

ZUKUNFTSENERGIEN

THERMO-PHOTOVOLTAIK

EINLEITUNG

Photovoltaik ist dank intensiver Forschung heutzutage allgemein bekannt. Die Quanten (Photonen), des auf die Halbleiterzellen eintreffenden (Sonnen-)Lichts, werden in elektrische Energie umgewandelt.

Das Prinzip der Thermophotovoltaikgeneratoren (TPV-Generatoren) ist dasselbe wie das der Photovoltaikgeneratoren, nur dadurch, dass die Wellenlänge der auftreffenden Strahlung mehr „ins Rot verschoben“ ist bzw. eine längere Wellenlänge hat, müssen die Halbleiterzellen der Generatoren dementsprechend geändert werden.

TPV-Generatoren sind in der Lage Strahlungswärme, wie sie bei der Verbrennung entsteht, in Energie umzuwandeln. Solche Generatoren könnten Tag und Nacht arbeiten, sie sind nicht wetterabhängig und benötigen, im Gegensatz zur Sonnenenergie, keine Batterie als Energiespeicher.

Selbst im Vergleich zu konventionellen Stromerzeugern, die (fossile) Brennstoffe verfeuern um Turbinen anzutreiben, die ihrerseits wieder Generatoren in Gang setzen, hätten die TPV-Generatoren viele Vorteile: Sie arbeiten, da es keine beweglichen Bauteile gibt, sehr leise, sie sind zuverlässig und nahezu wartungsfrei. Außerdem würden, bei der Verbrennung weniger Schadstoffe freigesetzt.

GESCHICHTE DER THERMOPHOTOVOLTAIK

Bereits 1956 wurde die grundlegende Idee der TPV von Pierre R. Aigrain in Paris vorgestellt. Anfang der sechziger Jahre bauten die Wissenschaftler der US-Armee den ersten dokumentierten Prototyp. Er lieferte jedoch nur weniger als ein Prozent Energieausbeute. Ende siebziger und Anfang der achtziger Jahre gelang es die Leistung zu verbessern, jedoch minderten Wärmeverluste den Wirkungsgrad. In letzter Zeit sind mit Hilfe neuer Werkstoffe solche Fortschritte gemacht worden, dass die Ausbeute auf bis zu 40 Prozent erhöht wurde. Damit ist TPV jetzt auch wirtschaftlich interessant.

FUNKTIONSWEISE UND AUFBAU EINES TPV-GENERATORS

Ein PTV-System besteht aus vier Grundkomponenten:

1. Ein Brenner, der Hitze erzeugt.
2. Ein Radiator, der die Strahlung umwandelt.
3. Ein Filter, der den benötigten Wellenlängenbereich durchläßt und die anderen Wellenlängen zum Radiator reflektiert.
4. Ein Konverter, der Energie mittels des Photoeffekts erzeugt.

Der Brenner wird noch mit fossilen Brennstoffen betrieben. Er muß den Radiator auf mindestens 1000 Grad Celsius erhitzen. Der Radiator hat die Aufgabe Wärmestrahlung abzugeben, denn Halbleiterkonverter können nur diese in Energie umwandeln. Der Radiator wird dazu vom Brenner erhitzt und gibt dann die erwünschte Strahlung ab. Als Radiatorbaustoff wird z. B. Siliciumcarbid oder Oxide wie z.B. Ytterbium, Erbium und Holmium. Die verschiedenen Werkstoffe emittieren je andere Wellenlängenbänder, haben somit Vor- und Nachteile. Der Radiator muss Wellenlängen emittieren, die die Halbleiterzellen umsetzen können. Vom Zusammenspiel des Radiators und der Halbleiterzellen hängt der Gesamtwirkungsgrad stark ab.

Vor dem Konverter, der aus Halbleiterzellen besteht, befindet sich noch ein Filter (Quarzschild) um den Wirkungsgrad des Generators weiter zu erhöhen: Er läßt die benötigten Wellenlängen, die der Konverter nutzen kann, durch, die anderen reflektiert er, so dass der Radiator sie als Wärme erhält. Die letzte Grundkomponente ist der Konverter. Auf die Funktionsweise des Konverters gehe gleich ein. Im allgemeinen kann man sagen, dass der Konverter den Photoeffekt ausnutzt um Energie umzusetzen. Er besteht aus mindestens 2000 Zellen, die je ein halbes Volt erzeugen.

DER KONVERTER

Wie schon oben erwähnt besteht der Konverter aus Halbleiterzellen. Wie diese Zellen aufgebaut sind und wie sie funktionieren will ich im folgenden erläutern.

Die Zellen bestehen aus einem Halbleiterkristall. Einige Fremdatome mit mehr oder weniger Valenzelektronen werden gezielt ins Gitter eingebaut (dotiert) um die Leitfähigkeit zu erhöhen. Am Kristallgitter entsteht eine Spannung, da man zwei verschieden dotierte Schichten zusammenfügt: Eine (meistens) negativ geladene p-Schicht und eine (meistens) positiv geladene n-Schicht. Die Zone zwischen der p- und n-Schicht ist der sogenannte p-n-Übergang und ist an Ladungsträgern verarmt. Es herrscht ein Ladungsgleichgewicht.

Strahlung bestehend aus Infrarotphotonen trifft auf das Kristallgitter der Zellen und stört das Gleichgewicht: es werden Elektronen freigesetzt, sie werden vom Valenzband in das Leitungsband befördert und es wird eine Spannung von maximal ein halbes Volt gemessen. Probleme die bei der TPV entstehen die es nicht bei der PV gibt liegen ganz klar beim emittieren der benötigten Wellenlängen: die Elektronen, die angeregt werden müssen, können dies nur durch direkte Strahlung eines möglichst schmalen Wellenbandes. TPV-Zellen unterscheiden sich also von PV-Zellen insbesondere wegen ihrer kleineren Bandlücke: sie benötigen kleinere Photonenenergien was einer längeren, infraroten Wellenart entspricht. Ein TPV-Kristallgitter mit energiereicheren Photonen zu beschließen würde nur das Kristallgitter erwärmen. Es würde keine Spannung entstehen.

SCHLUSS – TPV IM ALLTAG

Ein guter Einsatz dieser Strahlungsenergien liegt im wesentlichen in der Kopplung von Thermo- und „normaler“ Photovoltaik. Ein gesamter Haushalt könnte damit auskommen, und da TPV gleichzeitig als Heizung dient wäre solch ein Haushalt „sehr grün“!

Eine Studie, die von NREL (National Renewable Energy Laboratory) durchgeführt wurde, prognostiziert, dass die TPV sich mit einem Marktvolumen von 750 Millionen Mark bis 2005 insbesondere bei Dieselmotoren, für militärische Zwecke, Wohnmobile und Boote festsetzen wird. Auch der Einsatz in Hybridelektroautos oder sogar in Laptops steht bevor. Bald wird das erste TPV-System auf den Markt kommen. Es wird „Midnight Sun“ heißen und soll 30 Watt Leistung liefern.