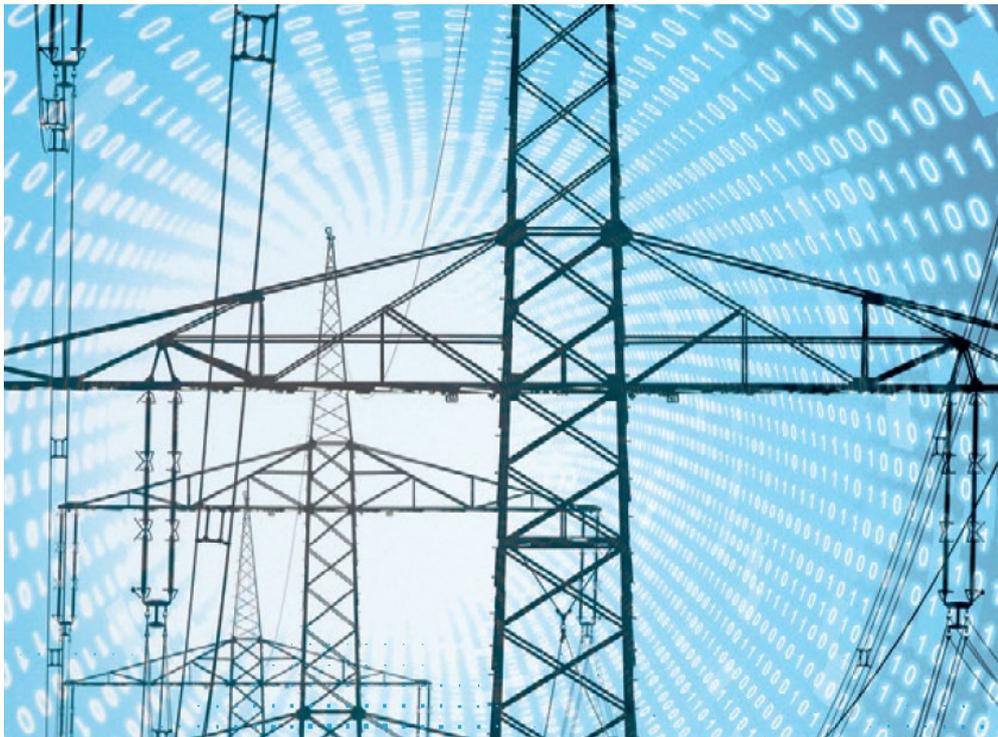


FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE

MODULHANDBUCH

CAS »Intelligente Energienetze«



IN WISSENSCHAFTLICHER KOOPERATION MIT

MODULHANDBUCH

CAS »Intelligente Energienetze«

Dr.-Ing. Bernhard Wille-Haussmann

Jeanette Kristin Weichler, M.Sc.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
in Freiburg im Breisgau.

weiterbildung@ise.fraunhofer.de

Stand: Juli 2017

ANMERKUNG

Das vorliegende Modulhandbuch bietet eine detaillierte Übersicht über die geplanten Inhalte und Methoden, erhebt allerdings nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Des Weiteren bleiben Abänderungen den veranstaltenden Verantwortlichen vorbehalten.

Das diesem Modulhandbuch zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, und Forschung unter dem Förderkennzeichen [16OH12056] gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor/bei der Autorin.

IN WISSENSCHAFTLICHER KOOPERATION MIT



Inhalt

1		
Funktion des Modulhandbuchs	.....	3
2		
Projektvorstellung	.....	4
2.1		
Das Verbundprojekt	.....	4
2.2		
Das Teilvorhaben des Fraunhofer ISE	.....	5
3		
Die Lernplattform »ILIAS«	.....	7
4		
Das CAS-Modul »Intelligente Energienetze«	.....	8
5		
Modulverlaufsplan	.....	10
6		
Lernziele des CAS-Moduls »Intelligente Energienetze«	.....	11
7		
Aufbau der einzelnen Lerneinheiten	.....	12
8		
Organisatorische Modalitäten	.....	13
8.1		
Leistungspunkte (Credit Points, CP)	.....	13
8.2		
Stundeneinteilung	.....	13
8.3		
Vorkenntnisse	.....	13
9		
Prüfungsordnung des CAS-Moduls		
»Intelligente Energienetze«	.....	14
9.1		
Prüfungen, Prüfungszulassungsvoraussetzungen, Bonuspunktesystem	.....	14
9.2		
Notenschlüssel	.....	16
10		
Gesamtübersicht über das CAS-Modul		
»Intelligente Energienetze«	.....	17
11		
Darstellung der einzelnen Lerneinheiten des CAS-Moduls		
»Intelligente Energienetze«	.....	18
12		
Anhang	.....	34

1

Funktion des Modulhandbuchs

Ein Modulhandbuch informiert sowohl die Lehrenden als auch die Lernenden – aus zwei verschiedenen Blickwinkeln – über das Zertifikatsmodul und dessen Ziele. Da die Zertifikats-Weiterbildung „Intelligente Energienetze“ im Blended-Learning-Format präsentiert wird und die dozierenden Lernbegleiter in der Entwicklung des Studiengangs inhaltlich involviert sind, wird das vorliegende Modulhandbuch vor allem für die Modulteilnehmenden informativen Charakter aufweisen. Neben Informationen über die inhaltlichen Aspekte, wird eine konkrete Einteilung der Lerneinheiten und der Prüfungsmodalitäten gegeben. Der methodische Ansatz ist in Blended- Learning-Formaten von großer Bedeutung, da er neben der Motivationserhaltung auch für einen nachhaltigen und effektiven Lernprozess zuständig ist. Deshalb soll im Rahmen des vorliegenden Modulhandbuchs der genaue Verlaufsplan jeder Lerneinheit vorgestellt werden inklusive der geplanten methodischen Umsetzungen, damit ein realistisches Abbild des Weiterbildungsmoduls „Intelligente Energienetze“ geschaffen werden kann.

2 Projektvorstellung

2.1 Das Verbundprojekt

Das Projekt „Freiräume für wissenschaftliche Weiterbildung – Windows for Continuing Education“, in dem die Zertifikatsweiterbildung „Energiesystemtechnik“ angesiedelt ist, ist ein Verbundprojekt zwischen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, dem Fraunhofer-Institut für Kurzzeiddynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI und der Fraunhofer Academy. Innerhalb des Wettbewerbs des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ wird das Verbundprojekt gefördert, wobei die Koordination der Freiburger Akademie für Universitäre Weiterbildung (FRAUW) obliegt.

Folgende Ziele des Verbundprojektes wurden festgehalten und werden langfristig verfolgt:

- Die Entwicklung eines modular aufgebauten und inhaltlich weit gefächerten wissenschaftlichen Weiterbildungsangebots (in Anlehnung an das Baukastenprinzip der Swissuni).
- Die Entwicklung und Erprobung eines forschungsbasierten und bedarfsorientierten Angebots wissenschaftlicher Weiterbildung, die eng mit der Forschung und Entwicklung verknüpft ist und mittels der Freiburger Academy of Science and Technology (FAST) realisiert werden soll.

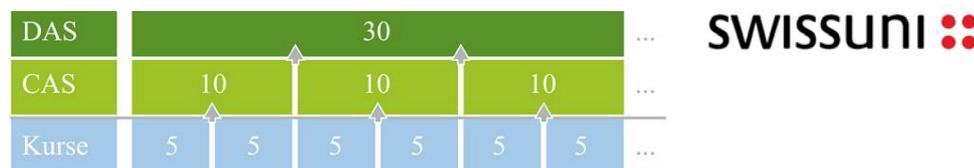


Abb. 1:
Baukastenprinzip, das dem Projekt „Freiräume für wissenschaftliche Weiterbildung - Windows for Continuing Education“ zugrunde liegt

Basierend auf der Kooperation zwischen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (www.uni-freiburg.de) und der Swissuni (www.swissuni.ch) liegt der Entwicklung der modular aufgebauten Weiterbildungsangebote eine Anlehnung an das anerkannte Baukastenprinzip der Universitären Weiterbildung der Schweiz, Swissuni, zugrunde (vgl. Abbildung 1). Die Weiterbildungsabschlüsse werden nach etablierten Qualitätsstandards und Formaten gestaltet. Die vorhandenen Module können bausteinartig miteinander kombiniert werden und führen zu den Weiterbildungsabschlüssen

- Certificate of Advanced Studies (CAS)
- Diploma of Advanced Studies (DAS)

Um ein Weiterbildungs-Zertifikat zu erhalten, können die Studierenden zwei Kurse (5 CP) einer zugelassenen Profillinie zu einem CAS kombinieren; drei CAS ergeben ein DAS.

Eine große Handlungs- und Entscheidungsfreiheit in der Kurswahl gegenüber den Studierenden ermöglicht die Weiterbildung in vielen unterschiedlichen Bereichen.

2.2

Das Teilvorhaben des Fraunhofer ISE

Der erhöhte Fachkräftemangel in den MINT-Berufen (**M**athematik, **I**nformatik, **N**aturwissenschaft, **T**echnik), vor allem im Bereich der hochaktuellen Thematiken Energiespeicher, Intelligente Energienetze, Solarthermie und Energiesystemanalyse, veranlasste und bestätigte das Fraunhofer ISE an der Partizipation des Projektes. Im Teilvorhaben „Energiesystemtechnik“ entwickelt das Fraunhofer ISE praxis- und forschungsnahe Weiterbildungsmodule.

Durch eine Zielgruppenanalyse kristallisierten sich drei Personengruppen heraus, die das Weiterbildungsangebot „Energiesystemtechnik“ ansprechen soll:

- Zielgruppe 1a (ZG 1a)
Hochschulabsolventen mit Bachelor-Abschluss in einem MINT-Studiengang
- Zielgruppe 1b (ZG 1b)
Auszubildende mit Meisterdiplom/-brief aus dem MINT-Bereich
- Zielgruppe 1c (ZG 1c)
Staatlich geprüfte Absolventen und Fachkräfte aus dem technischen Bereich
- Zielgruppe 2 (ZG 2)
Personen mit ähnlichen Qualifikationen aus ähnlichen Fachbereichen
(vor einer Zulassung erfolgt für diese Zielgruppe eine Eignungsprüfung in einem persönlichen oder telefonischen Gespräch)

Des Weiteren ist eine mindestens zweijährige Berufserfahrung im MINT-Bereich Voraussetzung für die Zulassung zur Teilnahme an einem der Module der Zertifikatsweiterbildung „Energiesystemtechnik“.

Die Vermittlung der Lerninhalte geschieht im Blended-Learning-Format mit einem hohen Anteil von Online-Phasen. Während der Online-Phasen werden die Teilnehmenden tutoriell in ihrem Lernprozess unterstützt und begleitet. Zusätzlich finden neben der Online-Betreuung Online-Meetings, Online-Selbsttests und Online-Diskussionsrunden statt. Eine derartige Umsetzung des Weiterbildungsangebots hat zum einen die Vereinbarkeit von Beruf, Familie und Weiterbildung zum Ziel. Zum anderen soll dieses Konzept den Teilnehmenden eine möglichst große Flexibilität im individuellen Lernprozess ermöglichen.

Folgende Modulstruktur liegt dem Zertifikats-Studiengang „Energiesystemtechnik“ zugrunde:

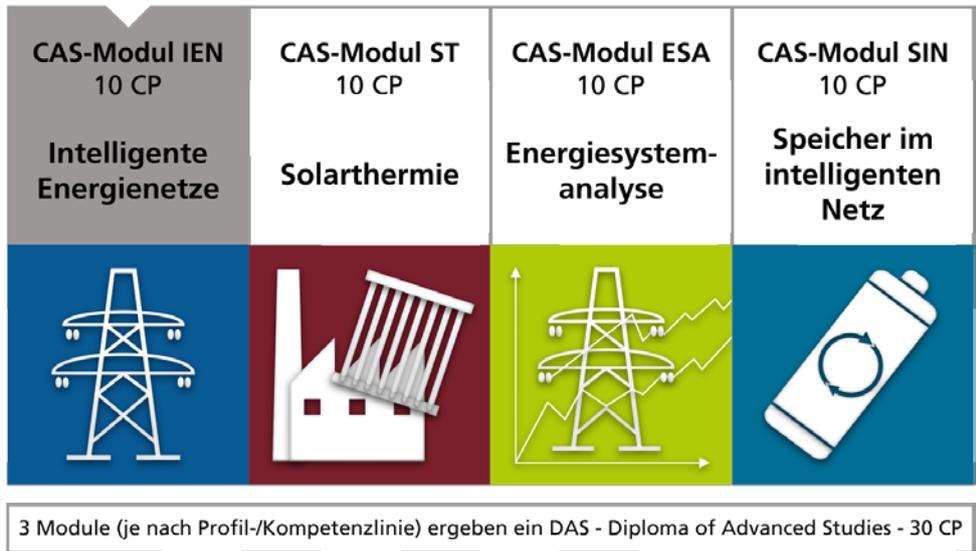


Abb. 2: Schematische Darstellung der Modulstruktur des DAS-Weiterbildungsstudiengangs „Energiesystemtechnik“ mit Angabe der Leistungspunkte (Credit Points, CP)

3

Die Lernplattform »ILIAS«

Das Learning Management System LMS, mit dem das wissenschaftliche Weiterbildungsangebot »Energiesystemtechnik« im Blended-Learning-Format implementiert und präsentiert wird, ist die Open-Source-Software ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperationssystem). ILIAS hat sich im deutschsprachigen Raum weit verbreitet: Viele Universitäten und Hochschulen arbeiten flächendeckend mit der Software, um den Studierenden und Teilnehmenden Material und Informationen zur Verfügung stellen zu können, aber auch in Unternehmen wird ILIAS im Rahmen von Trainingssystemen zur Mitarbeiterfortbildung genutzt. Seit dem Entwicklungsstart 1997 (seit 2000 Open-Source-Software) wurden sowohl die möglichen Funktionen als auch die Anwendungsmöglichkeiten in Zusammenarbeit mit mehreren Hochschulen überarbeitet und erweitert. Heute hat ILIAS ein großes Spektrum an Funktionen, die das E-Learning abwechslungsreich, aktivierend und motivationserhaltend gestalten. Neben Diskussionsforen, Glossaren, Wikis, Bibliotheken, Blogs, Peer Feedbacks, Portfolios, interaktive Videos, Lernorte, Mails und Chats können Etherpads genutzt und Gruppen innerhalb des Seminars gebildet werden¹. Die Universität Freiburg hat zudem die Online-Meeting-Software Adobe Connect in ILIAS eingebunden. Des Weiteren besteht für die Modulteilnehmenden die Möglichkeit mittels mobiler Endgeräte auf die ILIAS-Plattform und die Online-Meetingräume zuzugreifen.

¹ Siehe auch: Kunkel, Matthias: „Das offizielle ILIAS 4-Praxisbuch: Gemeinsam online lernen, arbeiten und kommunizieren“, München: Addison-Wesley Verlag, 2011

4

Das CAS-Modul »Intelligente Energienetze«

Mit Fortschreiten der Energiewende findet derzeit ein Wandel von einer zentralen zu einer dezentralen Erzeugungs- und Entscheidungsstruktur statt. Unsere Netze müssen intelligenter werden. In einem Intelligenten Energienetz sind Erzeugung, Verbrauch, Speicher und Netzkomponenten zu einem effizienten und optimierten Energiesystem vernetzt. Dazu werden verschiedene intelligente Komponenten im Energienetz benötigt, wie Energiemanagementsysteme (z.B. Demand Side Management), Anreizsysteme (z.B. zeitvariable Tarife) und Spannungsregelung (z.B. regelbare Ortsnetztransformatoren). Auch die Stromnetzstruktur und die physikalischen Grundlagen für die Funktion der Energienetze dürfen in diesem Themengebiet nicht fehlen. Im Modul »Intelligente Energienetze« werden diese Inhalte in einem umfassenden, systemischen Kontext vermittelt, wie es im Folgenden anhand der Lerneinheiten und in Abbildung 3 beschrieben wird.

	Lerneinheiten	
Grundlagen	1	Grundlagen der Energieversorgung
	2	Grundlagen der Wechselstromrechnung
	3	Wandel in der Energieversorgung
Stromnetze	4	Stromnetzaufbau
	5	Leitung
	6	Transformator
	7	Netzregelung
	8	Stromnetzberechnung
Intelligente Energienetze	9	Einführung in intelligente Energienetze
	10	Regelbarer Ortsnetztransformator
	11	Blindleistungsregelung
	12	Zeitvariable Tarife und Kommunikation
	13	Energiemanagementsysteme
Ausblick	14	Weitere Module und aktuelle Projekte

Abb. 3:
Lerneinheiten des Moduls
»Intelligente Energienetze«

In den Grundlagen der Energieversorgung werden Kenntnisse zu Erzeugung, Speicherung und Verbrauch der elektrischen Energie erläutert und die Verteilung, Übertragung und der Transport von Strom erklärt. Dazu zählen auch geschichtliche Hintergründe und aktuelle Gesetzgebungen in der Energieversorgung. Mit den Grundlagen der Wechselstromrechnung werden die Prinzipien des Wechsel- und Drehstromsystems eingeführt, sodass zunächst komplexe Zahlen, die komplexe Spannung und Leistung eingeführt werden. Hierbei werden einige Rechengrundlagen gelegt, die in den folgenden Lerneinheiten benötigt werden.

Es folgt eine ausführliche Beschreibung und Diskussion des Wandels in der Energieversorgung, sowie eine einführende Definition und Beschreibung Intelligenter Energienetze (Smart Grids). In der Lerneinheit zum Stromnetzaufbau werden die wichtigsten Elemente und die Struktur einschließlich der verschiedenen Ebenen des Stromnetzes erläutert. Komponenten zur Übertragung und Verteilung sind die elektrische Leitung und der Transformator. Eine Beschreibung und Berechnung des Ersatzschaltbildes einer elektrischen Leitung bringt die Eigenschaften der Leitung nahe. Der Transformator wird in seinen verschiedenen Ausführungen demonstriert, sowie die Funktionsweise und Darstellung im Ersatzschaltbild erklärt. Die Lerneinheit Netzregelung beschreibt die möglichen Regelungssysteme eines Stromnetzes. In den Stromnetzberechnungen wird das Aufstellen von Netzgleichungen gelernt und dadurch die Berechnung von kleinen Netzausläufern im Verteilnetz ermöglicht.

Im Kapitel Intelligente Energienetze folgt eine einführende Einheit zur Beantwortung der folgenden Fragestellungen:

- Was hat sich geändert in der Energieversorgung?
- Welche Technologien und Konzepte gibt es für die Zukunft?
- Wie können Intelligente Energienetze bei den heutigen Herausforderungen helfen?

Weiter folgt die Thematik der Spannungsregelung im Verteilnetz, in der der regelbare Ortsnetztransformator in seiner Funktionsweise und Anwendung erklärt wird, sowie der Einsatz von Blindleistungsregelung analysiert wird. Anschließend wird die Thematik von Zeitvariablen Tarifen als Führungsgröße erörtert, sowie das Thema Kommunikation im Smart Grid und Smart Home behandelt und der Einsatz des Smart Meter erklärt. Dies leitet über zu Energiemanagementsystemen wie dem Demand Side Management und führt zu den Komponenten eines Energiemanagementsystems.

Den Abschluss bildet ein Ausblick in die Thematiken der Energiesystemanalyse und der Energiespeicher. Die Vorstellung von aktuellen Projekten des Fraunhofer ISE gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung.

5 Modulverlaufsplan

Die Konzeption des Moduls »Intelligente Energienetze« im Blended-Learning-Format sieht folgenden Verlauf des Moduls vor:



Zu Beginn des CAS-Moduls »Intelligente Energienetze« steht eine Präsenzphase, in welcher ein fachlicher Einstieg in die Energieversorgung und in Intelligente Energienetze geboten wird, sowie die Grundlagen der Wechselstromrechnung einführend erklärt werden. Des Weiteren dient die erste Präsenzphase einer organisatorischen Einführung, dem Kennenlernen untereinander und bietet eine technische Einweisung in die Online-Umgebung. Daran schließt sich die Online-Phase an, in der die gelernten Themen wiederholt werden können und der Block »Stromnetze« und anschließend der Block »Intelligente Energienetze«, sowie der »Ausblick« freigeschaltet wird. Während der sechsmonatigen Online-Phase werden an ausgewählten Stellen Online-Meetings angeboten. Die Online-Meetings dienen den Teilnehmenden dazu inhaltliche Fragen zu stellen, Themen zu vertiefen und zu diskutieren und technische Schwierigkeiten klären zu können. Zusätzlich können die Teilnehmenden innerhalb der Abschlusspräsenzphase einen Vortrag halten, welcher innerhalb eines Bonuspunktesystems in die Note der Abschlussklausur eingeht.

Abb. 4:
Übersicht des Modulverlaufs

Die schriftliche Modulabschlussklausur wird im Rahmen der finalen Präsenzveranstaltung absolviert. Des Weiteren werden in der Abschlusspräsenzphase aktuelle Projekte aus der angewandten Forschung am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE vorgestellt.

6

Lernziele des CAS-Moduls »Intelligente Energienetze«

		Lernziele Die Teilnehmenden...
Gesamtes Modul		... beschreiben und interpretieren konventionelle sowie moderne Energiesysteme.
Grundlagen	1	... verstehen und schildern die aktuelle Situation durch den Wandel in der Energieversorgung.
	2	... erfassen die Definition, Thematik und die Nützlichkeit intelligenter Energienetze.
	3	
Stromnetze	4	... beschreiben die Struktur und den Aufbau des Stromnetzes und wenden die Stromnetzkomponenten darauf an.
	5	
	6	... erläutern und berechnen die wichtigsten Komponenten des Stromnetzes.
	7	... transferieren die erlernten Kenntnisse auf weiterführende Rechnungen zum Spannungsanstieg/-abstieg in Netzausläufern.
	8	
Intelligente Energienetze	9	... beschreiben die intelligenten Komponenten eines Energienetzes.
	10	... erläutern die ökonomische Betrachtung der Energienetze.
	11	
	12	... unterscheiden, bewerten und analysieren die Möglichkeiten der Optimierung moderner Energiesysteme.
	13	

Abb. 5:
Zusammenfassung der
Lehrziele des CAS-Moduls
»Intelligente Energienetze«

Die Richtziele des Moduls geben einen Gesamtüberblick zu den Lehr-/Lernzielen auf die das Modul »Intelligente Energienetze« hinarbeitet. Das Richtziel zur Beschreibung und Interpretation konventioneller sowie moderner Energiesysteme fasst die Ziele des Moduls zusammen.

7

Aufbau der einzelnen Lerneinheiten

Die Lerneinheiten des Moduls sind nach folgendem Ablauf aufgebaut. Im Modul Intelligente Energienetze kommt die Methode des Szenarienbasierten Lernens in Zyklen (SBL)^{2/3} zum Einsatz. Die szenarienbasierten Einheiten unterscheiden sich von den anderen Lerneinheiten durch den zweiten Schritt mit weiteren Diskussionsrunden und Übungsaufgaben zu den jeweiligen Szenarien.



Die in das Modul einführende Motivation steht zu Beginn jeder Lerneinheit und fasst kurz zusammen, welche Inhalte in der folgenden Lerneinheit vermittelt werden.



Eine szenarienbasierte Lerneinheit wird durch ein Teilszenario (Geschichte, Bild, Problemstellung) motiviert. Die Inhalte innerhalb dieser Einheiten werden anhand der Teilszenarien, welche von einem Gesamtszenario abzweigen, gelernt und führen nach der Bearbeitung zu einem Teilergebnis für das Gesamtszenario.



Eine Auflistung der E-Lectures schließt sich an den einleitenden Text bzw. an das Teilszenario an. Die E-Lectures können in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden.



Die Übungsaufgaben wiederholen und vertiefen das in den E-Lectures Gelernte mittels verschiedener Aufgabenformen (bspw. Beteiligung an einer Forumdiskussion, Berechnungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben).



Der abschließende Selbsttest zu jeder Lerneinheit dient sowohl den Lernenden als auch den Lehrenden zur Rückmeldung über die absolvierte Lerneinheit. Zusätzlich kann an dieser Stelle eine Ergebnissicherung der bearbeiteten Szenarien stattfinden.

Des Weiteren werden den Lernenden zwei verschiedene Literaturhinweise zur Verfügung gestellt:



Die empfohlene Literatur muss zum Verständnis der Lerneinheit gelesen werden.



Die weiterführende Literatur dient dazu interessierten und persönlich motivierten Lernenden weitere Möglichkeiten der Interessensausbildung zu bieten.

Den Teilnehmenden wird empfohlen das Modul in der vorgegebenen Struktur zu durchlaufen. Für die Teilnehmenden ist es bei Bedarf möglich den Ablauf umzustrukturieren. Allerdings ist bei einer individuellen Umorganisation der Lerneinheiten durch den Lernenden zu beachten, dass somit Inhalte aus dem Kontext gerissen werden, die aufeinander aufbauende Anordnung verloren geht und dadurch ein lückenloser Lernprozess nicht mehr gegeben sein kann.

2 Weichler, J.K., Preis, L. & Pichler, A. A.. Theorie des Szenarienbasierten Lernens«. In: J. Besters-Dilger & G. Neuhaus (Hg.), Modulare wissenschaftliche Weiterbildung für heterogene Zielgruppen entwickeln. Formate-Methoden-Herausforderungen. (S. 91-104). Freiburg, Rombach.

3 Weichler, J.K., Preis, L. & Pichler, A. A.. Umsetzung und Einsatz des Szenarienbasierten Lernens in der Weiterbildung. In: J. Besters-Dilger & G. Neuhaus (Hg.), Modulare wissenschaftliche Weiterbildung für heterogene Zielgruppen entwickeln. Formate-Methoden-Herausforderungen. (S. 105-118). Freiburg, Rombach.

8 Organisatorische Modalitäten

8.1 Leistungspunkte (Credit Points, CP)

Insgesamt ergibt das CAS-Modul 10 CP, wobei 1 CP einem Arbeitsaufwand von 30 Stunden entspricht. In der folgenden Darstellung ist die Verteilung der 10 CP aufgeschlüsselt:

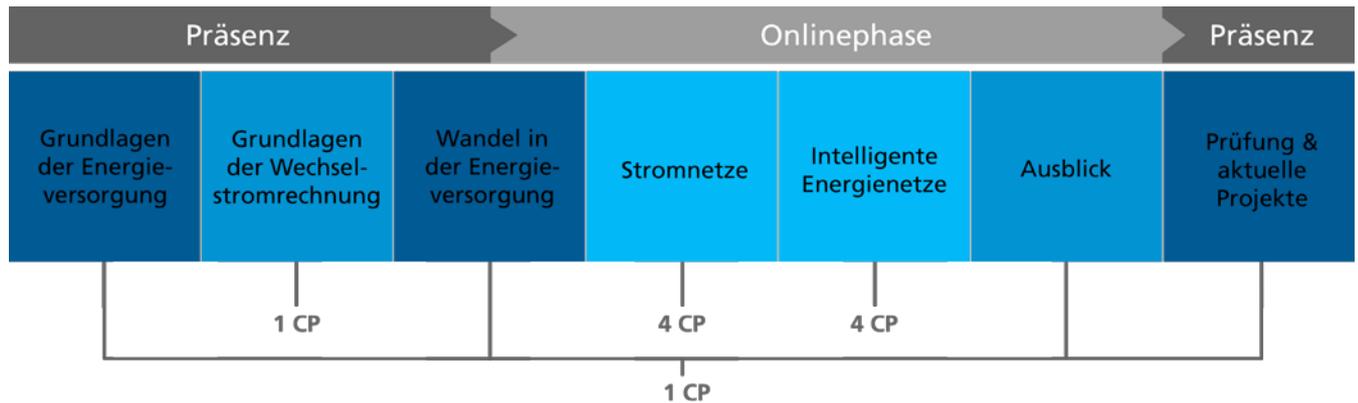


Abb. 6:
Zeiteinteilung des Moduls in Credit Points

8.2 Stundeneinteilung

Das gesamte Modul umfasst einen Arbeitsumfang von 300 Arbeitsstunden, die sich auf einen Zeitraum von sechs Monaten verteilen. Dieser Workload beinhaltet auch die Präsenzphasen und die Abschlussklausur.

Im Modulhandbuch wird zwischen der Folienerarbeitungszeit (FEZ; Bearbeitung der Folien und Vorlesungszeit in den Präsenzphasen) und der Selbsterarbeitungszeit (SEZ; Bearbeitung der gestellten Aufgaben) unterschieden. Die Folienerarbeitungszeit beschreibt den zeitlichen Umfang der inhaltlichen Arbeit mit Hilfe der zur Verfügung gestellten E-Lectures. Die angegebene Selbsterarbeitungszeit gibt eine zeitliche Orientierung an, in der die Inhalte des Moduls mittels Lernmethoden, Erfolgskontrollen und zusätzlicher Literatur vertieft werden sollen.

8.3 Vorkenntnisse

Für das Modul „Intelligente Energienetze“ ist es unabdingbar Gleichungssysteme aufstellen und umformen zu können. Auch das Rechnen mit der Exponentialfunktion und dem Logarithmus gehört zu den Grundvoraussetzungen. Das Beherrschen von Differentialgleichungen und komplexen Zahlen ist von Vorteil. Einfache Grenzwertbildungen gehören zu weiteren mathematischen Vorkenntnissen.

Die wichtigsten physikalischen Vorkenntnisse sind Berechnungen im Gleichstromkreis und Kenntnisse über den Widerstand, die Spule und den Kondensator. Dazu gehören das Ohm'sche Gesetz und die Kirchhoff'schen Maschen- und Knotenregeln. Es werden grundlegende Kenntnisse zu den Einheiten von Energie und Leistung benötigt. Innerhalb des Moduls wird es jedoch die Möglichkeit geben die eben genannten Themen zu wiederholen und zu vertiefen.

Diese Vorkenntnisse sollen sicher beherrscht werden:	Er ist von Vorteil, folgende Vorkenntnisse zu haben:
<ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen, Umformen und Lösen von Gleichungssystemen • Rechnen mit der Exponentialfunktion und dem Logarithmus • Grundlegende Grenzwertberechnungen (z.B. Umgang mit den Schreibweisen von Grenzwerten, Berechnung von Grenzwerten einfacher gebrochen-rationaler Funktionen) • Grundlegendes Verständnis von Differenzialgleichungen (z.B. Verständnis über die Komponenten in einer Differenzialgleichung und dessen Bedeutung) • Berechnungen im Gleichstromkreis (Ohm'sches Gesetz, Kirchhoff'sche Regeln) • Verhalten eines Widerstandes, einer Spule, eines Kondensators im Gleichstrom-Schaltkreis • Grundlegende Kenntnisse zu Einheiten von Energie und Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Zahlen • Berechnungen von Wechselstrom-Schaltkreisen

Abb. 7:
Übersicht über die Vorkenntnisse für das CAS-Modul »Intelligente Energienetze«

9 Prüfungsordnung des CAS-Moduls „Intelligente Energienetze“

9.1 Prüfungen, Prüfungszulassungsvoraussetzungen, Bonuspunktesystem

Zusätzlich zu den Zulassungsvoraussetzungen zur schriftlichen Abschlussprüfung können 10 Bonuspunkte durch einen freiwilligen Einzelvortrag in einem Online-Meeting oder in der Abschlusspräsenzphase erreicht werden. Hierbei ist das Thema mit der verantwortlichen Lehrperson im Vorhinein abzuklären. Das Vortragsthema sollte den beruflichen Kontext des Vortragenden mit den Lehrinhalten des Moduls »Intelligente Energienetze« verbinden.

Die Bedingungen für die Zulassung zur Abschlussklausur und die Punktevergabe werden in der folgenden Tabelle dargestellt:

Aufgaben & Prüfungen	Beschreibung	Punkte
Artikel „Intelligente Netze“	<ul style="list-style-type: none"> - Verfassen eines Artikels mit mindestens 1.500 Wörtern / maximal 2.500 Wörtern - die Teilnehmenden sollen zu dem Ihnen zugeordneten Thema einen Artikel verfassen; die Struktur des Artikels und welche Fragen er beantworten soll wird im Modul bekannt gegeben - harter Abgabetermin (keine nachträgliche Einreichung möglich); der Artikel muss als PDF über den entsprechenden Link auf der ILIAS Plattform hochgeladen werden - 2 Mal muss ein Peer-Feedback für 2 andere Artikel gegeben werden innerhalb einer harten Frist (nachträgliches Einreichen des Peer-Feedbacks ist nicht möglich) - Der Autor bekommt das Feedback und überarbeitet den Hinweisen entsprechend den Artikel. - Der Artikel wird als Word-Dokument an die Modulorganisation geschickt. - Das Organisationsteam lädt den Artikel als Blog-Eintrag auf die ILIAS Plattform hoch - Der Autor muss den Artikel nach Benachrichtigung freigeben 	<p>20 Punkte pauschal bei Erfüllung der Kriterien:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Artikel zum zugewiesenen Thema im angeforderten Umfang fristgerecht einreichen 2) Zu zwei zugewiesenen Artikeln Peer Feedback geben innerhalb der Frist 3) Überarbeitung des Artikels und Einreichung beim Organisationsteam 4) Blog – Artikel freigeben <p>Diese Punkte sind Voraussetzung um zur schriftlichen Abschlussprüfung zugelassen zu werden.</p>
Selbsttests	<p>Bestehen aller Selbsttests durch Erreichen von mindestens 50% der Punkte pro Selbsttest</p> <p>(Anmerkung: zwei Fehlversuche je Lerneinheit erlaubt, sonst wird ein Gespräch mit der Lehrperson empfohlen)</p>	<p>Anmerkung: Die Selbsttests dienen der freiwilligen Selbstkontrolle und sind deshalb nicht verpflichtend.</p>
Schriftliche Abschlussprüfung	100 Punkte	
Bonus durch Vortrag (nur in Absprache mit dem Dozenten möglich)	10 Punkte	
Die Note 1,0 wird bei 120 Punkten vergeben. Bestanden ist das Modul bei 60 Punkten.	<p>Maximal erreichbare Punktzahl: 120 (130) Punkte</p>	

9.2 Notenschlüssel

Punkte	0 -	60 -	67 -	74 -	80 -	86 -	92 -	98 -	104 -	110 -	117 -
	59	66	73	79	85	91	97	103	109	116	120
Note	n.b.	4	4+	3-	3	3+	2-	2	2+	1-	1

n.b. = nicht bestanden

10 Gesamtübersicht über das CAS-Modul »Intelligente Energienetze«

	Lerneinheiten		Zeitaufwand					
			FEZ	SEZ				
Grundlagen	1	Grundlagen der Energieversorgung	3 h	2 h				
	2	Grundlagen der Wechselstromrechnung	5 h	25 h				
	3	Wandel in der Energieversorgung	3 h	7 h				
Stromnetze	4	Stromnetzaufbau	5 h	15 h				
	5	Leitung	6 h	24 h				
	6	Transformator	5 h	25 h				
	7	Netzregelung	3 h	7 h				
	8	Stromnetzberechnung	6 h	24 h				
Intelligente Energienetze	9	Einführung in intelligente Energienetze	2 h	3 h				
	10	Regelbarer Ortsnetztransformator	6 h	24 h				
	11	Blindleistungsregelung	6 h	24 h				
	12	Zeitvariable Tarife und Kommunikation	10 h	15 h				
	13	Energiemanagementsysteme	5 h	25 h				
Ausblick	14	Weitere Module und aktuelle Projekte	6 h	9 h				
Symbole	0 - 3 h		3 - 6 h		6 - 9 h		9 - 12 h	
	12 - 15 h		15 - 18 h		18 - 21 h		21 - 24 h	
	24 - 27 h		27 - 30 h		30 - 33 h		33 - 35 h	

11

Darstellung der einzelnen Lerneinheiten des CAS-Modul »Intelligente Energienetze«

1. Lerneinheit		
Grundlagen der Energieversorgung		
STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 3 h  SEZ: 2 h 	keine	Präsenzphase Online-Phase
LEHRINHALTE	Grundlagen der Energieversorgung	
LERNZIEL	Die Teilnehmenden erlangen ein Grundverständnis über die Komponenten der Energieerzeugung, des Energietransports und über erneuerbare Energien.	
METHODISCHE UMSETZUNG	I. Vorlesung in der Präsenzphase II. Wiederholende Selbsterarbeitung in der Online-Phase  Einführende Motivation  E-Lecture	
ERFOLGSKONTROLLE	keine	
LITERATURANGABE	Schwab, Adolf J.: „Elektroenergiesysteme“, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2009	

2. Lerneinheit		
Grundlagen der Wechselstromrechnung		
STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 5 h  SEZ: 25 h 	Gleichstromkreis, Exponentialfunktion	Präsenzphase Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Wechselstromrechnung • Komplexe Zahlen • Dreiphasenwechselstrom
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden geben die Grundlagen des Wechsel- und des Drehstroms wieder, d.h. sie sind in der Lage Schaltkreise zu berechnen. • Die Teilnehmenden erfassen den Zusammenhang zwischen der gelernten Theorie und der Praxis.
METHODISCHE UMSETZUNG	<p>I. Vorlesung in der Präsenzphase</p> <p>II. Wiederholende Selbsterarbeitung in der Online-Phase:</p> <ul style="list-style-type: none">  Einführende Motivation  E-Lecture  rechnerische und verständnisbasierte Übungen  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	Demtröder, Wolfgang: „Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik“, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2009

3. Lerneinheit

Wandel in der Energieversorgung

STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 3 h  SEZ: 7 h 	keine	Präsenzveranstaltung Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Wandel in der Energieversorgung • Einführung in Intelligente Energienetze, Jahresdauerkennlinie • Ziele und Gesetze
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden berichten über den Wandel in der Energieversorgung durch die erneuerbaren Energien bis zum heutigen Stand der Entwicklung (technisch als auch im politischen Sinne) und beurteilen die aktuelle Situation. • Die Teilnehmenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis über das Themengebiet Intelligente Energienetze und beziehen an Hand ihres Wissens begründet Stellung dazu.
METHODISCHE UMSETZUNG	<p>I. Vorlesung in der Präsenzphase</p> <p>II. Wiederholende Selbsterarbeitung in der Online-Phase:</p> <ul style="list-style-type: none">  Einführende Motivation  E-Lecture  Übungen (Berechnungen, Wiki-Artikel)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	www.smartgrids.eu

4. Lerneinheit		
Stromnetzaufbau		
STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 5 h  SEZ: 15 h 	3. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Verbundsysteme • Netzebenen • Netztopologie • beteiligte Akteure an der Stromversorgung
LERNZIEL	Die Teilnehmenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis für den Stromnetzaufbau und beteiligte Akteure und Komponenten der Energieversorgung.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  E-Lecture  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	Schwab, Adolf J.: „Elektroenergiesysteme“, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2009

5. Lerneinheit		
Leitung		
STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 6 h  SEZ: 24 h 	Kirchhoff'sche Maschen- und Knotenregeln, Kenntnisse zu Widerstand, Spule und Kondensator, Strom und Spannung, 2. Lerneinheit, 4. Lerneinheit	Online-Phase erste Szenarienbasierte Lerneinheit

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Leitung • Betriebsmittel Freileitung und Kabel • Ersatzschaltbild • Funktionsweise • Anwendungen
LERNZIEL	Die Teilnehmenden wenden das Ersatzschaltbild der Leitung korrekt an.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  Gesamtszenario und Teilszenario  E-Lecture  Übungen (Berechnungen, Steckbrief)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	Schwab, Adolf J.: „Elektroenergiesysteme“, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2009

6. Lerneinheit		
Transformator		
STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 5 h  SEZ: 25 h 	Kenntnisse zu Gleichstrom, Ohm'sches Gesetz, 2. Lerneinheit, 4. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Transformator • Transformatorbauarten • Funktionsweise • Ersatzschaltbild • Schaltgruppen
LERNZIEL	Die Teilnehmenden erarbeiten sich die Funktionsweise und Anwendung von Transformatoren.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  Teilszenario  E-Lecture  Übungen (Berechnungen, Steckbrief)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	Schwab, Adolf J.: „Elektroenergiesysteme“, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2009

7. Lerneinheit		
Netzregelung		
STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 3 h  SEZ: 7 h 	Spannung, Strom, Blindleistung, Wirkleistung, Frequenz, 6. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Netzregelung • Regeltransformatoren • FACTS (Flexible AC Transmission Systems)
LERNZIEL	Die Teilnehmenden beschreiben die grobe Struktur von verschiedenen Netzregelungsmöglichkeiten (Regeltransformatoren, FACTS).
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  E-Lecture  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	keine

8. Lerneinheit		
Stromnetzberechnung		
STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 6 h  SEZ: 24 h 	Kirchhoff'sche Knoten- und Maschenregel, Grenzwertberechnungen, Gleichungssysteme, 2. Lerneinheit, 5. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Grundanforderungen an den Netzbetrieb • Betrachtung von Netzausläufern • Spannungsprobleme im Verteilnetz
LERNZIEL	Die Teilnehmenden erfassen die Herausforderungen an die Energieversorgung in Bezug auf die Spannung durch vermehrte Netzeinspeisung von Photovoltaik.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  Teilszenario  E-Lecture  Übungen (Berechnungen, Steckbrief)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABEN	keine

9. Lerneinheit		
Einführung in Intelligente Energienetze		
STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 2 h  SEZ: 3 h 	3. Lerneinheit, 5. Lerneinheit, 8. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> Zusammenfassung der Herausforderungen durch den Wandel in der Energieversorgung Ökonomische Betrachtung der Netze
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> Die Teilnehmenden erfassen die ökonomischen Faktoren der Möglichkeiten für die zukünftige Netzplanung (Netzausbau vs. Intelligente Energienetze). Die Teilnehmenden erkennen die Nützlichkeit von intelligenten Energienetzen in Bezug auf die nicht gegebene Gleichzeitigkeit von Verbrauch und Erzeugung. Die Teilnehmenden erkennen die Nützlichkeit von Intelligenen Energienetzen in Bezug auf den ermittelten Spannungsanstieg durch vermehrte Photovoltaikeinspeisung.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  E-Lecture  Übungen (Wiki-Artikel)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	keine

10. Lerneinheit		
Regelbarer Ortsnetztransformator		
STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 6 h  SEZ: 24 h 	2. Lerneinheit, 4. Lerneinheit, 6.-9. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Regelbarer Ortsnetztransformator (RONT) • Funktionsweise • Netzuntersuchung • Anwendungen
LERNZIEL	Die Teilnehmenden analysieren und bewerten die Anwendung eines RONT in unterschiedlichen Strukturen von Netzausläufern.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  Teilszenario  E-Lecture  Übungen (Berechnungen)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	B. Wille-Haussmann, Integration of Photovoltaic Systems in Smart Grids, 2012

11. Lerneinheit		
Blindleistungsregelung		
STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 6 h  SEZ: 24 h 	2. Lerneinheit, 5. Lerneinheit, 7.-9. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Blindleistungsregelung • Technologien • Anwendungen
LERNZIEL	Die Teilnehmenden analysieren und bewerten die Anwendung von Blindleistungsregelung im Verteilnetz.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  Teilszenario  E-Lecture  Übungen (Berechnungen)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABEN	B. Wille-Hausmann, Integration of Photovoltaic Systems in Smart Grids, 2012

12. Lerneinheit
Zeitvariable Tarife und Kommunikation

STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 10 h  SEZ: 15 h 	Energie und Leistung, Einheiten, 7. Lerneinheit, 9. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Synchronisierung von Verbrauch und Erzeugung • Zeitvariable Tarife • Kommunikation • Internet der Energien • Smart Meter
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden kombinieren die Anwendung von Smart Meter im Zusammenhang mit zeitvariablen Tarifen. • Die Teilnehmenden ordnen die Anwendung von Smart Meter und zeitvariablen Tarifen den Anreizsystemen zu. • Die Teilnehmenden ordnen die Bedeutung der Kommunikation für Intelligente Energienetze ein.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  Teilszenario  E-Lecture  Übungen (Berechnungen, Analysieren von Grafiken)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	keine

13. Lerneinheit		
Energiemanagementsysteme		
STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 5 h  SEZ: 25 h 	1. Lerneinheit, 4. Lerneinheit, 9. Lerneinheit, 12. Lerneinheit	Online-Phase letzte szenarienbasierte Lerneinheit

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Komponenten für Energiemanagementsysteme • Energiemanagementsysteme • Demand Side Management
LEHRZIEL	Die Teilnehmenden analysieren verschiedene Energiemanagementsysteme.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  Teilszenario  E-Lecture  Übungen (Berechnungen, Analysieren von Grafiken)  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übungen und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	keine

14. Lerneinheit

Ausblick I – Energiesystemanalyse

STUNDENEITEILUNG (GESAMT)	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 6 h  SEZ: 9 h 	keine	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Grundlagen • Komponenten des Energiesystems • Energiemärkte • Energiesystemanalyse • Ausblick & aktuelle Projekte
LERNZIEL	Die Teilnehmenden ordnen die Bedeutung von Energiesystemanalyse ein.
METHODISCHE UMSETZUNG	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  Einführende Motivation </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  E-Lecture </div> </div>
ERFOLGSKONTROLLE	keine
LITERATURANGABE	keine

14. Lerneinheit

Ausblick II – Speicher im intelligenten Netz

STUNDENEITEILUNG (GESAMT)	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 6 h  SEZ: 9 h 	keine	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Grundlagen • Speichertechnologien • Einsatz von Speichern • Programmierung und Simulation von Speichern • Ausblick & aktuelle Projekte
LERNZIEL	Die Teilnehmenden ordnen die Bedeutung von Energiespeichern für Intelligente Energienetze ein.
METHODISCHE UMSETZUNG	<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;">  Einführende Motivation </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  E-Lecture </div>
ERFOLGSKONTROLLE	keine
LITERATURANGABE	keine

14. Lerneinheit

Ausblick III – Aktuelle Projekte

STUNDENEITEILUNG (GESAMT)	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 6 h  SEZ: 9 h 	keine	finale Präsenzphase (umfasst Klausur)

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Projekte
LERNZIEL	Die Teilnehmenden erfassen den Bezug zu aktuellen und hochbrisanten Themen in der Forschung und Entwicklung im Bereich der Energiesystemtechnik.
METHODISCHE UMSETZUNG	I. Vorlesung II. Vorträge der Teilnehmenden auf Freiwilligenbasis  Rückblick auf das Gesamtszenario
ERFOLGSKONTROLLE	Abschlussklausur zum Modul
LITERATURANGABE	keine

12 Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Baukastenprinzip, das dem Projekt „Freiräume für wissenschaftliche Weiterbildung - Windows for Continuing Education“ zugrunde liegt.....	4
Abb. 2: Schematische Darstellung der Modulstruktur des DAS-Weiterbildungsstudiengangs „Energiesystemtechnik“ mit Angabe der Leistungspunkte (Credit Points, CP).....	6
Abb. 3: Lerneinheiten des Moduls »Intelligente Energienetze«	8
Abb. 4: Übersicht des Modulverlaufs	10
Abb. 5: Zusammenfassung der Lehrziele des CAS-Moduls »Intelligente Energienetze«	11
Abb. 6: Zeiteinteilung des Moduls in Credit Points.....	13
Abb. 7: Übersicht über die Vorkenntnisse für das CAS-Modul »Intelligente Energienetze«	14