

Amtliche Mitteilungen

Datum 20. August 2026

Nr. 43/2026

Inhalt

**Fünfte Ordnung zur Änderung
der Fachprüfungsordnung (FPO-M)
für das Fach**

Maschinenbau (MB)

im Masterstudium

**an der
Universität Siegen**

Vom 19. August 2026

**Fünfte Ordnung zur Änderung
der Fachprüfungsordnung (FPO-M)
für das Fach**

Maschinenbau (MB)

im Masterstudium

**an der
Universität Siegen**

Vom 19. August 2026

Aufgrund des § 2 Absatz 4 und des § 64 Absatz 1 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG) vom 16. September 2014 (GV. NRW. S. 547), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Juli 2026 (GV. NRW. S. 552), hat die Universität Siegen die folgende Änderungsordnung erlassen:

Die Änderungen in der Ordnung betreffen:

- Artikel 2 „Regelungen für den 1-Fach-Studiengang Maschinenbau (MB)“,
- Anlage 1: „Studienverlaufspläne zu Artikel 2“,
- Anlage 4: „Liste der Wahlpflichtmodule gemäß Artikel 2 § 8 Absatz 7“,
- Anlage 7: „Modulbeschreibungen zu Artikel 2“ und
- Anlage 8: „Modulbeschreibungen der Module, die nur zum Export angeboten werden“.

Artikel 1

Die Fachprüfungsordnung (FPO-M) für das Fach Maschinenbau (MB) im Masterstudium an der Universität Siegen vom 21. Juli 2023 (Amtliche Mitteilung 48/2023), zuletzt geändert durch die Vierte Ordnung zur Änderung der Fachprüfungsordnung (FPO-M) für das Fach Maschinenbau (MB) im Masterstudium an der Universität Siegen vom 10. September 2025 (Amtliche Mitteilung 56/2025), wird wie folgt geändert:

1. Artikel 2 § 4 Absatz 4 wird durch folgenden Absatz ersetzt:

„(4) Studienbewerberinnen und Studienbewerber, die ihre Zugangsvoraussetzungen nicht an einer deutschsprachigen Einrichtung erworben haben, müssen darüber hinaus Deutschkenntnisse nachweisen. Das Nähere regelt die Ordnung für die Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang (DSH) der Universität Siegen in der jeweils gültigen Fassung. Sofern keine Deutschkenntnisse nachgewiesen werden, dürfen nur die Vertiefungsrichtungen „Werkstofftechnik – Materials Engineering“ (VT: III), Energie- und Prozesstechnik – Energy and Process Engineering (VT: IV) sowie „Zustandsüberwachung und Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies“ (VT: VI) bei der Einschreibung gewählt werden.“

2. In Artikel 2 § 5 Absatz 4 werden nach Satz 2 folgende Buchstaben a bis c eingefügt:

- a) Studierende der Vertiefungsrichtung „Werkstofftechnik – Materials Engineering“ (VT III) können alternativ zu dem Fachpraktikum (4MBMA198) das Modul 4MBMA061/2 „Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering“ im Umfang von 6 LP absolvieren.
- b) Studierende der Vertiefungsrichtung „Energie- und Prozesstechnik – Energy and Process Engineering“ (VT IV) können alternativ zu dem Fachpraktikum (4MBMA198) die beiden Fachlabore „Thermal Engineering and Fluid Mechanics“ (3 LP) und „Numerical Fluid Dynamics“ (3 LP) aus dem Modul 4MBMA100 im Gesamtumfang von 6 LP absolvieren.
- c) Studierende der Vertiefungsrichtung „Zustandsüberwachung und Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies“ (VT VI) können alternativ zu dem Fachpraktikum (4MBMA198) das Modul 4MBMA052 „Condition Monitoring“ im Umfang von 6 LP absolvieren.“

3. Artikel 2 § 8 wird wie folgt geändert:

1) Absatz 3 wird wie folgt geändert:

- a) In Buchstabe c wird nach der Angabe „Werkstofftechnik“ die Angabe „– Materials Engineering (englischsprachig)“ eingefügt.
- b) In Buchstabe d wird nach der Angabe „Energie- und Prozesstechnik“ die Angabe „– Energy and Process Engineering (englischsprachig)“ eingefügt.
- c) In Buchstabe f wird nach der Angabe „Zustandsüberwachung“ die Angabe „und Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies (englischsprachig)“ eingefügt.

2) In Absatz 4 Satz 1 wird die Angabe „durch Abgabe einer schriftlichen Erklärung im Prüfungsamt“ gestrichen.

3) In Absatz 5 wird nach Satz 1 die folgenden Sätze eingefügt:

„Der Antrag kann nur genehmigt werden, wenn für die neue Vertiefungsrichtung die Voraussetzungen nach § 4 Absatz 1 und Absatz 4 erfüllt sind. Ggf. können neue oder andere Auflagen erteilt werden.“

4) Absatz 7 Nummer 1 wird wie folgt geändert:

- a) In Satz 1 wird die Angabe „4MBMA001“ durch die Angabe „4MBMA001/2“ ersetzt und die Angabe „4ETMA160“ durch die Angabe „4ETMA160/2“ ersetzt.

- b) Satz 4 wird durch folgende Angabe ersetzt:

„Weiter muss ein Fachpraktikum (6 Leistungspunkte, 4MBMA198, vgl. Nr. 7 i. V. m. Anlage 7) verpflichtend absolviert werden.“

- a) Studierende der Vertiefungsrichtung „Werkstofftechnik – Materials Engineering (VT III)“ können alternativ zu dem Fachpraktikum (4MBMA198) das Modul 4MBMA061/2 „Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering“ im Umfang von 6 LP absolvieren.
- b) Studierende der Vertiefungsrichtung „Energie- und Prozesstechnik – Energy and Process Engineering“ (VT IV) können alternativ zu dem Fachpraktikum (4MBMA198) die beiden Fachlabore „Thermal Engineering and Fluid Mechanics“ (3 LP) und „Numerical Fluid Dynamics“ (3 LP) aus dem Modul 4MBMA100 im Gesamtumfang von 6 LP absolvieren.
- c) Studierende der Vertiefungsrichtung „Zustandsüberwachung und Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies (VT VI);“ können alternativ zu dem Fachpraktikum (4MBMA198) das Modul 4MBMA052 „Condition Monitoring“ im Umfang von 6 LP absolvieren.

Die Masterarbeit Maschinenbau mit Kolloquium (30 Leistungspunkte, 4MBMA199, vgl. Nr. 7 i. V. m. Anlage 7) ist ein weiteres Element des Studienganges.

- 5) Absatz 7 Nummer 3 Satz 2 wird durch folgenden Satz ersetzt:

„Es kann sowohl aus dem Angebot des MA-TEC für die Vertiefungsrichtung VT VIII „Allgemeiner Maschinenbau“ des Studiengangs MA Maschinenbau gewählt werden als auch aus dem Angebot der gewählten Vertiefung des MA-QES.“

- 6) In Absatz 7 Nummer 4 wird wie folgt geändert:

- a) In Satz 1 wird nach der Angabe „Modul Fachlabor“ die Angabe „(4MBMA100)“ eingefügt.

- b) Nach Satz 1 werden folgende Buchstaben a und b eingefügt:

- a) Studierende der Vertiefungsrichtung „Werkstofftechnik – Materials Engineering (VT III) oder „Zustandsüberwachung und Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies (VT VI)“ belegen zwei Fachlabore aus ihrer Vertiefung aus dem „Vertiefungsspezifischen Katalog MA-FL für Maschinenbau“ (Anlage 4) im Gesamtumfang von 6 LP als „Modul Fachlabor“ (4MBMA100) oder alternativ ist ein Entwicklungsprojekt im Umfang von 6 LP als Modul „Entwicklungsprojekt in der Vertiefung“ (4MBMA097) zu studieren.
- b) Studierende der Vertiefungsrichtung „Energie- und Prozesstechnik – Energy and Process Engineering“ (VT IV) belegen ein Fachlabor (3 LP) aus ihrer Vertiefung aus sowie ein zweites englischsprachiges Fachlabor (3 LP) aus dem „Vertiefungsspezifischen Katalog MA-FL für Maschinenbau“ im Gesamtumfang von 6 LP als „Modul Fachlabor“ (4MBMA100) oder alternativ ist ein Entwicklungsprojekt im Umfang von 6 LP als Modul „Entwicklungsprojekt in der Vertiefung“ (4MBMA097) zu studieren.

- 7) In Absatz 7 Nummer 7 wird die Tabelle „Modulübersicht“ durch folgende Tabelle ersetzt:

Nr.	Modul	SL ¹	PL ²	LP ³	P/WP ⁴	Verweis auf Modulbeschreibung
Pflichtbereich für die VT I Produktentwicklung (3 Pflichtmodule à 6 LP)		0	3	18	P	
4MBMA001/2	Linear Theory of Elasticity	0	1	6	P	Anlage 7

4MBMA005	Signal Processing	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA006	Produktsicherheit	0	1	6	P	Anlage 7
Pflichtbereich für die VT II Produktionstechnik (3 Pflichtmodule à 6 LP)		0	3	18	P	
4INFBA013	Introduction to Machine Learning	0	1	6	P	FPO-B INF
4MBMA008	Automatisierungstechnik	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA009	Sicherheit und Qualitätsmanagement	0	1	6	P	Anlage 7
Pflichtbereich für die VT III Werkstofftechnik – Materials Engineering (3 Pflichtmodule à 6 LP)		0	3	18	P	
4MBMA001/2	Linear Theory of Elasticity	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA003/2	Advanced Thermodynamics	0	1	6	P	Anlage 7
4ETMA160/2	Reliability of Technical Systems	0	1	6	P	FPO-M ET
Pflichtbereich für die VT IV Energie- und Prozesstechnik – Energy and Process Engineering (3 Pflichtmodule à 6 LP)		0	3	18	P	
4MBMA003/2	Advanced Thermodynamics	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA004/2	Advanced Fluid Dynamics	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA005	Signal Processing	0	1	6	P	Anlage 7
Pflichtbereich für die VT V Numerische Methoden (3 Pflichtmodule à 6 LP)		0	3	18	P	
4MBMA001/2	Linear Theory of Elasticity	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA004/2	Advanced Fluid Dynamics	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA002/2	Vibration Theory	0	1	6	P	Anlage 7
Pflichtbereich für die VT VI Zustandsüberwachung und Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies (3 Pflichtmodule à 6 LP)		0	3	18	P	
4MBMA002/2	Vibration Theory	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA005	Signal Processing	0	1	6	P	Anlage 7
4ETMA160/2	Reliability of Technical Systems	0	1	6	P	FPO-M ET
Pflichtbereich für die VT VIII Allgemeiner Maschinenbau (3 Pflichtmodule à 6 LP)		0	3	18	P	
4MBMA001/2	Linear Theory of Elasticity	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA004/2	Advanced Fluid Dynamics	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA005	Signal Processing	0	1	6	P	Anlage 7
Wahlpflichtbereich „Angewandte ingenieurwissenschaftliche Vertiefung“ (4-6 Wahlpflichtmodule à 6 bzw. 9 LP)		0	4-6	36	WP	Anlage 4
Wahlpflichtbereich „Angewandter ingenieurwissenschaftlicher Querschnitt“ (3-4 Wahlpflichtmodule à 6 bzw. 9 LP)		0	3-4	24	WP	Anlage 4
Wahlpflichtbereich „Vertiefung praktische Anwendung“ (1 Wahlpflichtmodul à 6 LP)		1-2	0	6	WP	
4MBMA100	Fachlabor	2	0	6	WP	Anlage 4
oder						
4MBMA097	Entwicklungsprojekt in der Vertiefung	1	0	6	WP	Anlage 4
Praktika und Abschlussarbeit 2 Pflichtmodule		1	1	36	P	
4MBMA198	Fachpraktikum	1	0	6	P	Anlage 7
oder für VT III						
4MBMA061/2	Automated Damage Diagnostics in	0	1	6	P	Anlage 7

	Materials Engineering					
oder für VT IV						
4MBMA100	Zwei Fachlabore: „Thermal Engineering and Fluid Me- chanics“ (3 LP) und „Numerical Fluid Dynamics“ (3 LP)	2	0	6	P	Anlage 7
oder für VT VI						
4MBMA052	Condition Monitoring	0	1	6	P	Anlage 7
4MBMA199	Masterarbeit Maschinenbau mit Kolloquium	0	1	30	P	Anlage 7

SL = Studienleistungen I² PL = Prüfungsleistung I³ LP = Leistungspunkte I⁴ P/WP = Pflichtmodul/Wahlpflichtmodul

- 8) In Absatz 8 Nummer 7 wird in der Tabelle „Modulübersicht“ die Angabe „á“ jeweils durch die Angabe „à“ ersetzt.
4. In Artikel 2 § 9 Absatz 2 wird in der Tabelle die Angabe „4MBMA037“ jeweils durch die Angabe „4MBMA037/2“ ersetzt.
5. In Artikel 2 § 10 Absatz 1 Satz 1 wird die Angabe „RPO-B“ durch die Angabe „RPO-M“ ersetzt.
6. Artikel 2 § 11 Absatz 2 wird wie folgt geändert:
 - 1) In Nummer 1 wird in der Tabelle in der Tabellenspalte „Pflichtmodule“ die Angabe „4MBMA001“ jeweils durch die Angabe „4MBMA001/2“ ersetzt, die Angabe „4MBMA002“ wird jeweils durch die Angabe „4MBMA002/2“ ersetzt, die Angabe „4MBMA003“ wird jeweils durch die Angabe „4MBMA003/2“ ersetzt, die Angabe „4MBMA004“ wird jeweils durch die Angabe „4MBMA004/2“ ersetzt und die Angabe „4ETMA160“ wird jeweils durch die Angabe „4ETMA160/2“ ersetzt.
 - 2) Nummer 2 wird wie folgt geändert:
 - a) In Satz 1 wird nach der Angabe „Fachpraktikum“ die Angabe „(4MBMA198)“ eingefügt.
 - b) Nach Satz 1 werden die folgenden Buchstaben a bis c eingefügt:
 - a) Studierende der Vertiefungsrichtung „Werkstofftechnik – Materials Engineering (VT III)“, die das Modul Fachpraktikum (4MBMA198) nicht absolviert haben, müssen das Modul 4MBMA061/2 „Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering“ im Umfang von 6 LP absolviert haben.
 - b) Studierende der Vertiefungsrichtung „Energie- und Prozesstechnik – Energy and Process Engineering“ (VT IV), die das Modul Fachpraktikum (4MBMA198) nicht absolviert haben, müssen die beiden Fachlabore „Thermal Engineering and Fluid Mechanics“ (3 LP) und „Numerical Fluid Dynamics“ (3 LP) aus dem Modul 4MBMA100 im Gesamtumfang von 6 LP absolviert haben.
 - c) Studierende der Vertiefungsrichtung „Zustandsüberwachung und Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies (VT VI)“, die das Modul Fachpraktikum (4MBMA198) nicht absolviert haben, müssen das Modul 4MBMA052 im Umfang von 6 LP „Condition Monitoring“ erfolgreich absolviert haben.
7. Anlage 1 Abschnitt 1a wird wie folgt geändert:
 - 1) Die Tabelle „MA Maschinenbau VT I bis VT VI und VT VIII (2022)“ wird wie folgt geändert:
 - a) In der Tabellenzeile „3-4 Module aus MA-TEC und MA-QES aus dem Gesamtangebot mit einer Gesamtsumme von 24 LP“ in der Tabellenspalte „Modulbereich Angew. ing.-wiss. Querschnitt“ wird nach der Angabe „MA-TEC“ die Angabe „(VT VIII)“ eingefügt und die Angabe „aus dem Gesamtangebot“ wird durch die Angabe „aus der gewählten Vertiefung“ ersetzt.

- b) Die Tabellenzeile zu Modul 4MBMA198 „Fachpraktikum“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

MA Maschinenbau VT I bis VT VI und VT VIII (2022)	1. Sem.		2. Sem.		3. Sem.		4. Sem.		Gesamt	
	PL	LP	PL	LP	PL	LP	PL	LP	PL	LP
4MBMA198 Fachpraktikum (6 Wochen=6 LP) oder alternativ für VT III: 4MBMA061/2 oder alternativ für VT IV 2 FL aus 4MBMA100 oder alternativ für VT VI: 4MBMA052					0	6			0	6

- 2) Die Tabelle „Vertiefungsrichtungen“ wird durch folgende Tabelle ersetzt:

Vertiefungsrichtungen
VT I Produktentwicklung
VT II Produktionstechnik
VT III Werkstofftechnik – Materials Engineering
VT IV Energie- und Prozesstechnik – Energy and Process Engineering
VT V Numerische Methoden
VT VI Zustandsüberwachung und Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies
VT VIII Allgemeiner Maschinenbau

8. In Anlage 1 Abschnitt 1b Tabelle „MA Maschinenbau VT VII Fahrzeugbau (2022)“ wird in den Tabellenzeilen „3-4 Module aus dem Gesamtangebot des MA-TEC und MA-QES für den Studiengang Fahrzeugbau mit einer Gesamtsumme von 24 LP“ und „3-4 Module aus dem Gesamtangebot des MA-TEC und MA-QES für den Studiengang Fahrzeugbau mit einer Gesamtsumme von 27 LP“ in der Tabellenspalte „Modulbereich Angew. ing.-wiss. Querschnitt“ jeweils die Angabe „Gesamtangebot“ durch die Angabe „VT VIII-Angebot“ ersetzt.
9. Anlage 4 wird wie folgt geändert:
- 1) Die Tabelle „a) Vertiefungsspezifischer Katalog MA-TEC für Maschinenbau“ wird wie folgt geändert:
 - a) In der Tabellenzeile „Maschinenbauspezifische Vertiefung – Vertiefungsmodul aus MA-TEC“ wird nach der Angabe „Werkstofftechnik“ die Angabe „ – Materials Engineering“ eingefügt, nach der Angabe „Prozesstechnik“ wird die Angabe „ – Energy and Process Engineering“ eingefügt und nach der Angabe „Zustandsüberwachung“ wird die Angabe „ – Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies“ eingefügt.
 - b) Die Tabellenzeile zu Modul 4MBMA035 „Operations Research“ wird gestrichen.
 - c) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA036 „Allgemeine Werkstofftechnik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA036“ durch die Angabe „4MBMA036/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Allgemeine Werkstofftechnik“ durch die Angabe „General Materials Engineering“ ersetzt.
 - d) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA037 „Werkstoffverhalten unter mechanischer Belastung“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA037“ durch die Angabe „4MBMA037/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Werkstoffverhalten unter mechanischer Belastung“ durch die Angabe „Material Behavior Under Mechanical Stress“ ersetzt.
 - e) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA060 „Angewandte Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA060“ durch die Angabe „4MBMA060/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Angewandte Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ durch die Angabe „Applied Damage Diagnostics in Materials Engineering“ ersetzt.

- f) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA061 „Automatische Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA061“ durch die Angabe „4MBMA061/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Automatische Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ durch die Angabe „Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering“ ersetzt.
- g) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA038 „Oberflächentechnik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA038“ durch die Angabe „4MBMA038/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Oberflächentechnik“ durch die Angabe „Surface Engineering“ ersetzt.
- h) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA039 „Werkstoffe für den Fahrzeugleichtbau“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA039“ durch die Angabe „4MBMA039/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Werkstoffe für den Fahrzeugleichtbau“ durch die Angabe „Materials for Automotive Lightweight Design“ ersetzt.
- i) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA040 „Mikro- und Nanoanalytik in der Materialforschung“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA040“ durch die Angabe „4MBMA040/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Mikro- und Nanoanalytik in der Materialforschung“ durch die Angabe „Micro- and Nanoanalytics in Materials Research“ ersetzt.
- j) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA041 „Moderne Funktionswerkstoffe“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA041“ durch die Angabe „4MBMA041/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Moderne Funktionswerkstoffe“ durch die Angabe „Modern Functional Materials“ ersetzt.
- k) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA042 „Angewandte Methoden der Strömungsmechanik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA042“ durch die Angabe „4MBMA042/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Angewandte Methoden der Strömungsmechanik“ durch die Angabe „Applied Methods of Fluid Mechanics“ ersetzt.
- l) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA043 „Verbrennungstechnik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA043“ durch die Angabe „4MBMA043/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Verbrennungstechnik“ durch die Angabe „Combustion Technology“ ersetzt.
- m) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA044 „Angewandte Thermodynamik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA044“ durch die Angabe „4MBMA044/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Angewandte Thermodynamik“ durch die Angabe „Applied Thermodynamics“ ersetzt.
- n) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA045 „Grundlagen der Verfahrenstechnik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA045“ durch die Angabe „4MBMA045/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Grundlagen der Verfahrenstechnik“ durch die Angabe „Fundamentals of Process Engineering“ ersetzt.
- o) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA047 „Computergestützte Elastizität“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA047“ durch die Angabe „4MBMA047/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Computergestützte Elastizität“ durch die Angabe „Computational Elasticity“ ersetzt.
- p) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA053 „Datengetriebene Modellierung“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA053“ durch die Angabe „4MBMA053/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Datengetriebene Modellierung“ durch die Angabe „Data-Driven Modeling“ ersetzt.

- q) In der Tabellenzeile zu Modul 4INFBA022 „Einführung in Embedded Systems“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4INFBA022“ durch die Angabe „4INFBA022/2“ ersetzt.
- r) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA063 „Auslandsmodul Technik I“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA063“ durch die Angabe „4MBMA063/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Auslandsmodul Technik I“ durch die Angabe „Technology Module Abroad I“ ersetzt.
- s) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA064 „Auslandsmodul Technik II“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA064“ durch die Angabe „4MBMA064/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Auslandsmodul Technik II“ durch die Angabe „Technology Module Abroad II“ ersetzt.
- t) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA065 „Numerische Dynamik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA065“ durch die Angabe „4MBMA065/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Numerische Dynamik“ durch die Angabe „Numerical Dynamics“ ersetzt.
- u) Nach der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA065/2 „Numerical Dynamics“ werden die folgenden Tabellenzeilen eingefügt:

Nr.	Modul	SL	PL	LP	Verwend- bar in Vertiefung	Verweis auf Modul- beschreibung
4MBMA066	Introduction to the Finite Element Method	0	1	6	VT I; VT II; VT III; VT V; VT VI; VT VII; VT VIII	Anlage 7
4MECHMA022	Automation Technologies	0	1	6	VT VI	FPO-M- MECH
4MECHMA023	Software Engineering	0	1	6	VT VI	FPO-M- MECH

- 2) Die Tabelle „b) Vertiefungsspezifischer Katalog MA-QES für Maschinenbau“ wird wie folgt geändert:
 - a) In der Tabellenzeile „Maschinenbauspezifische Vertiefung – Querschnittsmodul aus MA-QES“ wird nach der Angabe „Werkstofftechnik“ die Angabe „ – Materials Engineering“ eingefügt, nach der Angabe „Prozesstechnik“ wird die Angabe „ – Energy and Process Engineering“ eingefügt und nach der Angabe „Zustandsüberwachung“ wird die Angabe „ – Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies“ eingefügt.
 - b) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA001 „Höhere Festigkeitslehre“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA001“ durch die Angabe „4MBMA001/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Höhere Festigkeitslehre“ durch die Angabe „Linear Theory of Elasticity“ ersetzt.
 - c) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA002 „Technische Schwingungslehre“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA002“ durch die Angabe „4MBMA002/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Technische Schwingungslehre“ durch die Angabe „Vibration Theory“ ersetzt.
 - d) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA003 „Höhere Thermodynamik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA003“ durch die Angabe „4MBMA003/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Höhere Thermodynamik“ durch die Angabe „Advanced Thermodynamics“ ersetzt.

- e) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA004 „Höhere Fluidodynamik“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4MBMA004“ durch die Angabe „4MBMA004/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Höhere Fluidodynamik“ durch die Angabe „Advanced Fluid Dynamics“ ersetzt.
 - f) In der Tabellenzeile zu Modul 4ETMA160 „Zuverlässigkeit technischer Systeme“ wird in der Tabellenspalte „Nr.“ die Angabe „4ETMA160“ durch die Angabe „4ETMA160/2“ ersetzt und in der Tabellenspalte „Modul“ wird die Angabe „Zuverlässigkeit technischer Systeme“ durch die Angabe „Reliability of Technical Systems“ ersetzt.
- 3) Die Tabelle „c) Vertiefungsspezifischer Katalog MA-FL für Maschinenbau“ wird wie folgt geändert:
- a) In der Tabellenzeile „Maschinenbauspezifische Vertiefung – Querschnittsmodul aus MA-QES“ wird nach der Angabe „Werkstofftechnik“ die Angabe „ – Materials Engineering“ eingefügt, nach der Angabe „Prozesstechnik“ wird die Angabe „ – Energy and Process Engineering“ eingefügt und nach der Angabe „Zustandsüberwachung“ wird die Angabe „ – Digitale Technologien – Condition Monitoring and Digital Technologies“ eingefügt.
 - b) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA100 „Experimentelle Mechanik“ wird in der Tabellenspalte „Modul“ die Angabe „Experimentelle Mechanik“ durch die Angabe „Experimental Mechanics“ ersetzt.
 - c) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA100 „Systemdynamik und Regelungstechnik“ wird in der Tabellenspalte „Modul“ die Angabe „Systemdynamik und Regelungstechnik“ durch die Angabe „System Dynamics and Control Engineering“ ersetzt.
 - d) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA100 „Wärme- und Strömungstechnik“ wird in der Tabellenspalte „Modul“ die Angabe „Wärme- und Strömungstechnik“ durch die Angabe „Thermal Engineering and Fluid Mechanics“ ersetzt.
 - e) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA100 „Numerische Fluidodynamik“ wird in der Tabellenspalte „Modul“ die Angabe „Numerische Fluidodynamik“ durch die Angabe „Numerical Fluid Dynamics“ ersetzt.
 - f) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA100 „Werkstofftechnik“ wird in der Tabellenspalte „Modul“ die Angabe „Werkstofftechnik“ durch die Angabe „Materials Engineering“ ersetzt.
 - g) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA100 „Energieverfahrenstechnik“ wird in der Tabellenspalte „Modul“ die Angabe „Energieverfahrenstechnik“ durch die Angabe „Energy Process Engineering“ ersetzt.
 - h) In der Tabellenzeile zu Modul 4MBMA100 „Finite Elemente Methode“ wird in der Tabellenspalte „Modul“ die Angabe „Finite Elemente Methode“ durch die Angabe „Finite Element Method“ ersetzt.
10. Anlage 7 wird wie folgt geändert:
- 1) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA001 „Höhere Festigkeitslehre“ wird wie folgt geändert:
 - a) In der Tabellenzeile „Nr.“ wird die Angabe „4MBMA001“ durch die Angabe „4MBMA001/2“ ersetzt.
 - b) In der Tabellenzeile „Modultitel“ wird die Angabe „Höhere Festigkeitslehre“ durch die Angabe „Linear Theory of Elasticity“ ersetzt.
 - c) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch“ ersetzt.

- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students learn about various models of mechanics and master the basic approaches to dealing with complex three-dimensional structures, provided that they only undergo small deformations. They are enabled to model and analytically calculate linear-elastic models in one, two and three dimensions. Students will be able to check numerical calculation results and recognize the limits of application of the models used. As the exercises are completed in groups, students will acquire not only technical skills but also teamwork skills and learn to formulate mechanical problems in an engineering-oriented manner. Students will learn to reduce complex issues to solvable models and develop analytical solutions.
Inhalte
• Models: rod, beam, shaft, disc, plate, membrane, etc. • Basic equations of linear elasticity for small deformations • Basic material classes, non-isotropic linear elastic material behavior • Static boundary value problems, variational formulations • Dynamic initial value problems, continuum vibrations

- 2) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA002 „Technische Schwingungslehre“ wird wie folgt geändert:
- In der Tabellenzeile „Nr.“ wird die Angabe „4MBMA002“ durch die Angabe „4MBMA002/2“ ersetzt.
 - In der Tabellenzeile „Modultitel“ wird die Angabe „Technische Schwingungslehre“ durch die Angabe „Vibration Theory“ ersetzt.
 - In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch oder deutsch“ ersetzt.
 - Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Based on the foundations of mechanics, the students learn to recognize and classify complex vibration phenomena and to analyze them using appropriate methods. After some basic analytical approximation methods for nonlinear vibrations are discussed, the students are enabled to model simple dynamic systems and to solve numerical problems using MATLAB. They acquire also the ability to check their own results and to recognize the limitations of the models and the methods used. The students will acquire the ability to describe mechanical issues in an engineering-oriented manner. They will learn to solve given tasks within a limited time and, as part of the exercises, to present the solution path in a comprehensible manner to supervisors and colleagues.
Inhalte
• Introduction, basic concepts, representation of vibrations • Classification of vibrations: harmonic, periodic, quasi-periodic, non-periodic, Fourier series and Fourier transform, description of stochastic vibrations using expected values, correlation function, power spectral densities, stationary and ergodic vibrations • Nonlinear oscillations of one degree of freedom systems: approximation methods: linearization, Harmonic Balance, Ritz-Galerkin method. Vibration systems with friction: free vibrations and friction-induced self-excited vibrations, Van der Pol oscillator, limit cycle, nonlinear forced oscillations • Linear vibrations with multiple degrees of freedom: free vibrations of damped systems, various damping approaches, forced vibrations, modal approach and modal superposition

- 3) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA003 „Höhere Thermodynamik“ wird wie folgt geändert:

- a) In der Tabellenzeile „Nr.“ wird die Angabe „4MBMA003“ durch die Angabe „4MBMA003/2“ ersetzt.
- b) In der Tabellenzeile „Modultitel“ wird die Angabe „Höhere Thermodynamik“ durch die Angabe „Advanced Thermodynamics“ ersetzt.
- c) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students - acquire a thorough grounding in the fundamentals of advanced thermodynamics at a high scientific level. They gain knowledge in selected areas and methods and develop the ability to address and solve problems and research questions in this field using scientific approaches. - acquire the ability to arrive at solutions through communication and cooperation.
Inhalte
- Multiphase systems of pure substances: multiphase regions, thermal state variables of pure substances, caloric state variables of fluid substances, phase equilibrium condition, Clausius–Clapeyron equations, phase diagrams and tables of state, the critical point. - Technical cycles: Clausius–Rankine cycle, efficient thermal power plants, refrigeration cycle, and heat pump. - Mixtures of ideal gases: description of mixture composition, mixture properties of ideal gases, equilibrium thermodynamics. - Humid air: ideal gas–vapor mixture, state properties of humid air, water content, specific volume, specific enthalpy and specific entropy of humid air, h_1-x and x-diagram, processes involving humid air, air conditioning. - Introduction to refrigeration engineering: processes for gas liquefaction, compression refrigeration system, steam-jet refrigeration system, absorption refrigeration system.

- 4) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA004 „Höhere Fluidodynamik“ wird wie folgt geändert:
 - a) In der Tabellenzeile „Nr.“ wird die Angabe „4MBMA004“ durch die Angabe „4MBMA004/2“ ersetzt.
 - b) In der Tabellenzeile „Modultitel“ wird die Angabe „Höhere Fluidodynamik“ durch die Angabe „Advanced Fluid Dynamics“ ersetzt.
 - c) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students are taught in-depth fundamental knowledge of fluid mechanics using examples that are relevant to technical applications. In addition to a basic understanding of the physics of incompressible turbulent flows, canonical basic flows that are frequently encountered in technical applications are discussed in particular. Students should be able to correctly identify problems that arise in reality and solve and estimate them approximately. In addition, students will learn the tools that are essential for doing research in the relevant field, both at universities and, for example, in the automotive, aerospace, and aviation industries, as well as those required for the correct use of software packages such as OpenFoam, Fluent, etc. Students acquire the ability to describe turbulent flows in an engineering and scientific manner and to formulate them in a generally understandable way. They learn to solve given tasks in a limited amount of time.
Inhalte
The majority of flows observed in nature and technology are turbulent. This complicates the description of even simple flows, making statistical methods necessary. This lecture serves to

establish basic knowledge and introduces methods for analyzing and calculating technical turbulent flows and for approximating and estimating flow variables, including • Repetition of basic equations of fluid mechanics (conservation of mass, momentum, and energy; material equations; Cauchy stress tensor; Navier-Stokes equations, vorticity transport equation) • Review of stochastic/statistical fundamentals (cumulative density function, probability density function, mean values, moments, correlations, confidence intervals, ergodicity, sampling) • Fundamental equations of turbulent flows (Reynolds-averaged fundamental equations; transport equations for Reynolds stress components and TKE, passive scalars; energy spectrum) • Turbulent flows (boundary layer, channel and pipe flow, free jet, log law, length and time scales, integral methods) • Introduction to turbulence modeling

- 5) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA005 „Signal Processing“ werden die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
The most important methods of digital signal processing are covered. An introduction is given to the fundamentals, such as A/D and D/A conversion, the sampling theorem, and working with MATLAB/SIMULINK. In addition to the mathematical description of time-discrete signals and systems, the Discrete Fourier Transform and the analysis, synthesis, and application of digital filters are discussed with practical relevance in mind. Reference is made to applications in image processing. Important nonlinear methods should be understood in principle. Finally, there is an introduction to the fundamentals of stochastic signals and their application. In particular, the importance of correlations is discussed in detail.
Inhalte
• Introduction • Discrete-time signals and systems • Sampling theorem • Transformation of signals into the frequency domain (DFT & FFT) • FIR & IIR filters • Stochastic signals • Correlation • Clustering • Principal component analysis

- 6) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA011 „Fahrzeugbau“ wird in der Tabellenzeile „Seminar und Projekt“ in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Seminar und Projekt „Prozessauslegung““ durch die Angabe „Seminar – Methodische Auslegung von Umformprozessen“ ersetzt.
- 7) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA020 „Produktinnovation und Verbindungstechnik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeile „Angebotshäufigkeit“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe und SoSe WiSe: Leichtbau mit faserverstärkten Kunststoffen in Fahrzeugstrukturen
---------------------------	--

- b) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 8) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA021 „Maschinenelemente Vertiefung“ wird in der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 9) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA022 „Produktentwicklung-Vertiefung“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeile „Angebotshäufigkeit“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Angebotshäufigkeit	Jedes SoSe und WiSe WiSe: Leichtbau mit faserverstärkten Kunststoffen in Fahrzeugstrukturen
---------------------------	--

- b) Die Tabellenzeile „Prüfungsleistungen“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Leistungen	Form	Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Die Gesamtprüfungsleistung ist abhängig von der individuellen Wahl der Lehrveranstaltungen und besteht aus zwei Klausuren (Gewichtung jeweils 50 %) oder aus einer Klausur und einer mündlichen Prüfung (Gewichtung jeweils 50%) oder zwei mündlichen Prüfungen (Gewichtung jeweils 50%) <i>Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</i>	Jeweils 60 Min. oder 60 Min. und bis zu 40 Min. oder bis zu 60 Min.

- c) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 10) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA024 „Prototyping in der Konstruktion“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Moduldauer“ und „Angebotshäufigkeit“ werden durch die folgenden Tabellenzeilen ersetzt:

Moduldauer	1 oder 2 Semester
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe und/oder SoSe

- b) Die Tabellenzeile „Prüfungsleistungen“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Leistungen	Form	Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Die Gesamtprüfungsleistung ist abhängig von der individuellen Wahl der Lehrveranstaltungen und kann aus zwei der folgenden Prüfungsformen bestehen (Gewichtung jeweils 50 %): Additive Fertigung: Klausur oder mündliche Prüfung Technisches Skizzieren: Abgabe von Skizzen Prototyping: Projektaufgabe <i>Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</i>	60 Min. oder bis zu 60 Min. 4 bis 7 Stück 1-2 Modelle + ~25-35 Seiten Fotodokumentation

- c) In der Tabellenzeile „Inhalte“ wird der Abschnitt „Prototyping (Pt)“ durch folgenden Abschnitt ersetzt:

„Prototyping (PT)

- ~25% Vorlesung, 75% Laborübung
- Zweck, Anwendungsbereiche und Arten von Prototypen
- Prototypen für Versuch, Feldversuche, Designstudien, Ergonomiestudien
- Funktionsmuster usw.
- Kennenlernen und Verwenden von Herstellungsverfahren, wie z.B. Additive Fertigung, Vakuumguß, Laserschneiden
- Abschätzung und Beurteilung von Fehlerpotenzialen
- Realistische Zeitplanung + Backup-Plan
- Herstellung von Prototypen
- Funktionstest, Fehleranalyse, Verbesserungsmaßnahmen“

- d) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

11) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA025 „Umformtechnik II“ wird wie folgt geändert:

- a) In der Tabellenzeile „Seminar“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Seminar und Projekt „Prozessauslegung““ durch die Angabe „Seminar – Methodische Auslegung von Umformprozessen“ ersetzt.
- b) Nach der Tabellenzeile „Seminar“ werden die folgenden Tabellenzeilen eingefügt:

Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	SWS
Seminar und Projekt	Skalierbare Fertigung	2
Das Modulelement „Seminar – Methodische Auslegung von Umformprozessen“ darf nicht von den Studierenden der Vertiefung VII „Fahrzeugbau“ gewählt werden.		
Das Modulelement „Skalierbare Fertigung“ darf nur von Studierenden der Vertiefung VII „Fahrzeugbau“ gewählt werden.		

- c) Die Tabellenzeile „Inhalte“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Inhalte
Abhängig von der individuellen Wahl der Lehrveranstaltungen innerhalb des Moduls können sich beispielsweise folgende Inhalte ergeben: Simulation und Berechnung in der Umformtechnik • Aufbau metallischer Werkstoffe • Beschreibung von Werkstoffen und Werkstoffverhalten • Grundgleichungen der Plastomechanik • Lösungsverfahren zu den Aufgabenstellungen der Umformtechnik • Tribologie in der Umformtechnik • Umformwerkzeuge Prozessauslegung mit FEM • Aufgabenübungen zu umformtechnischen Problemstellungen • Allgemeine plastizitätstheoretische Anwendung • Erlernen des Umganges mit dem FE-Paket PamStamp Skalierbare Fertigung Die Studierenden bekommen in einer Einführungsvorlesung die Grundlagen einer flexiblen Fertigung vermittelt. Zu jeder Veranstaltung werden aus den Themenfeldern: • Automatisiertes Rüsten (Cybertechniken) • Mechanismenbasierte Prozessregelung • Advanced forming tools • KI basierte Prozessgeneratoren konkrete Anwendungsprojekte definiert, die an den lehrstuhleigenen Anlagen umgesetzt werden.

In den Seminaren werden digitale Techniken auf Umformverfahren aus der Blechumformung angewendet. Konkrete Projekte werden an folgenden Verfahren methodisch erarbeitet:

- Tiefziehen
- Prägen (Einfachformer)
- Schwenkbiegen (3D Schwenkbiegen)
- Drei-Rollen-Schubbiegen Rohre und Profile
- Freiform-Abrollbiegen Rohre und Profile
- Rotationszugbiegen Rohre und Profile

- d) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 12) In den Modulbeschreibungen zu den Modulen 4MBMA027 „Smart Production“ und 4MBMA028 „Agile Produktionssysteme“, 4MBMA029 „Robotik“, 4MBMA033 „Produktionsplanung und -steuerung“ und 4MBMA034 „Logistik“ wird jeweils in der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 13) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA035 „Operations Research“ wird gestrichen.
- 14) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA036 „Allgemeine Werkstofftechnik“ wird wie folgt geändert:
- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA036/2
Modultitel	General Materials Engineering

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch/englisch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.
- c) In den Tabellenzeilen „Vorlesung mit Übung“ wird jeweils die Angabe „Allgemeine Werkstofftechnik“ durch die Angabe „General Materials Engineering“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
• Engineering materials are characterized by a complex microstructure, which is essentially determined by deviations from the ideal structure as a result of structural defects. After successfully completing the course, students will have an in-depth understanding of the structure of engineering materials, know what microstructural characteristics can be present, how they can be specifically adjusted, and what positive and negative consequences this has for the application of the material. • Students acquire the ability to deepen the knowledge imparted in lectures through independent reading, preferably of English-language specialist texts, and to apply the knowledge thus gained to specific questions. They are enabled to communicate about materials science issues in an engineering-oriented and scientifically accurate manner. Students... • are able to make optimal use of the possibilities offered by technical materials in terms of stiffness and strength, as they have learned what processes occur during deformation and how targeted improvements in mechanical properties can be achieved. • acquire the ability to deepen the knowledge imparted in the lecture through independent reading of preferably English-language specialist texts and to apply the knowledge thus gained to specific questions. • are qualified to communicate in an engineering and scientifically accurate manner about materials science issues, particularly with regard to the limits of materials under mechanical loadings.

Students...

- master the fundamentals of friction and wear. They are able to name the components of a tribological system and load collectives. Students are familiar with strategies for reducing friction and wear and know the corresponding macroscopic and microscopic measurement methods for evaluating the various tribologically relevant variables.
- acquire the ability to describe complex tribosystems and their optimization potential in an engineering-oriented manner and to formulate them in a generally understandable form. They learn to solve given tasks within a limited time.

Students...

- are familiar with the special features of approaches to material selection for resource-efficient applications, particularly in the transport sector.
- can derive specific material parameters and use them to select materials based on load requirements.
- understand the material-specific microstructure-property relationships of the materials under consideration in connection with their processing technologies and the resulting design and application possibilities.
- are able to qualitatively describe the behavior of resource-oriented design methods under different loading conditions and their failure.
- can draw conclusions about material selection, processing, and design.
- can describe the various material cycles and are familiar with the challenges for resilient processing methods in manufacturing.

Inhalte

Depending on the individual choice of courses within the module, the following content may be covered, for example:

Structure of Technical Materials

- Bonding of atoms in solids: ionic bonding, covalent bonding, metallic bonding, Van der Waals bonding
- Fundamentals of electron theory in crystalline solids: classical electron theory; quantum mechanical considerations: density of states, Fermi distribution, band model
- Interfaces: energy of interfaces, foreign substance adsorption, curved interfaces, interface-determined equilibrium forms
- Thermodynamics of alloys: basic concepts, equilibria, molar specific heat, single-component systems, multi-component systems, the regular solution, phase diagrams
- Atomic defects in crystals: measurement methods, equilibrium concentration, defects in stoichiometric and non-stoichiometric compounds, mixed oxides with different dopants, thermally activated defect migration

Forming Behavior of Technical Materials

- Repetition of basic terms
 - Elastic deformation behavior
 - Plastic deformation of crystalline materials
 - Macroscopic deformation behavior
 - Dislocations as carriers of plastic deformation
 - Strength-increasing mechanisms
 - Solution hardening
 - Dislocation hardening
 - Grain hardening
 - Particle hardening
 - High-temperature deformation
 - Fracture processes

Tribology and Component Behavior

- Fundamentals of tribology and nanotribology
- Tribosystem, load collectives
- Macroscopic and nanoscopic tribological test methods

Materials and Processes for Resource-Efficient Transport Application
• Design methods and principles for resource-efficient applications
• Loading conditions in structural components
• Parameters for resource-oriented material selection
• Strength-increasing mechanisms and component failure
• Steel, aluminum, titanium, and magnesium alloys
• Alloys for additively manufactured integral structural components
• Material combinations and joining technologies in multi-material designs
• Hybrid composite materials and structures
• Resource efficiency, circular materials, and resilient manufacturing processes

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

15) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA037 „Werkstoffverhalten unter mechanischer Belastung“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA037/2
Modultitel	Material Behavior Under Mechanical Stress

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch/englisch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.
- c) In den Tabellenzeilen zur Vorlesung „Werkstoffverhalten unter mechanischer Belastung I“ bis zum Seminar „Werkstoffverhalten unter mechanischer Belastung IV für VT VI“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ jeweils die Angabe „Werkstoffverhalten unter mechanischer Belastung“ durch die Angabe „Material Behavior Under Mechanical Stress“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Material Behavior Under Mechanical Loads I: Students...
• master the fundamentals of fracture mechanics and are thus able to describe the behavior of notched and cracked components with regard to whether crack propagation (and possibly fracture) is to be expected under the prevailing load conditions. • are able to carry out reliable component design by comparing the stress magnitude with suitable material parameters. • have the necessary knowledge to determine the relevant material parameters of technical materials for unidirectional and cyclic loading conditions and are aware of the microstructural deviations from the theoretical description. • acquire the ability to apply the knowledge gained in the lecture to specific fracture mechanics issues. • know fracture mechanics terminology and are thus able to participate competently in engineering and scientifically accurate communication, particularly with regard to the limits of use of cracked components under mechanical loads. • learn to use fracture mechanics concepts responsibly and are confronted with the possible consequences of incorrect engineering practices through the analysis of damage cases.
Material Behavior Under Mechanical Loads II: Material fatigue remains the main cause of premature failure of a material or component during operation and unfortunately often leads to catastrophic damage. Students...

- will be able to understand the various aspects of material fatigue and apply methods based on fundamental knowledge to enable reliable material design and conservative life cycle prediction in the presence of cyclic material loading.
- acquire the ability to apply the knowledge gained in the lecture to specific questions relating to cyclically loaded components.
- master the terminology of material fatigue and are thus able to participate competently in engineering and scientifically correct communication, especially with regard to the limits of use of components under cyclic mechanical loading.
- learn how to use phenomenological and physics-based service life calculation concepts responsibly and are aware of the possible consequences of incorrect engineering practices.

Material Behavior Under Mechanical Loads III:

Students...

- are able to make optimal use of the possibilities offered by technical materials in terms of stiffness and strength,
- as they have learned what processes occur during deformation and how targeted improvements in mechanical properties can be achieved.
- acquire the ability to deepen the knowledge imparted in the lecture by independently reading preferably English-language technical texts and to apply the knowledge thus gained to specific questions.
- are enabled to communicate in an engineering and scientifically correct manner about materials science issues, in particular with regard to the limits of use of materials under mechanical loads.

Material Behavior Under Mechanical Loads IV:

Students...

- master the theoretical foundations of damage science and can apply them to specific damage cases from practice. They are able to independently recognize the factual contexts for interpreting selected case studies on product defects, damage caused by previous damage, and damage caused by operational factors, and they develop a critical awareness of complex materials science (materials engineering and metallurgical) issues.
- acquire the ability to independently comprehend technical texts in German and English and apply the knowledge gained to specific issues.
- possess advanced communication skills through the presentation of case studies with regard to their ability to reflect on, weigh up, and reduce the information content obtained using a wide variety of research tools, as well as to prepare it for specific target groups.

Inhalte

Depending on the individual choice of courses within the module, the following content may be covered, for example:

Fracture Mechanics:

- Spectacular damage cases
- Fundamentals of engineering fracture mechanics
- Mechanical assessment of cracked components: Fundamentals of elasticity theory, classical failure hypotheses, Griffith's crack model, stress field near the crack tip, stress intensity factor, fracture criteria, consideration of a plastic zone at the crack tip
- Experimental determination of fracture mechanics parameters
- under quasi-static loading conditions
- under cyclic loading conditions
- Breakage safety concepts

Material Fatigue:

- Introduction (definition, history)
- Experimental methodology
- Terms, common representations
- Cyclic deformation of ductile solid materials
- Crack formation in ductile solid materials
- Phenomenological description of service life

- Fundamentals of fracture mechanics and their consequences for fatigue
- Fatigue crack propagation in ductile solid materials
- Crack closure effects
- Short cracks
- Fatigue of brittle solid materials
- Forming

Behavior of Technical Materials:

- Repetition of basic terms
- Elastic deformation behavior
- Plastic deformation of crystalline materials
- Macroscopic deformation behavior
- Dislocations as carriers of plastic deformation
- Strength-increasing mechanisms
 - Solution hardening
 - Dislocation hardening
 - Grain hardening
 - Particle hardening
- High-temperature deformation
- Fracture processes

Case Studies in Technical Failure Analysis:

- Introduction to the systematic processing of damage cases
- Aspects of elastic and plastic deformation
- Overview of the use of fracture mechanics concepts in damage analysis
- Influence of microstructure on the damage behavior of selected alloys
- Influence of operating stresses (creep, fatigue, environmental influences) Case studies on various material classes and production processes

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 16) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA038 „Oberflächentechnik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA038/2
Modultitel	Surface Engineering

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch/englisch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.
- c) In den Tabellenzeilen zu den Vorlesungen mit Übung „Oberflächentechnik I“ bis „Oberflächentechnik III für VT VII“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ jeweils die Angabe „Oberflächentechnik“ durch die Angabe „Surface Engineering“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students • have a command of the fundamentals of friction and wear. They are able to name the components of a tribosystem and stress collective. Students are familiar with strategies for reducing friction and wear and know the corresponding macroscopic and microscopic measurement methods for evaluating the various tribologically relevant variables. • acquire the ability to describe complex tribological systems and their optimization potential in an engineering-oriented manner as well as to formulate them in a generally understandable form. They learn to solve given tasks within a limited time frame.

Students

- should gain an overview of current surface modification/coating processes. This will enable them to suggest appropriate processes for given problems and understand their advantages and disadvantages compared to alternative processes.
- acquire the ability to describe surface modification processes in an engineering-oriented manner and to formulate them in a generally understandable way. They learn to solve given tasks within a limited time frame.

Students

- The main objective of this course is to provide an overview of the physical and chemical aspects of functional thin films. These aspects are key topics for future research and development of new technologies. In this lecture, students will learn about the scientific findings on growth mechanisms of CVD thin films, surface properties and functionalization, as well as applications of functional thin films. They will be introduced to some advanced characterization methods for surface analysis of functional thin films. Various chemical approaches for functionalizing thin films will be presented. Application examples such as chemical and biochemical sensors, capacitors, and batteries will be explained.
- At the end of this course, students will have gained some knowledge of the revolutionary development of new devices for industrial applications. They are expected to draw up a logical and sensible technical plan for developing thin-film-based concepts/solutions.

Students

- work together to develop skills and communicate their knowledge to people from other disciplines.
- Thin film science and technology plays an important role in the high-tech industry. There are numerous applications for thin films in areas such as communications technology, optoelectronics, microelectronics, energy generation and conversion, etc. The aim of this lecture is to introduce and explain the key physical concepts in thin film deposition, growth, and characterization. Students will gain an overview of vacuum technology (basic introduction), the physics of crystal growth (nucleation, epitaxy, and growth models), and the properties (mechanical, electrical, magnetic, and optical properties) of thin films. Furthermore, the relationship between the film growth process and the properties will be outlined, with examples of applications
- With the knowledge they have acquired, students gain the ability to enable controlled complex layer growth.

Inhalte

Depending on the individual choice of courses within the module, the following content may be covered:

Tribology and Component Behavior:

- Fundamentals of tribology and nanotribology
- Tribosystem, stress collective
- Macroscopic and nanoscopic tribological test methods

Process Engineering of Surface Modifications: (in German):

- Processes (plating, build-up welding, hot-dip coating, thermal spraying, chemical and electrochemical processes, vapor deposition processes - PVD, chemical vapor deposition, plasma polymerization)
- Modifying processes (mechanical surface strengthening, surface hardening, laser cladding, thermochemical diffusion processes, ion implantation)
- Selection of materials and treatment methods for specific problems

Physical Chemistry of Functional Thin Films:

- Growth mechanisms of thin films, surface analysis methods, surface properties, chemical functionalization

Materials Science of Thin Films and Coating Systems:

- Vacuum technology, coating processes, film growth, physical properties of thin films, and application examples.

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 17) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA039 „Werkstoffe für den Fahrzeugleichtbau“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA039/2
Modultitel	Materials for Automotive Lightweight Design

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch/englisch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.
- c) In den Tabellenzeilen zu den Vorlesungen „Werkstoffe für den Fahrzeugleichtbau I“ bis „Werkstoffe für den Fahrzeugleichtbau III für VT VII“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ jeweils die Angabe „Werkstoffe für den Fahrzeugleichtbau“ durch die Angabe „Materials for Automotive Lightweight Design“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
The students understand lightweight vehicle design as a holistic, interdisciplinary approach that can be divided into the areas of methods, materials, and production. In addition to the technical issues, they also know the economic, ecological, and social boundary conditions for efficient lightweight vehicle design. The students are familiar with the stresses of the materials in the various components of the body, chassis, wheels/brakes, powertrain and engine, such as static and dynamic forces, friction and corrosion. They understand the material engineering mechanisms on which the properties of modern automotive materials are based. They will be able to independently develop criteria for the selection of materials and discuss and evaluate new materials for automobiles. Material fatigue is still the main cause of premature failure of a material or component in operation. Students understand the various aspects of material fatigue and can apply the methods that enable safe component dimensioning and conservative service life prediction. Material fatigue is still the main cause of premature failure of a material or component in operation and unfortunately often leads to catastrophic damage. The students • are enabled to understand the various aspects of material fatigue and to apply the methods that enable a safe material design and a conservative service life prediction in the presence of cyclic material loading on the basis of basic knowledge. • acquire the ability to apply the knowledge gained in the lecture to concrete questions with regard to cyclically loaded components. • have mastered the terminology of material fatigue and are therefore able to competently participate in engineering and scientifically correct communication, especially with regard to the limits of use of components under cyclic mechanical loading. • learn how to use phenomenological and physically-based lifetime calculation concepts responsibly and are aware of the possible consequences of incorrect engineering action. Students learn the theoretical basics of the most important casting processes for automotive engineering, the applications, basic concepts, methods, and processes, especially for lightweight vehicle design. They will deepen their knowledge of materials relevant to vehicle design and learn the formation of cast structures, solidification types, and material-specific types of defects. Based on the knowledge of the technical and economic requirements for the castings, the development and design of production-ready castings is developed by means of numerical

casting simulation and 3D CAD technology and deepened in exercises. Current prototype casting processes and additive manufacturing processes are theoretically learned. The process chains and project management for the casting processes of sand casting, gravity die casting, and die casting are developed as examples.

Students learn how to use the methods of material selection, the dimensioning of automotive components, and the application of service life calculation concepts responsibly, and are aware of the possible consequences of incorrect engineering actions.

Inhalte

Depending on the individual choice of courses within the module, the following contents may result, for example:

Automotive Materials Part:

- History of the automobile
- Lightweight design as a design principle for automobiles,
- Lightweight design key figure
- Characteristic properties of the material classes
- (static / dynamic)
- Material characteristics related to density, costs,
- CO2 footprint during generation
- Materials science basics, manufacturing technologies, properties and evaluation of the different materials
- Joining processes for body materials
- Fundamentals of the development of new body materials

Automotive Materials Part:

Treatment of the following components:

- Chassis/steering: suspension spring, handlebars, steering knuckles, swivel bearings, wheel bearings, subframe;
- Wheels/brakes: rims, caliper, brake disc;
- Drivetrain: gearbox, differential housing, gears, shaft;
- Engine: Cylinder crankcase, cylinder head, pistons/piston rings, connecting rods, crankshaft, camshaft; valve spring, valves, bearings, exhaust system;
- Electric motor: permanent magnet;
- Battery technology: Lead, nickel/metal hydride, lithium-ion
- Loads on the individual components and the resulting choice of material (forces, friction, corrosion, hot gas corrosion)

Material Systems for Automotive Lightweight Design:

Efficient automotive lightweight design is more than just reducing the mass of components. In addition to the technical issues, economic, ecological, and social boundary conditions must be considered. Automotive lightweight design therefore requires an interdisciplinary approach, which is divided into the areas of methods, materials, and production in this lecture. In addition to the methodological consideration, this is also illustrated using examples from professional practice as well as current research and development. Special focus topics of the lecture are:

- Influence of residual stresses on the service life of steel suspension springs
- Lightweight design of vehicle suspension springs with a load-appropriate design through functional grading on wires made of spring steel
- Higher-strength material for use as a pipe stabilizer
- Material development for eXtra-Force hose band springs
- Lifetime estimation for the combination of different materials in a multi-material system
- Development of a hybrid leaf spring

Material Fatigue:

- Introduction (definition, history)
- Experimental methodology
- Terms, common representations
- Cyclic Deformation of ductile materials
- Cracking in ductile materials
- Phenomenological description of the service life

- Fundamentals of fracture mechanics and their consequences for fatigue
- Fatigue crack propagation in ductile materials
- Crack closure effects
- Short cracks
- Fatigue of brittle materials
- Fatigue of semi- and non-crystalline materials
- Design concepts

Leichtbau mit Guss im Automobil:

- Geschichte des Gießens sowie Anwendungsbereiche und Anforderungen an Gussteile im heutigen Automobilbau
- Die wichtigsten Gießverfahren im Automobilguss und Werkstoffmöglichkeiten
- Funktions- und gießgerechte Entwicklung und Konstruktion
- Numerische Gießsimulation und Berechnung von Gusseigenspannungen
- Prototypengießverfahren und Additive Manufacturing
- Sandguss, Kokillenguss, Druckguss - Fertigungs- und Prozesskette und Projektmanagement
- Gießereiexkursion

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 18) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA040 „Mikro- und Nanoanalytik in der Materialforschung“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA040/2
Modultitel	Micro- and Nanoanalytics in Materials Research

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch/englisch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.
- c) In den Tabellenzeilen zu den Vorlesungen „Mikro- und Nanoanalytik in der Materialforschung I“ bis „Mikro- und Nanoanalytik in der Materialforschung III“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ jeweils die Angabe „Mikro- und Nanoanalytik in der Materialforschung“ durch die Angabe „Micro- and Nanoanalytics in Materials Research“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
This module covers modern micro- and nanoanalytical characterization methods for scale-bridging materials and device research in mechanical and electrical engineering as well as natural sciences using application examples from a broad variety of technological as well as fundamental fields of research such as electromobility, autonomous driving/process technology/sensing, additive manufacturing, energy storage/conversion, catalysis, fundamental physics. State-of-the-art methods are used to specifically elucidate the complex relationships between material properties and functionality, long-term stability/degradation, and material structure and chemistry on microscopic length scales.
Students
• are familiar with the variety of important micro- and nanoanalytical methods for complementary material and component characterization (SEM/FIB, TEM, X-ray methods), which are typically used to elucidate structure-property relationships down to the atomic scale. • are familiar with suitable methods for sample preparation. • understand the most important investigation methods, know their advantages and limitations, and can identify suitable methods and investigation parameters for their own materials science questions.

- are familiar with the components of state-of-the-art equipment and can explain their function and important adjustment steps.
- are familiar with the most important large-scale equipment available on site for use in final theses.
- have a command of the physical fundamentals of signal generation and detection, can perform a basic analysis of measurement data and know how to interpret contrast mechanisms.
- can use technical terminology correctly.

Inhalte

Depending on the individual choice of courses within the module, the following content may be covered, for example:

Methods:

- Transmission electron microscopy, spectroscopy TEM
- Scanning electron / ion microscopy REM/FIB, IM
- X-ray diffraction / spectroscopy / tomography XRD/XAS/CT
- Sample preparation

Applications:

- Elucidation of local structure-property relationships by characterizing sample morphology, crystal structure, composition, chemical bonding: phase/defect analysis, structure formation, solid-state diffusion/reaction, and much more.
- Direct measurement of local properties of materials/in entire components using in situ/in operando methods (external stimuli).

Instrument components:

- Electron / ion / X-ray sources, electron / ion optics, detectors, sample manipulation, cutting-edge developments, sample manipulation, in situ capabilities
- Instrument alignment, influence of illumination / imaging conditions and their optimization
- Sample preparation and optimization

Physical fundamentals:

- Elastic / inelastic interaction of relativistic electrons / ions or X-rays with matter (atom, cluster, crystal lattice), X-ray emission / absorption, coherent diffraction (structure factor / lattice amplitude), image formation
- Details of signal detection, detector function

Characterization methods:

- TEM: conventional imaging, high-resolution HR(S)TEM, STEM, electron diffraction, X-ray spectroscopy, electron energy loss spectroscopy, tomography, in situ TEM
- SEM: topographic/chemical surface imaging, X-ray spectroscopy, EBSD, STEM, in situ SEM
- IM: sample characterization, nanomanipulation, sample preparation, tomography
- X-ray methods: various diffraction methods for powders, single crystals, thin films, absorption spectroscopy, tomography, etc.

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 19) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA041 „Moderne Funktionswerkstoffe“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA041/2
Modultitel	Modern Functional Materials

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch/englisch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.

- c) In den Tabellenzeilen zu den Vorlesungen „Moderne Funktionswerkstoffe I“ bis „Moderne Funktionswerkstoffe III“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ jeweils die Angabe „Moderne Funktionswerkstoffe“ durch die Angabe „Modern Functional Materials“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Against the backdrop of global challenges and developments in mechanical engineering and materials science & engineering, such as electromobility, autonomous driving/process technology, traffic/operational safety (structural health monitoring), lightweight construction, additive manufacturing, resource conservation, and pollutant minimization, this module covers important functional materials, their properties, and their areas of application. Even in traditional mechanical engineering, modern construction materials and components are increasingly being equipped with additional functional properties. Students • are familiar with important modern applications of functional materials in engineering sciences (e.g., energy storage/conversion, sensor technology, catalysis, mechanical applications). • are familiar with the different classes of materials, their properties, and their application profiles. • are familiar with common synthesis/manufacturing processes for the classes of materials covered. • understand the need to elucidate the sometimes complex relationship between material structure/chemistry, manufacturing, and the resulting properties. • understand the necessary physical and chemical fundamentals of materials and the physical fundamentals of a wide variety of functional properties, especially the fundamental differences between bulk materials and nanomaterials, and can apply this knowledge to simple use cases. • are familiar with the most important characterization methods. • can derive a technical application profile for a given application and identify a suitable material class. Students • learn to formulate complex physical and technical issues in a generally understandable form. • are strengthened in their interdisciplinary approach and collaboration on challenging current scientific issues. • are empowered to take responsibility for developing solutions to complex issues in their future companies. • are strengthened in their independence to acquire complementary specialist knowledge and apply it to complex issues.
Inhalte
Depending on the individual choice of courses within the module, the following content may be covered: Structure of Technical Materials: • Atomic bonding • Classical/quantum mechanical electron theory (heat, density of states, conductivity, Fermi distribution, band model) • Thermodynamics of alloys: basic concepts, equilibria, molar specific heat, single-component/multi-component systems • Crystal defects: types, characterization methods, equilibrium concentration, (non-)stoichiometric compounds, doping of mixed oxides • Diffusion: diffusion mechanisms, Fick's laws/statistical considerations, (electro-)chemical potential, Kirkendall effect, spinodal segregation, mathematical solution of diffusion problems • Interfaces: energy, foreign substance adsorption, curved interfaces, interface-determined equilibrium forms

Physikalische Eigenschaften technischer Werkstoffe:

- Grundlagen physikalischer Eigenschaften technischer Werkstoffe (u.a. thermisch, elektrisch, magnetisch, optisch).
- Zielgerichtete anwendungsorientierte Eigenschaftsoptimierung
- Messverfahren zur Bestimmung der behandelten Eigenschaften
- Technische Nutzen und Einsatz von Funktionseigenschaften

Nanostructured Materials for Energy and Sensor Technology:

- Modern nanomaterials and surfaces and their use in energy applications (e.g., energy storage: supercapacitors/batteries, energy conversion: solar cells/fuel cells) and for physical/(bio)chemical sensors
- Production of nanostructured materials: general concepts, chemical/physical synthesis methods
- Scale dependence of physical/chemical properties (quantum effects): from bulk materials to nanomaterials
- Microstructural, chemical, and functional characterization

Ceramic and Hybrid Materials:

- Modern ceramic and hybrid material systems and their applications (e.g., lambda probe, force/motion sensor, condition monitoring, energy storage/conversion, exhaust gas purification, light source, as structural materials (friction reduction, hardness, high operating temperatures)
- Synthesis/manufacturing methods for materials/components
- Scale dependence of physical/chemical properties (quantum effects): from bulk materials to nanomaterials
- Physical fundamentals of functional properties: ion/electron transport, semiconductor characteristics, magnetism, catalysis, energy storage, hardness, crack suppression/healing
- Hybrid materials: functional design/material combinatorics, interfaces, individual properties – global properties

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 20) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA042 „Angewandte Methoden der Strömungsmechanik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA042/2
Modultitel	Applied Methods of Fluid Mechanics

- b) Die Tabellenzeile „Angebotshäufigkeit“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe und SoSe (Introduction to Aeroacoustics and Flow Control in WiSe; Applied Fluid Mechanics II in SoSe)
---------------------------	--

- c) In der Tabellenzeile zur Vorlesung mit Übung „Numerische Fluidodynamik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Numerische Fluidodynamik“ durch die Angabe „Computational Fluid Dynamics“ ersetzt.
- d) In der Tabellenzeile zur Vorlesung mit Übung „Einführung in die Aeroakustik und Strömungsbeeinflussung“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Einführung in die Aeroakustik und Strömungsbeeinflussung“ durch die Angabe „Introduction to Aeroacoustics and Flow Control“ ersetzt.
- e) In der Tabellenzeile zur Vorlesung mit Übung „Angewandte Fluidmechanik II“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Angewandte Fluidmechanik“ durch die Angabe „Applied Fluid Mechanics“ ersetzt.

- f) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students are taught in-depth fundamental knowledge of fluid mechanics using examples that are relevant to technical applications. These include the propagation of flow-generated sound (aeroacoustics), flow control, e.g., for drag or noise reduction, and heat transfer in compressible supersonic flows. The complexity of the equations requires a numerical solution in many cases, which will be done by discussing a wide variety of methods applied to fluid mechanics, but relevant also to neighboring fields of research. In addition to a fundamental understanding of the physics of incompressible and compressible turbulent flows, the theory will be discussed in particular with regard to canonical basic flows, which are frequently found in technical applications. Students should be able to correctly identify problems that arise in practice and solve and estimate them approximately. In addition, students will learn the tools that are indispensable for research in the relevant field, both at universities and, for example, in the automotive, aerospace, and aviation industries, as well as those required for the correct application of software packages such as OpenFoam, Fluent, etc. Students acquire the ability to describe turbulent flows in an engineering and scientific manner and to formulate them in a generally understandable way. They learn to solve given tasks in a limited amount of time.
Inhalte
Computational Fluid Dynamics: Numerical methods for the simulation of fluid flows are becoming increasingly important. In many cases, students' training is limited to using finished code packages (Fluent, CFX, etc.) without understanding which algorithms are at work or how they behave. For this reason, this lecture aims to provide an over-view of important building blocks of numerical fluid mechanics and how they work together. In addition to discussing them in the context of fluid mechanics, the methods presented will be introduced in such a general way that they can easily be transferred to physics, thermodynamics, or structural mechanics, for example. The level of the course is tailored to master students and is also open to physicists, mathematicians or students of informatics, who would like to learn about applications, too. Python programs are provided and discussed in the lecture in order to demonstrate the material in a practical and clear manner. • Basic equations (partial differential equations, hyperbolic, elliptic, hyperbolic, characteristics) • Approximation and interpolation (Lagrange, Spline, Broken-Line, Method of Weighted Residuals, Fourier approximation and analysis, Shannon-Sampling Theorem) • Discretization in space (finite differences, finite volume, spectral, modified wave number, influence of grid size) • discretization in time (e.g.. multi step methods, Runge-Kutta, explicit vs. implicit etc.) • Stability of the discretization (includes consistency, convergence, spatial and temporal discretization, method-of lines, CFL-number, eigenvalue analysis, von-Neumann-analysis, Lax-stability, Lax-Richtmeyer, non-normality, Matrix-method, Trefethen pseudo-spectra) • Boundary conditions (BC) (incompressible and compressible flows, i.e. non-reflecting/characteristic BC, Tam radiation BC, sponge layers) • Approximate factorization, operator splitting • Specific NS-solvers (projection methods, multigrid, Lattice-Boltzmann method) Applied Fluid Mechanics II: This lecture deals with compressible laminar and compressible turbulent flows with heat transfer. In many technical applications, compressibility effects are no longer negligible and must be taken into account. These flows include hypersonic and supersonic flows, flows with combustion processes, flows with strong friction or heat transfer/dissipation, acoustics, etc. The lecture covers • Fundamental equations of compressible flows (balance equations for energy, momentum, entropy, Crocco-Vaszsonyi, etc.) • Conditions for the occurrence of compressibility effects • Exact solutions (Couette flow, compression shock)

- Laminar boundary layers, Crocco-Busemann relation, similarity transformations Laminar stagnation point flows
- Laminar channel flow (Reyleigh, Fanno flow)
- Laminar jet flow
- Reentry effects
- Basic equations of compressible turbulent flows (Favre averaging, equations for correlations, thermodynamic variables, various forms of the energy equation)
- Homogeneous turbulence (isotropic turbulence, free shear flow)
- Channel flow
- Kovasnay's concept of different modes
- Simple modeling relations (dissipation rate, pressure dilatation, etc.)

Introduction to Aeroacoustics and Flow Control:

Due to increasing noise pollution, the investigation of sound radiation caused by flows (aeroacoustics) is becoming increasingly important. In addition to understanding the mechanisms involved, the control of flows is also becoming an essential tool in industry and research. This includes not only influencing the flow in such a way that, for example, sound radiation is minimized, but also influencing the shape of the bodies or its surface. The lecture attempts to convey the basics of sound radiation in flows and to provide an overview of methods that can be used to control a flow passively or actively.

- Aeroacoustics
 - Linear acoustic equations, Green's functions, acoustic sources (monopole, dipole, quadrupole, multipole), acoustic energy flow,
 - Far field approximation
 - Lighthill's theory, Curle's theory, Howe's theory
 - Examples: linear theory of sound due to the interaction of wings with vortices, slat noise, shock buffet, jet screech, cavity noise
- Flow control
 - Variational calculus
 - Optimal control using the adjoint Navier-Stokes equations: sensitivities, Lagrangian approach, various approaches to deriving the adjoint equations, regularization
 - Examples based on selected publications

- g) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

21) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA043 „Verbrennungstechnik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA043/2
Modultitel	Combustion Technology

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch“ ersetzt.
- c) In den Tabellenzeilen zu den Vorlesungen „Verbrennungstechnik I“ bis „Verbrennungstechnik II“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ jeweils die Angabe „Verbrennungstechnik“ durch die Angabe „Combustion Technology“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele

The students acquire basic knowledge in the field of combustion technology. They are able to establish global mass and energy balances for simple discrete combustion systems. Furthermore, they should understand typical pollutant formation mechanisms and be able to apply technical, physical, or chemical methods for their reduction. They should also be capable of utilizing and applying fundamental and subprocesses involved in combustion — such as ignition mechanisms, elementary reactions, and the basic principles for calculating laminar or turbulent reactive flows. In addition, they must be able to apply the acquired knowledge to technical combustion systems in order to optimize them.

Inhalte

Combustion Technology I:

- Characteristics of combustion processes
- Thermodynamic fundamentals
- Chemical reaction kinetics
- Ignition and ignition limits
- Laminar flame theory
- Combustion pollutants

Combustion Technology II:

- Turbulent combustion
- Combustion of liquid and solid fuels
- Numerical simulation of turbulent combustion
- Application aspects of turbulent combustion
- Technical burner systems
- Engine combustion
- Flame emission tomography
- Diagnostics of turbulent flames

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 22) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA044 „Angewandte Thermodynamik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA044/2
Modultitel	Applied Thermodynamics

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch/englisch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.
- c) In der Tabellenzeile zur Vorlesung „Messmethode der Thermodynamik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Messmethode der Thermodynamik“ durch die Angabe „Applied Thermodynamics I“ ersetzt.
- d) In der Tabellenzeile zur Vorlesung „Verbrennungskraftmaschinen II“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Verbrennungskraftmaschinen“ durch die Angabe „Applied Thermodynamics“ ersetzt.
- e) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Qualifikationsziele

The students

- acquire advanced knowledge in the field of measurement methods and internal combustion engines. The fundamental measurement principles, their advantages and disadvantages, as well as possible areas of application, are explained.
- gain basic knowledge about combustion processes and pollutant formation in gasoline and diesel engines, exhaust gas cleaning and testing, as well as gas and mass force effects in engines.

The students acquire advanced knowledge in the field of fundamental energy technology and energy economics concepts as well as methods for process evaluation. They are able to explain and assess in detail various processes and plants implemented in the field of fossil energy technology. After participating in the module, students are able to recognize important interrelationships and evaluate them independently.

- f) In der Tabellenzeile „Inhalte“ wird nach dem Abschnitt „Verbrennungskraftmaschinen II“ der folgende Abschnitt eingefügt:

„Industrielle Energietechnik:

In der Veranstaltung Industrielle Energietechnik werden Hochtemperaturprozesse und Themen wie prozessintegrierte Wärmerückgewinnung, Abgasreinigung, Regeltechnik, Energiebilanzen ohne und mit chemischer Reaktion, Wirkungsgrade, spez. Energieverbräuche, Beurteilung von Prozessketten der Grundstoffindustrie, Optimierung von Hochtemperaturprozessen bzgl. Energie und Emissionen, Kosten, Einsatz von Sekundärrohstoffen und prozessintegrierte Wärmerückgewinnung behandelt.“

- g) Die Tabellenzeile „Inhalte“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Inhalte
Depending on the individual choice of courses within the module, the following content may be covered, for example: Measurement Methods in Thermodynamics: • Conventional temperature measurement • Exhaust gas analysis • Thermography • Optical fundamentals: lasers, detectors • Optical measurement techniques: Mie scattering technique, LDA/PDA technique, PIV technique, emission/absorption spectroscopy, laser Rayleigh scattering technique, laser-induced fluorescence (LIF), laser-induced incandescence (LII), linear Raman spectroscopy, nonlinear Raman spectroscopy Internal Combustion Engines II: • Supercharging: Mechanical and exhaust gas turbocharging; effects on performance and efficiency; aspects of turbocharger matching to the engine; other supercharging methods. • Forces and moments: Gas and mass forces; mass balancing; engine torque. • Friction in the engine: Effects and approaches for minimization. • Measurement and test bench technology: Types of load units, requirements for engine test benches, media supply. • Hybrid technology: Forms and applications of use. Industrielle Energietechnik: In der Veranstaltung Industrielle Energietechnik werden Hochtemperaturprozesse und Themen wie prozessintegrierte Wärmerückgewinnung, Abgasreinigung, Regeltechnik, Energiebilanzen ohne und mit chemischer Reaktion, Wirkungsgrade, spez. Energieverbräuche, Beurteilung von Prozessketten der Grundstoffindustrie, Optimierung von Hochtemperaturprozessen bzgl. Energie und Emissionen, Kosten, Einsatz von Sekundärrohstoffen und prozessintegrierte Wärmerückgewinnung behandelt.

- h) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 23) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA045 „Grundlagen der Verfahrenstechnik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA045/2
Modultitel	Fundamentals of Process Engineering

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch“ ersetzt.
- c) In der Tabellenzeile zur Vorlesung mit Übung „Thermische Verfahrenstechnik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Thermische Verfahrenstechnik“ durch die Angabe „Thermal Process Engineering“ ersetzt.
- d) In der Tabellenzeile zur Vorlesung mit Übung „Mechanische Verfahrenstechnik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Mechanische Verfahrenstechnik“ durch die Angabe „Mechanical Process Engineering“ ersetzt.
- e) In der Tabellenzeile zur Vorlesung mit Übung „Chemische Verfahrenstechnik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Chemische Verfahrenstechnik“ durch die Angabe „Chemical Process Engineering“ ersetzt.
- f) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
The aim of the lecture is to acquire knowledge and methods for designing and selecting suitable processes and equipment in various technical disciplines. To this end, the most important basic process engineering operations are discussed in detail, as well as the underlying physical and physicochemical fundamentals. Building on this, the most important calculation principles are presented. The theory is further explored through numerous exercises.
Inhalte
Based on the classification and definitions of thermal, mechanical, and chemical process engineering, the courses deal with various topics: Thermal Process Engineering covers the fundamentals of heat transfer and mass transfer, phase equilibria and thermal separation processes. Mechanical Process Engineering covers particles and dispersed systems, dimensional analysis, flows in process engineering and separation processes. Chemical Process Engineering covers relevant fundamentals of physics, chemistry, and biology, chemical thermodynamics, kinetics of chemical reactions, chemical process engineering and apparatuses of chemical reaction engineering.

- g) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 24) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA047 „Computergestützte Elastizität“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA047/2
Modultitel	Computational Elasticity

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.
- c) In der Tabellenzeile zur Vorlesung und Übung „Grundlagen der Finite Elemente Methode“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Grundlagen der Finite Elemente Methode“ durch die Angabe „Introduction to Finite Elements“ ersetzt.
- d) In der Tabellenzeile zur Vorlesung und Übung „Numerische Kontinuums- und Strukturmechanik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die

Angabe „Numerische Kontinuums- und Strukturmechanik“ durch die Angabe „Computational Continuum and Structural Mechanics“ ersetzt.

- e) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students are familiar with the structure and functionality of the Finite Element Method (FEM). They know the variational foundations of FEM as well as the Lagrangian element family of different approximation orders for one-dimensional, planar and for spatial problems in linear elasticity and heat conduction. They are prepared for the effective use of commercial FE software packages, enabling a quick and efficient familiarization. Students can distinguish and classify various element types. They understand the underlying nonlinear multi-field formulations and variational principles. They are aware of the limitations of structural element types within the framework of Cosserat continuum, shell, and beam theories. They gain insights into the specific implementation aspects of different element types and can identify potential sources of error arising from these formulations.
Inhalte
Introduction to Finite Elements: The course covers both the theoretical foundations and the numerical implementation of the Finite Element Method. Key concepts such as the weak form of boundary value problems, test functions, trial functions, continuity requirements, domain discretization, Galerkin approximation, stiffness matrix, assembly procedures, isoparametric concept, numerical integration, and the accuracy of finite element approximations are introduced and discussed. Computational Continuum and Structural Mechanics: The course emphasizes the theory and numerical treatment of elasticity. Nonlinear continuum formulations as well as structural formulations are addressed, with a focus on the specific challenges of discretization. Topics include: • Nonlinear, displacement-based finite elements • Mixed methods based on the Hu–Washizu and Hellinger–Reissner variational principles • Anisotropic elasticity • Finite elements for Cosserat shells and beams

- f) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 25) In den Modulbeschreibungen zu den Modulen 4MBMA049 „Kontinuumsmechanik“ und 4MBMA050 „Werkstoffmechanik“ wird jeweils in der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 26) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA051 „Festkörpermechanik“ wird wie folgt geändert:
- a) In der Tabellenzeile „Inhalte“ wird die Angabe „Technische Bruchmechanik“ durch die Angabe „Fracture Mechanics“ ersetzt.
- b) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 27) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA052 „Condition Monitoring“ wird wie folgt geändert:
- a) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele

The students acquire state-of-the-art knowledge about present and future Condition Monitoring (CM) systems and their significance for the safety and service life of machines, structures and plants. In addition, the students acquire practical skills through the exercises and are thus independently able to:

- select suitable sensors and hardware for simple tasks in machine and structural diagnostics,
- draw conclusions about the condition and load of machines based on their vibration behavior,
- Interpret measurement data using signal processing and signal analysis techniques and
- programme simple CM algorithms

Working on the tasks in small groups is encouraged and will be supported by the supervisor. The examination is based in part on the presentation of results for the tasks and thus supports the development of skills in the areas of presentation and argumentation of results.

Inhalte

Lecture:

- Motivation by examples from CM applications
- Sensors and hardware for CM
- Signal processing for CM
- Machine learning techniques to compensate operational and environmental influences on damage indicators
- Sensor fault detection in CM systems
- Outlook: CM perspectives in a “digital world”

Exercise:

- Matlab crash course with a focus on measurement data analysis
- Practical exercises on the computer and programming relating to:
 - Measurement data acquisition and management
 - Extraction of damage features in the time, frequency and time-frequency domains
 - Machine diagnostics: damage detection on roller bearings and gearboxes, imbalance detection
 - Structural Health Monitoring applications
 - Machine learning for compensation of operational and environmental effects on damage indicators
 - Sensor fault detection for CM systems

- b) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Computer Science“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- c) In der Tabellenzeile „Voraussetzungen für die Teilnahme“ wird die Angabe „4MBMA002“ durch die Angabe „4MBMA002/2“ ersetzt.
- 28) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA053 „Datengetriebene Modellierung“ wird wie folgt geändert:
- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:
- | | |
|-------------------|----------------------|
| Nr. | 4MBMA053/2 |
| Modultitel | Data-Driven Modeling |
- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch, ggf. deutsch“ ersetzt.
- c) In den Tabellenzeilen zur Vorlesung „Datengetriebene Modellierung I“ und zum Seminar „Datengetriebene Modellierung II“ wird jeweils in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Datengetriebene Modellierung“ durch die Angabe „Data-Driven Modeling“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
The aim of this module is to provide an introduction to modern approaches to experimental, nonlinear, and/or dynamic modeling. Good models are the basis for powerful analysis, control, optimization, and diagnosis of complex processes. With neural networks and fuzzy systems, it is possible to learn nonlinear static and dynamic models from measured input/output data. This module provides an overview of the most important practical model structures and the associated optimization methods. Students learn about error diagnosis and classification methods. Furthermore, an introduction to the identification of linear dynamic systems is given. One part of the seminar consists of independently working on small tasks in MATLAB, followed by a seminar presentation. This presentation leads into the oral exam.
Inhalte
Neural Networks and Fuzzy Systems: • Overview: Static nonlinear models • Overview: Optimization methods • Characteristic maps • Polynomials • Multilayer perceptrons • Radial basis functions • Locally linear models • Fuzzy systems • Nonlinear dynamic systems • Model structure and complexity Data-Driven Methods of Fault Diagnosis: • Fundamentals of Fault Detection and Diagnosis • 2-Class Classification • 1-Class Classification • Nearest Neighbor • Classification Trees (CART) • Support Vector Machines (SVM) • Density estimation • Distribution of data points • Case study: Fault diagnosis of bogies • Case study: Fault diagnosis of railroad tracks System Identification: • Evaluating the step response ○ Relationship to impulse and ramp ○ Systems with I and D behavior ○ Excitation with sine, multi-sine, PRBS • FIR models • Least squares (LS) method • Recursive LS (RLS) • Transfer function models • Equation error vs. output error • ARX vs. OE (nomenclature) • Methods for avoiding bias ○ Filtering with $1/A$ ○ Instrumental variables (IV) method ○ Total least squares (TLS) • Choice of sampling time • Overview: Static nonlinear models

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ werden nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ die Listeneinträge „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ und „MA Digital Engineering – Elektrotechnik“ eingefügt.

- f) Die Tabellenzeile „Voraussetzungen für die Teilnahme“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Voraussetzungen für die Teilnahme	Inhaltlich: Kenntnisse im Bereich Regelungstechnik (Module 4MBBA08 oder 4MBMA005 Signal Processing).
--	--

- 29) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA054 „Fahrzeugantrieb und Fahrwerktechnik“ wird in der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ nach dem Listeneintrag „MA Maschinenbau in der Vertiefungsrichtung I, VII und VIII“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 30) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA055 „Antriebsstrang“ wird in der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ nach dem Listeneintrag „MA Maschinenbau in der Vertiefungsrichtung VII und VIII“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 31) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA056 „Fahrzeugleichtbau“ wird in der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 32) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA059 „Automatic Control“ wird wie folgt geändert:
- a) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
This module builds on the compulsory bachelor's module "Feedback Control," which teaches the fundamentals of analog control engineering. The main objective of the module is to teach the fundamentals of state space and digital control engineering. State space enables the powerful description of differential equations in matrix-vector form. This allows even high-order differential equations to be represented numerically stable as a system of first-order differential equations. The extension to multi-variable systems and nonlinear systems is systematically simpler. The fundamentals of state space and the concepts of controllability and observability are introduced. Building on this, state control and observation are considered. Finally, model predictive control and optimization are introduced. A broad overview on the principles and key ideas of linear predictive control and linear and nonlinear optimization are given. Particular care is devoted to constrained optimization with an easy access to some advance concepts such as duality. The aim of the module is to convey an understanding of the differences and special features of discrete-time processing compared to continuous-time processing. This includes both the fundamentals of digital signal processing (sampling, aliasing, z-transform) and the investigation of closed digital control loops (stability, location of poles and zeros, phase minimality, finite settling time). In addition to the theoretical fundamentals, students will also learn how a digital controller is implemented in practice as a computer program and how controllers can be designed and control loops simulated using Matlab/Simulink. Numerous exercises, mostly programming tasks in MATLAB/SIMULINK, can be carried out in group work. The lecture can be held partly in seminar form, i.e., voluntary students can work out subchapters and present and discuss them in lecture form. Such achievements will be taken into account in the examination performance if desired.
Inhalte
1. State space control • Description of dynamic systems in state space • Solution and properties of state equations • State controllers by pole assignment and optimization (QP) • Observers and controllers with observers 2. Digital control • Discrete-time signals and systems

- Stability
 - Deadbeat controllers
 - Adaptive control
3. Optimization: Linear problems
- Least squares
 - Quadratic programming
4. Predictive control
- Direct matrix control
 - Generalized predictive control
 - Fully nonlinear model-based predictive control
5. Optimization: Nonlinear problems
- Local search methods
 - Global search methods
 - Handling multiple criteria and constraints

- b) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ werden nach dem Listeneintrag „BA Digital Engineering – Maschinenbau“ die Listeneinträge „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ und „MA Digital Engineering – Elektrotechnik“ eingefügt.

33) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA060 „Angewandte Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA060/2
Modultitel	Applied Damage Diagnostics in Materials Engineering

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch“ ersetzt.
- c) In der Tabellenzeile zur Vorlesung „Automatische Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Automatische Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ durch die Angabe „Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering“ ersetzt.
- d) In der Tabellenzeile zum Seminar „Fallstudien zu technischen Schadensfällen“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Fallstudien zu technischen Schadensfällen“ durch die Angabe „Case Studies in Technical Failure Analysis“ ersetzt.
- e) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students... • can analyze and evaluate high-dimensional measurement data (including image data) in order to automatically extract damage characteristics from them using data-driven machine learning methods; • acquire the ability to analyze damage characteristics from image data using common image analysis and mathematical transformation methods, to characterize them in part, and to reduce data in a targeted manner to strong sub-data spaces; • learn, using selected examples from materials testing technology and real measurement data, the practical use of prediction algorithms for damage and their evaluation in terms of accuracy, sources of error, and performance—always in the context of materials engineering;

- through the practical application of data-driven methods (ML), gain an understanding and qualitative assessment of the weaknesses and problems (risks) of these automatic methods.

Students...

- have a command of the theoretical principles of damage assessment and can apply them to specific
- damage cases in practice. They are able to independently recognize the factual contexts for interpreting selected case studies on product defects, damage caused by previous damage, and operational damage, and they develop a critical awareness of complex materials science (materials engineering and metallurgical) issues.
- acquire the ability to independently comprehend technical texts in German and English and apply the knowledge gained to specific issues.
- possess advanced communication skills through the presentation of case studies with regard to their ability to reflect on, weigh up, and reduce the information content obtained using a wide variety of research tools, as well as to prepare it for specific target groups.

Inhalte

Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering

Sensors in materials testing technology, digital sensor data, properties of high-dimensional and multidimensional sensor data (including image data) with a focus on materials engineering

- Fundamentals of sensor data acquisition and processing (measurement methods including CT and image analysis methods)
- Fundamentals of machine learning (metrics and taxonomy, data flow and processing chains)
- Machine learning methods (algorithms and models) with practical exercises (focus on image data and time series)
- Systematic approach with training, learning, prediction, testing – synthetic data augmentation (methods, problems, limitations) and data transformation
- Digital practical exercises with real measurement data from materials testing technology (integrated)

Case Studies in Technical Failure Analysis

- Introduction to the systematic processing of damage cases
- Aspects of elastic and plastic deformation
- Overview of the use of fracture mechanics concepts in damage analysis
- Influence of microstructure on the damage behavior of selected alloys
- Influence of operating stresses (creep, fatigue, environmental influences)
- Case studies on different material classes and manufacturing processes

- f) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 34) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA061 „Automatische Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA061/2
Modultitel	Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering

- b) In der Tabellenzeile „Lehrsprache“ wird die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „englisch“ ersetzt.
- c) In der Tabellenzeile zur Vorlesung „Automatische Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Automatische Schadensdiagnostik in der Werkstofftechnik“ durch die Angabe „Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering“ ersetzt.
- d) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students... • can analyze and evaluate high-dimensional measurement data (including image data) in order to automatically extract damage characteristics from them using data-driven machine learning methods; • acquire the ability to analyze damage characteristics from image data using common image analysis and mathematical transformation methods, to characterize them in part, and to reduce data in a targeted manner to strong sub-data spaces; • learn, using selected examples from materials testing technology and real measurement data, the practical use of prediction algorithms for damage and their evaluation in terms of accuracy, sources of error, and performance—always in the context of materials engineering; • through the practical application of data-driven methods (ML), gain an understanding and qualitative assessment of the weaknesses and problems (risks) of these automatic methods.
Inhalte
Automated Damage Diagnostics in Materials Engineering • Sensors in materials testing technology, digital sensor data, properties of high-dimensional and multidimensional sensor data (including image data) with a focus on materials engineering • Fundamentals of sensor data acquisition and processing (measurement methods including CT and image analysis methods) • Fundamentals of machine learning (metrics and taxonomy, data flow and processing chains) • Machine learning methods (algorithms and models) with practical exercises (focus on image data and time series) • Systematic approach with training, learning, prediction, testing – synthetic data augmentation (methods, problems, limitations) and data transformation • Digital practical exercises with real measurement data from materials testing technology (integrated)

- e) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Maschinenbau in den Vertiefungsrichtungen VI“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 35) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA062 „Fluid Power“ wird in der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ nach dem Listeneintrag „MA Maschinenbau in den Vertiefungsrichtungen I, IV, V und VIII“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.
- 36) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA063 „Auslandsmodul Technik I“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA063/2
Modultitel	Technology Module Abroad I

- b) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students acquire advanced qualifications at a foreign university that enable them to understand and apply concepts, methods, and tools in the field of technology-based engineering activities that are not taught at the University of Siegen, or not to the same extent. The study abroad program establishes initial international contacts (keyword: networking), offers insight into the country, people, and culture, and is thus an essential first step toward succeeding in the international network of industry and business.
Inhalte
The specific content of this module depends on the host university. It must be determined before the stay abroad, and there must be no significant overlap with other modules. The subsequent

recognition of credits earned abroad must be ensured in advance by means of a learning agreement.

37) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA064 „Auslandsmodul Technik II“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA064/2
Modultitel	Technology Module Abroad II

- b) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students acquire advanced qualifications at a foreign university that enable them to understand and apply concepts, methods, and tools in the field of technology-based engineering activities that are not taught at the University of Siegen, or not to the same extent. The study abroad program establishes initial international contacts (keyword: networking), offers insight into the country, people, and culture, and is thus an essential first step toward succeeding in the international network of industry and business.
Inhalte
The specific content of this module depends on the host university. It must be determined before the stay abroad, and there must be no significant overlap with other modules. The subsequent recognition of credits earned abroad must be ensured in advance by means of a learning agreement.

38) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA065 „Numerische Dynamik“ wird wie folgt geändert:

- a) Die Tabellenzeilen „Nr.“ bis „Modultitel“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Nr.	4MBMA065/2
Modultitel	Numerical Dynamics

- b) In der Tabellenzeile zur Vorlesung mit Übung „Numerische Dynamik“ wird in der Tabellenspalte „ggf. Veranstaltungen/Modulelemente“ die Angabe „Numerische Dynamik“ durch die Angabe „Numerical Dynamics“ ersetzt.
- c) Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Students acquire the ability to formulate and numerically solve classical problems in rigid-body and structural mechanics with a focus on dynamics. They can adapt different time-integration schemes to the respective problem and to assess their advantages and limitations for the system under consideration. Furthermore, students are capable of independently implementing these methods, analyzing the simulation results, and interpreting the outcomes. They are enabled to apply the methods to both linear and nonlinear state-space representations.
Inhalte
• Kinematics of rigid and flexible bodies • Classical formulations of the Newton–Euler equations • Discretization of finite rotations • Numerical treatment of coupling conditions for multi-body systems • Stability of numerical methods • Mechanical integrators for the Newton–Euler equations • Physical and numerical consistency conditions for the conservation of momentum, angular momentum, energy, and symplecticity • Application of the methods to state-space representations

- d) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ wird nach dem Listeneintrag „MA Maschinenbau in den Vertiefungsrichtungen VT I, II, IV, V, VI, VII, VIII“ der Listeneintrag „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ eingefügt.

- 39) Nach der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA065 „Numerical Dynamics“ wird folgende Modulbeschreibung und dazugehörige Tabelle „Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen“ eingefügt:

Nr.	4MBMA066	
Modultitel	Introduction to the Finite Element Method	
Pflicht/Wahlpflicht	Wahlpflicht	
Moduldauer	2	
Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe	
Lehrsprache	Englisch ggf. Deutsch	
LP	6	
SWS	4	
Präsenzstudium	60 h	
Selbststudium	120 h	
Workload	180 h	
Lehr- und Lernform	ggf. Veranstaltungen/Modulelemente	SWS
Vorlesung und Übung	Introduction to Finite Elements	4
Leistungen	Form	Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Mündliche Prüfung	Bis 60 Min.
Studienleistungen	---	---
Qualifikationsziele		
Students are familiar with the structure and functionality of the Finite Element Method (FEM). They know the variational foundations of FEM as well as the Lagrangian element family of different approximation orders for one-dimensional, planar and for spatial problems in linear elasticity and heat conduction. They are prepared for the effective use of commercial FE software packages, enabling a quick and efficient familiarization.		
Inhalte		
Introduction to Finite Elements: The course covers both the theoretical foundations and the numerical implementation of the Finite Element Method. Key concepts such as the weak form of boundary value problems, test functions, trial functions, continuity requirements, domain discretization, Galerkin approximation, stiffness matrix, assembly procedures, isoparametric concept, numerical integration, and the accuracy of finite element approximations are introduced and discussed.		
Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen	MA Maschinenbau in den Vertiefungsrichtungen I, II, III, V, VI, VII und VIII MA Materialwissenschaft und Werkstofftechnik MA Wirtschaftsingenieurwesen	
Voraussetzungen für die Teilnahme	---	
Voraussetzung für die Vergabe von LP	Bestandene Prüfungsleistung	

Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen

Wiederholbarkeit der Prüfungsleistung(en) (Anzahl/Terminierung)	Zwei Wiederholungen (siehe auch Artikel 2 § 10)		
Mündliche Ergänzungsprüfung möglich	Ja:		Nach jedem Versuch:
			Nach dem letzten Versuch:
	Nein:	X	
Wiederholungsprüfung zur Notenverbesserung möglich	Ja:		
	Nein:	X	

Wiederholungsprüfung zum Freiversuch möglich	Ja:		
	Nein:	X	
Besonderheiten	---		

- 40) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA097 „Entwicklungsprojekt in der Vertiefung“ wird in der Tabellenzeile „Lehrsprache“ die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „deutsch/englisch“ ersetzt.
- 41) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA100 „Fachlabor“ wird wie folgt geändert:
- In der Tabellenzeile „Studienleistung“ wird in der Tabellenspalte „Form“ nach der Angabe „Präsentation“ die Angabe „oder eigenständige Durchführung von Übungen im Labor“ eingefügt.
 - Die Tabellenzeilen „Qualifikationsziele“ und „Inhalte“ werden durch folgende Tabellenzeilen ersetzt:

Qualifikationsziele
Im Fachlabor sollen Studierende exemplarisch ein Thema aus einem umfangreichen Katalog vertiefend selbst theoretisch und praktisch erarbeiten. Je nach Anordnung im Studiengang werden experimentelle oder rechnerorientierte Fragestellungen bearbeitet. Studierende erwerben die Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zu verstehen, schwierige Experimente zu planen, durchzuführen und zu dokumentieren sowie moderne Messsysteme und umfangreiche Software anzuwenden. Die Studierenden bilden während der Versuche kleine Gruppen und vertiefen damit ihre Erfahrungen in der Teamfähigkeit (Soft Skill). Zur Vorbereitung auf den beruflichen Alltag sind die Versuchsunterlagen und die zu bedienende Software teilweise in Englisch. In the specialist laboratory, students are required to work independently on a topic from an extensive catalog, exploring it in depth both theoretically and practically. Depending on the structure of the degree program, they may work on experimental or computer-based problems. Students acquire the ability to understand complex interrelationships, plan, carry out, and document difficult experiments, and use modern measuring systems and comprehensive software. During the experiments, students form small groups, thereby deepening their experience in teamwork (soft skills). In preparation for everyday working life, some of the experimental documents and the software to be used are in English.
Inhalte
2 Fachlabore aus VT I bis VT VIII, davon 1 aus der gewählten Vertiefungsrichtung Experimental Mechanics (VT I; VT III; VT VI; VT VIII; WIW) • Experiment 1: Applying and measuring with strain gauges (SG) • Experiment 2: Modal analysis of a car door using a laser vibrometer • Experiment 3: Wireless measurement data acquisition from a moving vehicle • Experiment 4: Damage diagnosis on rolling bearings in operation using acceleration signals • Experiment 5: Measuring strains with fiber optic Bragg gratings • Experiment 6: Measuring torques with strain gauges on a rotating shaft using contactless inductive measurement data transmission System Dynamics & Control Engineering (VT VI; VT VIII; WIW) • Theoretical modeling and establishment of a transfer function • Drawing of the Bode diagram (from theoretical considerations, computer-aided and experimentally measured) • Design of a PID controller and Ziegler-Nichols and optimization with MATLAB • Robustness investigations • Application of advanced controller concepts (internal model control, fuzzy logic control, time-optimal control) 3D-CAD-Grundkurs (VT I; VT II; VT VIII; WIW; MatWerk) • Verwendetes CAD-System Siemens NX • Arbeitsweise mit dem Skizzierer,

- Konstruktionselemente zur Erzeugung von Volumenkörpern und Bezügen
- Durchführen von Änderungen durch intelligenten Einsatz der Parametrik,
- Aufbau von Baugruppenstrukturen
- Einbau von Komponenten
- Verwendung von Baugruppenbezügen
- Erzeugen von Ansichten innerhalb der Fertigungszeichnung
- Erstellen von Schnitt- und Detaildarstellungen
- Erzeugen von Bemaßungen, Oberflächenangaben, Form- und Lagetoleranzen

Thermal Engineering and Fluid Mechanics (VT IV; VT VIII)

- Numerical Fluid Mechanics
- Investigation of turbulent pipe flow
- Estimating characteristic quantities depending on Reynolds number, w.g. velocity, wall friction
- Fluid Power
- Experimental measurement of characteristic curves for a Pel-ton turbine
- Estimating the speed-dependent power or efficiency of turbines
- Investigation of the thermal separation effect in a vortex tube according to Ranque and Hilsch
- Balancing energy and material flows by measuring characteristic thermodynamic variables using the first and second laws of thermodynamics

Numerical Fluid Dynamics (VT IV; VT V; VT VIII)

- Lagrange interpolation, splines
- Fourier transform
- Spatial discretization: finite differences, finite volumes
- Stability of spatial methods (modified wave number, pseudo-spectra, etc.)
- Temporal discretization (multistep methods, Runge-Kutta, etc.)
- Stability of temporal methods and overall discretization (Lax, matrix method, energy norms, Von Neumann analysis, ...)
- Non-reflective boundary conditions

Materials Engineering (VT III; VT VII; VT VIII; WIW; MatWerk)

- Stable crack propagation in ceramics
- Determination of the fracture toughness of metallic materials
- Fundamentals of fatigue crack propagation
- Production of electroplated surface layers
- Testing of electroplated layers
- Production and characterization of oxide coatings on light metals
- Determination of the residual stress profile in a shot-blasted component
- Materials science transmission electron microscopy
- Microstructure analysis using scanning electron microscopy
- Advanced scanning electron and ion microscopy

Energy Process Engineering (VT IV, VT VIII)

- Testing of solid fuels
- Determination of the water content (DIN 51718, DIN CEN-TS 14774, DIN CEN-TS 15414)
- Determination of ash content (DIN 51719, DIN CEN-TS 14775, DIN CEN-TS 15403)
- Determination of volatile matter content (DIN 51720, DIN CEN-TS 15148, DIN CEN-TS 15402)
- Pulverization of solid fuels
- Particle size analysis (DIN 66165, DIN ISO 2395)
- Production of mixed fuel granulates

Finite Element Method (VT III; VT V; VT VI; VT VII; VT VIII; WIW)

- Networking of simple components in Abaqus
- Linear elastic FEM calculation
- Application of loads and boundary conditions

3D-CAD-Fortgeschrittenenkurs (VT I; VT II; VT VIII; WIW; MatWerk)

- Verwendetes CAD-System Siemens NX
- Bauraumanalyse
- Struktur- und Bewegungsanalyse
- Wissensbasierte Konstruktion
- Einsatz von Normteilen
- Schweißverbindungen

Additive Fertigung Labor (VT I; VT II; VT III; VT VIII; WIW; MatWerk)

- Anwendungsgebiete
- Umsetzung von 3D-CAD Daten in „begreifbare“ reale Modelle
- Aufbereitung der digitalen Daten
- Konfigurieren des Druckers und der Prozessparameter
- Konstruktionsrichtlinien

c) In der Tabellenzeile „Verwendbarkeit in den folgenden Studiengängen“ werden nach dem Listeneintrag „MA Wirtschaftsingenieurwesen“ die Listeneinträge „MA Digital Engineering – Maschinenbau“ und „MA Digital Engineering – Elektrotechnik“ eingefügt.

42) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA198 „Fachpraktikum“ wird in der Tabellenzeile „Lehrsprache“ die Angabe „deutsch“ durch die Angabe „deutsch/englisch“ ersetzt.

43) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMA199 „Masterarbeit Maschinenbau mit Kolloquium“ wird die Tabellenzeile „Voraussetzungen für die Teilnahme“ durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Voraussetzungen für die Teilnahme	Formal: Für die Zulassung zur Masterarbeit müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein: Die Pflichtmodule in der Vertiefungsrichtung I: 4MBMA001/2, 4MBMA005, 4MBMA006; Die Pflichtmodule in der Vertiefungsrichtung II: INFBA013, 4MBMA008, 4MBMA009; Die Pflichtmodule in der Vertiefungsrichtung III: 4MBMA001/2, 4MBMA003/2, 4ETMA160/2; Die Pflichtmodule in der Vertiefungsrichtung IV: 4MBMA003/2, 4MBMA004/2, 4MBMA005; Die Pflichtmodule in der Vertiefungsrichtung V: 4MBMA001/2, 4MBMA004/2, 4MBMA002/2; Die Pflichtmodule in der Vertiefungsrichtung VI: 4MBMA002/2, 4MBMA005, 4ETMA160/2; Die Pflichtmodule in der Vertiefungsrichtung VII: 4MBMA010, 4MBMA11, 4MBMA198 wurden erfolgreich abgeschlossen; Die Pflichtmodule in der Vertiefungsrichtung VIII: 4MBMA001/2, 4MBMA004/2, 4MBMA005 wurden erfolgreich abgeschlossen. Das Praktikantenamt hat das Industriepraktikum (Fachpraktikum) vollständig anerkannt. Die Kandidatin oder der Kandidat hat mindestens 81 Leistungspunkte erworben und in keinem noch zu absolvierenden Modul nur noch eine Wiederholungsmöglichkeit besteht. Die Leistungspunkte für das Fachpraktikum werden angerechnet.
--	--

11. Anlage 8 wird wie folgt geändert:

1) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMAEX003 „Moderne Funktionswerkstoffe für MatWerk“ wird die Tabellenzeile „Angebotshäufigkeit“ durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Angebotshäufigkeit	Jedes WiSe und SoSe Nanostrukturierte Werkstoffe für die Energie- und Sensortechnik: SoSe
---------------------------	---

- 2) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMAEX006 „Operations Research – Informatik“ und die dazugehörige Tabelle „Prüfungsrechtliche Besonderheiten zur o.g. Modulbeschreibung bei Verwendung in mehreren Studiengängen“ werden gestrichen.
- 3) Die Modulbeschreibung zu Modul 4MBMAEX407 „Produktentwicklung“ wird wie folgt geändert:
 - a) Die Tabellenzeile „Prüfungsleistungen“ wird durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Leistungen	Form	Dauer/Umfang
Prüfungsleistungen	Gesamtprüfungsleistung ist abhängig von der individuellen Wahl der Lehrveranstaltungen und besteht aus zwei Prüfungselementen (Gewichtung jeweils 50 %): Maschinenelemente I Klausur oder Produktentwicklung 1 Klausur oder Produktentwicklung 2 Klausur oder mündliche Prüfung <i>Form und Umfang der Prüfungsleistung werden spätestens vier Wochen nach Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i>	90 Min. oder 60 Min. oder 60 Min. oder bis 60 Min.

- b) In der Tabellenzeile „Inhalte“ wird vor der Angabe „Maschinenelemente I“ die Angabe „Abhängig von der individuellen Wahl der Lehrveranstaltungen innerhalb des Moduls können sich beispielsweise folgende Inhalte ergeben:“ eingefügt.
- 4) In der Modulbeschreibung zu Modul 4MBMAEX436LABK-A „Ergänzende fachliche Grundlagen – Lehramt BK“ wird die Tabellenzeile „Inhalte“ durch folgende Tabellenzeile ersetzt:

Inhalte
Grundlagen der Arbeitswissenschaft • Historische Entwicklung und rechtlich-normative Verankerung der Arbeitswissenschaft • Aufgaben und Zielbereiche der Arbeitswissenschaft und des Arbeitsschutzes • Physiologische Grundlagen zur Beurteilung menschlicher Arbeit • Anthropometrische und biomechanische Grundlagen zur ergonomischen Gestaltung des Arbeitsplatzes • Schwachstellenanalyse und Empfehlungen zur nutzerfreundlichen Gestaltung komplexer Mensch- Maschine-Systeme • Gestaltung des Arbeitsablaufs und Arbeitsinhalts (Arbeitsorganisation) • Belastungs- und beanspruchungsorientierte Verfahren der Erholzeitermittlung mit Beispielen Abhängig von der individuellen Wahl der Lehrveranstaltungen innerhalb des Moduls können sich beispielsweise folgende Inhalte ergeben: Beurteilung von Lärm und seinen Wirkungen • Physikalische Begriffe und Definitionen (Schall, Ton, Klang, Geräusch, Lärm) • Schallmesstechnik • Bewertung und Beurteilung von Schallexpositionen • Gesetzliche Vorschriften zum Lärmschutz und Untersuchungsverfahren zum Gesundheitsschutz Patentwesen • Einführung in die Systematik des gewerblichen Rechtsschutzes, auch Gegenüberstellung zum Wettbewerbsrecht • Die einzelnen Schutzrechtsarten, sinnvoller Einsatz sowie Schutzkombinationsmöglichkeiten • Materielle Schutzvoraussetzungen für Patente und Gebrauchsmuster • Nationale und internationale Anmelde- und Erteilungsverfahren für Patente; Anmeldestrategien • Möglichkeiten existierende Schutzrechte anzufechten bzw. anzugreifen

- Durchsetzen von technischen Schutzrechten gegenüber vermeintlichen Verletzern sowie Verteidigungsmöglichkeiten im Falle eines Angriffes aus einem technischen Schutzrecht
- Arbeitnehmererfinderrecht
- Design- und Markenrecht werden kursorisch behandelt
- Nutzung von Patentdatenbanken
- Übungen zu den Punkten materielle Schutzfähigkeit sowie Patentverletzung

Artikel 2

Inkrafttreten

1. Diese Änderungsordnung tritt am 1. Oktober 2026 in Kraft. Sie wird in dem Verkündungsblatt „Amtliche Mitteilungen der Universität Siegen“ veröffentlicht.
2. Studierende, die sich bereits vor dem Wintersemester 2026/2027 in diesen Studiengang eingeschrieben haben, können die Prüfungsleistungen in den Pflichtmodulen 4MBMA001/2, 4MBMA002/2, 4MBMA003/2, 4MBMA004/2 und 4ETMA160/2 bis zum 30. März 2028 in deutscher Sprache absolvieren.
3. Abweichend von Artikel 2 Nummer 1 tritt die Änderung in Artikel 1 Nummer 10. Nummer 22) Buchstabe f) mit Wirkung vom 1. Oktober 2024 in Kraft.
4. Abweichend von Artikel 2 Nummer 1 treten die Änderungen in Artikel 1 Nummer 3. Nummer 5), Artikel 1 Nummer 7. Nummer 1) Buchstabe a), Artikel 1 Nummer 8., Artikel 1 Nummer 9. Nummer 1) Buchstabe b), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 6), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 7) Buchstabe a), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 9) Buchstabe a), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 9) Buchstabe b), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 10) Buchstabe a), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 10) Buchstabe b), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 10) Buchstabe c), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 11) Buchstabe a), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 11) Buchstabe b), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 11) Buchstabe c), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 13), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 41) Buchstabe a), Artikel 1 Nummer 11. Nummer 1), Artikel 1 Nummer 11. Nummer 2), Artikel 1 Nummer 11. Nummer 3) Buchstabe a) und Artikel 1 Nummer 11. Nummer 3) Buchstabe b) mit Wirkung vom 1. Oktober 2025 in Kraft.
5. Abweichend von Artikel 2 Nummer 1 treten die Änderungen in Artikel 1 Nummer 10. Nummer 7) Buchstabe b), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 8), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 9) Buchstabe c), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 10) Buchstabe d), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 11) Buchstabe d), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 12), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 14) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 15) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 16) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 17) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 18) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 19) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 20) Buchstabe g), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 21) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 22) Buchstabe h), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 23) Buchstabe g), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 24) Buchstabe f), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 25), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 26) Buchstabe g), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 27) Buchstabe b), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 28) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 29), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 30), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 31), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 32) Buchstabe b), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 33) Buchstabe f), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 34) Buchstabe e), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 35), Artikel 1 Nummer 10. Nummer 38) Buchstabe d) und Artikel 1 Nummer 10. Nummer 41) Buchstabe c) mit Wirkung vom 1. April 2026 in Kraft.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät IV – Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät vom 5. November 2025.

Es wird darauf hingewiesen, dass gemäß § 12 Absatz 5 des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG NRW) eine Verletzung von Verfahrens- oder Formvorschriften des Hochschulgesetzes oder des Ordnungs- oder des sonstigen autonomen Rechts der Hochschule nach Ablauf eines Jahres seit dieser Bekanntmachung nicht mehr geltend gemacht werden kann, es sei denn

1. die Ordnung ist nicht ordnungsgemäß bekannt gemacht worden,
2. das Rektorat hat den Beschluss des die Ordnung beschließenden Gremiums vorher beanstandet,
3. der Form- oder Verfahrensmangel ist gegenüber der Hochschule vorher gerügt und dabei die verletzte Rechtsvorschrift und die Tatsache bezeichnet worden, die den Mangel ergibt, oder
4. bei der öffentlichen Bekanntmachung der Ordnung ist auf die Rechtsfolge des Rügeausschlusses nicht hingewiesen worden.

Siegen, den 19. August 2026

Die Rektorin

gez.

(Univ.-Prof. Dr. Stefanie Reese)