

ENERGIE.....

Ausgabe 3/2007

Perspektiven

Forschung für die Energieversorgung von morgen

Energieeffizienz

Heizen mit Abwasser

Trotz raffinierter Dämmtechnik haben selbst moderne, energie-optimierte Gebäude ein massives Wärmeleck: die Abwasserleitung. Das zum Baden, Waschen und Putzen verbrauchte Wasser fließt lauwarm in die Kanalisation – Energie, die sich nutzen lässt?

In der Schweiz wird Energie aus dem Abwasser in über 50 Projekten für die Gebäudeheizung eingesetzt. Ein Pionier ist das Sportzentrum Bachgraben in Basel-Allschwil. Seit 1982 kommt hier die Wärme für Umkleieräume und Duschen aus dem Abwasser. In Luzern wird seit kurzem ein Hotel, in Schaffhausen eine Uhrenfabrik mit Abwasser-Wärme geheizt. Auch in mehreren deutschen Städten gibt es Pilotprojekte. Eine für das Bundesland Nordrhein-Westfalen erstellte Studie bilanziert, dass die Energiemenge im Abwasser ausreichen würde, um theoretisch jedes zehnte Gebäude mit Raumwärme und Warmwasser zu versorgen. Insgesamt, so schätzt



Foto: IPP

die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), enthält das Abwasser in Deutschland Energie genug, um zwei bis vier Millionen Wohnungen mit Wärme zu versorgen – im Prinzip.

Die technische Seite der Energierückgewinnung ist dabei kein Problem: Herzstück ist ein Wärmetauscher, der in die Sohle eines Abwasserkanals oder in den Ablauf einer Kläranlage eingebaut wird. Er entzieht dem Abwasser die Energie. Um sie für Raumheizung nutzbar zu machen, muss anschließend eine – meist stromgetriebene – Wärme-

EDITORIAL

Ursache des weltweiten Klimawandels ist der moderne Lebensstil: Wie viel man ganz persönlich beiträgt, bilanziert der Kohlendioxid-Rechner des Umweltbundesamtes (S. 2). Den deutschen Anteil insgesamt will das neue Energieprogramm der Bundesregierung senken (S. 4). Noch vor der internationalen Klimakonferenz im Dezember auf Bali, auf der ein Nachfolgeabkommen für den 2012 auslaufenden Klimaschutzvertrag von Kyoto verhandelt werden soll, wird es als Gesetzesvorlage in den Bundestag eingebracht. Nötig sind außerdem – siehe das Heizen mit Abwasser – viele gute Ideen und neue Energie-

Technologien.

Ergänzt werden die gedruckten Kurzbeiträge durch weiterführende Artikel im World-Wide Web.

Die Redaktion



Foto: Rabltherm AG

derer Gas-Brennwertkessel. Die Investitionskosten sind allerdings beträchtlich. Ob das Verfahren wirtschaftlich ist, hängt daher stark von den jeweiligen Umständen ab. Die besten Voraussetzungen bieten große Bauten mit hohem Wärmeverbrauch wie Mehrfamilienhäuser, Gewerbebauten und Schulen in der Nähe großer Abwasserkanäle oder Kläranlagen. Für Einfamilienhäuser ist Abwasserwärme nicht geeignet. Um die Investitionen besser auszunutzen, ist zudem ganzjähriger Betrieb von Vorteil,

- Kanalelemente mit
- bereits integriertem
- Wärmetauscher

pumpe für ein höheres Temperaturniveau sorgen. Das lauwarme Abwasser liefert so Nutztemperaturen bis zu 65 Grad Celsius. Mit 10 bis 20 Grad ist Abwasser im Prinzip eine ideale Wärmequelle für Wärmepumpen: Maß für ihre Effizienz ist die Jahresarbeitszahl – das Verhältnis von erzeugter Wärmeenergie zur verbrauchten elektrischen Energie, gemittelt über ein Jahr. Abwasser-Systeme erreichen bei richtiger Planung Jahresarbeitszahlen über 4. Sie liegen damit ungefähr im Bereich der ebenfalls mit Wärmepumpen anzapfbaren Erdwärme (siehe Energie-Perspektiven 2/2006). Entsprechend gering ist der verur-

Foto: EnergieSchweiz



Einbau eines Wärmetauscher-Elementes in einen bestehenden Kanal

sachte Kohlendioxid-Ausstoß: Wie viel eingespart wird, hängt von der Erzeugung des verbrauchten Stromes ab. Berechnet für den aktuellen deutschen Strommix verursacht eine Abwasserwärmepumpe – mit Arbeitszahl 4 und Gas-Spitzenkessel – nach Angaben der DBU 45 Prozent weniger Kohlendioxid als eine Ölheizung, 8 Prozent weniger als ein mo-

zum Beispiel in Hallenbädern, die auch im Sommer geheizt werden müssen.

„Unter guten Bedingungen“, erklärt Ernst A. Müller vom Schweizer Bundesprogramm EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen, „kann eine Abwasser-Wärmeanlage preislich mit einer konventionellen Ölheizung konkurrieren – bei heutigen Ölpreisen“. Das zeigten die Erfolgskontrolle des Wärmeverbundes in Binningen bei Basel und zahlreiche Machbarkeitsstudien in Deutschland. Liegt aber die Wärmenachfrage unter 500 Kilowatt oder ist der Kanal weiter als 300 Meter vom Gebäude entfernt, komme die Ölheizung heute meist noch billiger. Tatsächlich ist kaum eine der Anlagen in Deutschland ohne zusätzliche Fördermittel entstanden.

Der Vergleich mit anderen regenerativen Energie-Systemen fällt günstig aus: Um per Photovoltaik eine Tonne Kohlendioxid zu vermeiden, sind laut Bundesverband Erneuerbare Energien mehrere 100 Euro aufzuwenden, Windkraft schafft dies für 40 bis 80 Euro. Per Abwasser-Wärme gelingt dies, wenn der örtliche Rahmen stimmt,

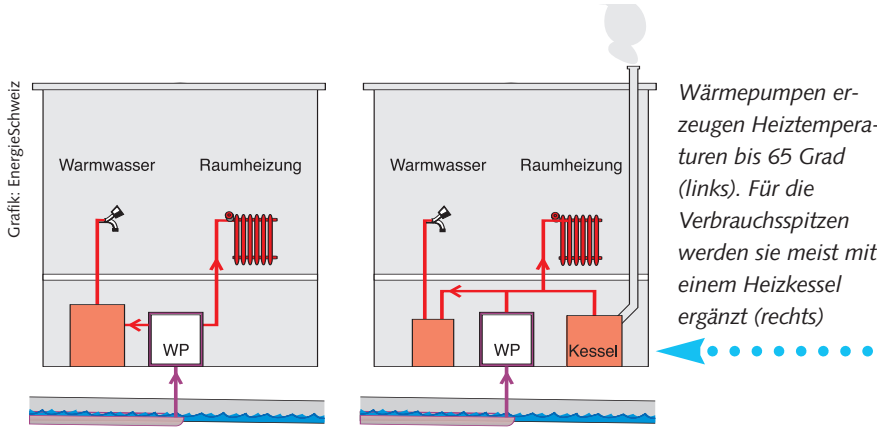
Die persönliche Kohlendioxid-Bilanz

Den eigenen Lebensstil übersetzt der neue Klima-Rechner des Umweltbundesamtes in Treibhausgas-Emissionen. Unter der Internet-Adresse <http://www.umweltbundesamt.de/energie/index.htm> kann man sich so durch Eingabe weniger Daten einen Überblick über die persönliche Kohlendioxid-Bilanz verschaffen: Wie viel Kohlendioxid entsteht beim Heizen der Wohnung? Wie wirkt sich ein sparsameres Auto aus? Wie viel Treibhausgase lassen sich mit regionalen Lebensmitteln einsparen? Für die Bereiche Wohnen, Verkehr, Ernährung und Konsum zeigt der Rechner, wie viel Klimagase der individuelle Lebensstil im Vergleich zum deutschen Durchschnitt verursacht. Der liegt bei jährlich rund elf Tonnen Treibhausgas pro Person – also weit über dem weltweiten Durchschnitt von 3,8 Tonnen pro Kopf. Langfristig verträglich wären dagegen 2,5 Tonnen pro Kopf. Demnächst soll das Modell um Handlungsempfehlungen ergänzt werden, die zeigen, wie man seine Emissionen mindern kann.

bal

➔ Weiteres:
www.energie-perspektiven.de

KLIMASCHUTZ



Wärmepumpen erzeugen Heiztemperaturen bis 65 Grad (links). Für die Verbrauchsspitzen werden sie meist mit einem Heizkessel ergänzt (rechts)

mit Null Euro. „Abwasser-Wärmeanlagen können“, so ist DBU-Experte Dr. Roland Digel überzeugt, „ein Baustein sein für eine effiziente und klimafreundliche Energienutzung“. Mit zunehmender Verbreitung der Technologie

und der inzwischen heranwachsenden Hersteller-Konkurrenz auf dem Markt, so hofft er, werden die Kosten noch sinken. imi

➔ Weiteres: www.energie-perspektiven.de

Bedeutung: Während konventionelle Anlagen am effizientesten sind, wenn sie kontinuierlich mit maximaler Leistung arbeiten, können Pumpspeicher-Kraftwerke bei nächtlichem Leistungsüberschuss Energie speichern, um sie in den Lastspitzen mittags und abends wieder abzugeben.

Zudem gehören sie zu den am schnellsten regelbaren Kraftwerken: In Minuten können sie zwischen stromverbrauchendem Pumpbetrieb und Stromerzeugung wechseln und so einer veränderlichen Energie-Nachfrage folgen. Die Hälfte der in Deutschland installierten Pumpspeicher-Leistung entfällt auf drei Kraftwerke der Gigawatt-Klasse: Wehr in Baden-Württemberg, Markersbach in Sachsen und seit 2003 Goldisthal in Thüringen, Deutschlands modernster und leistungsstärkster Pumpspeicher.

Teil 1

Pumpspeicher-Kraftwerke



Das obere Becken des Pumpspeicher-Kraftwerks Goldisthal in Thüringen

Diese Anlage kann in 98 Sekunden eine Leistung von 1060 Megawatt erreichen und

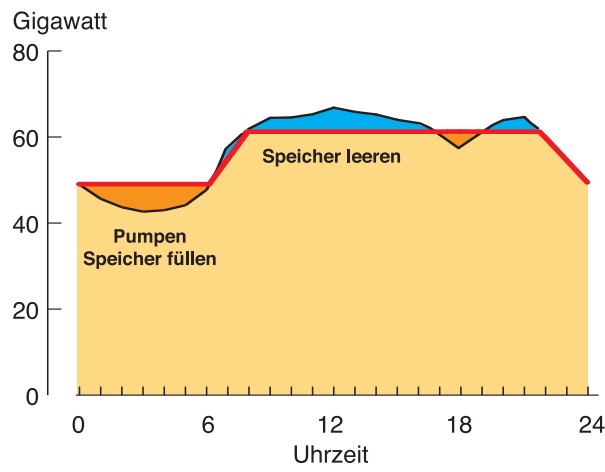
Elektrische Energie muss stets passgenau zur Nachfrage erzeugt werden. Andernfalls kommt es zu Spannungs- und Frequenz-Schwankungen im Netz oder gar zum Netzausfall. Die Stromnachfrage ist grundsätzlich ungleichmäßig. Nachts sinkt sie zum Beispiel auf rund zwei Drittel der mittäglichen Spitzenwerte ab. Mit dem geplanten Ausbau der Wind-Energie und ihrer fluktuierenden Stromerzeugung sind künftig auch auf der Angebotsseite große Schwankungen auszugleichen.

Gesucht sind also leistungsfähige Stromspeicher. Eine im Prinzip verlässliche Stromversorgung gewährleistet der bestehende Kraftwerkspark: Kohle-, Kern- und Laufwasser-Kraftwerke sichern die Grund- und Mittellast, Gas- und Pumpspeicher-Kraftwerke fangen die Spitzenlast ab und gleichen Schwankungen aus. Pumpspeicher haben hierbei besondere

bis zu acht Stunden halten: Aus dem Oberbecken fallen dann 12 Millionen Kubikmeter Wasser durch die 300 Meter tiefer gelegenen stromerzeugenden Turbinen in das Unterbecken, einen Stausee. Umgekehrt kann mit überschüssiger elektrischer Energie das Wasser zurück ins Oberbecken gepumpt werden. Aus einer zum Pumpen verbrauchten Kilowattstunde werden – mit weniger als 2 Cent Speicherkosten – bei Bedarf 0,8 Kilowattstunden zurück gewonnen. Damit gehört Goldisthal zu den energetisch effizientesten Pumpspeicher-Kraftwerken weltweit. Allerdings: Um die im Gigawatt-Maßstab zu erwartenden Wind-Fluktuationen auszugleichen, reichen die gesamten Speicher in den deutschen Mittelgebirgen nicht aus.

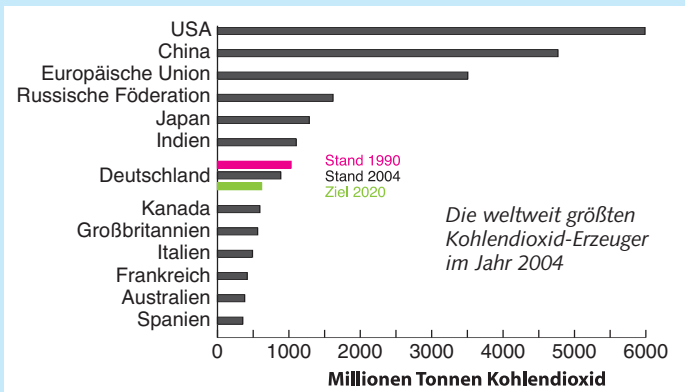
Axel Kampke

Das deutsche Stromnetz während eines Wochentages: Bei Leistungsüberschuss speichern Pumpspeicher-Kraftwerke Energie und geben sie zu den Verbrauchsspitzen wieder ab.



➔ Weiteres: www.energie-perspektiven.de

Das deutsche Programm



Quelle: UNFCCC, OECD

Dreißig Einzelziele, die das neue Energieprogramm zusammenfasst, sollen Deutschland seinem Klimaschutzziel näher bringen – bis 2020 den Kohlendioxid-Ausstoß um 40 Prozent im Vergleich zu 1990 zu senken: „Ein solch umfassendes und weitreichendes Klima- und Energiepaket“, so Bundesumweltminister Sigmar Gabriel, „hat es in der Geschichte unseres Landes noch nicht ge-

geben.“ Noch vor der internationalen Klimakonferenz auf Bali im Dezember sollen die Gesetzesvorlagen in den Bundestag eingebracht werden.

Zu den Eckpunkten zählt der massive Ausbau der Erneuerbaren Energien – im Stromsektor von heute 13 auf 25 bis 30 Prozent im Jahr 2020, im Wärmebereich von 6 auf 14 Prozent. Der Stromanteil aus Kraft-Wärme-Kopplung soll sich auf 25 Prozent

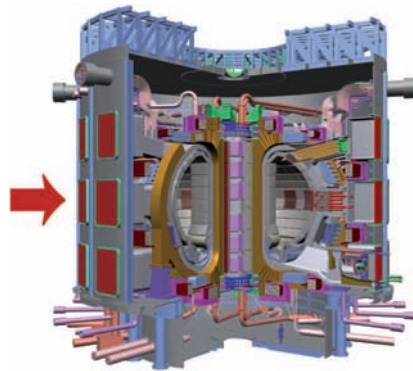
verdoppeln. Entwickelt werden sollen zukunftsfähige Braun- und Steinkohle-Kraftwerke mit hohem Wirkungsgrad, die das Kohlendioxid abscheiden und speichern. Biogas soll bis 2020 sechs Prozent des derzeitigen Erdgasverbrauchs ersetzen; ein Einspeisegesetz soll bewirken, dass es verstärkt in Kraftwerken und als Kraftstoff genutzt wird. Für Neuwagen soll die Steuer in Zukunft schadstoffabhängig berechnet werden.

Der Umstieg auf erneuerbare Wärmeenergie wird gesetzlich vorgeschrieben: Sie soll künftig 15 Prozent der Heizenergie in Neubauten decken. Die Anforderung an die Energieeffizienz von Gebäuden wird stark erhöht, im nächsten Jahr um zunächst 30 Prozent. Für Altbauten werden energetische Mindeststandards festgelegt. Bei Kosten von insgesamt 8,6 Milliarden Euro müssten mit diesen Maßnahmen laut Umweltministerium etwa 35 der angestrebten 40 Prozent Kohlendioxid-Reduktion zu schaffen sein. Der Rest ist Sache der Bundesländer und Kommunen. ism

Fusionsforschung

Bayerische Heizung für ITER

Zur Plasmaheizung der Fusionsanlage ITER wurde eine im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching entwickelte neuartige Hochfrequenz-Ionenquelle ausgewählt. „Für das Institut ist dies ein großer Erfolg, der eine vieljährige Entwicklungsarbeit krönt“, freute sich Bereichsleiter Dr. Eckehart Speth. ITER (lat. „der Weg“) ist der nächste große Schritt der weltweiten Fusionsforschung. Die Anlage soll zeigen, dass sich aus der Verschmel-



Zur Heizung werden schnelle Teilchen in das ITER-Plasma hineingeschossen.

zung von Atomkernen Energie gewinnen lässt. Die sieben Partner – Europa, Japan, USA, Russland, China, Indien und Südkorea – wollen im kommenden Jahr mit dem Bau der Anlage im südfranzösischen Cadarache beginnen. Zum Zünden der Fusionsreaktionen muss es gelingen, den Brennstoff – ein Wasserstoff-Plasma – auf Temperaturen von über 100 Millionen Grad aufzuheizen.

Bei ITER soll dies etwa zur Hälfte die „Neutralteilchen-Heizung“ übernehmen: Schnelle Wasserstoffatome, die in das Plasma hineingeschossen werden, geben beim Zusammenstoßen ihre Energie an die Plasmateilchen ab. Heutige Anlagen erreichen so auf Knopfdruck ein Mehrfaches der Sonnentemperatur.

Die Großanlage ITER stellt jedoch neue Anforderungen: Zum Beispiel müssen die Teilchen noch drei- bis viermal schneller sein als bisher, damit sie tief genug in das voluminöse Plasma eindringen können. Neue technische Lösungen wurden nötig: Die im IPP entwickelte Teilchenquelle bietet hier große Vorteile. So ist sie besonders robust und wartungsarm. In einer Vorform schon länger am IPP-Experiment ASDEX Upgrade eingesetzt, arbeitet man seit 2002 daran, sie für die ITER-Ansprüche weiterzuentwickeln. Die Ergebnisse haben jetzt das ITER-Team überzeugt: „Neue Technik braucht Zeit, bis sie sich durchsetzt“, meint Dr. Speth. imi

➤ Weiteres:

www.energie-perspektiven.de



Das Garchinger Entwickler-Team und seine Modell-Teilchenquelle

IMPRESSUM

Herausgeber:

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik
Postfach 1322, 85741 Garching
Tel.: (089) 3299-1288
Fax: (089) 3299-2622
E-Mail: info@ipp.mpg.de
Redaktion: Isabella Milch
Gestaltung: Dagmar Aalden
Gedruckt auf 100% Recyclingpapier
8. Jahrgang 2007
Nächste Ausgabe: Dezember 2007
Abonnement:
www.energie-perspektiven.de
ISSN 1438-5708