

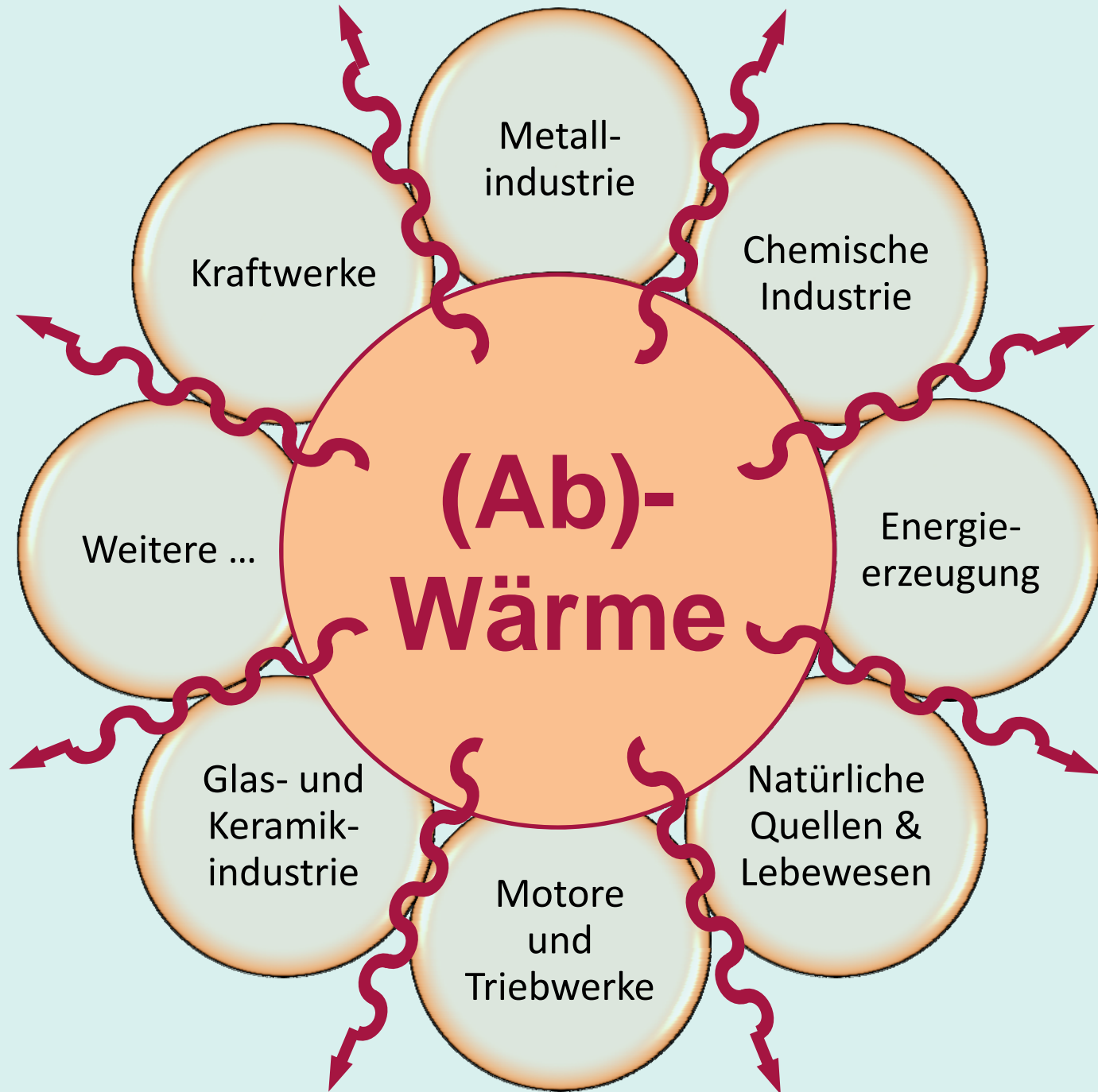
Energie – Ernte

mit dem Thermischen Transmitter



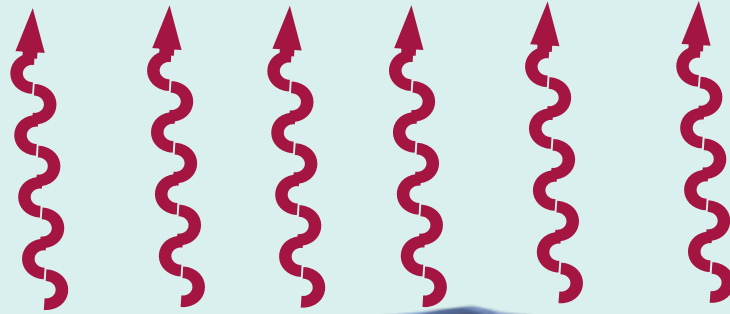
MOTIVATION

THERMISCHER TRANSMITTER

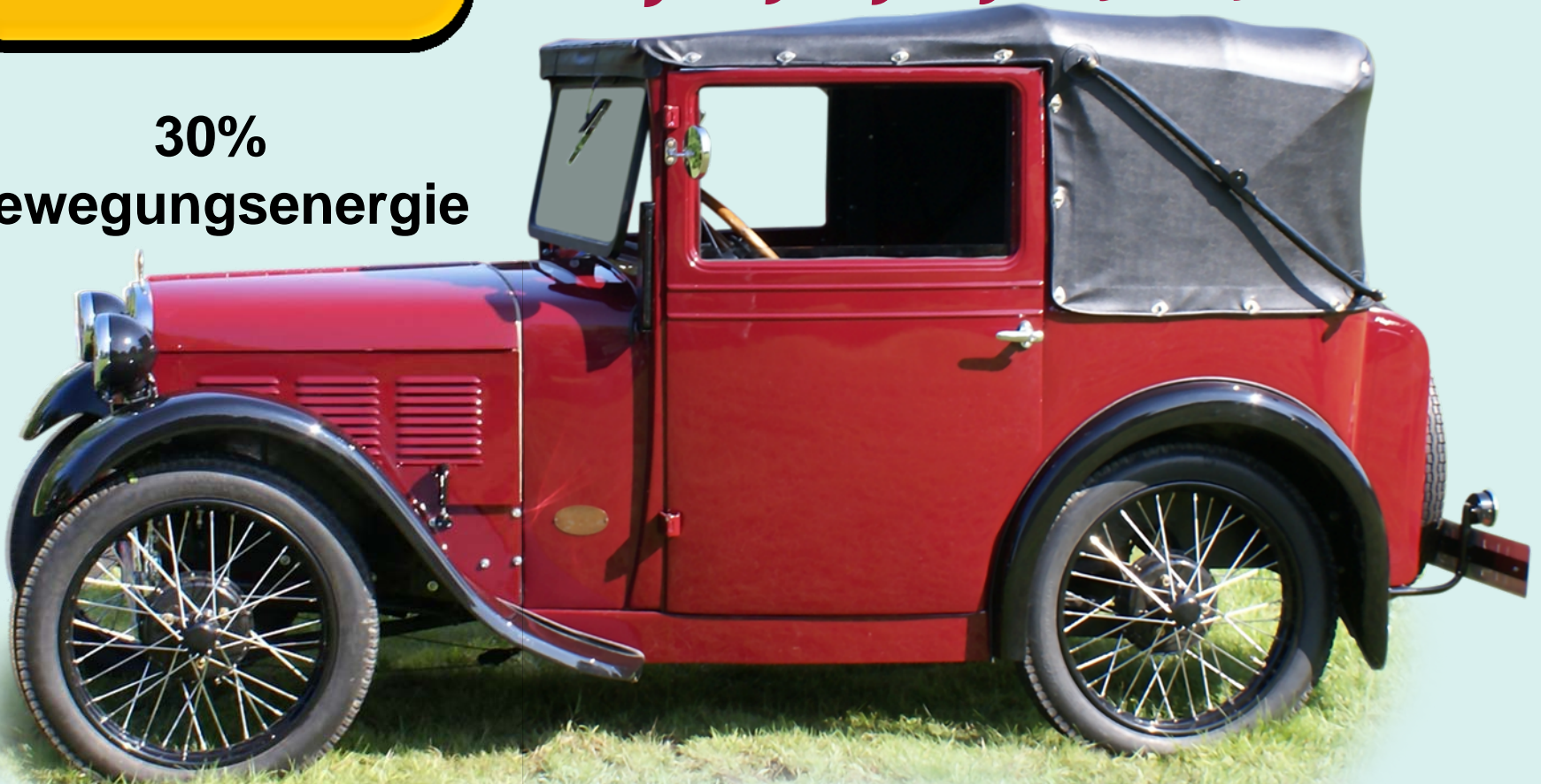


**Aus 1 Liter
Kraftstoff
entstehen:**

70% Wärmeenergie



**30%
Bewegungsenergie**



MOTIVATION

- End-Energieverbrauch (2009) in Deutschland
8714 PetaJoule (PJ = 10^{15} J)
- 30% davon, d.h. 2614 PJ gelangen in Form von
Wärmeenergie ungenutzt in die Umwelt
(723 Mrd. kWh)
- Ca. 1 – 5% sind derzeit mit Hilfe des
Thermischen Transmitters direkt als elektrische
Energie zu ernten
- Möglicher Ertrag bei 0,2 EUR/kWh =
1,45 ... 7,23 Mrd. EUR

Energy Harvesting (Energie-Ernten)

- **neue innovative Technologien**, um ansonsten **verlorene Energien** zu verwerten
- Direkte Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie **ohne** mechanische Elemente
- Entwicklung und Herstellung thermomotorischer Polymere auf der Basis von Carbon-Nanotubes und anderen Nanopartikeln (**Thermischer Akkumulator**) mit einem extrem hohen Adsorptionsvermögen für Wärmeenergie
- **Schutzrechte:**
DE 102007055937.4 und PCT/EP 2008/068330

INNOVATION

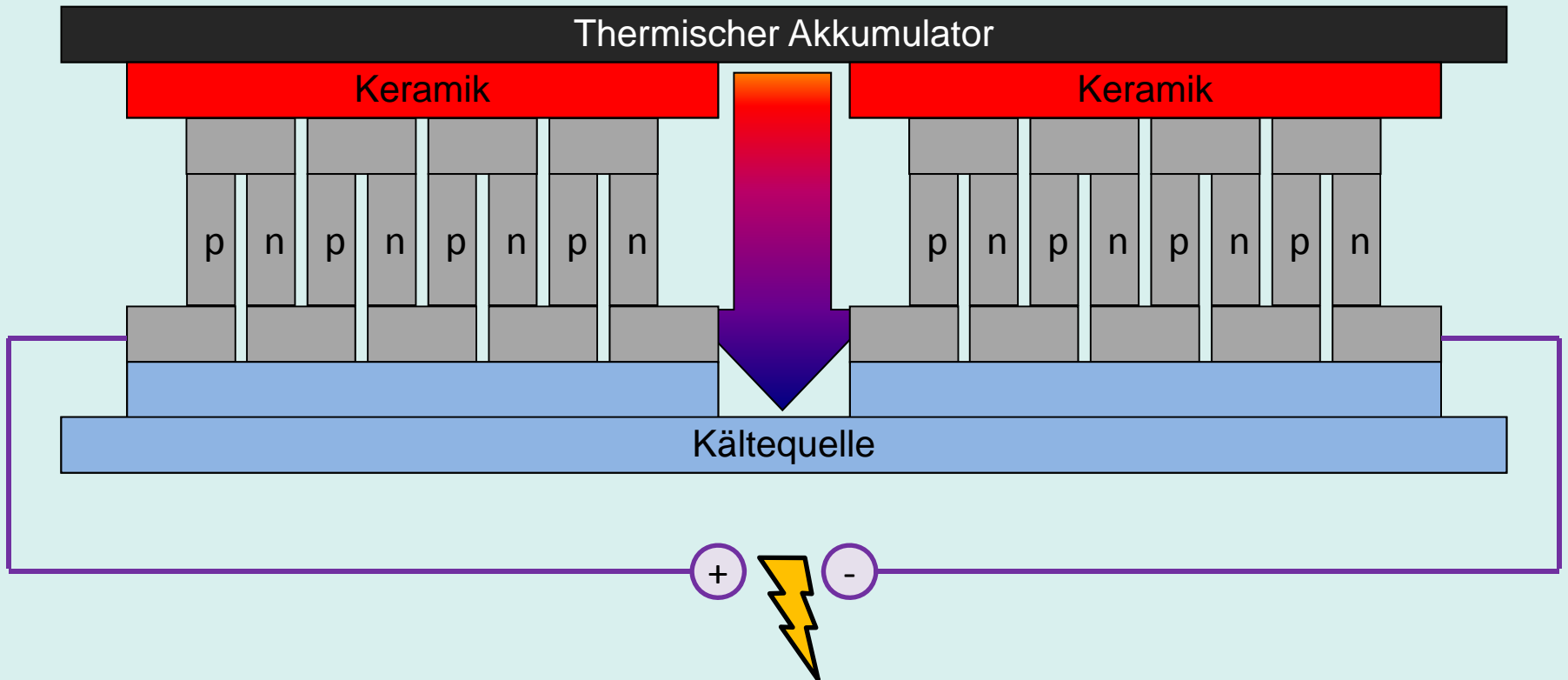
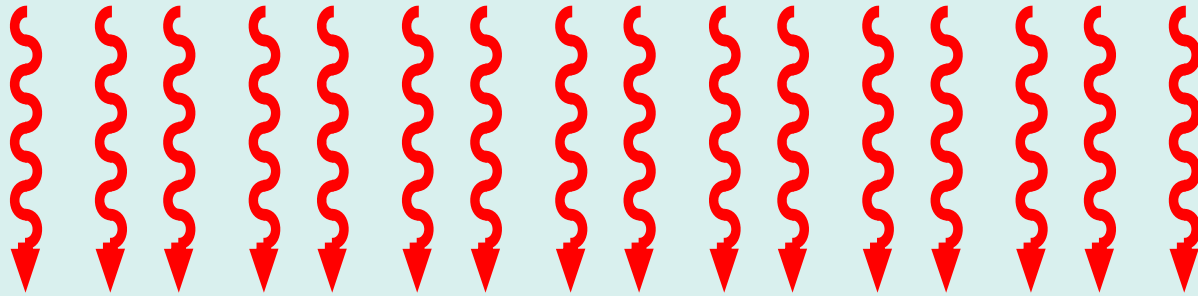
THERMISCHER TRANSMITTER

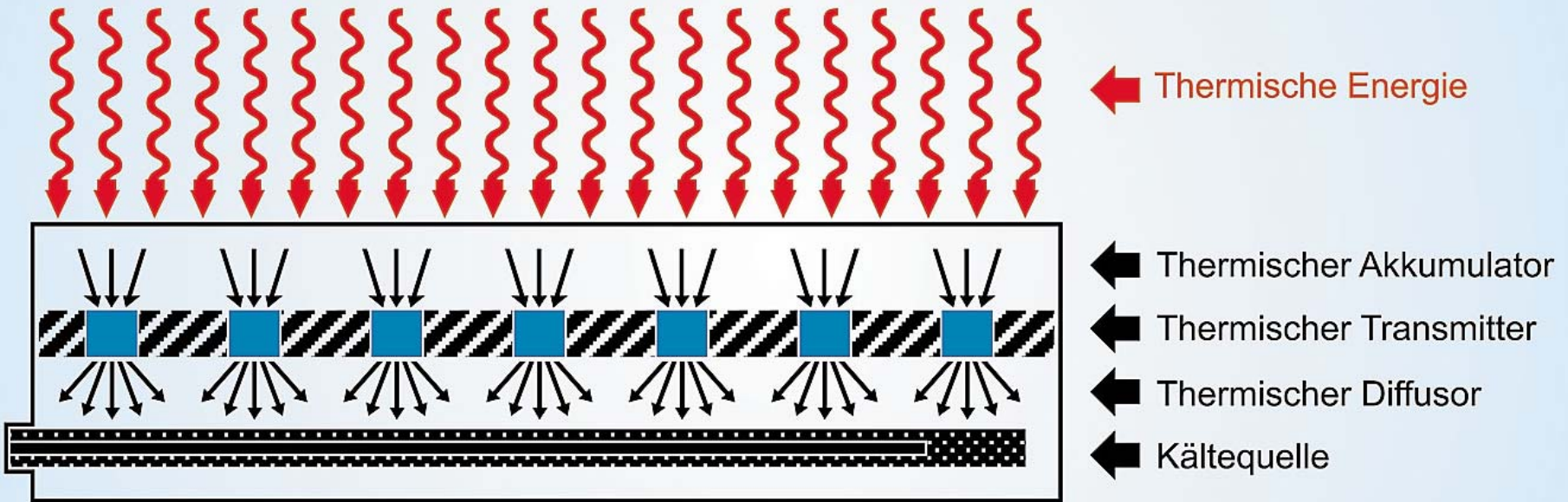
ENERGIEUMWANDLUNGEN

	Mechanische Energie	Thermische Energie	Strahlungsenergie	Elektrische Energie	Chemische Energie	Nukleare Energie
Mechanische Energie	Getriebe	Bremsen	Synchrotronstrahlung	Generator	Eischnee	Reaktionen im Teilchenbeschleuniger
Thermische Energie	Dampfturbine	Wärmeübertrager	Glühendes Metall	Thermoelement	Hochofen	Supernova
Strahlungsenergie	Radiometer	Solarkollektor	Nichtlineare Optik	Solarzelle	Photosynthese	Kernphotoeffekt
Elektrische Energie	Elektromotor	Elektroherd	Blitz	Transformator	Akkumulator	
Chemische Energie	Muskel	Ölheizung	Glühwürmchen	Brennstoffzelle	Kohlevergasung	
Nukleare Energie	Schnelle Neutronen	Sonne	Gammastrahlen	Radioisotopengenerator	Radiolyse	Brutreaktor

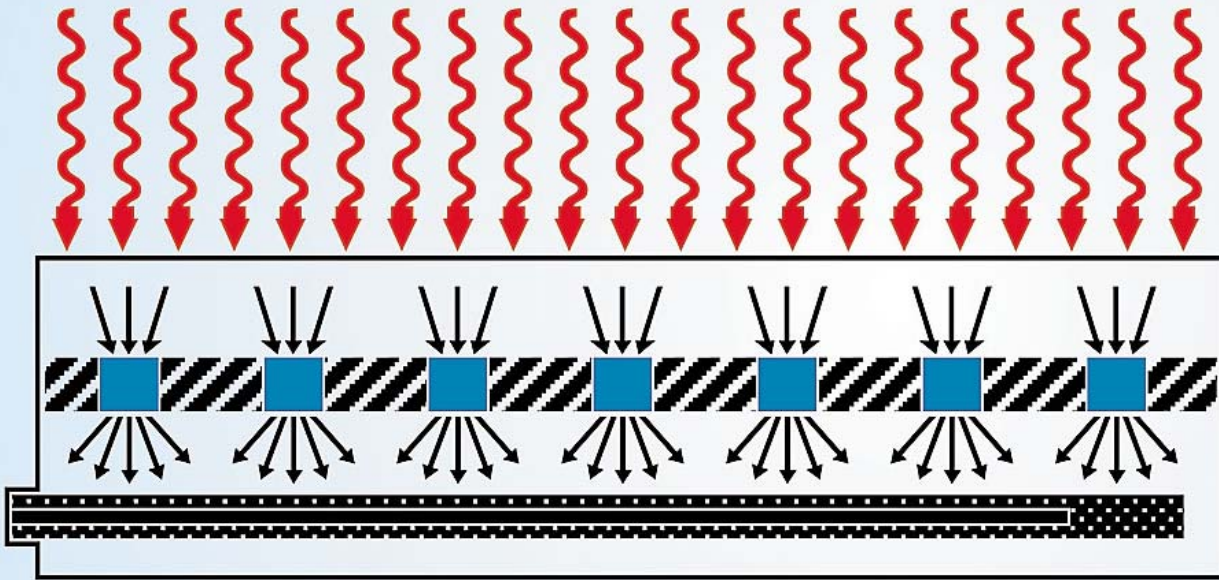
Wirkprinzip:

Differenzen erzeugen Spannungen





- Technologie:
 - Direkte Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie durch die Herstellung einer Kunststoffoberfläche mit einem extrem hohen Adsorptionsvermögen für Wärmeenergie (Infrarot) – Thermischer Akkumulator
 - Schutzrechte:
DE 102007055937.4 und PCT/EP 2008/068330



← Thermischer Akkumulator

- Thermischer Akkumulator:
 - 2-Komponentensystem, lösemittelfrei, flüssig appliziert
 - Nanoskalige IR-absorbierende Pigmente (n- und/oder p-leitend; Wellenlänge > 800nm)
 - Andere nanoskalige Elektronenspenders
 - Carbon-Nanotubes; $6000 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$



LEISTUNGSPARAMETER

- Thermogenerator (ohne Steuerelektronik):
 - 4 x 4 cm
 - Energieertrag

ΔT	127 p-n-Übergänge	199 p-n-Übergänge
40 K	0,5 Watt	1,5 Watt
60 K	1,0 Watt	2,0 Watt
80 K	2,0 Watt	4,0 Watt

INTEGRATION

THERMISCHER TRANSMITTER

EINSATZVORAUSSETZUNGEN

- Ausreichendes Wärmeangebot
- Temperaturdifferenz realisierbar

EINSATZMÖGLICHKEITEN

- Stahlindustrie, Aluminiumproduktion, Metallerzeugung
- Kältetechnik
- Kraftwerke und Verbrennungsmaschinen
- Nutzung von Sonnenstrahlung und Erdwärme
- ...

Kosten-Nutzen-Rechnung

Leistung pro m² Nutzfläche (Bei Einsatz der Steuerelektronik)	Bis zu 800 Watt (in Abhängigkeit von ΔT)
Jahresertrag (0,20 EUR / kWh)	1.500 EUR / m ²
Modulpreis	6.000 – 8.000 EUR / m ²
Amortisation (Amortisationszeit kann durch Nachverstromungsbonus und andere Förderungen reduziert werden)	4 – 6 Jahre
Lebensdauer	300.000 Stunden (34 Jahre)

Energiepotential Stahlproduktion^{*}

Deutschland:
50 Mio. Tonnen
Stahl pro Jahr



Energieeinsatz:
5 kWh pro kg



Gesamtverbrauch:
250 Mio. MWh

25% für Energy
Harvesting
(63 Mio. MWh)



Energiegewinn:
0,63 Mio. MWh bei
 $\Delta T = 40 \dots 80K$

Energiepreis:
0,20 EUR/kWh

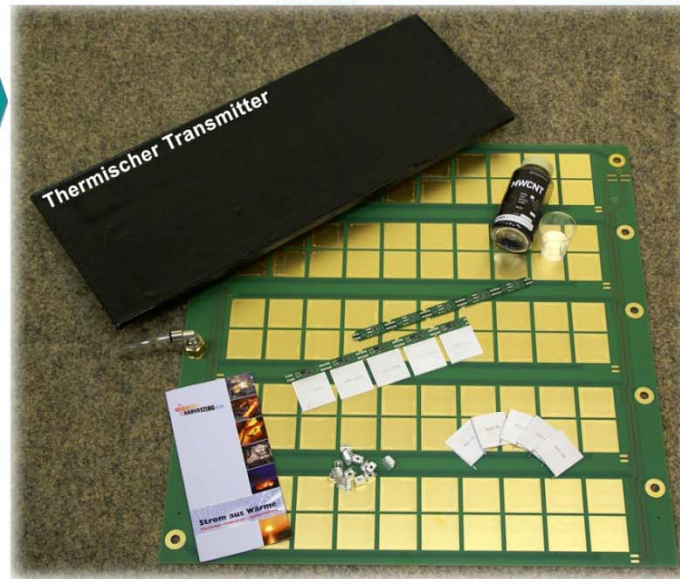
Erlös: 126 Mio. EUR

Autarkes Energienetzwerk



(Ab-)Wärmequelle

- Stahlwerke
- BHKWs
- Gießereien
-



Elektrotechnische Systeme

- Transformation
- Steuerung
- Einspeisung
- Kopplung
- Lichtkonzepte

EnergyHarvestingNet bietet eine breite Plattform für technische Lösungen und Innovationen.
www.duopan.de, www.energy-harvesting-net.de

Strom aus (Ab-)Wärme

Innovativ

durch direkte Umwandlung von Wärme in elektrische Energie unter Verzicht auf mechanische Komponenten.

Ökologisch

durch eine emissionsfreie Technologie zur Mehrfachnutzung von Wärmenergie.

Nachhaltig

durch Nutzung der weltweit vorhandenen umfangreichen Wärmepotentiale.

Summary

- **Mehrfachnutzung von (Ab-)Wärme als tragende Säule zukünftiger Energieversorgung und Beitrag zum Umweltschutz**
- Physikalische und chemische Eigenschaften:
 - Thermischer Akkumulator = lösemittelfreies 2K-System
 - Innovationen durch den Einsatz von Nanopartikeln
- Elektrische Eigenschaften:
 - ΔT von 40 bis 80 K \rightarrow 800 Watt / m²
 - Auswahl des Boosters bestimmt die Leistungsausbeute
- Mechanische und sonstige Eigenschaften:
 - Freie, **großflächige** Formgestaltung
 - Wartungsfrei, da keine mechanischen Elemente



VIELEN DANK.

THERMISCHER TRANSMITTER

Besuchen Sie uns auf der Hannover Messe
vom 08.-12. April 2013; Halle 17 Stand C50.9

Weitere Informationen finden Sie unter:

www.duopan.de

www.energy-harvesting-net.de



NETZWERK ENERGY HARVESTING

Energie effizient ernten

Dr.-Ing. Wolfgang Beck (r.) und Reinhard Börnert entwickeln Technologien und Verfahren, um aus der Abwärme von Gießereien oder von Automotoren elektrische Energie zu gewinnen.

Zur vierten »Woche der Umwelt« lud Bundespräsident Joachim Gauck Anfang Juni gemeinsam mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) in den Park von Schloss Bellevue ein. Unter den geladenen Vertretern aus rund 170 Unternehmen, Institutionen, Forschungseinrichtungen, Vereinen und Initiativen war auch Dr.-Ing. Wolfgang Beck, Geschäftsführer der DUROPAN GmbH in Halberstadt. Eine unabhängige Jury hatte das Unternehmen als eines von jenen ausgewählt, die bei dem Treffen neue Technologien, Produkte und Projekte für einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen präsentierten. In der präsidialen Einladung sieht Dr.-Ing. Beck

auch eine Würdigung der Arbeit des Netzwerks Energy Harvesting. Es wird im Rahmen des ZIM-Programms vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert. Gemanagt von Reinhard Börnert, Geschäftsführer der unabhängigen Beratungsgesellschaft BKS Consult GmbH in Berlin, arbeiten darin 15 Industrieunternehmen und fünf Forschungseinrichtungen aus sechs Bundesländern zusammen.

Ihr Ziel: Die Entwicklung von Technologien, Verfahren, Anlagen und Produkten, die elektrische Energie mit einem thermischen Transmitter auf Basis von Temperaturdifferenzen erzeugen. Wie Thermoelektrik funktioniert, demon-

strieren Dr. Beck und Netzwerkmanager Börnert gern mit einer kleinen Versuchsanordnung, die schon auf der Hannover Messe 2012 viel Interesse fand. Mit einer Infrarotlicht-Wärmequelle wird eine schwarze Platte bestrahlt, die mit Reihen von Bauelementen bestückt ist, die Arbeitsspeichern von Computern ähneln. Schon nach kurzer Bestrahlung leuchten LED-Lämpchen auf.

Den verblüffenden Effekt ermöglichen Thermische Transmitter, die mit einem extrem hohen Absorptionsvermögen Wärme direkt in elektrische Energie umwandeln. Entwickelt wurde das System bei DUROPAN von Dr. Beck und der Entwicklungsleiterin Anja Krich-

ler. Das wichtigste Geheimnis ihrer Technologie ist der Thermische Akkumulator. Um diesen zu entwickeln, führten sie mit wissenschaftlicher Unterstützung lange Versuchsreihen mit verschiedenen Kunststoffen durch, in die Infrarot absorbierende Nanopartikel eingebettet wurden. Die Technologie ist durch Patente geschützt. Die Wärmeleitung innerhalb der Polymermatrix sichern Carbon-Nanotubes (CNT), feinste Röhrrchen, deren Wärmeleitfähigkeit doppelt so hoch wie die von Diamanten ist. Sie sichern den stabilen Wärmefluss zum Thermogenerator. Unsichtbar wird die Leiterplatte von einer Flüssigkeit durchströmt, die die Temperaturdifferenz durch den Abtransport der Wärme aufrecht erhält.

STROM VON GLÜHENDEN GUSSTEILEN

Die Zahl möglicher Anwendungen für diese Technologie ist praktisch unbegrenzt, schwärmt Dr.-Ing. Beck. Sie ist überall einsetzbar, wo Wärme ungenutzt in die Umwelt entweicht. Beispielsweise Abwärme aus Stahl- und Walzwerken, aus der Aluminiumproduktion, aus Biogasanlagen und Brennstoffzellen, aus der Gebäudetechnik oder aus der Motorabwärme von Kraftfahrzeugen. Neben Kraftwerken und Verbrennungsanlagen gehören die 45 Millionen Fahrzeuge zu den größten Abwärmeproduzenten in Deutschland.

Über 50 Prozent der eingesetzten Energie entweichen als Wärmeenergie. Sie ließe sich mit Technologien des Energy Harvesting wenigstens teilweise »ernten«. Wie das praktisch funktionieren könnte, erläutert Börnert an einem Pilotprojekt des Netzwerks in einer Gießerei: An der Position im Produktionsprozess, wo die glühenden Gussteile abkühlen, wird ein von außen gekühlter Harvester-Käfig gebaut, der die Abwärme zur Erzeugung von Strom verwertet. »Aus einer Temperaturdifferenz von 40 bis 80 Kelvin können wir, je nach Auslegung des Harvesters, 800 Watt pro Quadratmeter und mehr gewinnen, fast die zehnfache Leistung von Photovoltaikerelementen«, sagt Dr.-Ing. Beck. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, erklärt er, dass »unser System praktisch wartungsfrei arbeitet, 300.000 Stunden garantieren wir als Lebensdauer der Thermogeneratoren«.

Die praktisch unbegrenzten Anwendungsmöglichkeiten »brachten uns



MESSUNG DER SPANNUNG an thermischen Transmittern.

schnell zu dem Schluss, dass wir die möglichst breite praktische Verwertung unserer Technologie nur mit einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie unterstützten Netzwerk aus Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen schnell vorantreiben können«, erinnert sich Dr.-Ing. Beck. Die Partner sind in ganz Deutschland angesiedelt, kleine und mittlere Industrieunternehmen in Halberstadt, Berlin, Teltow, Wernigerode, Blankenburg/Harz, Magdeburg, Forchheim in Oberfranken, Luckenwalde, Nachterstedt, Erfurt-Ermstedt, Burkersdorf und Dresden. Ausgewählt wurden sie so, erklärt Netzwerkmanager Börnert, dass sich eine Vielzahl neuer Verbundprojekte für gemeinsame Forschung und Entwicklung ergibt. Die Zielgebiete können die Stahlindustrie ebenso wie die Aluminiumproduktion sein, die Metallherzeugung oder Kältetechnik, Kraftwerke und Verbrennungsmaschinen oder die Nutzung von Sonnenstrahlung und Erdwärme.

Zusätzlich zu den laufenden Projektberatungen treffen sich einmal jährlich alle Netzwerkpartner zu einer Art Generalversammlung. Dabei entstehen neue Ideen. Immer wird nach neuen und verbesserten Lösungen gesucht: Wie lässt sich thermische, mechanische oder chemische Energie aus der Umgebung effektiv in nutzbare Energie umwandeln? Welche neuen Materialien sind erforder-

lich? Wie stimmt man das System aus Energiewandler, -speicher und -verbraucher für bestimmte Anwendungen am besten ab?

MILLIARDENMARKT PROGNOSTIERT

Ansporn sind auch Prognosen. Von derzeit 660 Millionen Dollar soll der Markt für Energy-Harvesting-Systeme in den kommenden zehn Jahren auf 4,4 Milliarden steigen, glauben Optimisten. Amerikanische und japanische Forschungseinrichtungen arbeiten intensiv an Verfahren und Geräten für das Energy Harvesting. Auch europäische Forscher und Ingenieure beackern das technische Wachstumsfeld. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und die EU fördern entsprechende Projekte wie das Netzwerk Energy Harvesting.

Zwischen den Jahresmeetings bearbeiten die Netzwerker eigene Projekte. Eins beschäftigt sich mit der Nutzung in einem Blockheizkraftwerk. Die Temperaturen im BHKW liegen zwischen Vor- und Rücklauf bei 95 und 45 Grad Celsius, bestens geeignet für die Energieernte.

ADRESSE

Netzwerk Energy Harvesting
BKS Consult GmbH
Kurfürstendamm 21
10719 Berlin
www.energy-harvesting.net