

CO₂-Emissionsreduzierung in der Kälte-, Klima- und Lüftungstechnik

Regenerative Energien als Alternative zum Öl- und Strompreisdiktat

Wilfried Zörner, Ingolstadt

Die Heizölpreise werden wie zuletzt wohl auch in diesem Jahr wieder erheblich steigen. Hand in Hand damit steigen die Kosten für elektrische Energie. Als Kostenfaktor gewinnt somit die Energienutzung für Unternehmen zunehmend an Bedeutung. Aus diesem Grund sollten Unternehmen in einer Zeit stagnierender Umsätze und steigender Rohstoffpreise die Wirtschaftlichkeit einer Investitionsentscheidung wie die der technischen Gebäudeausrüstung nicht außer Acht lassen.

Hier stellt die Nutzung regenerativer Energien eine interessante Alternative für Industrieunternehmen dar. Industrie und Gewerbe verbrauchen gut 40% der Endenergie in Deutschland. Diese Endenergie wird zu knapp 60% zur Erzeugung von Prozess- und Raumwärme sowie Warmwasser eingesetzt. Bei derart hohem Bedarf an Energie ist es nicht verwunderlich, wenn die Unternehmen diesbezüglich sensibel werden. Allerdings sind die Möglichkeiten zur Beeinflussung von Öl- oder Strompreisen gering, geht es dabei nicht selten um politisch-strategische, konzerngetriebene oder auch steuerpolitische Entscheidungen.

Möglichkeiten für den Einsatz regenerativer Energien

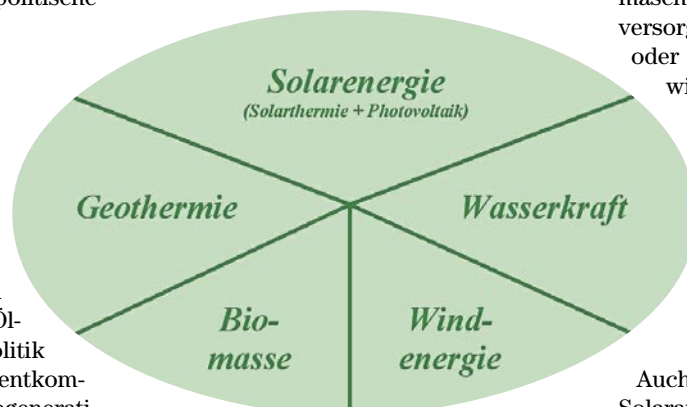
Die regenerativen Energien bieten eine Vielfalt von Möglichkeiten, wie die Unternehmen dem Diktat von Öl-Scheichs und Öl-Händlern und auch der Preispolitik der Stromkonzerne dauerhaft entkommen können. Die Nutzung der regenerativen Energien folgt immer dem gleichen

Grundprinzip: Die Energieerzeugung erfolgt dezentral, d.h. vor Ort (Solaranlage auf dem Dach, Wärmepumpe in der Heizzentrale, Photovoltaikanlage in der Fassade usw.) und sie nutzt quasi lokale Energiequellen (den Erdboden, den Wald in der Nähe, den am Gebäude vorbei fließenden Bach etc.).

Die Nutzung regenerativer Energien im industriellen Umfeld hat noch immer Seltenheitswert. Zwar gibt es die eine oder andere publikumswirksame „Nullmissionsfabrik“, doch wird die Verbreitung dem Potenzial bei weitem noch nicht gerecht. Dabei geht es bei der Verwendung regenerativer Energien nicht nur um das Einspeisen von Solarstrom. Auch die Erzeugung von Wärme für die verschiedensten Produktionsprozesse spielt hier eine wichtige Rolle. Von der erwähnten Vielfalt seien an dieser Stelle zwei Beispiele zum ganzheitlichen Einsatz regenerativer Energien dargestellt:

Wärme auf niedrigem Temperaturniveau bis etwa 80 °C (z. B. zum Reinigen von Behältern, zum Trocknen oder Temperieren), ggf. Kälte zur Maschinenkühlung

Die Wärme-Grundlast übernimmt hier ein Blockheizkraftwerk (BHKW). Das BHKW, beispielsweise mit kostengünstigem Rapsöl betrieben, produziert dabei die erforderliche



Bandbreite regenerativer Energien

zum Autor

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner,
FH Ingolstadt,
Leiter Kompetenzzentrum Solar-
technik und als BayTech-Partner
Leiter des BayTech-
Zentrums für
"Engineering &
Management"



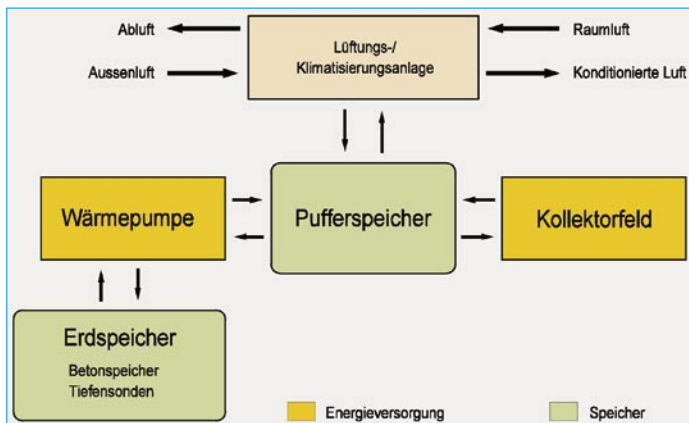
liche Wärme und nebenbei Strom, der selbst verbraucht oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann. Der Vorteil dieser Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) liegt in der maximalen Ausnutzung des jeweiligen Brennstoffs.

Dieses System lässt sich im Falle von Kältebedarf noch weiter ausbauen bzw. optimieren: Ein Teil der vom BHKW produzierten Wärme wird dabei zum Betrieb einer thermischen Kältemaschine verwendet. Dadurch erhöht sich nochmals die Effizienz des Energieeinsatzes, da ein Großteil des für die herkömmliche Kälteerzeugung erforderlichen Stroms eingespart wird (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung). Sehr praktisch erscheint die Kombination mit einer thermischen Solaranlage. Bei ausreichend Sonnenschein wird die Kältemaschine dann direkt von der Solaranlage versorgt, d.h. das BHKW kann stillgesetzt oder heruntergefahren werden und es wird kein Brennstoff verbraucht.

Bei keinem oder geringem Kältebedarf steht die Solaranlage schließlich als Wärmelieferant zur Verfügung.

Wärme für Raumheizung und Warmwasser, d.h. bis etwa 60 °C, ggf. Raumklimatisierung

Auch hier bietet sich eine thermische Solaranlage an, die im Sommer zu 100% und in den Übergangszeiten noch immer



Schema der Gebäudetechnik

bedarfsgerecht direkt von der Solaranlage versorgt, d.h. es entfallen die hohen Stromkosten, die eine konventionelle Raumklimatisierung verursacht.

All diese Technologien zielen auf eine Minimierung der Kosten für Brennstoffe und elektrische Energie ab. Darüber hinaus bietet der Staat Industrieunternehmen, die regenerative Energieerzeugungstechnologien verwenden, verschiedenste finanzielle Fördermöglichkeiten.

Energiekosten sparen durch intelligente Gebäudetechnik

Im Gegensatz zu konventioneller Gebäudetechnik erfordert der Einsatz regenerativer Energien eine intensivere, weil ganzheitliche Vor-Planungsphase. Alle am Bau beteiligten Parteien werden mit einbezogen: Vom Bauherrn über den Architekten bis zum Energie- bzw. Gebäudetechnik-Planer und installierenden Fachbetrieb.

Ein Beispiel für ein solches Projekt stellt die neu eröffnete Halle J des Güterverkehrszentrums Ingolstadt dar. Dort erarbeitete das Ingolstädter Architektur und

zu einem guten Teil den Wärmebedarf deckt.

Darüber hinaus lässt sich mit einer entsprechend dimensionierten Solarkollektorfläche ein saisonaler Erdspeicher beladen, der sich ideal als Wärmequelle für eine Wärmepumpe, vor allem in der kalten Jahreszeit, eignet.

Jetzt übernimmt brennstoff-frei eine Wärmepumpe, die, neben dem oben genannten Saison-Erdspeicher alternativ

auch aus einer Tiefbohrung oder einem oberflächennahen Erdwärmetauscher gespeist werden kann, die Grundlast an Wärmeerzeugung.

Fossile Brennstoffe entfallen in diesem System, es verbleibt lediglich ein geringer Anteil elektrischer Energie in der Energiekostenkalkulation.

Bei hohem Klimatisierungsbedarf und damit hoher Sonneneinstrahlung wird die thermische Klimatisierungsanlage dann

Wie funktioniert eine DEC-Klimaanlage?

Aufgrund des hohen Gewichtes und der hohen Investitionskosten von geschlossenen Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen kommen im Beispiel Ingolstadt (siehe oben) allein aus wirtschaftlichen Gründen nur Kompressionskältemaschinen oder DEC-Anlagen in Frage. Darüber hinaus benötigt der Absorptionsprozess konstante Antriebstemperaturen von über 80°C. Dies macht einen Betrieb dieser Anlagen mit kostengünstigen Flachkollektoren schwierig.

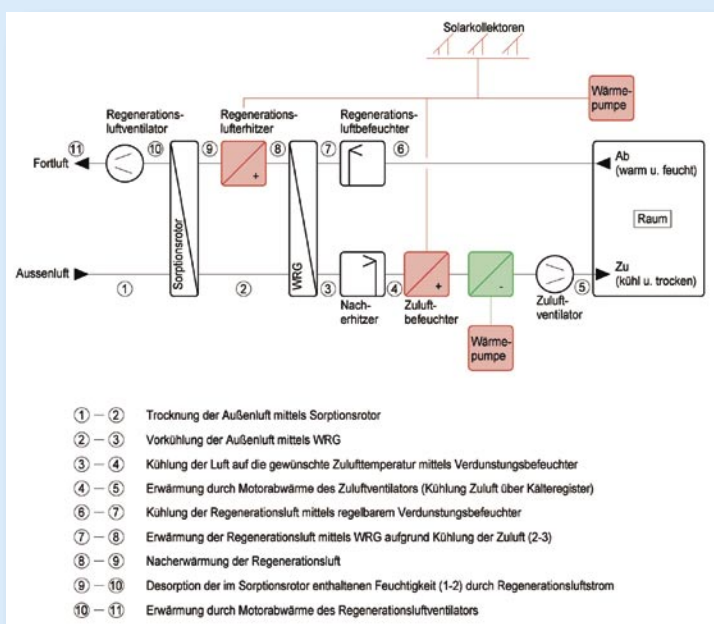
Der DEC-Prozess

Im DEC-Prozess wird Außenluft über die Anlage angesaugt und zunächst zur Entfeuchtung durch ein Sorptionsrad geleitet, in dem der Wasserdampf an die hygroskopische Oberfläche gebunden wird (1; Nummern vgl. Abbildung). Durch die Entfeuchtung steigt die Temperatur der nun trockenen Luft geringfügig an. Im anschließenden Wärmerückgewinnungsrotor (2-3) wird sie vorgekühlt. Mittels Nacherhitzer (3) und Befeuchter (4), werden Temperatur und Feuchtigkeit auf die gewünschten Werte eingestellt. Je nach Bedarf kann die Luft über ein zusätzliches Kälteregister noch abgekühlt werden. Diese, nun hinsichtlich Tempera-

tur und Feuchte, konditionierte Luft wird dem Raum über einen Ventilator (5) zugeführt. Über Abluftkanäle wird die im Raum erwärmte, meist feuchtere Luft abgesaugt und in einem weiteren Befeuchter befeuchtet (6-7). Damit wird ein größeres Temperaturpotenzial zur Wärme- bzw. Kälterückgewinnung im Wärmerückgewinnungsrotor erreicht. Hier wird die im Zuflussstrom an den Rotor abgegebene Wärme vom Abluftstrom aufgenommen (7-8). Durch den Sorptionsrotor (9-10) wird die im Abluftstrom enthaltene Feuchtigkeit (1-2) durch Regenerationsluftstrom erwärmt (8-9) und über den Erhitzer (8-9)

zusätzlich nachgeheizt. Als Wärmequelle dient im vorliegenden Projekt primär die Solaranlage, die bedarfsorientiert noch von der Wärmepumpe unterstützt werden kann. Nähere Informationen liefern die Internetseiten

www.solartechnik-ingolstadt.de
www.engin.baytech.de



- ① - ② Trocknung der Außenluft mittels Sorptionsrotor
- ② - ③ Vorkühlung der Außenluft mittels WRG
- ③ - ④ Kühlung der Luft auf die gewünschte Zulufttemperatur mittels Verdunstungsbefeuchter
- ④ - ⑤ Erwärmung durch Motorabwärme des Zuluftventilators (Kühlung Zuluft über Kälteregister)
- ⑥ - ⑦ Kühlung der Regenerationsluft mittels regelbarem Verdunstungsbefeuchter
- ⑦ - ⑧ Erwärmung der Regenerationsluft mittels WRG aufgrund Kühlung der Zuluft (2-3)
- ⑧ - ⑨ Nacherwärmung der Regenerationsluft
- ⑨ - ⑩ Desorption der im Sorptionsrotor enthaltenen Feuchtigkeit (1-2) durch Regenerationsluftstrom
- ⑩ - ⑪ Erwärmung durch Motorabwärme des Regenerationsluftventilators

Planungsbüro pbb gemeinsam mit dem Bauherrn, der IFG Ingolstadt GmbH, und dem Kompetenzzentrum Solartechnik an der Fachhochschule Ingolstadt eine in Bayern bislang einmalige Anlage.

Die Halle J verfügt über eine Brutto-grundrissfläche von ca. 10 000 m. Im Erd-geschoss befindet sich ein Werkstattbe-reich der Audi AG. Die aus 5 Wärmepum-pen bestehende Wärmepumpenanlage mit einer Wärmeleistung von ca. 320 kW und einer Kälteleistung von ca. 240 kW versorgt das Gebäude mit der nötigen Energie zur Gebäudeheizung und Brauchwassererwär-mung. Die Grafik zeigt den schematischen Aufbau der dazu gehörigen Gebäudetechnik.

In der Halle J wurde eine solarbetriebene Klimaanlage installiert. Insgesamt kommen hier zwei Lüftungsanlagen zum Ein-satz, jede mit einem Luftdurchsatz von ca.

8000 m³/h. Der Vorzug dieser Technologie besteht dabei darin, dass elektrische Energie lediglich zum Antrieb der Ventilatoren benötigt wird, während konventionelle Kompressionskältemaschinen die komplette Kälteleistung aus teurer elektri-scher Energie gewinnen. Der Stromver-brauch wird damit um etwa 50% reduziert. Dies wiederum bedeutet eine Primärener-gieeinsparung von etwa 150 000 kWh und damit einen um gut 40 t verminderten CO₂-Ausstoß.

Darüber hinaus werden durch die Solar-anlage die Kosten für Heizung und Warm-wasser um etwa 30% reduziert.

Die zuvor charakterisierte Leistungsfä-higkeit und Wirtschaftlichkeit werden in einem 2-jährigen und sehr aufwändigen Messprogramm vom Kompetenzzentrum Solartechnik beobachtet und anschließend veröffentlicht. ■



Eingangsbereich der Halle J des Ingolstädter Güterverkehrszentrums. Die fassadenintegrierte Photovoltaikanlage mit 18 kW_p passt sich optimal in das Gebäude ein