



## Dezentrale Stromerzeugung mit Feststoff-Biomasse

**Zusammengefasstes Wissen für Investoren über den Stand der Technik, die Technologien und die ökonomischen Fakten von gekoppelter Strom- und Wärmeproduktion aus Holz und anderer fester Biomasse bis 1 MW elektrischer Leistung**

Diese Arbeit wurde unterstützt durch:



Projektleitung:

Martin Schmid, dipl. Maschinen-Ingenieur HTL  
Tel. +41 (0)62 387 31 37  
schmid@oekozentrum.ch

Projektmitarbeit:

Christian Gaegauf, dipl. Ingenieur ETH/SIA  
Tel. +41 (0)62 387 31 26  
gaegauf@oekozentrum.ch

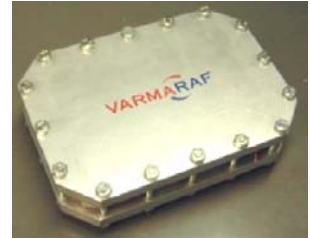
Michael Sattler, dipl. Biologe, MSc Umweltnat.  
Tel. +41 (0)62 387 31 26  
sattler@oekozentrum.ch

# Thermo-Ionische Zellen zur elektrischer Nutzung jeglicher Wärmequellen

## Kurzbeschreibung Technologie

Die Thermo-Voltaik ist beinahe so alt wie die Fotovoltaik und funktioniert auch ähnlich. Allerdings wurde durch die thermische Leitfähigkeit der Platinen bisher nur geringe Wirkungsgrade erreicht. Es scheint jedoch mindest einer Firma gelungen zu sein, eine Zelle herzustellen, die einen vakuumisolierten Nano-Spalt aufweist, welcher trotzdem Ionen-Sprünge zulässt. Darum nennt der Entwickler seine Technologie Thermo-Ionik. Eine solche Zelle lässt sich an jeder Wärmequelle befestigen. Die Durchlässigkeit der „Isolation“ entspricht in der Theorie der erzeugten Menge Elektrizität, in der Praxis 70% davon.

Foto: Powerchip Plc; das Bild zeigt einen Plattenwärmetauscher als „Wirt“.



## SWOT-Analyse

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- hoher elektrischer Wirkungsgrad</li> <li>- keine bewegten Teile</li> <li>- keine Schallemissionen</li> <li>- kleinste dezentrale Anlagen möglich</li> <li>- ziemlich Verschmutzungsunempfindlich</li> <li>- grösstes Brennstoff- bzw. Wärmequellen Sortiment (alles was „wärmt“)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dezentrale Versorgung</li> <li>- Kleinstanlagen</li> <li>- Kosten mit Massenproduktion stark reduzierbar</li> <li>- jede Abwärme auch solche von bestehenden WKA oder Heizkessel, sowie auch konzentrierte Solarwärme kann genutzt werden.</li> </ul>
Schwächen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> <li>- noch weder verfügbar noch ausreichend erprobt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- noch unbekannte Technologie-Barrieren</li> <li>- Abhängig von komplexer Nanotechnologie</li> </ul>

## Bewertungs-Fazit

Wenn der Power-Chip wirklich markante Wirkungsgrad-Verbesserungen gegenüber der Thermo-Voltaik bringt, dann besteht ein beliebig grosses Anwendungspotential, bis hin zum „Combined Cycle“, indem diese Technologie das heisse Abgas jeder anderen WKA nutzen kann. Ob der Hersteller diese Anpreisungen einhalten kann, ist jedoch noch nicht erwiesen.

Verfügbarkeit als kommerzielles Produkt	nicht vor 2012
Technologische Risiken	sehr hoch
Brennstoffflexibilität	sehr hoch
Ökonomische Fakten	noch nicht vorhanden

## Hersteller/Entwicklerfirmen

Powerchip Plc (Gibraltar)

## Strahlungswandler

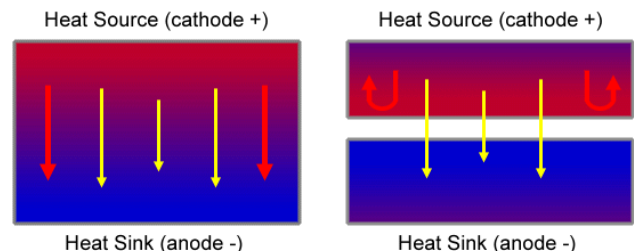
Auch hier werden zwei Typen unterschieden: die Thermo-Fotovoltaische Zelle und die Thermo-elektrische Zelle.

Die Thermo-Fotovoltaische Zelle ist eine konventionelle, eventuell hitzebeständigere Halbleiter-Zelle, wie sie auch für die Gewinnung von Solarstrom verwendet wird. Durch entsprechende Anordnung in einem Brennraum, bei welchem durch Filter der Lichtanteil der Strahlung der Flammen erhöht wird, kann aus der Strahlung des Feuers elektrischer Strom erzeugt werden. Die bisher erreichten Wirkungsgrade liegen jedoch unter 10% und die thermische Belastung lässt die Zellen schneller altern, als in der Anwendung in Solarstrom-Anlagen. Eine Nischen-Anwendung könnte der Betrieb von Heizkesseln ohne Netzanschluss sein, welche ihren Betriebs- und Regelenergiebedarf selbst erzeugen.

Die Thermo-elektrische oder Thermo-Ionische Zelle beruht grundsätzlich auf dem Seebeck- und dem Peltier-Effekt. Der Seebeck-Effekt besagt, dass zwei Materialien mit unterschiedlicher thermischer Kapazität ihren Elektronen unterschiedliche Freiheitsgrade bei gleicher Temperatur zulassen und damit eine Spannungsdifferenz entsteht (Seebeck). Der Peltier-Effekt wird durch den dadurch fließenden Strom hervorgerufen, welcher durch den Austausch der Elektronen von unterschiedlicher Anregung Temperaturveränderungen hervorruft (Zu- oder Abnahme!).

Diese Effekte wurden bisher nur zur Messung von Temperaturen (Thermo-Element) sowie zur Kühlung, bzw. schnellen Temperatur-Regelung (Peltier-Element) in besonderen Geräten (Analytik) verwendet. Die Spannungen bzw. Ströme dieser Effekte sind sehr gering (Mikro-Ampère). Durch die Möglichkeit der Verschaltung von Millionen von solchen Elementen ähnlich dem Mikro-Chip des Computers, könnten hier jedoch grundsätzlich auch energetisch nutzbare Spannungen und Ströme erzeugt werden.

Die Wirkungsgrade von Peltier- und Seebeck-Elementen sind trotz aller Forschungsprogramme niedrig geblieben. Der schlechte Wirkungsgrad kommt durch die ungewollte Wärmeleitung zwischen den Metallen bzw. Halbleitern zustande. Ein neuerer Ansatz, diese zu unterbinden, verfolgt das Thermotunneling-Verfahren: Zwei Metalle werden durch einen minimalen luftleeren Spalt voneinander getrennt. Die Wärmeleitung über Gitterschwingungen wird so vollständig unterbunden. Der Vakuum-Spalt ist jedoch nur so breit, dass einzelne Elektronen über diesen Spalt quantenmechanisch „tunneln“ können. Dieser erhoffte „Quantensprung“ ist dargestellt in den beiden Grafiken rechts (Quelle: Power Chips Plc, Gibraltar)



Auf den ersten Blick scheint diese Unterbrechung der photoionischen Wärmeleitung, d. h. die Wärmeleitung über Gitterschwingungen, äußerst effizient zu sein. Bei einer Spaltgröße, welche ein quantenmechanisches Tunneln ermöglicht, sind die elektromagnetischen Kräfte jedoch derart groß, dass eine nahezu ungehinderte Weiterleitung der Gitterschwingungen aufgrund von elektromagnetischer Kopplung stattfindet.

Bei üblichen Temperaturen, bei denen solche Elemente eingesetzt werden sollen, liegen die Wellenlängen der elektromagnetischen Emissionen im Bereich von einigen hundert Nanometern bis hin zu wenigen Mikrometern. Eine effiziente Entkopplung der Gitterschwingungen findet erst dann statt, wenn die Spaltgröße im Bereich der Wellenlängen liegt. Bei diesen Größen ist ein quantenmechanisches Tunneln jedoch praktisch nicht mehr möglich.

In diesem Dokument wird die innovative und eventuell weiterführende Thermo-Tunneling Zelle als Thermo-Ionic-Zelle bezeichnet. Sie wird im **Kapitel Schnell-Info und SWOT-Analysen** ebenfalls aufgeführt.