



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN



# 370.007 FACHVERTIEFUNG ENERGIESYSTEME

## SONNENEINSTRahlung UND PHOTOVOLTAIK TEIL 2

GRUPPE: D

DATUM: 13.05.2020

AUTOREN: TANJA MOSER 01526699

ANDREAS PATHA 01609934

TIM EDINGER 01525912

KONSTANTIN KOBEL 01525841

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
1.1	Aufgabe 2.1 . . . . .	3
1.2	Aufgabe 2.2 . . . . .	3
1.3	Aufgabe 2.3 . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Berechnungen</b>	<b>5</b>
2.1	Temperaturabhängigkeit einer PV-Anlage . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Ergebnisse - Aufgabe 2.1</b>	<b>6</b>
3.1	1.1.a . . . . .	6
3.2	1.1.b . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Ergebnisse - Aufgabe 2.2</b>	<b>6</b>
4.1	2.2.a . . . . .	6
4.2	2.2.b . . . . .	6
4.3	2.2.c . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Ergebnisse - Aufgabe 2.3</b>	<b>6</b>
5.1	2.3.a . . . . .	6
5.2	2.3.b . . . . .	6
5.3	2.3.c . . . . .	6
<b>6</b>	<b>Interpretation der Ergebnisse</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>6</b>

# 1 Aufgabenstellung

## 1.1 Aufgabe 2.1

Aufgabe 2.1 befasst sich mit einer PV-Anlage der ersten Übung, unter Einfluss der Temperatur und Einstrahlung mit folgenden Parametern:

- Sonstige Verluste  $\eta_{sonst}$  (Reflexion, Temperatur, Wechselrichter, etc.) werden mit dem Wert 0.8 eingerechnet.
- Der Modulwirkungsgrad  $\eta_{Modul}$  ist 0.17.
- Silizium-Zelle: Koeffizienten  $kx, x = 1, \dots, 6$  (Huld et al.-Table1 -S.329)
- Die Errechnung des Sonnenstandes erfolgt mit der in der Datei *SonnenstandTST.m* (zur Verfügung gestellten Funktion *SonnenstandTST()* )
- Die Strahlungsdaten für den Standort sind in der Datei *Strahlung.mat* gegeben.
- Die Daten zur Temperatur sind in der Datei *Temperatur.mat* gegeben.

Die Aufgaben lauten:

- a) Erweitern Sie das Modell, um die Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur und der Einstrahlung auf den Wirkungsgrad des PV-Moduls (erweitern Sie Ihre Funktion aus Aufgabe 1.1).
- b) Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit jenen aus Aufgabe 1. Wie verändert sich die Verteilung der Erzeugung über die Jahreszeiten und innerhalb des Tages im Vergleich zum vereinfachten Ansatz ohne Berücksichtigung von Temperatur- und Strahlungseinfluss auf den Wirkungsgrad? Stellen Sie dazu die monatlichen Erträge gegenüber sowie die durchschnittlichen stündlichen Werte.

## 1.2 Aufgabe 2.2

Die Unterpunkte der Aufgabe 2.2 lauten:

- a) Berechnen Sie die Erzeugung einer 1 kW<sub>peak</sub> Anlage (in Wien) unter Abhängigkeit des Aufstellwinkels (mit Temperatureinfluss). Variieren Sie den Neigungswinkel der Anlage von 0 bis 90 in 2.5-Intervallen und den Azimut der Anlage von 0 bis 360 in 10-Schritten.
- b) Stellen Sie die Volllaststunden der Anlage in Abhängigkeit der Aufstellwinkel in einer 3D-Grafik dar. Verwenden Sie dazu einmal die Plot-Funktion *meshc* und einmal *contour*, um ISO-Ertragslinien darzustellen.

- Bei welcher Winkelkombination erhalten Sie den höchsten Ertrag?
  - Zeichnen Sie diesen Punkt in den beiden Darstellungen ein!
- c) Wiederholen Sie die 3D-Berechnung und Darstellung einmal für den Monat Juni und einmal für Dezember.
- Was beobachten Sie?
  - Welche Winkelkombinationen würden Sie für die diese beiden Monate empfehlen?

### 1.3 Aufgabe 2.3

Vergleichen Sie die Erzeugung einer 1 kW<sub>peak</sub> Anlage von 2 zusätzlichen (möglichst unterschiedlichen) Standorten in Europa mit der von Wien. Die Strahlungs- und Temperaturdaten sind für das Jahr 2005 auf <http://www.soda-pro.com/web-services/radiation/helioclim-3-archives-for-free> verfügbar.

- a) Vergleichen Sie die Erzeugung der Standorte und zeigen Sie die wesentlichen Unterschiede zwischen den Standorten:
- gesamte Jahreserzeugung und Volllaststunden
  - durchschnittliche Tagesproduktion ( 24 Werte pro Standort)
- b) Stellen Sie die Volllaststunden der Anlagen in Abhängigkeit der Aufstellwinkel in einer Grafik dar. Welche Unterschiede erkennen Sie? Wo liegen jeweils die optimalen Winkelkombinationen für jeden Standort?
- c) Beschreiben Sie die Gründe, warum die Erzeugung aus PV-Anlagen an unterschiedlichen Standorten zeitliche (tageszeitliche und saisonale) Unterschiede aufweist.

## 2 Berechnungen

### 2.1 Temperaturabhängigkeit einer PV-Anlage

Wie bereits in Kapitel 5 "Interpretation der Ergebnisse" von Protokoll 1 erwähnt, ist der Wirkungsgrad einer PV-Anlage von der Temperatur dieser abhängig. Generell gilt, dass der Wirkungsgrad bei niedrigen Temperaturen steigt und bei hohen Temperaturen sinkt. Der temperaturabhängige Wirkungsgrad kann über folgende Formel ermittelt werden:

$$\eta_{rel} = 1 + k_1 * \ln(G') + k_2 * \ln(G')^2 + T' * (k_3 + k_4 * \ln(G') + k_5 * \ln(G')^2) + k_6 * T'^2 \quad (1)$$

Die Parameter in dieser Gleichung sind folgendermaßen definiert:

- $G$  - Dieser Wert entspricht der gesamten, auf die PV-Anlage auftreffenden, Einstrahlung. (Die Berechnung von  $G$  wird im ersten Protokoll erklärt.)
- $T_{modSTC}$  - Dieser Wert wurde als Referenzwert, für die Temperatur des Moduls, in den Standard Test Conditions definiert. Er entspricht  $25^\circ C$ .
- $G_{STC}$  - Dieser Wert wurde in den Standard Test Conditions als Referenzwert für die einfallende Strahlung definiert. Er entspricht  $1000W/m^2$ .
- $c_T$  - Dieser Faktor gibt an, wie stark sich das Modul durch Sonneneinstrahlung erhitzt.
- $T_{amb}$  - Entspricht der Umgebungstemperatur der PV-Anlage.
- $T_{mod}$  - Entspricht der tatsächlichen Temperatur des Moduls. Diese errechnet sich zu  $T_{mod} = T_{amb} + c_T * G$ .
- $G'$  - Dieser Wert ist der Quotient aus der tatsächlichen Einstrahlung  $G$  und der in den Standard Test Conditions definierten Einstrahlung  $G_{STC}$ . Daraus ergibt sich  $G' = \frac{G}{G_{STC}}$ .
- $T'$  - Die Temperatur des Moduls wird als Differenz zum Referenzwert  $T_{modSTC}$  angegeben. Diese errechnet sich zu  $T' = T_{mod} - T_{modSTC}$ .

Die Parameter  $k_1$  bis  $k_6$ , für c-Si Module, müssen durch Messungen gefunden werden. Sie werden im Skript *MappingtheperformanceofPVmodules, effectsofmoduletypeanddataaveraging* folgendermaßen definiert:

$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$
-0.017162	-0.040289	-0.004681	0.000148	0.000169	0.000005

In MATLAB ergibt sich daraus folgender Code:

```

Tmod = repelem(Temperatur,4) + ct.*GesGen;
T = Tmod - TmodSTC;
TWirkungsgrad=1-0.017162*log(GesGen./gSTC)-0.040289*log
(GesGen./gSTC).^2-0.004681.*log(GesGen./gSTC)
.^3+0.000148.*log(GesGen./gSTC).^4+0.000169.*log(
GesGen./gSTC).^5+0.000005.*T.^2;

```

Da die Temperatur in der Datei *Temperatur.mat* nur in Stunden-Intervallen gegeben ist, müssen wir den Array der Temperatur dementsprechend skalieren, damit eine Multiplikation mit *GesGen* möglich ist. (*GesGen* enthält Viertelstunden-Werte)

Die Berechnung von *GesGen* wird im ersten Protokoll erklärt.

Daraus ergibt sich die temperaturabhängige Energie zu

$$E = E_{G,gen} * A * \eta_{Modul} * \eta_{sonst} * \eta_{rel} \quad (2)$$

Definitionen zu Formel (2) können dem ersten Protokoll entnommen werden.

### **3 Ergebnisse - Aufgabe 2.1**

**3.1 1.1.a**

**3.2 1.1.b**

### **4 Ergebnisse - Aufgabe 2.2**

**4.1 2.2.a**

**4.2 2.2.b**

**4.3 2.2.c**

### **5 Ergebnisse - Aufgabe 2.3**

**5.1 2.3.a**

**5.2 2.3.b**

**5.3 2.3.c**

### **6 Interpretation der Ergebnisse**

### **7 Literatur**