

## **AMTLICHE MITTEILUNGEN**

**VERKÜNDUNGSBLATT DER UNIVERSITÄT PADERBORN AM.UNI.PB**

**AUSGABE 57.18 VOM 12. NOVEMBER 2018**

---

# **ZWEITE SATZUNG ZUR ÄNDERUNG DER PRÜFUNGSORDNUNG FÜR DEN MASTERSTUDIENGANG ELEKTROTECHNIK DER FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK, INFORMATIK UND MATHEMATIK AN DER UNIVERSITÄT PADERBORN**

**VOM 12. NOVEMBER 2018**

## **Zweite Satzung zur Änderung der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Elektrotechnik der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik an der Universität Paderborn**

**vom 12. November 2018**

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 3 des Gesetzes vom 17. Oktober 2017 (GV.NRW. S. 806), hat die Universität Paderborn die folgende Satzung erlassen:

### **Artikel I**

Die Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Elektrotechnik an der Universität Paderborn vom 16. Juni 2017 (AM.Uni.Pb. 55.17), geändert durch Satzung vom 08.08.2018 (AM.Uni.Pb. 30.18), wird wie folgt geändert:

1. In der Inhaltsübersicht wird die Angabe zu § 15 wie folgt gefasst:  
„§ 15 Formen der Prüfungsleistungserbringung in den Modulen, Studienleistungen und qualifizierte Teilnahme“.
2. In § 9 Absatz 1 wird folgender Satz 3 eingefügt:  
„Der Kreis der Prüfenden kann im Rahmen des § 65 HG erweitert werden.“
3. § 13 wird wie folgt geändert:
  - a) In Absatz 1 Satz 1 werden nach dem Wort „Modulprüfung“ die Wörter „und etwaig vorgesehene qualifizierte Teilnahmen“ eingefügt.
  - b) In Absatz 2 Satz 2 werden nach dem Wort „wurden“ die Wörter „und die etwaig vorgesehenen qualifizierte Teilnahmen nachgewiesen wurden“ eingefügt.
4. § 14 Absatz 2 Satz 3 wird aufgehoben.
5. § 15 wird wie folgt geändert:
  - a) In der Überschrift wird nach dem Wort „Modulen“ ein Komma und die Wörter „Studienleistungen und qualifizierte Teilnahme“ eingefügt.
  - b) In Absatz 3 werden folgende Sätze angefügt:  
„Der Nachweis der qualifizierten Teilnahme in einem Modul kann Voraussetzung für die Vergabe der Leistungspunkte oder Voraussetzung für die Teilnahme an Prüfungsleistungen sein. Im Rahmen qualifizierter Teilnahme kommen insbesondere in Betracht:
    - Kurzklausur
    - Fachgespräch
    - Anfertigung eines Protokolls
    - Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben,
    - Testat oder
    - Präsentation.

Näheres regeln die Modulbeschreibungen. Sofern in den Modulbeschreibungen Rahmenvorgaben enthalten sind, setzt die bzw. der jeweilige Lehrende fest, was im Rahmen qualifizierter Teilnahme konkret zu erbringen ist. Dies wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit von der bzw. dem jeweiligen Lehrenden und im Campus Management System der Universität Paderborn oder in sonstiger geeigneter Weise bekannt gegeben“

- c) Nach Absatz 3 wird folgender Absatz 4 hinzugefügt:  
 „Bei einer Studienleistung ist der Nachweis zu erbringen, dass die Lern- und Qualifikationsziele des Moduls oder eines Teils des Moduls erreicht worden sind. Als Studienleistung kommt insbesondere in Betracht: Der Nachweis der Studienleistung erfolgt insbesondere durch

- die Bearbeitung von Präsenz- und Hausaufgaben,
- schriftliche Ausarbeitung mit einem Umfang in der Regel von 5-10 DIN A4-Seiten zu einer Entwicklungsaufgabe,
- Praktikumsbericht mit einem Umfang in der Regel von 5-10 DIN A4-Seiten,
- Referat mit einer Dauer von 10-20 Minuten oder
- Kurzklausur mit einer Dauer von max. 30 Minuten.

Näheres regeln die Modulbeschreibungen. Sofern in den Modulbeschreibungen Rahmenvorgaben enthalten sind, setzt die bzw. der jeweilige Lehrende fest, wie die Studienleistung konkret zu erbringen ist. Dies wird spätestens in den ersten drei Wochen der Vorlesungszeit von der bzw. dem jeweiligen Lehrenden und im Campus Management System der Universität Paderborn oder in sonstiger geeigneter Weise bekannt gegeben.“

6. § 16 wird wie folgt geändert:

- a) Nach Absatz 4 wird folgender Absatz 5 eingefügt:

„Zusätzlich zu Prüfungsleistungen können Bonusleistungen erbracht werden. Bonusleistungen werden ausschließlich im Zusammenhang mit einer konkreten Veranstaltung erbracht. Bonusleistungen werden in der Regel studienbegleitend und freiwillig erbracht. Als Erbringungsformen sind Präsenz- oder Hausaufgaben, Testate oder Projektarbeit zulässig. Diese Bonusleistungen sollen die Studierenden schrittweise auf nachfolgende Prüfungsleistungen vorbereiten. Die Bonusleistungen können bewertet werden und die Modulnote nach einem vorher festgelegten Schlüssel verbessern (Bonussystem). Die Modulabschlussprüfung muss unabhängig vom Bonussystem bestanden werden. Das Bonussystem kann die Modulnote um maximal 0.7 verbessern.“

- b) Die bisherigen Absätze 5 und 6 werden die Absätze 6 und 7.

7. § 20 wird wie folgt geändert:

- a) In Absatz 1 wird folgender Satz angefügt:

„Abs. 3 bleibt unberührt.“

- b) Absatz 3 erhält folgende Fassung:

„Eine bestandene Prüfung im Wahlpflichtbereich, die als Zusatzmodul nach § 23 verbucht ist, kann auf Wunsch der Kandidatin bzw. des Kandidaten gegen eine bestandene oder eine noch nicht oder endgültig nicht bestandene Prüfung ausgetauscht werden (Kompensation). Möglich ist eine Kompensation für zwei Wahlpflichtmodule aus dem jeweils entsprechenden Katalog.“

- c) In Absatz 4 erhält der letzte Satz folgende Fassung:

„Eine Modulprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn die Modulabschlussprüfung oder eine Modulteilprüfung nicht mehr wiederholt oder kompensiert werden kann.“

8. § 22 Absatz 2 erhält folgende Fassung:

„Die Masterprüfung ist endgültig nicht bestanden, wenn ein Modul endgültig nicht bestanden ist und eine Kompensation nach § 20 Absatz 3 nicht möglich ist oder die Bachelorarbeit zum zweiten Mal mit der Note „mangelhaft“ (5,0) bewertet wird ist.“

9. Nach § 22 wird folgender § 23 eingefügt:

**„§ 23  
Zusatzmodule**

- (1) Über die in § 10 geforderten Leistungen hinaus können Studierende zusätzlich zu den im Rahmen der Masterprüfung zu erbringenden Leistungen Prüfungen zu Modulen im Umfang von bis zu 24 Leistungspunkten ablegen. Unter diese Obergrenze fallen auch nicht bestandene Prüfungen. Regelungen zu teilnehmerbegrenzten Modulen gem. § 59 HG bleiben unberührt. Die mit den Zusatzmodulen erreichten Noten werden im „Transcript of Records“ aufgeführt, es sei denn die bzw. der Studierende beantragt deren Nichtaufführung bis zur Abgabe der Abschlussarbeit. Sie werden bei der Gesamtnotenbildung im Rahmen der Masterprüfung nicht berücksichtigt.
- (2) Unter Beachtung der in Abs. 1 Satz 1 angegebenen Obergrenze ist auch ein Umbuchen zum Zwecke einer Kompensation nach § 20 Abs. 3 möglich. Unter die Obergrenze fallen auch nicht bestandene Prüfungen.
- (3) Die Zusatzmodule sind als solche bei der Anmeldung zu kennzeichnen.“

10. Die bisherigen Paragraphen 23 bis 29 werden die Paragraphen 24 bis 30.

11. Im neuen § 30 wird in Absatz 1 Satz 3 die Angabe „§ 29“ durch „§ 30“ ersetzt.

12. Der Anhang II Modulliste wird wie folgt geändert:

- a) Der Katalog der Module für den Wahlpflichtbereich Energie und Umwelt wird wie folgt geändert:
  - aa) Das Modul „Elektronische Stromversorgungen“ wird gestrichen.
  - bb) Das Modul Leistungselektronische Stromversorgungen“ wird eingefügt.
- b) Im Katalog der Module für den Wahlpflichtbereich Kognitive System wird das Modul „Statistische Lernverfahren und Mustererkennung“ in „Statistische und maschinelle Lernverfahren“ umbenannt.
- c) Im Katalog der Module für den Wahlpflichtbereich Optoelektronik werden die Module „Polarisationsaspekte in der optischen Nachrichtentechnik A“ „Polarisationsaspekte in der optischen Nachrichtentechnik B“ angefügt.
- d) Im Katalog der Module für den Wahlpflichtbereich Prozessdynamik wird das Modul „Systemidentifikation“ angefügt.

13. Anhang IV Modulbeschreibungen wird wie folgt geändert:

- a) Im Katalog der Module für den Wahlpflichtbereich Energie und Umwelt wird die Modulbeschreibung „Leistungselektronische Stromversorgungen“ eingefügt.

| <b>Leistungselektronische Stromversorgungen</b><br><i>Switched Mode Power Supplies</i> |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>Modulnummer /<br/>Module number</b><br>M.048.22016                                  | <b>Workload (h)</b><br>180                          | <b>Leistungspunkte /<br/>Credits</b><br>6            | <b>Turnus /<br/>Regular cycle</b><br>Wintersemester /<br>winter semester |
|  | <b>Studiensemester /<br/>Semester number</b><br>1-3 | <b>Dauer (in Sem.) /<br/>Duration (in sem.)</b><br>1 | <b>Unterrichtssprache / Teaching<br/>Language</b><br>Deutsch / German    |
| <b>1 Modulstruktur / Module structure</b>  |   |  |  |
| L.048.22016 Leistungselektronische Stromversorgungen: 2V + 2Ü (60h / 120h / P / 50)    |   |  |  |

|  |
|--|
| L.048.22016 Switched Mode Power Supplies: 2L + 2Ex (60h / 120h / C / 50)   |
| <b>2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module</b>  |
| keine<br>None  |
| <b>3 Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements</b>   |
| Keine / None   |
| <b>4 Inhalte / Contents</b>  |
| <p><b>Kurzbeschreibung / Short Description</b></p> <p>Die Vorlesung behandelt grundlegende Schaltungstopologien von potentialtrennenden leistungselektronischen Stromversorgungen sowie deren Modellbildung und Regelung.</p> <p><i>The course covers basic circuit topologies of electronic power supplies with electric isolation as well as their modeling and control.</i></p> <p><b>Inhalt / Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsaltungen potentialtrennender Gleichstromsteller</li> <li>• Transformatoren, gekoppelte Spulen, Filter- und Schwingkreiskomponenten</li> <li>• Resonanztechnik für verlustarmes Schalten</li> <li>• Regelungstechnische Modellierung von Schaltnetzteilen</li> <li>• Netzgleichrichter mit sinusförmiger Stromaufnahme (PFC): Leistungsteil und Regelungskonzepte</li> <li>• <i>Basic circuits of isolated DC-DC power converters</i></li> <li>• <i>Transformers, coupled inductors, filters and resonant tanks</i></li> <li>• <i>Resonant technique for low loss switching</i></li> <li>• <i>Control design for switched mode power supplies</i></li> <li>• <i>Rectifiers with sinusoidal current shape (PFC): power stage and control concepts</i></li> </ul>   |
| <b>5 Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>  |
| <p><b>Fachkompetenz / Domain competence:</b></p> <p>Die Studierenden sind nach dem Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• leistungselektronische Schaltungen in Abhängigkeit von der Betriebsart zu analysieren und die Anforderungen an Bauteile zu definieren</li> <li>• Topologien und Schalttechniken zu vergleichen und die Eignung einer Schaltung für bestimmte Anwendungen zu bewerten</li> <li>• Schaltungen und Regelungen mittels verschiedener Verfahren zu modellieren und zu dimensionieren</li> </ul> <p><i>After attending the course, the students will be able</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>to analyse power electronic circuits according to their mode of operation and component requirements</i></li> <li>• <i>to compare technologies and switching techniques and to evaluate their ability for specific applications</i></li> <li>• <i>to model circuit and control by special procedures</i></li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen eine schaltungsbezogene Sichtweise und können die Anforderungen an Bauteile festlegen</li> <li>• erweitern ihre Kenntnisse zur rechnergestützten Schaltungs- und Reglerauslegung</li> <li>• können die erworbenen Kompetenzen im Selbststudium vertiefen; dazu wird eintägige praktische Übung angeboten</li> </ul> <p><i>The students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>learn a circuit related view and the ability to define component requirements</i></li> <li>• <i>improve their skills in computer-based circuit- and control modelling</i></li> <li>• <i>extend their competence by self study; a one-day practical course will be offered therefore</i></li> </ul> |
| <b>6 Prüfungsleistung / Assessments</b>  |
| <p>Modulabschlussprüfung / <i>Final modul exam</i></p> <p>mündliche Prüfung oder Referat / 30-45 min oder 30 min / 100%</p> <p><i>Oral Examination or Presentation / 30-45 min or 30 min / 100%</i></p>  |

|   |
|---|
| <b>7 Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study achievement</b>   |
| Keine<br><i>None</i>  |
| <b>8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations</b>   |
| Keine<br><i>None</i>  |
| <b>9 Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits</b>  |
| Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.<br><i>The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</i>   |
| <b>10 Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade</b>  |
| Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).<br><i>The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</i>  |
| <b>11 Verwendung in Studiengängen / Reuse in degree courses</b>   |
| EMA, WGMAET<br><i>EMA, WGMAET</i>   |
| <b>12 Modulbeauftragte(r) / Module coordinator</b>  |
| Schafmeister, Frank, Dr.-Ing.   |
| <b>13 Sonstige Hinweise / Other notes</b>   |
| <p><b>Modulseite / Module Homepage</b><br/> <a href="http://www.lea.upb.de">http://www.lea.upb.de</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung / Implementation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung</li> <li>• Übung (Präsenzübung mit Übungsblättern und Rechnerübung im Computerraum)</li> <li>• eintägiges Praktikum in der letzten Vorlesungswoche (Aufbau und Inbetriebnahme eines Schaltnetzteils)</li> <li>• <i>lecture</i></li> <li>• <i>exercise (classic exercise and computer-based simulation)</i></li> <li>• <i>one-day practical course in the last week of lecture period (assembly and initial operation of a switched mode power supply)</i></li> </ul> <p><b>Lernmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b></p> <p>Vorlesungsfolien und Skript, weitere Literaturempfehlungen werden in der Vorlesung bekannt gegeben.<br/> <i>Lecture slides and skript, further literature will be announced within the lecture.</i></p> |

- b) Im Katalog der Module für den Wahlpflichtbereich Optoelektronik werden die Modulbeschreibungen  
 „Polarisationsaspekte in der optischen Nachrichtentechnik A“  
 „Polarisationsaspekte in der optischen Nachrichtentechnik B“  
 eingefügt.

| <b>Polarisationsaspekte in der optischen Nachrichtentechnik A</b><br><i>Polarization Aspects in Optical Communication A</i>  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <b>Modulnummer /<br/>Module number</b>   | <b>Workload (h)</b>                          | <b>Leistungspunkte /<br/>Credits</b>            | <b>Turnus /<br/>Regular cycle</b>   |
| M.048.26008  | 180  | 6   | Wintersemester /<br><i>winter semester</i>  |
|  | <b>Studiensemester /<br/>Semester number</b> | <b>Dauer (in Sem.) /<br/>Duration (in sem.)</b> | <b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>   |
|  | 1-3  | 1   | Deutsch oder Englisch (je nach Nachfrage) /<br><i>German or English (depending on demand)</i> |
| <b>1 Modulstruktur / Module structure</b>  |  |   |   |
| L.048.26008 Polarisationsaspekte in der optischen Nachrichtentechnik A: 2V+2Ü (60h / 120h / WP / 50)<br><i>L.048.26008 Polarization Aspects in Optical Communication A: 2L+2Ex (60h / 120h / CE / 50)</i>  |  |   |   |
| <b>2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module</b>  |  |   |   |
| Keine / <i>None</i>  |  |   |   |
| <b>3 Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements</b>   |  |   |   |
| Keine / <i>None</i>  |  |   |   |
| <b>4 Inhalte / Contents</b>  |  |   |   |
| <b>Kurzbeschreibung / Short Description</b>  |  |   |   |
| Die Lehrveranstaltung 'Polarisationsaspekte in der Optischen Nachrichtentechnik A' vermittelt einen tieferen Einblick in die Bedeutung der Polarisation des Lichts. Gerade diese spielt in Physik und Technik eine besondere Rolle.<br><i>The lecture 'Polarization Aspects in Optical Communication A' gives a closer view into the importance of the polarization of the light. Especially this plays an important role in physics and engineering.</i>  |  |   |   |
| <b>Inhalt / Contents</b>   |  |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition und Darstellungen der Polarisierung: Jones-Vektor, Stokes-Vektor und andere</li> <li>• Anisotrope Medien: Rolle der Eigenwerte und -vektoren, einachsige Kristalle, Faraday-Medien, Anwendungen</li> <li>• Polarisierungstransformation: Polarisierungseinstellungen mit Faserschlaufen, Polarisierungserhaltende Faser, Retarder, Soleil-Babinet-Kompensatoren und andere.</li> <li>• Polarisationsmodendispersion</li> <li>• Messung der Polarisation: Leistungsmessung mit Polarisatoren, Messung mit Lithiumniobat</li> <li>• Polarisatoren und Depolarisatoren</li> </ul><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Definition and presentations of polarisation: Jones vector, Stokes vector and further</i></li> <li>• <i>Anisotropic media: Role of eigenvalues and -vectors, uniaxial crystals, Faraday media, applications</i></li> <li>• <i>Polarization transformer: Polarization adjustment using fiber loops, polarization maintaining fiber, retarders, Soleil-Babinet-compensators etc.</i></li> <li>• <i>polarization mode dispersion</i></li> <li>• <i>polarization measurement: power measurement using preceding polarizers, Measurement using lithiumniobate</i></li> <li>• <i>polarizers, depolarizers</i></li> </ul> |  |   |   |

|  |
|--|
| <b>5 Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences</b>  |
| <p><b>Fachkompetenz / Domain competence:</b></p> <p>Die Studierenden können aufgrund der herausragenden Rolle der Polarisation bei der Optischen Nachrichtentechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deren physikalische Phänomene besser verstehen und</li> <li>• deren Bedeutung zu erkennen und anzuwenden.</li> </ul> <p><i>The students will be able to understand the important role of the polarization in the optical communication by</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>the the closer view of the underlying physical phenomenes</i></li> <li>• <i>and the application possibilities.</i></li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:</b></p> <p>Die Studenten können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das hierbei erworbene Wissen disziplinübergreifend anwenden,</li> <li>• das methodenorientierte Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen,</li> <li>• sich selbst weiterbilden durch abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte.</li> </ul> <p><i>The studentents are able to</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>use the hereby acquired knowledge interdisciplinary,</i></li> <li>• <i>use the method-oriented approach in systematic analysis,</i></li> <li>• <i>develop themselves by abstract and precise treatment of the contents.</i></li> </ul> |
| <b>6 Prüfungsleistung / Assessments</b>  |
| <p>Modulabschlussprüfung / <i>Final modul exam</i></p> <p>Mündliche Prüfung / 30-45 min / 100%</p> <p><i>Oral Examination / 30-45 min / 100%</i></p>   |
| <b>7 Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study achievement</b>  |
| Keine / <i>None</i>  |
| <b>8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations</b>  |
| Keine / <i>None</i>  |
| <b>9 Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits</b>   |
| <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.</p> <p><i>The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</i></p>   |
| <b>10 Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade</b>   |
| <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).</p> <p><i>The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</i></p>  |
| <b>11 Verwendung in Studiengängen / Reuse in degree courses</b>  |
| <p>EBA, WGMAET</p> <p><i>EBA, WGMAET</i></p>   |
| <b>12 Modulbeauftragte(r) / Module coordinator</b>   |
| Sandel, David, Dr.-Ing.  |
| <b>13 Sonstige Hinweise / Other notes</b>  |
| <p><b>Modulseite / Module Homepage</b></p> <p><a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a></p>  |

**Lernmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

- Noé, R., Heidrich, H., Hoffmann, D.: Endless polarization control systems for coherent optics. IEEE J. Lightwave Techn. 6(1988)7, pp. 1199-1207
- R. Noé, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage/2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN 978-3-662-49623-7
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Polarisation>, [https://en.wikipedia.org/wiki/Polarization\\_\(waves\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Polarization_(waves))
- [http://en.wikipedia.org/wiki/PM\\_fiber](http://en.wikipedia.org/wiki/PM_fiber)
- G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik: Eine Einführung, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992, (umfassend, viel über Polarisation, viele Zwischenschritte fehlen)

**Polarisationsaspekte in der optischen Nachrichtentechnik B**  
*Polarization Aspects in Optical Communication B*

| <b>Modulnummer /<br/>Module number</b> | <b>Workload (h)</b>                          | <b>Leistungspunkte /<br/>Credits</b>            | <b>Turnus /<br/>Regular cycle</b>  |
|--|--|---|--|
| M.048.26009                            | 180  | 6   | Sommersemester /<br>summer semester  |
|  | <b>Studiensemester /<br/>Semester number</b> | <b>Dauer (in Sem.) /<br/>Duration (in sem.)</b> | <b>Unterrichtssprache / Teaching Language</b>  |
|  | 1-3  | 1   | Deutsch oder Englisch (je nach Nachfrage) /<br>German or English (depending on demand) |

**1 Modulstruktur / Module structure**

L.048.26009 Polarisationsaspekte in der optischen Nachrichtentechnik B: 2V+2Ü (60h / 120h / WP / 50)  
*L.048.26009 Polarization Aspects in Optical Communication B: 2L+2Ex (60h / 120h / C / 50)*

**2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module**

Keine / None

**3 Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements**

Polarisationsaspekte in der Optischen Nachrichtentechnik A  
 Hinweis: Soweit nicht anders angegeben, handelt es sich hierbei um Empfehlungen.

*Polarization Aspects in Optical Communication A*

*Information: Unless otherwise specified, these are recommendations.*

**4 Inhalte / Contents****Kurzbeschreibung / Short Description**

Die Veranstaltung 'Polarisationsaspekte in der Optischen Nachrichtentechnik B' befasst sich schwerpunktmäßig mit der Polarisation im Rahmen der nichtlinearen Effekte und Anwendungen in der Optischen Nachrichtentechnik.

*The lecture 'Polarization aspects in the Optical Communication B' deals with the polarization in the non-linear effects and applications in the optical communication.*

**Inhalt / Contents**

- Nichtlinearität 3. Ordnung, Kerr-Effekt
- Selbstphasenmodulation (SPM), Kreuzphasenmodulation (XPM) zweier Signale, Vierwellenmischung (FWM): Beschreibung und Anwendungen
- Brillouin-Streuung, und Raman-Streuung, Verstärker
- Elektrooptischer und akustooptischer Effekt
- LiNbO<sub>3</sub>: Ausnutzung der Doppelbrechung
- Polarisationsabhängigkeit in Phasenmodulatoren, Mach-Zehnder-Modulatoren und anderen
- Sonstige Auswirkungen der Polarisation in der Optischen Nachrichtentechnik

- *Third-order nonlienarity, Kerr effect*
- *Self-phase modulation (SPM), cross-phase modulation (XPM) of two signals, Four-wave mixing (FWM): Description and applications*
- *Brillouin scattering and Raman scattering, amplification*
- *Electrooptical and acoustooptical effect*
- *Lithiumniobate: Application of birefringence*
- *Polarization dependence in Phase modulator, Mach-Zehnder modulator and others*
- *Further impacts of polarization in the optical communication*

## **5 Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences**

### **Fachkompetenz / Domain competence:**

Die Studenten können nach dem Besuch der Lehrveranstaltung

- das in der Lehrveranstaltung 'Polarisationsaspekte in der Optischen Nachrichtentechnik A' erworbene Wissen zu vertiefen,
- die besondere Bedeutung der Polarisation im Rahmen der nichtlinearen Phänomene beschreiben und anwenden und,
- die herausragende Bedeutung des Lithiumniobats zu erkennen und anwenden.

*The students having this lecture will be able to*

- *deepen the knowledge from the lecture 'Polarization Aspects in Optical Communication A',*
- *describe and apply the significant importance in the context of nonlinear phenomena and*
- *recognize and apply the significant importance of lithiumniobate.*

### **Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:**

Die Studenten können

- das hierbei erworbene Wissen disziplinübergreifend anwenden,
- das methodenorientierte Vorgehen bei der systematischen Analyse einsetzen und
- sich selbst weiterbilden durch abstrakte und präzise Behandlung der Inhalte

*The students are able to*

- *use the hereby acquired knowledge interdisciplinary,*
- *use the method-oriented approach in systematic analysis and*
- *develop themselves by abstract and precise treatment of contents.*

## **6 Prüfungsleistung / Assessments**

Modulabschlussprüfung / *Final modul exam*

mündliche Prüfung / 30-45 min / 100%

*Oral Examination / 30-45 min / 100%*

## **7 Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study achievement**

Keine / *None*

## **8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations**

Keine / *None*

## **9 Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits**

Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.

*The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.*

## **10 Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade**

|  |
|--|
| Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).<br><i>The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</i>   |
| <b>11 Verwendung in Studiengängen / Reuse in degree courses</b>  |
| EBA, WGMAET<br><i>EBA, WGMAET</i>  |
| <b>12 Modulbeauftragte(r) / Module coordinator</b>   |
| Sandel, David, Dr.-Ing.  |
| <b>13 Sonstige Hinweise / Other notes</b>  |
| <b>Modulseite / Module Homepage</b><br><a href="http://ont.upb.de">http://ont.upb.de</a>   |
| <b>Lernmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Noé, R., Heidrich, H., Hoffmann, D.: Endless polarization control systems for coherent optics. IEEE J. Lightwave Techn. 6(1988)7, pp. 1199-1207</li> <li>R. Noé, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer, 2. Auflage/2nd Edition, 2016, ISBN 978-3-662-49621-3, ISBN 978-3-662-49623-7</li> <li><a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Polarisation">https://de.wikipedia.org/wiki/Polarisation</a>, <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Polarization_(waves)">https://en.wikipedia.org/wiki/Polarization_(waves)</a></li> <li><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/PM_fiber">http://en.wikipedia.org/wiki/PM_fiber</a></li> <li>G. Grau, W. Freude, Optische Nachrichtentechnik: Eine Einführung, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992, (umfassend, viel über Polarisation, viele Zwischenschritte fehlen)</li> </ul> |

- c) Im Katalog der Module für den Wahlpflichtbereich Prozessdynamik wird die Modulbeschreibung „Systemidentifikation“ eingefügt.

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <b>Systemidentifikation</b><br><i>System Identification</i>   |  |  |   |
| <b>Modulnummer /<br/>Module number</b><br>M.048.27026   | <b>Workload (h)</b><br>180                           | <b>Leistungspunkte /<br/>Credits</b><br>6            | <b>Turnus /<br/>Regular cycle</b><br>Wintersemester /<br><i>winter semester</i> |
|   | <b>Studiensemester /<br/>Semester number</b><br>1 -3 | <b>Dauer (in Sem.) /<br/>Duration (in sem.)</b><br>1 | <b>Unterrichtssprache / Teaching<br/>Language</b><br>Deutsch / <i>German</i>    |
| <b>1 Modulstruktur / Module structure</b>   |  |  |   |
| L.048.27026 Systemidentifikation: 2V + 2Ü (60h / 120h / P / 50)<br><i>L.048.27026 System Identification: 2L + 2Ex (60h / 120h / C / 50)</i>   |  |  |   |
| <b>2 Wahlmöglichkeiten innerhalb des Moduls / Options within the module</b>   |  |  |   |
| keine<br><i>none</i>  |  |  |   |
| <b>3 Teilnahmevoraussetzungen / Admission requirements</b>  |  |  |   |
| Signal- und Systemtheorie<br>Regelungstechnik A<br>Hinweis: Soweit nicht anders angegeben, handelt es sich hierbei um Empfehlungen.<br><br><i>Signal and system theory</i><br><i>Control theory A</i><br><i>Information: Unless otherwise specified, these are recommendations.</i> |  |  |   |

#### 4 Inhalte / Contents

##### Kurzbeschreibung / Short Description

Die Veranstaltung befasst sich mit der experimentellen Ermittlung von quantitativen Modellen zur Beschreibung des Verhaltens eines gegebenen Systems. Hierunter fallen sowohl die Auswahl der Modellklasse, die Ermittlung der Parameter des Modells als auch ggf. die Zustandsschätzung. Je nach Anwendungsfeld sind hierbei vielfältige Modelleigenschaften und daraus folgend Identifikationstechniken zu differenzieren: statisch vs. dynamisch, deterministisch vs. stochastisch, zeitdiskret vs. zeitkontinuierlich etc. Die Veranstaltung gibt eine Einführung in die wichtigsten Methoden der Systemidentifikation, wobei die anwendungsorientierte Umsetzung (auch unter Einsatz von Softwarewerkzeugen) im Vordergrund steht.

*The course deals with the experimental identification of quantitative models describing the behavior of a given system. This includes both the selection of the model class, the determination of the parameters of the model and, if necessary, the state estimation. Depending on the field of application, a variety of model properties and, as a result, identification techniques can be distinguished: static vs. dynamic, deterministic vs. stochastic, discrete-time vs. continuous-time etc. The course gives an introduction to the most important methods of system identification, whereby the application-oriented realization (also with the use of software tools) is focused.*

##### Inhalt / Contents

- Einleitung: Anwendungsfelder der Systemidentifikation und grundlegende Begriffe
- Parameterfreie Modelle
- Identifikation von deterministischen, statischen Prozesse (Funktionsfitting)
- Identifikation von stochastischen Prozessen
- Identifikation dynamischer Prozesse anhand der Übertragungsfunktion
- Identifikation dynamischer Prozesse im Zustandsraum mittels iterativer Optimierung
- Zustands- und Parameterschätzung mittels Kalman-Filterung
- Praktische Aspekte der Umsetzung
  
- *Introduction: Application fields of system identification and basic terms*
- *Parameter-free models*
- *Identification of deterministic, static processes (function fitting)*
- *Identification of stochastic processes*
- *Identification of dynamic processes based on the transfer function*
- *Identification of dynamic processes in the state space by means of iterative optimization*
- *State and parameter estimation using Kalman filtering*
- *Practical aspects of implementation*

#### 5 Lernergebnisse und Kompetenzen / Learning outcomes and competences

##### Fachkompetenz / Domain competence:

Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage:

- Systemtheoretische Modellklassen/-eigenschaften zu erläutern und diese gegeneinander abzugrenzen.
- Problemspezifische Lösungsmethoden zur Systemidentifikation selbstständig auszuwählen, anzuwenden und ggf. anzupassen.
- Identifikationsergebnisse zu bewerten und daraus ableiten, ob der gewählte Lösungsweg zielführend war oder ggf. modifiziert werden muss.

*After attending this course, students will be able to:*

- *Explain system theoretic model classes / properties and distinguish them from each other.*
- *Independently select, apply and, if necessary, adapt problem-specific solution methods for system identification.*
- *Evaluate identification results and deduce whether the chosen solution has been effective or may need to be modified.*

|  |
|--|
| <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen / Key qualifications:</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die erlernten Methoden auf (interdisziplinäre) Probleme unterschiedliche Fachdomänen anwenden (z. B. innerhalb der Elektrotechnik, des Maschinenbaus oder der Wirtschaftswissenschaften).</li> <li>• können mathematische Modelle komplexer Systeme empirisch ermitteln und diese interpretieren (Abstraktionsfähigkeit).</li> <li>• können softwarebasierte, ingenieurwissenschaftliche Werkzeuge anwenden und (weiter-)entwickeln.</li> <li>• sind befähigt sich selbst in angrenzende und weiterführende Themengebiete einzuarbeiten.</li> </ul> <p><i>The students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>are able to apply system identification methods to (interdisciplinary) problems from different science domains (e.g. within electrical engineering, mechanical engineering or economics).</i></li> <li>• <i>can empirically determine and interpret mathematical models of complex systems (abstraction ability).</i></li> <li>• <i>can apply and develop software-based engineering tools.</i></li> <li>• <i>are able to familiarize themselves with adjacent and further topics.</i></li> </ul> |
| <p><b>6 Prüfungsleistung / Assessments</b></p>   |
| <p>Modulabschlussprüfung / <i>Final modul exam</i><br/>Mündliche Prüfung (30-45 min)<br/><i>Oral Examination (30-45 min)</i></p>   |
| <p><b>7 Studienleistung, qualifizierte Teilnahme / Study achievement</b></p>   |
| <p>Keine / <i>None</i></p>   |
| <p><b>8 Voraussetzungen für die Teilnahme an Prüfungen / Prerequisites for participation in examinations</b></p>   |
| <p>Keine / <i>None</i></p>   |
| <p><b>9 Voraussetzungen für die Vergabe von Credits / Prerequisites for assigning credits</b></p>  |
| <p>Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt, wenn die Modulabschlussprüfung (MAP) bestanden ist.<br/><i>The credit points are awarded after the module examination (MAP) was passed.</i></p>  |
| <p><b>10 Gewichtung für Gesamtnote / Weighing for overall grade</b></p>  |
| <p>Das Modul wird mit der Anzahl seiner Leistungspunkte gewichtet (Faktor 1).<br/><i>The module is weighted according to the number of credits (factor 1).</i></p>   |
| <p><b>11 Verwendung in Studiengängen / Reuse in degree courses</b></p>   |
| <p>EMA, WGMAET<br/><i>EMA, WGMAET</i></p>  |
| <p><b>12 Modulbeauftragte(r) / Module coordinator</b></p>  |
| <p>Wallscheid, Oliver, Dr.-Ing.</p>  |
| <p><b>13 Sonstige Hinweise / Other notes</b></p>   |
| <p><b>Modulseite / Module Homepage</b><br/><a href="http://ei.uni-paderborn.de/lea/">http://ei.uni-paderborn.de/lea/</a></p> <p><b>Methodische Umsetzung / Implementation</b><br/>Vorlesung mit Foliensatz und Tafelanschrieb<br/>Übungseinheiten an der Tafel und im PC-Poolraum (Matlab/Simulink)<br/>Abgabeübungen sowie kleine Seminararbeit (beides freiwillig)</p>   |

*Lecture with slide set and blackboard*

*Exercises on the blackboard and in the PC pool room (Matlab / Simulink)*

*Homework exercises and short term paper (both voluntary)*

**Lernmaterialien, Literaturangaben / Teaching Material, Literature**

Isermann, R.: Identification of Dynamic Systems, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011

Ljung, L: System Identification - Theory for the User (2nd ed.), Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1999

Schröder, D.: Intelligente Verfahren: Identifikation und Regelung nichtlinearer Systeme, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2010

Walter, E.: Identification of Parametric Models, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1997

*Isermann, R.: Identification of Dynamic Systems, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011*

*Ljung, L: System Identification - Theory for the User (2nd ed.), Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1999*

*Schröder, D.: Intelligente Verfahren: Identifikation und Regelung nichtlinearer Systeme, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2010*

*Walter, E.: Identification of Parametric Models, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1997*

## Artikel II

- (1) Diese Änderungssatzung gilt für alle Studierenden, die ab dem Sommersemester 2019 erstmalig für den Masterstudiengang Elektrotechnik an der Universität Paderborn eingeschrieben werden.
- (2) Für Studierende, die bereits vor dem Sommersemester 2019 an der Universität Paderborn für den Masterstudiengang Elektrotechnik eingeschrieben worden sind, gelten nachfolgende Sätze. Für Module, die im Wintersemester 2018/2019 angemeldet sind und nicht im Wintersemester 2018/2019 oder später wieder abgemeldet werden, gilt bis einschließlich Wintersemester 2021/2022 die Prüfungsordnung in der Fassung vom 16. Juni 2017 (AM.Uni.Pb. 55.17), geändert durch Satzung vom 08.08.2018 (AM.Uni.Pb.30.18). Im Übrigen gilt mit Wirkung für die Zukunft diese Änderungssatzung.

## Artikel III

- (1) Diese Änderungssatzung tritt 01. Dezember 2018 in Kraft.
- (2) Diese Änderungssatzung wird in den Amtlichen Mitteilungen der Universität Paderborn (AM.Uni.Pb.) veröffentlicht.

Ausgefertigt aufgrund des Beschlusses des Fakultätsrates der Fakultät Elektrotechnik, Informatik und Mathematik vom 17. September 2018 und nach Rechtmäßigkeitsprüfung durch das Präsidium vom 24. Oktober 2018.

Paderborn, den 12. November 2018

Die Präsidentin  
der Universität Paderborn

Professorin Dr. Birgitt Riegraf



---

**HERAUSGEBER  
PRÄSIDIUM DER UNIVERSITÄT PADERBORN  
WARBURGER STR. 100  
33098 PADERBORN**

**[HTTP://WWW.UNI-PADERBORN.DE](http://www.uni-paderborn.de)**

---

**ISSN 2199-2819**