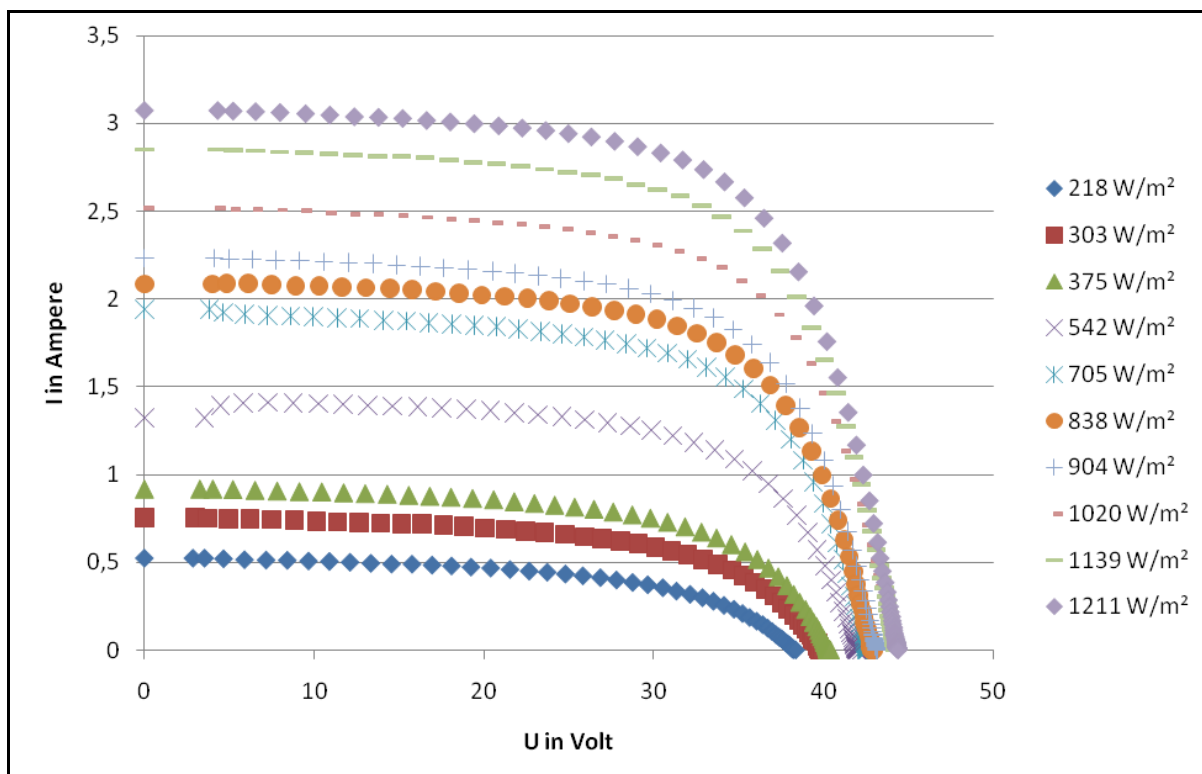


SIMULATION DER ENERGIEEFFIZIENZ UND WIRTSCHAFTLICHKEIT VON DÜNNSCHICHTMODULEN (2. Projektarbeit von André Großhans)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Projektarbeit wurde von Juli bis September 2009 am Zentrum für angewandte Forschung an Fachhochschulen Nachhaltige Energietechnik (zafh.net) der Hochschule für Technik Stuttgart durchgeführt. Sie beschäftigt sich sowohl mit der Simulation als auch mit der Wirtschaftlichkeit von Dünnschichtmodulen. Notwendige PV- bzw. Dünnschicht-Grundlagen werden in einem separaten Kapitel vermittelt.

An einer CIS-Versuchsanlage durchgeführte Kennlinienmessungen dienen als Grundlage für die Simulation. Beispielhaft sind nachfolgend einige an Modul 1 der Versuchsanlage gemessene Kennlinienverläufe abgebildet.



Einstrahlungsabhängige I-U-Kennlinien eines 75W_p-CIS-Moduls von Würth Solar¹

Ein Ziel der Projektarbeit war die weitestgehend fehlerfreie Simulation solcher Kennlinienverläufe mit INSEL[®]. Im Projektbericht ist ausführlich dargestellt, wie dieses Ziel unter Verwendung des Zweiodenmodells erreicht werden konnte.

¹ Eigener Entwurf [Die abgebildeten Kennlinien wurden bei einer Modultemperatur von 40 °C (+/- 1 °C) gemessen.]

Für Ertragssimulationen kommen zwei unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Eine davon basiert ebenfalls auf dem Zweidiodenmodell. Die andere, die sogenannte „Leistungs-Mittelwert-Methode“, gründet auf eigenen Überlegungen.

Ausrichtung	Ost		Südost		Süd		Südwest		West	
Neigungswinkel	Ertrag über LMM [kWh]	Ertrag gefittet [kWh]	Ertrag über LMM [kWh]	Ertrag gefittet [kWh]	Ertrag über LMM [kWh]	Ertrag gefittet [kWh]	Ertrag über LMM [kWh]	Ertrag gefittet [kWh]	Ertrag über LMM [kWh]	Ertrag gefittet [kWh]
0°	69,4	76,0	69,4	76,0	69,4	76,0	69,4	76,0	69,4	76,0
10°	68,9	75,6	72,9	79,4	74,0	80,8	72,6	79,2	68,6	75,2
20°	67,2	74,0	74,3	81,1	77,0	83,7	74,0	80,7	66,8	73,3
30°	64,5	71,3	74,2	81,0	77,4	84,5	73,9	80,6	64,0	70,6
40°	61,0	67,9	72,5	79,2	76,4	83,3	72,1	78,6	60,3	67,0
50°	56,6	63,4	69,0	75,6	73,2	80,0	68,7	75,1	56,0	62,5
60°	51,3	58,2	63,7	70,5	68,0	74,6	63,2	69,9	50,8	57,2
70°	45,7	52,4	57,3	63,8	61,1	67,6	57,2	63,4	45,0	51,3
80°	39,4	45,7	49,6	56,0	52,5	59,0	49,2	55,6	38,4	44,4
90°	33,0	38,6	41,0	47,2	42,8	49,2	40,9	47,0	32,1	37,7

Gegenüberstellung der Simulationsergebnisse für ein 75W_p-CIS-Modul am Standort Stuttgart²

Die über beide Simulationsmethoden bestimmten Jahreserträge sind für unterschiedliche Modulausrichtungen in obiger Tabelle gegenübergestellt. Methodenbedingt fallen die über Leistungs-Mittelwerte bestimmten Erträge stets geringer aus als die, die auf Grundlage des Zweidiodenmodells gewonnen wurden.

Der Teil zur Wirtschaftlichkeit von Dünnschichtmodulen ist relativ allgemein gehalten. Im ersten Unterpunkt werden Grundlagen zur PV-Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vermittelt. Unter anderem werden Berechnungsmethoden ohne und mit Kapitalverzinsung erläutert. Eine der vorgestellten Berechnungsmethode ist die Kapitalwertmethode, deren zugrundeliegende Formel hier abgebildet ist.

$$K = -A_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Z_i - A_i}{q^i} = -A_0 - \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{q^i} + \sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{q^i} = -k_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{q^i}$$

Kapitalwert K der Gegenwart³

Später folgt die Vorstellung eines selbst erstellten Tools zur vereinfachten Durchführung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Abschließend wird noch ein bestehender INSEL[®]-PV-Wirtschaftlichkeitsblock auf seine Tauglichkeit hin untersucht. Das Gesamtfazit über diesen Block muss leider negativ ausfallen.

² Eigener Entwurf

³ Quaschnig: Regenerative Energiesysteme, S. 320