

## **Wechselstromerzeuger mit temperaturabhängigem Kondensator**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Umwandlung einer Temperaturdifferenz in elektrischen Wechselstrom. Nützliche Anwendungen ergeben sich in der Solarthermie, in der mobilen und dezentralen Stromerzeugung, oder in der Verwertung von industrieller Abwärme.

Stand der Technik ist unter anderem das Thermoelement, welches auf dem Seebeck-Effekt beruht. Es besteht aus zwei Stücken unterschiedlichen Metalls, die an einem Ende miteinander verbunden sind. Bei Auftreten einer Temperaturdifferenz zwischen der Verbindungsstelle und den freien Enden entsteht an den letzteren eine elektrische Spannung. Ähnlich aufgebaut ist auch das Peltier-Element, bei dem zwei oder mehr Stücke unterschiedlicher Halbleiter über Metallbrücken verbunden sind. Gemeinsames Merkmal dieser Effekte ist vor allem ihr schlechter Wirkungsgrad. Eine Umrichtung des so erzeugten Gleichstroms in den für das Stromnetz benötigten Wechselstrom wäre mit weiteren Verlusten behaftet.

Stand der Technik ist außerdem die Kombination von allerlei Wärmekraftmaschinen mit allerlei elektromechanischen Wandlern, was insgesamt mit viel Aufwand verbunden ist, und die wenigstens zweifache Energieumwandlung erlaubt ebenfalls keinen wirklich guten Wirkungsgrad.

Die vorliegende Erfindung vermeidet die genannten Nachteile des Standes der Technik und bildet letzteren in vorteilhafter Weise weiter.

Es wird ein Wechselstromerzeuger vorgeschlagen, dessen Grundlage ein Kondensator mit einer temperaturabhängigen Kapazität ist.

Ein geladener Kondensator ändert bekanntlich seine Spannung, wenn seine Kapazität sich ändert. Hängt nun seine Kapazität von der Temperatur ab, so gilt dies auch für seine Spannung. Mit wechselnder Temperatur kann man am Kondensator dann eine Wechselspannung erzeugen, die seiner Ladespannung überlagert ist. Der Wechselspannungsanteil lässt sich mit einem weiteren Kondensator leicht abtrennen und einem elektrischen Verbraucher zuführen, wobei es zum Stromfluss kommt. Mit der Höhe der Ladespannung lässt sich die Höhe der Wechselspannung in einem weiten Bereich stufenlos einstellen, was die Einspeisung der letzteren in ein Stromnetz sehr erleichtert.

Ein Dielektrikum mit temperaturabhängiger Permittivität zwischen den Kondensatorplatten bewirkt eine temperaturabhängige Kapazität. Wasser ist so ein Stoff. Bei Raumtemperatur beträgt seine Permittivität 80, bei 95 Grad Celsius nur noch 55. Entsprechend sinkt die Kapazität des Kondensators, während bei gleich bleibender Ladung seine Spannung steigt, und zwar um einen Faktor von 1,45 in dem genannten Temperaturbereich. Vermutlich sind andere Dielektrika noch sehr viel besser geeignet. Um eine Spannung auf diese Weise verändern zu können, darf die Ladung des Kondensators natürlich nicht Null sein. Der Kondensator muss zuvor aus einer separaten Spannungsquelle aufgeladen werden. Die dafür aufzuwendende Leistung ist vergleichsweise klein, wenn die Ladung über viele Temperaturwechsel erhalten bleibt.

Es gilt also, einem temperaturabhängigen Kondensator effizient und in schnellem Wechsel Wärme zu- und wieder abzuführen. Dies kann auf ähnliche Weise geschehen, wie das Erhitzen und Abkühlen des Regenerators in einem Stirlingmotor, wobei der

Kondensator den Platz des Regenerators einnimmt. Der Kondensator ist zu diesem Zweck von feinen Kanälen oder Spalten durchzogen, die einem vorzugsweise gasförmigen Fluid das Durchströmen ermöglichen. Dabei kommt es zu einem intensiven Wärmeaustausch zwischen dem Dielektrikum und dem Fluid. Ein Verdrängermechanismus schiebt das Fluid zwischen einem heißen und einem kalten Bereich eines abgeschlossenen Raumes hin und her. Dazwischen muss das Fluid durch den Kondensator, wobei es mal heiß, mal kalt ist. Der Kondensator kann auch in dem Verdränger eingebaut sein, so wie in Figur 1 dargestellt.

Der Verdränger verrichtet an dem Fluid keine Arbeit, weswegen für seinen Antrieb nur sehr wenig Leistung benötigt wird. Er kann von einem kleinen Elektromotor bewegt werden, der seinen Strom aus dem Kondensator bezieht. Es entsteht eine Art „elektrischer Stirlingmotor“, bei dem der sonst übliche Arbeitskolben durch eine Elektromaschine ersetzt ist. Dieser elektrische Stirlingmotor kann, je nach Auslegung, sowohl eine elektrische als auch eine mechanische Nutzarbeit abgeben.

Es ist aber auch möglich, die von dem Verdränger erzeugten Druckschwankungen etwa mittels Zylinder, Kolben und Kurbeltrieb in eine Drehbewegung umzusetzen und diese zum Antrieb des Verdrängers zu verwenden. So erhält man einen gewöhnlichen Stirlingmotor, bei dem der Regenerator durch einen temperaturabhängigen Kondensator ersetzt ist. Auch bei diesem kann man, je nach Auslegung, sowohl elektrische als auch mechanische Leistung entnehmen. Dabei verhält sich der Kondensator, von der Motorseite her betrachtet, genauso wie ein Regenerator, nämlich als Wärmespeicher. Vorausgesetzt natürlich, der Kondensator verträgt die hohen Temperaturen.

Zum Aufbau des Kondensators verwendet man beispielsweise eine Folie des temperaturabhängigen Dielektrikums und wickelt diese auf, zwischen zwei Lagen Folie aus einem guten elektrischen

Leiter wie Kupfer als Kondensatorplatten. Ist das Dielektrikum flüssig oder lässt es sich aus anderen Gründen nicht zu Folie verarbeiten, so bindet man es an ein geeignetes Trägermaterial, oder man füllt es zusammen mit geeigneten Abstandhaltern zwischen die Kondensatorplatten. Zwischen diese Folienstapel wickelt man eine weitere Folie aus einem elektrischen Isolator, der einerseits den Kurzschluss zwischen den Kondensatorplatten verhindert, der aber auch Kanäle oder Spalten für das Wärmetransportfluid frei hält. Das Fluid kann so den Kondensator parallel zur Wickelachse durchfließen.

Verwendet man Wasser oder eine andere Flüssigkeit als Dielektrikum, so betreibt man den Kondensator vorzugsweise unter hohem Druck, um den Siedepunkt möglichst weit nach oben zu verlagern und die nutzbare Temperaturdifferenz zu vergrößern. Dazu schließt man den Kondensator am besten in einem Druckbehälter ein.

Es kann sein, dass bei manchem Dielektrikum eine besonders große Änderung der Permittivität auftritt, wenn dieses einen Phasenwechsel vollzieht, wenn also beispielsweise ein festes Dielektrikum schmilzt, oder wenn ein flüssiges Dielektrikum verdampft. Dieses sollte man nach Möglichkeit ausnutzen, jedoch darf der Kondensator bei dem Phasenübergang nicht beschädigt werden.

Die Kapazität eines Kondensators lässt sich auch durch mechanische Krafteinwirkung verändern, etwa indem man den Abstand oder den Überdeckungsgrad der Platten verändert, oder die Menge des Dielektrikums zwischen den Platten. Eine Veränderung des Plattenabstands durch die Kraftwirkung von Schallwellen ist bereits vom Kondensatormikrofon bekannt. Wenn die den Kondensator verändernde Kraft auf einer Temperaturänderung beruht, insbesondere eines Gases, so erhält man indirekt wieder einen Kondensator mit temperaturabhängiger

Kapazität, mit dem sich in der beschriebenen Weise thermische in elektrische Energie umwandeln lässt. So könnte man beispielsweise mit den vom Verdränger eines Stirlingmotors erzeugten Druckschwankungen den Abstand von Kondensatorplatten verändern, die nach Art eines Kondensatormikrofons als Membranen ausgebildet sind. Man könnte damit auch ein flüssiges Dielektrikum zwischen die Kondensatorplatten hinein- und herauspumpen. Der Plattenabstand ließe sich wohl auch durch das Verbiegen von Bimetallfolien verändern.

Möglicherweise lässt sich auch auf andere Weise ein Speicher für elektrische Energie aufbauen, dessen Spannung von der Temperatur abhängig ist. Dieser kann dann in gleicher oder ähnlicher Weise zum Erzeugen von Wechselstrom benutzt werden, wie der temperaturabhängige Kondensator. Denkbar ist unter anderem eine elektrische Spule, deren Induktivität von der Temperatur abhängig ist, vielleicht auf Grund eines besonderen Kernmaterials. Möglicherweise ist es auch von Vorteil, zwei oder mehr solche Effekte zu kombinieren. Möglicherweise ist der eine oder andere dieser Effekte umkehrbar, wodurch sich der vorgeschlagene Wechselstromerzeuger bei Stromzufuhr in eine Kältemaschine umfunktionieren ließe.

Mit vorliegender Erfindung werden die folgenden Vorteile erreicht.

Der Wirkungsgrad des vorgeschlagenen Wechselstromerzeugers lässt sich an dieser Stelle nur sehr ungenau abschätzen. Würde man mit den Druckschwankungen eines Gases Kondensatorplatten bewegen, so entspräche der Wirkungsgrad der thermoelektrischen Umwandlung wohl dem einer herkömmlichen Wärmekraftmaschine mit Stromgenerator, also vielleicht 30 bis 40 Prozent. Bei Kondensatoren mit temperaturabhängigem Dielektrikum kann man vielleicht einen ähnlichen Wirkungsgrad erwarten, vielleicht auch mehr. Das hängt vom Material ab und bleibt zu erforschen. Der

Aufbau des neuen Wechselstromerzeugers ist aber ungleich einfacher als der bei herkömmlichen Technologien, speziell die Variante mit temperaturabhängigem Dielektrikum.

Nachfolgend werden die Zeichnungen näher erläutert.

Die Ziffern bezeichnen: Verdränger (1), temperaturabhängiger Kondensator (2), Wärmequelle (3), Wärmesenke (4), wärmeleitende Wand (5), Wärmeisolator (6), Elektromotor mit Kurbeltrieb (7).

Figur 1 zeigt einen thermoelektrischen Wechselstromerzeuger im Querschnitt. Der Verdränger (1) wird über ein Pleuel von dem Motor mit Kurbeltrieb (7) auf und ab bewegt. Dabei wird jedes Mal das darüber oder darunter befindliche Gas hindurch gepresst und tauscht Wärme mit dem Kondensator (2). Das Gas oberhalb des Verdrängers wird durch die wärmeleitende Wand (5) hindurch von der Wärmequelle (3) erhitzt, während das Gas unterhalb des Verdrängers von der Wärmesenke (4) gekühlt wird. Zwischen dem heißen und dem kalten Bereich der wärmeleitenden Wand (5) befindet sich ein Wärmeisolator (6), der einen thermischen Kurzschluss verhindert. Nicht gezeichnet sind elektrische Vorrichtungen, etwa zum Aufladen des Kondensators, oder die Stromversorgung des Motors aus der am Kondensator erzeugten Wechselspannung. Die Pfeile zeigen die Drehrichtung des Motors oder die Flussrichtung des Gases. Im Augenblick bewegt sich der Verdränger nach oben.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Umwandlung einer Temperaturdifferenz in elektrischen Wechselstrom, der „Wechselstromerzeuger“, umfassend  
  
ein elektrischer Kondensator mit einer temperaturabhängigen Kapazität,  
  
eine Vorrichtung zum Aufladen des Kondensators,  
  
eine Vorrichtung zum periodischen Verändern der Kondensatortemperatur,  
  
dadurch gekennzeichnet,  
  
dass durch Verändern der Temperatur des geladenen Kondensators an diesem eine Wechselspannung erzeugt wird, die seiner Ladespannung überlagert ist.
2. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Temperaturabhängigkeit des Kondensators auf einer temperaturabhängigen Permittivität eines Dielektrikums zwischen den Kondensatorplatten beruht.
3. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Dielektrikum auf Grund des Temperaturwechsels einen Phasenwechsel vollzieht.
4. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Dielektrikum flüssig ist, insbesondere Wasser oder eine wasserhaltige Flüssigkeit.
5. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest das Dielektrikum des

Kondensators unter hohem Druck betrieben wird, oder wobei der Kondensator oder wenigstens ein Teil desselben in einem Druckbehälter eingeschlossen ist.

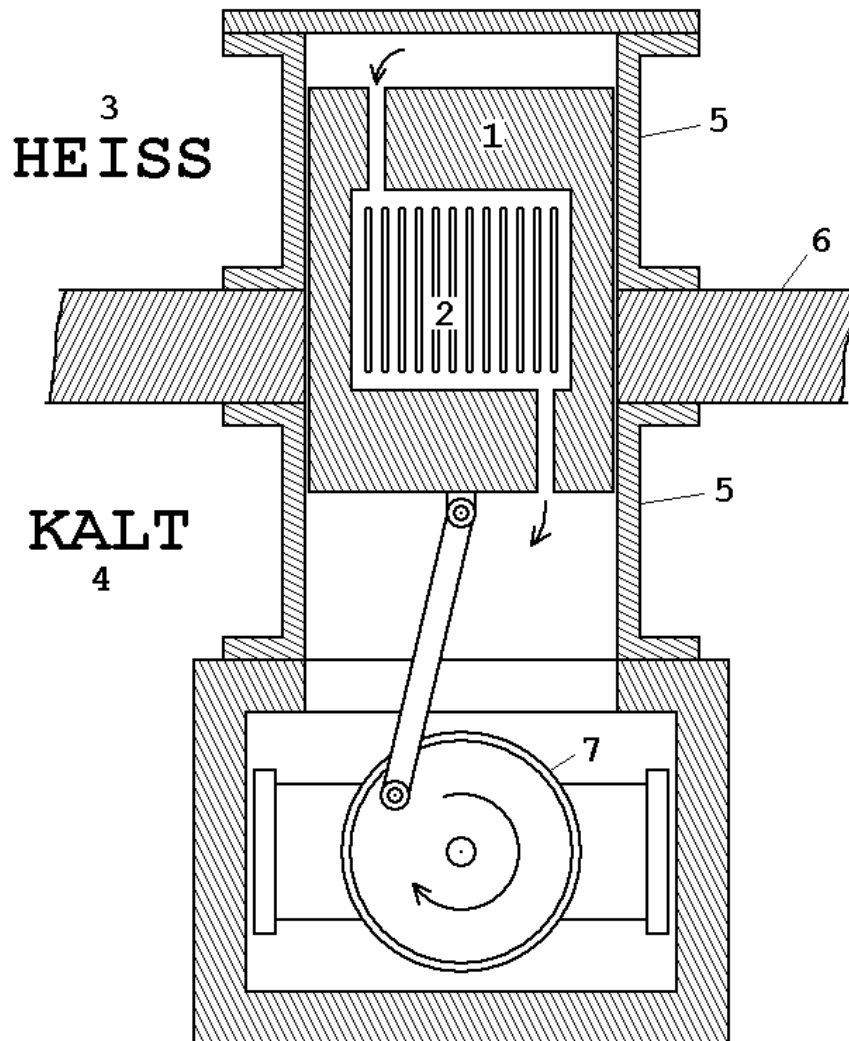
6. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kondensator wenigstens zum Teil aus Folien gewickelt ist, und wobei zwischen den Folien möglicherweise ein Wärmetransportfluid fließen kann.
7. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Temperaturabhängigkeit des Kondensators auf einer die Kondensatorgeometrie verändernden Kraft beruht, die durch eine Temperaturänderung verursacht ist, insbesondere auf einer Kraft durch Wärmedehnung eines Gases, einer Flüssigkeit oder eines Festkörpers.
8. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine membranartig ausgeführte Kondensatorplatte unter dem Einfluss eines sich temperaturbedingt ändernden Drucks ihren Abstand zur anderen Kondensatorplatte verändert.
9. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr an dem Kondensator über ein Wärmetransportfluid erfolgt.
10. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr an dem Kondensator durch Strahlung erfolgt.
11. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei abwechselnd mal ein heißes, mal ein kaltes Wärmetransportfluid den Kondensator um- oder durchströmt.

12. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Verdrängermechanismus ähnlich dem eines Stirlingmotors mal einen heißen, mal einen kalten Strom eines Wärmetransportfluids an oder durch den Kondensator treibt.
13. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Verdrängermechanismus von einem Motor bewegt wird, dessen Antriebsleistung wenigstens zum Teil aus dem Kondensator stammt.
14. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Kondensator von feinen Kanälen oder Spalten durchzogen ist, oder mit Lamellen oder anderen die Oberfläche vergrößernden Strukturen versehen ist, oder in eine Mehrzahl von kleineren Einheiten oder Abschnitten unterteilt oder gegliedert ist, um den Wärmeaustausch etwa mit einem Wärmetransportfluid zu verbessern.
15. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kondensator in oder an einem Verdränger ähnlich dem eines Stirlingmotors untergebracht ist.
16. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kondensator in oder an einem Stirlingmotor eingebaut ist und dort möglicherweise auch die Funktion eines Regenerators erfüllt.
17. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieser elektrisch oder auch thermisch mit anderen Wechselstromerzeugern zusammengeschaltet ist, und wobei diese Wechselstromerzeuger möglicherweise phasenverschoben betrieben werden.

18. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieser durch einen Verbrennungsvorgang mit Wärme versorgt wird, oder durch katalytische Verbrennung, oder durch gebündelte Sonnenstrahlung, oder durch Erdwärme, oder durch industrielle Abwärme.
19. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieser im oder am Auspuff eines Fahrzeugs mit Wärme versorgt wird.
20. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieser wenigstens stellenweise transparent ist, um einer Strahlung den Eintritt oder den Austritt zu ermöglichen.
21. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dessen Abwärme auf die atmosphärische Luft oder auf fließendes Wasser übertragen wird.
22. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieser auf einem Schiff als Teil der Schiffshülle ausgeführt ist und das vorbeiströmende Wasser als Wärmesenke dient, und wobei die Abwärme dort möglicherweise auch den Bewuchs durch Meeresorganismen verhindert, abgesehen vielleicht von einem glitschigen Bakterienfilm, der den Strömungswiderstand senkt.
23. Wechselstromerzeuger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Dielektrikum eines Kondensators aus einer Mehrzahl von Teilen oder Schichten oder Abschnitten aufgebaut ist, die insbesondere aus unterschiedlichen Materialien bestehen und unterschiedliche Funktionen erfüllen können.

## **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Umwandlung einer Temperaturdifferenz in elektrischen Wechselstrom. Sie beruht auf einem geladenen Kondensator mit temperaturabhängiger Kapazität, dessen Spannung sich mit der Temperatur ändert. Periodische Temperaturwechsel werden effizient mit einem Verdrängermechanismus herbeigeführt, der demjenigen eines Stirlingmotors ähnelt.



Figur 1. Thermoelektrischer Wechselstromerzeuger im Querschnitt.