

---

**Modulbezeichnung:** Nachgiebige Systeme (NaSys) 5 ECTS  
 (Compliant Mechanisms)

Modulverantwortliche/r: Alexander Hasse  
 Lehrende: Alexander Hasse

---

Startsemester: SS 2016	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Nachgiebige Systeme (SS 2016, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Alexander Hasse)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Statik und Festigkeitslehre

---

**Inhalt:**

Nachgiebige Mechanismen, auch Festkörpermechanismen oder engl. Compliant Mechanisms genannt, erzeugen Bewegung über die elastische Deformation des Materials und nicht über das Gleiten oder Rollen von Elementen, wie es bei konventionellen Mechanismen der Fall ist. Dadurch ergeben sich zahlreiche Vorteile wie beispielsweise Reib-, Verschleiß- und Spielfreiheit sowie ein kostengerechtes, monolithisches Bauteildesign. Heute finden diese speziellen Systeme vor allem Anwendung in der Präzisionstechnik und als kostengünstige Gelenkverbindungen bei Massenprodukten. Zudem eignen sich Nachgiebige Mechanismen besonders gut für die knickfreie kontinuierliche Formadaption, da die Verformung hier im Unterschied zu klassischen Gelenken über die ganze Struktur verteilt werden kann. Diese „smoothe“ Art der Formänderung ermöglicht zum Beispiel eine besonders effiziente Strömungsinteraktion bei Tragflächen. In Kombination mit aktiven Materialien, wie zum Beispiel Piezokeramiken oder Formgedächtnislegierungen, zeigen nachgiebige Mechanismen ihr volles Potential: Es entstehen mechatronische Systeme, welche klassische Systeme in Leichtbaueigenschaften, Effizienz und Funktionsintegration weit übertreffen.

**Einführung in Nachgiebige Systeme**

- Funktionsprinzip
- Vorteile und Nachteile
- Klassifizierung von nachgiebigen Mechanismen
- Anforderungen an nachgiebige Mechanismen
- Anwendungsmöglichkeiten

**Strukturmechanische Modellbildung von nachgiebigen Systemen**

- Lineare und nichtlineare Balkentheorie
- Numerische Berechnung lineare Balkentragwerke
- Numerische Berechnung nichtlinearer Balken
- Mechanismusanalyse mittels „Pseudo-Rigid-Body“-Modelle

**Optimierungsbasierter Entwurf nachgiebiger Systeme**

- Einführung in die Strukturoptimierung
- Formoptimierung nachgiebiger Systeme
- Topologieoptimierung nachgiebiger Systeme
- Synthese nachgiebiger Mechanismen für die Formadaption
- Synthese bistabiler nachgiebiger Mechanismen

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden:

- Erklären das Funktionsprinzip, die Vor- und Nachteile, die Klassifizierung und Anwendungsmöglichkeiten von nachgiebigen Mechanismen (Verstehen - Fachkompetenz)
- Analysieren das mechanische Verhalten nachgiebiger Mechanismen analytisch und numerisch mit Matlab (Analysieren - Lern- und Methodenkompetenz)
- klassifizieren verschiedene strukturmechanischen Anforderungen (Verstehen - Lern- und Methodenkompetenz)

- stellen Optimierungsprobleme für nachgiebige Mechanismen formal auf (Anwenden - Lern- und Methodenkompetenz)
- verstehen den Aufbau numerischer Optimierungsroutinen (Verstehen - Fachkompetenz)
- Erklären die Funktionsweise verschiedener Optimierungsalgorithmen (Verstehen - Fachkompetenz)
- implementieren Optimierungsroutinen in Matlab (Anwenden - Lern- und Methodenkompetenz)
- erzeugen mithilfe der implementierten Optimierungsroutinen nachgiebige Mechanismen für individuelle Anforderungen (Erschaffen- Lern- und Methoden-Kompetenz)

#### Literatur:

- Howell, Larry L. Compliant mechanisms. John Wiley & Sons, 2001.
- Howell, Larry L., Spencer P. Magleby, and Brian M. Olsen, eds. Handbook of compliant mechanisms. John Wiley & Sons, 2013.
- Smith, Stuart T. Flexures: elements of elastic mechanisms. CRC Press, 2000.
- Lobontiu, Nicolae. Compliant mechanisms: design of flexure hinges. CRC Press, 2010.

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

##### [1] Berufspädagogik Technik (Master of Education)

(Po-Vers. 2010 | TechFak | Berufspädagogik Technik (Master of Education) | Studienrichtung Metalltechnik (Masterprüfungen) | Wahlpflichtmodule Fachwissenschaft | Nachgiebige Systeme)

##### [2] Maschinenbau (Bachelor of Science)

(Po-Vers. 2009s | TechFak | Maschinenbau (Bachelor of Science) | Wahlpflichtmodule | 1.-4. Wahlpflichtmodul | Nachgiebige Systeme)

##### [3] Maschinenbau (Bachelor of Science)

(Po-Vers. 2009w | TechFak | Maschinenbau (Bachelor of Science) | Wahlpflichtmodule | 1.-4. Wahlpflichtmodul | Nachgiebige Systeme)

##### [4] Maschinenbau (Master of Science)

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Wahlpflichtmodule | 1.-5. Wahlpflichtmodul | 1.-5. Wahlpflichtmodul | Nachgiebige Systeme)

##### [5] Maschinenbau (Master of Science)

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Modulgruppe 1.2 Konstruktionstechnik | Wahlpflichtmodul 1.2 | Nachgiebige Systeme)

##### [6] Maschinenbau (Master of Science)

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau | Modulgruppe 1.2 Konstruktionstechnik | Wahlpflichtmodul 1.2 | Nachgiebige Systeme)

##### [7] Maschinenbau (Master of Science)

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Fertigungstechnik | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Fertigungstechnik | Modulgruppe 1.2 Konstruktionstechnik | Wahlpflichtmodul 1.2 | Nachgiebige Systeme)

##### [8] Maschinenbau (Master of Science)

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Fertigungstechnik | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Fertigungstechnik | Modulgruppe 1.2 Konstruktionstechnik | Wahlpflichtmodul 1.2 | Nachgiebige Systeme)

##### [9] Maschinenbau (Master of Science)

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Modulgruppe 1.2 Konstruktionstechnik | Wahlpflichtmodul 1.2 | Nachgiebige Systeme)

- [10] **Maschinenbau (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtungen Allgemeiner Maschinenbau, Fertigungstechnik, und Rechnergestützte Produktentwicklung | Masterprüfung | Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Wahlpflicht-/Vertiefungsbereich in der Studienrichtung Rechnergestützte Produktentwicklung | Modulgruppe 1.2 Konstruktionstechnik | Wahlpflichtmodul 1.2 | Nachgiebige Systeme)
- [11] **Maschinenbau (Master of Science): 1. Semester**  
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Maschinenbau (Master of Science) | Studienrichtung International Production Engineering and Management | Masterprüfung | Wahlpflichtmodule)
- [12] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Wahlpflichtmodule | 8 Konstruktion)
- [13] **Mechatronik (Master of Science): 1-3. Semester**  
(Po-Vers. 2012 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | M1-M2 Vertiefungsrichtungen | 8 Konstruktion)
- [14] **Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2008 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science) | Studienrichtung Maschinenbau | weitere Bachelorprüfungen | Ingenieurwissenschaftlicher Bereich | Wahlbereich | 1.-2. Ingenieurwissenschaftliches Wahlpflichtmodul | Nachgiebige Systeme)
- [15] **Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor of Science) | Studienrichtung Maschinenbau | weitere Bachelorprüfungen | Ingenieurwissenschaftlicher Bereich | Wahlbereich | 1.-2. Ingenieurwissenschaftliches Wahlpflichtmodul | Nachgiebige Systeme)
- [16] **Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science) | Ingenieurwissenschaftliche Studienrichtungen | Studienrichtung Maschinenbau | Wahlpflicht- und Vertiefungsmodul Modulgruppe 1.2 | Wahlpflichtmodul Modulgruppe 1.2 | Nachgiebige Systeme)
- [17] **Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Wirtschaftsingenieurwesen (Master of Science) | Ingenieurwissenschaftliche Studienrichtungen | Studienrichtung Maschinenbau | 2.+3. Wahlpflichtmodul | Nachgiebige Systeme)

---

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Nachgiebige Systeme (Prüfungsnummer: 69001)

(englische Bezeichnung: Compliant Mechanisms)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur.

Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2016, 1. Wdh.: WS 2016/2017

1. Prüfer: Alexander Hasse

---

#### **Organisatorisches:**

Empfohlene Voraussetzungen: Statik und Festigkeitslehre (TM 1-2)

#### **Bemerkungen:**

Anmeldung via StudOn erforderlich.