

# MEXLE first

## Student Group

| First Name | Surname | Matrikel Nr. |
|------------|---------|--------------|
|            |         |              |
|            |         |              |
|            |         |              |

## Table of Contents

|  |    |
|--|----|
| <b>MEXLE first</b> .....   | 2  |
| <i>Kurzübersicht</i> .....   | 2  |
| <i>Projekt</i> .....   | 2  |
| <i>Ausgangssituation der Studierenden</i> .....                      | 3  |
| <i>Konzept</i> .....   | 3  |
| <i>Zeitplan</i> .....  | 5  |
| <i>Didaktik</i> .....  | 6  |
| <i>Elektronik und embedded Software</i> .....                        | 7  |
| <i>interaktive Serverlösung</i> .....                                | 7  |
| <i>Projektstruktur</i> .....   | 8  |
| <i>Kooperationen</i> .....   | 9  |
| <i>Aktueller Stand</i> .....   | 9  |
| 29.11.2024 - Erstes (inoffizielles) Treffen des Projektbeirats ..... | 9  |
| 01.04.2025 - Start des Projekts .....                                | 9  |
| 25.11.2025 - Erste Tests mit dem überarbeiteten Alt-System .....     | 10 |
| 29.11.2025 - Zweites Treffen des Projektbeirats .....                | 10 |
| 01.02.2026 - Erstes Mockup der Hardware .....                        | 11 |
| 18.06.2026 - Test mit den Studierenden .....                         | 12 |
| <i>Veröffentlichungen</i> .....                                      | 12 |

# MEXLE first

## Kurzübersicht

Das Projekt MEXLEfirst hat das Ziel, eine praxisorientierte und interaktive Lernumgebung für Studierende der Elektrotechnik im ersten Studienjahr zu schaffen.

Das Projekt läuft von April 2025 bis März 2027 und wird gefördert durch das BMBF über die [Stiftung Innovation in der Hochschullehre, Ausschreibung Freiraum 2025](#).



MEXLEfirst bietet mit der **Lab-in-a-Box**-Lernumgebung, in der Studierende, Schüler, Auszubildende und Interessierte die Elektrotechnik selbstständig und im eigenen Tempo erforschen können. Durch

- **modulare Hardware,**
- eine **benutzerfreundliche Web-App mit Austauschplattform** und
- **interaktive Lernprojekte**

soll Wissen lebendig vermittelt werden.

Ein partizipative Ansatz soll ermöglichen, den Lernprozess aktiv mitzugestalten.



## Projekt

Die Multimodale Experimentier- und Lernumgebung **MEXLE** soll durch ein "Lab-in-a-Box" den Kenntnisaufbau in der Elektrotechnik und Elektronik im 1. und 2. Semester unterstützen. Durch modulare und leicht verständliche Hardware, einer benutzerfreundlichen Messumgebung für zuhause und den Aufbau einer interaktiven Austauschplattform (Wiki) mit Schreibzugriff für Studierende, wird eine innovative Lernumgebung geschaffen. Diese soll individuelle Lernpfade je nach Vorkenntnissen und Herangehensweisen der Studierenden ermöglichen.

Ein zentraler Aspekt dieses Vorhabens ist die enge Zusammenarbeit mit einer studentischen

Beratergruppe, um Themen, Strategien, Beispiele und Materialien gemeinsam zu erarbeiten und zu bewerten. Dieser partizipative Ansatz trägt zur Lerner-Zentrierung gemäß den Vorgaben des Bologna-Prozesses bei und fördert zudem eine lebendige Auseinandersetzung der Studierenden mit den Lehrinhalten.

Mit MEXLE wird eine Lernumgebung geschaffen, die es Studierenden ermöglicht, elektrotechnische Grundlagen praxisnah zu erforschen und zu vertiefen. Das Projekt will mit Interaktivität, Partizipation und Nachhaltigkeit die Hochschullehre der Zukunft aktiv mitgestalten und die Lernprozesse der Studierenden optimal unterstützen.

## Ausgangssituation der Studierenden

„Elektrotechnik ist schwierig!“ – ist die Ausgangslage vieler Studienanfänger.

Eine Umfrage unter Abbrechern in Elektrotechnik <sup>1)</sup> liefert verschiedene Abbruchgründe, wie keine Sinnhaftigkeit, Wunsch nach freiwilligen Selbsttests, zu wenig moderne Lehrmethoden, kein Spaß, zu praxisfern.

Die Studierendenzahlen in diesem Fach zeigen eine stetig steigende Schwundquote <sup>2)</sup>. Dieses Verhältnis von Abgängern zu Studienanfängern hat sich über die letzten 25 Jahre fast verdoppelt.

Im konkreten Umfeld der Hochschule Heilbronn zählt Elektrotechnik zu den Fächern, die Studienabbrüche begründen.

Hohe Schwundquote und geringe Anfängerzahlen drängen zu innovativen Lösungen – jenseits des Frontalunterrichts und der Präsenzlabore – um ausreichend Ingenieure auszubilden.

Rising Number of...



Missing Meaningfulness



Too Remote...



Too few modern...



No Fun

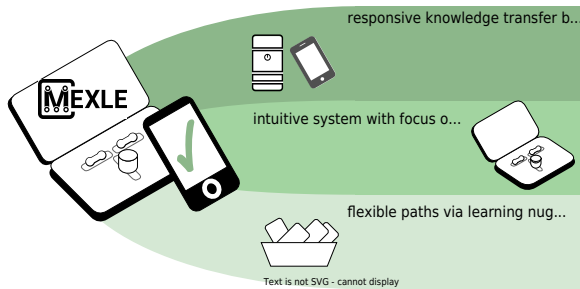


Desire for...



## Konzept

Das Projekt MEXLEfirst soll mit einer Lernumgebung für individuelle Lernpfade den Wissenserwerb im Fach Elektrotechnik



verbessern. Damit Studienanfänger die elektrotechnischen Grundlagen praxisnah erforschen und vertiefen können, werden zwei innovative Komponenten entwickelt:

- Intuitive Hardware (Lab-in-a-Box)
- Nutzerorientierter Lernassistent mit interaktiver Austauschplattform (Web-App mit Wiki)

Diese werden auf folgende Weise in die Lehre eingebunden:

1. **Flexible Lernpfade:** Lern-Nuggets in der Web-App und das freie Entwickeln mit dem Lab-in-a-Box ermöglichen es den Studierenden, Lernprozesse selbst zu steuern und an die individuellen Bedürfnisse anzupassen. Den Rahmen der Nuggets gibt ein Storytelling eines Jungingenieurs vor. Dadurch sollen die Motivation und der Lernerfolg gesteigert werden.
2. **Interaktives Lernprojekt:** Eine eng eingebundene studentische Beratergruppe berücksichtigt die Bedürfnisse und Perspektiven der Studierenden systematisch. Der partizipative Ansatz trägt zur Lerner-Zentrierung bei und fördert die aktive Auseinandersetzung der Studierenden mit den Lehrinhalten.
3. **Responsive und Situative Wissensvermittlung:** Die Web-App analysiert automatisch die aufgebaute Schaltung durch Spannungsmessung und Bilderkennung. Sie gibt Tipps zu Fehlern und ermöglicht einen Vergleich mit der Simulation. Dies soll den Theorie-Praxis-Transfer verbessern.
4. **Transformatives Lernen durch ganzheitliche Methoden:** Durch den Einsatz des "LENA-Modells" und der "3H-Methode" (Head-Heart-Hand) soll ein nachhaltiges Lernen gefördert werden, welches Wissen erlebbar vermittelt.

MEXLEfirst nutzt Open-Source-Simulationstools, sowie bereits bestehende Vorarbeiten und Prototypen des Lab-in-a-Box. Externe Berater begleiten das Projekt.

# Zeitplan

Das Projekt MEXLEfirst ist auf 24 Monate ausgelegt und umfasst vier Arbeitsphasen, die systematisch aufeinander aufbauen. Im Folgenden wird der Ablauf nur grob skizziert.

## Phase 1: Initialisierung

Im Sommersemester 2025 stehen der Strukturaufbau des Projekts und die erste Version der Komponenten im Vordergrund.

Das vorhandene MEXLE Lab-in-a-Box wird für den Einsatz im Grundstudium angepasst.

Für die interaktive Rückmeldung soll ein Server aufgesetzt und mit Software-Entwicklung begonnen werden, z.B. erste Implementierung der Bildanalyse und Learning Analytics.

Für den Einsatz der Hardware in Phase 2 werden erste Lern-Nuggets umgesetzt, idealerweise mit Feedback-Kanal.

## Phase 2: Lernexperiment 1 und Upgrade

Im Wintersemester 2025/26 erfolgt der erste Einsatz der MEXLE Lab-in-a-Box und der Lern-Nuggets im Rahmen der Erstsemester-Lehrveranstaltung.

Dabei sollen verschiedene didaktische Fragestellungen evaluiert werden.

Durch den Einsatz ergibt sich eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Lern-Nuggets und des MEXLE Lab-in-a-Box-Systems: Die Hardware wird funktional erweitert und die Web-App in V2.0 überarbeitet.

## Phase 3: Lernexperiment 2 und finale Versionen

In der dritten Projektphase wird eine zweite Evaluation durchgeführt. Dabei wird der Einsatz von Storytelling-Ansätzen als Erweiterung der Lern-Nuggets im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne MEXLE Lab-in-a-Box unter Einsatz quantitativer und qualitativer Methoden untersucht.



Parallel dazu werden die finalen Versionen des MEXLE Lab-in-a-Box V3.0 und der Web-App V3.0 entwickelt.

## Phase 4: Verfestigung und Transfer

Abschließend stehen Transfer und Verstetigung der Projektergebnisse an. So entwickeln Studierende, nun eigenständig Elektronik-Komponenten für die Lern-Nuggets. Darüber hinaus wird ein Mentoring-Programm konzipiert, bei dem fortgeschrittene Studierende jüngere Kommilitonen beim Einstieg in die Technik unterstützen.

### Didaktik



Die didaktische Gestaltung des Projekts zielt darauf ab, Studierenden durch praxisnahe und interaktive Lernansätze den Einstieg in die Elektrotechnik zu erleichtern. Dazu sollen Konzepte wie das "LENA-Modell" und die "3H-Methode" (Head-Heart-Hand), genutzt werden, um das Lernen ganzheitlich zu fördern. Die Arbeitspakete der Didaktik decken nicht nur Lernelemente und die Anwendung des Lab-in-a-Box ab, sondern auch die kritische Auseinandersetzung mit der Wirkung im Lernprozess.

Maßnahmen:

- Entwicklung modularer Lern-Nuggets mit Storytelling-Elementen.
- Integration studentischer Beratergruppen zur bedarfsgerechten Entwicklung.
- Gestaltung von Lernpfaden zur individuellen Förderung.
- Integration einer studentischen Beratergruppe zur bedarfsgerechten Materialentwicklung.
- Einsatz moderner pädagogischer Ansätze für nachhaltiges Lernen, z.B. Gamification.
- wiederholte Evaluation der Projektstände (z.B. Durchführung von A/B-Tests mit Studierenden)
- Verfestigung der Umsetzung, z.B. durch Storytelling-Wettbewerb im Studium Generale, Hackathons, Projektwochen mit

## Partnerschulen

### Ziele:

- Steigerung der Lernmotivation und des Lernerfolgs.
- Förderung des selbstgesteuerten und nachhaltigen Lernens.
- Veröffentlichung der didaktischen Projektergebnisse.

## Elektronik und embedded Software

Die technische Komponente des Projekts umfasst die Entwicklung einer Hardware-Lösung (Lab-in-a-Box) sowie die zugehörige Embedded-Software, um elektrotechnische Grundlagen praxisnah zu vermitteln.

### Maßnahmen:

- Anpassung und Weiterentwicklung bestehender Hardware-Prototypen.
- Entwicklung neuer Module und Hardware-Komponenten mit eingebetteter Software.
- Integration einer Open-Source-Simulationsumgebung (z.B. [CircuitJS](#) or SPICE) zur Auswertung der Aufbauten auf dem Server.
- Entwicklung der physischen Schnittstelle zwischen Lab-in-a-Box und Server.
- Weiterentwicklung der Hardware bzgl. Bedienbarkeit und Robustheit.

### Ziele:

- Entwicklung eines stabilen, benutzerfreundlichen Hardware-Systems.
- Veröffentlichung der Elektronik und Software als Open-Source.
- Veröffentlichung der Projektergebnisse seitens des Aufbaus.



## interaktive Serverlösung

Die interaktive Serverlösung unterstützt die Lehrinhalte durch eine webbasierte Austauschplattform (Web-App), die kollaboratives Lernen ermöglicht. Die Software



soll eine benutzerfreundliche Messumgebung für zuhause ermöglichen.

Maßnahmen:

- Entwicklung einer Web-App mit interaktiver Funktionalität eines Wissensspeichers (z.B. Wiki mit Feedback-Kanal).
- Integration einer Bildanalyse und automatisierter Fehlertests.
- Nutzung von Learning Analytics zur Unterstützung individueller Lernprozesse.
- Datenaufnahme der Lab-in-a-Box Ströme und Spannungen (idealerweise nur über eine Webseite, ohne App).
- Optimierung des User Interface für mobile Geräte (Benutzerverwaltung, Zugriffsrechte, ggf. Projekt und Kursmanagement, Datenvisualisierung und Gamification)

Ziele:

- Bereitstellung einer kollaborativen, interaktiven Lernumgebung.
- Veröffentlichung als Open-Source.

## Projektstruktur

- Für das Projekt MEXLEfirst zwischen April 2025 und März 2027 ein **Projektteam von etwa drei Mitarbeitern** und weiteren studentischen Hilfskräften Elektronik, Software und Didaktik zum Projekt entwickeln.
- Zusätzlich unterstützt ein **externer Projektbeirat** mit rund 12..16 Mitgliedern aus Industrie, Bildungseinrichtungen und Organisationen das Projekt.
- Eine **interne studentische Beratergruppe** arbeitet eng mit dem Team zusammen und bietet fortlaufend Feedback aus Studierendenperspektive, um das Projekt kontinuierlich zu verbessern.





## Kooperationen

Bereits vor dem Beginn des Projekts wurde der Kontakt zu Wissensakteuren der Region gesucht. Diese Kooperationen umfassen Hochschulen, Bildungseinrichtungen sowie Unternehmen aus der Industrie.

- Durch die Interaktion mit wissenschaftliche Einrichtungen (z.B. die Abteilung Technikdidaktik der PH Ludwigsburg) soll die pädagogische Erfahrung bei der Evaluation eingebunden werden.
- Die Einbindung von Schulen und Bildungseinrichtungen (z.B. Wilhelm Maybach Schule oder Christian Schmidt Schule) sollen mögliche zukünftige Einsatzgebiete bewerten helfen.
- Der Austausch mit verschiedenen, ortsansässigen Firmen mit Elektrotechnik-Bezug soll die den Praxisbezug der Lehrmaterialien erhöhen.
- Mit dem Science-Center Experimenta ist angedacht über Schülerlabore und Makerspace Kontakt zur Öffentlichkeit aufzubauen.
- Die Kooperation mit weiteren Professoren soll der Transferpotenzial der Projekterkenntnisse in andere Lehrkontexte identifizieren.

## Aktueller Stand

### 29.11.2024 - Erstes (inoffizielles) Treffen des Projektbeirats

- Vorstellung des Vorhabens
- Überblick über Vorarbeiten und Erkenntnisse aus vorherigen Projekten

### 01.04.2025 - Start des Projekts

- Aufbau des Team aus Experten der Didaktik, Elektronik und Server-Softwareentwicklung
- Unterstützung durch Studierende (Projekt-, Labor- und Abschlussarbeiten)

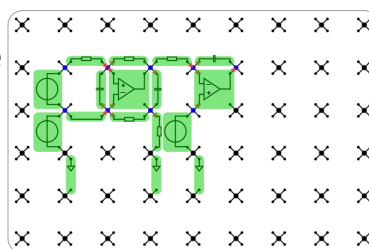
## 25.11.2025 - Erste Tests mit dem überarbeiteten Alt-System

- AB-Vergleich zweier studentischer Gruppen mit je 16 Studierenden (mit/ohne MEXLE System)
- Ersatz der fehlenden Hardware durch ein Handheld-Oszilloskop/-Signalgenerator
- Planung mit Unterstützung der PH Ludwigsburg
- Publikation ausstehend

## 29.11.2025 - Zweites Treffen des Projektbeirats

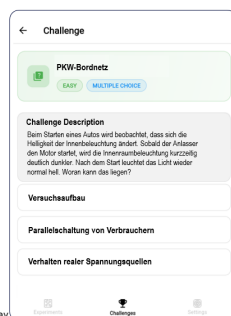
- **Präsentation des aktuellen Stands:**
  - **Mechanisches Grundkonzept:** Die Systemoberfläche wird auswechselbar und kompatibel mit Fischertechnik, Klemmbausteinen sowie Maker Beam.
  - **Technische Varianten (Konzeptphase):**
    - (1) Einfaches „passives“ System ohne Modulerkennung und ohne Kommunikations-Master
    - (2) Einfaches System mit Kommunikations-Master, jedoch ohne automatische Modulerkennung
    - (3) Intelligentes System mit automatischer Modulidentifikation, Messung an allen Knoten und virtuellem Tutor
  - **Didaktische Konzeption:** praxisnahe Challenges, Lernnuggets und Quizzes
  - **Beispiel-Use-Case:** Mockup der Challenge „PKW-Boardnetz“
- **Diskussion / Impulse aus dem Beirat:**
  - MEXLEfirst soll auch ein möglichst selbstständiges Arbeiten ermöglichen (insbesondere für die berufliche Ausbildung).
  - Maßnahmen zur Förderung der Zusammenarbeit der Lernenden sind ausdrücklich erwünscht.
  - Die Einbindung physischer

Schaltungsbeispiel...



Text is not SVG - cannot display

Mobile-Mockup...

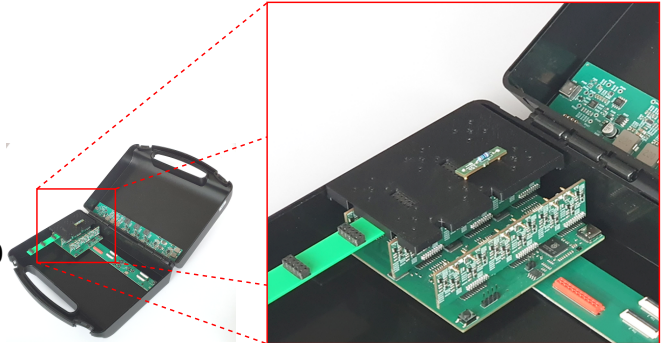


Messgeräte (z.B. Multimeter/Oszilloskop) sollte vorgesehen werden.

## 01.02.2026 - Erstes Mockup der Hardware

### • Systemübersicht (intelligentes System) aus Nutzersicht:

- Kompakter Koffer (Größe etwa **DIN A4** / „Schuhkarton“-Format)
- Orthogonales Gitter aus **6×9 elektrotechnischen Knoten**
- Aufbau von Schaltungen mit über **20 Mikrocontroller-, Sensor- und Aktor-Platinen** (digitale Schnittstelle zur Kommunikation) bzw. Gatter, Transistoren, Operationsverstärker, Motoren ...
- Aufbau von Schaltungen mit über **150 Passivkomponenten** (Widerstände, Dioden, Kondensatoren etc.)
- **Gleichzeitige Messung aller Knoten:**
  - **216 Ströme** im Bereich **+1,5 A ... -1,5 A** (Auflösung **1 mA**)
  - **54 Spannungen** im Bereich **+12 V ... -12 V** (Auflösung **1 mV**)
  - Frequenzbereich bis **200 kHz**
- Kontinuierliche **Analyse der aufgebauten Schaltung**



### • Systemübersicht aus Sicht der Nachhaltigkeit:

- Hoch-modularer Aufbau aus günstigen Platinen (< **20 €** pro Platine) für bessere Reparierbarkeit
- 3D-gedruckte Oberfläche ermöglicht individuelle Anpassung und selbstständige Erneuerung
- Eigen Bestellung neuer Platinen zur Reparatur vorgesehen
- **Open Source** ist in Planung

### • Inbetriebnahme ausgewählter Einzelplatinen:

- Spannungsversorgung über **USB-C Power Delivery (PD)**
- **WLAN-Anbindung** an den Server (aktuell über integrierten **ESP32**)
- Datenaufbereitung durch mehrere

### ARM Cortex-M33 Mikrocontroller

- Konditionierung und Erfassung der Messwerte durch **Analog-Frontend** und **36 Analog-Digital-Wandler**

## 18.06.2026 - Test mit den Studierenden

- zunächst **passives System**
  - Zunächst ohne Elektronik
  - Test verschiedener Systemteile
    - Konnektor-Konzept mit günstigen Federkontakten
    - Streifenförmige Platinen
    - 3D-Druck und Mechanik
- **Handgerät** als Ersatz für fehlende Komponenten
  - Oszilloskop
  - Funktionsgenerator
- **Web-App für Studierende**
  - Erste Challenges und Nuggets
  - Eingabe verschiedener Ergebnisse
- **Studentisches Feedback**
  - Pseudomisierter Test mit Vergleichsgruppe (je 16 Studierende)
  - Fachlicher Eingangs- und Ausgangstests
  - Questionaire zur Technologieakzeptanz und zur Motivation



## Veröffentlichungen

| Datum      | Titel  | Konferenz   | Link  |
|------------|--|---|---|
| April 2025 | MEXLEfirst Kurzforstellung (Pecha Kucha)   | <a href="#">Fachtag digitale Lehre (HS Heilbronn)</a> | <a href="#">Präsentation</a>                |
| April 2025 | WIP: MEXLEfirst - a Vision for an Inclusive and Impactful Education for the Introduction to Electrical Engineering | <a href="#">EDUCON London</a>                         | <a href="#">full paper PREPRINT version</a> |

| Datum      | Titel  | Konferenz               | Link       |
|------------|--|-------------------------|------------|
| März 2026  | Programmable impedance Modules as Components for inquiry-based Lab-in-a-Box Experiments in introductory Electrical Engineering | INTED Valencia          | full paper |
| März 2026  | Building Blocks for MEXLEfirst: vision-based Circuit Analysis and smart Measurement Tools for Electrical Engineering Learning  | INTED Valencia          | full paper |
| April 2026 | Take-Home Labs and Modular Kits in Electronics Education: A Systematic Scoping Review  | EDUCON Cairo (in Press) |            |

1)

M Götz, C Mendel, (2024), "Das war einfach sauschwer' - Das Studium der E-Technik", Studien zum Image des Studiums der Elektrotechnik, Band 3, IZI.

2)

VDI e.V. und Institut der Deutschen Wirtschaft e.V., (2024), "VDI-/IW-Ingenieurmonitor 3. Quartal 2023"

From:

<https://wiki.mexle.org/> - **MEXLE Wiki**

Permanent link:

<https://wiki.mexle.org/mexle2020/mexlefirst>

Last update: **2026/06/26 22:53**

