

# SEKTORKOPPLUNG: MEHR ALS NUR POWER TO HEAT

## WÄRME-KÄLTE-KOPPLUNG, MIT WÄRME KÜHLEN UND ANDERES



Bild 1: Vakuum-Flüssigstechnologie in der Westsächsischen Hochschule Zwickau

Der Begriff der Sektorkopplung wird häufig, vor allem aus Sicht großer Energieversorger, als Synonym für das Verheizen von Strom, oder auf Neudeutsch: Power to heat, verwendet. Hinter der Auflösung der scharfen Trennung bei der Bereitstellung und Nutzung von Wärme und Strom, liegen jedoch noch weit größere Potentiale, die Chancen für die Energiewende bieten.

Das BMWi definiert es wie folgt: Damit die Energiewende auch auf lange Sicht ein Erfolg wird, müssen wir nicht nur den Stromsektor auf Erneuerbare Energien umstellen, sondern auch im Wärme- und Verkehrsbereich stärker auf die Erneuerbaren setzen. Dies geschieht etwa durch den direkten Einsatz von Erneuerbaren Energien – zum Beispiel um ein Haus mittels Solarthermie zu heizen. Zusätzlich hilft aber auch der Einsatz von Strom aus Erneuerbaren dabei, die Energiewende in den anderen Sektoren voranzubringen. Wenn man diesen sauberen Strom nutzt, um in anderen Sektoren den Einsatz von fossilen Energien zu reduzieren, spricht man von „Sektorkopplung“.

### Wärme und Kälte wird meist getrennt betrachtet

Sowohl in der Ausbildung, als auch im Handwerk und der Industrie gilt eine

strikte Systemtrennung von Wärme und Kälte. Das hat zur Folge, dass vor Ort nicht selten beide Gewerke tätig sind, ohne voneinander zu partizipieren.

Heute wird etwa 16% des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland für die Kälteerzeugung verwendet. Die dabei anfallende Abwärme wird jedoch meist nicht als wertvolle Ressource zur Wärmeversorgung genutzt, sondern durch Rückkühler in die Atmosphäre geblasen. Eine gute Verwertung wäre beispielsweise die Anhebung der Quelltemperatur von Wärmepumpen. Dabei kann man grob veranschlagen, dass sich die elektrische Leistungsaufnahme einer Wärmepumpe durch eine Erhöhung der Quelltemperatur um 1° K um etwa 20% reduziert. Das gleiche gilt natürlich auch für viele weitere Industrieprozesse, in denen am Ende Niedertemperatur-Wärme als Abfall entsteht.

Auch wenn von Seiten der Bundesregierung der Begriff „Efficiency First“ propagiert wird, gilt es bei aller Vermeidungsstrategie auch zu beachten, dass die danach verbleibende Restenergie so klimaneutral wie nur möglich erzeugt wird. In dem Kontext bleibt ein möglichst geringer Energieverbrauch durchaus ein anzustrebendes Wirtschaftsziel. Um dies zu erreichen sollte grundsätzlich kein

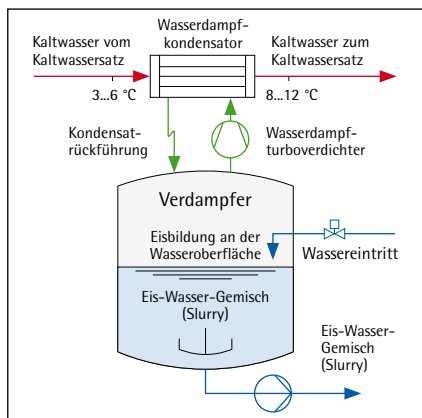
Mehrverbrauch unterstützt werden und Bonussysteme bei Energieverbrauchern durch Malussysteme ersetzt werden. Somit würde die Idee der Sektorkopplung die jeweils nützlichere Technologie aus dem anderen Sektor gewinnbringend nutzen. Strom zu verheizen, sollte immer die letzte Möglichkeit sein, überschüssigen Strom zu nutzen.

### Wärme in Kälte: Eine spannende Alternative

Eine Überlegung in diesem Zusammenhang ist die Speicherung der Energie in Form von Kälte. Kälte wird heute zu ca. 93% in dem Moment erzeugt, indem sie verbraucht bzw. genutzt wird. Aber das ließe sich ändern, indem die Kältespeicherung in Form von flüssigem Eis stattfindet, wodurch das Einlagern, der Transport und die Nutzung viel flexibler werden. Kälte kann so zur Nutzung von überschüssigem Strom (oder Wärme) als Regelernergie dienen. Mit dieser neuen Technologie hat das Institut für Luft- und Kälte aus Dresden den Deutschen Kältepreis 2016 gewonnen.

Die Idee: Wasser kocht im Grobvakuum von 6,1 mbar bei 0°C. Da die Verdampfungsenthalpie mehr als 7 mal höher als die Erstarrungsenthalpie ist – entzieht das kochende Wasser dem darunter liegenden Wasser so viel Energie, dass es Eiskristalle bildet. Dieser Vorgang kann bis zu einem Eisanteil von 50% im Wasser fortgesetzt werden. Damit entsteht flüssiges Eis, was wie Wasser gepumpt werden kann. Da diese Technologie ohne synthetisches Kältemittel, das Wasser ist gleichzeitig das Kältemittel, wie auch ohne Wärmeübertrager auskommt und Eis bei 0°C entstehen lässt, ist die Umweltverträglichkeit, die Effizienz und die Effektivität gleichermaßen beeindruckend hoch.

Mit diesem Verfahren kann vor allem überschüssige Sonnenenergie sehr gut genutzt werden, denn Kühlung wird hauptsächlich dann benötigt, wenn die Sonne scheint. Es entstehen durch den Einsatz 1 kWh-Elektroenergie dann ca. 5 bis 8 kWh Kälte, deren Abwärme wieder für die Optimierung von Wärmepumpen dienen könnte.



Quelle: ILK Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH

Bild 2: Vakuum-Flüssigeistechnologie

### Mit Eis heizen: Ein schönes Beispiel gelungener Sektorenkopplung.

Der Clou: Wenn einer Wärmepumpe die Quelltemperatur um zum Beispiel 6°K angehoben wird, verringert sich ihr Stromverbrauch um 12% und ihre Systemjahresarbeitszahl steigt von zum Beispiel 4 auf 5.

Die Transportierbarkeit und die Speicherbarkeit des flüssigen Eises ermöglicht,

- die Kälte zu produzieren wenn der Strom im Überfluss zur Verfügung steht
- die Wärme benötigt wird
- oder der Prozess am effektivsten arbeitet
- die Kühlung zu betreiben, wenn sie soll.

Herstellen und Verbrauchen wird entkoppelt, was einen wesentlichen Beitrag zur dringend benötigten Regelenergie in Deutschland leisten könnte. Flüssiges Eis könnte auch viele kleine Kühlaggregate erübrigen, um damit auf viele kleine Rückkühler zu verzichten, was die Abwärmenutzung überhaupt erst interessant macht. Im großen Stil könnte so ein wesentlicher Beitrag zur Dekarbonisierung erfolgen.

### Mit überschüssiger Wärme kühlen: Auch das geht

Überschüssige Wärme geht bei der Nutzung von thermischer Solartechnik immer einher mit hohen Temperaturen, die mit Absorptionskältemaschinen aus einer kWh Wärme etwa 0,8 kWh Kühlung produzieren können. Da Kälte wertvoller als Wärme gehandelt wird, ist das eine echte Veredlung. Wenn es sich dabei noch um sonst nicht nutzbare Wärme handelt: ein echter Gewinn.

Speziell Bürohäuser oder ähnliche Anwendungen könnten mit dieser Kombination wesentlich zukunftsfähiger wer-

den, da der Sonnenkollektor im Sommer sich um Warmwasser und Kühlung und im Winter um Warmwasser und Heizung kümmern könnte. Wenn der Sonnenkollektor am Bürohaus noch den sonst üblichen Sonnenschutz ersetzt, sind die Mehrkosten schon damit bezahlt und nebenbei wird ein Teil der Kühllast verringert.

Nach wie vor ist das „Vermeiden von Verbrauch“ deutlich effektvoller als das „anders Herstellen“, denn viele Hallendächer provozieren in den darunter liegenden Räumen Klimatisierungsbedarf. Auch durch die Aufständigung von thermischen und fotoelektrischen Elementen und deren Schattenwurf, verringert sich die nötige Kühllast.

Ein Zusammenhang lässt sich auch bei der Biomasse herstellen. So wird zum Beispiel in mehr als der Hälfte der Biogasanlagen in Deutschland die anfallende Wärme nicht genutzt, was den Systemwirkungsgrad unter 45% hält.

Hier besteht eine riesige Chance, diese Wärme für andere Sektoren zu nutzen, z.B. für:

- Wärmeintensive Dienstleistungen wie zum Beispiel Wäschereien
- Niedertemperaturige Verbraucher in der Nahrungsmittelproduktion: 5°C höhere Temperatur des Gießwassers bringt ca. 20% mehr Ertrag in der Aufzucht von Gurken oder Tomaten.

### Eine Aufgabe für Politik und Wirtschaft

In vielen Städten in Deutschland, bei vielen kommunalen Einrichtungen ist der Gebäude- oder Grundstückseigentümer und der Benutzer/Betreiber des Objektes nicht der selbe. Daraus resultiert die Problematik, dass Investitionen dem Besitzer Geld kosten, aber nur dem Betreiber nützen. Hierfür Lösungen zu schaffen wäre eine besondere Sektorenkopplung. Oft sind es nicht technische, sondern ausschließlich formale Hinderungsgründe, die politisch angegangen werden könnten.

### Synergieeffekte mit Nachhaltigkeit

Ein momentan sehr populäres Beispiel für Sektorenkopplungen ist die Windverstromung in Nord- und Ostsee und die Verwendung in der Mobilität. Unter dem Motto: „Warum in die Ferne schweifen, wenn das Gute liegt so nah?“, könnten ganz andere Synergieeffekte viel nützlicher sein.

Die Parkflächen vor Einkaufszentren zu überdachen, würde der Kundschaft trockene und verschattete Parkflächen bieten – und dem Betreiber einen zu-

sätzlichen Nutzen durch den Verkauf von Strom. Auch hier sind es formale Gründe, die dieses Geschäftsmodell nicht ohne weiteres umsetzbar machen.

Zu vielen Tankstellen werden im Sommer Mengen an Roheiswürfeln durch Deutschland transportiert, weil momentane Hygienevorschriften die Eiswürfelbereitung vor Ort nicht zulassen, obwohl gerade im Hochsommer die Photovoltaikanlage auf dem Dach der Tankstelle Überschussstrom produziert und der möglicherweise baugleiche Eiswürfelbereiter im Hotel 150 m weiter Atomstrom verbraucht.

### Eine Alternative zu teuren Höchstspannungsleitungen

In den letzten Jahren wurde Energiewende gesagt und Stromwende gemeint. Ein schönes Beispiel gelungener Energiewende mit Sektorenkopplung wäre als Alternative zu den geplanten (und teilweise schon im Bau befindlichen) Hoch- und Höchstspannungsleitungen durch Deutschland die dezentrale Errichtung von 1.000.000 thermischen Solaranlagen

Damit vermeiden wir im wesentlichen Gasverbrauch -> Der wiederum entlastet die vorhandenen Gasnetze -> Mit diesem Gas könnte man 10.000 kleine BHKWs betreiben -> Diese BHKWs könnten Strom und Wärme dann zur Verfügung stellen, wenn es vor Ort benötigt wird.

Die derzeitige Gasspeicherkapazität in Deutschland beträgt ca. einen Jahresbedarf. Diese Art von Sektorenkopplung würde:

- den Steuerzahler maximal eine interessante Förderung kosten,
- dem Interessierten sofort zurück fließen,
- keine nennenswerten Infrastrukturanpassungen nötig machen,
- die Nennleistung der BHKW als Regelenergie zur Verfügung stellen
- viele alte Gasheizungen in die Rente schicken
- die Dezentralität der Energieversorgung nennenswert nach vorn bringen
- ... und nebenbei noch einen schönen Beitrag zur Demokratisierung der Energiewirtschaft bewirken.

### ZUM AUTOR:

▶ Bernd Felgentreff

Technische Beratung für Systemtechnik, Leipzig