehen:
 1. nix drauf
 2. --> ok. muss übertragen werden: Icon Änderungen übertragen oder Shortcut F8
 3. es kommen Fehler kein Footprint zugewiesen
9. Wichtig: Es wird empfohlen beim Einfügen der Komponenten gleich den Footprint auszuwählen
 1. Wir brauchen das Datasheet! --> suchen bis "PACKAGE OUTLINE" --> SOT-23-8
 2. Doppelklick oder E
 3. Footprint-Bib Browser

4. Packages betrachten (Unterschiede)
5. SMD vs THT -> SMD: Lötöfen vs. Handlöten
6. hier: SOT-23-8
7. Selbst suchen: für einzelnen Widerstand SMD 0603 (nicht Handsolder)
8. Widerstand kopieren --> dann passt gleich der Footprint!
10. Selbst mal Kondensator einfügen incl. Package
11. --> Shortcut 0 ordnet Bezeichner und Kürzel optimal an
12. Am besten hier Elemente kopieren --> Supply löschen, Referenz und Einheit ändern
13. (Unterschied zwischen M.. Move und D... Drag)
14. Versorgung fehlt:
 1. Zunächst nachsehen: ist der Opamp unipolar oder bipolar? --> datenblatt! wenn so nicht beschrieben: Supply suchen. Hier: plusminus x --> bipolar
 2. Potentiale einfügen, siehe rechts: Ground oder 5V oder andere feste Potentiale
 3. Hier +5V, -5V
 4. GND an nicht inv Eingang
15. Scheinen fertig zu sein
 1. Mal überprüfen lassen--> ERC --> 4 Errors: Power nicht richtig Pins nicht angeschlossen -> Anschlüsse am PCB fehlen
16. Connector für den Anschluss nutzen. --> im Elementebrowser (Shortcut A) nach Connector suchen
 1. wieviele Pins brauchen wir? --> 5 (V-, V+, GND, Ain, AOut)
 2. könnte man z.B. 1x5 oder 2x3 nutzen --> Suche Connector 2 x 3
 3. Durchzählen erklären
 4. hier z.B. Conn_02x03_Odd_Even
 5. Footprint: Connector und 2x03 » PinSocket_2x03_P2.00mm_Vertical
17. Connector verbinden
 1. bitte jetzt nicht direkt verbinden! --> Kabelsalat
 2. erstmal Sortierung überlegen, hier z.B. eine Seite 5V, GND, -5V; andere Seite Ain, Aout
 3. Was tun statt sortierung?
 4. --> Power Symbole nutzen (5V, GND, -5V)
 5. --> Netzbezeichner für Ain und Aout einfügen, Shortcut L
18. nochmal überprüfen --> immernoch 4 Fehler , aber jetzt etwas anders
19. Powerflag, um dem kiCAD mitzuteilen, welche Verbindungen die Spannungsversorgung(en) sind
 1. je ein Powerflag am Connector bei 5V, GND, -5V --> Spannungssymbole einfügen P --> flag suchen
 2. nochmal überprüfen --> nur noch 1 Fehler --> ein Pin ungenutzt --> keine Verbindung Markierung, schortcut Q

FERTIG! Was gibt's noch?

1. Bus
 1. einfügen eines Busses (mehrere funktional-zusammenhängende Verbindungen "bündeln")
 2. "ein-/ausleiten" von Leitungen in Bussen
2. Hierarchien
 1. Seite hinzufügen
 2. Pin für Hierarchie
 3. Pin in anderer Seite einfügen
3. Zeichenobjekte hinzufügen --> Linien zur Abtrennung sinnvoll
4. Suchen: <STRG>+F

tieferer Blick in den Layout Editor

Gitlab

1. Auf Homepage gehen
2. erster Upload
3. Wichtig: Commit & Push!! nochmals nachprüfen ob es angekommen ist.

Wiederholung für Abgabe Schematic

1. Download von PCB_Example1_v02:
https://ilias.hs-heilbronn.de/ilias.php?baseClass=ilrepositorygui&cmd=view&ref_id=717503
2. Öffnen
3. Finde die Fehler!
 1. R2 10k --> verschieben
 2. GND immer nach unten, +V nach oben
 3. Beschriftung U1B fehlt
 4. Globaler Bezeichner U_OUT --> nur Bezeichner
4. Beschriftung & Papiergröße
5. ERC -> nochmals erklären -> MEXLE wiki für die Fehler / Warnungen
6. Widerstand R1 --> Größe außerhalb der E-Reihe
7. Icon Symbolfelder bearbeiten checken
 1. kein μ und kein Ohm oder F
 2. Alle Komponenten jenseits von R und C (Dioden, ICs, Transistoren, ...) benötigen eine Datasheet
 3. R,L,C,D sollten die Größe 0603_1608Metric haben
8. Schaltplan annotieren
9. Checken der Komponenten im Layout
10. Octoparts und Mouser für Komponenten

Im Beispiel:

1. Alles (außer Rand und MEXLE Komponenten) nochmal löschen
2. Platine aus Schaltplan aktualisieren..
3. mil vs mm
4. Raster und Raster-Überschneidungen
5. Ursprung umpositionieren:
 1. unter Einstellungen » Einstellungen... » Ursprünge und Achsen die Option Ansichtsursprung » Drill/Place-Datei-Ursprung wählen
 2. rechts Icon "Koordinatensystem mit BMW-Logo" auswählen und Punkt oben links auswählen
6. Objekte verschieben: M manchmal D
7. Verbindungen routen: X
8. mal "drauflos" verbinden --> Problem irgendwann gehts nicht mehr!
 1. Besser Schlachtplan
 2. Wiki: Platinen Entwicklung
 3. Zunächst: Interfaces am Rand
 1. Aufbau PCB siehe: --> Datei --> Platinenkonfiguration (z.b. Edge Cuts)
 2. Buchse vergleichen mit Schematic
 1. welche gewünscht?
 2. Drag mit D
 3. Text sichtbar: Rechtsklick --> Eigenschaften --> Objekte --> Werte

deaktivieren

3. Buchse drehen

1. R? L?
2. Drehen gesperrt. Wie entsperren?
3. Auswahlfilter: gesperrte Elemente

4. Dann: große ICs

1. hier U1
2. ?? 45 rot in Eigenschaften

9. Rand der Platine

1. rechts Edge-Cuts anklicken
2. Rechteck zeichnen
3. Alternativ auch mit Linien, Kreisbogen, Kreis, Polygon
4. Falls die Enden nicht genau verbunden werden können: Ursprung mittels Shortcut S auf das Ende legen

10. Ratsnest (Massefüllfläche) erstellen

1. F.Cu oder B.Cu anwählen
2. Shortcut: <Ctrl>+<Shift>+Z
3. erste Ecke anklicken
4. äußerste Lagen auswählen
5. als Netz GND auswählen
6. Bearbeiten »alle Zonen füllen oder als Shortcut B

1. nacheinander die Ecken des Polygons anklicken (am beste)

1. Datei » Platinenkonfiguration

1. Lagenaufbau > techn. Lagenaufbau > 2-Lagig / 4-Lagig
Siehe auch https://docs.kicad.org/5.1/en/pcbnew/pcbnew.html#layer_description
2. Designregeln > z.B. Kupfer zu Rand-Freiraum

2. Design rules

- Design rules from [JLC PCB](#)
- Import via File » Board Setup » Import Settings from Another Board
- PCB thickness for the 2-layered board does not fit... --> core should be \$1.6 ~\rm mm\$

3. Eigenschaftsverwaltung ein/ausblenden (Werkzeug links unten)

4. Bauteile bewegen

1. --> bei Auswahlfilter (rechts unten): Text demarkieren --> weniger probleme bei der Auswahl

5. Leitungen erstellen:

1. Verschieben mit Shortcut D

noch tieferer Blick in den Layout Editor

1. PCB Example 2

2. Anpassungen in der Schematic

1. Schnittstellen in Datenblatt suchen (z.B. ADC, OCx etc)
2. Zeichengröße kann beibehalten werden
3. ERC sollte leer sein!
4. Wechsel in pcb Ansicht

3. PCB Ansicht

1. Platine aus Schaltplan aktualisieren (hierzu bei den Studiprojekten die Packages in Den Datenblättern nachsehen..)
2. Lagenansicht auf vordere Lagen stellen

4. Tricks zum Optimieren / Typische Fehler

1. Taste H für Highlighten (jeweils den aktuell verwendeten Layer)
2. Alt+2 für gröberes Raster zum ausrichten
3. erst Buchse J1 positionieren, Überlapp mit Rand vermeiden
4. <Space>, um den Ursprung zu versetzen (hier Ursprung unten links setzen und halben Zoll für die Mitte suchen)
5. Abblockkondensator setzen
6. Tauschen von Pins z.b. bei dual Opamps oder Gatter (hier z.B. U1B mit U1D über Verschieben)
7. Schrift auf 0.8mm bis 1.0mm
8. Leiterbahn hat unverbundenes Ende
9. 90° Winkel (L) vs Spitze Winkel (Y)
10. Vias in Pads
11. Lücken in der Massefläche
12. Unverbundene Masseflächen
13. Kupfersplitter



Alt Intro in das Elektronik Labor (eagle)

1. Neues Projekt --> Rechtskl. --> Schließen
2. Dateien häufig unabh. von einem Projekt
3. vor dem eigenen Dateien: Projekte > examples > arduino
 1. sch datei öffnen (Schaltplan oder Schematic)
 2. erste leiste: Zoom in, zoom out, Stop
 3. Mal interessante Bauteile suchen
 4. Inspector ausprobieren
 5. origins von Komponenten erklären
 6. Suche Y2 (sh Y2 versus sh Y2 @)
 7. Kontraständerung über Optionen > Einstellungen > High Contrast
 8. Hinweis auf unsaubere Beschriftung, nicht 90° Winkel Verbindungen (bei Y2), fehlender Rahmen, origin
 9. Ebenen / Layer --> "Kringel ausstellen" > wohin am Icon klicken > was kann man ein/ausschalten?
10. was macht der button "Raster"?
11. Filter?
12. SCH - BRD Wechsel
 1. mal Brd über "fenster schließen knopf" schließen --> F/B Annotation wurde unterbrochen --> Problem!
 2. --> wichtig: jeweils ein SCH / BRD für jede Platine! Wenn zwei Platinen, dann zwei SCH's
13. Seiten (z.B. neue Seite anlegen) --> bei uns / bei kleinen Projekten: nur auf einer Seite arbeiten.
14. BOM über Datei > Export > BOM. was ist die BOM? was ändert sich bei unterschiedlicher Auswahl?
15. BOM über "run" bzw run bom bzw Button ulp
16. Erklärung ULP im Control Panel (Scripts ähnlich)

Kap 2 - erster eigener Schaltplan

1. Datei --> Neu --> Schaltplan (Schematic)
2. Add --> Frame (Häckchen prüfen!)
3. auf Origin ausrichten
4. ESC! oder Stop Button
5. Versuchen zu verschieben (Maus auswahl, Ctrl+A, zwei Teile)
6. Rahmen (ohne Dokumentenfeld) löschen
7. wieder her holen (Ctrl+Z, Ctrl+Y) --> klick auf origin des Docfelds --> Invoke (heraufbeschwören)
8. Autornamen einfügen -> Text -> Namen einfügen -> hinklicken -> "Farbe" und Größe passt noch nicht --> Inspector
9. Erste Komponente: 2 OPVs (TL71? oder doch TL74 oder TL72?) für Stereo-Tiefpass
10. SMD vs THD (kein BGA!!)
11. mal 3 TL72 einfügen und auf BRD schauen. Warum 2 ICs? --> auf BRD löschen?
12. Komponenten auswählen (z.B. Lasso + rechte maustaste oder Origin)

4. Stunde

4.1 Themen

Wiederholung und Lückenfüllen:

1. Control Panel
 1. Wiki anschauen! 1+2
 2. Diesmal von 328BP aus dem Wiki abzweigen
2. SCHematic:
 1. erste leiste: Zoom in, zoom out, Stop
 2. nur SCH auf (BRD zu): alles herauslöschen --> Inkonsistenz!
 3. Bauteile einfügen über add

Kap 2 - erster eigener Schaltplan --> Fortsetzung!

1. TL072 wieder einfügen
2. was fehlt? Widerstand, Kondensator, Sp.versorgung
3. bei suche nach resistor und capa nicht nach *r* oder *c* nicht suchen ! Zu viele Ergebnisse und dauert zu lange
4. Widerstände z.B. über *resist*
5. ideal: immer RCL nehmen!
6. 0603 erklären
7. Mil vs mm
8. in rcl Kondensatoren wählen
9. C-EU für Euro nicht US wählen
10. 0603 oder 0603k ok --> aber bitte konsistent!
11. Bauteil drehen mit rechter Maustaste
12. Versorgungsspannung im Datenblatt nachschauen! TL70xx ist ein kombiniertes Datenblatt
13. wie sucht man im Datenblatt? Aufteilung
14. Hier suche nach supply / absolute maximum vs operational
15. Suche nach physikalischer Einheit hilft häufig

5. Stunde

5.1 Themen

1. Komponenten verbinden:
 1. net
 2. ESC --> Ende
2. Komponenten kopieren --> nahe aneinander, erzeugt Verbindung unmittelbar, bitte aber ein Stück net sichtbar lassen
3. Schrift drehen
4. Funktion Drehen ist noch aktiv --> kann überall „genutzt“ werden --> ESC hilft um es zurück zu nehmen
5. Rotate auch eingegbar: rotate r90
6. Junction können verschieben / gelöscht werden
 1. --> bitte nicht absichtlich tun (außer dieses eine Mal)
 2. Effekt: Verbindung ist gelöst □ nets sind nicht mehr zusammen, siehe Inspector
 3. Beheben mit „junction“
 4. Aber: junction auch auf „normaler Linie“ möglich --> nachträgliches Verschieben verbindet dann nicht!
 5. Dann Problem in BRD-Ansicht (dort nicht net sondern wire)

7. ERC
8. Pinheader für Ein- / Ausgang (Stecker oder Buchse egal)
9. Split Funktion
10. „net Stummel“
 1. Funktion Name
 2. Auch unter inspector
11. Abblockkondensatoren!

Dateien:

1. B## und S## Dateien erklärt
2. Probleme bei nicht geöffneter BRD Datei erklärt

Board:

1. Manufacturing Ansicht, um Übersicht zu erhalten
 1. Top / Bottom
 2. Stecker / Buchse gleichen Footprint
2. Markieren aller Komponenten,
 1. um diese auf Platine zu verschieben
 2. beachten: auch geometrische Ränder können markiert und verschoben werden!
3. Optional
 1. Rahmen anpassen --> Mexleformat beachten
 2. Grid anpassen (1100mil) --> Platine vergrößern

5. Stunde

5.1 Themen

Board:

1. Manufacturing Ansicht:
 1. nur Kupferflächen, bisher keine bzw falsche Verbindungen
 2. Grün = Lötstopplack
2. Ripup
 1. All --> zuviel, da auch Bohrungen weg bei MEXLE Vorlage 😞
 2. Connected copper
3. Beschriftung und Text eher nicht auf Kupferfläche! --> Inspector.
4. --> positionieren und routing!
 1. IC bevorzugt in die Mitte
 2. Modularisieren
 3. Kondensatoren und Widerstände nahe an der Komponente (nicht nur geometrisch!)
 4. Passiv-Komps gleichmäßig / systematisch anordnen
 5. Rotate --> auch 45° möglich
5. Befehl Route
 1. Hübsch ist:
 1. Mittig an der Kante
 2. Bei Ecken 2x 45° statt 1x 90° □ wegen Reflexionen bei HF
 3. Für Polygon: Keine Winkel kleiner 90°
 2. Via: auch mit Layerwechsel möglich

6. Raster
7. Beispiele für Gut/Schlechtes Routing im Wiki
Kurze Leitungen --> geringerer Widerstand und weniger EMV Probleme
8. Masse für bessere EMV (bessere Abschirmung)
 1. --> polygon
 2. --> unterschiedliche GNDs
9. Ratsnest
 1. Thermals bei GND an Vias erklären
 2. Bei aktivem ratsnest ist Routing möglich, aber Bild wird nicht automatisch aktualisiert
 3. rip @; um Polygone zu entfernen
10. Rückstrom vom IC erklären
 1. --> bei gepulstem Signal bildet sich ein Kondensator zwischen Signal und umgebenen konstanten Spannungen
 2. Diese Kondensatoren werden beim Pulsen geladen
 3. -->besser Masse möglichst nahe ran □ Alles mit Masse füllen
11. Abblockkond. Nahe, aber nicht zu nahe! (sonst Probleme beim Löten)
12. Optimal: alle SMD Komponenten auf einer Seite
13. DRC
 1. Airwires? Overlap?
 2. Welche Regeln wollen wir? (Design Rules: C:\eagle\examples\design rules\examples\multi_CB\..standard\..2L)
14. Beispiel 328 Schaltung:
 1. TP Filter bei AVCC
 2. Schalter mit 2x Ein/Ausgang
 3. Pullup am Reset / Bootloader
 4. Micromatch □ welches Interface? Stecker polarisiert
15. Beispiel Beispiel_Micro --> schöne / nicht so schönes Routing und Schematic
16. Komponenten sind änderbar!
17. Tnames für MEXLE Logo...

From:

<https://mexle.te.hs-heilbronn.de/> - **MEXLE Wiki**

Permanent link:

https://mexle.te.hs-heilbronn.de/elektronik_labor/intro?rev=1742514735

Last update: **2025/03/21 00:52**

