

## MODULBESCHREIBUNGEN

### Advanced Polymer Chemistry

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden erwerben hochspezialisierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Makromolekularen Chemie und können nach positiver Absolvierung des Moduls:

- Polymere mit einem gewünschten Eigenschaftsprofil (z.B.: Thermoplaste, Elastomere, Duromere) durch Auswahl der hierfür erforderlichen Polymerisationstechnik designen und herstellen
- die Herstellung und die Struktur von Kunststoffen beschreiben und analysieren
- Verfahren zur physikalisch/chemischen Charakterisierung von Polymeren (spektroskopische und chromatographische Verfahren, Viskosimetrie) anwenden
- Korrelationen zwischen der Reaktionsführung und den Materialeigenschaften des erhaltenen Produktes aufstellen und die Ergebnisse interpretieren

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlegende Kenntnisse in der Organischen und Makromolekularen Chemie sowie das Beherrschen einfacher Laboratoriumstechniken

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** 24

### Advanced Polymer Physics

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

- Vertiefte Kenntnisse der Polymerphysik auf der Grundlage neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse
- Hochspezialisiertes Wissen hinsichtlich der Gestaltung und Anpassung von Eigenschaften und Leistung von Kunststoffen (inkl. Komponenten und Bauteilen)
- Spezialisierte Fähigkeiten zur Vorhersage grundlegender Polymereigenschaften auf Basis von Strukturparametern
- Kritisches Bewusstsein für die Variabilität von Polymereigenschaften in Abhängigkeit von äußeren Faktoren und Stimuli

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Inhalte der Lehrveranstaltungen Grundlagen der Polymerphysik, Angewandte Polymerphysik, Grundlagen der Werkstoffe 2, Makromolekulare Chemie, Organische Chemie

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** 30

## Structural Modeling and Simulation

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- ein technisches Problem genau definieren
- geeignete analytische und numerische Modelle für ein technisches Problem finden
- verschiedene Modellierungsansätze (analytisch, numerisch) zu bewerten
- adäquate Materialmodelle für realistische technische Probleme auswählen und anwenden
- geeignete Experimente zur Validierung theoretischer Modelle zu planen

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlagen der Finiten Elemente, Umgang mit der FEM-Software Abaqus CAE, Grundlagen zu elastischen, viskoelastischen, elasto-plastischen und hyperelastischen Materialmodellen, Grundverständnis der Mechanik von Verbundwerkstoffen (mikromechanische und homogenisierte Betrachtung), Grundkenntnisse zu Kontakt und Reibung. Siehe Inhalte der folgenden Kurse:

- Mechanik der Kunststoffe (Polymere)
- Mechanik der Verbundwerkstoffe
- Finite-Elemente-Methode für KT (Finite Elemente Methode für KT)

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenanzahl:** keine

## Lab in Processing of Polymers and Composites

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

In diesem Praktikum erwerben die Studierenden fortgeschrittene praktische Kenntnisse über verschiedene Polymer- und Verbundwerkstoff-Verarbeitungstechniken mit dem Ziel, diese Techniken, die Unterschiede und die Anwendbarkeit dieser Technologien tiefgehend zu verstehen und praktische Erfahrungen im Labor zu sammeln.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls werden die Studierenden befähigt sein

- die spezifischen Prinzipien der verschiedenen Verarbeitungstechniken und die damit verbundenen Anwendungen und Herausforderungen auf wissenschaftlichem Niveau zu erklären
- die gängigsten Polymerverarbeitungsmaschinen und Messgeräte auf fortgeschrittenem Niveau zu bedienen
- einen strukturierten Versuchsbericht über eine ausgewählte Polymerverarbeitungstechnologie nach den Standards des wissenschaftlichen Schreibens zu verfassen
- eine ausgewählte Polymerverarbeitungstechnologie in einer professionellen Präsentation den anderen Studierenden und Lehrenden vorzustellen

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

- Grundlegendes Schlüsselwissen, Fähigkeiten und Kompetenzen für Ingenieur\*innen (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik)
- Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen in digitalen Wissenschaften und Statistik

- Chemische und werkstoffphysikalische Grundlagen von Polymeren
- Basiswissen zu Konstituenten, Materialien und Verarbeitungstechnologien zur Herstellung von Bauteilen aus Kunststoffen und Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen.

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenanzahl:** 30

### Polymer Sustainability

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

- kritisches Bewusstsein für die Komplexität der Nachhaltigkeit von Kunststoffen und die damit verbundene Vielfalt an Perspektiven und Emotionen
- Spezialisierte Fähigkeiten zur kritischen Reflexion und Bewertung der Chancen und Herausforderungen von Kunststoffen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung
- Hochspezialisierte Kompetenzen in Bezug auf die Entwicklung zukünftiger Kunststoffmaterialien, -produkte und -prozesse unter dem Gesichtspunkt des Green Engineering und der Nachhaltigkeit

#### Erwartete Vorkenntnisse:

Inhalte der Lehrveranstaltung Grundlagen der Werkstoffe 2

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenanzahl:** keine

### Digital Skills in Polymer Science

**Regelarbeitsaufwand:** 5,05 ECTS

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- die grundlegende Syntax und verschiedene Datentypen in Python verstehen und korrekt anwenden
- Datenprinzipien und Herausforderungen im Zusammenhang mit Werkstoffdaten benennen und mit Beispielen erklären
- Daten aus Werkstoffdatenbanken extrahieren
- Python-Bibliotheken für die wissenschaftliche Datenanalyse einsetzen
- Skripte zur automatischen Auswertung und Visualisierung großer Datensätze für den Einsatz in Abschlussarbeiten und wissenschaftlichen Veröffentlichungen schreiben
- Maschinelle Lernalgorithmen, die in der Polymerwissenschaft verwendet werden, erklären und deren Eignung für konkrete Anwendungen bewerten
- maschinelle Lernalgorithmen und Auswertungsverfahren auf Problemstellungen aus der Kunststofftechnik anwenden.

#### Erwartete Vorkenntnisse:

Grundkenntnisse von Werkstoffen und ihren Eigenschaften sowie Erfahrung mit einer Programmiersprache.

Grundkenntnisse in Polymerverarbeitung, Polymerphysik, Polymer Chemie und Mechanik der

Polymere (siehe vertiefende Lehrveranstaltungen im Kunststoffzweig des Bachelor Materialwissenschaft und Werkstofftechnologie).

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

Science and Responsibility

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

- Hochspezialisiertes Wissen zur Durchführung komplexer wissenschaftlicher Forschung, einschließlich der Definition von Forschungsfragen, der Sichtung und kritischen Bewertung wissenschaftlicher Literatur, der Entwicklung eines geeigneten Forschungsprogramms für die Masterarbeit, der kritischen Auswertung und Präsentation der erzielten Ergebnisse, des wissenschaftlichen „story telling“ und der korrekten Zitierung von Literatur
- Kritisches Bewusstsein für gute wissenschaftliche Praxis, korrekte Zitierweise und Vermeidung von Plagiaten als solide Grundlage für wissenschaftliches Arbeiten
- Spezialisierte Fähigkeiten und Verantwortlichkeiten für die Gestaltung, Vorbereitung und Verteidigung wissenschaftlicher Arbeiten und Publikationen, die die Ergebnisse und Schlussfolgerungen komplexer Forschungs- und Entwicklungsaufgaben präsentieren und diskutieren.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

- Grundlegendes Schlüsselwissen, Fähigkeiten und Kompetenzen für Ingenieur:innen (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik)
- Wissen Fähigkeiten und Kompetenzen in den digitalen Wissenschaften und der Statistik
- Grundlagen der Materialwissenschaften von Metallen, Keramiken, Halbleitern und Polymeren
- Erste Erfahrungen in der Durchführung wissenschaftlicher Forschung

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

## Technical Biopolymers

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

- Hochspezialisiertes Wissen, das mit den neuesten Erkenntnissen auf dem Gebiet der technischen Biopolymere verknüpft ist und die Grundlage für innovative Ansätze und Forschungsideen schafft
- Kritisches Bewusstsein für Wissensfragen auf dem Gebiet der technischen Biopolymere, einschließlich der derzeitigen Grenzen ihrer Anwendbarkeit, ökologischer Aspekte und zukünftiger Potenziale
- Spezialisierte Fähigkeiten zur Entwicklung von strategischen Ansätzen und Ideen zur Durchführung komplexer Forschungs- und Entwicklungsaufgaben

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Inhalte der Lehrveranstaltungen

- Grundlagen der Polymerphysik
- Angewandte Polymerphysik
- Grundlagen der Werkstoffe 2
- Makromolekulare Chemie

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** 25

## Polymers in Medical Devices

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden erwerben ein hoch spezialisiertes Wissen im Bereich der Additiven Fertigung von Medizinprodukten.

Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltung können die Studierenden:

- Anforderungsprofile von Kunststoffen in unterschiedlichen Bereichen der Medizintechnik erstellen
- die Prinzipien und Funktionsweise gängiger Additiver Druckverfahren erklären
- die Prinzipien und Funktionsweise chemischer Analysenmethoden wie HPLC-MS, GC-MS und ICP-MS erklären
- die Mechanismen der Photopolymerisation (radikalisch) erklären und darstellen
- die Verfahren und Methoden zur Bestimmung der Biokompatibilität von Medizinprodukten erklären
- die Auswahl von Additiven Verfahren sowie Materialien für die Fertigung von Medizinprodukten vornehmen

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Makromolekularen

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

## Chemistry of Biobased Materials

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden erwerben ein hochspezialisiertes Wissen über die physikalischen und chemischen Grundlagen zur Erzeugung und Formulierung biobasierender Werkstoffe. Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- abschätzen zu können, welche "klassischen" Kunststoffe durch Kunststoffe auf Basis von Biopolymeren oder biobasierten Polymeren ersetzt werden können
- Struktur-, Eigenschaftsbeziehungen biobasierter Kunststoffe abzuleiten
- Herstellungsprozesse und Verarbeitungsmethoden von biobasierten Polymeren zu beschreiben, richtig auszuwählen und anzuwenden
- Nachbehandlungs- und technische Prüfverfahren anzuwenden
- Die Studierenden besitzen einen tiefen Einblick in die Möglichkeiten des chemischen, stofflichen und mechanischen Recyclings biobasierter Kunststoffe und haben die Möglichkeit, einen direkten Einblick in die industrielle Welt zur Illustration des Lehrstoffes zu erlangen

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlegende Kenntnisse der Organischen und der Makromolekularen Chemie sowie der Verarbeitung und Prüfung von Polymeren

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

## Applied Rheology of Polymers

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen der Rheologie erklären
- die verschiedenen Rheometer erklären und sie für die verschiedenen Anforderungen auswählen und die Vor- und Nachteile definieren
- die Grundlagen, Anwendungen und Unterschiede zwischen Scherrheologie und Dehnrheologie analysieren
- die verschiedenen Tensoren und den Zusammenhang mit dem Stoffgesetz erklären
- die Auswirkungen der Normalspannungen darstellen
- die wichtigsten Strömungsarten darstellen und beschreiben
- typische Fließ- und Viskositätskurven fließfähiger Systeme darstellen, erklären und Kurven aus der Praxis zeichnen
- die Bauarten und das Messprinzip von Hochdruckkapillarrheometern darstellen und erklären
- die Berechnungsgrundlagen für Newtonsche und wandhaftende Fluide erklären
- nach den Auswerteschritten bei strukturviskosen Fluiden rechnen
- die Korrekturen nach Weißenberg/Rabinowitsch und Bagley anwenden
- die Bauarten und das Messprinzip von Rotations-Schwingungsrheometern erklären
- die Berechnungsgrundlagen für Kegel/Platte- und Platte/Platte-Rheometer damit Berechnungen durchführen
- die fundamentalen Abläufe der Oszillationsmessungen erläutern
- die Oszillationsmessungen je nach Anwendungsgebiet anwenden und die Ergebnisse interpretieren

- die Berechnungsgrundlagen für repräsentative Viskosität erklären und damit Berechnungen durchführen
- verschiedene Ansätze für die Viskosität erklären und diese anwenden
- die Cox-Merz Regel erklären und anwenden
- die Fehlereinflüsse bei den Messungen mit dem Kapillarrheometer erklären
- die Methoden zur Bestimmung der Druckabhängigkeit der Viskosität bei den Messungen mit dem Kapillarrheometer erklären und diese anwenden
- das Prinzip der Temperaturverschiebung für die Fließ- und Viskositätskurve erläutern
- Ansätze für die mathematische Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Viskosität anwenden
- die Temperaturverschiebung der Viskositätskurve berechnen
- die Bedeutung der Begriffe Rheopexie und Thixotropie erklären und beschreiben
- praktische Anwendungsbeispiele für zeitabhängige Viskosität erklären und beschreiben
- den Einfluss der mittleren Molmasse und Molmassenverteilung auf die Viskosität erklären und beschreiben
- den Einfluss der thermomechanischen Schervorgeschichte auf die Viskosität erklären und beschreiben
- den Einfluss der thermomechanischen Schervorgeschichte auf der Fließverhalten von PVC-P erklären
- Definition von Füllstoffen erläutern
- verschiedene Füllstoffe bzw. Zuschlagstoffe nennen und deren Eigenschaften erläutern
- den Einfluss von verschiedenen Füllstoffen auf die Viskosität erklären
- die Mechanismen zum Auftreten des Wandgleitens erklären und Wandgleiten berechnen
- die Auswertemethoden im Hinblick auf Wandgleiten erklären und diese anwenden

**Erwartete Vorkenntnisse:**

- Mathematik
- Grundlagen der Kunststoffverarbeitung

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenanzahl:** 15

**Polymer Recycling Technology**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Modules sind die Studierenden in der Lage:

- Verschiedene Herstellungsprozesse für Kunststoffe zu benennen und geeignete Verarbeitungstechniken zu identifizieren.
- Die spezifischen Verarbeitungsmethoden für Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere zu erklären.
- Die Herausforderungen bei der Verarbeitung von Recyclingmaterialien zu erläutern.
- Wichtige Märkte und Verbrauchsstatistiken für die Hauptpolymertypen zu identifizieren, ergänzt durch typische Anwendungsbeispiele.
- Die rechtlichen Rahmenbedingungen für das Kunststoffrecycling darzulegen und deren Anwendungsbereich zu spezifizieren.
- Zwischen verschiedenen Recyclingmethoden zu unterscheiden und die wesentlichen Prozesse jeder Methode zu beschreiben.

- Ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings zu analysieren und ökologische Bewertungen fundiert zu interpretieren.
- Potenzielle zukünftige Entwicklungen in den Bereichen Rohstoffe, Produktion, Anwendungen und Recycling für verschiedene Polymerklassen zu bewerten, basierend auf aktuellen Forschungsergebnissen und Fortschritten in Verarbeitungstechniken.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Inhalte des Bachelorstudiums Materialwissenschaft und Werkstofftechnologie

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

**Circularity of Fiber-Reinforced Polymer Composites**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über folgendes Wissen bzw. folgende Fähigkeiten und Kompetenzen:

- Grundlegendes Verständnis zu den Zielen und Strategien der Kreislauf- und Abfallwirtschaft
- Spezialisiertes Wissen zu den in diesem Zusammenhang spezifischen Besonderheiten bei Werkstoffen und Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen sowie den damit einhergehenden Herausforderungen in der Kreislaufwirtschaft,
- Spezialisiertes Wissen zur Vielfalt an Möglichkeiten im Bereich der Wiederverwendung, Umfunktionierung, Reparatur, Bearbeitungs- und Fügetechnik für Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffe,
- Hochspezialisiertes Wissen zum thermischen, chemischen, mechanischen und biologischen Rezyklieren von Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen sowie der Qualität und Homogenität der resultierenden Fraktionen mit Bezug auf deren Wiederverwertung,
- Spezialisiertes Wissen zur Lebenszyklusanalyse in der Kreislaufwirtschaft von Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen unter Berücksichtigung der eingesetzten, verarbeitungstechnischen und Rezyklierungsprozesse.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

- Grundlegendes Schlüsselwissen, Fähigkeiten und Kompetenzen für Ingenieur\*innen (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik)
- Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen in digitalen Wissenschaften und Statistik
- Chemische und werkstoffphysikalische Grundlagen von Polymeren
- Basiswissen zu Konstituenten, Materialien und Verarbeitungstechnologien zur Herstellung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen.

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

**Industrial Polymer Chemistry**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über ein hohes naturwissenschaftlich-technisches Verständnis der Polymerchemie aus der Sicht eines

Industriechemikers. Besondere Berücksichtigung finden dabei die Aspekte der Rohstoffe, der Polymerisations- und Verarbeitungsmethoden sowie der bedarfsgerechten Additivierung von Kunststoffen.

Die Studierenden sind in der Lage selbstständig:

- aus der Molekülstruktur die Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften abzuleiten
- grundlegende Rezepturen zu erstellen
- Reaktionen zu beschreiben und
- Additivsysteme zu entwickeln und anzuwenden
- die entwickelten Formulierungen zu charakterisieren und zu prüfen

#### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Organischen und Makromolekularen Chemie sowie in der Verarbeitung und Prüfung von Polymeren

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

#### **Injection Molding Technology**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

#### **Lernergebnisse:**

Das Lernergebnis ist ein fortgeschrittenes Wissen über die Spritzgießtechnologie.

Nach diesem Kurs sind die Studierenden in der Lage:

- die wichtigsten Komponenten einer Spritzgießmaschine und eines Spritzgießwerkzeugs im Detail zu benennen, zu skizzieren und zu erklären
- einen Überblick über verschiedene spezielle Spritzgießtechniken zu geben und deren Funktionsweise und Anwendungen zu erklären
- die häufigsten Spritzgießfehler (Ursachen und Abhilfe) zu erklären
- das Prinzip der Versuchsplanung (faktorielle Versuchspläne) an einer Spritzgießmaschine experimentell anzuwenden, um den Einfluss von Prozesseinstellungen auf die Teilequalität zu analysieren
- eine Spritzgießsimulation mit einer kommerziellen Software einschließlich der Ergebnisinterpretation für den Standardspritzgießprozess durchzuführen
- wichtige Simulationsergebnisse und die Maschinenauswahl vor Kolleg\*innen und Lehrenden zu präsentieren und zu diskutieren

#### **Erwartete Vorkenntnisse:**

- Grundkenntnisse der Polymerrheologie (Scherfließen, Viskositätskurve, Strukturviskosität, Temperaturabhängigkeit)
- Grundkenntnisse der Erhaltungsgleichungen von Masse, Impuls und Energie (Vereinfachungen für spezielle Probleme)
- Überblick über die Komponenten und Funktionsweise einer Standard-Spritzgießmaschine (Schließeinheit, Spritzeinheit)
- Hauptfunktionseinheiten eines Spritzgießwerkzeugs
- Spritzgießzyklus
- Spritzgießprozess im pV-T-Diagramm
- Wärmehaushalt eines Spritzgießwerkzeugs
- Prozessbedingte Bauteileigenschaften (Orientierungen, Eigenspannungen)

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** 20

### Extrusion Technology

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

#### **Lernergebnisse:**

Fortgeschrittene Kenntnisse von Maschinen und Anlagen für die Extrusion von Polymeren und das kritische Verständnis über die Auslegung und das Design von Extrusionsschnecken durch die spezialisierten Herleitungen und Anwendungen der analytischen Modelle der unterschiedlichen Extruderzonen.

Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung haben die Studierenden die folgenden spezialisierten Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen erlangt:

- Sie sind fähig die komplexen wissenschaftlichen und technischen Prinzipien der Extrusion von Polymeren zu erklären.
- Sie können optimierte Extrusionsanlagen zusammenstellen, wobei sie die unterschiedlichen Anlagenteile und deren Designs auswählen und deren Einflüsse aufeinander einschätzen können.
- Sie sind fähig die Einflussfaktoren der Anlagenkomponenten auf das Endprodukt einzuschätzen und können spezifische neue Anwendungen verstehen und auswählen. Sie können die meist eingesetzten Technologien und Anlagen für die Extrusion von Polymerprodukten erklären.
- Sie sind fähig optimierte Extrusionsanlagen zusammenzustellen, wobei sie neue Erkenntnisse und Verfahren auswählen und einsetzen können.
- Sie können die Arbeitsmethoden und Optimierungsmöglichkeiten von Ein- und Mehrschneckenextrudern erklären, analysieren und anwenden.
- Sie können neue Verfahren, durch die Anwendung der isothermen Theorie der Fließeigenschaften in der Extrusion, entwickeln und die resultierenden Geschwindigkeiten, Volumenströme, aber auch den Drosselkoeffizienten, die Verweilzeit, die Antriebsleistung und den Arbeitspunkt herleiten.
- Sie verstehen die Herleitung und Prinzipien des Aufschmelzens und der Feststoffförderung, sowie die dahinterliegenden Materialeigenschaften.

#### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Mathematik allgemein und im speziellen die Lösung von Differentialgleichungen.

Fortgeschrittene Kenntnisse in der Rheologie der Kunststoffe.

Kritisches Verständnis der Kunststoffverarbeitung, im speziellen die Theorie und die mathematische Anwendung der Erhaltungssätze in der Kunststoffverarbeitung sowie das Verständnis der thermodynamischen und rheologischen Eigenschaften der Materialeigenschaften der Materialien.

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

## Processing of Fiber-Reinforced Composites

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über folgendes Wissen bzw. folgende Fähigkeiten und Kompetenzen:

- Spezialisiertes Wissen zu den grundlegenden Bestandteilen von Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen, der Vielfalt an Materialien und Architekturen der Faser-basierten Verstärkungsstrukturen sowie der typischerweise eingesetzten, thermoplastischen und duromeren Matrixwerkstoffe
- Spezialisiertes Wissen zu Prozessen, Anlagen- und Verarbeitungstechniken, um aus den Konstituenten Faser-verstärkte polymere Halbzeuge sowie Bauteile aus Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen herzustellen
- Kritisches Bewusstsein zu den maßgeblichen Aspekten bei der Verfahrensauswahl unter Berücksichtigung der Anforderungen aus der Anwendung, der verarbeitungstechnisch relevanten Eigenschaften der als Verstärkungsstruktur und polymere Matrix eingesetzten Materialien sowie Vorgaben hinsichtlich Faserorientierung und Produktionsmenge.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

- Grundlegendes Schlüsselwissen, Fähigkeiten und Kompetenzen für Ingenieur\*innen (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik)
- Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen in digitalen Wissenschaften und Statistik
- Chemische und werkstoffphysikalische Grundlagen von Polymeren.

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenanzahl:** keine

## Mechanical Response of Composites

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- Aktuelle Test- und Analysemethoden für geschichtete Verbundwerkstoffe hinsichtlich Steifigkeit, Festigkeit und Schädigungsbewertung benennen.
- Entsprechende Methoden für spezifische Problemstellungen adäquat auswählen und anwenden.
- Den Einfluss von Mikrostruktur auf das Material- und Bauteilverhalten bewerten.
- Den Einfluss von Schädigungsmechanismen auf das Versagensverhalten bewerten.
- Den Einfluss von Temperatur, Feuchtigkeit, und Herstellungsprozessen bewerten.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlegende Kenntnisse der Werkstoffkunde von Polymeren, Prüfung von Polymeren, Mechanik von Verbundwerkstoffen und FEM-Modellierung; Programmierung in Python, Verwendung von Abaqus CAE. Verweis auf die folgenden Kurse:

- Mechanics of Composite Materials
- Structural Modeling and Simulation
- Digital Skills in Polymer Science (Part I – Python Programming)
- Grundlagen der Polymerphysik

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** 21

### Predicting Mechanical Failure in Polymer Components

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- anwenden von kontinuums-mechanischen Ansätzen zur Vorhersage der Lebensdauer und der Zuverlässigkeit von Bauteilen aus Kunststoffen unter monotonen, statischen und insbesondere zyklischen Lasten.
- auswählen und anwenden von passenden Materialmodellen und Simulationsstrategien für unterschiedliche Belastungsszenarien.
- erarbeiten von eigenständigen Prüfkonzepten und generieren der erforderlichen Eigenschaftskennwerte als Inputparameter für Materialmodelle und Simulationskonzepte unter Berücksichtigung verarbeitungstechnischer Besonderheiten.
- aufstellen von Validierungskonzepten für die postulierten Vorhersagemodelle und Durchführung von Sub-Komponenten und Bauteiltests.

#### Erwartete Vorkenntnisse:

- Umfassendes Wissen in Mechanik, Physik und Werkstoffprüfung von Polymeren
- Basiswissen über elastische, visko-elastische, visco-plastische und hyper-elastische Materialmodelle
- Grundkenntnisse in der FEM Theorie und der Software Abaqus CAE.

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

### Fracture Mechanics of Polymers

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

#### Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- Prinzipien der Bruchmechanik (FM) verstehen  
Die Studierenden sind in der Lage, die hoch spezialisierten-Prinzipien, wie z. B. Spannungsintensitätsfaktor, Energiefreisetzungsrate, J-Integral, Verschiebung der Riss-Spitzenöffnung, „essential work of fracture“ sowie die Auswirkungen verschiedener Prüfbedingungen auf das Verhalten von Polymeren, zu verstehen.
- Wahl der passenden FM-Methodik  
Die Studierenden besitzen ein kritisches Bewusstsein für die Auswahl geeigneter FM-Methoden auf der Grundlage des Verhaltens des untersuchten Materials unter einer vorgegebenen Reihe von Randbedingungen.
- Finite-Elemente-basierte Bestimmung von Spannungsintensitätsfaktoren  
Die Studierenden können die Entwicklung eines Spannungsintensitätsfaktors als Funktion der Risslänge innerhalb eines Bauteils auf der Grundlage von Finite-Elemente-Simulationen ableiten.
- Experimentelle Bestimmung von FM-basierten Daten  
Der Studierende ist in der Lage, kritische (KIC, GIC, JIC, CTOD) und subkritische (Risskinetik

/ Paris Law) bruchmechanische Werte mittels fortgeschrittener Fertigkeiten experimentell zu bestimmen und deren Gültigkeit entsprechend der gewählten Methode zu überprüfen

- Anwendung der bruchmechanisch basierten Lebensdauerabschätzung  
Die Studierenden besitzen spezialisierte Problemlösungsfertigkeiten und sind in der Lage, eine linear-elastische bruchmechanische Lebensdauerabschätzung eines Bauteils, bestehend aus der Auswahl der Prüfparameter, der experimentellen Bestimmung eines Risswachstums-Gesetzes, der Finite-Elemente-basierten Bestimmung der Entwicklung eines Spannungsintensitätsfaktors als Funktion der Risslänge in einem beliebigen Bauteil und der Kombination beider zu einer endgültigen Lebensdauer, durchzuführen. Zusätzlich sind Studierende in der Lage neue Kenntnisse zu gewinnen um neue, angepasste Verfahren zu entwickeln falls die Fragestellung dies erfordert.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

- Verständnis grundlegender mechanischer Prinzipien
- Finite-Elemente-Methoden
- Verwendung mechanischer Laborgeräte und rudimentäre Anwendung einer Programmiersprache wie Python

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenanzahl:** 25

**Functional Integrity of Polymer Products**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Abbauprozesse und Stabilisierungsansätze von Polymeren benennen
- Interne und externe Ursachen der Degradation identifizieren
- Alterungscharakterisierungen durchführen und geeignete Degradationsindikatoren bestimmen
- Schadensfälle analysieren und entsprechende Degradationsmechanismen ableiten
- Geeignete Methoden zur Umweltsimulation zur Nachbildung der Alterungseffekte im Labor auswählen
- Methoden zur Lebensdauerabschätzung anpassen

**Erwartete Vorkenntnisse:**

- Fortgeschrittene Polymerphysik
- Fortgeschrittene Polymerchemie

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenanzahl:** 0

**Coatings and Adhesives**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Die Studierenden erwerben ein hochspezialisiertes Wissen auf dem Gebiet der Beschichtungen und Klebstoffe. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage:

- die Chemie von Beschichtungen und Klebstoffen und den Aufbau von Beschichtungssystemen zu beschreiben
- die Mechanismen der Adhäsion und Versagensursachen zu beschreiben
- Beschichtungssysteme und Klebstoffe mit einem gewünschten Eigenschaftsprofil auszuwählen und in der Praxis anzuwenden
- die Chemie der Bindemittel grundlegend anzuwenden
- Prüfverfahren für Klebstoffe, Beschichtungen und Beschichtungssysteme zu beschreiben und anzuwenden

Die Studierenden erwerben darüber hinaus vertiefte Kenntnisse über ökologische Ziele und zukünftige Trends in der Beschichtungs- und Klebstoffforschung und haben die Möglichkeit, zur Veranschaulichung der Studieninhalte einen direkten Einblick in die industrielle Praxis zu erlangen.

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Organischen Chemie und der Makromolekularen Chemie

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

### **Photoreactive Polymers**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

### **Lernergebnisse:**

Die Studierenden erwerben ein hochspezialisiertes Wissen über die Anwendung von UV-Licht auf dem Gebiet der Polymerisation, Polymernetzwerkung und Strukturierung von Kunststoffen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über theoretische und praktische Kenntnisse in den folgenden Bereichen:

- Erklärung und Darstellung der Mechanismen der Photopolymerisation (radikalisch, ionisch)
- Auswahl von Photoinitiatoren für eine geplante Anwendung
- selbstständig Formulierungen für UV-Beschichtungen
- Beschreibung des Verhaltens von Kunststoffen unter ionisierender Strahlung
- Erstellen stereolithografischer Strukturierungen mit Photoresisten
- Verhinderung photooxidativer Schäden in technischen Kunststoffen durch geeignete Additive
- Charakterisierungstechniken (Infrarotspektroskopie, UV/VIS-Spektroskopie, Bestimmung der Oberflächenenergie)

Darüber hinaus verfügen die Studierenden über vertiefte Kenntnisse in der Chemie und Anwendung von schaltbaren Polymeren und haben die theoretischen Grundlagen, um

- Click-Reaktionen für die Synthese von funktionellen Polymeren anzuwenden
- reversible organische Reaktionen für die Synthese funktioneller Polymersysteme zu nutzen
- dynamische Polymernetzwerke herzustellen
- chemische und physikalische Heilungsmechanismen in Polymeren anzuwenden
- Polymere mit Formgedächtnis herzustellen und anzuwenden
- funktionelle Polymerstrukturen durch 4D-Druckverfahren herzustellen

### **Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiet der Organischen Chemie und der Makromolekularen Chemie

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** 12

**Lightweight Design and Optimization**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

- Hochspezialisiertes Wissen über grundlegende Leichtbauprinzipien und Optimierungsmethoden.
- Die Fähigkeit diese Prinzipien auf konkrete Problemstellungen anzuwenden.
- Die Kompetenz, geeignete Methoden für konkrete Fragestellungen auszuwählen.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Grundlegende Kenntnisse der Struktur- und Festkörpermechanik sowie der FEM-Modellierung; (Verwendung von Abaqus CAE/Altair Hyperworks).

Verweis auf die folgenden Kurse:

Module Structural Modeling and Simulation

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine

**Additive Manufacturing with Polymers**

**Regelarbeitsaufwand:** 5 ECTS

**Lernergebnisse:**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- über die Motivation für AM zu berichten
- die historische Entwicklung und den Kontext zu erklären
- die wirtschaftlichen Auswirkungen zu beschreiben
- einen Überblick über die traditionellen Produktionsprozesse geben
- die AM-Systematisierung erläutern
- erläutern die Grundlagen des Designs für AM
- Phasen von AM beschreiben
- die Klassifizierung von AM-Prozessen erläutern
- die grundlegenden AM-Prozesse beschreiben
- Erläuterung der Technologie von VPP, PBF, MEX, BJ und MJT
- beschreibe Anwendungen für VPP, PBF, MEX, BJ und MJT
- einen Überblick über die Besonderheiten von VPP, PBF, MEX, BJ und MJT zu geben
- die Einschränkungen von VPP, PBF, MEX, BJ und MJT erläutern
- die Möglichkeiten von AM für pharmazeutische Anwendungen zu erläutern.

In den Laborkursen werden die Studenten praktische Kenntnisse über verschiedene additive Fertigungstechniken erwerben, mit dem Ziel, diese Techniken, die Unterschiede und die

Anwendbarkeit dieser Technologien besser zu verstehen und praktische Erfahrungen im Labor zu sammeln.

**Erwartete Vorkenntnisse:**

Es werden Grundkenntnisse vorausgesetzt, die dem Bachelor in Polymer Engineering and Science entsprechen, insbesondere Grundlagen der Polymerverarbeitung und Grundlagen der Physik und Chemie von Polymeren wie:

- Mathematik
- Vertiefte Kenntnisse der Rheologie der Polymere
- Grundlagen der Polymerverarbeitung wie die Theorie und Anwendung der
- Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie zur mathematischen Beschreibung der Kunststoffverarbeitung und Beschreibung des rheologischen und thermodynamischen Materialverhaltens von Polymeren.

Empfohlene Kurse:

- Rheology
- Injection Molding Technology
- Extrusion Technology

**inhaltliche Voraussetzungen zur Anmeldung zum Modul:** keine

**Beschränkung Teilnehmendenzahl:** keine