

Modulbeschreibung / Module description

Modulname / Module Title					
Energiespeicher					
Energy Storage					
Modul Nr. / Code	Leistungspunkte / Credit Points	Arbeitsaufwand / Work load	Selbststudium / Individual study	Moduldauer / Duration	Angebotsturnus / Semester
16-xx-xxxx	4 CP	120 h	97 h	1 Semester	SoSe
Sprache / Language: English / Deutsch			Modulverantwortliche/r / Module Coordinator:		
Level (EQF/DQR): 7			Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. Falah Alobaid		
1	Kurse des Moduls / Courses				
	Kurs Nr. / Code	Kursname / Course Title	Lehrform / Form of teaching	Kontaktzeit / Contact hours	
	-vl	Energiespeicher	Vorlesung / Lecture	23 h (2 SWS)	
2	Lehrinhalt / Syllabus Einführung: <ul style="list-style-type: none"> - Stromerzeuger und Strommarkt - Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen (Braun- oder Steinkohle, Erdgas) - Regenerative Energie (Wind-, Wasserkraft-, Photovoltaik-, Biomasse- oder Geothermieanlagen) - Energiespeicherungstechnologie und ihre Eigenschaften für den Einsatz im Strommarkt Energiespeicherungssysteme: <ul style="list-style-type: none"> - Mechanische Energiespeicher (z. B. Druckluftspeicher, Pumpspeicher) - Chemische Energiespeicher (z. B. Power-to-Fuel, wieder aufladbare Batterien) - Elektrische Energiespeicher (z. B. Superkondensatoren, magnetische Energiespeicher) - Thermische Energiespeicher (Latente und sensible Wärmespeicher) - Thermochemische Energiespeicher (Sorptionsprozess und Stoffumwandlung) - Energiespeicherungstechnologie im Vergleich (z. B. Kapazität, Rückverstromungswirkungsgrad, spezifische Kosten, Reaktionszeit (innerhalb von Sekunden, Minuten oder Stunden), Zyklusverhalten, Ortsabhängigkeit, Lebensende) - Erhöhung der Flexibilität in der Strom- und Wärmeerzeugung durch Verwendung von Energiespeicherungssystemen (Stand-alone Energiespeicher, Integration in die zukünftige Kraftwerksinfrastruktur, Second-Life-Konzept für konventionelle Kraftwerke) Energiespeicherungssysteme und deren Berechnung: <ul style="list-style-type: none"> - Exergie- und Energie-Analyse von Energiespeichersystemen - Simulation von Energiespeichersystemen: <ul style="list-style-type: none"> o Stationäre und dynamische Prozesssimulation o Computational fluid dynamics Introduction: <ul style="list-style-type: none"> - Power generation and electricity market - Fossil fuel thermal power plants (lignite or hard coal, natural gas) - Renewable energy sources (wind, hydroelectric, photovoltaic, biomass, or geothermal plants) - Energy storage technologies and their characteristics for the use in the electricity market Energy storage systems: <ul style="list-style-type: none"> - Mechanical energy storage (e.g., compressed-air energy storage, pumped-storage hydroelectricity) - Chemical energy storage (e.g., power-to-fuel, rechargeable batteries) - Electrical energy storage (e.g., supercapacitor, superconducting magnetic energy storage) - Thermal energy storage (latent and sensible heat storage) - Thermochemical energy storage (sorption process and mass transfer) 				

	<ul style="list-style-type: none"> - Comparison of energy storage technologies (e.g., capacity, round-trip efficiency, specific cost, response time (within seconds, minutes, or hours), cycling behaviour, location dependence, end of life) - Increasing flexibility of power and heat generation by using energy storage systems (stand-alone energy storage, integration into future power plant infrastructure, second-life concept for conventional power plants) <p>Energy storage systems and their calculation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exergy and energy analysis of energy storage systems - Simulation of energy storage systems: <ul style="list-style-type: none"> o Steady-state and dynamic process simulation o Computational fluid dynamics
3	<p>Lernergebnisse / Learning Outcomes</p> <p>Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sollten sie in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kraftwerke im Sinne von Technologie und Funktion zu charakterisieren (konventionelle und erneuerbare Energieträger) 2. Energiespeicherungssysteme im Sinne von Technologie und Funktion zu charakterisieren 3. Anforderungen an zukünftige Kraftwerke zu verstehen (Flexibilität von Kraftwerken zum Ausgleich von Nachfrage- und Einspeiseschwankungen) 4. Die Integration von Großenergiespeichersystemen in zukünftige Kraftwerke zu erörtern 5. Energiespeicherungssysteme zu analysieren, zu berechnen und zu optimieren <p>On successful completion of this module, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. characterise power plants in terms of technology and function (conventional thermal power plants and renewable energy sources) 2. characterise energy storage systems in terms of technology and function 3. understand the requirements of future power plants (flexibility of power plants to balance fluctuations in demand and supply) 4. understand the integration of large-scale energy storage systems in the future electricity market 5. analyse, calculate and optimise energy storage systems
4	<p>Voraussetzung für die Teilnahme / Prerequisites for participation</p> <p>Keine / None</p>
5	<p>Prüfungsform / Assessment methods</p> <p>Klausur 90 min. / Written exam 90 min.</p>
6	<p>Voraussetzung für die Vergabe von Credit Points / Requirement for receiving credits</p> <p>Bestehen der Prüfungsleistung / Passing the examination</p>
7	<p>Benotung / Grading system</p> <p>Fachprüfung (100%); Standard (Ziffernote) / Technical Examination (100%); Standard (Number grades)</p>
8	<p>Verwendbarkeit des Moduls / Associated study programme</p> <p>WPB Master MPE III (Wahlfächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft)</p> <p>WPB Master PST III (Fächer aus Natur- und Ingenieurwissenschaft für Papiertechnik)</p>
9	<p>Literatur / Literature</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alobaid F. (2018). Numerical Simulation for Next Generation Thermal Power Plants. 1st ed. Springer-Verlag, Wien, New York. - Huggins R. (2016). Energy Storage: Fundamentals, Materials and Applications. Springer International Publishing. - Dincer I. and Rosen A.M. (2013). Exergy, Energy, Environment And Sustainable Development. 2st ed. Elsevier Ltd., Oxford, UK.