

## STUDIENGANG ENERGIEWISSENSCHAFTEN UND -TECHNOLOGIE MODULBESCHREIBUNG

Details zum Modul				
<b>Code</b>	<b>Studienjahr</b>			<b>Studiensemester</b>
EBT315	3			WiSo
<b>Bezeichnung</b>	<b>VL</b>	<b>UE</b>	<b>LU</b>	<b>ECTS</b>
Physik der Solarzellen	2	1	0	6
<b>Sprache</b>	Deutsch			
<b>Studium</b>	<b>Bachelor</b>	<b>X</b>	<b>Master</b>	<b>Doktor</b>
<b>Studiengang</b>	Energiewissenschaften und -Technologie			
<b>Lehr- und Lernformen</b>	Präsenzstudium			
<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtfach</b>	<b>X</b>	<b>Wahlfach</b>	
<b>Lernziele</b>	Erläuterung der Strukturen von Solarzellen, Wechselwirkungen, Methoden und Mechanismen der Elektronen-Loch-Erzeugung in Solarzellen, Parameter von Solarzellen bei der elektrischen Energieerzeugung; Vermittlung von Halbleitereigenschaften und Wirkungsgradberechnung von Solarzellen.			
<b>Lerninhalte</b>	Solarzellentypen, Strukturen und verwendete Materialien. Mechanismen der Elektronen-Loch-Bildung und Stromerzeugung in Solarzellen. Dotierungsarten und Berechnungen, physikalische Wechselwirkungen und Funktionsprinzipien in Solarzellen. Leistungsberechnungen beim Übergang von einer Zelle zu einem Array und von einem Array zu einem Solarmodul.			
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Keine			
<b>Koordination</b>	Dr. Gülsüm Gündoğdu			
<b>Vortragende(r)</b>	Dr. Gülsüm Gündoğdu			
<b>Mitwirkende(r)</b>	Wiss Mit. Elvan Burcu Koşma			
<b>Praktikumsstatus</b>	Keiner			
Fachliteratur				
<b>Bücher / Skripte</b>	Semiconductor Physics and Devices Basic Principles, Fourth Edition, Donald A. Neamen.			
<b>Weitere Quellen</b>	Grundlagen der Halbleiterphysik, Springer, Jürgen Smoliner Photovoltaik, Wie Sonne zu Strom wird, Viktor Wesselak Sebastian Voswinckel Physik der Solarzellen, Spektrum, Peter Würfel			
Lernmaterialien				
<b>Dokumente</b>	-			
<b>Hausaufgaben</b>	-			
<b>Prüfungen</b>	-			
Zusammensetzung des Moduls				
<b>Mathematik und Grundlagenwissenschaften</b>	10			%

**STUDIENGANG ENERGIEWISSENSCHAFTEN UND -TECHNOLOGIE**  
**MODULBESCHREIBUNG**

Ingenieurwesen	30	%
Konstruktionsdesign		%
Sozialwissenschaften		%
Erziehungswissenschaften		%
Naturwissenschaften	30	%
Gesundheitswissenschaften		%
Fachkenntnis	30	%

**Bewertungssystem**

Aktivität	Anzahl	Gewichtung in Endnote (%)
Zwischenprüfungen	-	-
Quiz	-	-
Hausaufgaben	-	-
Anwesenheit	-	-
Übung	-	-
Präsentation	1	40
Abschlussprüfung	1	60
<b>Summe</b>		<b>100</b>

**ECTS Leistungspunkte und Arbeitsaufwand**

Aktivität	Anzahl	Dauer	Gesamtaufwand (Stunden)
Vorlesungszeit	14	2	28
Selbststudium	14	7	98
Hausaufgaben	10	3	30
Präsentation / Seminarvorbereitung	1	16	16
Zwischenprüfungen	0	0	0
Übung	0	0	0
Labor	0	0	0
Projekte	0	0	0
Abschlussprüfung	1	2	2
<b>Summe Arbeitsaufwand</b>			<b>174</b>
<b>ECTS Punkte (Gesamtaufwand / Stunden)</b>			<b>6</b>

**Lernergebnisse**

1	Grundlegende Kenntnisse über Sonnenstrahlung, photoelektrischen Effekt und Energieumwandlung anwenden können
2	Fähigkeit, die Struktur von Halbleitern und den Elektronen-Leerstellen-Transport in Halbleitern physikalisch und mathematisch darzustellen und zu analysieren
3	Verständnis der Struktur von Solarzellen, der grundlegenden Mechanismen, der Eigenschaften von p-n-Übergängen und Halbleiter-Metall-Kontakten

**STUDIENGANG ENERGIEWISSENSCHAFTEN UND -TECHNOLOGIE**  
**MODULBESCHREIBUNG**

<b>4</b>	Modellierung der Energieumwandlung in Solarzellen, Abhängigkeit des Umwandlungswirkungsgrads von Material und Betriebsparametern, Fähigkeit, die Grundlagenforschung zu Solarzellen zu verfolgen
----------	--

**Wöchentliche Themenverteilung**

<b>1</b>	Solarzellen, photoelektrischer Effekt und photovoltaische Energieumwandlungsprinzipien
<b>2</b>	Photonen, Schwarzkörperstrahlung, Photonendichte, Photonenenergieverteilung, Sonnenspektrum, Absorption und Emission, atmosphärische Auswirkungen auf das Spektrum
<b>3</b>	Energiefluss, Stefan-Boltzmann'sches Strahlungsgesetz, Kirchoff'sches Gesetz für andere Materialien als Schwarzkörper, Konzentration der Sonnenstrahlung, Abbe'sche Sinusbedingung, geometrische Optik
<b>4</b>	Verhalten der Elektronen in Halbleitern, Verteilungsfunktion, Zustandsdichte, Leerstellen, Dotierung, Fermi-Energie, Energiebänder, Arbeitsfunktion
<b>5</b>	Wechselwirkung von Strahlung mit Halbleitern, Absorption von Photonen in Halbleiterstrukturen, Erzeugung von Elektronen und Leerstellen, direkte und indirekte Übergänge, strahlende und nichtstrahlende Rekombinationen, Lebensdauer von Elektronen-Leerstellen-Paaren
<b>6</b>	Elektronen-Leerstellen-Transport, Feldstrom, Diffusionsstrom, Diffusionslänge, Relaxation,
<b>7</b>	Diffusionslänge von Minoritätsträgern, dielektrische Relaxation, ambipolare Diffusion, Dember-Effekt
<b>8</b>	Grundlegende Mechanismen in einer Solarzelle, pn-Übergang, elektrochemisches Gleichgewicht der Elektronen in einem pn-Übergang im Dunkeln, Potentialverteilung über den pn-Übergang und Strom-Spannungs-Kennlinien des pn-Übergangs, Präsentation
<b>9</b>	Ableitung von Sättigungs- und Kurzschlussströmen, Halbleiter-Metall-Kontakt, Schottky-Kontakt, MIS-Kontakt, Rolle des elektrischen Feldes in Solarzellen
<b>10</b>	Grenzen der Energieumwandlung in Solarzellen, maximaler Wirkungsgrad, Wirkungsgrad als Funktion der Energielücke, optimale Siliziumsolarzellen
<b>11</b>	Dünnschichtsolarzellen, Ersatzschaltbilder, Temperaturabhängigkeit der Leerlaufspannung, Abhängigkeit des Wirkungsgrads von der Strahlungsintensität, Wirkungsgrade von Energieumwandlungsprozessen in Solarzellen
<b>12</b>	Konzepte der Wirkungsgradsteigerung in Solarzellen, Tandemzellen, elektrische Verschaltung von Tandemzellen, Konzentratorzellen, thermophotovoltaische Energieumwandlung
<b>13</b>	Energieumwandlung durch kollisionale Ionisation, heiße Elektronen und Leerstellen
<b>14</b>	Zweistufige Anregung in Drei-Niveau-Systemen, photoelektrischer Störstelleneffekt, Zukunft der Solarzellenforschung
<b>15</b>	Abschlussprüfung

**Beitrag der Lernergebnisse zu den Lernzielen des Programms (1-5)**

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
<b>1</b>	3	4	4	5			5		5
<b>2</b>	3	3	4	4			5		5
<b>3</b>	5	5	4	4			5		5
<b>4</b>	3	3	4	5			5		5

**Beitragsgrad:** 1: Sehr Niedrig 2: Niedrig 3: Mittel 4: Hoch 5: Sehr Hoch

**Lernziele des Programms: Mit erfolgreichem Abschluss dieses Programms werden die Studierenden in der Lage sein:**

- 1:** Bewusstsein für die Notwendigkeit lebenslangen Lernens; Zugänglichkeit, Überwachung und Selbstanpassung in Wissenschaft und Technologie.
- 2:** Fähigkeit, Probleme von Energiesystemen zu identifizieren, zu definieren, zu formulieren und zu lösen; die Fähigkeit, geeignete Analysemethoden auszuwählen und anzuwenden.
- 3:** Fähigkeit, wissenschaftliche und technische Kenntnisse zu nutzen.
- 4:** Fähigkeit, Experimente zu entwerfen und durchzuführen sowie Daten zu analysieren und zu interpretieren.
- 5:** Fähigkeit, in Gruppen zu arbeiten und interdisziplinäre Forschung durchzuführen.

**STUDIENGANG ENERGIEWISSENSCHAFTEN UND -TECHNOLOGIE**  
**MODULBESCHREIBUNG**

- 6:** Die Fähigkeit, ein System, eine Komponente oder einen Prozess zu entwerfen und durchzuführen, um geltende Einschränkungen (wirtschaftliche, Umwelt-, soziale, politische, ethische, Gesundheits- und Sicherheits-, Herstellungs- und Nachhaltigkeitsaspekte) zu erfüllen.
- 7:** Die Möglichkeit, theoretisches und praktisches Wissen im Bereich Energie zu erlangen sowie die Fähigkeit, durch Fortschritte auf dem Laufenden zu bleiben und dazu beizutragen.
- 8:** Die Fähigkeit, die erforderlichen Werkzeuge in akademischen und beruflichen Umgebungen zu besitzen, sowie effektive Kommunikation und Verantwortlichkeit.
- 9:** Möglichkeit, Deutschkenntnisse in dem Umfang zu erlangen, akademische Texte zu lesen, zu interpretieren und zu präsentieren.

<b>Erstellt von:</b>	Wiss. Mit. Elvan Burcu Kosma
----------------------	------------------------------

<b>Datum der Aktualisierung:</b>	15.05.2023
----------------------------------	------------