

Embedded Systems

Berufsbegleitender FH Masterstudiengang
Embedded Systems

> So intelligent kann Technik sein.



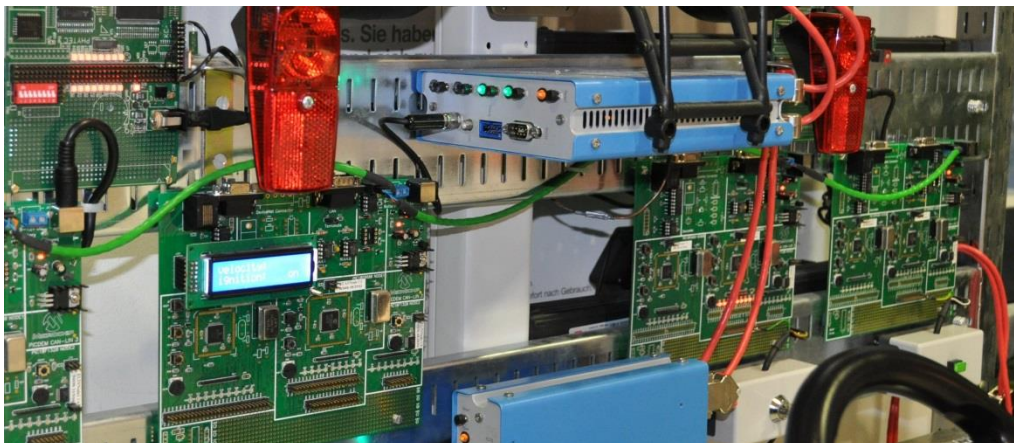
*"The most profound technologies are those that disappear.
They weave themselves into the fabric of everyday's life
until they are indistinguishable from it."*

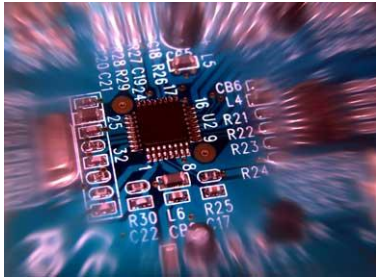
Paul Weiser, 1999, Xerox, Palo Alto

Was sind Embedded Systems?

Embedded Systems Technologien sind vorherrschende Basistechnologien für viele Einsatzgebiete, seien es nun Applikationen der Industrieautomation, der Medizintechnik, in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie oder der Unterhaltungselektronik. Der Hauptgrund dafür ist, dass eingebettete Computersysteme (Elektronik, Hardware, Software) immer komplexere Funktionen mit gesteigerten Leistungsmerkmalen bieten, bei gleichzeitig sinkenden Kosten und fortschreitender Miniaturisierung. Damit ergeben sich Möglichkeiten für völlig neue intelligente Anwendungen, ein Trend, der sich in Zukunft ungebremst fortsetzen wird.

Im täglichen Leben sind Embedded Systems so selbstverständlich und allgegenwärtig geworden, dass sie gar nicht mehr wahrgenommen werden; Handys, MP3-Player, Chip-Karten und Smartphones sind ständige Begleiter und in einem typischen Mittelklassewagen arbeiten ca. 50 elektronische Steuergeräte für Sicherheit und Komfort. Die moderne Gesellschaft ist von Embedded Systems abhängig und gerade deshalb spielen alle Aspekte der Zuverlässigkeit und Sicherheit eine zentrale Rolle.





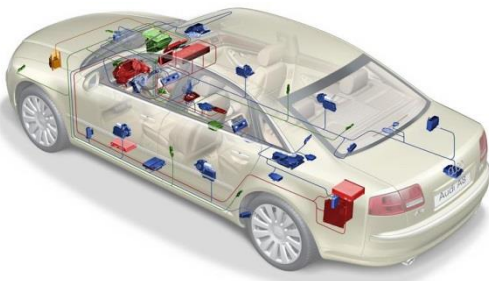
"The wall between computer science and electrical engineering has kept the potential of embedded systems at bay. It is time to build new scientific foundation with embedded systems design as the cornerstone, which will ensure a systematic and even-handed integration of the two fields."

Thomas A. Henzinger, 2007, University of California, Berkeley. "The Discipline of Embedded Systems Design" Cover Feature IEEE Computer 2007

Welche beruflichen Perspektiven habe ich mit diesem Studiengang?

Ob Sie nun

- Steuergeräte für Autos
- Kommunikationssysteme
- Elektronik für medizinische Geräte



- Software für Robotersteuerungen
- Hardware für Verkehrssysteme
- Energieeffiziente Lösungen
- Smart Devices, Chipkarten etc.

entwickeln oder in Anwendungen integrieren, als Embedded Systems ExpertIn finden Sie in vielen Branchen attraktive und innovative Jobmöglichkeiten vor.

Kurz und bündig lässt sich das Berufsfeld des Master-Studienganges somit als

Design von Embedded Systems

benennen. Es liegt im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie und realisiert eine effektive Kombination der klassischen Disziplinen Elektronik und Informatik.

Dies bedeutet im Detail:

- Entwurf von zuverlässiger, fehlertoleranter Hardware und Software für sicherheitskritische Anwendungen unter Berücksichtigung von Echtzeitbedingungen.
- Auswahl, Design und Optimierung von Hardware und Software.
- Integration des Embedded Systems in die zu beeinflussende bzw. steuernde Umgebung.

Design umfasst all die damit verbundenen spezifischen Tätigkeiten, wie z.B. Analyse, Konzepterstellung, Modellierung, Simulation, Entwurf, Implementierung, Integration, sowie Validierung, Verifikation und Test. Wichtige Aspekte sind weiters alle Arten von Optimierungen und Adaptionen zur Produktüberleitung und Serienproduktion.



Neben den in obiger Aufzählung angeführten Tätigkeiten sind je nach Stellung im Unternehmen Projektleitung, Budget- und Personalverantwortung eingeschlossen. Deshalb sind neben den fachspezifisch-technischen Kenntnissen auch wirtschaftliche und fremdsprachliche Fähigkeiten, sowie Sozialkompetenzen erforderlich.

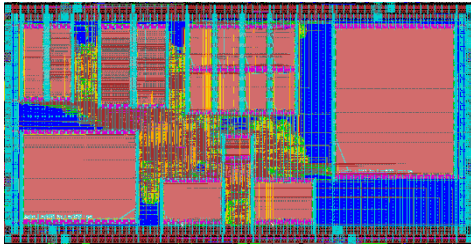
Wie wichtig eine fundierte und praxisnahe Ausbildung ist, wird auch immer wieder von den Festrednern bei den Sponsionsfeiern bestätigt. Die Festredner sind Geschäftsführer von namhaften Firmen in den Bereichen Elektronik und Embedded Systems und sind sehr an den AbsolventInnen des Masterstudienganges Embedded Systems und an Kooperationen mit der FH Technikum Wien interessiert. Die Aussagen der Festredner bestätigen die Erfahrung, dass mit dem Abschluss des Masterstudienganges Embedded Systems die Berufsaussichten für die AbsolventInnen sehr gut sind.

In seiner Festrede zur Sponsionsfeier des Masterstudienganges Embedded Systems betonte Dr. Walter Hanus, CEO von IVM – bekannt für umfassende Dienstleistungen in Bereichen wie Software, IT-Solutions sowie Elektronik –, die Bedeutung von fundierter Ausbildung im Bereich der Embedded Systems sowie die damit verbundenen exzellenten Berufsmöglichkeiten in diesem rasant wachsenden Berufsfeld. „...auch wenn es z.B. in der Automobilindustrie Absatzrückgänge gibt, so suchen die Entwicklungsabteilungen zunehmend hoch qualifizierte Expertinnen und Experten für Hardware- und Software-Design...“, so Dr. Hanus.



Bei der Sponsionsfeier des Masterstudienganges Embedded Systems im darauf folgenden Jahr durften die AbsolventInnen den Worten von Gerhard Cadek, CEO von Oregano Systems – bekannt für Design und Consulting Dienstleistungen im Bereich Embedded Systems –, lauschen. In seiner Rede unterstrich er die Wichtigkeit von Embedded Systems im alltäglichen Leben und erwähnte ebenfalls die exzellenten Berufsaussichten für AbsolventInnen des Masterstudienganges Embedded Systems. „Österreichische Betriebe wie Frequentis oder Oregano Systems, die international erfolgreich sind mit anspruchsvoller Hochtechnologie, denn nur so können wir in einem Hochpreisland bestehen, benötigen exzellente Fachkräfte wie Sie.“, so Dr. Cadek.



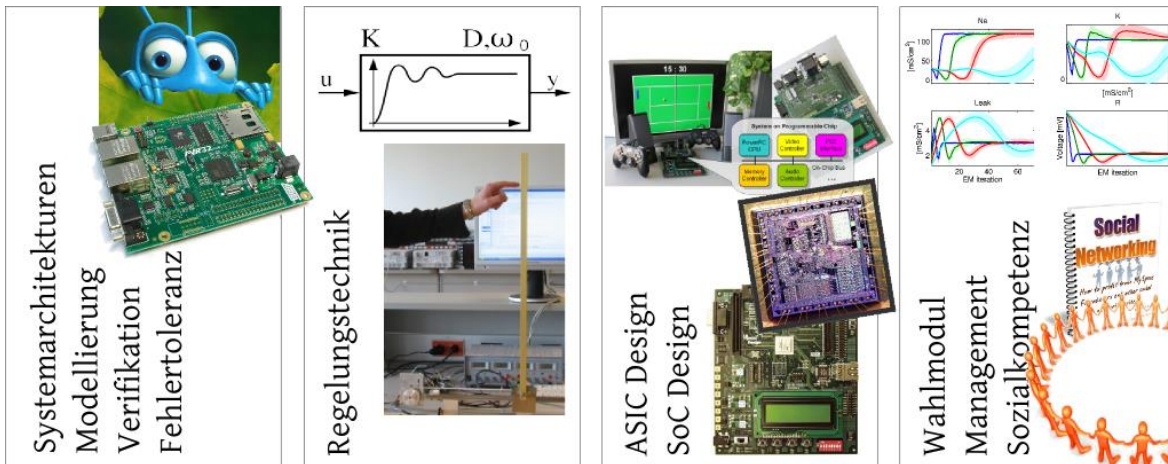


„Verwicklungen zu vereinfachen
ist in allen Wissenszweigen
der erste wesentliche Erfolg“

Henry Thomas Buckle,
„Geschichte der Zivilisation“

Was erwartet mich während des Studiums?

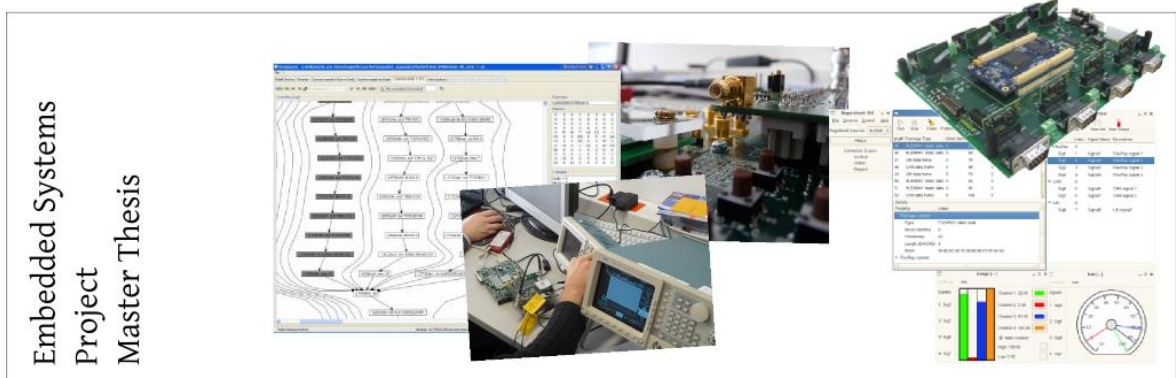
Im 1. Semester werden vor allem wissenschaftliche und praxisrelevante Grundlagen für die Entwicklung von Embedded Systems vermittelt. Dies ermöglicht einen Einstieg auf hohem Niveau für AbsolventInnen verschiedener Bachelorstudiengänge. Es werden die Kernbereiche Software- und Hardwaredesign, der Entwurf von sicherheitskritischen, zuverlässigen und fehlertoleranten Systemen, sowie die Grundlagen von eingebetteten analogen Regelungssystemen thematisiert. Zusätzlich werden Wahlmodule angeboten, die aus verschiedenen ausgewählten Kapiteln der Elektronik und Technischer Informatik bestehen.



Eine Vertiefung in die digitale Regelungstechnik erfolgt bereits im 2. Semester. Ausgewählte, aktuelle Themen der Embedded Systems Technologie, besonders in Vernetzung mit den Master-Thesen des 4. Semesters, werden ausführlich diskutiert. Moderne Spezifikations- und Verifikationsmethoden, Systemarchitekturen für Verteilte Echtzeitsysteme sowie eine Vertiefung im Bereich System-On-Chip Design sind Kernthemen des 2. Semesters.



Im 3. Semester erfolgt eine individuelle Vertiefung in einem industrie- bzw. forschungsrelevanten Projekt als Vorbereitung auf die das Studium abschließende Master-Thesis. Das Managementmodul fokussiert auf Projekt- und Prozess- sowie Qualitäts- und Sicherheitsmanagement und im Sozialkompetenzmodul werden einerseits Aspekte der MitarbeiterInnen-Führung und andererseits Technologiefolgen, also mögliche Auswirkungen der Gesellschaft und Wirtschaft, thematisiert.

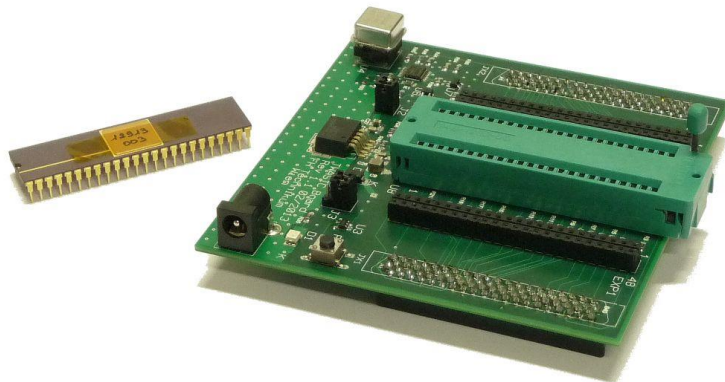


Das 4. Semester dient der Ausarbeitung der Master-Thesis. Parallel dazu erstellen die Studierenden im DiplomandInnenseminar aus relevanten Themen der Master-Thesis ausgewählte Fallstudien für Studierende des 2. Semesters. Optional können wissenschaftliche Publikationen, z.B. für fach einschlägige Konferenzen, erstellt werden. Sowohl das Projekt im 3. Semester als auch die Master-Thesis im 4. Semester sind mit einer fach einschlägigen Berufstätigkeit bei Unternehmen kombinierbar.

TWASIC

Neue Impulse für die Lehre im Bereich Chip- und System-on-Chip Design

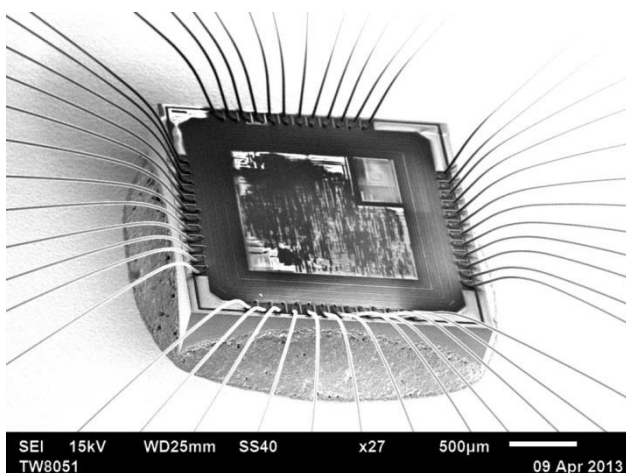
Mikrochips bilden das Herzstück aller eingebetteten Computersysteme und sind heutzutage in praktisch allen elektronischen Geräten zu finden, egal ob in Smart Phones, Waschmaschinen, Autos oder beispielsweise auch Kreditkarten. Demzufolge bildet die Thematik der Mikrochipentwicklung mit Lehrveranstaltungen wie *Chip Design* und *System-on-Chip Design* auch einen der Schwerpunkte des Masterstudiums Embedded Systems. Lehrinhalte sind aber gerade in diesem Bereich wegen der enormen Aufwände für Design, Verifikation oder der Einarbeitung in benötigte EDA (Electronic Design Automation) Tools nicht immer einfach im vorgegebenen Zeitrahmen eines Studiums unterzubringen.



Zur Qualitätssteigerung der Lehre im Bereich der Hardwareentwicklung wurde daher im Jahr 2011 das Projekt „TWASIC“ (als Akronym für „Technikum Wien – Application-Specific Integrated Circuit“) am Institut für Embedded Systems initiiert.

Ziel dieses Vorhabens ist die Erstellung von Lehrunterlagen, Hands-on Übungsbeispielen, Testumgebungen und Tools Flows, um Studierenden der FH Technikum Wien eine

praxisnahe Ausbildung im Bereich der Mikrochipentwicklung bieten zu können. Eines der Hauptergebnisse des Projekts ist ein 8051-basierender Mikrocontroller („TW8051“), der vom Institut für Embedded Systems vollständig entwickelt und vom bekannten österreichischen Halbleiter-



hersteller „ams“ in Unterpremstätten bei Graz, in einer 0,35 μm CMOS-Technologie gefertigt wurde (siehe Abbildung auf Seite 7, oben links). Die im Jahr 2013 gefertigten 40 Prototyp-Samples des TW8051 werden in der Lehrveranstaltung „Chip Design“ eingesetzt und erlauben Studierenden im Rahmen von praktischen Übungen bereits im 1. Semester des Masterstudiums Embedded Systems das Kennenlernen von State-of-the-Art Testmethoden für digitale Chips, wie BIST oder Scan-Path. Auch interne Details des Chips werden in der Lehrveranstaltung erläutert. Ein Foto (Seite 7, unten) zeigt das „Innenleben“ des Chips, das mit einem Elektronenmikroskop an der FH Technikum Wien aufgenommen wurde.

Im Bild auf Seite 7 (oben rechts) ist schließlich das Test-Board für den TW8051 zu sehen, das ebenfalls im Rahmen des TWASIC-Projekts entwickelt wurde und infolge seines generischen Aufbaus auch für zukünftige Chips des Instituts verwendet werden kann. Zudem lässt sich das Board auf Xilinx Virtex4/5-basierende FPGA-Boards aufstecken, die wiederum in der Lehrveranstaltung *System-on-Chip Design* im 2. Semester des Studiums intensiv zum Einsatz kommen. Im 3. und 4. Semester haben interessierte Studierende im Rahmen der Lehrveranstaltung *Embedded Systems Projekt* und der Master Thesis schließlich die Möglichkeit, ihre Kenntnisse im Bereich der Chip- und System-on-Chip Entwicklung noch weiter zu vertiefen.



Betreut werden die Hardware-relevanten Lehrveranstaltungen am Institut für Embedded Systems von den Lektoren Roland Höller, Andreas Puhm und Peter Rössler, die im Rahmen der Lehrveranstaltungen auch immer wieder gerne über ihre Erfahrungen in der Industrie und der Mitwirkung bei zahlreichen F&E-Projekten berichten.

Workshop „Embedded Programming“

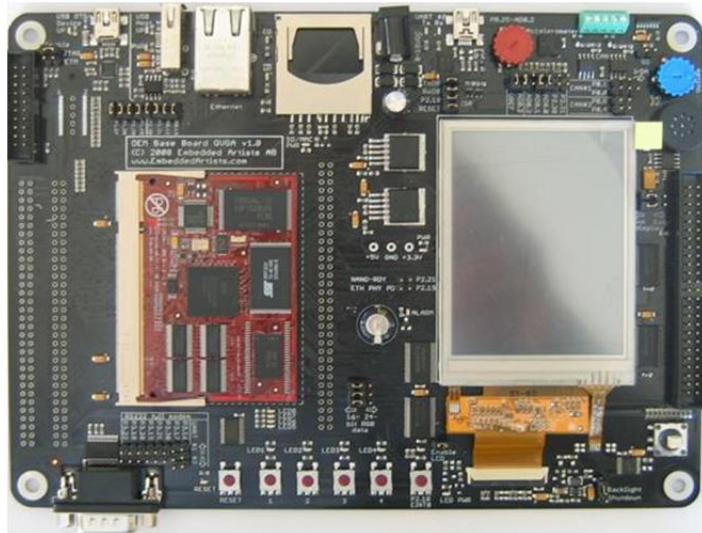
Linux für Microcontroller

Das 1. Semester des Masterstudienganges für Embedded Systems dient einerseits dazu Studierenden neue Themengebiete näher zu bringen, andererseits ist sein Zweck alle StudentInnen auf einen möglichst gleichen Wissensstand, ausgehend von unterschiedlichen Vorerfahrungen, zu bekommen. Teil dieser Bemühungen ist der *Embedded Programming Workshop* innerhalb der Lehrveranstaltung *Embedded Software*.

Beginnend mit der Wiederholung von Systemprogrammierungsgrundlagen unter Linux auf einem LPC2478 Mikrocontrollerentwicklungsboard unter uCLinux (ein spezielles Linux

für Prozessoren ohne Memory Management Unit) werden im weiteren Verlauf des Workshops Linux

Kernelmodule implementiert und abschließend komplett auf ein Betriebssystem verzichtet um selbstgeschriebene Programme unmittelbar auf dem Mikrocontroller auszuführen. Der hierbei gewählte Ansatz Mikrocontrollerprogrammierung



zuerst über Linux zu abstrahieren und erst in der zweiten Hälfte des Workshops Studierende mit low-level Mikrocontrollerprogrammierung auseinander zu setzen hat sich als äußerst positiv erwiesen.

Um den unterschiedlichsten Vorwissensstufen der WorkshopteilnehmerInnen Rechnung zu tragen sind die abschließenden Programmierprojekte nach Schwierigkeitsgraden gestaffelt. Diese Beispielstaffelung ermöglicht den TeilnehmerInnen zum einen auf ein bestimmtes Ergebnis hinzuarbeiten und zum anderen ein für sie realisierbares Projekt zu wählen um einen positiven Lernerfolg zu erzielen.

Um einen besseren Eindruck über den Aufbau der Beispiele zu bekommen sind nachfolgend die Angaben eines normalen und eines schweren Beispiels zu finden.

3-Axis Accelerometer (normal)

Implement an uClinux application including possible kernel drivers performing the following task. Periodically read data from the three axis accelerometer located on the base board and compute and display the current position of the board (e.g. standing, lying, ...). You will need an ADC driver to complete this task. Since this is an uClinux application you are required to integrate your final program into the uClinux application (see integration.txt in the project directory on how to do so).

Software Synthesizer (hard)

Here, you are required to implement a software synthesizer as a standalone application. The software shall have the following features:

- Performing a frequency slope by using an on board potentiometer that is connected to an ADC input. Each conversion will reflect an interrupt interval, so that the whole frequency ranges from >20Hz to <20 kHz (acoustic range) is covered. Eventually, the speaker on the base board must be driven to vibrate in the appropriate frequency. (You need an interrupt driven timer and an ADC driver for that.)
- It must be possible to enter a sequence of frequencies and their time intervals in ms to play a tune on your synthesizer. (You need a UART driver for that.)



Matthias Wenzl, Absolvent des Masterstudienganges Technische Informatik der TU-Wien ist aktuell als Senior-Researcher im Josef Ressel Zentrum für Verifikation von eingebetteten Computersystemen tätig, wo er sich in Kooperation mit Siemens AG um Safety-Aspekte kümmert. Weiters ist er in mehreren Studiengängen als Lektor für Embedded Software Design tätig.



Wie kann ich mich spezialisieren?

In der Lehrveranstaltung *Embedded Systems Projekt* im 3. Semester und im Zuge der Ausarbeitung der Master-Thesis im 4. Semester haben Sie die Möglichkeit sich gemäß Ihrer Interessenslage zu spezialisieren und zu vertiefen.

Das *Embedded Systems Projekt* wird entweder an der FH absolviert, wobei Sie an aktuellen Problemstellungen aus dem Industrie- oder Forschungsumfeld in Kleingruppen mit typisch 1-2 KollegInnen arbeiten. Aus dem Projekt ergeben sich dann mehrere mögliche Themenstellungen für individuelle Master-Thesen. Alternativ gibt es die Möglichkeit, dass Sie das *Embedded Systems Projekt* inklusive der darauf aufbauenden *Master-Thesis* im Rahmen Ihrer facheinschlägigen beruflichen Tätigkeit absolvieren. Nachfolgend ist eine Auswahl an Projekten aufgelistet welche aus dem Embedded Systems Projekt entstanden sind, oder an denen Sie sich in zukünftigen Projekten beteiligen können.

Optimization of the Control Algorithm for an IEEE 1588 Precision Time Protocol

*Ein Studierendenprojekt
im Firmenumfeld*

Oregano Systems ist seit mittlerweile über 10 Jahren maßgeblich an der Entwicklung im Bereich der hochgenauen Uhren-Synchronisation über asynchrone Netzwerke beteiligt. Zusammen mit Partnern aus der Industrie sowie aus der Forschung wird modernste Technologie entwickelt, die weltweit in High-Tech Produkten führender Hersteller eingesetzt wird und Oregano Systems zu einem Technologieführer in diesem Bereich gemacht hat.



Oregano Systems kann auf eine lange und erfolgreiche Kooperation mit der FH Technikum Wien zurückblicken, in der sowohl Forschungsprojekte als auch zahlreiche Praktika zusammen erfolgreich abgewickelt wurden.



Tobias Müller, Absolvent des Bachelor Studiengangs Elektronik sowie des Master Studiengangs Embedded Systems, ist seit dem Berufspraktikum im 6. Semester bei Oregano Systems beschäftigt. Dort war er von Anfang an sowohl in der Forschung als auch in der Produktentwicklung im Bereich der hochgenauen Uhren-Synchronisation über IP basierender Netzwerke (IEEE 1588, Precision Time Protocol - PTP) beteiligt. Daher war es nur

eine logische Folge sowohl das Embedded Systems Projekt als auch seine Master-Thesis über diese Technologie zu verfassen. Der weltweite Trend zeigt ganz stark, dass die Synchronisierung verteilter Systeme weg von dezidiert Hardware und hin zur Benutzung vorhandener Kanäle wie etwa IP basierte Ethernet-Netzwerke geht. Ein Beispiel dazu ist die Telekommunikationsindustrie, in der man dazu übergegangen ist, riesige Netzwerke und die daran angeschlossenen Base-Stations mit Hilfe von PTP zu synchronisieren, anstatt zusätzliche Synchronisierungs-Infrastruktur zu installieren.

Die folgende Abbildung zeigt ein Test IP Netzwerk zur Bewertung der erzielbaren Synchronisierungs-Performance.



Der Fokus der Master-Thesis von Tobias Müller lag dabei auf der Verbesserung der Regelalgorithmen, die die Synchronisierung in Nanosekunden ermöglichen. Die Ergebnisse der Arbeit wurden auf internationalen wissenschaftlichen Konferenzen präsentiert: ISPCS 2012 in San Francisco, ISPCS 2013 in Lemgo sowie SMPTE 2013 in Los Angeles.

Tobias Müller konnte sein Master-Studium im Herbst 2013 mit ausgezeichnetem Erfolg abschließen.

Verifikation von eingebetteten Computersystemen

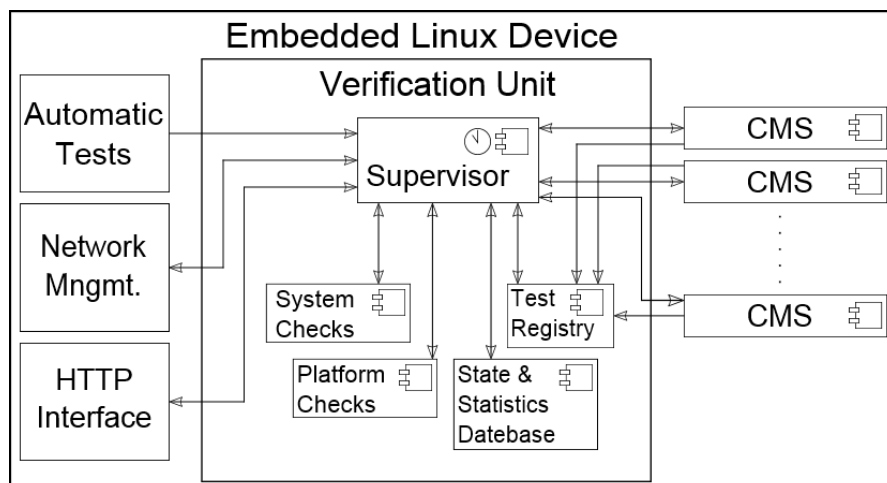


Studierendenprojekte im Bereich Forschung und Entwicklung

Im Rahmen eines der 5 Module des F&E Projektes "Josef Ressel Center for Verification of Embedded Computing Systems" (VECS) beschäftigen sich Roman Beneder und Bernd Glatz in Kooperation mit der Fa. Loytec electronics GmbH mit der Entwicklung einer Verification Unit für unterschiedliche eingebettete Systeme, die in der Gebäudeautomatisierung eingesetzt werden.



Der Supervisor ist die zentrale Einheit für die Verification Unit und führt verschiedene system- und plattformspezifische Tests durch, welche die Verfügbarkeit und die Wartbarkeit des eingebetteten Systems erhöhen sollen. Der Supervisor hat zusätzlich direkten Zugriff auf eine Zustands- und Statistikdatenbank,



die dazu verwendet wird um diverse system- und plattformspezifische Statistiken/Zustände zu speichern und über externe Schnittstellen, wie zum Beispiel SNMP, HTTP, etc. zur Verfügung zu stellen. Weiters können diverse Kommunikations-

Stacks (CMS), ihre modul-spezifischen Testfunktionen in einer Testdatenbank (Test Registry) registrieren. Diese können vom Supervisor periodisch, oder über die genannten externen Schnittstellen auf Anfrage, ausgeführt werden.



Die Studierenden des Master Studiengangs Embedded Systems haben die Möglichkeit, im Rahmen von verschiedenen Lehrveranstaltungen (z.B. *Embedded Systems Projekt*), praxisrelevante Problemstellungen zu behandeln. Roman Beneder ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der FH Technikum Wien und unterrichtet in verschiedenen Bachelorstudiengängen sowie im Masterstudiengang Embedded Systems.

Er selbst hat an der FH Technikum Wien den Bachelor-Studiengang *Elektronik* und den Master-Studiengang *Embedded Systems* absolviert und hat danach durch Mitarbeit an verschiedenen Forschungsprojekten im Bereich Forschung und Entwicklung (F&E) am Institut für Embedded Systems seine Laufbahn als wissenschaftlicher Mitarbeiter begonnen.

Bernd Glatz ist gleichzeitig wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Embedded Systems, Lektor im Bachelor-Studiengang *Elektronik/Wirtschaft* und Studierender im Master-Studiengang Embedded Systems.



Im Rahmen seiner Master Thesis wird er sich mit dem Thema "Deadlock Detection/Avoidance/Resolution for Embedded Computing Systems" beschäftigen und die gewonnenen Inhalte in das F&E Projekt einfließen lassen.

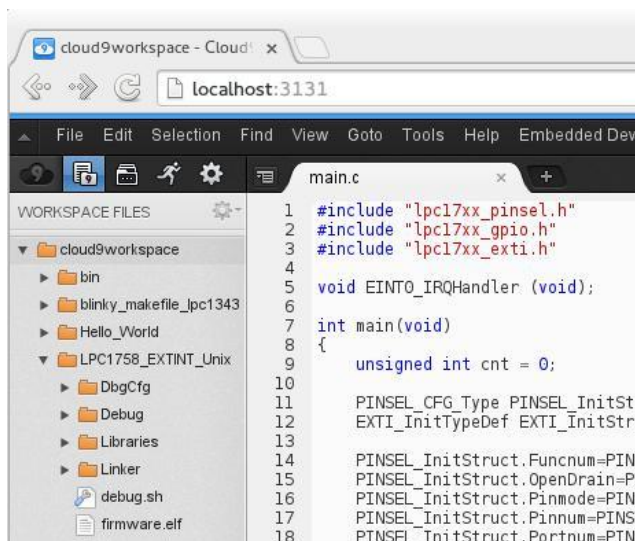
SAT – Software Analyse Toolbox



*The next generation of
embedded development...*

Das F&E-Projekt „Software Analyse Toolbox“, gefördert von der Stadt Wien (MA23), beschäftigt sich neben der Verifikation von Software für Embedded Systems, auch mit der Entwicklung einer Cloud-basierten Lösung für eine Integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) zur Softwareentwicklung für Embedded Systems.

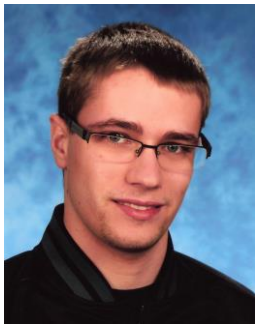
Jürgen Hausladen, Absolvent des Bachelor-Studienganges Elektronik, Student im Master-Studiengang Embedded Systems und Mitarbeiter im F&E-Team des Instituts arbeitet im Rahmen seiner Master-Thesis an praktikablen Möglichkeiten, den Administrationsaufwand, welcher mit dem Aufsetzen von diversen Entwicklungswerkzeugen für die Programmierung von Embedded Controllern verbunden ist, auf ein Minimum zu reduzieren. Darüber hinaus bietet dieser Ansatz Möglichkeiten auch Basisprogramme für diverse Peripherieeinheiten und benötigte Entwicklungsbibliotheken von Beginn an einzubinden um sowohl Einsteigern als auch erfahrenen Entwicklern einen einfacheren



und schnelleren Weg in die Softwareentwicklung für Embedded Systems zu ermöglichen. Mithilfe einer Cloud-basierten IDE kann ohne größeren Aufwand von jedem beliebigen Rechner aus, Software für eine bestimmte Mikrocontroller Plattform erstellt werden, welche wiederum auch auf dem lokal vorhandenen Rechner, auf die Zielhardware übertragen werden kann. Ein weiterer Schritt in diese Richtung

wird es zukünftig auch erlauben, die bespielte Zielhardware von der Cloud IDE aus, durch das Setzen von Breakpoints oder Auslesen von Variablenwerten sowie weiteren typischen Funktionalitäten, wie man es von einer lokal installierten Entwicklungsumgebung her gewohnt ist, zu debuggen.

Wie eingangs erwähnt, ist ein wichtiger Bestandteil des SAT-Projekts die Verifikation von Software für Embedded Systems. Mithilfe von Open-Source-Tools sollen erstellte Programme wie zum Beispiel ein verteiltes Liftsystem auf eine fehlerfreie Funktionalität



überprüft werden. Thomas Jerabek, Absolvent des Bachelor-Studienganges *Elektronik*, F&E-Mitarbeiter am Institut und Student im Master-Studiengang *Embedded Systems* arbeitet an Lösungen um Verifikations-Tools, die hauptsächlich für PC-Anwendungen gedacht sind, für eingebettete Anwendungen nutzbar zu machen. Dafür entwickelt er Erweiterungen sowie Optimierungen und passt diese für die jeweiligen Architekturen (z.B. ARM Cortex-M4) an.

Durch die Verwendung von Model-Checker (z.B. UPPAAL) kann ein System (bestehend aus beliebig vielen Threads / Zustandsautomaten) ohne Programmcode verifiziert werden. Eine statische Code Analyse überprüft einen Programmcode auf Fehler. Dies beinhaltet unter anderem Memory Leaks, Integer Overflows, Pointer-Checks, Division durch Null sowie Verwendung von nicht initialisierten Variablen. Hierfür wird ein Tool wie z.B. Frama-C verwendet. Darüber hinaus können mit einer Beschreibungssprache (z.B. ACSL - ANSI/ISO C Specification Language) sämtliche Anforderungen an die Software in Kommentaren abgebildet werden. Diese Kommentare lassen sich in ausführbaren C-Code umwandeln und stellen sicher, dass die Software zur Laufzeit alle definierten Bedingungen erfüllt.

So soll es möglich gemacht werden, eine umfangreiche Verifikation für Embedded Systems über die Toolbox anzubieten.

*F&E und Lehre
im internationalen Kontext*

Assistierende Technologien (AT) unterstützen Menschen mit besonderen Bedürfnissen und ältere Personen durch den Einsatz moderner Informationstechnologien und gewinnen aufgrund der starken Verbreitung digitaler Medien sowie des demographischen Wandels in Europa zunehmend an Bedeutung.

Geeignete Unterstützungstechnik erlaubt es auch Menschen mit schweren Behinderungen an der modernen Informationsgesellschaft teilzuhaben und ein hohes Maß an Autonomie im alltäglichen Leben zu erlangen. Dies erleichtert auch die Betreuungssituation durch Angehörige oder Pflegepersonal.

Die „AsTeRICS Academy for Cross-Cultural Education and Research in Assistive Technologies“ (AsTeRICS-Academy) ist ein von der Stadt Wien (MA23) gefördertes Projekt, das sich der internationalen Zusammenarbeit in Forschung und Lehre im Bereich der Assistierenden Technologien widmet.



Die einzelnen Aspekte der Unterstützungstechnologien erstrecken sich von Autonomie und Komfort im Smart Home (Ambient Assisted Living, AAL) über die barrierefreie Gestaltung von Webseiten und Benutzerschnittstellen (Accessible Design, Design-For-All) bis zur konkreten Unterstützung von Menschen mit körperlichen oder geistigen Behinderungen durch spezielle Geräte und Eingabehilfen (Assistive Technologies).



Die AsTeRICS-Academy organisiert Workshops, Gastvorträge und eine Summer School mit dem Fokus auf Unterstützungstechnologien, und bietet Studierenden des Masterstudienganges Embedded Systems die Möglichkeit, sich in diesem Bereich zu spezialisieren.

Die technologischen Bereiche erstrecken sich von der Verwendung verschiedenster Sensoren als Eingabealternativen für Computer oder Mobiltelefon bis zur Umgebungssteuerung im modernen „Smart Home“ oder zur Entwicklung von barrierefreiem Spielzeug.



Kamerabasierte Eingabesysteme wie Head- und Eye-Tracking gehören dabei ebenso zum verwendbaren Instrumentarium wie bioelektrische Messung von Muskelsignalen (EMG) oder

Gehirnströmen (EEG, Brain Computer Interface - BCI) sowie Spracherkennung.

F&E Junior-Researcher Benjamin Aigner, Absolvent des Bachelor-Studienganges Elektronik und Student des Master-Studienganges Embedded Systems findet in der AsTeRICS-Academy ein ideales Umfeld um neue AT-Lösungen zu entwickeln. Im Rahmen seines *Embedded Systems Projekts* und seiner Master-Thesis kann er seine Kenntnisse und Erfahrungen ins F&E-Projekt moduLAar einbringen.



Das Institut für Embedded Systems bietet für die praktischen Anwendungen im Bereich der Unterstützungstechnologien ein eigenes Labor, welches die "eingebetteten Technologien" des Smart Homes in einem lebensnahen Umfeld zeigt und zugänglich macht. Die technologische Ausstattung dieses Labors kann in Projekt- und Abschlussarbeiten verwendet bzw. erweitert werden.

Smart Homes & Assistive Technologies

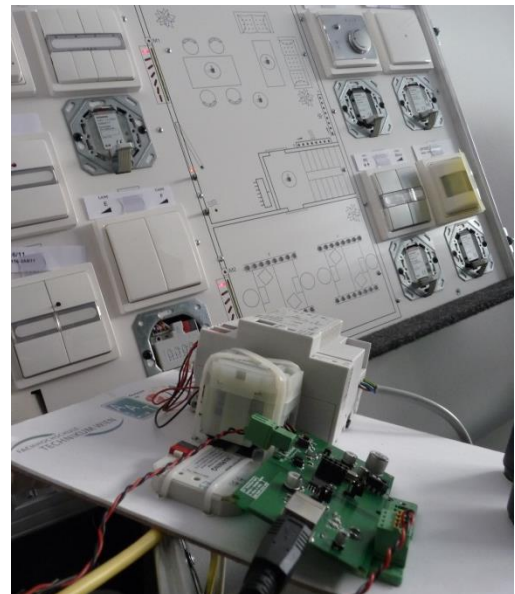
Intelligente Technologien für Menschen



Im Rahmen einer von der Stadt Wien (MA23) geförderten Stiftungsprofessur des Institutes für Embedded Systems beschäftigt sich Friedrich Praus mit der Entwicklung und Verwendung von Ambient Assistive Technologies (AAT). Der Begriff Ambient Assistive Technologies umfasst dabei ein breites Spektrum an Technologien, Methoden und Diensten,

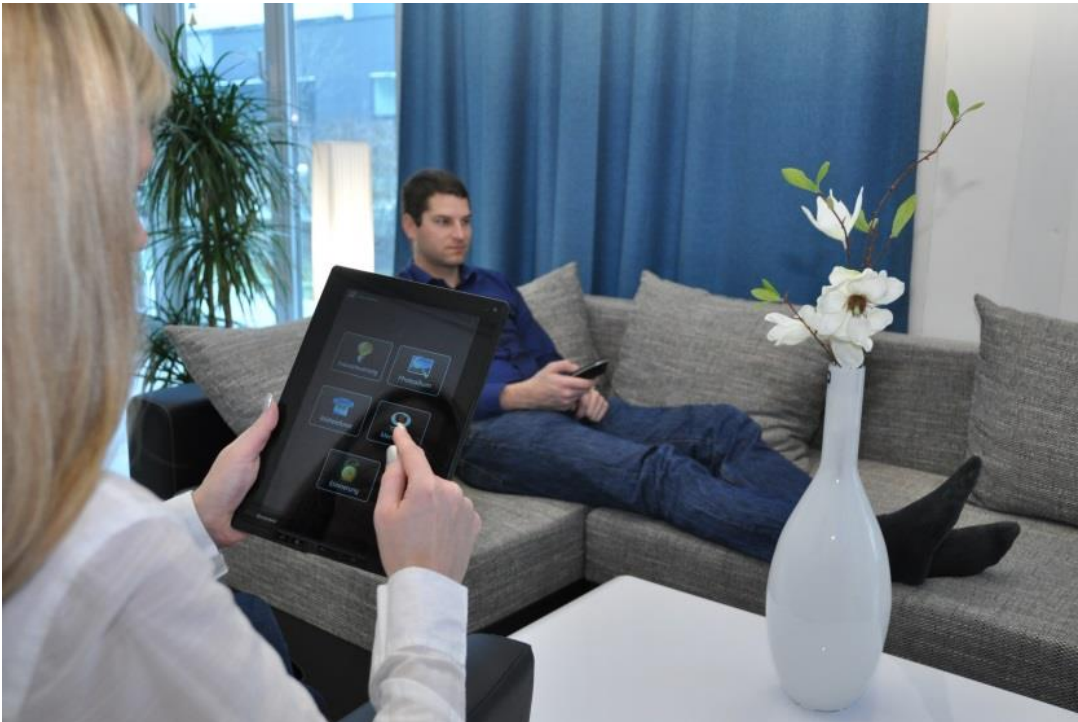
deren Kombination die Unterstützung von Menschen im alltäglichen Leben und durch ihre Wohnumgebung erlaubt.

Der demographische Wandel in Industrieländern, der eine steigende Lebenserwartung mit sich bringt, erfordert neue Strategien um soziale und wirtschaftliche Herausforderungen bewältigen zu können. Ambient Assistive Technologies sind ein äußerst viel versprechender Ansatz den steigenden Kosten für Betreuung und Pflege entgegen zu wirken. Ziel ist es, die Lebensqualität von älteren sowie Menschen mit besonderen Bedürfnissen zu steigern und ihnen ein weitestgehend unabhängiges und selbst bestimmtes, aber auch sicheres und komfortables Leben im gewohnten Umfeld zu ermöglichen.



Die Herausforderungen für die interdisziplinäre Domäne AAT liegen dabei in der sicheren Integration verschiedener Technologien, sodass eine breite Akzeptanz bei den AnwenderInnen erreicht werden kann. AAT sind aus diesem Grund eng mit Embedded Systems Design (Software und Hardware), drahtgebundenen sowie drahtlosen Feldbus

Systemen (Ant+, Bluetooth, EnOcean, IEEE802.15.4, KNX, ZigBee, ...), Smart Homes und Gebäudeautomation sowie Embedded Systems Security verbunden.



Ein integraler Kernaspekt von Assistive Technologies sind Smart Homes, also die intelligente Automatisierung des unmittelbaren Lebensumfelds von Menschen. Smart Homes umfasst Steuerungs-, Regelungs- und Optimierungsaufgaben aus Bereichen wie z.B. Beleuchtung, Beschattung, Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, Zutrittskontrolle sowie Security & Safety. Die Basistechnologie sind wiederum zuverlässige, eingebettete Computersysteme die entsprechend vernetzt eine optimale Unterstützung von alltäglichen Aufgaben für Menschen sowie eine Erhöhung der Lebensqualität bieten. Z.B. werden im Rahmen des benefit Projekts moduLAAR 50 Testwohnungen mit Technologie ausgerüstet und deren Akzeptanz und Nutzen für die BewohnerInnen evaluiert. MitarbeiterInnen des Instituts für Embedded Systems sind dabei unter anderem mit der Entwicklung der Systemkomponenten für Smart Homes betraut. Für 2014 ist eine spezifische Erweiterung in Richtung Elektromobilitätskomponenten für Domotics-Lösungen geplant.



Detector Grid

Studentische Projektideen

Die Idee für das Embedded Systems Projekt „Detector Grid – Lokalisierung über RFID Technologie“ kam Wolfgang Koller, Absolvent des Bachelor-Studienganges *Informations- und Kommunikationssysteme* und Student des Master-Studienganges *Embedded Systems* durch alltägliche Probleme. Im Naturhistorischen Museum Wien werden täglich Dutzende Herbarbelege aus der Sammlung entnommen, bearbeitet und wieder archiviert. Da sich die Wissenschaftler teilweise mit historischen Aufarbeitungen beschäftigen müssen sind bei diesem Prozess bis zu 25 Personen beteiligt. Selbst bei äußerst sorgfältiger Bearbeitung der Belege kommt es vor, dass nicht klar ist wo sich ein Beleg derzeit befindet.



Das von Michael Kramer betreute Projekt Detector Grid soll hier Abhilfe schaffen. Über RFID-Tags des OpenSource Projekts OpenBeacon können Belege markiert und mittels USB-Reader (ebenfalls basierend auf dem OpenBeacon Projekt) aufgespürt und deren Position festgestellt werden.

Jeder Reader ist über einen Raspberry PI an ein TCP/IP Netzwerk angeschlossen. Auf den Raspberry PI selbst läuft ein JAVA Programm (Detector-Grid Client) welches die Daten des USB-Readers ausliest und bei Bedarf über das Spread-Toolkit (eine Kommunikations-Middleware) weiterleitet.



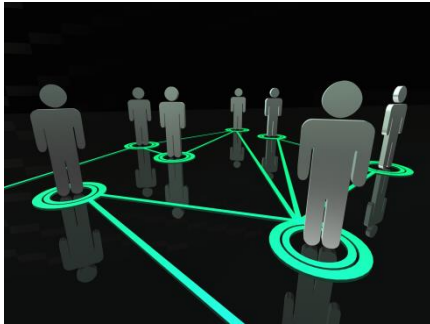
Zusätzlich gibt es einen Hauptknoten (den sogenannten Detector-Grid Server) welcher diese Daten empfängt und in einer MySQL Datenbank hinterlegt.



Diese Daten werden dann von einer Web-Applikation (Detector-Grid Viewer) abgefragt und visualisiert. Diese Web-Applikation dient gleichzeitig zum Senden von Nachrichten zur Abfrage der einzelnen Tags. Auch diese Kommunikation wird komplett über das Spread-Toolkit abgewickelt.

Michael Kramer, Senior Researcher am Institut für Embedded Systems, leitet derzeit das von der Stadt Wien, MA23, geförderte Projekt ULEA, bei dem es um den Einsatz von industriell üblichen Elektromobilitätskomponenten für zuverlässige Applikationen im Unterstützungsbereich (Smart Homes, Assistive Technologies) geht. Weiters bringt er sein Know-how im Josef Ressel Zentrum für Verifikation von eingebetteten Computersystemen in Kooperation mit Bluetechnix GmbH im Bereich der Synchronisation von verteilten Kamerasystemen ein.





*„Sache des Reisenden, welcher in der Nähe
gesehen, was die menschliche Natur
quält und herabsetzt, ist es, des Unglücks
Klagen zur Kenntnis jener zu bringen,
welche zu helfen vermögen“.*

Alexander v. Humboldt

Ansichten der Natur - mit wissenschaftlichen Erläuterungen

Kann ich ein Auslandssemester absolvieren?

Mit mehr als 80 Partnerhochschulen weltweit ist das Angebot für ein Auslandssemester sehr vielfältig. Das FH Technikum Wien „Center for International Relations“ unterstützt Sie in allen Belangen hinsichtlich eines studentischen Auslandsaufenthalts. Für den Masterstudiengang *Embedded Systems* ist das 2. Semester ideal für einen Auslandsaufenthalt, aber auch während des 3. Semesters (*Embedded Systems Projekt*), ggf. in Kombination mit der Ausarbeitung der Master-Thesis im 4. Semester, ist ein Auslandsaufenthalt möglich, insbesondere dann, wenn Sie vorhaben im internationalen Umfeld beruflich tätig zu werden.



Philip Kadletz, Absolvent des Bachelor-Studienganges Elektronik verbrachte das erste und zweite Semester des Masterstudiums *Embedded Systems* an einer ausländischen Partneruniversität der FH Technikum Wien: *„Die ersten zwei Semester vom Masterstudium wollte ich unbedingt im Ausland studieren. Daher bewarb ich mich für den Austausch im Rahmen des ERASMUS-Programms, und bekam die Zulassung für das Wintersemester 2011/2012, und für das Sommersemester 2012. Von der Vielzahl*

von Partneruniversitäten die das Technikum-Wien hat, entschied ich mich damals für die Universität Loughborough. Der Grund für diese Entscheidung war der gute Ruf dieser Universität. Besonders die Fachbereiche Ingenieurwissenschaft und Sportwissenschaft genießen ein sehr hohes Ansehen.

Ein weiterer Entscheidungsgrund war der Campus. Ich persönlich kenne in Österreich keinen vergleichbaren Campus. Ohne zu übertreiben könnte man den Campus als Stadt in der Stadt bezeichnen. Neben den vielen Fakultätsgebäuden gibt es eine Vielzahl von Unterkünften, ein Hotel, ein kleines Kino, mehrere Sportplätze und Sporthallen, eine Schwimmhalle, eine Bank und zu guter Letzt eine Diskothek. Um nach dem Auslandsaufenthalt kein Semester zu verlieren, musste ich die Kursinhalte mit den Lehrveranstaltungen des Master-Studienganges Embedded Systems abstimmen. Dies war jedoch keine leichte Aufgabe, aber mit etwas Mühe und viel Entgegenkommen vom



Studiengangsleiter konnte ich diese Hürde meistern. Am Ende hatte ich acht Vorlesungen, zu je 7,5 ECTS Punkte. Alle Vorlesungen waren zweiwöchige Blockveranstaltungen, wobei die zweite Woche meist als Selbststudium vorgesehen war. Die Benotung stellte sich meist aus einer Kursarbeit und einer schriftlichen Prüfung zusammen. Bis auf wenige Ausnahmen waren die Anforderungen sehr hoch.

Ich habe natürlich nicht nur gelernt, sondern war auch auf einigen Partys. Von diesen Partys ist der „Sing Off“ hervorzuheben, so etwas habe ich live noch nicht erlebt. Wer jetzt nicht weiß wovon ich spreche sollte sich ein Video auf Youtube anschauen. An freien Nachmittagen wurden oft Radtouren, Paintball Spiele, Fußballspiele und vieles mehr organisiert. Also langweilig wurde einem nie.

Es war ein Jahr das ich niemals vergessen werde. Ich habe nicht nur viel gelernt, sondern hatte auch sehr viel Spaß. Weiters konnte ich sehr viele nette Leute kennenlernen. Folglich, kann ich nur empfehlen zumindest ein Auslandssemester zu absolvieren.“



„Es irrt der Mensch, solange er strebt.“

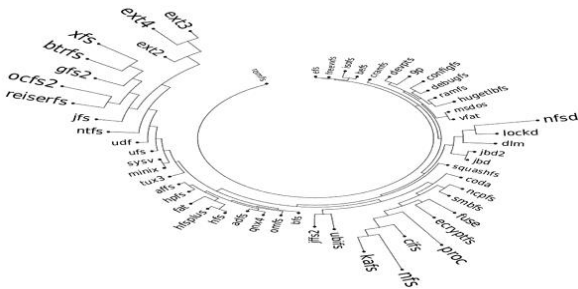
Johann Wolfgang von Goethe

Wie sieht's mit einer Dissertation aus?

Gemäß dem §1 der 238. Verordnung des Bundesgesetzblattes für die Republik Österreich, Teil II, Jahrgang 2007, haben AbsolventInnen des Master-Studienganges *Embedded Systems* das Recht auf Zulassung zum Doktoratsstudium der technischen Wissenschaften, ohne Verlängerung der Studiendauer.

Thomas Reinbacher, Absolvent des Bachelor-Studienganges *Elektronik* und des Master-Studienganges *Embedded Systems* verbrachte das Berufspraktikum des Bachelorstudiums bei Siemens in China. Während seines Masterstudiums arbeitete er als Junior-Researcher am Embedded Systems Institut im F&E-Schwerpunkt Verifikation an Modelchecking Ansätzen für Mikrocontroller in enger Kooperation mit der RWTH Aachen. Sein Know-how floss in mehrere wissenschaftliche Publikationen ein und für seine Diplomarbeit erhielt Thomas Reinbacher den Würdigungspreis des Ministers für Wissenschaft und Forschung für FH-AbsolventInnen. Die Ergebnisse seiner Arbeit präsentierte Thomas Reinbacher u.a. auf der Konferenz MESA in Peking und auf der Konferenz EM-Com in Korea. Sub Auspiciis promovierte Thomas Reinbacher an der TU Wien. In seiner Dissertation „Analysis of Embedded Real-Time Systems at Runtime“ wird eine neuartige Methode zur Laufzeitverifikation diskutiert, welche als eigenständige Hardware-Einheit in das zu überwachende Embedded System integriert wird.





*"Was wir tun können, hängt nicht von uns ab,
aber von uns hängt es ab, dass wir es tun."*

Nicolás Gómez Dávila

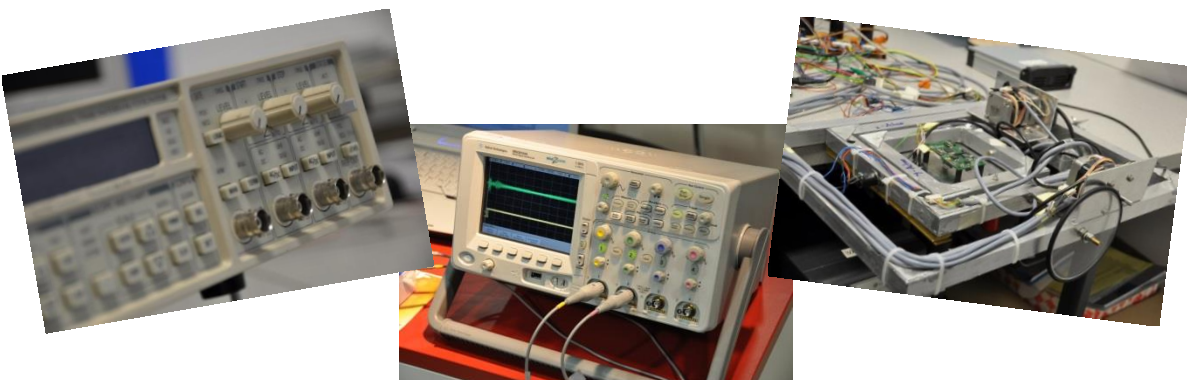
Scholien zu einem unbegreifenen Text

Wer kann den Studiengang besuchen?

Um den FH-Masterstudiengang Embedded Systems besuchen zu können, benötigen Sie einen Bachelor- oder Diplomabschluss einer Hochschule (inländische oder ausländische Fachhochschule oder Universität) einer Studienrichtung vorzugsweise aus dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnologie (Informatik, Technische Informatik, Elektronik, Mechatronik, ...), wie z.B.:

- Elektronik (FH Technikum Wien)
- Informationstechnologie & Telekommunikation (FH Campus Wien)
- Mechatronik (Wels - FH Oberösterreich)
- Hardware-Software Design (Hagenberg – FH Oberösterreich)
- Mechatronik/Robotik (FH Technikum Wien)
- Informatik (TU-Wien, FH Technikum Wien)
- Informations- und Kommunikationssysteme (FH Technikum Wien)

Eine aktuelle Liste von 57 österreichischen FH-Bachelorstudiengängen bzw. Bachelorstudien an Universitäten, welche die Zugangsvoraussetzung auf jeden Fall erfüllen, finden Sie auf Seite 36.



Worauf baut das Studium auf?

Abgesehen von der Formalqualifikation eines erfolgreich abgeschlossenen Bachelorstudiums einer Hochschule baut der Masterstudiengang Embedded Systems auf den folgenden spezifischen Fähigkeiten und Kenntnissen auf, welche Sie i.A. in ausreichendem Umfang in einem Studium aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie erworben haben:

- Software:
 - grundlegende Kenntnisse und elementare praktische Erfahrungen im Umgang mit einer Programmiersprache (z.B. C, C++, Java)
 - grundlegende Kenntnisse und elementare praktische Erfahrungen in der hardwarenahen Programmierung von Peripheriekomponenten typischer Mikrocontroller
 - grundlegende Kenntnisse über Betriebssysteme und elementare Erfahrungen in der betriebssystemnahen Programmierung
- Hardware:
 - grundlegende Kenntnisse über digitale Systeme, Automaten und Finite State Machines
 - grundlegende Kenntnisse über die Spezifikation und Simulation von digitalen Systemen mit einer Hardwarebeschreibungssprache (z.B. VHDL oder Verilog) und die Implementierung in FPGAs
 - grundlegende Kenntnisse über Computerarchitektur
 - grundlegende Elektronikkenntnisse

Zur Auffrischung und Fundierung Ihrer Kenntnisse und Fertigkeiten bieten wir kurze, kompakte Wahlmodule (je 2-3 ECTS-Punkte) an, von denen Sie während des 1. Semesters eine individuelle Auswahl treffen; z.B:

- Electronic Basics – vom Omschen Gesetz bis zum Feldeffekttransistor
- Matlab & Simulink – Simulation und wissenschaftliches Rechnen
- Linux System Programming – GNU/Linux Entwicklung und Kernelmodule
- Mikrocontroller – Kennenlernen von Prozessoren in Embedded Systems
- VHDL & FPGA – Wie baut man digitale Hardware?

Wie lernt man an der FH Technikum Wien?

An der Fachhochschule Technikum Wien zu studieren heißt für Sie auch, unsere Lernkultur kennen zu lernen. Was verstehen wir darunter? Natürlich ist es entscheidend, WAS Sie bei uns lernen. Deshalb setzen die Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer der FH Technikum Wien hier einen sehr hohen Qualitätsmaßstab an. Genau so wichtig ist aber, WIE Sie lernen. Denn das WIE bestimmt, ob Sie erworbenes Wissen nachhaltig abrufen und praktisch anwenden können. Deshalb setzen wir modernstes didaktisches Know-how ein, um Ihren Lernerfolg zu unterstützen – mit vielfältigen Methoden, zum Beispiel Lernen in Gruppen, und speziell im Studiengang Embedded Systems Blended Learning – eine Mischung aus E-Learning und Präsenzlernen.

Unser Ziel ist es dabei, bekannte Formen der Wissensvermittlung - wie z.B. Vorlesungen - durch eigenverantwortliches und aktives Lernen sinnvoll zu ergänzen. Denn Sie lernen nicht durch Zuhören, sondern indem Sie sich AKTIV mit einem Inhalt auseinandersetzen. Ihr Nutzen und Ihr Vorteil liegen klar auf der Hand: Sie werden mehr Spaß am Lernen haben und Sie werden Gelerntes nachhaltiger und besser in der beruflichen Praxis anwenden können. Wir Lehrende verstehen uns in diesem Zusammenspiel als persönlicher Coach, der Ihren individuellen Lernweg persönlich begleitet. Von Ihnen erwarten wir uns, dass Sie im Rahmen dieser Lernkultur eine aktive Rolle einnehmen.

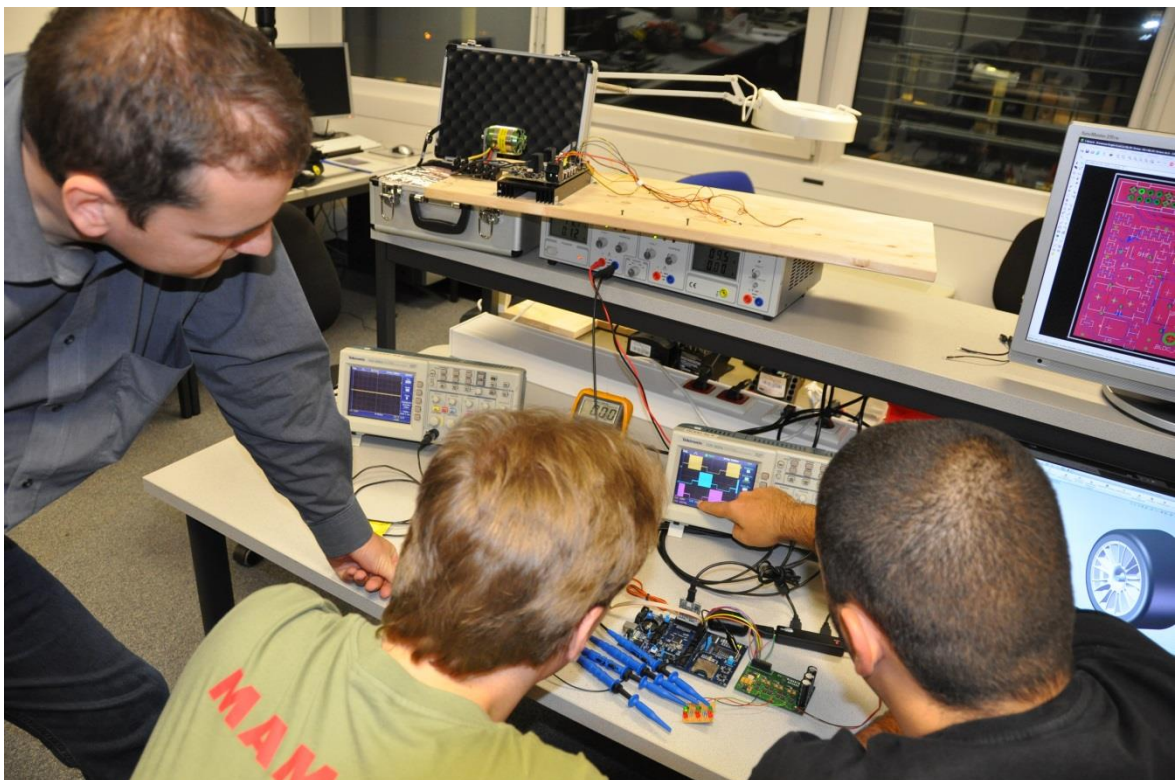
Was ist Blended Learning?

Um berufstätigen Studierenden eine flexible Gestaltung ihrer zeitlichen Ressourcen zu ermöglichen, baut das pädagogisch-didaktische Konzept auf den Einsatz von Fernstudienelementen.

Der Fernstudienanteil verfolgt, neben der Reduktion der Anwesenheitszeit, das Ziel, einen gleichsam emanzipierten Studienbetrieb aufzubauen. Studierende sind aufgefordert, ihr Studium in wesentlichen Teilen selbst zu gestalten und werden dabei durch geeignete Unterlagen und Aufgabenstellungen, gekoppelt mit Terminvereinbarungen, zur Eigenständigkeit hingeführt. Ein Kommunikationssystem zwischen den Studierenden untereinander sowie zwischen den Studierenden und den Lehrenden sorgt dafür, dass die Qualität der Lehre gegeben und der notwendige Lernfortschritt gesichert ist.

Details zum Studium

Ein wesentlicher Bestandteil des Fernstudienkonzepts ist somit die Verzahnung des Fernstudiums mit der persönlichen Betreuung und Hilfestellung durch die Lehrenden in den Präsenzphasen (Blended Learning). Die Übungen, Seminare und Projekte in den Präsenzphasen fördern einerseits die Studierenden zu einem regelmäßigen Lernrhythmus und damit zu einer lerntechnisch sinnvollen Zeitökonomie, andererseits ermöglichen diese Präsenzphasen den Lehrenden individuelle Probleme zeitgerecht zu erkennen und zu beseitigen. Sie dienen weiters der Interdisziplinarität und der Vernetzung von Lehrinhalten, der Diskussion und kritischen Reflexion des Lehrstoffes, sowie der Förderung der sozialen Kompetenz.





„Der Zauber steckt immer im Detail“.

Theodor Fontane

Details zum Studium

Die Dauer des Studiums beträgt 4 Semester. Sowohl das Wintersemester als auch das Sommersemester haben je eine Länge von typisch 16 Vorlesungswochen. Über das gesamte Studium ergeben sich somit:

Summe der Semesterwochenstunden	Summe der ECTS Leistungspunkte
56	120

Das Wintersemester beginnt i.A. in der zweiten Septemberwoche und das Sommersemester i.A. in der zweiten/dritten Februarwoche. Die Ferienzeiten orientieren sich an den Ferienzeiten der Pflichtschulen für Wien und Niederösterreich, um gegebenenfalls Studierenden mit schulpflichtigen Kindern einen gemeinsamen Erholungsurlaub mit ihren Familien zu ermöglichen. Die Unterrichtszeiten sind hierbei wie folgt eingeteilt.

1. und 2. Semester:

Wochentag	Lehreinheiten					
Mo			17:50- 18:35	18:35- 19:20	19:30- 20:15	20:15- 21:00
Di			17:50- 18:35	18:35- 19:20	19:30- 20:15	20:15- 21:00
Mi			17:50- 18:35	18:35- 19:20	19:30- 20:15	20:15- 21:00

3 Semester

Wochentag	Lehreinheiten					
Mo			17:50- 18:35	18:35- 19:20	19:30- 20:15	20:15- 21:00
Di oder Mi¹	16:10- 16:55	16:55- 17:40	17:50- 18:35	18:35- 19:20	19:30- 20:15	20:15- 21:00

4. Semester:

Das 4. Semester dient der Ausarbeitung der Master-Thesis. Die Termine erfolgen in individueller Abstimmung mit den BetreuerInnen, es finden keine verpflichtenden regelmäßigen Präsenzphasen statt. Auf Anfrage finden Treffen mit den BetreuerInnen statt.

Die folgenden beiden Abbildungen stellen den Aufbau des Curriculums dar. In der Tabelle **Module** ist das Studium aus Modulsicht dargestellt. Jedes dieser Module setzt sich aus unter Umständen mehreren Lehrveranstaltungen zusammen. Ein Modul kann sich auch über mehrere Semester erstrecken. Die Tabelle **Studienplan** zeigt die Semesterorganisation der einzelnen Lehrveranstaltungen sowie die Anzahl der vorgesehenen ECTS-Credits.

¹ Wird das Embedded Systems Projekt im Rahmen der Firmentätigkeit absolviert, dann finden nur am Montag Präsenzphasen an der FH statt.

Masterstudiengang Embedded Systems - Module

ECTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
1. Semester	M11: Hardware-Software Design 1 Embedded Software 6 ECTS, 4 SWS						M12: Hardware-Software Design 2 Chip Design 6 ECTS, 4SWS						M13: Systemarchitektur 1 Zuverlässige Systeme 6 ECTS, 4 SWS						M14: Regelungstechnik 1 Grundlagen der Regelungstechnik 6 ECTS, 4SWS						M15: Ausgewählte Kapitel 1 Ausgewählte Kapitel aus Elektronik und Technischer Informatik 6 ECTS, 4 SWS											
	M21: Hardware-Software Design 3 Plattform Design und Verifikation 6 ECTS, 4 SWS						M22: Hardware-Software Design 4 System-on-Chip Design 6 ECTS, 4SWS						M23: Systemarchitektur 2 Verteilte Echtzeitsysteme 6 ECTS, 4 SWS						M24: Regelungstechnik 2 Digitale Regelungstechnik 6 ECTS, 4SWS						M25: Ausgewählte Kapitel 2 Ausgewählte Kapitel aus Embedded Systems 6 ECTS, 4SWS											
3. Semester	M31: Spezialisierung 1 Embedded Systems Projekt 18 ECTS, 6 SWS																		M32: Management Projekt- u. Prozessmgt. 3 ECTS, 2 SWS						M33: Sozialkompetenz Societal Impact Studies 3 ECTS, 2 SWS						Führen von Projektteams 3 ECTS, 2 SWS					
4. Semester	M41: Spezialisierung 2																		Diplomarbeit (Master- Thesis) 24 ECTS																	
	Diplomandinnenseminar 6 ECTS, 2 SWS																																			

Hardware-Software Design

Dieses Modul beschäftigt sich einerseits mit der Entwicklung hardwarenaher Softwarekomponenten für Embedded Systems. Andererseits werden auch Grundlagen im digitalen Embedded Hardwaredesign vermittelt. Dies schließt die Entwicklung von ASICs, sowie System-on-Chips auf einem FPGA mit ein.

Systemarchitektur

Das Modul Systemarchitektur beschäftigt sich mit den Grundlagen zum Thema sicherheitskritischer und verteilter Echtzeitsysteme.

Regelungstechnik

Hier werden Grundlagen zum analogen und digitalen Reglerentwurf anhand von praktischen Beispielen aus unterschiedlichen Anwendungsdomänen mit industrierelevanter Software vermittelt.

Ausgewählte Kapitel

In diesem Modul ist es möglich sich aus einem Pool an Vertiefungsmöglichkeiten mit einem speziellen Thema unter anderem aus dem Bereich der EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit) näher zu beschäftigen.

Spezialisierung

In diesem Modul haben Sie die Möglichkeit sich gemäß Ihren persönlichen Präferenzen mit einem Thema aus dem Bereich Embedded Systems im Rahmen einer Projektarbeit, sowie Ihrer Master-Thesis zu beschäftigen.

Management

Hier erwerben Sie Fähigkeiten und Fertigkeiten in den Bereichen Prozess-, Qualitäts-, Projekt- und Produktmanagement um im späteren Berufsleben den Anforderungen einer Führungskraft gewachsen zu sein.

Sozialkompetenz

Dieses Modul beschäftigt sich mit der Vermittlung von Soft-Skills welche Sie im Umgang mit MitarbeiterInnen und KollegInnen unterstützen.

Masterstudiengang Embedded Systems - Studienplan

Semester		1	2	3	4		
Titel der Lehrveranstaltung	Form					SWS	ECTS
Projekt- und Prozessmanagement	F/S			2		2	3
Qualitäts- und Sicherheitsmanagement	F/S			2		2	3
Führen von Projektteams	F/S			2		2	3
Societal Impact Studies	F/S			2		2	3
Summe nicht technische Fächer		0	0	8	0	8	12
Embedded Software	F/U	4				4	6
Chip Design	F/U	4				4	6
Zuverlässige Systeme	F/S	4				4	6
Grundlagen der Regelungstechnik	F/U	4				4	6
AK aus Elektronik und Technischer Informatik	F/S	4				4	6
Plattform Design und Verifikation	F/U		4			4	6
System-on-Chip Design	F/U		4			4	6
Verteilte Echtzeitsysteme	F/S		4			4	6
Digitale Regelungstechnik	F/U		4			4	6
AK aus Embedded Systems	F/S		4			4	6
Embedded Systems Project	P			6		6	18
Diplomandenseminar	DS				2	2	6
Diplomarbeit	DA						24
Summe technische Fächer		20	20	6	2	48	108
Gesamtsumme		20	20	14	2	56	120
davon in Präsenz		10	10	10	2		

F: Fernlehre, U: Übung, S: Seminar, P: Projekt, DS: DiplomandInnenseminar, DA: Diplomarbeit

F/U: Aufteilung 50% Fernlehre und 50% Übung (Präsenz)

SWS: Semesterwochenstunde, ECTS: European Credit Transfer System

Studiendauer: 4 Semester, 16 Wochen/Semester, 3 Abende/Woche, 4 Stunden/Abend

Zugangsvoraussetzungen

Um den FH-Masterstudiengang Embedded Systems besuchen zu können, benötigen Sie einen Bachelor- oder Diplomabschluss einer Hochschule (inländische oder ausländische Fachhochschule oder Universität) einer Studienrichtung vorzugsweise aus dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnologie (Informatik, Technische Informatik, Elektronik, Mechatronik etc.). Die folgenden Bachelorstudien österreichischer Fachhochschulen und Universitäten erfüllen diese Zugangsvoraussetzung auf jeden Fall:

Wien, Niederösterreich & Burgenland

Angewandte Elektronik	FH Campus Wien
Bioengineering	FH Campus Wien
High Tech Manufacturing	FH Campus Wien
Informationstechnologien und Telekommunikation	FH Campus Wien
Industrial Simulation	FH St. Pölten
Biomedical Engineering	FH Technikum Wien
Elektronik/Wirtschaft	FH Technikum Wien
Elektronik	FH Technikum Wien
Informatik	FH Technikum Wien
Informations- und Kommunikationssysteme	FH Technikum Wien
Intelligente Verkehrssysteme	FH Technikum Wien
Mechatronik Robotik	FH Technikum Wien
Urbane Erneuerbare Energiequellen	FH Technikum Wien
Wirtschaftsinformatik	FH Technikum Wien

Informatik	FH Wiener Neustadt
Mechatronik/Mikrosystemtechnik	FH Wiener Neustadt
Wirtschaftsingenieurwesen	FH Wiener Neustadt
Elektrotechnik und Informationstechnik	TU Wien
Medieninformatik	TU Wien
Medizinische Informatik	TU Wien
Software & Information Engineering	TU Wien
Technische Informatik	TU Wien
Informatik	Universität Wien

Oberösterreich & Salzburg

Informationstechnik & System Management	FH Salzburg
Hardware Software Design	FH Oberösterreich/Hagenberg
Medizin und Bioinformatik	FH Oberösterreich/Hagenberg
Mobile Computing	FH Oberösterreich/Hagenberg
Sichere Informationssysteme	FH Oberösterreich/Hagenberg
Software Engineering	FH Oberösterreich/Hagenberg
Medizintechnik	FH Oberösterreich/Linz
Automatisierungstechnik	FH Oberösterreich/Wels
Mechatronik/Wirtschaft	FH Oberösterreich/Wels
Informatik	Universität Linz
Informationselektronik	Universität Linz
Mechatronik	Universität Linz
Angewandte Informatik	Universität Linz

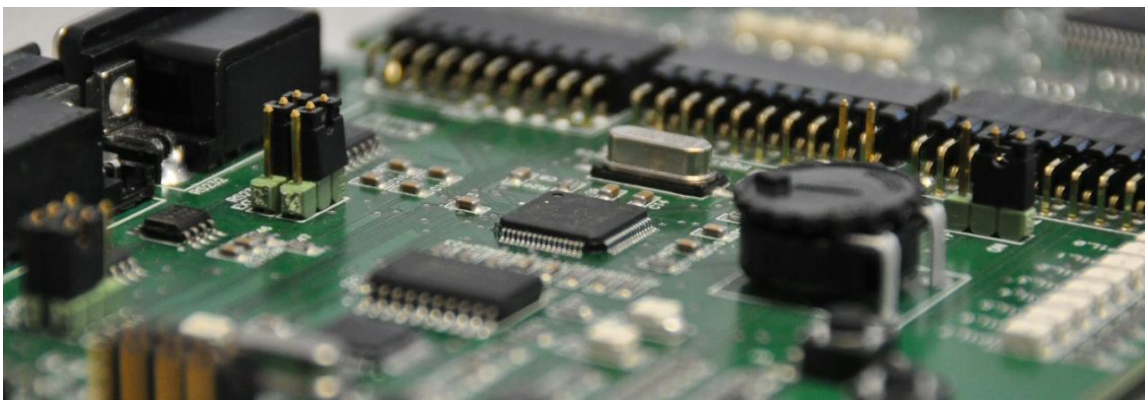
Steiermark & Kärnten

Automatisierungstechnik	Campus 02
Wirtschaftsinformatik	Campus 02
Elektronik & Technologiemanagement	FH Joanneum
Fahrzeugtechnik	FH Joanneum
Health Care Engineering	FH Joanneum
Luftfahrt	FH Joanneum
Medizinische Informationstechnik	FH Kärnten
Netzwerktechnik und Kommunikation	FH Kärnten
Systems Engineering	FH Kärnten
Elektrotechnik	TU Graz
Informatik	TU Graz
Softwareentwicklung Wirtschaft	TU Graz
Informatik	Universität Klagenfurt
Informationstechnik	Universität Klagenfurt

Tirol & Vorarlberg

Informatik	FH Vorarlberg
Mechatronik	FH Vorarlberg
Informatik	Universität Innsbruck
Mechatronik	Universität Innsbruck

In der Liste sind ausgelaufene bzw. umbenannte Studiengänge sowie Diplomstudiengänge welche ins Bachelor/Master-System umgestellt wurden nicht enthalten. Diese Studiengänge können natürlich auch die Zugangsvoraussetzung erfüllen sowie facheinschlägige Studienabschlüsse von ausländischen Hochschulen.



„Wenn Sie Fragen rund um das Masterstudium Embedded Systems haben, dann vereinbaren Sie doch einfach mit mir einen individuellen Beratungstermin...“

FH-Prof. DI Peter Balog
Studiengangsleiter
info.mes@technikum-wien.at
+43 1 333 40 77 – 262

