

## **Anlage 5**

### **Modulhandbuch des Studiengangs**

#### **Optotechnik und Bildverarbeitung**

##### **Master of Science**

des Fachbereichs Mathematik und Naturwissenschaften  
der Hochschule Darmstadt – University of Applied Sciences

zuletzt geändert am 09.07.2024

Änderungen gültig ab 01.05.2025

Zugrundeliegende BBPO vom 28.05.2019 (Amtliche Mitteilungen Jahr 2019) in der  
geänderten Fassung vom 30.09.2022 (Amtliche Mitteilungen Jahr 2022)

## Inhaltsverzeichnis

<i>Pflichtkatalog</i>	3
<i>Laserphysik</i>	4
<i>Lasieranwendungstechnik</i>	6
<i>Anwendung und Entwicklung optischer Systeme</i>	8
<i>Mikrooptik</i>	10
<i>Systemtheorie der Optik</i>	12
<i>Angewandte Bildverarbeitung</i>	14
<i>Computer Vision</i>	16
<i>Algorithmen der Bildverarbeitung</i>	18
<i>Systemtheorie der Bildverarbeitung</i>	20
<i>Integriertes Forschungsprojekt</i>	22
<i>Mastermodul</i>	24
<i>Wahlpflichtkatalog</i>	26
<i>Technisches Wahlpflichtmodul</i>	27
<i>Fallstudien von BV-Anwendungen</i>	29
<i>Fortgeschrittene Mikroskopie und Tomographie</i>	31
<i>Robot Vision</i>	33
<i>Faseroptische Sensoren</i>	35
<i>Optische Nachrichtentechnik</i>	37
<i>Spectral Imaging</i>	39
<i>Industrielle Licht- und Beleuchtungstechnik</i>	41
<i>Optical Design</i>	43
<i>Fortgeschrittene Bildverarbeitungsalgorithmen</i>	45
<i>Fallstudien aus der physiologischen und ophthalmischen Optik</i>	47
<i>Medizinische Bildverarbeitung</i>	49
<i>Umweltmesstechnik</i>	51

# Pflichtkatalog

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Laserphysik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> LPh
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Laserphysik – Vorlesung Laserphysik – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Eckhardt
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> -
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Lasern (Einführung)</li> <li>• Strahlausbreitung, Gaußscher Strahl (Motivation, Herleitung, Eigenschaften)</li> <li>• Laseraktive Medien (Anregungsprozesse, Ratengleichungen, Photonen- und Energiebilanz)</li> <li>• Nichtlineare optische Phänomene</li> <li>• Resonatoren (Eigenlösungen, Moden, Stabilität, Güteschalter)</li> <li>• Bauelemente von Lasern</li> <li>• Betriebsarten von Lasern, Eigenschaften der Laserstrahlung</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Physikalische Grundlagen von Lasern und Laserstrahlen, Bauelemente von Lasern und deren Funktion, Aufbau von Resonatoren  <u>Fertigkeiten:</u> Theoretische Berechnung verschiedener Parameter eines Lasers und der Laserstrahlung. Aufbau, Justage und Durchführung von Experimenten mit optischen Systemen und lasertechnischen Komponenten. Auswertung von Messdaten und deren Einordnung mit Hilfe der physikalischen Grundlagen.  <u>Kompetenzen:</u> Selbständige Vertiefung und Erweiterung des Wissens auf dem Gebiet der Laserphysik. Planung, Entwurf, Aufbau, Durchführung, Dokumentation und Analyse von experimentellen Untersuchungen auf dem Gebiet der Laserphysik
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP / 150 Stunden insgesamt, davon 60 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 2 SWS L

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme Labor, Präsentation ausgewähltes Thema der Laserphysik</li><li>• Prüfungsform: Mündliche Prüfung, 30 Minuten</li><li>• Die Modulnote ergibt sich aus den Noten der Prüfungsleistung (1/3) und den Noten der Vorleistungen: Vortrag (1/3), Labor (1/3)</li><li>• Die Prüfungsleistung, der Vortrag und das Labor müssen jeweils für sich bestanden werden.</li></ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Kenntnisse in geometrischer und Wellen-Optik, Atomphysik, Quantenmechanik. Technische Grundlagen zum Aufbau und Funktion von Lasern
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Wintersemester angeboten.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kneubühl, Sigrist: Laser; Teubner</li><li>• Eichler, Eichler: Laser; Springer</li><li>• Pedrotti: Optik für Ingenieure; Springer</li><li>• Meschede: Optik, Licht und Laser; Teubner</li><li>• Donges: Physikalische Grundlagen der Lasertechnik; Shaker</li><li>• Hodgson, Weber: Optische Resonatoren; Springer</li><li>• Silvast: Laser Fundamentals; Cambridge University Press</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Laseranwendungstechnik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> LAT
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Laseranwendungstechnik – Vorlesung Laseranwendungstechnik – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Eckhardt
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Raab
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung von Laserstrahlen (Gaußscher Strahl, Strahlparameterprodukt, Strahlpropagation)</li> <li>• Strahlführung und -formung (Transformation, Erhaltungsgrößen, Fasersysteme)</li> <li>• Laser in der Messtechnik (Orts- und Zeitauflösung, Quantensensoren- und leistungssensitive optische Sensoren, interferometrische- und holographische Verfahren, Lichtschnitt und Triangulation, laserinduzierte Fluoreszenzanalyse und Spektroskopie)</li> <li>• Laser in der Materialbearbeitung (physikalische Grundlagen thermischer und photoinduzierter Prozesse, Absorption, Dissipation und Transformation von Laserenergie, ausgewählte Bearbeitungsprozesse mit ergänzender Darstellung material-, anlagen- und konstruktionsbezogener Aspekte)</li> <li>• Laser in Medizin und Medizintechnik (beispielhafte Erweiterung zur Anwendung von Lasern, Wechselwirkung von Strahlung mit Biosysteme)</li> <li>• Lasersicherheit</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Physikalische Grundlagen lasergestützter Prozesse der Messtechnik und Wechselwirkung Strahlung-Materie</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Diagnostik und Analyse von Laserstrahlen und deren Anwendung für Messverfahren und Materialbearbeitung. Auswertung von Messdaten und Prototypen deren Einordnung unter systemorientierten Gesichtspunkten.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Selbständige Vertiefung und Erweiterung des Wissens auf dem Gebiet der Anwendung von Lasern. Analyse und Bearbeitung von Fragestellungen der optischen Messtechnik und der Materialbearbeitung.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L)

<b>5</b>	<p><b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP / 150 Stunden insgesamt, davon 60 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 2 SWS L</p>
<b>6</b>	<p><b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme Labor, Präsentation ausgewähltes Thema der Laseranwendungstechnik</li> <li>• Prüfungsform: Mündliche Prüfung, 30 Minuten</li> <li>• Die Modulnote ergibt sich aus den Noten der Prüfungsleistung (1/3) und den Noten der Vorleistungen: Vortrag (1/3), Labor (1/3)</li> <li>• Die Prüfungsleistung, der Vortrag und das Labor müssen jeweils für sich bestanden werden.</li> </ul>
<b>7</b>	<p><b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt</p>
<b>8</b>	<p><b>Empfohlene Kenntnisse</b> Technische Grundlagen der Strahlführungs- und Strahlhandhabungstechnik Kenntnisse zum Einsatz von Lasern z. B. in der Fertigungs-, Medizin- oder Messtechnik</p>
<b>9</b>	<p><b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Wintersemester angeboten. 2 SWS V und 2 SWS L</p>
<b>10</b>	<p><b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung</p>
<b>11</b>	<p><b>Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Donges, Noll: Lasermesstechnik; Hüthig</li> <li>• Berlien, Müller: Angewandte Lasermedizin; ecomed</li> <li>• Bille, Schlegel: Medizinische Physik 3–Medizinische Laserphysik; Springer</li> <li>• Demtröder: Laserspektroskopie; Springer</li> <li>• Eichler, Ackermann: Holographie; Springer</li> <li>• Hügel: Strahlwerkzeug Laser; Teubner</li> <li>• Meschede: Optik, Licht und Laser; Teubner</li> <li>• Poprawe; Taylored Light 2; Springer</li> <li>• Rubahn, Balzer; Laseranwendungen; Teubner</li> <li>• Hugenschmidt: Lasermesstechnik: Diagnostik der Kurzzeitphysik; Springer</li> <li>• Poprawe; Lasertechnik für die Fertigung; Springer</li> <li>• Löffler-Mang; Optische Sensorik; Teubner</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Anwendung und Entwicklung optischer Systeme
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> AEOS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Anwendung und Entwicklung optischer Systeme – Vorlesung Anwendung und Entwicklung optischer Systeme – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Brinkmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Blendowske
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterte Grundlagen der Analyse und Entwicklung optischer Systeme, insbesondere in Bezug auf die Fein-Analyse von optischen Abbildungsfehlern und das Design von optischen Systemen</li> <li>• Handhabung von Optik-Simulationsprogrammen, beispielsweise der Software OpticStudio</li> <li>• Labor: Angeleitetes und selbständiges Lösen einfacher und komplexer optischer Simulationsaufgaben mit Hilfe von Optik-Simulationsprogrammen, beispielsweise der Software OpticStudio</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Erweiterte Grundlagen der Analyse und Entwicklung Optischer Systeme, Handhabung von Optik-Simulationsprogrammen  <u>Fertigkeiten:</u> Bedienung von Optik-Simulationsprogrammen zur Analyse und zum Design von optischen Systemen  <u>Kompetenzen:</u> Selbständige Analyse einfacher und komplexer Aufgabenstellungen aus der Optik-Entwicklung und Umsetzung in Optik-Simulationsprogrammen
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernforme</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L) Hausarbeit (HA)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 7,5 CP / 225 Stunden insgesamt, davon 90 Stunden Präsenzveranstaltung 4 SWS V und 2 SWS L



<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiches Bestehen der benoteten Hausarbeit</li><li>• Prüfungsform: Klausur, 90 Minuten</li><li>• Gewichtung der Modulnote: 75% Klausur, 25% Hausarbeit</li></ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Optik bezogene Module aus dem OBV-Bachelorstudium oder äquivalente Lerninhalte
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Wintersemester angeboten. 4 SWS V und 2 SWS L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• M.J. Kidger: Fundamental Optical Design</li><li>• M.J. Kidger: Intermediate Optical Design</li><li>• W. Smith: Modern Optical Engineering</li><li>• D. Kühlke: Optik</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Mikrooptik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> Mo
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Mikrooptik – Vorlesung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Brinkmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Klein
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterte Grundlagen der Wellenoptik, insbesondere in den Teilgebieten: Lichtwellenleiter, Photonische Kristalle und Diffraktive Optik</li> <li>• Herstellungstechniken zu Lichtwellenleiter, Photonische Kristalle und Diffraktive Optik</li> <li>• Einblick in die Funktionsweise und Handhabung von wellenoptischen Simulationsprogrammen</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Erweiterte Grundlagen der Wellenoptik, Herstellungsmethoden für wellenoptische Komponenten, grundlegende Methoden der Arbeitstechnik  <u>Fertigkeiten:</u> Bedienung von Wellenoptik-Simulationsprogrammen  <u>Kompetenzen:</u> Selbständige Analyse einfacher wellenoptischer Aufgabenstellungen und Umsetzung in Wellenoptik-Simulationsprogrammen
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP / 150 Stunden insgesamt, davon 60 Stunden Präsenzveranstaltung 4 SWS V
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform: Klausur, 90 Minuten</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Optik bezogene Module aus dem OBV-Bachelorstudium oder äquivalente Lerninhalte

<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Wintersemester angeboten.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• J. Jahns: Photonik</li><li>• B.E.A. Saleh: Fundamentals of Photonics</li><li>• B. Kress: Digital Diffractive Optics</li><li>• D. Kühlke: Optik</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Systemtheorie der Optik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> Syd0
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Systemtheorie der Optik – Vorlesung Systemtheorie der Optik - Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 oder 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Blendowske
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> -
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p><u>Vorlesung:</u> Fouriertransformation, Propagation elektro- magnetischer Felder und die Theorie der Bildentstehung, Transferfunktionen optischer Systeme, Konzepte zur Beschreibung der Bildgüte, Auswirkung von optischen Abbildungsfehlern auf die Bildgüte.</p> <p><u>Labor:</u> Numerische Simulation einfacher optischer Propagationsprobleme in einer Hochsprache (Matlab, Python, etc.).</p>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden können die Abbildung und ihre Grenzen in optischen Systemen mittels systemtheoretischer Begriffe beschreiben. Sie kennen einfache Modelle der Propagation von elektromagnetischen Wellen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden sind in der Lage, Abbildungsketten hinsichtlich ihrer Kopplungseigenschaften und Übertragungsfunktion zu beschreiben und den Einfluss auf Bildgütekriterien abzuschätzen. Sie können einfache Propagationsprobleme eigenständig numerisch lösen.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Programmieraufgaben können in kleinen Gruppen organisiert, zeitlich geplant, inhaltlich aufgeteilt und durchgeführt werden. Die Studierenden können numerische Programme testen und die Ergebnisse anhand analytischer Lösungen beurteilen. Sie können die Grenzen der Simulation reflektieren, präsentieren und diskutieren.</p>
<b>4</b>	<p><b>Lehr- und Lernformen</b></p> <p>Vorlesung (V): seminaristische Vorlesung mit Tafelanschrieb, Datenprojektor, Demonstrationsversuchen sowie Übungsbeispielen; Laborübungen (L) Eigenständige Programmierung von Propagationsproblemen</p>

<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 3 CP / 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 1 SWS L
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsform: Klausur (90 Minuten), Vortrag oder mündliche Prüfung. Die Form wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt. Voraussetzung: erfolgreiches Bestehen des begleitenden Labors Systemtheorie der Optik.</li></ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Programmierkenntnisse in Python, MATLAB, o.ä.
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird alle zwei Semester angeboten. 2 SWS V und 1 SWS L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• C.S. Adams: Optics f2f, OUP, 2019</li><li>• M. Born and E. Wolf: Principles of Optics, Cambridge, 1999</li><li>• D.G. Voelz: Computational Fourier-Optics, SPIE Press, 2011</li><li>• Skript zur Veranstaltung</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Angewandte Bildverarbeitung
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ABV
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Angewandte Bildverarbeitung – Vorlesung (V) Angewandte Bildverarbeitung – Laborpraktikum (L)
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Heckenkamp
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Nesor, Prof. Dr. Netzsch, Prof. Dr. Neubecker
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p><u>Vorlesung:</u> Industrietaugliche 3D-Verfahren, deren Messbereiche, Tiefenauflösungen und Anwendungsbereiche Probleme und Methoden der schritthaltenden Bildverarbeitung an bewegten Objekten in der laufenden Produktion, Projektsteuerung, Lasten- und Pflichtenheft, Amortisation; der Markt für industrielle Bildverarbeitung, Angewandte Bildverarbeitung im Außenraum an Beispielen (z.B. Biometrische Verfahren, Autonome Fahrzeuge, Mautsystem); exemplarische Problemstellungen und ihre Lösungen</p> <p><u>Labor:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labortermine zu bspw. folgenden Themen:</li> <li>• Stereo-Kamerasystem</li> <li>• Radiometric Stereo</li> <li>• Erfassung von Punktwolken mit Lichtschnittsensor</li> <li>• Time-of-flight-Kamera nach dem PMD-Prinzip</li> <li>• NIR-Imaging mit InGaAs-Kamera</li> <li>• High Dynamic Range Imaging</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden verstehen im Detail den Systemaspekt von Bildverarbeitungsanwendungen und übersehen die Komplexität einer Bildverarbeitungslösung in Hard- und Software sowie in Bezug auf betriebswirtschaftliche und organisatorische Aspekte. Sie kennen die Prinzipien und technischen Parameter industrietauglicher 3D-Verfahren. Die wesentlichen Fakten über den deutschen, europäischen und internationalen Bildverarbeitungsmarkt sind ihnen bekannt.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können selbstständig offen gestellte Aufgaben im Labor bearbeiten. Sie können Messunsicherheiten bestimmen, die Robustheit von Verfahren bewerten und Alternativen evaluieren.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können ihre Arbeitsergebnisse belastbar dokumentieren und präsentieren, auch in englischer Sprache. Sie können in Zusammenarbeit mit einem Gruppenpartner ihre Aktivitäten inhaltlich, zeitlich und organisatorisch planen und abstimmen. Sie können auf kritische Nachfragen sachlich und</p>

	faktenbasiert reagieren und haben gelernt, die Verantwortung für die Richtigkeit ihrer Arbeitsergebnisse zu tragen.
<b>4 Lehr- und Lernformen</b>	Vorlesung (V) Laborpraktikum (L)
<b>5 Arbeitsaufwand und Credit Points</b>	7,5 CP / 225 Stunden insgesamt, davon 90 Stunden Präsenzveranstaltung 4 SWS V und 2 SWS L
<b>6 Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Prüfung: Prüfungsleistung</li> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen</li> <li>• Prüfungsform: Klausur, 90 Minuten, oder Fachgespräch (30min), je nach Teilnehmerzahl.</li> <li>• Die Modulnote ist die Klausurnote</li> </ul>
<b>7 Notwendige Kenntnisse</b>	Entfällt
<b>8 Empfohlene Kenntnisse</b>	Profunde Kenntnisse der Bildverarbeitung entsprechend den Inhalten des Bachelor-Studiengangs OBV.
<b>9 Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b>	Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Sommersemester angeboten. 4 SWS V und 2 SWS L
<b>10 Verwendbarkeit des Moduls</b>	Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11 Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demant, Streicher-Abel, Springhoff: Industrielle Bildverarbeitung, 3. Aufl., Springer-Verlag</li> <li>• Burger, Burge: Digitale Bildverarbeitung, Springer-Verlag</li> <li>• Jähne, Massen, Nickolay, Scharfenberg: Technische Bildverarbeitung- Maschinelles Sehen, Springer</li> <li>• Sonka, Hlavac, Boyle: Image Processing, Analysis and Machine Vision, Springer US</li> <li>• Parker: Algorithms for Image Processing &amp; Computer Vision, Wiley</li> <li>• Gonzalez, Woods: Digital Image Processing, Prentice Hall</li> <li>• Steger, Ulrich, Wiedemann: Machine Vision Algorithms and Applications, Wiley-VCH 2008</li> <li>• Fachartikel aus der Zeitschrift Vision Systems Design</li> <li>• Fachartikel aus IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI)</li> <li>• Fachartikel aus Machine Vision and Applications (Springer-Verlag)</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Computer Vision
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> CV
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Computer Vision – Vorlesung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Nesper
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Heckenkamp, Prof. Dr. Neubecker, Prof. Dr. Weinmann
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der projektiven Geometrie in 2D und 3D: Projektive Transformationen. Duale Kegelschnitte und absoluter Kegelschnitt, Geraden und Ebenen im Unendlichen.</li> <li>• Robuste Ausgleichsverfahren und Finden robuster Merkmale in Bildern</li> <li>• Bestimmung metrischer Eigenschaften und Rektifizierung.</li> <li>• Kameramodelle und Kalibrierung: Numerische Verfahren und Fehlerbetrachtung.</li> <li>• Kalibriervorlagen und Algorithmen zur Detektion von Referenzpunkten.</li> <li>• Multikamerasysteme: Epipolargeometrie und die Fundamentalmatrix. Berechnungsverfahren und Fehlerbetrachtung. Die essentielle Matrix. Der Trifokale Tensor, Selbstkalibrierung.</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><b>Kenntnisse:</b> Grundlagen der Projektiven Geometrie in zwei und drei Dimensionen. Verfahren und Möglichkeiten der stereoskopischen Bildauswertung mit Multikamerasystemen. Robuste Fitverfahren. Numerische Aspekte robuster Computer Vision Algorithmen</p> <p><b>Fertigkeiten:</b> Programmieren von CV-Algorithmen in Matlab. Numerisch robuste Lösung linearer Gleichungssysteme aus der Computer Vision. Kalibrierung von Kameras und Stereosystemen.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> Selbstständige Konzeption von Anwendungen der Computer-Vision und Auswahl angemessener Verfahren in Bezug auf Aufwand und Genauigkeit. Erarbeitung neue Themenkomplexe der Computer Vision anhand englischsprachiger Originalliteratur.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP /150 h Stunden insgesamt, davon 60 Stunden Präsenzveranstaltung 4 SWS V



<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsform: Klausur (90 min)</li><li>• Die Modulnote ist die Klausurnote</li></ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Lineare Algebra, Matlab, Grundlagen der Bildverarbeitung
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Wintersemester angeboten. 4 SWS V
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Trucco, Verri: Introductory techniques for 3-D Computer Vision, Prentice Hall.</li><li>• Hartley, Zisserman: Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press</li><li>• Faugeras, Q-T. Luong: Geometry of Multiple Images, MIT-Press</li><li>• Schreer: Stereoanalyse und Bildsynthese, Springer</li><li>• Englischsprachige Originalliteratur (z.B.: IEEE Transactions on Pattern Recognition and Machine Intelligence))</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Algorithmen der Bildverarbeitung
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ALGBV
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Klassische und Machine Learning Algorithmen zur Bildverarbeitung – Vorlesung Klassische und Machine Learning Algorithmen zur Bildverarbeitung – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Weinmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Netzsch
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p><u>Klassische Bildverarbeitung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmen für Transformationen (z.B. FFT, Radon-Transformation, weitere Hough-Transformationen)</li> <li>• Algorithmen zur Morphologischen Bildverarbeitung</li> <li>• Algorithmen zur Segmentierung (z.B. Distanztransformationen, Water Shed Algorithmen, Variationelle Algorithmen)</li> <li>• Algorithmen zur Quantifizierung von Bildinhalten (z.B. konvexe Hülle und Feretdurchmesser, Minkowski-Funktionale)</li> <li>• Weitere Algorithmen zur Bildanalyse</li> </ul> <p><u>Bildverarbeitung basierend auf Methoden des maschinellen Lernens:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuronale Netze, insbesondere Deep Neural Networks</li> <li>• Neuronal Netze zur Klassifikation</li> <li>• Neuronal Netze für weitere Bildverarbeitungsaufgaben (z.B. Segmentierung, Semantische Segmentierung)</li> <li>• Weitere Methoden des Maschinellen Lernens (z.B. statistische Ansätze)</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen und verstehen die Konzepte wichtiger klassischer und moderner BV-Algorithmen, insbesondere kennen sie neuere Ansätze auf Basis des maschinellen Lernens und verstehen deren Grundlagen.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden sind in der Lage, Algorithmen auf Aufgabenstellungen in der Bildverarbeitung anzuwenden. Sie können ggf. Modifikationen an existenten Algorithmen effizient realisieren bzw. selbst Lösungen entwickeln. Auch können aufgrund ihres tieferen Verständnisses die Ergebnisse von Algorithmen in konkreten Bildverarbeitungsaufgaben interpretieren.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden sind in der Lage Aufgaben zu analysieren und algorithmische Lösungswege aufzuzeigen und algorithmische Lösungen zu realisieren. Sie können Ergebnisse belastbar dokumentieren und anschaulich präsentieren. Sie können in Zusammenarbeit mit einem Gruppenpartner ihre Aktivitäten inhaltlich, zeitlich und organisatorisch planen und abstimmen.</p>

<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Labor (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 7.5 CP / 225 Stunden insgesamt, davon 90 Stunden Präsenzveranstaltung 3 SWS V und 3 SWS L
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme am Labor</li> <li>• Prüfungsform: Klausur, 90 Minuten oder Fachgespräch, 30 Minuten</li> <li>• Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. des Fachgesprächs</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Inhalte der im OBV-Bachelorstudiengang angebotenen Fächer ABV, BV und CAIP
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Wintersemester angeboten. 3 SWS V und 3 SWS L L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsbegleitendes Manuskript.</li> <li>• T. Pavlidis, Algorithms for Graphics and Image Processing, Springer.</li> <li>• P. Soille, Morphological Image Analysis, Springer.</li> <li>• D. Knuth, The Art of Computer Programming, Addison-Wesley.</li> <li>• A. Géron, Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow, O'Reilly.</li> <li>• M. Nielsen, Neural Networks and Deep Learning, A online book, <a href="http://neuralnetworksanddeeplearning.com">http://neuralnetworksanddeeplearning.com</a></li> <li>• A. Rosebrock, Deep Learning for Computer Vision with Python, pyimagesearch.</li> <li>• Wissenschaftliche Originalarbeiten.</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Systemtheorie der Bildverarbeitung
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SYSBV
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Systemtheorie der Bildverarbeitung – Vorlesung Systemtheorie der Bildverarbeitung – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Weinmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Blendowske, Prof. Dr. Neubecker
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemtheoretische Grundlagen, lineare Übertragungssysteme, Fouriertransformation (insbes. in 2D), Transferfunktion.</li> <li>• Filtertechniken im Ortsfrequenzraum und Filterdesign.</li> <li>• Bildanalyse aus spektraler Information.</li> <li>• Inverse Filterung.</li> </ul> <p><u>Übungen/Laborübungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von mathematisch orientierter Software (Matlab, Python oder vergleichbar) oder einer Programmiersprache (C/C++, Java oder ähnlich) zur Bearbeitung systemtheoretischer Fragestellungen</li> <li>• Kooperative Arbeit in Kleinstgruppen, gemeinsame Problemlösung. Mündliche Präsentation der Vorgehensweise und der damit erzielten Resultate.</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><b><u>Kenntnisse:</u></b> Die Studierenden verstehen die Prinzipien der Systemübertragung und die Besonderheiten bei linearen Systemen. Sie haben vertiefte Kenntnisse bzgl. der diskreten Fouriertransformation. Sie können lineare Filter aufgrund der Übertragungseigenschaften bewerten. Sie verstehen einfache Techniken der inversen Filterung und wissen um die dabei entstehenden Probleme. Sie kennen weitergehende Verfahren vom prinzipiellen Aufbau her.</p> <p><b><u>Fertigkeiten:</u></b> Die Studierenden sind vertraut mit der Interpretation von Spektralbildern. Sie können die Frequenzanalyse und die Richtungsanalyse aus spektraler Information ableiten und einschätzen. Sie entwickeln im Labor die Fähigkeit, ihre Kenntnisse in konkreten Fragestellungen wie beispielsweise der Texturanalyse anzuwenden. Sie erwerben die Fähigkeit, aus geforderten Übertragungseigenschaften Filter zu gestalten. Sie beherrschen einfache Techniken der inversen Filterung.</p> <p><b><u>Kompetenzen:</u></b> Die Studierenden können Probleme von einem systemtheoretischen Standpunkt beleuchten und ihr systemtheoretisches Wissen zu deren Lösung einsetzen.</p>

<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Labor (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP / 150 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 1 SWS L
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme am Labor</li> <li>• Prüfungsform: Klausur, 90 Minuten oder Fachgespräch, 30 Minuten</li> <li>• Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. des Fachgesprächs</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Inhalte der im Bachelorstudiengang OBV angebotenen Fächer ABV, BV und MM1/MM2
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Sommersemester angeboten. 2 SWS V und 1 SWS L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsbegleitendes Manuskript.</li> <li>• T. Butz, Fouriertransformation für Fußgänger, Teubner.</li> <li>• R. Bracewell, The Fourier Transform and its Applications, McGraw Hill.</li> <li>• F. Wahl, Digitale Bildsignalverarbeitung, Springer.</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Integriertes Forschungsprojekt
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> IFP
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Projekt
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Nesper
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Alle Dozentinnen und Dozenten des Studiengangs
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Die fachspezifischen Inhalte ergeben sich aus dem in Absprache mit dem betreuenden Dozenten und für Studierende im Dualen Studienmodell zusätzlich mit dem Betreuer im Kooperationsunternehmen festgelegten Projektthema und bauen auf den bisher vermittelten Studieninhalten auf.
<b>3</b>	<b>Ziele</b> Die Studierenden wenden die erlernten Studieninhalte selbstständig auf anspruchsvolle praxisnahe Fragestellungen mit offenem Ergebnis an. Sie organisieren die anfallende Arbeit unter einer Zeitvorgabe und bekommen dabei Erfahrung im Projektmanagement und in der Arbeitsorganisation. Sie reflektieren ihr eigenes Verhalten kritisch. Sie präsentieren die Projektergebnisse den anderen Projektteilnehmern und dokumentieren diese korrekt und verständlich in einem schriftlichen Projektbericht.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Projekt
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 2,5 CP / 75 Stunden insgesamt, davon 30 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS S
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Mündliche Abschlusspräsentation sowie schriftlicher Projektbericht. Die Bewertung erfolgt zu je einem Drittel aufgrund der Arbeitsleistung im Projekt, sowie der Abschlusspräsentation und dem Projektbericht. Die Bewertung erfolgt durch die betreuende Dozentin oder den betreuenden Dozenten, für Studierende im Dualen Studienmodell in Absprache mit dem Betreuer oder der Betreuerin im Kooperationsunternehmen
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt

<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester. Es wird in jedem Wintersemester angeboten.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Entfällt

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Mastermodul
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> Master
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Masterarbeit und Kolloquium
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 3
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prüfungsausschussvorsitzende/r
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Alle Dozentinnen und Dozenten des Studiengangs Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch oder Englisch für die Masterarbeit. Das Kolloquium erfolgt auf Deutsch.
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Der Inhalt ergibt sich aus dem gewählten Thema.
<b>3</b>	<b>Ziele</b> Die Studierenden zeigen mit der Anfertigung der Masterarbeit, dass sie eine anspruchsvolle Problemstellung aus dem Bereich der Optotechnik und Bildverarbeitung selbstständig, systematisch und unter Anwendung ingenieurmäßiger Arbeitstechniken und wissenschaftlicher Methoden in einer vorgegebenen Frist bearbeiten können. Sie haben sich auf dem entsprechenden Fachgebiet den aktuellen Stand des Wissens angeeignet, und diesen wo möglich in einzelnen Punkten weiter ausgebaut. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse ihrer Arbeit in einer technisch-wissenschaftlichen Dokumentation zu sichern und verständlich darzustellen. Im Kolloquium zeigen sie die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren, zu erläutern und in einen größeren Zusammenhang einzuordnen.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Wissenschaftliche Abschlussarbeit, vgl. § 4 Absatz 1 Punkt 8. ABPO Die Arbeit wird in einem Betrieb, an einer Forschungseinrichtung oder an einer Hochschule durchgeführt und durch eine Referentin oder einen Referenten aus einer der beiden Trägerhochschulen betreut
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 30 CP / 900 Stunden für das Anfertigen der Masterarbeit und die Vorbereitung des Kolloquiums.
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Prüfungsleistungen sind die Masterarbeit als schriftliche Abschlussarbeit sowie das Kolloquium. Die Modulnote errechnet sich zu 75 % aus der Bewertung der Masterarbeit und zu 25 % aus der Bewertung des Kolloquiums. Die weiteren Regelungen finden sich in den §§ 22 und 23 ABPO sowie § 12 Absatz 5 bis 6 BBPO. Vor dem Kolloquium kann ein Poster über die Masterarbeit in einem vorgegebenen Format eingereicht werden, dessen Beurteilung in die Bewertung des Kolloquiums mit einfließt.



<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Alle Module des Masterstudiengangs mit Ausnahme der Masterarbeit.
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Semester angeboten.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Themenabhängige Forschungsliteratur

# Wahlpflichtkatalog

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Technisches Wahlpflichtmodul
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> TechWP
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Pflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Das Modul umfasst Teilmodule nach Wahl der Studierenden im Umfang von mindestens 5 CP aus dem Katalog der Teilmodule des Technischen Wahlpflichtmoduls. Diese sind jeweils in eigenen Modulbeschreibungen beschrieben.
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> StudiengangsleiterIn
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Alle Dozentinnen und Dozenten des Studiengangs
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Der Inhalt ergibt sich aus den Modulbeschreibungen der Teilmodule
<b>3</b>	<b>Ziele</b> Das Technische Wahlpflichtmodul erlaubt den Studierenden, entsprechend ihren Neigungen ein persönliches Qualifikationsprofil herauszubilden. Es führt sie an den aktuellen Stand der Optotechnik und Bildverarbeitung in Wissenschaft, Forschung und technischer Anwendung heran und lässt sie die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in praktische Anwendungen nachvollziehen.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Ergeben sich aus den Modulbeschreibungen der Teilmodule.
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 5 CP / 150 Stunden für das gesamte Modul
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> Die in den Teilmodulen zu erbringenden Leistungen ergeben sich aus den Modulbeschreibungen der Teilmodule. Die Modulnote errechnet sich gemäß § 15 Absatz 4 ABPO: Die Modulnote ergibt sich durch gewichtete Mittelung der Noten der Teilmodule, wobei die den Teilmodulen zugeordneten Credit Points als Gewichtungsfaktoren dienen. Wenn bei der Bildung der Modulnote auf dem Konto des Wahlpflichtmoduls mehr Credit Points angesammelt sind, als für dieses Modul laut Studienprogramm vorgesehen sind, wird das am schlechtesten bewertete Teilmodul nur mit den zur Erreichung der vorgesehenen Punktezahl benötigten Credit Points bei der Berechnung der Modulnote gewichtet.
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt

<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester. Die Teilmodule werden bei Bedarf angeboten.
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> Entfällt

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Fallstudien von BV-Anwendungen
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FSBV
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht (Teilmodul)
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Fallstudien von BV-Anwendungen – Vorlesung Fallstudien von BV-Anwendungen – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Neubecker
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Heckenkamp, Prof. Dr. Nesper, Prof. Dr. Netzsch
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingehende Analyse ausgewählter Anwendungen aus der Bildverarbeitung (bspw. Oberflächenprüfung, Robotik, Bildanalyse, Zeichenerkennung, ...)</li> <li>• Vertiefte Darstellung der notwendigen Konzepte und Komponenten, Betrachtung zu verwendender Komponenten aus der Nutzersicht</li> <li>• Begleitende Darstellung der Randbedingungen industrieller Bildverarbeitungsprojekte</li> </ul> <p><u>Labor:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständige Analyse einer praktischen Problemstellung hin auf mögliche Lösungsansätze, praktische Erprobung dieser Ansätze im Rahmen der verfügbaren Mittel, Erstellen einer Machbarkeitsanalyse</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u> Wissen über verfügbare Bildverarbeitungs-Hardware und -Software, deren Eigenschaften, spezifische Vorteile und Beschränkungen. Anwendungsorientiertes Wissen über notwendige Konzepte und Vorgehensweise bei der Konzeptionierung eines BV-Systems. Kenntnisse der Randbedingungen und Anforderungen industrieller Projektarbeit.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> Analyse der Problemstellung hinsichtlich bildverarbeitungsrelevanter Ansätze. Lösungsorientierte Auswahl geeigneter und zusammenpassender Komponenten. Erstellen eines integrierten Systemkonzepts. Plausibilisierung der erreichbaren Fähigkeiten und Machbarkeitsnachweise.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden verstehen BV-Anwendungen als komplexe Systemlösungen, bei denen neben den rein technischen Gesichtspunkten auch die logistischen und kommerziellen Randbedingungen beachtet werden müssen. Sie sind in der Lage, anhand eines Anforderungsprofils die Machbarkeit kritisch einzuschätzen, eine Systemlösung zu konzipieren und zu konkretisieren. Sie können dies in Form von selbstorganisierte Projektarbeit umsetzen, was u.a. eigenständiges Zeitmanagement, selbständige Setzung von Schwerpunkten, Kreativität bei der Lösungsfindung beinhaltet</p>

<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Seminaristische Vorlesung (V). Eingesetzte Medien: Tafel, Beamer, Arbeitsblätter Laborübungen (L). Eingesetzte Medien: Bildverarbeitungs-Laborarbeitsplätze, zus. Ausrüstung auf Anforderung
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 3 CP / 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltungen 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Labor
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen</li> <li>• Prüfungsform: Mündliche Prüfung (zw. 15 und 45 Minuten pro KandidatIn)</li> <li>• Die Teilmodulnote ist die Note der mündlichen Prüfung</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundlagen der Bildverarbeitungshardware (Digitalkameras, Objektive, Beleuchtungen)
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird im Sommersemester angeboten. 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Labor
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B. G. Batchelor: Machine Vision Handbook, Springer, 2012</li> <li>• A. Hornberg ed.: Handbook of Machine Vision, Wiley VCH, 2008</li> <li>• J. Beyerer, F. Puente León, Chr. Frese: Automatische Sichtprüfung, Springer Vieweg, 2012</li> <li>• G. C. Holst, T. S. Lomheim: CMOS/CCD Sensors and camera Systems, JCD Publishing / SPIE Press, 2007</li> </ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Fortgeschrittene Mikroskopie und Tomographie
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FORMIK
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Fortgeschrittene Mikroskopie und Tomographie – Vorlesung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Will
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Blendowske, Prof. Dr. Nesper
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Verfahren in der optischen Mikroskopie (z.B. Konfokale Laser-Scanning Mikroskopie, Fluorescence Resonance Energy Transfer (FRET), Fluorescence Recovery after Photobleaching (FRAP), Total Internal Reflection Microscopy (TIRM), Laser Pinzetten)</li> <li>• Bildaufnahmetechnik (Gekühlte CCD-Kameras, MCPs)</li> <li>• Tomographie (NMR, <math>\mu</math>CT, PET, DT)</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><b>Kenntnisse:</b> Moderne Verfahren der optischen Mikroskopie und ihre Anwendungsmöglichkeiten, moderne Verfahren der Tomographie</p> <p><b>Fertigkeiten:</b> Recherche und Umgang mit aktueller englischsprachiger Fachliteratur.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> Selbständige Bewertung von Problemstellungen aus Technik und Life-Sciences und Auswahl geeigneter Verfahren der Mikroskopie und Tomographie zu ihrer Lösung</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 2 CP /60 h Stunden insgesamt, davon 30 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform: nach Absprache Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)</li> <li>• Die Modulnote ist die Klausurnote</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt

<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Technische Optik, Grundlagen d. Bildverarbeitung, Kenntnisse der Mikroskopie
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Joseph R. Lakowicz: Principles of Fluorescence Spectroscopy. Plenum</li><li>• Vorlesungsbegleitendes Skript. Aktuelle Original-Literatur.</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Robot Vision
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ROBVIS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Robot Vision – Vorlesung Robot Vision – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 oder 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Stephan Nesper
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Dr. Inna Mikhailova
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Robotik: Überblick, Typen (6-Achs, SCARA, kartesische und Sonderkinematiken), Autonome Roboter, Kinematik und inverse Kinematik mit Lösungsansätzen, Koordinatensysteme und Transformationen, Steuerungen, Greifertechnik, Aspekte der Robotersicherheit)</li> <li>• Anwendungen: Pick-and-Place, Random-Bin-Picking, Schweißroboter, Aufbringen von Werkstoffen, Pallettierung, Aufgaben autonomer Roboter</li> <li>• BV-Aufgaben in der Robotik: z.B. Hand-Auge-Kalibrierung, Lage- und Orientierungsbestimmung, Visual Servoing, Arbeitsraumüberwachung, Teileidentifikation, Prozesskontrolle, Roboterlokalisierung, Greifen aus Vorratsbehältern, Greifen biegeschlaffer Objekte.</li> <li>• Algorithmische Ansätze zur Lösung dieser Aufgabenstellungen</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Ziele</b></p> <p><b>Kenntnisse:</b> Sicherheitsrichtlinien für den Umgang mit Industrierobotern. Darstellungen von euklidischen Transformationen als Drehmatrix, Rodrigues-Vektor und Quaternion. Kinematik und Denavit-Hartenberg-Transformationen. Roboter- und Hand-Auge-Kalibrierung. BV-Algorithmen für Robotik-Anwendungen.</p> <p><b>Fertigkeiten:</b> Sicherer Umgang mit Industrierobotern. On- und Offline Programmierung von Industrierobotern. Programmieren von Robot-Vision-Algorithmen mit Matlab, Halcon oder OpenCV.</p> <p><b>Kompetenzen:</b> Selbstständige Analyse von Aufgabenstellungen der Robot-Vision und Auswahl geeigneter Algorithmen zu ihrer Lösung. Vertiefung des erlangten Wissens anhand Originalliteratur.</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborpraktikum (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 3 CP /90 h Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V 1 SWS L

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsform: nach Absprache Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)</li><li>• Die Modulnote ist die Klausurnote</li></ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Lineare Algebra, Grundlagen der Bildverarbeitung
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V 1 SWS
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Wolfgang Weber: Industrieroboter Methoden- der Steuerung und Regelung.</li><li>• P. Corke: Robotics, Vision and Control, Springer</li><li>• Aktuelle Fachliteratur</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Faseroptische Sensoren
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FOS
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Faseroptische Sensoren – Vorlesung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Raab
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. K.-F. Klein, Prof. Dr. Raab
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Effekte in faseroptischen Sensoren</li> <li>• Lichtausbreitung und Wellengleichung in Hinblick auf Sensorik</li> <li>• Optische Fasern</li> <li>• Multi- und Single-Mode faseroptische Sensoren</li> <li>• Verteile faseroptische Sensoren</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><b>Kenntnisse:</b> Physikalische und technologische Grundlagen der optischen und faseroptischen Systeme für Sensorik-Anwendungen; moderne Sensorsysteme, deren technologische Vor- und Nachteile und ihrer Anwendungen</p> <p><b>Fertigkeiten:</b> Theoretische Berechnung verschiedener Parameter und Auslegung eines faseroptischen Sensors;</p> <p><b>Kompetenzen:</b> Selbständige Vertiefung und Erweiterung des Wissens auf dem Gebiet der faseroptischen Sensorik. Analyse von sensorischen Problemstellungen und Planung und Durchführung von experimentellen Untersuchung zur Lösung der Problemstellung</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 2 CP / 60 Stunden insgesamt, davon 30 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform: Klausur, 60 Minuten</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt

<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Kenntnisse in geometrischer und Wellen-Optik, Atomphysik, Technische Grundlagen zum Aufbau und Funktion von Lasern
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• E. Udd. (ed.): "Fiber optic sensors: An Introduction for Engineers and Scientists". Wiley (2011)</li><li>• O. Strobel: „Lichtwellenleiter-Übertragungs-und Sensortechnik“. VDE-Verlag Offenbach (2014)</li><li>• E. Hecht: "Optics", Addison Wesley San Francisco 2002(4th edition)</li><li>• Aktuelle Tagungsbände zu „Optical Fiber Sensor (OFS)“, SPIE-Verlag, Bellingham</li><li>• Aktuelle Tagungsbände zu „European Workshop on Optical Fiber Sensor (EWOFS)“</li><li>• W. Daum, J. Krauser, P. Zamzow, O. Ziemann: "POF Polymer Optische Fasern für Datenübertragung" (2nd edition, Springer Berlin 2007)</li><li>• J. Hecht: "Understanding Fiber Optics". Pearson Prentice Hall, 2006 (5th edition)</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Optische Nachrichtentechnik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ON
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Optische Nachrichtentechnik – Vorlesung Optische Nachrichtentechnik – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Raab
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. K.-F. Klein, Prof. Dr. Raab
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Englisch (Vorlesung); Laborübungen in Deutsch oder Englisch (nach Absprache)
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview about optical communications</li> <li>• Optical fibers: properties and light propagation</li> <li>• Fiber-optic devices</li> <li>• Optical receivers</li> <li>• Lasers: stimulated emission and Gaussian beams</li> <li>• High-speed systems: power budget and data rate</li> <li>• Trends and applications</li> <li>• LAB WORK: Parallel to the lectures, laboratory exercises will be carried out by the students under supervision to strengthen the theoretical understanding, especially, testing of optical fibers (light-guiding in fibers including spectral attenuation of fibers, OTDR-measurements)</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <p><b>Kenntnisse:</b> Prinzipien der modernen optischen Nachrichtentechnik, Übertragungssysteme und Wellenleiter; Messtechniken und Messgeräten</p> <p><b>Fertigkeiten:</b> Selbständige Durchführungen von Messungen an faseroptischen Übertragungssystemen, Planung von optischen Übertragungsstrecken hinsichtlich Leistungsbudget und Datenrate</p> <p><b>Kompetenzen:</b> Selbständige Vertiefung und Erweiterung des Wissens auf dem Gebiet der optischen Nachrichtentechnik. Analyse von Aufgabenstellungen aus der Nachrichtentechnik und Entwicklung von Lösungsstrategien und deren Umsetzung</p>
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Labor (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 3 CP / 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V 1 SWS L

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsvoraussetzung: erfolgreiche Teilnahme am Labor</li><li>• Prüfungsform: Klausur, 60 Minuten oder mündl. Prüfung (30min)</li><li>• Modulnote ist die Klausurnote</li></ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundlagen von Optik & Halbleitern
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V 1 SWS L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• J. Hecht: "Understanding Fiber Optics". Pearson Prentice Hall</li><li>• R.L. Freeman: "Fiber-optic systems for telecommunications", Wiley-Interscience New York (2002)</li><li>• W. Daum, J. Krauser, P. Zamzow, O. Ziemann: "POF Polymer Optical Fibers for DataCommunications", Springer Berlin 2002</li><li>• J.M. Senior: "Optical fiber communications". Prentice Hall, New York 1992 (2nd edition)</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Spectral Imaging
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> SI
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht (Teilmodul)
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Spectral Imaging – Vorlesung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Heckenkamp
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Entfällt
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Das Konzept des „spectral imaging“ als orts aufgelöste Spektralmesstechnik, Methoden der apparativen Umsetzung: Spectral-Imaging-Systeme im Sichtbaren und im NIR, Anwendungen (z.B. Erdfernerkundung, orts aufgelöste Farbmessung, Precision Farming, Medizinische Diagnostik, Prozessmesstechnik), Vorträge der Studierenden über englischsprachige Fachartikel zum Thema der Vorlesung
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen das Konzept des „Spectral Imaging“, die verschiedenen Möglichkeiten zur apparativen Realisierung und wichtige Anwendungen  <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden können selbstständig einen Fachartikel zum Spectral Imaging analysieren, für einen Vortrag aufbereiten und darüber im Auditorium referieren.  <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können das neuartige Feld des „Spectral Imaging“ im Hinblick auf sein Anwendungspotential beurteilen und sind zukünftig in der Lage, die Entwicklungen auf diesem Gebiet während ihres Berufslebens kritisch und kompetent zu verfolgen.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 3 CP / 90 Stunden insgesamt, davon 30 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V

<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsvoraussetzung: Bestehen der Prüfungsvorleistung</li><li>• Prüfungsvorleistung: Referat und Bericht über einen englischsprachigen Artikel aus einer Fachzeitschrift</li><li>• Prüfungsform: Klausur, 90 Minuten, oder Fachgespräch, 30 min, je nach Teilnehmerzahl.</li><li>• Teilmodulnote: Der Anteil der Note der Prüfungsvorleistung an der Teilmodulnote beträgt 1/3.</li></ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Teilmodul erstreckt sich über ein Semester und wird in jedem Sommersemester angeboten. 2 SWS V
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Artikel aus Fachzeitschriften</li><li>• Begleitendes Skript zur Vorlesung</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Industrielle Licht- und Beleuchtungstechnik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> ILB
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Industrielle Licht- und Beleuchtungstechnik – Vorlesung Industrielle Licht- und Beleuchtungstechnik – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Brinkmann
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Lehrbeauftragte
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende und spezielle Begrifflichkeiten und Zusammenhänge auf dem Gebiet der Lichttechnik</li> <li>• Aufbau, Funktionsweise und Entwicklung von lichttechnischen Anlagen und Messgeräten</li> <li>• Labor: Angeleitetes und selbständiges Lösen einfacher und komplizierter lichttechnischer Messaufgaben mit Hilfe von modernen Messgeräten</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Grundlegende und spezielle Begrifflichkeiten und Zusammenhänge auf dem Gebiet der Lichttechnik, grundlegende Methoden der Arbeitstechnik  <u>Fertigkeiten:</u> Bedienung von lichttechnischen Messgeräten und Simulationsprogrammen  <u>Kompetenzen:</u> Selbständige Analyse einfacher und komplexer Fragestellungen aus der Lichttechnik und Umsetzung in Laborexperimenten und Simulationsprogrammen
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 2,5 CP, 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 1 SWS L
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen</li> <li>• Prüfungsform: Klausur, 60 Minuten</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt

<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V und 1 SWS L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• J. Hentschel: Licht und Beleuchtung</li><li>• N. Ackermann: Lichttechnik</li><li>• D. Gall: Grundlagen der Lichttechnik</li><li>• Verschiedene DIN und EN-Richtlinien</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Optical Design
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> OD
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Optical Design – Vorlesung Optical Design – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Blendowske
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Prof. Dr. Brinkmann
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende und erweiterte Analyse- und Designtechniken für optische Systeme</li> <li>• Grundlegende und erweiterte Handhabung von optischer Simulationssoftware</li> <li>• Labor: Angeleitetes und selbständiges Lösen einfacher und komplizierter Designaufgaben mit Hilfe von moderner optischer Simulationssoftware</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Grundlegende und erweiterte Analyse- und Designtechniken für optische Systeme, grundlegende Methoden der Arbeitstechnik  <u>Fertigkeiten:</u> Grundlegende und erweiterte Handhabung von optischer Simulationssoftware  <u>Kompetenzen:</u> Selbständige Analyse einfacher und komplexer Fragestellungen zum Design optischer Systeme, Umsetzung in optischen Simulationsprogrammen
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 2,5 CP, 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 1 SWS L
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen</li> <li>• Prüfungsform: Klausur, 60 Minuten</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt

<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V und 1 SWS L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• M.J. Kidger: Fundamental Optical Design</li><li>• M.J. Kidger: Intermediate Optical Design</li><li>• W. Smith: Modern Optical Engineering</li><li>• D. Kühlke: Optik</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Fortgeschrittene Bildverarbeitungsalgorithmen
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FBVA
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Fortgeschrittene Bildverarbeitungsalgorithmen – Vorlesung Fortgeschrittene Bildverarbeitungsalgorithmen – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Netzsch
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Entfällt
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Entwurf, Anpassung, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener, spezialisierter Bildverarbeitungsalgorithmen
<b>3</b>	<b>Ziele</b>  <u><b>Kenntnisse:</b></u> Die Studierenden kennen eine Auswahl aktueller, fortgeschrittener Bildverarbeitungsalgorithmen.  <u><b>Fertigkeiten:</b></u> Implementierung fortgeschrittener Bildverarbeitungsalgorithmen.  <u><b>Kompetenzen:</b></u> Sie sind in der Lage sich selbständig in die Funktionsweise anspruchsvoller Algorithmen einzuarbeiten, diese entsprechend der Aufgabenstellung anzupassen, und unter Anwendung ihrer IT-Kenntnisse zu implementieren. Sie können die Arbeitsergebnisse angemessen dokumentieren und präsentieren.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 3 CP / 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 1 SWS L
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen</li> <li>• Prüfungsform: Klausur, (60 Minuten) oder Fachgespräch (20 Minuten) oder Hausarbeit (benotet).</li> <li>• Die Modulnote ist die Klausurnote</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt

<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Gute Kenntnisse in Bildverarbeitung und Programmierung
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V und 1 SWS L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• W. Burger, M. Burge: Digitale Bildverarbeitung; Springer, 3. Auflage, 2015</li><li>• J. R. Parker: Algorithms for image processing and computer vision; Wiley, 2. Auflage, 2011</li><li>• Aktuelle Fachliteratur</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Fallstudien aus der physiologischen und ophthalmischen Optik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> FPOO
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Fallstudien aus der physiologischen und ophthalmischen Optik – Vorlesung Fallstudien aus der physiologischen und ophthalmischen Optik – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 1 oder 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Blendowske
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Entfällt
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b>  <b>Vorlesung:</b> Beschreibung der optischen Komponenten des Auges. Kriterien und Definition von Sehleistungen. Psychophysikalische Grundlagen zur Messung von Wahrnehmungsgrößen. Anhand ausgewählter Fallstudien werden experimentelle Messmethodiken am Auge analysiert und systemtheoretische Aspekte zur Beschreibung der Optik des Auges analysiert. Die Inhalte werden dem aktuellen Forschungsstand angepasst.  <b>Labor:</b> Messungen zu psychophysikalischen Größen sollen eigenständig in Kleingruppen im vorgegebenen Zeitrahmen durchgeführt werden können. Versuchsdurchführungen können klar dokumentiert und nachvollziehbar ausgearbeitet werden. Die Studierenden sind in der Lage, Abschätzungen zu Messunsicherheiten durchzuführen.
<b>3</b>	<b>Ziele</b>  <b>Kenntnisse:</b> Die Studierenden verstehen psychophysikalische Messmethoden zur Bestimmung verschiedener Sehleistungen und können die apparativen Voraussetzungen erläutern und beurteilen.  <b>Fertigkeiten:</b> Sie kennen unterschiedliche Augenmodelle und deren Anwendung und können systemtheoretische Qualitätskriterien des Auges interpretieren.  <b>Kompetenzen:</b> Ausgewählte Kenngrößen des Sehens können eigenständig gemessen werden. Experimentelle Versuchsaufbauten können kritisch analysiert werden. Laboraufgaben können in kleinen Gruppen organisiert, zeitlich geplant, inhaltlich aufgeteilt und durchgeführt werden. Versuchsdurchführungen können klar dokumentiert, nachvollziehbar ausgearbeitet und mündlich diskutiert werden.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L)

<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 3 CP / 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 1 SWS L
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen</li><li>• Prüfungsform: Klausur, (60 Minuten) oder Fachgespräch (20 Minuten) oder Hausarbeit (benotet).</li><li>• Die Modulnote ist die Klausurnote</li></ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
<b>8</b>	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Grundkenntnisse der Systemtheorie der Optik
<b>9</b>	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V und 1 SWS L
<b>10</b>	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
<b>11</b>	<b>Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• M Kaschke, KH Donnerhacke, S Rill: Optical Devices in Ophthalmology and Optometry, Wiley-VCH, 2014</li><li>• Atchison, Smith: Optics of the Human Eye, Butterworth-Heinemann, 2000</li><li>• Aktuelle Fachartikel aus JOSA A, Optometry and Vision Science</li><li>• Skript zur Vorlesung</li></ul>



<b>1</b>	<b>Modulname</b> Medizinische Bildverarbeitung
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> MBV
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Medizinische Bildverarbeitung – Vorlesung Medizinische Bildverarbeitung – Labor
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Johannes Gregori
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Lehrbeauftragte
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden und Grundlagen verschiedener Bildgebungstechniken: Röntgen, CT, MRT, Ultraschall</li> <li>• Industrielle Standards der Datenverarbeitung: PACS und DICOM</li> <li>• Bildverarbeitung in 2D und 3D: Registrierung und Segmentierung</li> <li>• Computergestützte Diagnostik und Intervention</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden erhalten einen Überblick über medizinische Bildgebungstechniken und deren Einsatz und erlernen spezielle Verarbeitungsverfahren wie Registrierung und Segmentierung in 2D und 3D  <u>Fertigkeiten:</u> Die Studierenden beherrschen die Verarbeitung ausgewählter medizinischer Bilddatensätze mit gängigen Verfahren, einschließlich Vorprozessierung, Registrierung und Segmentierung in 2D und 3D  <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können selbständig an die Analyse medizinischer Bilddaten gängiger Modalitäten herangehen und die erlernten Lösungswege auf neue Fragestellungen übertragen.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) Laborübungen (L)
<b>5</b>	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 2,5 CP, 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V und 1 SWS L
<b>6</b>	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsvoraussetzung: Erfolgreiche Teilnahme an den Laborübungen</li> <li>• Prüfungsform: Klausur, 60 Minuten</li> </ul>
<b>7</b>	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt

8	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
9	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten. 2 SWS V und 1 SWS L
10	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
11	Literatur <ul style="list-style-type: none"><li>• H. Handels: „Medizinische Bildverarbeitung: Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie“. Vieweg+Teubner Verlag, 2009</li><li>• O. Dössel: „Bildgebende Verfahren in der Medizin: Von der Technik zur medizinischen Anwendung“, Springer Vieweg, 2016</li><li>• W. Birkfellner: „Applied Medical Image Processing: A Basic Course“. Taylor &amp; Francis Inc, 2014</li></ul>

<b>1</b>	<b>Modulname</b> Umweltmesstechnik
<b>1.1</b>	<b>Modulkürzel</b> UM
<b>1.2</b>	<b>Art</b> Wahlpflicht
<b>1.3</b>	<b>Lehrveranstaltung</b> Umweltmesstechnik – Vorlesung
<b>1.4</b>	<b>Semester</b> 2
<b>1.5</b>	<b>Modulverantwortliche(r)</b> Prof. Dr. Christoph Raab
<b>1.6</b>	<b>Weitere Lehrende</b> Lehrende des Fachbereichs MN und Lehrbeauftragte
<b>1.7</b>	<b>Studiengangsniveau</b> Master
<b>1.8</b>	<b>Lehrsprache</b> Deutsch
<b>2</b>	<b>Inhalt</b> Fächerübergreifende integrierte Vermittlung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wechselwirkung Licht – Materie</li> <li>○ Spektrale Auflösung und Verbreiterung</li> <li>○ Auflösung, Genauigkeit und Nachweisgrenzen</li> <li>○ Lichtquellen, wie z.B. abstimmbare Laser, Frequenzkämme</li> <li>○ Detektoren, wie z.B. Spektrometer, Kameras</li> <li>○ 3D-Messtechnik</li> </ul> </li> <li>• Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nachweis kleinster Spuren einer bekannten Substanz – Absorptions- oder Emissionsspektroskopie mit abstimmbaren Lasern</li> <li>○ Vegetationsindex – z.B. Hyperspectral Imaging</li> <li>○ 3D-Fernerkundung und Messtechnik – z.B. Lidar</li> <li>○ Identifikation von Gasgemischen – z.B. Ramanspektroskopie</li> <li>○ Opto-chemische Transducer</li> </ul> </li> </ul>
<b>3</b>	<b>Ziele</b> <u><b>Kenntnisse:</b></u> Wechselwirkung zwischen Licht und Materie, Spektroskopiemethoden, Lichtquellen, Detektoren  <u><b>Fertigkeiten:</b></u> Abschätzung der Nachweisgrenze, Genauigkeit und Auflösung; Analyse bestehender Messsysteme  <u><b>Kompetenzen:</b></u> Selbständige Analyse einfacher Aufgabenstellungen aus Fragestellungen der Umweltmesstechnik, Auswahl der Nachweismethode und Entwurf eines Messaufbaus.
<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernformen</b> Vorlesung (V) – Beamer und Notebook; Skript; Tafel; Demonstrationsexperimente; Gruppenarbeiten Laborübung (Ü) - eigenständiger Durchführung spektroskopischer Messungen

5	<b>Arbeitsaufwand und Credit Points</b> 3 CP / 90 Stunden insgesamt, davon 45 Stunden Präsenzveranstaltung 2 SWS V, 1 SWS L
6	<b>Prüfungsform, Prüfungsdauer und Prüfungsvoraussetzung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfungsvorleistung: benotetes Labor</li><li>• Prüfungsvoraussetzung: erfolgreiche Teilnahme am Labor</li><li>• Prüfungsform: Klausur, 60 Minuten oder mündl. Prüfung (25min) je nach Teilnehmerzahl</li><li>• Die Modulnote errechnet sich zu jeweils 30 % aus der Note der Vorleistung und zu 70% aus der Note der Prüfungsleistung.</li></ul>
7	<b>Notwendige Kenntnisse</b> Entfällt
8	<b>Empfohlene Kenntnisse</b> Entfällt
9	<b>Dauer, zeitliche Gliederung und Häufigkeit des Angebots</b> Das Modul erstreckt sich über ein Semester und wird bei Bedarf angeboten.
10	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b> Master Optotechnik und Bildverarbeitung
11	Literatur <ul style="list-style-type: none"><li>• Demtröder: Laserspektroskopie, Springer</li><li>• Zarshenas: Optical-Chemical Sensors, Generis Publishing</li><li>• Weitkamp: Lidar, Springer</li></ul>