

**Modulbezeichnung:** Maschinenelemente II / Konstruktionsübung II (ME II) 7.5 ECTS  
(Machine Elements II / Design Exercise II)

Modulverantwortliche/r: Stephan Tremmel

Lehrende: Stephan Tremmel

Startsemester: SS 2019

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 90 Std.

Eigenstudium: 135 Std.

Sprache: Deutsch

### Lehrveranstaltungen:

Im Praktikum Konstruktionsübung II besteht zum Teil Anwesenheitspflicht.

Maschinenelemente II (SS 2019, Vorlesung mit Übung, 4 SWS, Stephan Tremmel)

Übungen zu Maschinenelemente II (SS 2019, Übung, 2 SWS, Stephan Tremmel)

Konstruktionsübung II (SS 2019, Praktikum, 2 SWS, Stephan Tremmel)

### Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:

Maschinenelemente I / Konstruktionsübung I

Technische Darstellungslehre

### Inhalt:

Elastische Verbindungen - Federn

Elemente lagern

- Elemente rotatorisch lagern - Wälzlager
- Elemente rotatorisch lagern - Gleitlager
- Elemente rotatorisch lagern - Gasgeschmierte Lager, Magnetlager
- Elemente linear lagern

Fluide führen

Elemente dichten

- Statische Dichtungen
- Dynamische Dichtungen

Bewegung anpassen

- Antriebssysteme und Antriebsstränge
- Getriebe
- Stirnzahnräder und Stirnradgetriebe
- Umlaufrädergetriebe
- Kegelradgetriebe
- Schneckengetriebe
- Verlustleistung und Getriebewirkungsgrad
- Gestaltung von Zahnrädern und Zahnradgetrieben
- Hüllgetriebe
- Kupplungen
- Bremsen

Grundlagen der Tribologie

### Lernziele und Kompetenzen:

*Fachkompetenz*

*Wissen*

#### **ME II**

Die Studierenden erwerben Wissen über

- Gummifedern, Gas- und Flüssigkeitsfedern
- die gängigen Radial- und Axialwälzlagerbauformen, deren spezifische Merkmale und Eigenschaften sowie deren sachgerechte Einbindung in die Umgebungsstruktur
- die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der verschiedenen Gleitlagerbauarten
- gasgeschmierte rotatorische Lager und rotatorische Magnetlager
- Linearlager, Klassifizieren von Linearlagern nach deren Wirkprinzip

- Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten
- Drehmoment- und Drehzahlkennlinien von Antriebs- und Arbeitsmaschinen
- Zahnradherstellung und gebräuchliche Zahnradwerkstoffe
- die häufigsten Zahnradschäden und deren Ursachen
- die Wirkungsgrade sowie die Schmierung von Zahnradgetrieben
- die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der unterschiedlichen Riemenarten, -scheiben und -getriebe
- die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der unterschiedlichen Kettenarten, -räder und -getriebe
- die Grundlagen der Tribologie

#### *Verstehen*

##### **ME II**

Die Studierenden gewinnen funktionsorientiertes Verständnis für und Überblick zu gängigen Maschinenelementen sowie Vertiefung zahlreicher Maschinenelemente unter Berücksichtigung derer spezifischen Merkmale, Eigenschaften und Einsatzbedingungen. Im Einzelnen für:

- rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen
- die elastohydrodynamische Schmiertheorie und die Schmierung von Wälzlagern
- Grenzdrehzahlen von Wälzlagern
- die konstruktive Gestaltung von Wälzlagerstellen, insbesondere Passungswahl und Lageranordnungen
- rotatorische Gleitlager und das Klassifizieren von Gleitlagern nach deren Wirkprinzip
- die hydrodynamische Schmiertheorie und die Wirkungsweise hydrodynamischer Gleitlager
- die Gestaltung von hydrodynamischen Gleitlagern
- Dichtungen und Dichtungssysteme sowie das Klassifizieren statischer und dynamischer Dichtungen und die Auswahl von Dichtungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen
- Last- und Beschleunigungsdrehmomente und zu reduzierende Trägheitsmomente
- Getriebe als wichtige mechanische Komponente in Antriebssträngen und das Klassifizieren von Getrieben nach deren Wirkprinzipien
- Stirnräder und Stirnradgetriebe, hierbei Verständnis des Verzahnungsgesetzes und der Geometrie der Zykloiden-, Triebstock- und Evolventenverzahnung, letztere für Gerad- und Schrägverzahnung mit und ohne Profilverschiebung
- Umlaufrädergetriebe, deren Bauarten, Merkmale und Eigenschaften sowie Berechnung von Standübersetzung und Standwirkungsgrad, Drehzahlen und Umlaufübersetzungen und Drehmomente
- Kegelräder und Kegelradgetriebe
- Schneckenverzahnungen und Schneckengetriebe
- Ursachen und Kenntnis über die Größenordnung von Verlustleistung und Erwärmung in Zahnradgetrieben
- die Gestaltung von Zahnrädern und Zahnradgetrieben unterschiedlicher Bauarten
- Riemengetriebe, Klassifizierung unterschiedlicher Riemengetriebe
- Kettengetriebe, die Mechanik der Kette (Polygoneffekt) sowie Klassifizierung unterschiedlicher Kettengetriebe
- nicht-schaltbare und schaltbare Kupplungen und Klassifizieren von Kupplungen nach deren Funktions- und Wirkprinzipien
- mechanische, hydrodynamische und elektrische Bremsen sowie deren wesentlichen Merkmale und Eigenschaften und das Klassifizieren von Bremsen nach deren Hauptfunktion und deren Wirkprinzipien
- tribologische Systeme und tribologische Kontakte sowie für Reibung, Verschleiß und Schmierung
- Schmierstoffe als Maschinenelement

#### *Anwenden*

##### **ME II**

Die Studierenden wenden das Gelernte an bei der Berechnung von:

- zug-/druckbeanspruchten, biegebeanspruchten und torsionsbeanspruchten Federn, insbesondere

#### Tellerfedern und Schraubenfedern

- Tragfähigkeit von Wälzlagern für statische und dynamische Betriebszustände auf Basis von DIN ISO 76 und DIN ISO 281 (nominelle und erweiterte modifizierte Lebensdauer), sowie der Steifigkeit von Wälzlagern und des Reibmoments von Wälzlagern auf Basis des Modells von PALMGREN
- Trocken- und Festschmierstoffgleitlagern
- hydrodynamischen Radial- und Axialgleitlagern in Anlehnung an DIN 31652 ff
- Tragfähigkeit bzw. Lebensdauer von Linearwälzführungen in Anlehnung an DIN ISO 14728
- Antriebssystemen, Antriebssträngen und Antriebskomponenten, insbesondere von Last- und Beschleunigungsdrehmomenten
- Übersetzungen, Wirkungsgraden und Drehmomentverhältnissen in Getrieben
- Verzahnungsgeometrien unter Berücksichtigung der Verzahnungsgrenzen (Spitzgrenze, Unterschnitt) auf Basis von DIN 3960
- am Zahnrad wirkenden Kräfte und Ermittlung der Zahnfuß- und der Grübchentragfähigkeit in Anlehnung an DIN 3990
- Tragfähigkeit von Stirnrädern in Planetengetrieben unter Berücksichtigung der Besonderheiten im Hinblick auf Lastaufteilung und Randkranzbeanspruchung des Hohlrades
- Verzahnungsgeometrien und Beurteilung der Eingriffsverhältnisse an Kegelradgetrieben; Analyse der am Kegelrad wirkenden Kräfte und Ermittlung der Zahnfuß- und der Grübchentragfähigkeit in Anlehnung an DIN 3991
- Verzahnungsgeometrien von Schnecken und Schneckenrädern; Analyse der an Schnecke und Scheckenrad wirkenden Kräfte sowie Ermittlung der Zahnfuß-, der Grübchen- und der Verschleißtragfähigkeit sowie der Durchbiegung der Schneckenwelle und der Temperatursicherheit für einfache Anwendungsfälle in Anlehnung an DIN 3996
- Dimensionierung und Gestaltung von Zahnrädern, Zahnradwellen und Getriebegehäusen
- wirksamen Kräften in Riemengetrieben
- Vorauswahl von Ketten und Grobdimensionierung von Kettengetrieben
- Auswahl von Kupplungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen
- Auswahl von Bremsen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen; Grundlegende Berechnungen an Bremsen zu deren Vorauswahl bzw. Dimensionierung.

#### KÜ II

Übertragen der in den Lehrveranstaltungen Maschinenelemente I und Maschinenelemente II vermittelten Fach- und Methodenkompetenzen auf eine neue Aufgabenstellung aus dem Bereich der Zahnradgetriebe (d. h. mehrstufige Stirn-, Kegelrad- oder Schneckengetriebe, Umlauf- rädergetriebe oder Kombinationen hieraus), hierzu:

- Berechnung von Teil- und Gesamtübersetzungen, gegebenenfalls Stand-, Umlaufübersetzungen und Drehzahlverhältnisse bei Umlauf- rädergetrieben
- Berechnung maßgeblicher Verzahnungsgrößen an gerad-, schräg- und doppelschrägverzahnten Stirnrädern mit Evolventenverzahnung bei Stumpf-, Normal- und Hochverzahnung sowie mit und ohne Profilverchiebung, an Kegelrädern, Schnecken und Schneckenrädern
- Berechnung der an der Verzahnung wirkenden Nennbelastungen (Drehmomente, Zahnkräfte)
- Beurteilung der Tragfähigkeit der Verzahnung durch Überprüfung der Sicherheiten gegen Zahnbruch und Grübchenbildung in Anlehnung an DIN 3990 Methode C bei Stirnrädern bzw. DIN 3991 bei Kegelrädern bzw. durch Überprüfung der Sicherheiten gegen Zahnbruch, Grübchenbildung, Verschleiß, elastische Verformung und Erwärmung bei Schneckengetrieben in Anlehnung an DIN 3996
- Bestimmung von Wellenabmessungen unter Tragfähigkeits- und Steifigkeitsaspekten und Auslegung von Welle-Nabe-Verbindungen
- Beurteilung der Tragfähigkeit und Lebensdauer ausgewählter Wälzlager unter Berücksichtigung von DIN ISO 76 (statische Tragfähigkeit) und DIN ISO 281 (nominelle und erweiterte modifizierte Lebensdauer)
- Beurteilung von Tragfähigkeit, Stabilität, Verschleiß und Wärmebilanz ausgewählter hydrodynamischer Gleitlager unter Berücksichtigung von DIN 31652
- Gestaltung mechanischer Antriebskomponenten, insbesondere Achsen und Wellen, Lagerungen,

Dichtverbindungen, Zahnrädern und Getriebegehäusen unter Berücksichtigung von Funktions- und Kostenaspekten.

*Analysieren*

**ME II**

Die Studenten verstehen Zusammenhänge durch:

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Wälzlagertechnik zu erwerbenden Kompetenzen über rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in den Lehrveranstaltungen Regelungstechnik und Elektrische Antriebstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten
- Befähigung, die an ausgewählten Maschinenelementen vorgestellten tribologischen Einflussfaktoren in einen übergeordneten Kontext zu stellen; hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Tribologie und Oberflächentechnik zu erwerbenden Kompetenzen.

**KÜ II**

Die Studenten verstehen Zusammenhänge durch Analyse eines Getriebekonzepts auf Basis einer Prinzipskizze

- Überprüfung der Eingriffsverhältnisse und der Laufruhe der Verzahnung

*Evaluieren (Beurteilen)*

**ME II**

Die Studierenden erlernen Möglichkeiten zur Einschätzung:

- der konstruktiven Ausführung von Wälzlagerungen
- der konstruktiven Ausführung von Gleitlagerungen
- der Eingriffsverhältnisse in Stirnradgetrieben

**KÜ II**

Die Studierenden erlernen praktische Möglichkeiten zur Einschätzung der Eingriffsverhältnisse und der Laufruhe der Verzahnung

*Erschaffen*

**ME II**

Die Studierenden erlernen das Gestalten, die Auswahl sowie die Auslegung vorwiegend bewegter Maschinenelemente, insbesondere:

- die Auswahl geeigneter Wälzlager zur detaillierten Gestaltung von Wälzlagerstellen
- die Auswahl geeigneter Gleitlager und deren Grobgestaltung
- die Auswahl und Grobgestaltung von Stirnzahnrädern
- die Auswahl und Grobgestaltung von Kegelrädern

**KÜ II**

Die Studenten erlernen die Umsetzung des Getriebekonzepts in einen funktions-, fertigungs- und montagegerechten Entwurf, der normgerecht in einer Technischen Zeichnung darzustellen ist, sowie Auslegung maßgeblicher Getriebekomponenten, wie Wellen, Zahnräder und Lagerungen. Dies wird abgeschlossen durch die Erstellung einer komplexen Zusammenbauzeichnung in Form einer normgerechten technischen Zeichnung als Detailentwurf des Zahnradgetriebes, hierbei Rückgriff auf die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erworbenen Kompetenzen.

*Lern- bzw. Methodenkompetenz*

Die Studierenden erlernen Verfahren und Methoden zur Einschätzung und Bewertung von Maschinenelementen, einschließlich der Befähigung, Berechnungsansätze und Gestaltungsgrundsätze auch auf andere Maschinenelemente, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden, zu übertragen.

*Selbstkompetenz*

**KÜ II**

Die Studierenden werden im Praktikumsbetrieb zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen befähigt. Weiterhin erlernen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. in den Tutoren- und Betreuersprechstunden sowie den Testatsbesprechungen) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. bei der Diskussion von Lösungen in Kleinstgruppen).

*Sozialkompetenz*

## KÜ II

Die Studierenden erarbeiten selbstständig die Ziele der Konstruktionsübung. In der gemeinsamen Diskussion geben Betreuer, studentische Tutoren und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.

---

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

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

[1] **Maschinenbau (Bachelor of Science): 4. Semester**

(Po-Vers. 2007 | TechFak | Maschinenbau (Bachelor of Science) | Pflichtmodule | Maschinenelemente II)

[2] **Maschinenbau (Bachelor of Science): 5. Semester**

(Po-Vers. 2009s | TechFak | Maschinenbau (Bachelor of Science) | Pflichtmodule | Maschinenelemente II)

[3] **Maschinenbau (Bachelor of Science): 4. Semester**

(Po-Vers. 2009w | TechFak | Maschinenbau (Bachelor of Science) | Pflichtmodule | Maschinenelemente II)

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Maschinenelemente II (Prüfungsnummer: 45401)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 120

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur.

Erstablingung: SS 2019, 1. Wdh.: WS 2019/2020, 2. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Stephan Tremmel

Konstruktionsübung II (Prüfungsnummer: 45402)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Für den Erwerb des Scheins als Dokumentation der erbrachten Studienleistung muss eine in schriftlicher und zeichnerischer Form vorliegende, eigenständig erstellte Ausfertigung, bestehend aus Berechnungen und Technischen Handzeichnungen testiert sein. Diese Ausfertigung stellt eine konstruktive Lösung einer gegebenen Aufgabenstellung dar. Die Ausarbeitung ist eigenständig zu erstellen und verbindlich zu einem vorab definierten Termin abzugeben.

Erstablingung: SS 2019, 1. Wdh.: SS 2020

1. Prüfer: Stephan Tremmel

---