



## Cadmium-Tellurid (CdTe) Photovoltaiktechnologie

Bundesverband Solarwirtschaft e.V., März 2009

### Cadmium-Tellurid in der Dünnschicht-Solarwirtschaft

Cadmium-Tellurid (CdTe) ist eines von mehreren Halbleitermaterialien, auf dessen Basis Dünnschicht-Photovoltaikmodule zur Solarstromerzeugung produziert werden. Andere Halbleiter, die zur Dünnschicht-Solarstromerzeugung geeignet sind, umfassen z.B. amorphes/mikromorphes Silizium oder CIS/CIGS. Zu den Herstellern in Deutschland, die die CdTe-Technologie verwenden, gehören die BSW-Solar-Mitglieder First Solar, Calyxo (Q-Cells-Gruppe) und CTF-Solar. Die CdTe-Technologie wird von zahlreichen Projektentwicklern erfolgreich eingesetzt. Der BSW-Solar vertritt technologieoffen die Interessen entlang der gesamten solaren Wertschöpfung in den Bereichen Photovoltaik und Solarthermie.

Gemäß einer Studie der Deutschen Bank Securities Inc. hatte die CdTe-Dünnschichtproduktion mit 420 MW im Jahr 2008 einen Anteil von rund 9,5 % des globalen PV-Marktes (4.407 MW). Im Jahr 2007 erreichte die CdTe-Produktion mit 208 MW rund 7,2 % des globalen PV-Marktes (2.881 MW).<sup>1</sup>

### Physikalisch-chemische Eigenschaften von CdTe

Cadmium ist ein in der Natur vorkommendes metallisches Element. Es fällt vorrangig als Nebenprodukt bei der Zinkherstellung ab. Cadmium wird üblicherweise in Industrie- und Konsumprodukten wie Batterien sowie in elektronischen und medizinischen Geräten verwendet. Tellur ist ein in der Natur vorkommendes Halbmetall. Es wird hauptsächlich bei der Kupferraffination extrahiert.

Durch die Kombination von Tellur und Cadmium wird die Verbindung Cadmium-Tellurid (CdTe) hergestellt. Diese Verbindung mit Halbleitereigenschaften ist eine stabile Verbindung der beiden Elemente, deren physikalische Eigenschaften durch einen extrem niedrigen Dampfdruck, einen hohen Siede- und Schmelzpunkt sowie die Unlöslichkeit in Wasser gekennzeichnet sind.

Aufgrund dieser Eigenschaften von CdTe, die sich wesentlich von denen elementaren Cadmiums unterscheiden, ist das Material zur Umwandlung von Solarenergie in Elektrizität geeignet. Es ist aufgrund dieser völlig andersartigen Eigenschaften auch in seiner physiologischen Wirkung auf Organismen in keiner Weise mit elementarem Cadmium vergleichbar, wie es etwa in Ni-Cd-Batterien vorliegt. CdTe kann Sonnenlicht gut absorbieren und auch unter widrigen Wetterbedingungen, etwa bei Bewölkung oder schwachem, diffusen Licht sowie unter hohen Temperaturen gut Elektrizität produzieren.

### CdTe-Photovoltaik aus ökologischer Perspektive

Aus ökologischer Perspektive zeichnen sich CdTe-Module durch folgende Eigenschaften aus:

- Durch die physikalischen Eigenschaften von CdTe, wie ein extrem niedriger Dampfdruck, ein hoher Siede- und Schmelzpunkt sowie die Unlöslichkeit in Wasser und nicht oxidierenden Säuren, wird das in ihm gebundene Cadmium immobilisiert und seine Emission in die Umwelt unterbunden. Darüber hinaus ist die extrem dünne Schicht von CdTe in PV-Modulen zwischen zwei schützenden Glasplatten eingekapselt. Gesundheits- und Umweltrisiken im Fall von versehentlichem Bruchschaden oder Auswaschung können nach wissenschaftlichem Kenntnisstand nahezu ausgeschlossen werden.<sup>2</sup>
- Bei CdTe-Photovoltaikmodulen wird aus Cadmium, einem Abfallprodukt der Zinkherstellung, ein stabiles Produkt zur Produktion von Solarelektrizität hergestellt. Im Vergleich zur konventionellen Stromerzeugung minimiert CdTe-Photovoltaik die ökologischen Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet. Eine Lebenszyklusanalyse (LCA) über die Emissionen von Photovoltaikanalagen hat gezeigt, dass durch CdTe-Photovoltaikstrom über 90 Prozent der Cd-Emissionen eingespart werden, die bei der Verbrennung fossiler Energierohstoffe im durchschnittlichen europäischen Strommix freigesetzt werden. Dies ist auch auf die mit weniger als einem Jahr sehr niedrige Energierücklaufzeit von CdTe-PV zurückzuführen.<sup>3</sup>



- Eine Kreuzbegutachtung („Peer-Review“) von drei großen Studien zum Umweltprofil von CdTe-Photovoltaik, die vom Joint Research Center der Europäischen Kommission organisiert und vom deutschen Bundesumweltministerium (BMU) moderiert wurde, kam zu folgendem Schluss: „[...] Das in der PV verwendete CdTe ist in einer ökologisch stabilen Form vorhanden, das bei normaler Verwendung oder vorhersehbaren Unfällen nicht in die Umwelt freigesetzt werden kann.“<sup>4</sup>
- Eine unabhängige empirische Analyse zeigt, dass die Gefahr der Cadmiumemission bei Bränden äußerst gering ist. CdTe hat einen extrem niedrigen Dampfdruck, einen hohen Siede- und Schmelzpunkt und wird nahezu vollständig von geschmolzenem Glas eingeschlossen, wenn es Feuer ausgesetzt ist. Bei CdTe-PV-Modulteilchen, die Verbrennungstemperaturen bis zu 1100 °C ausgesetzt wurden, konnte nachgewiesen werden, dass CdTe eher in das Glas diffundiert, als an die Atmosphäre zu entweichen. Höhere Temperaturen verstärkten den Effekt der Verschmelzung des CdTe mit dem Glas.<sup>5</sup>
- Im Rahmen einer unabhängigen Studie, wurden zerkleinerte Teile von CdTe-Modulen in einem Freiluft-Experiment der Erosion ausgesetzt, um mögliche Auswaschungen zu untersuchen. Das Ergebnis zeigte, dass bei Materialaustritt aus CdTe-Modulen in das Wasser oder den Boden selbst im schlimmsten anzunehmenden Fall die in Deutschland geltenden Grenzwerte für Cadmiumkonzentrationen im Trinkwasser nicht überschritten werden.<sup>6</sup>
- Die Industrie hat bereits unter Beweis gestellt, dass CdTe-Module über ein Recycling in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden können. Das Recyclingverfahren stellt sicher, dass ein Großteil der zur Herstellung verwendeten Rohstoffe einer Wiederverwertung zugeführt werden kann. Im Rahmen des Industrieverbands PV Cycle, der momentan circa 70% der Europäischen PV-Industrie repräsentiert, haben sich auch die Hersteller von CdTe-PV-Modulen dazu verpflichtet, im Sinne der erweiterten Produktverantwortung ein europäisches Rücknahme- und Recyclingsystem für Altmodule aufzubauen ([www.pvcycle.org](http://www.pvcycle.org)). Durch die Implementierung eines Rücknahme- und Recyclingprozesses wird verhindert, dass Photovoltaik-Module in den lokalen Abfallstrom gelangen.
- Es gibt weltweit keinerlei Zulassungs- oder Einsatzbeschränkungen für CdTe-Photovoltaikanlagen.

Photovoltaik-Techniken können einen signifikanten Beitrag zur Weltenergieversorgung, zur Energiesicherheit sowie der Begegnung des Klimawandels leisten.

#### Weitere Referenzen:

National Renewable Energy Laboratory (U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, operated by the Alliance for Sustainable Energy, LLC): <http://www.nrel.gov/pv/cdte/>

#### Quellenangaben:

- <sup>1</sup> O'Rourke, S., Kim, P., Polavarapu, H.: Solar Photovoltaic Industry: Looking through the storm, Deutsche Bank Securities Inc., 21. Januar 2009.
- <sup>2</sup> Steinberger, H.: Health, Safety and Environmental Risks from the Operation of CdTe and CIS Thin-film Modules, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 1998; 6, 99-103.
- <sup>3</sup> Fthenakis, V.M., Kim, H.C., Alsema, E.: Emissions from Photovoltaic Life Cycles, Environmental Science & Technology, 2008; 42: 2168-2174.
- <sup>4</sup> Summary Report, Peer Review of Major Published Studies on the Environmental Profile of Cadmium Telluride (CdTe) Photovoltaic Systems, Arnulf Jäger-Waldau, European Commission, DG, JRC, Institute for Sustainability, Renewable Energies Unit, <http://re.jrc.ec.europa.eu/refsys/pdf/Report%20Summary-peer%20review.pdf>
- <sup>5</sup> Fthenakis, V.M., Fuhrmann, M., Heiser, J., Lanzirrotti, A., Fitts, J., Wang, W.: Emissions and Encapsulation of Cadmium in CdTe PV Modules During Fires, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 2005; 13, 1-11.
- <sup>6</sup> Vgl. Steinberger 1998.