

AUFGABENSTELLUNG LEITERPLATTENENTWURF FÜR DIE ÜBUNG RECHNERGESTÜTZTER ENTWURF STUDIENGANG BMT

Vorlesung Rechnergestützter Entwurf • Sommersemester 2025

Impressum:

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik • Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design
01062 Dresden (Postadresse) • 01069 Dresden • Mommsenstraße 18 (Besucheradresse)

Aufgabenstellung für die Übung „Rechnergestützter Entwurf“

Begleitend zur Vorlesung „Rechnergestützter Entwurf“ gehalten von
Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig im Sommersemester 2025

Im Internet: www.ifte.de/lehre/rechn_entwurf/index.html

Autor:

Dr.-Ing. Frank Reifegerste • Raum BAR II/32 • Tel. 36296

Dokumentversion: 1.1

Änderungsdatum: 4.3.2025

Alle Rechte an der Verwendung des Dokuments, an dessen Bestandteilen und Inhalten vorbehalten.

AUFGABENSTELLUNG ÜBUNG RECHNERGESTÜTZTER ENTWURF

Ziel der Übung zur Vorlesung „Rechnergestützter Entwurf“ ist es, durch das Bearbeiten der typischen Aufgaben eines Verdrahtungsträger-Entwurfs den Überblick über die dabei ablaufenden Schritte zu erhalten. Anhand der vorgegebenen Schaltung eines Pulsoximeters soll mit dem Leiterplattenentwurfsprogramm KiCAD ein eigenes Layout entwickelt werden. Ziel ist es, die Kompetenz für den Entwurf einfacher Leiterplatten zu erwerben.

LEITERPLATTENENTWURF EINER MIT SMD-BAUELEMENTEN BESTÜCKTEN PLATINE

Motivation zur Aufgabenstellung

Pulsoximeter sind medizinische Geräte, die die arterielle Sauerstoffsättigung im Blut und die Pulsfrequenz bestimmen. Dazu kommt ein optisches, nichtinvasives Messprinzip am Finger oder Ohrfläppchen zum Einsatz. Es beruht auf der unterschiedlichen spektralen Absorption von Hämoglobin in sauerstoffarmem und sauerstoffreichem Blut (Abb. 1). Durch Bestrahlung des arteriellen Blutes mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen (hier 660 nm und 880 nm) kann aus dem zeitlichen Verlauf der transmittierten oder reflektierten Strahlung die Sauerstoffsättigung berechnet und die Pulsfrequenz ermittelt werden.

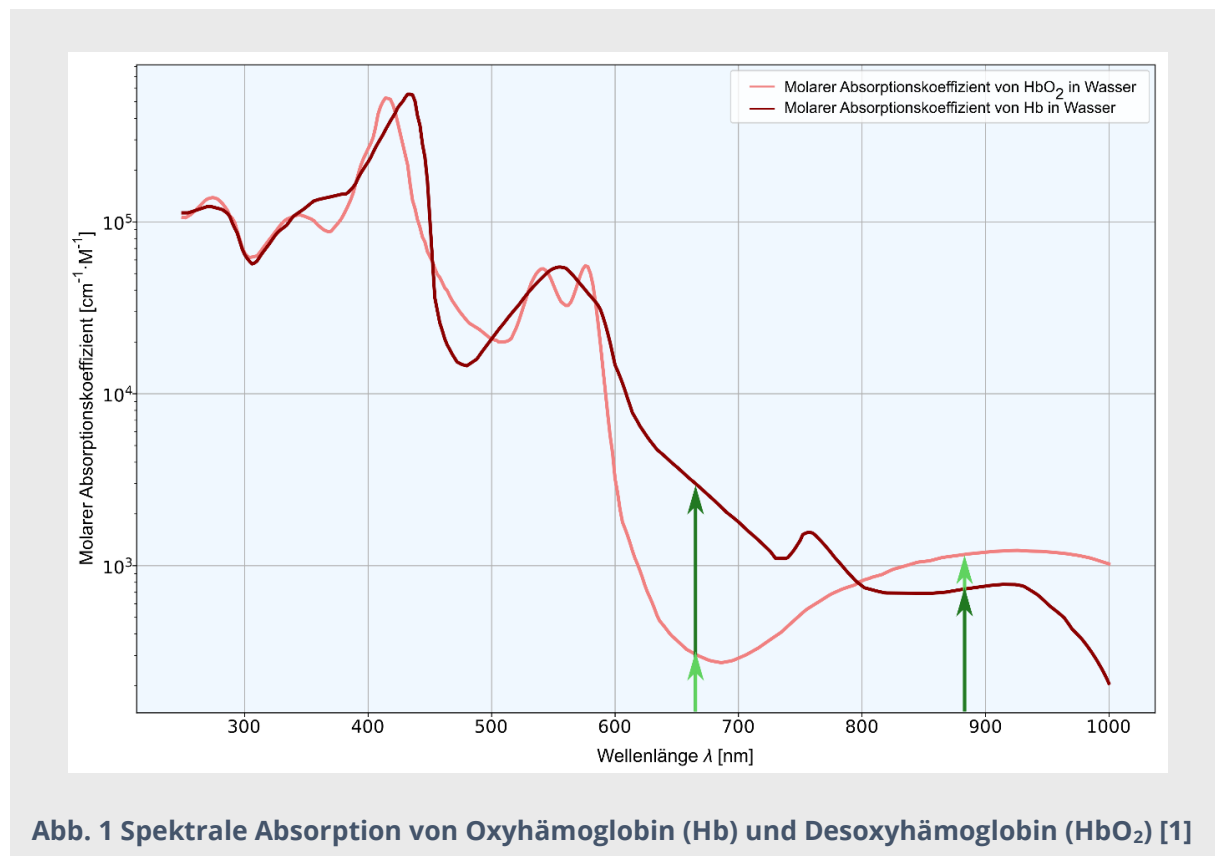


Abb. 1 Spektrale Absorption von Oxyhämoglobin (Hb) und Desoxyhämoglobin (HbO₂) [1]

Überblick über die Schaltung

Gegeben ist die Schaltung eines Pulsoximeters in Anhang 2. Das Funktionsschaltbild in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gibt einen Überblick über die Wirkungsweise. Sie beruht auf einem optisch-elektronischem Sensor, der die Strahlungsquellen mit Treiber, die Fotodiode mit Verstärker, die analoge Signalverarbeitung und den Analog-Digital-Wandler (ADC) in einem Bauelement integriert.

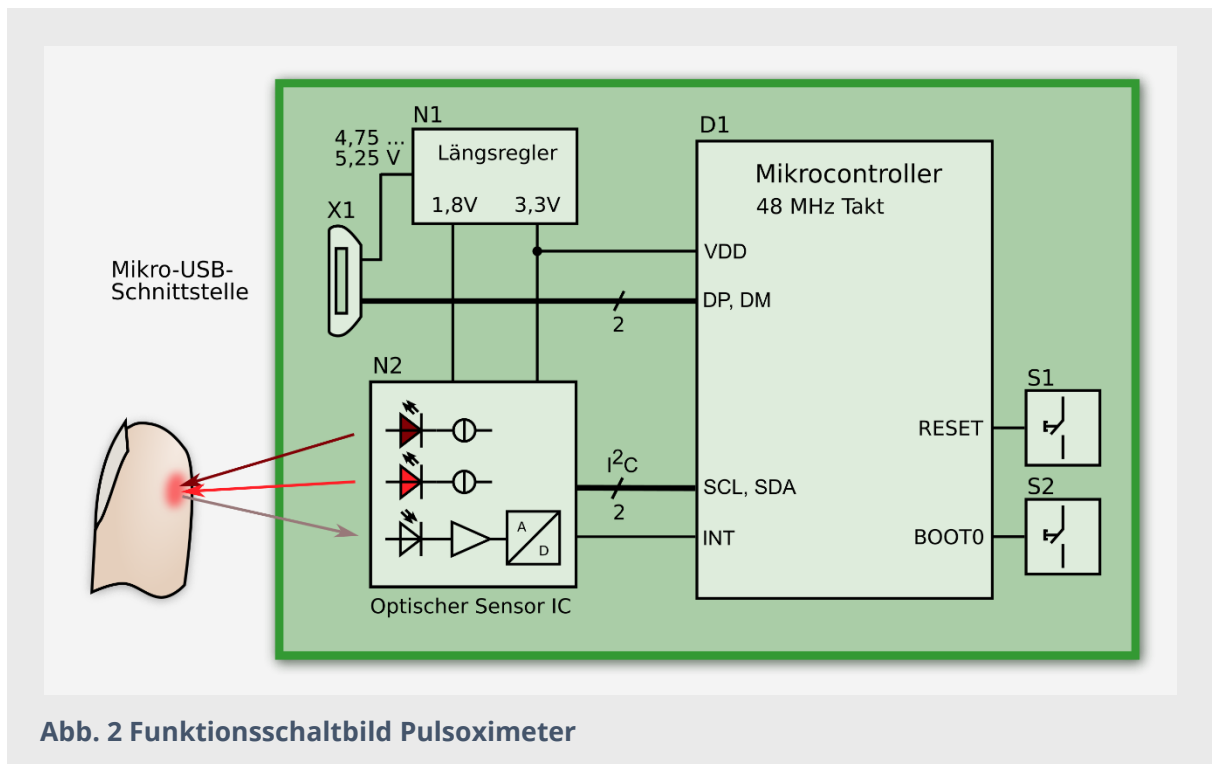


Abb. 2 Funktionsschaltbild Pulsoximeter

Die Schaltung des Pulsoximeters verbindet den Sensor N2 über die USB-Schnittstelle X1 mit einem PC. Sie versorgt ihn mit Strom und steuert das Auslesen, Umwandeln und Weitergeben der Daten. Die Stromversorgung erfolgt über den Spannungsregler N1. Er wandelt die Spannung des USB-Busses von $5\text{ V} \pm 5\%$ in $3,3\text{ V}$ und $1,8\text{ V}$ für die anderen Komponenten um. Der Mikrocontroller D1 liest die Daten des Sensorschaltkreises N2 aus, formatiert sie um und überträgt sie über die USB-Buchse an den PC. Dort werden sie weiterverarbeitet und angezeigt. Der Mikrocontroller wird ebenfalls über X1 programmiert. Um den Programmiermodus des Mikrocontrollers zu aktivieren, sind die beiden Taster S1 und S2 notwendig. Die Entwicklung der Firmware für den Mikrocontroller und die PC-Software ist nicht Teil dieses Praktikums.

Ziel

Ziel des Leiterplattenentwurfs ist die eigenständige Umsetzung der Schaltung in ein elektrisch funktionsfähiges und herstellbares Layout. Dabei müssen die aus der Funktion abzuleitenden Randbedingungen eingehalten werden. Der Entwurf muss fertigungsgerecht sein. Dazu sind Leiterbahnbreiten, Via-Durchmesser, Mindestabstände und Kupferdicke zu beachten. Um Kosten und Ressourcen zu sparen, sollte die Platine möglichst kompakt sein.

INHALT DER ÜBUNG

Software und Ressourcen

Zur Bearbeitung des Projektes wird das Leiterplattenlayoutprogramm KiCAD verwendet. Das Programm kann frei von folgender Adresse heruntergeladen werden: www.kicad.org/download/. Weiterhin können die schon in der einführenden Übung verwendeten Bibliotheksdateien verwendet werden: www.ifte.de/lehre/rechn_entwurf/uebungbmt/KiCAD_Libraries.zip. Diese sind in das Arbeitsverzeichnis zu entpacken und als lokale Bibliothek einzubinden.

Arbeitsorganisation

Die Bearbeitung der Aufgabenstellung erfolgt eigenständig. Probleme und Fragen können gemeinsam mit dem Betreuer zu den Übungsterminen besprochen werden. Alle Termine zu dieser Übung entnehmen Sie bitte dem Dokument www.ifte.de/lehre/rechn_entwurf/ablauf_SS25_BMT.pdf.

Für eine komplexere Aufgabenstellung wie diese empfiehlt es sich, vorab eine Zeitplanung zu machen. Dafür sollten die notwendigen Aufgaben überdacht und die Bearbeitungsdauer zeitlich abgeschätzt werden. Auf der einen Seite hilft dieses Vorgehen, die Aufgabe zu strukturieren und den Projektfortschritt einzuschätzen, auf der anderen Seite ist es in der beruflichen Praxis oft notwendig, die Bearbeitungsdauer von Aufgaben abzuschätzen. Diese Fähigkeit kann anhand eines solchen Projektes geschult werden.

Aufgabenliste

Im Einzelnen sind folgende Aufgaben zu bearbeiten:

- Schaltungsanalyse, Einarbeiten in die Funktionsweise,
- Recherche der Datenblätter der Bauelemente,
- Recherche eines potentiellen Leiterplattenfertigers, ermitteln der fertigungstechnischen Vorgaben (Leiterzugsbreiten, Mindestabstände, Viadurchmesser, Ebenenaufbau, Preise) dieses Herstellers,
- Vorüberlegungen zur Platzierung der Bauelemente und zum Leiterplattenaufbau,
- ggf. Ergänzen der Schaltsymbol- und Footprintbibliothek,
- Zeichnen des Schaltplanes,
- Entwickeln des Layouts,
- Erzeugen der Ergebnisdaten,
- Aufräumen des Projektes und Abgabe des Projektverzeichnisses als ZIP-Archiv.

ERGEBNISSE

Abzugeben ist das komplette Verzeichnis des Leiterplattenprojekts mit allen selbst erstellten Dateien. Es sollte ein begleitendes Dokument (.pdf, .txt oder .doc-Format) enthalten, welches den Namen der Person, die Matrikelnummer und den Projektnamen sowie den gewählten Leiterplattenhersteller enthält. Das Verzeichnis sollte von unnötigen Dateien (backup-Dateien, temporäre Dateien) beräumt sein und dann als ZIP-Archiv zusammengepackt werden. Bitte legen sie dieses bis zum 9.7.2025 auf den Austauschserver der TU Dresden: www.ifte.de/lehre/rechn_entwurf/uebung/upload-pcb.html.

GLOSSAR

ADC	...	A nalog- D igital- C onverter
Footprint	...	Gesamtheit der für die elektrische Kontaktierung, Beschriftung und mechanische Befestigung eines Bauelements notwendigen Elemente auf einer Leiterplatte
SMD	...	S urface M ounted D evice – oberflächenmontiertes Bauelement
I ² C	...	I nter- I ntegrated C ircuit – serieller Datenbus
USB	...	U niversal S erial B us – serieller Datenbus

QUELLEN- UND LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Datensatz von omlc.org/spectra/hemoglobin/ (11.2.2025)
- [2] Händschke, Jürgen: Leiterplattendesign: Ein Handbuch nicht nur für Praktiker, Verlag Eugen Leuze, 2006.
- [3] Zickert, Gerald: Leiterplatten: Stromlaufplan, Layout und Fertigung – Ein Lehrbuch für Einsteiger, Carl Hanser Verlag München, 2018.

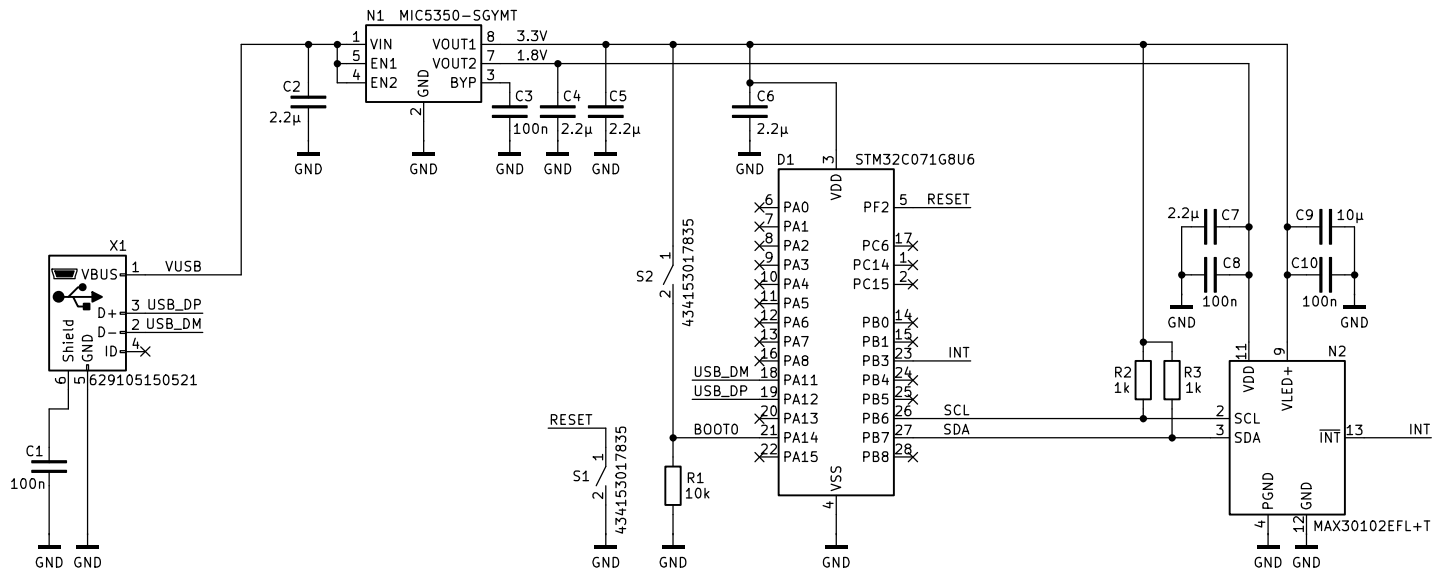
LINKS ZU DEN HERSTELLERN DER VERWENDETEN BAUELEMENTE

Analog Devices	www.analog.com (11.2.2025)
Microchip	www.microchip.com (11.2.2025)
Panasonic	na.industrial.panasonic.com (11.2.2025)
Samsung Electro-Mechanics	samsungsem.com (11.2.2025)
ST Microelectronics	www.st.com (11.2.2025)
Würth Elektronik	www.we-online.com (11.2.2025)

ANHANG

Stückzahl	Bezeichner	Wert bzw. Typ	Funktion	Hersteller	Schlüsselnummer lt. Hersteller	Bauform Gehäuse	/
2	R2, R3	1 k Ω , 1 %	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-2RKF1001X	0402	
1	R1	10 k Ω , 1 %	SMD-Widerstand	Panasonic	ERJ-2RKF1002X	0402	
4	C1, C3, C8, C10	100 nF, 16 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL05B104KO54PND	0402	
5	C2, C4-7	2,2 μ F, 16 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL21B225KOFNNG	0402	
1	C9	10 μ F, 16 V, X7R	SMD-Kondensator	Samsung	CL21B106KOQNNNE	0805	
1	N1	MIC5350-SGYMT	Zweifach-Längsregler	Microchip	MIC5350-SGYMT	MLF-8	
1	N2	MAX30102EFL+T	Sensor IC	Analog Devices	MAX30102EFL+T	OLGA-14	
1	D1	STM32C071G8U6	Mikrocontroller	ST Microelectronics	STM32C071G8U6	QFN-28	
2	S1, S2	434153017835	Taster	Würth-Elektronik	434153017835	siehe Datenblatt	
1	X1	629105150521	Mikro-USB-Buchse	Würth-Elektronik	629105150521	siehe Datenblatt	

Stückliste für Leiterplattenentwurf



Pulsoximeter

Sheet: /
File: Pulsoximeter.kicad_sch

Title:

Size: A4 Date: 3.2.2025

KiCad E.D.A. 8.0.8

Rev: 1.0

Id: 1/1