

# Syllabus

## *Kursbeschreibung*

|   |  |
|---|--|
| <b>Titel der Lehrveranstaltung</b>                  | Ubiquitous Sensing and Computing   |
| <b>Code der Lehrveranstaltung</b>                   | 42432  |
| <b>Zusätzlicher Titel der Lehrveranstaltung</b>     |  |
| <b>Wissenschaftlich-disziplinärer Bereich</b>       | NN   |
| <b>Sprache</b>                                      | Deutsch  |
| <b>Studiengang</b>                                  | Bachelor in Elektro- und Informationstechnik   |
| <b>Andere Studiengänge (gem. Lehrveranstaltung)</b> | L-8 Electronics and Cyber-physical Systems 2nd year, 1st year  |
| <b>Dozenten/Dozentinnen</b>                         | Prof. Dr. Michael Haller,<br>Michael.Haller@unibz.it<br><a href="https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/11217">https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/11217</a><br>Prof. Luisa Petti,<br>Luisa.Petti@unibz.it<br><a href="https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/39580">https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/39580</a> |
| <b>Wissensch. Mitarbeiter/Mitarbeiterin</b>         |  |
| <b>Semester</b>                                     | Zweites Semester   |
| <b>Studienjahr/e</b>                                | 1  |
| <b>KP</b>   | 9  |
| <b>Vorlesungsstunden</b>                            | 60   |
| <b>Laboratoriumsstunden</b>                         | 30   |
| <b>Stunden für individuelles Studium</b>            | 135  |
| <b>Vorgesehene Sprechzeiten</b>                     | 27   |
| <b>Inhaltsangabe</b>                                | M1:<br>- Einführung in Sensoren und Messprinzipien: Verstehen, was Sensoren sind, wie sie funktionieren und welche Rolle sie bei der   |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Umwandlung physikalischer Phänomene (z. B. Temperatur, Licht, Kraft) in elektrische Signale spielen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensortypen und ihre Anwendungen: Erkundung verschiedener Sensortypen (z. B. Temperatur-, Feuchtigkeits-, Licht-Sensoren), ihrer Funktionsprinzipien und der häufigsten Anwendungen in der Praxis.</li> <li>- Praktische Umsetzung von Sensorsystemen</li> </ul> <p>M2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Output (mit einem starken Fokus auf Programmierung, Digital, Analog, PWM, ADC)</li> <li>• Arduino Input: Schalter, Arbeiten mit Sensoren</li> <li>• AdvancedIO: FSR, Dehnungssensoren, Empfindlichkeit, Offset, Genauigkeit, Dynamikbereich, Linearität und Rauschen, Signalfilterung (Mittelwertfilter, EMA, WEMA etc.)</li> <li>• Motoren: ERM/LRA, Interrupts, Speicherverwaltung</li> <li>• Serielle Kommunikation (Sensoren zu Mikrocontroller, Mikrocontroller zu Computer, etc.), I2C, Serielles Peripherie-Interface (SPI)</li> <li>• Drahtlose Sensornetzwerke (z. B. Kommunikationsarchitektur, Protokolle, Sensorknoten etc.), WLAN/IEEE 802.11, Bluetooth/IEEE</li> <li>• MIDI/OSC-Kommunikation</li> <li>• ESP32-Architektur &amp; Graphik am ESP32-Display</li> <li>• Designrichtlinien &amp; Prototyping-Fähigkeiten für die Gestaltung und Entwicklung vernetzter Sensoreinheiten</li> <li>• Technologietrends</li> </ul> |
| <p><b>Themen der Lehrveranstaltung</b></p> | <p>M1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in Sensoren und Messprinzipien: Verstehen, was Sensoren sind, wie sie funktionieren und welche Rolle sie bei der Umwandlung physikalischer Phänomene (z. B. Temperatur, Licht, Kraft) in elektrische Signale spielen.</li> <li>- Sensortypen und ihre Anwendungen: Erkundung verschiedener Sensortypen (z. B. Temperatur-, Feuchtigkeits-, Licht- Sensoren), ihrer Funktionsprinzipien und der häufigsten Anwendungen in der Praxis.</li> <li>- Praktische Umsetzung von Sensorsystemen</li> </ul> <p>M2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Output (mit einem starken Fokus auf Programmierung,</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>Digital, Analog, PWM, ADC)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Input: Schalter, Arbeiten mit Sensoren</li> <li>• AdvancedIO: FSR, Dehnungssensoren, Empfindlichkeit, Offset, Genauigkeit, Dynamikbereich, Linearität und Rauschen, Signalfilterung (Mittelwertfilter, EMA, WEMA etc.)</li> <li>• Motoren: ERM/LRA, Interrupts, Speicherverwaltung</li> <li>• Serielle Kommunikation (Sensoren zu Mikrocontroller, Mikrocontroller zu Computer, etc.), I2C, Serielles Peripherie-Interface (SPI)</li> <li>• Drahtlose Sensornetzwerke (z. B. Kommunikationsarchitektur, Protokolle, Sensorknoten etc.), WLAN/IEEE 802.11, Bluetooth/IEEE</li> <li>• MIDI/OSC-Kommunikation</li> <li>• ESP32-Architektur &amp; Graphik am ESP32-Display</li> <li>• Designrichtlinien &amp; Prototyping-Fähigkeiten für die Gestaltung und Entwicklung vernetzter Sensoreinheiten</li> <li>• Technologietrends</li> </ul> |
| <b>Stichwörter</b>  | <p>Sensorik<br/>Mikrocontrollerprogrammierung<br/>Signalverarbeitung<br/>Kommunikationsprotokolle<br/>Prototyping</p>  |
| <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                             |  |
| <b>Propädeutische Lehrveranstaltungen</b>                     |  |
| <b>Unterrichtsform</b>  | Vorlesungen und Laboratorien/Workshops   |
| <b>Anwesenheitspflicht</b>                                    | <p>M1: Die Teilnahme ist wärmstens empfohlen</p> <p>M2: Die Teilnahme ist nicht verpflichtend, wird jedoch dringend empfohlen, da viele Laborarbeiten eine entsprechend Software- und Hardware-Infrastruktur erfordern. Nicht anwesende Studierende müssen zu Beginn des Kurses den Dozenten kontaktieren, um Unterstützung zu den Modalitäten des eigenständigen Studiums zu erhalten.</p>  |
| <b>Spezifische Bildungsziele und erwartete Lernergebnisse</b> | <p>M1: Der Kurs behandelt verschiedene Sensortypen und deren Anwendungskontexte – darunter Temperatur-, Feuchtigkeits-, Licht- Sensoren. Die Studierenden analysieren die zugrunde</p>   |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>liegenden Funktionsprinzipien und lernen deren Einsatz in realen Systemen kennen.</p> <p>Ein besonderer Fokus liegt auf den Messprinzipien und der Funktionsweise von Sensoren: Was sind Sensoren, wie funktionieren sie, und welche Rolle spielen sie bei der Umwandlung physikalischer Größen wie Temperatur, Licht oder Kraft in elektrische Signale, die von digitalen Systemen verarbeitet werden können?</p> <p>M2: Am Ende dieses Kurses verfügen die Studierenden über fundierte Kenntnisse in der Arduino-Programmierung und sind in der Lage, mit digitalen und analogen Sensoren zu arbeiten und deren Funktionsprinzipien zu verstehen.</p> <p>Sie erwerben zudem Fachwissen in der Integration und Anwendung unterschiedlicher Sensortypen wie Kraftsensoren (FSR) und Dehnungssensoren. Dabei lernen sie, deren Empfindlichkeit, Genauigkeit und Störanfälligkeit einzuschätzen sowie geeignete Filtertechniken – wie gleitende Mittelwerte, exponentielle gleitende Mittelwerte (EMA) und gewichtete exponentielle Mittelwerte (WEMA) – zur Verbesserung der Signalqualität anzuwenden.</p> <p>Darüber hinaus lernen die Studierenden, Motoren – einschließlich ERM- und LRA-Typen – mithilfe von Interrupts anzusteuern. Sie werden in der Nutzung serieller Kommunikationssysteme wie I2C und SPI geschult, um eine effiziente Datenübertragung zwischen Sensoren, Mikrocontrollern und Computern zu ermöglichen.</p> <p>Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Entwurf drahtloser Sensornetzwerke. Die Studierenden setzen sich mit Kommunikationsarchitekturen, Protokollen und Technologien wie WLAN (IEEE 802.11) und Bluetooth auseinander und lernen deren Einsatz in vernetzten Systemen kennen.</p> <p>Im Bereich ESP32-Programmierung vertiefen sie ihr Wissen, indem sie grafische Benutzeroberflächen und interaktive Widgets auf ESP32-Displays entwickeln. Abschließend stärken die Studierenden ihre Fähigkeiten im Design und Prototyping vernetzter Sensorsysteme und erhalten Einblicke in aktuelle technologische Entwicklungen und Trends in diesem dynamischen Feld</p> |
| <p><b>Spezifisches Bildungsziel und erwartete Lernergebnisse (zusätzliche Informationen)</b></p> |   |

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Art der Prüfung</b>     | <p>M1: Schriftliche Prüfung (2/3) + Bericht über Labore (1/3)<br/> Dauer: 1 Stunde schriftliche Prüfung</p> <p>M2: Die zentrale Aktivität des Kurses ist ein Projekt, das in der Regel in Zweierteams bearbeitet wird. Zu Beginn des Semesters absolvieren die Studierenden jedoch auch individuelle Aufgaben. Diese frühen Aufgaben dienen dazu, allen Teilnehmenden die nötige praktische Erfahrung sowie ein grundlegendes Verständnis für die Konzeption und Umsetzung vernetzter Sensorsysteme zu vermitteln – eine Voraussetzung, um im weiteren Verlauf ein anspruchsvolles und interessantes Projekt realisieren zu können.</p> <p>Am Ende des Semesters präsentieren die Studierenden ihre Projekte im Rahmen der Prüfung individuell. Zusätzlich werden in der Prüfung Fragen zum gesamten im Kurs behandelten Stoff gestellt.</p>   |
| <b>Bewertungskriterien</b> | <p>M1: Technische Beschreibung der erlernten Kenntnisse. Umgang mit den technischen Fachbegriffen. Erklärung der Übungen und praktischen Anwendungen in Kombination des erlernten Wissens</p> <p>M2: Jede Projektgruppe erhält ein Physical-Computing-Kit mit einem Arduino-/ESP32-kompatiblen Board sowie allen Komponenten, die nötig sind, um den Umgang mit Sensoren, Displays und Aktuatoren zu erlernen.</p> <p>Durch praxisorientierte Übungen während der Lehrveranstaltungen erwerben die Studierenden grundlegende Fähigkeiten im Aufbau typischer Schaltungen, die miteinander kommunizieren können. Parallel dazu arbeiten sie im Rahmen eines semesterbegleitenden Gruppenprojekts an der Entwicklung eines komplexen Systems – von der ersten Idee bis zur vollständigen Umsetzung. Die Studierenden werden dazu ermutigt, möglichst frühzeitig einen funktionierenden Prototyp zu entwickeln, der im weiteren Verlauf durch gezielte Tests weiter verbessert werden kann. Am Ende des Semesters präsentieren die Gruppen ihre Projekte den übrigen Teilnehmenden.</p> |
| <b>Pfichtliteratur</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steffen Wendze; IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke: Grundlagen, Konzepte, Protokolle, Härtung; ISBN: 3658334223</li> </ul>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Walter Trojan; Das MQTT-Praxisbuch: Mit ESP8266 und Node-RED; ISBN: 3895763241</li> <li>• Pradeeka Seneviratne; Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks; ISBN: 1484243560</li> <li>• Ayhan Polat; Das Internet of Things. Ein Literatur Review zum aktuellen Forschungsstand; ISBN: 3668536503</li> <li>• The Official Raspberry Pi Projects Bool; WEB: <a href="https://magpi.raspberrypi.org/books/projects-1">https://magpi.raspberrypi.org/books/projects-1</a></li> </ul> <p>SOFTWARE:</p> <p>Verschiedene Mikrocontroller, Kits und Sensoren werden verwendet. Nur teilnehmende Studierende, die am Unterricht teilnehmen, können diese während der Unterrichtszeit nutzen. Außerdem werden wir hauptsächlich ProtoPie, Visual Studio Code, Arduino IDE, PlatformIO und Unity verwenden, die den Studierenden zur Verfügung stehen. Weitere Informationen sind ausschließlich auf TEAMS verfügbar.</p> |
| <b>Weiterführende Literatur</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Measurement, instrumentation, and sensors handbook: electromagnetic, optical, radiation, chemical, and biomedical measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014.</li> <li>• Measurement, instrumentation, and sensors handbook: spatial, mechanical, thermal, and radiation measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014.</li> </ul>  |
| <b>Weitere Informationen</b>                    |   |
| <b>Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)</b> | Nachhaltiger Konsum und Produktion, Industrie, Innovation und Infrastruktur   |

## *Kursmodul*

|   |   |
|---|---|
| <b>Titel des Bestandteils der Lehrveranstaltung</b> | M1 Ubiquitous Sensing   |
| <b>Code der Lehrveranstaltung</b>                   | 42432A  |
| <b>Wissenschaftlich-disziplinärer Bereich</b>       | IINF-01/A   |
| <b>Sprache</b>                                      | Deutsch   |
| <b>Dozenten/Dozentinnen</b>                         | Prof. Luisa Petti,<br>Luisa.Petti@unibz.it<br><a href="https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/39580">https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/39580</a> |

|   |   |
|---|---|
| <b>Wissensch. Mitarbeiter/Mitarbeiterin</b> |   |
| <b>Semester</b>                             | Zweites Semester  |
| <b>KP</b>                                   | 3   |
| <b>Verantwortliche/r Dozent/in</b>          |   |
| <b>Vorlesungsstunden</b>                    | 20  |
| <b>Laboratoriumsstunden</b>                 | 10  |
| <b>Stunden für individuelles Studium</b>    | 45  |
| <b>Vorgesehene Sprechzeiten</b>             | 9   |
| <b>Inhaltsangabe</b>                        | <p>- Einführung in Sensoren und Messprinzipien: Verstehen, was Sensoren sind, wie sie funktionieren und welche Rolle sie bei der Umwandlung physikalischer Phänomene (z. B. Temperatur, Licht, Kraft) in elektrische Signale spielen.</p> <p>- Sensortypen und ihre Anwendungen: Erkundung verschiedener Sensortypen (z. B. Temperatur-, Feuchtigkeits-, Licht- und Magnetfeldsensoren), ihrer Funktionsprinzipien und der häufigsten Anwendungen in der Praxis.</p> <p>- Praktische Umsetzung von Sensorsystemen</p> |
| <b>Themen der Lehrveranstaltung</b>         | <p>- Einführung in Sensoren und Messprinzipien: Verstehen, was Sensoren sind, wie sie funktionieren und welche Rolle sie bei der Umwandlung physikalischer Phänomene (z. B. Temperatur, Licht, Kraft) in elektrische Signale spielen.</p> <p>- Sensortypen und ihre Anwendungen: Erkundung verschiedener Sensortypen (z. B. Temperatur-, Feuchtigkeits-, Licht- und Magnetfeldsensoren), ihrer Funktionsprinzipien und der häufigsten Anwendungen in der Praxis.</p> <p>- Praktische Umsetzung von Sensorsystemen</p> |
| <b>Unterrichtsform</b>                      | Vorlesungen und Laboratorien  |
| <b>Pflichtliteratur</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steffen Wendze; IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke: Grundlagen, Konzepte, Protokolle, Härtung; ISBN: 3658334223</li> <li>• Walter Trojan; Das MQTT-Praxisbuch: Mit ESP8266 und Node-RED; ISBN: 3895763241</li> <li>• Pradeeka Seneviratne; Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks; ISBN: 1484243560</li> <li>• Ayhan Polat; Das Internet of Things. Ein Literatur Review</li> </ul>                          |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
|                                 | <p>zum aktuellen Forschungsstand; ISBN: 3668536503</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Official Raspberry PI Projects Bool; WEB: <a href="https://magpi.raspberrypi.org/books/projects-1">https://magpi.raspberrypi.org/books/projects-1</a></li> </ul> <p>SOFTWARE:</p> <p>Verschiedene Mikrocontroller, Kits und Sensoren werden verwendet. Nur teilnehmende Studierende, die am Unterricht teilnehmen, können diese während der Unterrichtszeit nutzen. Außerdem werden wir hauptsächlich ProtoPie, Visual Studio Code, Arduino IDE, PlatformIO und Unity verwenden, die den Studierenden zur Verfügung stehen. Weitere Informationen sind ausschließlich auf TEAMS verfügbar.</p> |
| <b>Weiterführende Literatur</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Measurement, instrumentation, and sensors handbook: electromagnetic, optical, radiation, chemical, and biomedical measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014.</li> <li>• Measurement, instrumentation, and sensors handbook: spatial, mechanical, thermal, and radiation measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014</li> </ul>  |

## *Kursmodul*

|   |   |
|---|---|
| <b>Titel des Bestandteils der Lehrveranstaltung</b> | M2 Ubiquitous Computing   |
| <b>Code der Lehrveranstaltung</b>                   | 42432B  |
| <b>Wissenschaftlich-disziplinärer Bereich</b>       | IINF-05/A   |
| <b>Sprache</b>                                      | Deutsch   |
| <b>Dozenten/Dozentinnen</b>                         | Prof. Dr. Michael Haller,<br>Michael.Haller@unibz.it<br><a href="https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/11217">https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/11217</a> |
| <b>Wissensch. Mitarbeiter/Mitarbeiterin</b>         |   |
| <b>Semester</b>                                     | Zweites Semester  |
| <b>KP</b>   | 6   |
| <b>Verantwortliche/r Dozent/in</b>                  |   |
| <b>Vorlesungsstunden</b>                            | 40  |
| <b>Laboratoriumsstunden</b>                         | 20  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Stunden für individuelles Studium</b> | 90   |
| <b>Vorgesehene Sprechzeiten</b>          | 18   |
| <b>Inhaltsangabe</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Output (mit einem starken Fokus auf Programmierung, Digital, Analog, PWM, ADC)</li> <li>• Arduino Input: Schalter, Arbeiten mit Sensoren</li> <li>• AdvancedIO: FSR, Dehnungssensoren, Empfindlichkeit, Offset, Genauigkeit, Dynamikbereich, Linearität und Rauschen, Signalfilterung (Mittelwertfilter, EMA, WEMA etc.)</li> <li>• Motoren: ERM/LRA, Interrupts, Speicherverwaltung</li> <li>• Serielle Kommunikation (Sensoren zu Mikrocontroller, Mikrocontroller zu Computer, etc.), I2C, Serielles Peripherie-Interface (SPI)</li> <li>• Drahtlose Sensornetzwerke (z. B. Kommunikationsarchitektur, Protokolle, Sensorknoten etc.), WLAN/IEEE 802.11, Bluetooth/IEEE</li> <br/> <li>• MIDI/OSC-Kommunikation</li> <li>• ESP32-Architektur &amp; Graphik am ESP32-Display</li> <li>• Designrichtlinien &amp; Prototyping-Fähigkeiten für die Gestaltung und Entwicklung vernetzter Sensoreinheiten</li> <li>• Technologietrends</li> </ul> |
| <b>Themen der Lehrveranstaltung</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Output (mit einem starken Fokus auf Programmierung, Digital, Analog, PWM, ADC)</li> <li>• Arduino Input: Schalter, Arbeiten mit Sensoren</li> <li>• AdvancedIO: FSR, Dehnungssensoren, Empfindlichkeit, Offset, Genauigkeit, Dynamikbereich, Linearität und Rauschen, Signalfilterung (Mittelwertfilter, EMA, WEMA etc.)</li> <li>• Motoren: ERM/LRA, Interrupts, Speicherverwaltung</li> <li>• Serielle Kommunikation (Sensoren zu Mikrocontroller, Mikrocontroller zu Computer, etc.), I2C, Serielles Peripherie-Interface (SPI)</li> <li>• Drahtlose Sensornetzwerke (z. B. Kommunikationsarchitektur, Protokolle, Sensorknoten etc.), WLAN/IEEE 802.11, Bluetooth/IEEE</li> <br/> <li>• MIDI/OSC-Kommunikation</li> <li>• ESP32-Architektur &amp; Graphik am ESP32-Display</li> <li>• Designrichtlinien &amp; Prototyping-Fähigkeiten für die Gestaltung und Entwicklung vernetzter Sensoreinheiten</li> <li>• Technologietrends</li> </ul> |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Unterrichtsform</b>          | Frontalunterricht und Laborarbeiten (Workshops)  |
| <b>Pflichtliteratur</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steffen Wendze; IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke: Grundlagen, Konzepte, Protokolle, Härtung; ISBN: 3658334223</li> <li>• Walter Trojan; Das MQTT-Praxisbuch: Mit ESP8266 und Node-RED; ISBN: 3895763241</li> <li>• Pradeeka Seneviratne; Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks; ISBN: 1484243560</li> <li>• Ayhan Polat; Das Internet of Things. Ein Literatur Review zum aktuellen Forschungsstand; ISBN: 3668536503</li> <li>• The Official Raspberry Pi Projects Bool; WEB: <a href="https://magpi.raspberrypi.org/books/projects-1">https://magpi.raspberrypi.org/books/projects-1</a></li> </ul> <p><b>SOFTWARE:</b></p> <p>Verschiedene Mikrocontroller, Kits und Sensoren werden verwendet. Nur teilnehmende Studierende, die am Unterricht teilnehmen, können diese während der Unterrichtszeit nutzen. Außerdem werden wir hauptsächlich ProtoPie, Visual Studio Code, Arduino IDE, PlatformIO und Unity verwenden, die den Studierenden zur Verfügung stehen. Weitere Informationen sind ausschließlich auf TEAMS verfügbar.</p> |
| <b>Weiterführende Literatur</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Measurement, instrumentation, and sensors handbook: electromagnetic, optical, radiation, chemical, and biomedical measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014.</li> <li>• Measurement, instrumentation, and sensors handbook: spatial, mechanical, thermal, and radiation measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014.</li> </ul>   |