

## Wahlpflichtmodule / Elective Courses SoSe 2026

<i>Dozent</i>	<i>Titel</i>	<i>Sprache</i>
Banerjee, Sibaprosad	Planung und Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von regenerativen Erzeugungsanlagen sowie von Speicher am Stromnetz	DE
Buczek, Pawel	Functional Safety: Designing Systems You Can Trust	DE / EN
Lange, Lars		
Edom, Andreas	Applied System Engineering	EN
Edom, Andreas	Kompetenzbasiertes Projektmanagement	DE
Grünbauer, René	Einführung in Maschinelles Lernen & Künstliche Intelligenz	DE
Nemes, Tamás		
Kusche, Roman	Medizinische Sensorik	DE
Mindorf, Dirk	Datenbanken & Webprogrammierung	DE
Noack, Claudius	LED Technik	DE
Schoenen, Rainer	Netzwerk- und Systemadministration	DE / EN
Schulz, Peter	Embedded Systems Verification and Test (ESVT)	DE / EN

## **Titel der Veranstaltung**

Planung und Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von regenerativen Erzeugungsanlagen sowie von Speicher am Stromnetz



## **Inhalt**

### **1. Einführung**

Gegenseitige Ziele und Erwartungen, deutsches/europäisches Stromnetz, Netzintegration der regenerativen Stromerzeugungsanlagen, Beitrag zur Energiewende

### **2. Komponenten einer Erzeugungsanlage**

Erzeugungseinheit [Windenergie-/PV-/KWK-Anlage], Notstromaggregat, Kabel, Transformator, Schutzanlagen [Überstromzeit-, Kurzschluss-, Spannung-, Frequenz- und Blindleistungsunterstützung, Leistungsschalter und Schutzwandler], Steuereinrichtung [Erzeugungsanlagenregler, Netzanalysator, Fernwirkanlage/Funkrundsteuerempfänger, Messwandler], Kompensationsanlage, Hilfsenergieversorgung, Übergabestation etc.

### **3. Technische Anforderungen gemäß deutschen / europäischen Vorschriften**

z.B. NELEV, VDE-AR-N 4110: 2018-11 und FGW Technische Richtlinie 8

Einspeiseleistung, Statische Spannungshaltung/Blindleistungsvermögen und -verfahren, Wirkleistungsbereitstellung, Quasistationärer Betrieb, Dynamische Netzstützung [High-Voltage-Ride-Through, Low-Voltage-Ride-Through und k-Faktor], Schutzkonzept [übergeordneter, zwischengelagerter und untergeordneter Schutz, Eigenschutz der Erzeugungseinheit] und Regelungskonzept [Wirk- und Blindleistungssteuerung], Eigenbedarfs- & Hilfsenergieversorgung

### **4. Planung / Dimensionierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungsanlage**

Übersichtschaltbild/Single-Line-Diagramm, Aufbau einer Windenergie-/PV-/KWK-Anlage mit Hilfe einer Simulationssoftware, Dimensionierung der Komponenten [z.B. Transformator, Kabel, Leistungsschalter, Stromwandler], Planung der Schutz-, Steuer- und Kommunikationseinrichtungen, Kommunikationsplan etc.

### **5. Zertifizierung einer Erzeugungsanlage**

Ziel und Umfang der Zertifizierung, Zertifizierungsprozess, Anlagenzertifikat, Inbetriebsetzungserklärung & Konformitätserklärung

### **6. Lernen durch Handeln / Learning by doing [Praktikum/Laborversuch]**

Aufbau einer Windenergie-/PV-/KWK-Anlage in der Softwareumgebung der „DigSILENT Power-Fac-tory, Durchführung von Lastfluss- und Kurzschluss-Berechnungen

## **Art der Veranstaltung**

Wahlpflichtmodul – Vorlesung mit Praktikum

## Titel der Veranstaltung

Planung und Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von regenerativen Erzeugungsanlagen sowie von Speicher am Stromnetz

## Sprache der Veranstaltung

Deutsch

## Einschränkung der Zielgruppe wg. erforderlicher Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik [Themen wie Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Strom, Spannung etc.]

## Mögliche Zielgruppen

Elektro- und Informationstechnik (alle), Regenerative Energien und Energietechnik

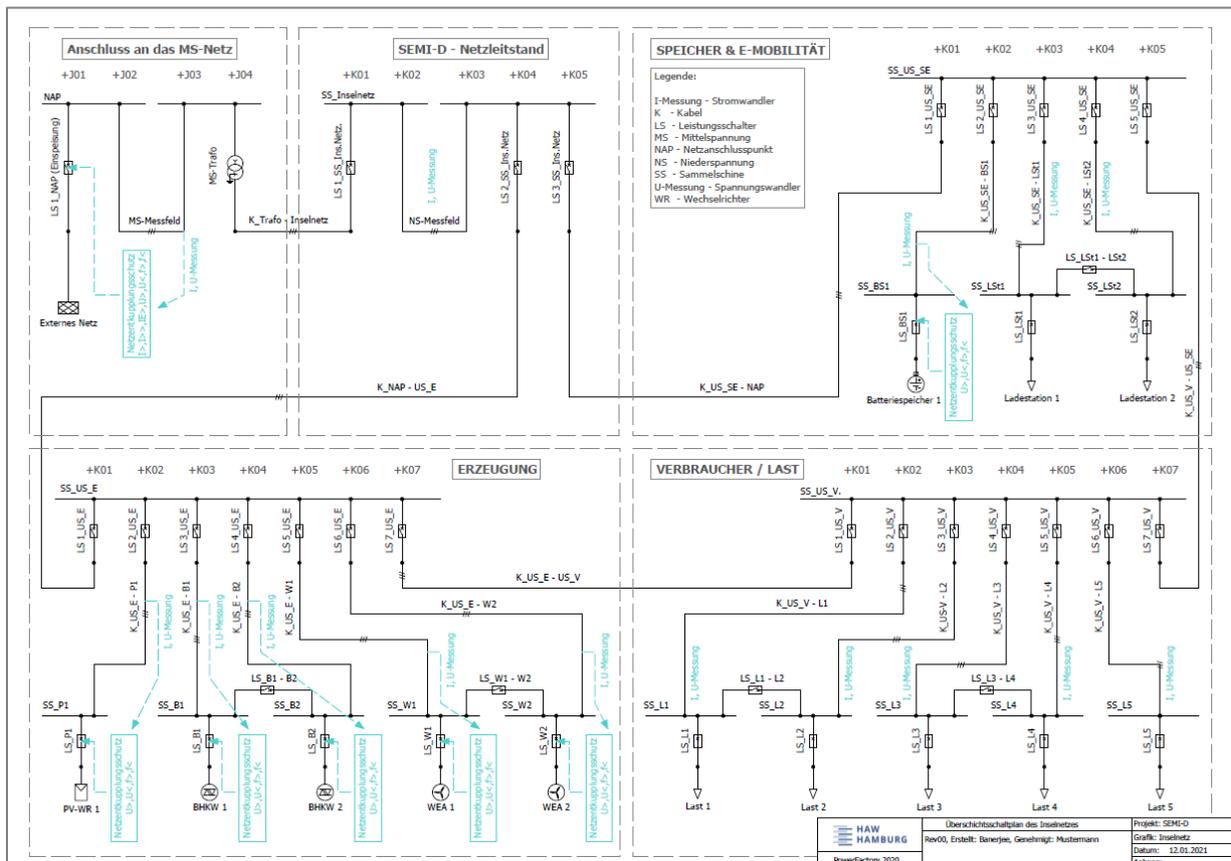


Abbildung: Beispiel einer Erzeugungsanlage mit Mittelspannungsanschluss

Quelle: HAW-Projekt „SEMI-D“



Sibaprosad Banerjee, M.Eng.  
Geschäftsführer

Infinity Certification GmbH  
Essener Straße 25  
22419 Hamburg

Mob: +49 (0)176 63831467  
E-Mail: [S.Banerjee@infinity-cert.de](mailto:S.Banerjee@infinity-cert.de)



Sibaprosad Banerjee, M.Eng.  
Lehrbeauftragter

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Berliner Tor 7  
20099 Hamburg

Mob: +49 (0)176 63831467  
Mail: [Sibaprosad.Banerjee@haw-hamburg.de](mailto:Sibaprosad.Banerjee@haw-hamburg.de)

announcement in English (German version on the following page)

Elective Course / Wahlpflichtmodul (English / Deutsch), Friday afternoons

## Functional Safety: Designing Systems You Can Trust

Lars Lange, InterEngineer GmbH · Paweł Buczek, HAW Hamburg

From self-driving cars and railway systems to communication networks and energy grids — **safety-critical systems** are everywhere. They keep our modern world running, but when they fail, the consequences can be catastrophic: harm to people, environmental damage, or massive financial loss.

**Functional Safety** is about preventing such failures — ensuring that complex systems remain safe without sacrificing functionality.

### What you will learn

Gain insight into the principles, standards, and methods used in industry to make complex systems safe and reliable:

- Core principles and lifecycle of Functional Safety
- Safety analysis methods: **FMEA, FTA**, and more
- Organization and validation of real-world safety projects
- Use your knowledge and work on your own **Team project** (in 2<sup>nd</sup> half of the semester)

### Why it matters

As automation, AI, and connectivity advance, industries urgently need engineers who can design technology that's both smart and safe. This course provides in-demand skills, practical methods, and hands-on experience under the guidance of industry professionals. You'll develop the knowledge and mindset to design reliable, intelligent, and safe systems — and make a real difference where it truly matters.

### A joint venture with industry

This course is a collaboration between **HAW Hamburg** and **InterEngineer GmbH**, a leading engineering company in the railway sector. **Mr. Lars Lange** and other **functional safety specialists** from InterEngineer will contribute through guest lectures, project mentoring, and real-world insights — ensuring a direct link between academic learning and industrial practice.



Source: pexels.com

### Course facts

- **Prerequisites:** none — just curiosity, creativity and a willingness to learn
- **Formal:** small project groups, final report and presentation, no written exam
- **Language:** lecture in English (if international students participate); project work in German or English
- **Contact:** Prof. Dr. Paweł Buczek, [pawel.buczek@haw-hamburg.de](mailto:pawel.buczek@haw-hamburg.de)

**Design reliable, intelligent, and safe systems — and become the expert every future-focused company needs.**

## Ankündigung auf Deutsch

Elective Course / Wahlpflichtmodul (English / Deutsch), freitagsnachmittags

# Functional Safety: Designing Systems You Can Trust

## **Funktionale Sicherheit: Systeme entwerfen, denen man vertrauen kann**

Lars Lange, InterEngineer GmbH · Paweł Buczek, HAW Hamburg

Von selbstfahrenden Autos und Bahnsystemen bis hin zu Kommunikationsnetzen und Energienetzen – **sicherheitskritische Systeme** sind überall. Sie halten unsere moderne Welt am Laufen, aber wenn sie versagen, können die Folgen katastrophal sein: Schäden für Menschen, Umweltschäden oder massive finanzielle Verluste. Bei der **funktionalen Sicherheit** geht es darum, solche Ausfälle zu verhindern und sicherzustellen, dass komplexe Systeme sicher bleiben, ohne die Funktionalität zu beeinträchtigen.

### Was Sie lernen werden

Gewinnen Sie Einblicke in die Prinzipien, Standards und Methoden, die in der Industrie verwendet werden, um komplexe Systeme sicher und zuverlässig zu machen:

- Grundprinzipien und Lebenszyklus der funktionalen Sicherheit
- Methoden der Sicherheitsanalyse: **FMEA, FTA** und mehr
- Organisation und Validierung von realen Sicherheitsprojekten
- Nutzen Sie Ihr Wissen und arbeiten Sie an einem eigenen **Teamprojekt** (in der 2. Semesterhälfte)

### Warum das wichtig ist

Mit dem Fortschritt von Automatisierung, KI und Konnektivität braucht die Industrie dringend Ingenieure, die Technologien entwickeln können, die sowohl intelligent als auch sicher sind. Dieser Kurs vermittelt gefragte Fähigkeiten, praktische Methoden und praktische Erfahrungen unter Anleitung von Branchenexperten. Sie entwickeln das Wissen und die Denkweise, um zuverlässige, intelligente und sichere Systeme zu entwerfen – und dort einen echten Unterschied zu machen, wo es wirklich darauf ankommt.

### Ein Joint Venture mit der Industrie

Dieser Kurs ist eine Kooperation zwischen **der HAW Hamburg** und der **InterEngineer GmbH**, einem führenden Ingenieurbüro im Bahnsektor. **Herr Lars Lange** und andere **Spezialisten für funktionale Sicherheit** von InterEngineer werden durch Gastvorträge, Projektmentoring und Einblicke in die Praxis beitragen und so eine direkte Verbindung zwischen akademischem Lernen und industrieller Praxis gewährleisten.



Source: pexels.com

### Fakten zum Kurs

- **Voraussetzungen:** keine – nur Neugier, Kreativität und Lernbereitschaft
- **Formal:** kleine Projektgruppen, Abschlussbericht und Präsentation, keine schriftliche Prüfung
- **Sprache:** Vorlesung in englischer Sprache (bei Teilnahme internationaler Studierender)
- Projektarbeit in deutscher oder englischer Sprache
- **Kontakt:** Prof. Dr. Paweł Buczek, [pawel.buczek@haw-hamburg.de](mailto:pawel.buczek@haw-hamburg.de)

**Entwerfen Sie zuverlässige, intelligente und sichere Systeme – und werden Sie zum Experten, den jedes zukunftsorientierte Unternehmen braucht.**

## Applied System Engineering

The increasing complexity of modern industrial products involve several external partners and in-house departments. The engineering process needs a well-defined framework to fulfil all constraints such as technical requirements, development time and budget. As time-to-market is a crucial economic factor, activities have to run in parallel. Therefore a concurrent workflow replaces the obsolete sequential one.

The course gives a detailed insight into the requirement based engineering process. Based on cases taken from the development of aircraft systems the student learns what a development process comprises, following all stages and milestones from concept finding via component breakdown, supplier selection, hardware deliverables until system verification. The design principles of standardisation, modularity and user friendliness are mentioned, as they reduce costs in production and stock-keeping and enhance customer satisfaction.

ISO 9001 regulations are continuously updated to follow system engineering demands with respect to traceability and risk mitigation. Several methods are explained, showing how complex processes get transparent and the quality of a product can be assured. After the launch of a product the in-service involvement continues. Due to strong links with the customer the system engineer must know how to manage new configurations and changes.

During the course several aspect of system engineering tasks will be practised with examples taken from the real world.

The background of the lecturer is aerospace engineering with several years of experience as leader of aircraft cabin system projects and engineering manager.

Course prerequisite is a basic notion of electrical or mechanical engineering. Project management basics are helpful but not compulsory.

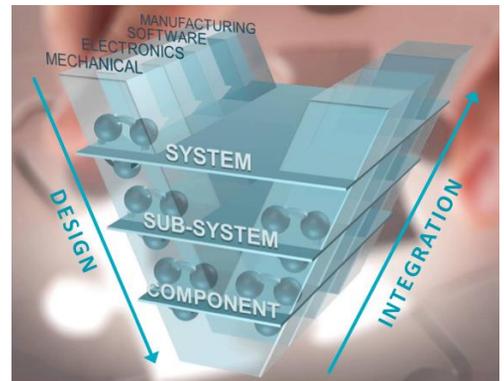
Optionally, the course can also be held in German.

Course volume: 4 LPW (3 LPW plus 1 LPW of training)

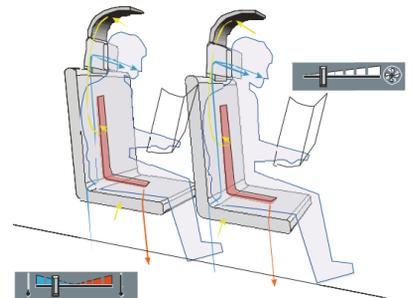
The course usually takes place on **Tuesdays** in the afternoon.

Max. number of attendees: 20

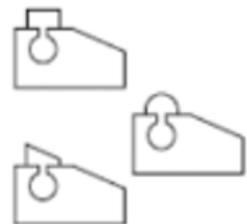
The course is suitable for all students of Electrical, Information and Energy Systems Engineering



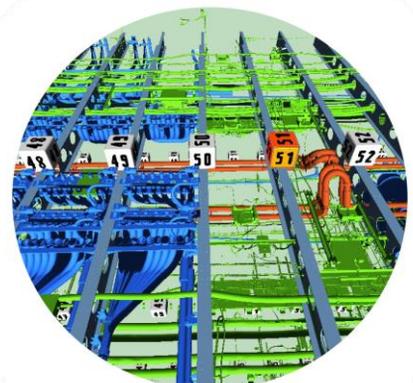
V concept of system development



Modular supply for seated passengers



Component swapping modularity



Digital aircraft mock-up

## Kompetenzbasiertes Projektmanagement

Das von der International Project Management Association (IPMA) entwickelte, kompetenzbasierte Projektmanagement wurde zum Standard in großen europäischen Unternehmen und bietet ein ganzheitliches Konzept für die erfolgreiche Durchführung aller Arten von Projekten. Es sieht die Bewältigung der Aufgabe mit definierten Methoden innerhalb des Kontextes des Unternehmens und berücksichtigt auch die soziale Komponente, der das Projekt sowohl im inneren als auch im äußeren Wirkungsbereich ausgesetzt ist.

Der Kurs beginnt damit, wie Projektziele richtig zu definieren sind und wie deren Erreichung durch gezielte Einflussnahme auf sachliche und soziale Umfeldfaktoren gewährleistet werden kann. Es wird gezeigt, wie in der Planungsphase Aufbau und Ablauf des Projekts organisiert werden sollen. Durch die Strukturierung in parallel und hintereinander ablaufende Arbeitsschritte wird eine Kontrolle von Zeit und Kosten im Detail möglich. Einsatzmittel und menschliche Arbeitskraft können passgenau zugeordnet werden. Während der folgenden Durchführung des Projekts können durch verschiedene Methoden Projektfortschritt und Kostenentwicklung überwacht werden, sodass bei Abweichungen mit bestimmten Maßnahmen gegengesteuert werden kann. Der wertschätzende Umgang mit Projektmitarbeitern und eine konsequente Erfahrungssicherung zeichnen die Nachhaltigkeit dieses Projektmanagement-Konzepts aus.

Der Dozent ist zertifizierter Projektmanager, mit jahrelanger Erfahrung in der Leitung von Entwicklungs- und Forschungsprojekten im Flugzeug- und Sondermaschinen-Bau.

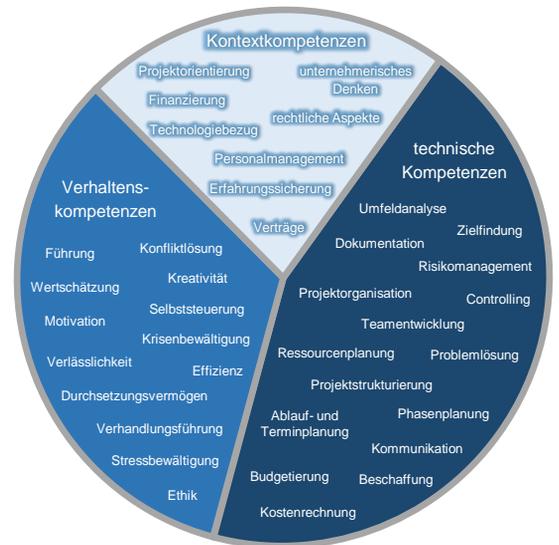
Für den Kurs sind keine besonderen Vorkenntnisse nötig.

Umfang: 4 SWS (3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung)

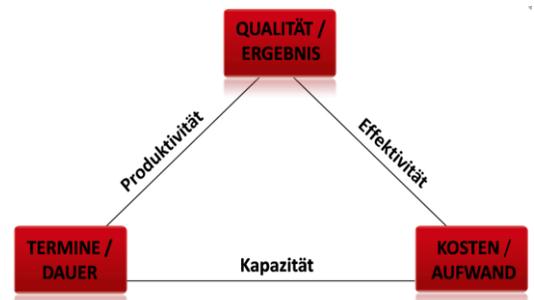
Der Kurs wird am **Mittwochnachmittag** stattfinden.

Maximale Teilnehmerzahl: 20

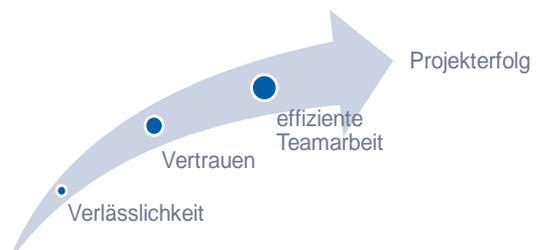
Zielgruppen: Elektro- und Informationstechnik, REE, IE



Spektrum des kompetenzbasierten Projektmanagements



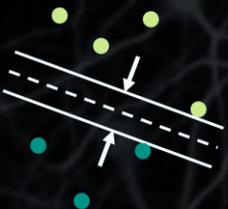
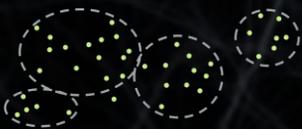
Das Magische Dreieck



# Einführung in Maschinelles Lernen & Künstliche Intelligenz

Wahlpflichtmodul (3 SWS Vorlesung, 1 SWS Übungen)

Online-Kurs im Sommersemester 2026, Donnerstag 15:55-19:10



René  
Grünbauer



Tamás  
Nemes

## Sie wollen

verstehen, wie Computer Muster erkennen, Entscheidungen treffen und Aufgaben lösen, für die es keine einfachen Regeln gibt? Selbst nachvollziehen, wie Daten zu Vorhersagen, Bildern oder sogar Texten und Liedern werden? Lernen, wie ChatGPT, Bildgeneratoren und autonome Systeme funktionieren – anstatt sie nur zu benutzen? Dann sind Sie in diesem Kurs genau richtig!

## Sie werden

die grundlegenden mathematischen und algorithmischen Prinzipien des Maschinellen Lernens kennenlernen: Lineare Modelle, Klassifikation, Entscheidungsbäume, Clustering und Reinforcement Learning. Sie untersuchen die Funktionsweise von künstlichen neuronalen Netzen und trainieren eigene Modelle. Sie lernen Support Vector Machines, Convolutional Neural Networks, Generative KI und aktuelle Large Language Models kennen. Im Praxisteil programmieren Sie einfache Systeme selbst, analysieren Datensätze und experimentieren mit vortrainierten Systemen. Nach dem Besuch dieses Kurses werden Sie die Funktionsweise moderner KI-Anwendungen verstehen und deren Möglichkeiten und Grenzen fachlich einschätzen können.

## Sie können

mit grundlegenden mathematischen Begriffen wie Vektoren und Matrizen umgehen und scheuen sich nicht davor, komplexere Formeln nachzuvollziehen. Grundkenntnisse in Python sind hilfreich, aber keine Voraussetzung..

## Sie sind dazu bereit

die Vorlesungen online zu verfolgen, ggf. an einem Präsenztage an der HAW teilzunehmen und eine Portfolio-Prüfung abzulegen.

Rückfragen gerne jederzeit an: [rene.gruenbauer@extern.oth-regensburg.de](mailto:rene.gruenbauer@extern.oth-regensburg.de)

Die medizinische Sensorik spielt eine zentrale Rolle in der modernen Diagnostik, Therapie und Gesundheitsüberwachung. Sie wird zur präzisen Erfassung physiologischer Parameter wie Herzfrequenz, Blutdruck, Blutzucker oder Sauerstoffsättigung genutzt. Zudem ist sie immer häufiger auch in Wearables und Consumer-Elektronik zu finden. Die Entwicklung medizinischer Elektronik ist jedoch in vielerlei Hinsicht herausfordernd. So müssen in einem sehr störbehafteten Umfeld unter Berücksichtigung geltender Normen zuverlässig Signale vom menschlichen Körper abgeleitet werden.



Im Rahmen dieses Moduls erlernen die Studierenden praxisorientiert die technische Entwicklung derartiger Systeme. Hierzu sind in der Vorlesung folgende Themen angedacht:

- Einführung in die Elektrophysiologie und elektrische Sicherheit
- Wiederholung von Verstärkerschaltungen (Operationsverstärker-Level)
- Messschaltungen zur Erfassung physiologischer Signale (bspw. EKG, optische Pulsmessung)
- Biosignalverarbeitung
- Wearables (Watches, Glasses, Bands)
- Aktuelle Forschungsthemen

Im Labor werden elektronische Messschaltungen entwickelt und getestet. Geplant sind u.A.:

- EKG zur Bestimmung der Herzfrequenz
- Finger-PPG zur optischen Bestimmung der Sauerstoffsättigung im Blut





Dirk Mindorf  
Dipl.-Ing. technische Informatik (FH-Wedel)  
Dozent Informatik, HAW-Hamburg  
dirk.mindorf@haw-hamburg.de

Angebot für das Wahlpflichtmodul im Sommersemester 2026

# Datenbanken & Webprogrammierung

## Aufbau des Kurses:

### I Datenbanken:

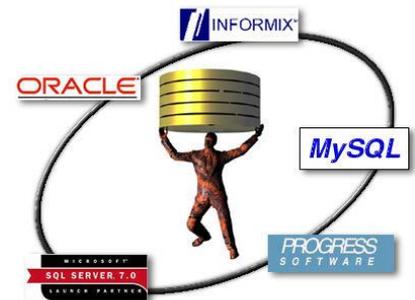
- Einführung in die Datenbank-Thematik
- Datenbankentwurf
  - o Etwas Systemtheorie
  - o ER-Modellierung
  - o Normalisierung
- Relationale Datenbanksysteme
- SQL
- Implementation

### II Webprogrammierung

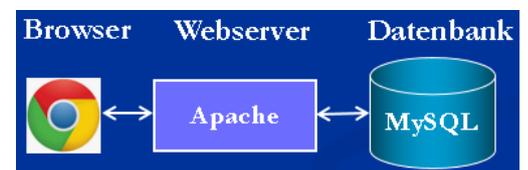
- Einführung Internet
- Einführung in den Internetdienst World Wide Web
- Erstellung dynamischer Webseiten (HTML, PHP)

### III Zugriff auf eine Datenbank via dyn. Webseiten

- Schnittstelle MySQLi



(und natürlich Access ;-)



- Die Lehrinhalte werden seminaristisch als Wahlpflichtmodul (WP1/WPP1) dargeboten, dementsprechend werden in jeder Veranstaltung die vermittelten Inhalte mit Hilfe von Übungsaufgaben vertieft.
- Das Angebot richtet sich an Studierende der Fachrichtungen E&I und REE.
- Die Anzahl Studierender ist auf 10 begrenzt.
- Der Umfang beträgt 4 SWS.
- Der Kurs schließt mit einer schriftlichen Klausur ab.
- Bei Fragen kontaktieren Sie mich gerne via [dirk.mindorf@haw-hamburg.de](mailto:dirk.mindorf@haw-hamburg.de).

Angebot des Wahlpflichtmoduls im SS2026

# LED TECHNIK

## LICHT- & LICHTMESSTECHNIK

### Allgemeines:

Das deutschsprachige Wahlpflichtmodul wird folgende Themen umschreiben:

#### 1. Geschichte des Lichts und der Lichttechnik:

Es wird erläutert zu welchem Zeitpunkt und warum sich das Licht zu unserem heutigen künstlichem Licht entwickelt hat.

#### 2. Technologie des Lichtes:

Die Unterschiedlichen Technologien von künstlichem Licht werden im Detail dargestellt und verglichen.

#### 3. Lichtmesstechnik:

Dieser Schwerpunkt wird praktisch vermitteln, wie Licht gemessen und bewertet werden kann.

#### 4. Wirtschaftlichkeit von Lichttechnik:

In diesem Bereich wird anhand von praktischen Beispielen errechnet für welche Applikation sich welche Lichttechnik wirtschaftlich am besten eignet.

### Ziele:

Im Rahmen dieser Veranstaltung soll ein grundlegendes Wissen über verschiedene künstliche Beleuchtungsarten mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen vermittelt werden. Der Schwerpunkt liegt hierbei in der Erfassung und dem Verständnis des Begriffs: „Licht Qualität“. Anhand dieses Wissens soll der Studierende in die Lage versetzt werden, mit anderen Lichttechnikern, Leuchtquellen in vielfältiger Hinsicht zu bewerten und zu verbessern.

### Vorkenntnisse:

Das Wichtigste ist das Interesse an der „Materie“ Licht und seinen vielen Facetten.

Weiterhin solltet Ihr gern an praktischen Beispielen arbeiten wollen.

### Umfang:

Die Veranstaltung hat einen Umfang von 4 SWS und teilt sich in einen Vorlesungs- (3 SWS) und einen Praktikumsteil (1 SWS) auf.

### Teilnehmerzahl:

Die Anzahl der Teilnehmer ist auf maximal 16 begrenzt.

Natürliches Licht begleitet die Menschheit schon seit Beginn an. Im Rahmen der Industrialisierung wurde es immer wichtiger, dass auch künstliches Licht mehr und mehr genutzt wurde.

Erst mit der Entwicklung der Halbleiterindustrie nahm das künstliche Licht den Schritt von einfachen elektrischen Komponenten hin zu einem komplexen Elektrotechnischen System.



Mit der LED Technik ist das künstliche Licht nun soweit den nächsten Schritt zum intelligenten Licht oder auch „Smart Lighting“ zu machen.



Ankündigung Wahlvorlesung im Sommersemester 2026  
für Studierende des 6. und 7. Semesters aller Vertiefungsrichtungen (English IE, too)  
If we have an English-only-speaking audience we may use easy English in class.

# Netzwerk- und Systemadministration

Hintergrund: IT-Infrastruktur und deren Administratoren sind systemrelevant für jedes Unternehmen. Stellenausschreibungen suchen häufig diese hohe System-Kompetenz. Vernetzte und verteilte Systeme müssen nicht nur entwickelt werden sondern auch im Zusammenhang über lange Zeit betriebsbereit gehalten werden. Dabei werden minimale Ausfallzeiten (Downtimes) gefordert, bei angemessenen Kosten und minimalem Zeitaufwand realer Personen. Netzwerksicherheit ist essenziell als Schutz gegen Spionage, Sabotage und Daten-Leaks. Die Rechner-Infrastruktur bestehend aus UNIX-Servern, managbaren Switches, fernwartbaren embedded Systems muss installiert und beherrscht werden. Kritische Zustände müssen schnell wieder zum Normalbetrieb kommen. Man denke an Kraftwerke, Flughäfen, Telekommunikationszentralen, Behörden, Unternehmen. Aber auch im Privaten und für IT-Endnutzer soll die Zeit für Administrations-Aufgaben minimiert werden. Auf Murphy's Gesetze ist man vorbereitet.

Dieser Kurs vermittelt die Grundlagen und Werkzeuge, um Netzwerke und IT-Infrastruktur sicher aufzubauen und den laufenden Betrieb sicherzustellen. Wir programmieren betriebssystemnahe Middleware-Lösungen unter Linux.

Der Kurs ist für Studierende aller Vertiefungsrichtungen offen. Die Inhalte dieses Kurses vermitteln berufs- und praxisrelevante Kenntnisse und können u.a. für Zertifikate wie die von Cisco, Novell, Microsoft etc. genutzt werden.

## Inhalt:

- Das ISO/OSI Schichtenmodell im Detail und viele relevante Protokolle in Netzwerken
- Hardware- und Software-Entscheidungen: Kauf, Entwicklung, Total-Cost-of-Ownership
- Abkürzungen TCP/IP, ARP, ICMP, DHCP, SNMP, MRTG, SMTP, FTP, VLAN, VPN, IPMI
- Vom BIOS über Kernel bis zum Prompt oder X11: Der Boot- und Init-Vorgang
- Scripting mit BASH, TCSH, PERL, Tcl/Tk und Python; Unix-Kommandos (root), GIT
- Datenbanken: BerkeleyDB, LDAP, MySQL, Named/Bind, hosts/passwd/services/
- Cron-Jobs, Server-Daemons (Programmierung in C und Perl) und Netzwerk-Clients
- Routing, Switching, Caching, Proxy, IPv4-IPv6, TCPdump, VPN, WiFi, LTE-4G-5G
- AAA: Authentication, Authorization, Accounting: Radius, IEEE802.1x
- Sicherheit: Firewalls, NAT, SSL, HTTPS, SSH, PGP, Passwörter, Hacker und Ethik
- Administrator-Tools: Nagios, MRTG, RequestTracker, Umgang mit dem DAU/Schicht 8
- Typische Störfälle, Sicherheitslücken, Herausforderungen der "Digitalen Gesellschaft"

Projektarbeiten: Virtuelle Maschinen, Linux-Root-CLI; Linux-Bootvorgang verstehen und debuggen; Protokollanalyse; Skripte und Daemons programmieren; Betriebssystem-interaktion mit strace und nm verstehen; Fernwartung per SNMP; Sicherheitsanalyse und Sandbox-Hacking; VPN.



Elective Module / Wahlpflichtmodul  
(lecture + laboratory sessions)  
**Embedded Systems Verification and Test (ESVT)**

Prof. Dr.-Ing. Peter Schulz  
Faculty of Electrical Engineering, Media and Information Technology (EMI)  
peter.schulz@haw-hamburg.de

**bilingual**

Bringing an embedded system to market as a product requires a holistic approach to verification and testing. Software, hardware and real-time aspects are to be included in the planning of the verification. While the verification of the software begins as a task accompanying the development, the hardware test is part of the series production. However, both task areas require mastery of measuring devices, test systems and test program set design.

In detail the subject will cover:

- Software test methodologies with special regard to embedded real-time systems
- "in the loop" methodologies (Software- / Computer- / Hardware-in-the-Loop) for real-time test
- Measurement equipment (e.g., digital oscilloscope, spectrum analyzer, logic analyzer, function generator, pattern generator, rack-multimeters, programmable power supply) and underlying technologies
- automatic test equipment (ATE) and test programming methodology, boundary scan tests, instruments remote control
- test coverage, testability, built-in tests, design for test (DFT)
- Insight into research areas in the context of testing: *Digital Twin for Test, Cyber Physical Test System*

Lab sessions experiments are being carried out in the laboratory with simple digital circuits as well as with data converters. Together with a LabJack T7 and other programmable instruments this setup is used to measure the characteristics of electronic elements. Programming the LabJack is done PC-based using Python as a script language.

Depending on our progress in the course, we will also conduct *embedded computer-in-the-loop* experiments testing C-programs on the *Connected Launchpad* board from Texas Instruments, which you are already familiar with from your microcontroller course. Here too, the LabJack T7 is used as a stimulus generator and measuring device and is also programmed in Python.



```
while True:
    try:
        results = ljm.eReadNames(handle, numFrames, names)
        print("AIN0 : %f V, AIN1 : %f V" % (results[0],
        results[1]))
        ljm.waitForNextInterval(intervalHandle)
        if loopAmount is not "infinite":
            i = i + 1
            if i >= loopAmount:
                break
```

**bilingual:** lecture and lab materials in English  
lab reports: Language of **your choice** (English or German)  
exam (homework and presentation): Language of **your choice** (English or German)

The target group are students of **all disciplines**. Exam: homework report and presentation.  
Number of students is **limited to 14 participants**.