

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE

MODULHANDBUCH

CAS »Thermische Solarenergie - Industrie«



IN WISSENSCHAFTLICHER KOOPERATION MIT



MODULHANDBUCH

CAS »Thermische Solarenergie - Industrie«

DR. KORBINIAN KRAMER
JEANETTE KRISTIN WEICHLER, M.SC.

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

weiterbildung@ise.fraunhofer.de

Stand: Februar 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



Inhaltsverzeichnis

1	
Funktion des Modulhandbuchs	4
2	
Projektvorstellung	5
2.1	
Das Verbundprojekt	5
2.2	
Das Teilvorhaben des Fraunhofer ISE	6
3	
Die Lernplattform »ILIAS«	8
4	
Das CAS-Modul »Thermische Solarenergie - Industrie«	9
5	
Modulverlaufsplan	11
6	
Lernziele des CAS-Moduls »Thermische Solarenergie - Industrie«	12
7	
Aufbau der einzelnen Lerneinheiten	13
8	
Organisatorische Modalitäten	14
8.1	
Leistungspunkte (Credit Points, CP)	14
8.2	
Stundeneinteilung	14
8.3	
Vorkenntnisse	14
9	
Prüfungsordnung des CAS-Moduls »Thermische Solarenergie - Industrie«	15
9.1	
Prüfungen, Prüfungszulassungsvoraussetzungen, Bonuspunktesystem	15
9.2	
Notenschlüssel	17

10
Gesamtübersicht über das CAS-Modul
»Thermische Solarenergie - Industrie« 18

11
Darstellung der einzelnen Lerneinheiten des CAS-Modul
»Thermische Solarenergie - Industrie« 19

12
Anhang 29

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 »Thermische Solarenergie - Industrie« 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 »Thermische Solarenergie - Industrie« 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.

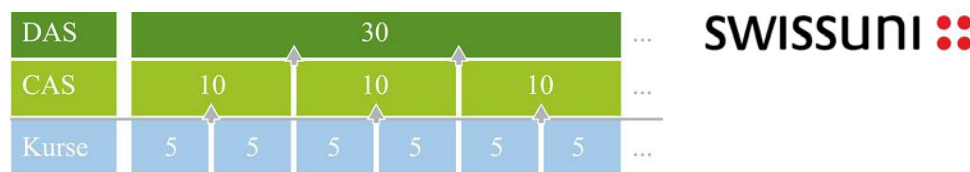


Abb. 1:
Baukastenprinzip, das dem Projekt »Freiräume für wissenschaftliche Weiterbildung - Windows for Continuing Education« zugrunde liegt

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 Thermische Solarenergie - Industrie, 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:






CAS-Modul IEN 10 CP	CAS-Modul STg 10 CP	CAS-Modul STi 10 CP	CAS-Modul ESA 10 CP	CAS-Modul SIN 10 CP
Intelligente Energienetze	Solarthermie Gebäude	Solarthermie Industrie	Energiesystem-analyse	Speicher im intelligenten Netz
				
3 Module (je nach Profil-/Kompetenzlinie) ergeben ein DAS - Diploma of Advanced Studies - 30 CP				

Abb. 2:
Schematische Darstellung der Modulstruktur des DAS-Weiterbildungsangebots »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 Moduls 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 »Thermische Solarenergie - Industrie«

Der Energieverbrauch der Industrie hat auch in Deutschland einen erheblichen Anteil am Endenergieverbrauch. Dabei entfällt ein überwiegender Teil auf den Wärmebedarf. Teile dieses Bedarfs lassen sich durch Steigerung der Energieeffizienz in den Prozessen kompensieren. Erneuerbare Energien insbesondere Solarenergie kann darüber hinaus noch einen signifikanten Anteil des verblieben Energiebedarfs decken. In diesem Modul sollen die Möglichkeiten der Nutzung solarer Energie zu Wärmebereitstellung, im Anwendungsfall industriellen Prozessen, gewerblich genutzten Liegenschaften, öffentlichen Gebäuden und andere nicht Wohngebäuden diskutiert werden. Lernziele sind dabei insbesondere:

- Welchen Beitrag kann Solarenergienutzung zur Wärmebereitstellung im gewerblich/industriellen Bereich liefern?
- Welche technischen Potentiale und Möglichkeiten gibt es dazu?

Antworten auf unter anderem diese Fragen werden im CAS-Modul „Thermische Solarenergie - Industrie“ erarbeitet.

Die Schwerpunkte dieser Weiterbildung reichen von der Wärmeerzeugung und -versorgung, den solarthermischen Technologie- und Systemvarianten bis hin zu der technischen Charakterisierung sowie Produktionsprozessen. Zudem werden Simulationsmethoden und die Einbindung von Solarthermie in die Architektur vorgestellt und diskutiert. Die Inhalte werden basierend auf aktuellen Ergebnissen aus der angewandten Energieforschung praxisnah vermittelt.

Die Inhalte sind in Abb. 3 veranschaulicht.

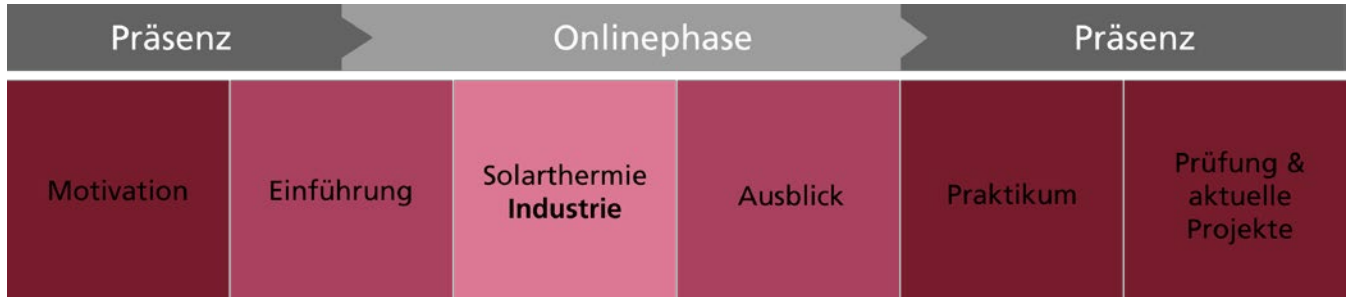
	Lerneinheiten	
Motivation & Einführung	1	Motivation
	2	Einführung in die Solarthermie
Solarthermie Industrie	3	Konzentrierende Solarenergie
	4	Prozesswärme
	5	Solarthermie in Nichtwohngebäuden
	6	Wärmenetze
Ausblick	7	Weitere Module und aktuelle Projekte
Praktikum	8	Testlab

Abb. 3:
Lerneinheiten des Moduls
»Thermische Solarenergie -
Industrie«

Während der Exkursion wird es eine Führung durch den Sadtteil Vauban in Freiburg geben, bei dem unterschiedliche Gebäude unter dem Aspekt der Energieversorgung besichtigt werden. In der Einführung in die Solarthermie erfahren die Teilnehmenden die globalen Marktanteile der Solarthermie für die Wärmeversorgung. Die dritte Lerneinheit zeigt auf, welche Möglichkeiten es gibt, die Solarenergie konzentriert thermisch zu nutzen. Dabei werden auch die unterschiedlichen Kollektortechniken beschrieben. In der vierten Lerneinheit wird die Prozesswärme näher betrachtet: so werden unterschiedliche Anlagenkonzepte in ihren Funktionen analysiert und auch simuliert. Die fünfte Lerneinheit beschreibt die Nutzung von thermischer Solarenergie in Nichtwohngebäuden. Dabei werden auch die Betriebsmodelle näher betrachtet und die smarte Gebäudesteuerung berücksichtigt. Die Lerneinheit Wärmenetze umfasst zum einen die grundlegenden Funktionen in einem Wärmenetz, um dann im Anschluss die unterschiedlichen Temperaturniveaus miteinander vergleichen zu können. Des Weiteren wird die Einbindung von unterschiedlichen Wärmeerzeugern diskutiert und verglichen. Es wird auch analysiert, in wieweit eine Solarisierung von Wärmenetzen sinnvoll ist. Es werden auch Wärmenetze aus Dänemark näher betrachtet, um dann die Zukunft für Deutschland und Europa für die Wärmenetze abschätzen zu können. Den Abschluss bildet ein Ausblick in die Thematiken der Thermische Solarenergie - Gebäude 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 »Thermische Solarenergie - Industrie« im Blended-Learning-Format sieht folgenden Verlauf des Moduls vor:



Zu Beginn des CAS-Moduls »Thermische Solarenergie - Industrie« steht eine Präsenzphase, in welcher ein fachlicher Einstieg in die Energieversorgung und in Thermische Solarenergie - Industrie geboten wird, sowie die Grundlagen der Thermie 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 »Solarthermie Industrie« 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.

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 und ein Laborpraktikum durchgeführt.

Abb. 4:
Übersicht des Modulverlaufs

6

Lernziele des CAS-Moduls »Thermische Solarenergie - Industrie«

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

		Lernziele Die Teilnehmenden...
Gesamtes Modul		<p>... diskutieren den Beitrag von Solarenergienutzung zur Wärmebereitstellung im gewerblich/industriellen Bereich.</p> <p>... erkennen und verstehen die technischen Potentiale und Möglichkeiten, die es dazu gibt.</p>
Motivation & Einführung	1	... analysieren die energetischen Grundbedingungen verschiedener, überwiegend thermisch geprägter industrieller Energieverbräuche.
	2	
Solarthermie Industrie	3	... bewerten, in welcher Situation die Nutzung von Solarthermie sinnvoll ist.
	4	... diskutieren technische Möglichkeiten der Nutzung von solarthermischen Anlagen in industriellen Prozessen.
	5	... beschreiben Möglichkeiten der energetischen Sanierung/Gestaltung von gewerblich genutzten Gebäuden.
	6	

Abb. 5:
Zusammenfassung der Lernziele des CAS-Moduls »Thermische Solarenergie - Industrie«

7

Aufbau der einzelnen Lerneinheiten

Die Lerneinheiten des Moduls sind nach folgendem Ablauf aufgebaut. Im Modul »Thermische Solarenergie - Industrie« 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 Szenario (Geschichte, Bild, Problemstellung) motiviert. Die Inhalte innerhalb dieser Einheiten werden in Teilszenarien zerlegt. Diese werden in Gruppenarbeiten in der Präsenzphase oder bei der Artikelaufgabe gelöst 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:

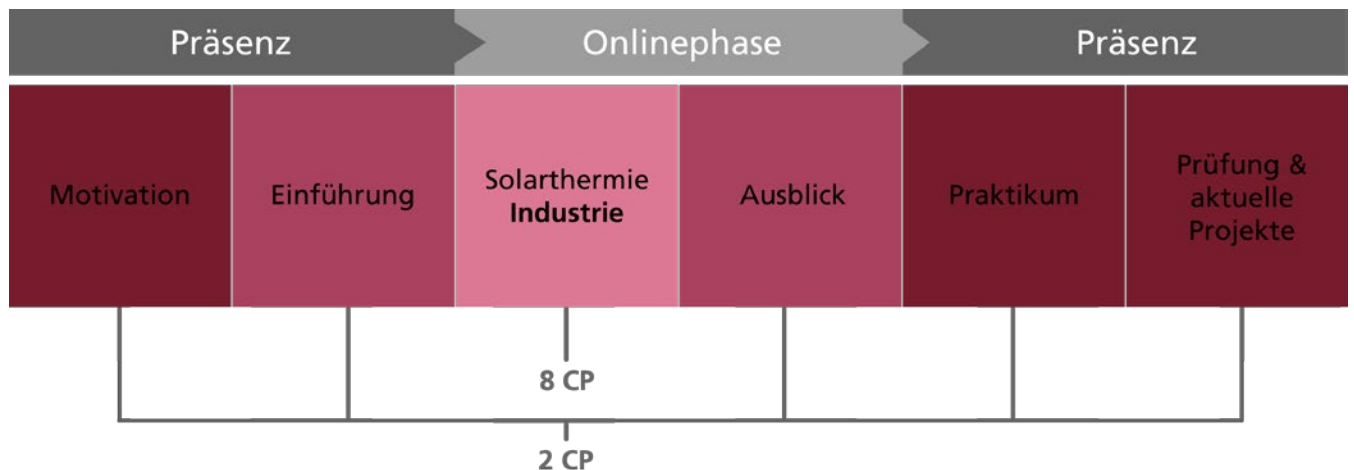


Abb. 6:
Zeiteinteilung des Moduls in
Credit Points

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 »Thermische Solarenergie - Industrie« ist es unabdingbar Gleichungssysteme aufstellen, umformen und lösen zu können. Auch das Rechnen mit der Exponentialfunktion und dem Logarithmus gehört zu den Grundvoraussetzungen. Das Beherrschen von Differentialgleichungen ist von Vorteil.

Die wichtigste physikalische Vorkenntnis sind die Grundlagen der Thermodynamik. 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:	Es ist von Vorteil, folgende Vorkenntnisse zu haben:
<ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen, Umformen und Lösen von linearen Gleichungssystemen • Rechnen mit der Exponentialfunktion und dem Logarithmus • Grundlegende physikalische Kenntnisse (insb. Thermodynamik, Einheiten von Energie und Leistung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegendes Verständnis von Differenzialgleichungen (z.B. Verständnis über die Komponenten in einer Differenzialgleichung und dessen Bedeutung)

Abb. 7:
Übersicht über die Vorkenntnisse für das CAS-Modul »Thermische Solarenergie - Industrie«

9 Prüfungsordnung des CAS-Moduls »Thermische Solarenergie - Industrie«

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 »Thermische Solarenergie - Industrie« verbinden.

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

Aufgaben & Prüfungen	Beschreibung	Punkte
Vortrag »Zukünftige Trends«	Vortrag in einem Online-Meeting Pro Online Meeting erarbeiten 3 Teilnehmende einen Kurzvortrag zu einer Rechercheaufgabe Umfang 10 min Themen werden mit den Teilnehmenden in der 1. Präsenzphase festgelegt Nach den 3 Vorträgen pro Online Meeting stimmen die Teilnehmenden ab welche Recherche am zielführendsten war. Der Vortrag mit den meisten Stimmen erhält Bonuspunkte	10 Punkte pauschal bei Erfüllung der Kriterien Diese Punkte sind Voraussetzung um zur schriftlichen Abschlussprüfung zugelassen zu werden. Durch die Abstimmung können 5 Bonuspunkte erworben werden.
Selbsttests	Bestehen aller Selbsttests durch Erreichen von mindestens 50% der Punkte pro Selbsttest (Anmerkung: zwei Fehlversuche je Lerneinheit erlaubt, sonst wird ein Gespräch mit der Lehrperson empfohlen)	Anmerkung: Die Selbsttests dienen der freiwilligen Selbstkontrolle und sind deshalb nicht verpflichtend.
Lernlabor	Teilnahme am Lern Labor in der 2. Präsenzphase Vollständige Bearbeitung der Aufgaben im Lernlabor	10 Punkte pauschal bei Erfüllung der Kriterien Diese Punkte sind Voraussetzung um das CAS zu erhalten
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.		Maximal erreichbare Punktzahl: 120 (130) Punkte + 5 evtl. erreichte Bonuspunkte


























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 »Thermische Solarenergie - Industrie«

	Lerneinheiten		Zeitaufwand	
			FEZ	SEZ
Motivation & Einführung	1	Motivation	8 h 	(Präsenz)
	2	Einführung in die Solarthermie	8 h 	(Präsenz)
Solarthermie Industrie	3	Konzentrierende Solarenergie	30 h 	30 h 
	4	Prozesswärme	30 h 	30 h 
	5	Solarthermie in Nichtwohngebäuden	30 h 	30 h 
	6	Wärmenetze	30 h 	30 h 
Ausblick	7	Weitere Module und aktuelle Projekte	18 h 	10 h 
Praktikum	8	Testlab	16 h 	(Präsenz)
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 »Thermische Solarenergie - Industrie«



1. Lerneinheit		
Motivation		
STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
Präsenz: 8 h 	keine	Präsenzphase
LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Kennenlernen • Einstieg in das Szenario 	
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden und die Lehrenden lernen einander kennen. • Die Teilnehmenden bekommen einen ersten Eindruck des Gesamtszenarios. 	
METHODISCHE UMSETZUNG	<ol style="list-style-type: none"> I. Exkursion durch die Vauban Siedlung II. Kennenlernrunde III. Vorstellen des Szenarios 	
ERFOLGSKONTROLLE	Feedback im Plenum	
LITERATURANGABE	keine	





2. Lerneinheit

Einführung in die Solarthermie





STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
Präsenz: 8 h 	keine	Präsenzphase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Der Solarthermie-Markt • Forschung und Entwicklung des Fraunhofer ISE • Vorstellung Modulkonzept
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden erhalten erste Einblicke in die Thermische Solarenergie – Gebäude. • Die Teilnehmenden bekommen einen Eindruck über die Arbeit am Fraunhofer ISE. • Die Teilnehmenden lernen das Modulkonzept kennen.
METHODISCHE UMSETZUNG	<ol style="list-style-type: none"> I. Führung durch das Institut und die Magistrale II. Fachvortrag über die Thermische Solarenergie in Gebäuden und Einordnung des Themas in die Energiesystemtechnik III. Gruppenworkshop
ERFOLGSKONTROLLE	Präsentation der Workshopergebnisse
LITERATURANGABE	http://www.ise.fraunhofer.de/

3. Lerneinheit		
Konzentrierende Solarenergie		
STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 30 h  SEZ: 30 h 	keine	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Verstromung & Solare Wärme für Kraftwerke • Dampf/Salzschnmelze • Dispatchability • Kraftwerksmix • Bankability – Invest • Energieautonomie Technikvarianten (PTC, LFC, Turmkraftwerk, Dish-Stirling) • Speicher
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden kennen die Prinzipien der Verstromung. • Die Teilnehmenden benennen Kraftwerkstypen, die solare Wärme nutzen, und wissen, wie diese dort eingesetzt wird. • Die Teilnehmenden kennen die unterschiedlichen Zustände der Medien Wasser & Salz und wissen, wann diese erreicht werden. • Die Teilnehmenden können „dispatchability“ im Zusammenhang mit konzentrierender Solarenergie erläutern. • Die Teilnehmenden können die konzentrierende Solarenergie im Zusammenhang mit der Energieautonomie erläutern. • Die Teilnehmenden kennen die unterschiedlichen Technikvarianten die in der konzentrierenden Solarenergie eingesetzt werden. Sie können die Funktionen dieser nennen und auch beschreiben. • Die Teilnehmenden kennen die unterschiedlichen Speichertypen, die in der konzentrierenden Solarenergie eingesetzt werden.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  E-Lectures  Übungen  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übung und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	keine





4. Lerneinheit		
Prozesswärme		
STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 30 h  SEZ: 30 h 	3. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Integrationspunkte für Solarthermie • Analysetools für Energieeffizienz & Solarthermie • Kollektortechnik • Verbrauchsanteile • Lastprofile • Tests und Qualitätssicherung • Trocknungsprozesse
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden kennen unterschiedliche Integrationspunkte in Prozessen, in denen die Solarthermie eingesetzt werden kann. • Die Teilnehmenden können mit einem Simulationstool eine Prozesswärmeanlage mit vorgegebenem Lastprofil simulieren und die Ergebnisse interpretieren. • Die Teilnehmenden kennen die unterschiedlichen Kollektortechniken und können diese in ihren Funktionen und Charakteristika beschreiben. • Die Teilnehmenden kennen den Anteil der Prozesswärme im Kontext gesamter Primärenergieverbrauch in Deutschland und können das Potential für den solaren Anteil daran erläutern. • Die Teilnehmenden kennen die Lastprofile verschiedener Prozesswärmeanlage und können aus diesen die Speicherdimension abschätzen sowie ein Maß der Kollektorfeldgröße angeben. • Die Teilnehmenden kennen die normativen Anforderungen. • Die Teilnehmenden können Trocknungsprozesse mit solarthermischen Luftkollektoren beschreiben in ihrer Funktion und Dimension.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  E-Lectures  Übungen  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übung und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	keine





5. Lerneinheit

Solarthermie in Nichtwohngebäuden

STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 30 h  SEZ: 30 h 	keine	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an Nichtwohngebäude • Heizung-Lüftung-Klima Anlagen mit hohem erneuerbaren Deckungsanteil • Smarte Gebäudesteuerung • Betriebsmodelle und Marktherausforderungen • Best Practice Beispiele • Monitoring
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden kennen die Anforderungen an Nichtwohngebäude. • Die Teilnehmenden kennen verschiedene Anlagen mit hohen Anteilen an erneuerbaren Energien. • Die Teilnehmenden können die Prinzipien der smarten Gebäudesteuerung erläutern und Beispiele für die Umsetzung nennen. • Die Teilnehmenden können die Betriebsmodelle von Nichtwohngebäuden und deren Energieversorgung aus unterschiedlicher Perspektive heraus erläutern. • Die Teilnehmenden kennen Best Practice Beispiele und können die Eigenschaften dieser beschreiben. • Die Teilnehmenden können die nötigen Größen für Monitoring nennen und kennen verschieden Möglichkeiten der Umsetzungen.
METHODISCHE UMSETZUNG	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">Einführende Motivation</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">E-Lectures</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">Übungen</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">Selbsttest</div> </div> </div>
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übung und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	keine



6. Lerneinheit		
Wärmenetze		
STUNDENEITEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 30 h  SEZ: 30 h 	5. Lerneinheit	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Wärmenetze • Moderne Wärmenetze auf niedrigem Temperaturniveau • Einbindung von erneuerbaren Energien in Wärmenetze • Solarisierung von Wärmenetzen • Best Practice Beispiele aus Dänemark • Zukunft von Wärmenetzen
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden beschreiben die Grundlagen der Wärmenetze. Sie kennen die Bestandteile und die Funktionen. • Die Teilnehmenden vergleichen die Eigenschaften unterschiedlicher Temperaturniveaus in Wärmenetzen miteinander. • Die Teilnehmenden kennen die unterschiedlichen erneuerbaren Energieformen und erklären die Einbindung in das Wärmenetz. • Die Teilnehmenden kennen die Herausforderungen und Chancen von Wärmenetzen mit hohem solaren Deckungsgrad. Sie kennen die Herausforderungen bei der nachträglichen Integration von Solarthermie in Wärmenetzen. • Die Teilnehmenden kennen verschiedene Wärmenetze und benennen deren Charakteristika. • Die Teilnehmenden können einen Ausblick zu Wärmenetzen in Deutschland für die Zukunft geben.
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  E-Lectures  Übungen  Selbsttest
ERFOLGSKONTROLLE	Musterlösung der Übung und Bestehen des Selbsttests
LITERATURANGABE	keine

7. Lerneinheit





Ausblick I – Solarthermie: Gebäude

STUNDENEITEILUNG (GESAMT)	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 18 h  SEZ: 10 h 	keine	Online-Phase

LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Exkursion und Grundlagen • Wärmeversorgung (erneuerbar & konventionell) • Solare Architektur • Solarthermie Komponenten • Solarthermie Anwendungen • Technische Charakterisierung • Herstellungsprozesse • Simulation & Prognose • Energiewende/ Wärmewende • Testlab
LERNZIEL	Die Teilnehmenden kennen die Themen aus dem Modul Solarthermie – Gebäude.
METHODISCHE UMSETZUNG	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">Einführende Motivation</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">E-Lecture</div> </div> </div>
ERFOLGSKONTROLLE	keine
LITERATURANGABE	keine

7. Lerneinheit


Ausblick II – Speicher im intelligenten Netz

STUNDENEITEILUNG (GESAMT)	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 18 h  SEZ: 10 h 	keine	Online-Phase
LEHRINHALTE	<ul style="list-style-type: none"> Einführung und Grundlagen Speichertechnologien Einsatz von Speichern Programmierung und Simulation von Speichern 	
LERNZIEL	Die Teilnehmenden ordnen die Bedeutung von Energiespeichern für Intelligente Energienetze ein.	
METHODISCHE UMSETZUNG	 Einführende Motivation  E-Lecture	
ERFOLGSKONTROLLE	keine	
LITERATURANGABE	keine	

7. Lerneinheit

Ausblick III – Aktuelle Projekte

STUNDENEITEILUNG (GESAMT)	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
FEZ: 18 h  SEZ: 10 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	<ol style="list-style-type: none"> I. Vorlesung II. Vorträge der Teilnehmenden auf Freiwilligenbasis  Rückblick auf das Gesamtszenario
ERFOLGSKONTROLLE	Abschlussklausur zum Modul
LITERATURANGABE	keine

8. Lerneinheit

Praktikum

STUNDENEINTEILUNG	VORKENNTNISSE	ANMERKUNGEN
Präsenz: 16 h 	keine	Präsenzphase

LEHRINHALTE	<p>Praktikum am TestLab Solar Thermal Systems am Fraunhofer ISE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leistungsmessung eines solarthermischen Kollektors • Wärmeverluste bei einer Speichermessung • Funktionsprüfungen an einem Thermosyphosystem • Funktionsprüfungen an einem Flachkollektor • Hagelschlagprüfung an einem Vakuumröhrenkollektor
LERNZIEL	<ul style="list-style-type: none"> • Die Teilnehmenden bekommen einen Einblick in die praktische Umsetzung von Tests solarthermischer Komponenten. • Die Teilnehmenden benennen die technischen Charakteristika solarthermischer Komponenten. • Die Teilnehmenden sind sensibilisiert für die Arbeiten in einem Prüflabor.
METHODISCHE UMSETZUNG	<ol style="list-style-type: none"> I. Einführung II. Angeleitete praktische Tätigkeit III. Protokollieren der Ergebnisse
ERFOLGSKONTROLLE	keine
LITERATURANGABE	keine

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Baukastenprinzip, das dem Projekt »Freiräume für wissenschaftliche Weiterbildung - Windows for Continuing Education« zugrunde liegt.....	5
Abb. 2: Schematische Darstellung der Modulstruktur des DAS-Weiterbildungsangebots »Ener- giesystemtechnik« mit Angabe der Leistungspunkte (Credit Points, CP).....	7
Abb. 3: Lerneinheiten des Moduls »Thermische Solarenergie - Industrie«	9
Abb. 4: Übersicht des Modulverlaufs	11
Abb. 5: Zusammenfassung der Lehrziele des CAS-Moduls »Thermische Solarenergie - Industrie« 12	
Abb. 6: Zeiteinteilung des Moduls in Credit Points.....	14
Abb. 7: Übersicht über die Vorkenntnisse für das CAS-Modul »Thermische Solarenergie - Indus- trie«.....	15