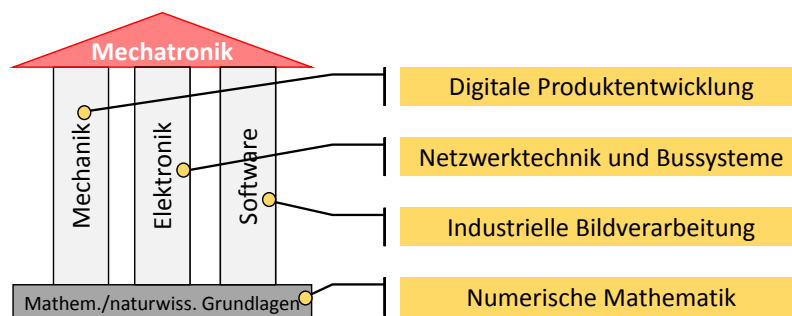


Übersicht der Modulinhalte

Dieses Dokument stellt die Modulinhalte des Masterstudiengangs „Mechatronik – Systems Engineering“ im Überblick dar. Ungefähr die Hälfte der Lehrveranstaltungen greift wichtige aktuelle Themen aus den „Säulen“ der Mechatronik auf oder vertieft spezielle Anwendungsfelder. Die andere Hälfte der Module befasst sich mit dem interdisziplinären „Dach“ der Mechatronik. Konkret bietet der Studiengang folgende Inhalte:

Vertiefung von Mechanik, Elektronik, Software

Der erste Block von Modulen befasst sich mit wichtigen Themen aus „Säulen“ und „Fundament“ der Mechatronik:



Systemingenieure entwickeln Produkte, die am Ende unterschiedlichsten Anforderungen genügen müssen. In diesem Zusammenhang werden Geometrie und Werkstoffe simuliert, bis schließlich das Optimum gefunden ist. Das Modul „Digitale Produktentwicklung“ (Prof. Dr. Ulrich Schmitt und Prof. Dr. Uwe Berger) fokussiert auf

- Finite Elemente Simulation mit Nichtlinearitäten
- Additive Fertigungsverfahren / Rapid Manufacturing
- Optimierungsstrategien

Der Systemingenieur stellt mit Hilfe der Vernetzung die Möglichkeit her, dass die Teilsysteme miteinander kommunizieren und damit interagieren können. Das Modul „Netzwerktechnik und Bussysteme“ (Prof. Dr. Marcus Liebschner) zeigt die Strukturierung eines Kommunikationssystems. Behandelt werden u.a.:

- Alle Aspekte der physikalischen Datenübertragung zwischen Teilsystemen
- Sichere Datenübertragung zwischen Teilsystemen
- Physikalischer Aufbau und Funktionsweise von Netzwerken

Die industrielle Bildverarbeitung (maschinelles Sehen) ist eine moderne Schlüsseltechnologie, die in der kamerabasierten Messtechnik und Sensorik eingesetzt wird. Aktuelle Anwendungsgebiete sind z.B. automatische Sichtprüfungen, kamerabasierte Fahrerassistenzsysteme und Robotik. Das Modul „Industrielle Bildverarbeitung“ (Prof. Dr. Alexander Hornberg) behandelt u.a. folgende Themen:

- Elektrooptische Bildaufnahme
- Welche Informationen stecken wo im digitalen Bild?
- Bildverarbeitung und Bildanalyse

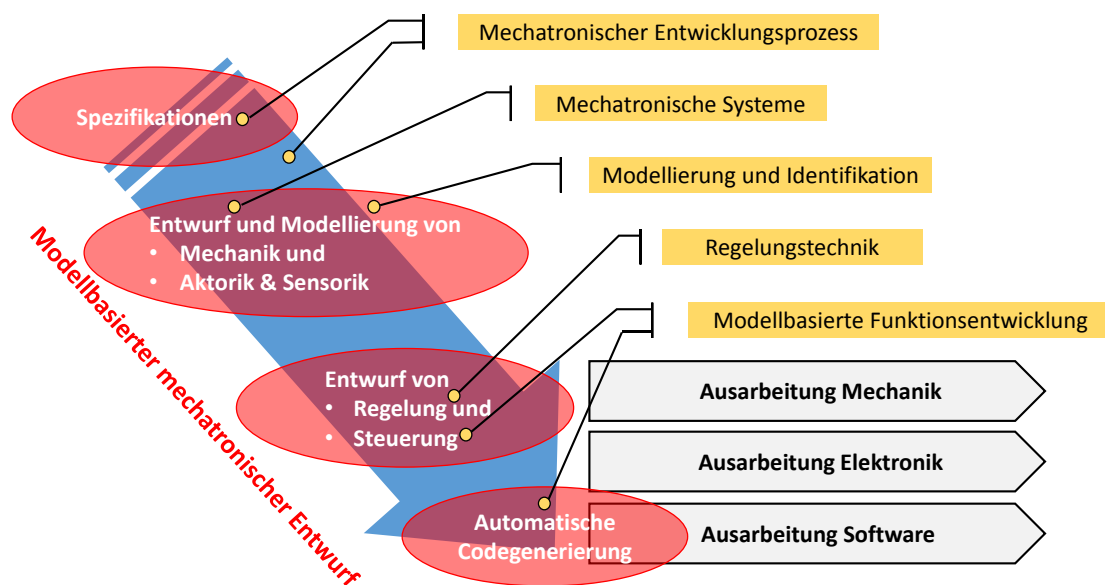
Masterstudiengang Mechatronik – Systems Engineering

In der Vorlesung „Numerische Mathematik“ (Prof. Dr. Joachim Gaukel) werden die mathematischen Grundlagen vermittelt, die für den modellbasierten Entwurf mechatronischer Systeme benötigt werden. Neben der Lösung von linearen und nichtlinearen Gleichungen, die für die industrielle Bildverarbeitung zentral sind, spielt die numerische Simulation dynamischer Systeme eine zentrale Rolle. Hier steht neben den theoretischen Grundlagen die Anwendung von verschiedenen Verfahren anhand praktischer DGL-Systeme im Vordergrund. Die Inhalte in der Übersicht:

- Grundlagen der Numerik, Lösung von linearen und nichtlinearen Gleichungssystemen
- Numerische Differentiation und Integration, Interpolation und Extrapolation
- Simulation von Systemen aus Differentialgleichungen zur Beschreibung dynamischer Systeme

Modellbasierter mechatronischer Entwurf

Den Kern des Curriculums bilden die Lehrveranstaltungen, die sich mit dem interdisziplinären „Dach“ der Mechatronik befassen. Diese Veranstaltungen basieren auf dem Ansatz des *modellbasierten mechatronischen Entwurfs*.



Die Entwicklung mechatronischer Systeme erfordert eine domänenübergreifende, modellbasierte Entwurfsmethodik. Im Modul „Mechatronischer Entwicklungsprozess“ (Prof. Dr. Wolf-Dieter Lehner, Prof. Dr. Ralf Rothfuß) wird diese Entwurfsmethodik anhand von konkreten Fallstudien in Simulation und Experiment vertieft. Der systematische Umgang mit Spezifikationen für mechatronische Systeme und insbesondere den Anforderungen an die Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme fließt in die Entwurfsmethodik ein. Auf folgende Aspekte wird näher eingegangen:

- Regelungstechnische Modellierung für unterschiedliche mechatronische Domänen (Elektrotechnik, Pneumatik, Hydraulik, Mechanik)
- Modellbasierter Entwurf von Steuerungen und Zustandsregelungen zur Trajektorienfolge für nichtlineare Systeme
- Modellbasierte Analyse und Zustands- und Parameterschätzung

Masterstudiengang Mechatronik – Systems Engineering

Mechatronik-Systemingenieuren stellt sich häufig die Frage, wie die Mechanik eines geregelten Systems gestaltet werden muss, um am Ende ein performantes Gesamtsystem zu erhalten. Im Modul „Mechatronische Systeme“ (Prof. Dr. Arif Kazi) stehen die relevanten Eigenschaften der Komponenten eines mechatronischen Regelkreises und ihre Wechselwirkungen im Vordergrund. U.a. werden behandelt

- Nachgiebigkeiten, Reibung und Spiel in der Mechanik
- Anordnung von Aktoren und Sensoren im Gesamtsystem
- Anschauliche Interpretation der Wirkung von Reglerparametern

Die signalflossorientierte Modellbildung der relevanten Komponenten ist eine Grundvoraussetzung für die rechnergestützte Entwicklung eines mechatronischen Systems. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die physikalische und mathematische Beschreibung der nichtlinearen und dynamischen Eigenschaften von schnell bewegten mechanischen Strukturen und Handlingsystemen dar. Im Modul „Modellbildung und Identifikation“ (Prof. Dr. Gerd Wittler) werden die vielfältigen Möglichkeiten zur Implementierung und systematischen Analyse der Systemmodelle mit einem Simulationsprogramm behandelt:

- Signalflossorientierte Modellbildung mechatronischer Systeme
- Modellierung dynamischer Handling-Systeme
- Praktische Anwendung numerischer Integrationsverfahren

Gegenstand des Moduls „Regelungstechnik“ (Prof. Dr. Wolf-Dieter Lehner, Prof. Dr. Ralf Rothfuß) sind Analyse- und Entwurfsverfahren für komplexe mechatronische Systeme. Diese Systeme erfordern eine dömänen- und systemübergreifende Modellierung. Mit Hilfe der Systemmodelle werden Regler und Beobachter zur Arbeitspunktstabilisierung und Trajektorienfolge entworfen (modellbasierter Regler- und Beobachterentwurf). Im Einzelnen werden folgende Themen betrachtet:

- Zustandsdarstellung linearer zeit(in)varianter Mehrgrößensysteme
- Stabilität und Steuerbarkeit linearer Systeme, Reglerentwurf für Trajektorienfolge
- Beobachtbarkeit und Beobachterentwurf für lineare Systeme

Mechatronische Systeme müssen vielfältige Aufgaben und Funktionen in Maschinen, Geräten oder auch Fahrzeugen übernehmen. Dabei spielt das Steuer/Regelgerät die zentrale Rolle der Informationsverarbeitung, welche sich von der Steuerung/Regelung über die Kommunikation bis hin zur Fehlerdiagnose erstreckt. Im Modul „Modellbasierte Funktionsentwicklung“ (Prof. Dr. Jürgen Baur) werden ausgehend vom Systemmodell diese Funktionen mittels Autocodegenerierung für SPS-Steuerungen (Maschinenbau/Fertigungstechnik) wie auch für elektronische Steuergeräte (Automobilbereich) realisiert.

- Modellbildung des mechatronischen Gesamtsystems
- Zustandssteuerungen und PID-Regelungen mit Festkomma-Arithmetik
- Autocodegenerierung für SPS und ECU (SCL- und C-Code)

Masterstudiengang Mechatronik – Systems Engineering

Mechatronische Anwendungen (Wahlpflicht)

Mobile Robotersysteme stellen eine interessante Anwendung komplexer mechatronischer Systeme dar. Im Modul „Mobile Robotersysteme“ (Prof. Dr. Stefan Hörmann) stehen Verfahren und Algorithmen im Mittelpunkt, die solchen Robotersystemen Leben einhauchen. Es werden folgende Kernaspekte mobiler Robotersysteme behandelt:

- Sensorsignalverarbeitung und Sensorfusion
- Fahrweg- und Hinderniserkennung
- Prinzipien der Roboterbewegung und -koordination

Bei der Entwicklung mechatronischer Systeme für die Medizintechnik müssen frühzeitig zugehörige Richtlinien und Normen in der Entwicklung berücksichtigt werden. Damit wird sichergestellt, dass das System eine Zulassung erhält und den gewünschten Nutzen mit einem vertretbaren Risiko erbringt. Das Modul „Entwicklung medizintechnischer Systeme“ (Prof. Dr. Markus Glaser) behandelt folgende Themen:

- Übersicht der Richtlinien und Normen zur Entwicklung von medizinischen Systemen
- Methoden zur Entwicklung von hochzuverlässigen und sicheren mechatronischen Systemen
- Aufgaben und Verantwortung des Systemingenieurs in der Medizintechnik