

## Inhalte des Informatikstudiums

Im Bachelorstudiengang Informatik werden neben aktuellen Themen grundlegende Konzepte und Methoden vermittelt.

Im Fokus der ersten beiden Studienjahre stehen die wichtigsten Informatikdisziplinen, die breit aufgestellt und aufeinander abgestimmt sind.

Im letzten Studienjahr können die Studierenden die Themenschwerpunkte individuell gestalten: Über 40 Wahlmodule erlauben Ihnen eine persönliche Profilierung und Vertiefung.



### Wahlmodule im Studiengang Informatik (Auszug)

**Für wichtige aktuelle Themen werden im letzten Studienjahr konsekutive Wahlpflichtmodule angeboten. Konsekutive Wahlpflichtmodule finden in aufeinanderfolgenden Semestern statt. Alle Wahlpflichtmodule werden jährlich überprüft und angepasst.**

#### **Advanced Software Engineering 1 und 2**

Im ersten Modul werden die zwei Kerndisziplinen Requirements Engineering und Softwarearchitektur im Software Engineering vertieft. Die Studierenden lernen, wie die Wünsche von Benutzern an neue Software ermittelt, kommuniziert und abgestimmt werden können und welche Softwarestrukturen (Prinzipien, Architektur und Design Patterns) sich zur Gestaltung komplexer Systeme anbieten.

Im zweiten Modul werden die zwei Kerndisziplinen Softwarekonstruktion und Softwaretest im Software Engineering vertieft. Die Studierenden lernen, mit welchen Methoden sie die Qualität erstellter Software steigern können. Weiter geht es darum, die Software nach ihrer Erstellung im Alltag zu pflegen und zu unterhalten (Maintenance und Operations). Die vermittelte Theorie wird an einer durchgängigen Fallstudie (Online-Auktionsplattform) diskutiert und angewendet. Dabei werden auch aktuelle Frameworks wie Spring Boot und Angular für Frontend- und Backend-Entwicklung eingeführt. Das erlernte Software Engineering Wissen kann durch drei internationale Zertifizierungen (IREB Certified Professional for Requirements Engineering, iSAQB Certified Professional for Software Architecture und ISTQB Certified Tester) für den Arbeitsmarkt ausgewiesen werden.



## School of Engineering

### Artificial Intelligence 1 und 2

Unterrichtssprache Englisch

Computergegner in Games, schnellste Routen im Navi, optimierte Flugpläne, Diagnoseunterstützung im Spital, Chatbots im Web – all diesen faszinierenden Anwendungen liegen Verfahren der «Künstlichen Intelligenz» (KI) zu Grunde. Es werden Verfahren betrachtet für die Lösung komplexer Problemstellungen aus dem Alltag, die zuvor nur der Mensch selbst lösen konnte – inkl. Deep Learning / Machine Learning. Zunächst wird der Werkzeugkasten an Methoden der künstlichen Intelligenz vorgestellt und wie man damit ein Problem nach dem anderen löst. Dann widmen wir uns der Frage, wie KI Systeme technisch gesehen fair und mit dem Menschen im Fokus entwickelt werden können, und wie speziell auf Basis neuronaler Netze generellere Problemlöser entwickelt werden können.

### Cloud Computing 1 und 2

Unterrichtssprache Englisch

Die Studierenden erlernen Konzepte und Anwendung von Infrastructure as a Service (IaaS) und die wichtigen Aspekte von Cloud Computing: Was definiert Cloud Computing? Welches sind die fundamentalen Konzepte? Welche Technologien werden eingesetzt? Welche Mehrwerte und welche Risiken sind damit verbunden?

Im zweiten Modul erlernen die Studierenden die wichtigen Aspekte um Applikationen als Service in der Cloud zu betreiben: Konzepte und Anwendung von Platform as a Service (PaaS). Was sind die fundamentalen Architekturen für Applikationen und Services in der Cloud? Welche Technologien werden eingesetzt? Welche Mehrwerte und welche Risiken sind damit verbunden?

### Communication Networks and Services 1 und 2

Unterrichtssprache Englisch

Das erste Modul behandelt die wesentlichen Aspekte privater und öffentlicher Kommunikationsnetze und vermittelt einen vertieften Einblick in die Internet-Protokolle und die Provider- und Corporate Network Welt. Einige Themen: Dynamische Routingprotokolle wie OSPF, EIGRP und ISIS; IPv6; Remote Access; IP Multicasting.

Das zweite Modul behandelt in einem ersten Teil Grundlagen, Dienste und Nutzung von Mobilfunknetzen und Wireless LANs im professionellen und privaten Umfeld. Interaktive Multimediadienste wie Voice over IP und Streaming Media Services werden ebenfalls betrachtet. Der zweite Teil befasst sich mit aktuellen Technologien aus den Bereichen Ethernet

und Switching, wie beispielsweise Data Center Bridging und dem Einsatz von Netzwerktechnik in der sogenannten OT (Operational Technologie) im industriellen Umfeld.

### Digital Health

Unterrichtssprache Englisch

Das Modul führt die Studierenden in Themen zu Digital Health ein und umfasst Technologien wie klinische Informationssysteme, elektronische Patientendossier, medizinische Bildgebung, Mobile Health (mHealth) und medizinische Entscheidungssysteme. Lerninhalte des Moduls sind Grundlagen und Trends in der Medizininformatik, um innovative Informatik-Projekte im Gesundheitswesen zu unterstützen.

### Digital Image Processing 1

Unterrichtssprache Englisch

Die Bildverarbeitung ist ein modernes Fachgebiet das sich einer rasch zunehmenden Nachfrage erfreut. Dieser Kurs vermittelt die Grundlagen von Techniken der Bildverarbeitung und deren Anwendung zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen.

### Digitale Signalverarbeitung 1

Das Modul vermittelt den Studierenden wie Digitalisierung und digitale Synthese analoger Signale, Analyse und Filterung digitaler Signale, Filterentwurf (IIR & FIR) und effiziente Implementationen im Zeit- und Frequenzbereich funktionieren.

### DotNet Technologie und Frameworks 1 und 2

.NET ist ein in der Industrie weitverbreitetes Framework für die Anwendungs- und Systementwicklung und die entsprechende Qualifikation wird in der Praxis gesucht. Sie beinhaltet einerseits die Programmiersprachen C# und VB.NET und andererseits die umfangreiche und ausgereifte Klassenbibliothek. Hinzu kommt die VisualStudio IDE, mit der effizient in verschiedenen Programmiersprachen und Architekturparadigmen entwickelt werden kann – von JavaScript bis C# und angefangen von einfachen Web Anwendungen bis hin zu Azure Cloud Services. Mit .NET Core werden auch nicht Microsoft Plattformen (z.B. Linux) unterstützt.



## School of Engineering

### **Einführung in die Quanteninformatik**

Diese Vorlesung vermittelt die physikalischen und mathematischen Grundkonzepte der Quanteninformatik und diskutiert wichtige Anwendungen der Quantenkryptographie und präsentiert Algorithmen des Quantencomputing. Darüber hinaus vermittelt die Vorlesung einen soliden Einstieg in die Quantenmechanik und diskutiert technische Fragen der Realisierung.

### **Embedded Software Engineering**

Embedded Systeme steuern technische Prozesse indem sie auf Ereignisse reagieren. Das Modul vermittelt einen systematischen Ansatz, um die Software für Embedded Systeme zu entwickeln. Es wird gezeigt, wie reaktive Systeme vollständig in UML (Unified Modeling Language) modelliert werden, um Codes für das Zielsystem zu generieren. Themen: Architektur und Vorgehen, Modellierung von reaktiven Systemen mit kooperierenden State-Machines, Verbindung des Embedded Systems mit den technischen Prozessen, Einhaltung von Echtzeitbedingungen.

### **Funktionale Programmierung**

Das Modul bietet eine Einführung in die Techniken und Paradigmen der funktionalen Programmierung. Der Fokus des Kurses liegt sowohl im Aufbau eines soliden theoretischen Fundaments wie auch auf der Betrachtung verschiedener Anwendungsszenarien der funktionalen Programmierung.

### **Game Development**

Game-Entwicklung umfasst Themen wie Spielmechanik, Level-Design, 2D und 3D Assets, Charakter-Design, Physiksimulation, sowie Sound-Effekte. In Übungen werden diese Themen mit Unity praktisch umgesetzt.

### **Höhere Analysis und Numerik**

Neben einer Einführung in die Funktionalanalysis und Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen (PDE) werden numerische Methoden zur Lösung von PDEs erarbeitet. Begleitend werden Anwendungen aus der Praxis des Ingenieurs vorgestellt. Anwendungsbezogene Projekte geben den Studierenden die Möglichkeit sich in ein Thema vertieft einzuarbeiten.

### **Information Engineering 1 und 2**

Wie macht man unstrukturierte Daten (natürlicher Text, aber auch Multimedia) nutzbar? Die Studierenden lernen die zugrunde liegenden Mechanismen im Detail kennen und wenden diese praktisch an. Es wird ergründet, wie diese Mechanismen in der Google Websuche, aber auch in Recommender-Services wie Netflix und Amazon zum Einsatz kommen. Zudem lernen Sie, wie strukturierte Daten aufbereitet, modelliert und für die Analyse bereitgestellt werden. Weitere Themen sind Aufbau und Nutzung von skalierbaren Analysesystemen mit Big Data-Technologie.

### **Internet of Things 1 und 2**

Unterrichtssprache English

Nach dem ersten Modul sollen die Studierenden in der Lage sein, Backbone-Systeme für das Internet der Dinge zu entwerfen und umzusetzen. Das Modul ist top-down strukturiert und führt von den relevanten Backbone-Architekturen, über die Netzwerkprotokolle bis zu nützlichen Dienstprogrammen. Weitere Themen: Protokolle für die Service Discovery und das Netzwerk-Management sowie die aktuellen Transfermechanismen. Den Abschluss bildet eine Einführung in die relevante Hardware, die im zweiten Modul verwendet wird.

Im zweiten Modul wird das Internet der Dinge aus der Sicht von auf ressourcenbeschränkten, eingebetteten Systemen behandelt. Der Fokus liegt auf den Hardware- und Software-Herausforderungen bei deren Umsetzung. Das Material wird durch verschiedene reale Anwendungsbeispiele ergänzt in Bereichen wie zum Beispiel Gebäudeautomation, Wearables, medizinische Anwendungen, Sensorik und Umwelt etc.

### **Kryptologie**

In diesem Modul werden die grundlegenden Algorithmen moderner Verschlüsselungsverfahren aus mathematischer Sicht erkundet. Dabei liegt ein grosses Gewicht auch auf der experimentellen Seite: Innerhalb eines Java-Frameworks können die Algorithmen selbst implementiert werden. Dabei erleben die Studierenden zum Beispiel, was es in punkto Laufzeit heisst,



## School of Engineering

Primzahlen mit einer Bitlänge von 2000 Bit zu generieren oder Zahlen dieser Grössenordnung zu potenzieren.

### Microcomputer Systems 1 und 2

Microcontroller steuern und regeln über Sensoren und Aktoren unzählige Bereiche unseres Lebens. Asynchrone Ereignisse von verschiedenen Schnittstellen müssen rechtzeitig und energieoptimiert verarbeitet werden. Das erste Modul vermittelt Hardware- und Software-Techniken, um solche Systeme erfolgreich zu realisieren.

Heutige eingebettete Systeme verfügen über leistungsfähige Multicore Prozessoren mit GPU, DSP, Memory Management, Hardware Video Codecs und performanten Eingabe- und Ausgabe-Schnittstellen: Man spricht von Hybriden Multicore Prozessoren, deren Programmierung besondere Herausforderungen bezüglich Echtzeitfähigkeit und Prozessorauslastung erfordert. Dies ist das Thema des zweiten Moduls. Um die umfangreichen Open Source Software Ressourcen zu nutzen, bietet sich Linux als Programmierplattform an.

### Mobile Applications 1 und 2

Neben den Eigenschaften und Möglichkeiten der wichtigsten Mobilplattformen liegt der Fokus im ersten Modul auf dem Entwerfen der Benutzerschnittstellen mobiler Applikationen und dem Umsetzen der Applikationen im Web sowie auf einer der vorherrschenden Mobilplattformen (aktuell Android). Ausserdem werden aktuelle Entwicklungen im Mobilbereich vorgestellt und diskutiert.

Themen des zweiten Moduls sind das Entwickeln nativer Applikationen für eine weitere Mobilplattform (derzeit iOS) und Möglichkeiten plattformübergreifender Entwicklung (derzeit React Native).

### Moderne Physik

Der Kurs führt in die Entwicklungen der Physik seit 1900 ein: Relativitätstheorie, Atomphysik, Strahlungsgesetz, Quantenmechanik, Kern- und Teilchenphysik, Kosmologie. Die Vorlesung wird begleitet durch zahlreiche Vorlesungsexperimente und interaktive Aufgaben auf Moodle.

### Multicore und Parallel Computing

Unterrichtssprache Englisch

Multicore Prozessoren finden Anwendungen in Applikationen von Embedded Systemen bis hin

zu Grids und Cluster. Dieses Modul untersucht die entsprechenden Architekturen und deren strukturierte Programmierung mittels Patterns. Unter Verwendung von Linux und Zephyr nehmen wir zur Erläuterung diverse Problemstellungen aus der Industrie, nämlich Embedded Systeme, Digitale Signal- bzw. Bildverarbeitung, Internet of Things, neurale Netzwerke und die wissenschaftliche Programmierung. Als Übungsplattformen setzen wir GPUs, DSPs, FPGAs und leistungsfähige Multicore Architekturen ein.

### Natural User Interfaces

Natural User Interfaces (NUI) sind Benutzerschnittstellen, die möglichst natürlich bedient werden können. Das heute am meisten verbreitete NUI ist die touch-basierte graphische Benutzerschnittstelle, die heute auf fast allen mobilen Geräten anzutreffen ist. In diesem Modul lernen die Studierenden, wie sie ein NUI mit guter Usability und User Experience nutzerzentriert entwerfen, basierend auf einem vorgegebenen Framework implementieren und bezüglich Usability testen.

### Operations Research

Operations Research beschäftigt sich mit quantitativen Modellen und Methoden zur Optimierung von Problemstellungen aus Wirtschaft, Industrie und Verkehr. Der Kurs gibt einerseits Einblick, wie eine Vielfalt von Entscheidungsproblemen aus der Praxis als mathematische Optimierungsmodelle formuliert werden können. Andererseits werden Kenntnisse und theoretische Grundlagen einiger wichtiger Lösungsmethoden vermittelt. Im ersten Teil gibt das Modul eine Einführung in die Lineare und Ganzzahlig-lineare Optimierung. Der zweite Teil ist den Grundlagen der Optimierung in Graphen gewidmet.

### Optimierungsmethoden in Informatik

Betriebliche Entscheidungsprobleme auf strategischer und operativer Ebene weisen heutzutage oft eine Komplexität auf, welche nur mit Hilfe leistungsfähiger Softwareinstrumente bewältigt werden kann. Häufig müssen hochdimensionale diskrete Optimierungsprobleme mit einer Vielzahl betrieblicher Nebenbedingungen gelöst werden, deren Modellierung anspruchsvoll ist und deren algorithmische Bearbeitung an die Grenzen der Machbarkeit stösst. Zur Lösung solcher Probleme stehen zwei grundsätzlich verschiedene methodische Ansätze zur Verfügung: Die Entwicklung problemspezifischer



## School of Engineering

(Meta-)Heuristiken und die mathematische Modellierung mittels Integer Linear Programming (ILP). Nach einer Einführung in die Grundlagen der Optimierungsmethoden werden verschiedene Algorithmen im Detail besprochen und deren Entwicklung und Umsetzung anhand von Anwendungsbeispielen gezeigt. Insbesondere wird ein vertiefter Einblick in die ILP-Modellierung gegeben, welche zu den erfolgreichsten quantitativen Methoden in der betrieblichen Prozessoptimierung zählt.

### **Predictive Analytics**

Einführung in Regressions-, Klassifikations- und Zeitreihenmodelle zur Mustererkennung in historisierten Daten, die zur Vorhersage zukünftiger Ereignisse eingesetzt werden. Das Wahlmodul basiert auf der Statistik-Software R.

### **Programmiersprachen und -Paradigmen**

Ziel dieses Moduls ist es, die wichtigsten Programmierparadigmen wie objektorientierte, logische und funktionale Programmierung zu verstehen und zu wissen, wie diese Paradigmen in einigen ausgewählten Programmiersprachen eingesetzt werden.

### **Rapid Software Prototyping for Engineering Science**

Unterrichtssprache Englisch

In diesem Modul werden Tools und Techniken für die schnelle Entwicklung von Softwaresystemen ohne Programmierkenntnisse vermittelt. Sie lernen die wichtigsten Merkmale geeigneter Tools, die in der Praxis eingesetzt werden, kennen. Das erworbene Know-how wird genutzt, um in Praktika konkrete Anwendungsfälle aus verschiedenen Bereichen wie Informatik, Maschinenbau und Management zu lösen.

### **Robotic Applications Programming**

Unterrichtssprache: Englisch

In diesem Modul lernen die Studierenden Roboteranwendungen über das ROS-Framework zu entwickeln. Nach einer allgemeinen Einführung in die Robotik und ihre Anwendung konzentrieren wir uns auf die Fähigkeiten der Robotik (z. B. Simulation, Positionierung, Kartierung, Navigation, Vision, Greifen). Für jede dieser Fähigkeiten stellen wir die theoretischen Grundlagen und algorithmischen Lösungen vor und geben Einblicke in konkrete Softwareimplementierungen und deren Verwendung. Im Kurs wird der gesamte Lebenszyklus einer Roboter-

anwendung abgedeckt. In den Praktika werden die Lehrinhalte auf simulierter / realer Hardware angewendet.

### **Safety and Systems Engineering**

Unterrichtssprache: Englisch

Diese Veranstaltung führt in die wichtigsten Konzepte und Methoden der sicherheitsgerichteten Produktentwicklung mit Ansätzen des Systems Engineering ein. Dabei liegt der Fokus auf der Entwicklung von elektrischen, elektronischen und programmierbar elektronischen Systemen.

### **Scientific Computing**

Unterrichtssprache Englisch

Zusätzlich zu Theorie und Experiment hat sich das wissenschaftliche Rechnen als dritter Ansatz etabliert, offene Fragen der Wissenschaft und Technik zu lösen. Die verwendeten Methoden bestehen unter anderem aus mathematischer Modellierung, Optimierung, Simulation, Datenauswertung und Visualisierung. Das Modul liefert eine Einführung in wissenschaftliches Rechnen und dessen Anwendung auf relevante Beispiele für Studierende der Informatik.

### **Serverless and Cloud Application Development**

Unterrichtssprache Englisch

Serverlose und cloud-native Anwendungen und Dienste entwickeln - Wie macht man das? Dieses Modul erläutert, welche Software-Artefakte man dafür benötigt, wie man deren Qualität sowohl einzeln als auch in Kompositionen sicherstellt und wie man letztlich eigene Mikrodienste und APIs auf Cloud-Plattformen im Internet anbieten kann.

### **Software and System Security 1 und 2**

Unterrichtssprache Englisch

Ohne sichere Software und Systeme wären viele Internet-basierte Dienste und mobile Apps gar nicht denkbar, weil die Risiken für Anbieter und Anwender viel zu hoch wären – z.B. e-Banking, e-Shopping und Bezahlsysteme auf dem Smartphone. Im ersten Modul lernen die Studierenden, wie man Bedrohungen und mögliche Attacken auf ein Softwaresystem identifiziert und darauf basierend die Software so konzipiert und entwickelt, dass sie sicher ist. Des Weiteren geht es darum, Verwundbarkeiten in Software selbst aufzuspüren und auszunutzen, denn sichere Software kann man nur dann entwickeln, wenn man die Angriffsmöglichkeiten versteht und über Hacking-Skills verfügt.



## School of Engineering

Im zweiten Modul liegt der Fokus auf der IT-Infrastruktur als Ganzes. Die Studierenden erwerben Wissen und Fähigkeiten, die für die Sicherung und Prüfung von Informationssystemen zentral sind. Neben dem Sinn und Zweck von Information Security Management Systemen (ISMS) und der Kenntnis der Bedrohungslandschaft, stehen insbesondere auch die Themen Penetration-Testing und Exploitation sowie Malwaretechnologien auf dem Programm. Auf Verteidigerseite lernen sie mehr über die Funktionsweise und die Grenzen von Anti-Malware Technologien und «Security Information Event Management» (SIEM) Systemen und über die Herausforderungen und Chancen bei der Nutzung und Absicherung von mobilen Plattformen.

### System on Chip Design

#### Unterrichtssprache Englisch

Beim SoC-FPGA (System on Chip-FPGA) sind im Gegensatz zum reinen Mikroprozessor auch frei programmierbare Logikzellen (Logik, Speicher, Rechenwerke) enthalten. Mit diesen Logikzellen können sehr schnelle kundenspezifische Prozessorperipherie aufgebaut werden. Die Prozessorkerne im SoC-FPGA sind 32/64-bit Multicore (Dual- oder Quad Core) ARM Prozessoren (bis zu A72), die sich über Brücken mit den programmierbaren Logikzellen verbinden lassen. Nach Abschluss dieses Moduls sind Sie befähigt mit SoC-FPGA zu entwickeln. In den Vorlesungen und Laborübungen werden die Portierung eines U-Boot Bootloaders für Yocto-Linux, FPGA-Architekturentscheidungen, die Anbindung von Peripherie (DDRAM und Transceiver), Timing Design, Stromversorgung und Layout besprochen und geübt.

### Visual Computing 1 und 2

Visual Computing setzt sich aus den zwei Themen Computergraphik und Computer Vision zusammen. Computergrafik befasst sich mit der Erzeugung von Bildern, wohingegen Computer Vision ein Bild analysiert und «erkennt» was darauf zu sehen ist.

Das erste Modul führt die Studierenden ein in 2D- und 3D-Computergrafik, Datenvisualisierung, 3D-Modellierung, Web-basierte 2D- und 3D-Anwendungsentwicklung, Segmentierung von Bildern, Bildanalyse, Bewegungserkennung und Objekterkennung.

Das zweite Modul vertieft Themen zu OpenGL/ WebGL- und GPU-Shader-Programmierung, 3D-Interaktion und Computer-Animation, 3D Rekonstruktion von Objekten anhand von Bildern,

Kameramodelle, Marker- versus Feature-based Tracking, Virtual Reality und Augmented Reality.

**Die Liste wird laufend angepasst. Bestimmte weitere Module aus anderen Studiengängen sind auch wählbar.**

#### Kontakt

##### Bei inhaltlichen Fragen

Prof. Dr. Olaf Stern  
Leiter Studiengang Informatik  
+41 (0) 58 934 82 51  
olaf.stern@zhaw.ch

##### Bei administrativen Angelegenheiten

Sekretariat Bachelorstudium  
ZHAW School of Engineering  
Technikumstrasse 9  
8400 Winterthur  
+41 (0) 58 934 45 45  
it.engineering@zhaw.ch

Stand Oktober 2021, Änderungen vorbehalten