

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schäfer, Norbert: Fernwärmeversorgung, Springer, ISBN: 978-3-540-67755-0</li> <li>• Homann, T. et al: Handbuch der Gasversorgungstechnik, DIV, ISBN:978-3-8356-7299-4</li> </ul>
	Sonstige Lernunterlagen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TU Graz Lernvideos (20-30 min.) Screencasts und Slidecasts</li> <li>▪ sowie weitere freie Lern- und Lehrmaterialien</li> <li>▪ Folien</li> </ul>

**Modultitel: Energy & Green Production II (New Processes, Biorefinery, Green Hydrogen)**

Modulnummer: B 3		Umfang: 5 ECTS-Credits	
Niveaustufe	Master		
Lage im Curriculum	2. Semester		
Pflicht- oder Wahl(pflicht)modul	Pflichtmodul		
Aufteilung Präsenzlehre – E-Learning	1,5 Präsenzlehre	3,5 E-Learning	
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen*/ Phasen/ ECTS</b>  *... Lehrveranstaltungstypen und workload sind im pädagogisch-didaktischen Konzept detailliert erläutert	1. Grundlagen des Übergangs vom derzeitigen linearen Wirtschaftssystem zu einer künftigen Kreislaufwirtschaft, Konzept der Bioraffinerien (E-Learning – <b>Online Phase</b> ), 1,5 ECTS 2. Energy & Production II (New Processes, Biorefinery, Green Hydrogen) Vorlesung/Fallstudien (Vertiefung – <b>Präsenzphase</b> ), 1,5 ECTS, VU (Vorlesung mit Übung) 3. Transferprojekt – Projektarbeit in der <b>Transferphase</b> (E-Learning), 2 ECTS, PT (Projekt)		
Umfang (ECTS)	5 ECTS-Credits		
Vorausgesetzte bzw. parallel zu erwerbende Kompetenzen, Module	Energy & Green Production I		
Aufbauende Module			
Unterrichtssprache	Englisch		
Leitidee und Kompetenzerwerb	In dem Modul werden, ausgehend von den globalen Herausforderungen der zukünftigen Energieversorgung aufgrund schwindender Reserven an billiger fossiler Energie und unter Berücksichtigung der Klimaschutzziele, mögliche Energieversorgungsszenarien und die Rahmenbedingungen für neue Technologien zur optimalen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der Produktion von Gütern diskutiert. Das Modul befasst sich sowohl mit den technischen Herausforderungen des Übergangs zu einem erneuerbaren, emissionsfreien Energiesystem mit Schwerpunkt auf hocheffizienter elektrochemischer Energieumwandlung und Energie-speicherung als auch mit den Grundlagen des Green Engineering und der Green Chemistry.		

	<p>Die Energiespeicherung wird in einem Energiesystem, das auf erneuerbaren Energiequellen basiert, eine überproportional höhere Bedeutung haben als heute. Zu diesem Zweck werden Grundkenntnisse ausgewählter Technologien zur Speicherung und zum Transport von Energie vermittelt. Das Basiswissen für technologische Lösungsansätze wie Power to X (Wasserstoff, Methan, etc.) wird vermittelt und mögliche Anwendungen werden entwickelt und diskutiert.</p> <p>Die Herstellung und Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff als Energieträger und als Einsatzstoff in der Industrie wird anhand konkreter Beispiele demonstriert.</p> <p>Green Engineering und Green Chemistry stellen die Werkzeuge für den Übergang vom derzeitigen linearen Wirtschaftssystem zu einer künftigen Kreislaufwirtschaft bereit. Neben dem Verbraucher spielt auch die verarbeitende Industrie eine wichtige Rolle. Auch Industrien, die nicht auf biobasierten Rohstoffen beruhen, müssen die Kreisläufe bei der Herstellung von Waren schließen. Insbesondere werden das Konzept der Bioraffinerien, die möglichen Rohstoffe, ihre Charakterisierung, Umwandlung und Fraktionierung erläutert.</p> <p>Übungen, Fallstudien und Rechenbeispiele im Rahmen des Moduls dienen dazu, die erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen anzuwenden und das erworbene Know-how zu festigen.</p> <p>Die Lerninhalte des Moduls versetzen Sie in die Lage, eigenständige Analysen von technologischen Optionen zur effizienten und umweltfreundlichen Energiebereitstellung und Rohstoffverarbeitung durchzuführen und die Vorteile des Einsatzes bzw. der Substitution von umweltbelastenden Ausgangsmaterialien in der Produktion zu eruieren.</p>
--	--

Lehrinhalte	Lernergebnisse/ -ziele
	Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:
<p>1. Globale Herausforderungen der zukünftigen Energieversorgung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduktion der CO2-Emissionen</li> <li>- Technologien zur Energiespeicherung</li> <li>- Saubere Technologien zur Stromerzeugung</li> </ul> <p>2. Energietransport und Energiespeicherung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effizienz des Energietransports</li> <li>- Medien und Technologien zum Transport und zur Speicherung von Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Szenarien des zukünftigen Energieversorgungssystems und der Auswirkungen auf die Umwelt ableiten zu können.</li> <li>- Studierende können Lösungsstrategien für ein Energiesystem ableiten, das die Klimaschutzziele erreicht.</li> <li>- Technische Herausforderungen eines Energiesystems, das auf erneuerbaren Energien basiert, identifizieren zu können.</li> <li>- Studierende können Technologien zur Herstellung und Nutzung von klimaneutralem Wasserstoff erläutern.</li> <li>- Lösungsstrategien für den effizienten Transport von nicht-fossiler Energie ableiten.</li> <li>- Studierende können elektrochemische Technologien analysieren und bewerten.</li> </ul>

<p>3. Green Engineering and Green Chemistry</p> <p>4. Ausgewählte Technologien zur Energiespeicherung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserstoff</li> <li>- Brennstoffzellen und Elektrolyseur</li> <li>- Akkumulatoren</li> <li>- Redox Flow Systeme</li> <li>- Power to X</li> </ul> <p>5. Erneuerbare Rohstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Charakterisierung</li> <li>- Umwandlung</li> <li>- Fraktionierung</li> </ul> <p>6. Übungen, Fallstudien, Rechenbeispiele</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sie können Technologien zur Energiespeicherung im Hinblick auf Effizienz, Kosten und Anwendbarkeit bewerten.</li> <li>- Das derzeitige Wirtschaftssystem und das Ziel einer Kreislaufwirtschaft zu erläutern.</li> <li>- Die Prinzipien des Green Engineering und Green Chemistry im eigenen Wirkungsbereich umzusetzen.</li> <li>- Erneuerbare Rohstoffe zu benennen und grundlegende Charakterisierungen durchzuführen.</li> <li>- Umwandlungstechnologien zu beschreiben und im eigenen Wirkungsbereich einzusetzen.</li> <li>- Stand der Technik der Verfahren zur Fraktionierung zu beschreiben, Verfahren zu erklären und im eigenen Wirkungsbereich basierend auf Massen- und Energiebilanzen zu bewerten.</li> <li>- Studierende können einfache Analysen mit erneuerbaren Rohstoffen bzw. mit industriellen Prozessströmen durchführen.</li> <li>- Basierend auf umfassender Kenntnis der physikalischen/chemischen Eigenschaften des zu bearbeitenden Prozessstromes/Rohstoffes eine Technologiebewertung durchzuführen.</li> <li>- Einfache Massen- und Energiebilanzen durchzuführen.</li> </ul>
--	---

<p><b>Lehr- /Lernaktivitäten und Methoden*</b></p> <p>*... die Lernorganisation und die geplanten Lehrmethoden sind im pädagogisch-didaktischen Konzept erläutert</p>	<p>Geplante didaktische und methodische Gestaltung:</p> <p><b>Präsenzeinheiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischung aus Frontal-, Frage- und Gesprächsunterricht inkl. Fokus auf gemeinsame Diskussionen (im Plenum, in Gruppen)</li> <li>• Beispiele zur Veranschaulichung und Festigung des Lehrinhaltes</li> <li>• Flipped Classroom Elemente</li> </ul> <p><b>Projekt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Selbstgesteuertes Lernen</li> <li>• Selbstständiges Vor- und Nachbearbeiten der Lehrinhalte</li> <li>• Anwendung des Lehrinhaltes in praxisrelevanten Aufgabenstellungen</li> </ul> <p>Aufteilung der ECTS-Credits:</p>
---	--

		Geschätzter voraussichtlicher Zeitaufwand in Stunden zu 60 Minuten															
	Präsenzeinheiten Lehre	25															
	Leistungsbeurteilung	50															
	Projektarbeit	50															
	<b>Summe</b>	<b>125</b>															
<b>Leistungsbeurteilung (assessment methods and criteria)</b>	<p>Methoden der Leistungsbeurteilung:</p> <p>Die Leistungsbeurteilung der Präsenzlehrveranstaltung erfolgt mittels schriftlicher Prüfung und mittels Ausarbeitung bzw. Präsentation der Projektarbeiten (Falldiskussionen).</p> <p>Gewichtung der Einzelbeurteilungen in der Gesamtbeurteilung des Moduls:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Gewichtung</th> <th>Mindesterfolg je Beurteilung für eine positive Absolvierung der Lehrveranstaltung im Erstantritt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Schriftliche Prüfung - Präsenzphase</td> <td>50%</td> <td>&gt; 50%</td> </tr> <tr> <td>Projektbericht/ -ausarbeitung</td> <td>30%</td> <td>&gt; 50%</td> </tr> <tr> <td>Projekt-präsentation</td> <td>20%</td> <td>&gt; 50%</td> </tr> <tr> <td><b>Summe</b></td> <td><b>100%</b></td> <td><b>&gt; 50%</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Davon abweichende Regelungen zur Gesamtbeurteilung werden zu Beginn des Moduls erläutert.</p>			Gewichtung	Mindesterfolg je Beurteilung für eine positive Absolvierung der Lehrveranstaltung im Erstantritt	Schriftliche Prüfung - Präsenzphase	50%	> 50%	Projektbericht/ -ausarbeitung	30%	> 50%	Projekt-präsentation	20%	> 50%	<b>Summe</b>	<b>100%</b>	<b>&gt; 50%</b>
	Gewichtung	Mindesterfolg je Beurteilung für eine positive Absolvierung der Lehrveranstaltung im Erstantritt															
Schriftliche Prüfung - Präsenzphase	50%	> 50%															
Projektbericht/ -ausarbeitung	30%	> 50%															
Projekt-präsentation	20%	> 50%															
<b>Summe</b>	<b>100%</b>	<b>&gt; 50%</b>															

<b>Fachliteratur und sonstige Lernunterlagen</b>	<p>Sekundärliteratur: Bücher, jeweils in aktueller Auflage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IEA (2021), World Energy Outlook 2021, IEA, Paris <a href="https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021">https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021</a>.</li> <li>- V. Hacker, S. Mitsuhashi (eds), Fuel Cells and Hydrogen, From Fundamentals to Applied Research, ISBN: 9780128114599, Elsevier, 2018, Amsterdam.</li> </ul>
	<p>Sonstige Lernunterlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TU Graz Lernvideos (20-30 min.) Screencasts und Slidecasts</li> </ul>