

Zusammenfassung, Juni 2005

Energetische Potenziale von Wärmepumpen kombiniert mit Wärme-Kraft-Kopplung

Für maximale CO₂-Reduktion
und für fossile Stromerzeugung
mit CO₂-Reduktion in der Schweiz

Auftraggeber:

Leitung der Sektion erneuerbare Energien, Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Autor:

BFE, F. Rognon, Bereichsleiter Umgebungswärme, WKK; Kälte

Begleitgruppe:

Begleitgruppe des Bereiches Umgebungswärme, WKK, Kälte

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • Medien/Dokumentation: Tel. 031 323 22 44, Fax 031 323 25 10
office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

1. Zusammenfassung

In der Schweiz wird Wärme tiefer Temperatur für Raumwärme und Aufbereitung von Warmwasser zu 80% durch Verbrennung von Brennstoffen erzeugt. Im 2000 waren in der Schweiz eine Million Gas- und Oel-Kessel in Betrieb, welche etwa die Hälfte der 41.1 Million Tonnen CO₂ des Landes verursachten.

Dafür gibt es aber eine effizientere Lösung: die Wärmepumpe. Sie nutzt erneuerbare Energie aus der Umwelt (Erdreich, Grundwasser, See- und Flusswasser, Aussenluft) und bringt sie auf ein nutzbares Niveau. Die Wärmequelle wird ständig durch Sonneneinstrahlung, Niederschläge und Geothermie erneuert.

Mit dem enormen Potenzial unserer Umgebung kann aus heutiger Sicht die Hälfte aller Kessel durch Wärmepumpen ersetzt werden. Das entspricht 90PJ/a Nutzwärme bzw. 500'000 Anlagen.

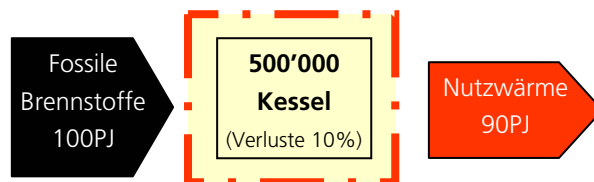


Fig. 1: Energiefluss von fossil betriebenen Kesseln

Der Antriebsstrom für Wärmepumpen kommt aus dem Ersatz von Elektro-Heizungen und aus dem Ersatz von Heizkesseln durch Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen mit voller Wärmenutzung. Der gesamte notwendige Antriebsstrom kann somit ohne Bau neuer Stromproduktionsanlagen freigestellt werden.

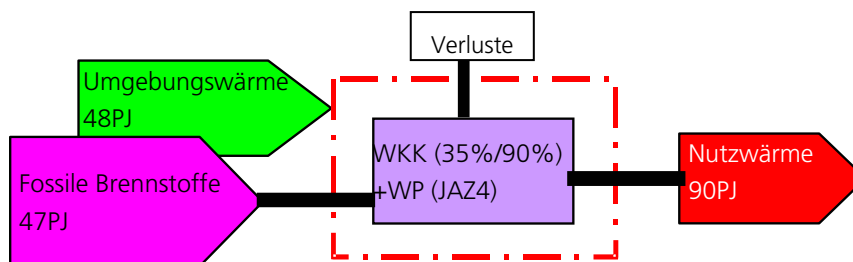


Fig. 2: Energiefluss der Kombination von Wärmepumpen mit Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen

Mit Strom aus Wärme-Kraft-Kopplung werden Brennstoff-Einsatz und CO₂-Emissionen halbiert. Bezogen auf die gesamten Emissionen der Schweiz für Brennstoffe von 24,3 Million Tonnen CO₂ beträgt die Reduktion 5 Million Tonnen CO₂ oder 21% des heutigen Ausstosses.

Der Antriebsstrom kann auch aus neuen Kombi-Kraftwerken (KK) kommen, auch ohne Wärmenutzung. Die Brennstoff- und Schadstoff-Reduktion sind in diesem Fall grösser als bei konventioneller WKK. Mit Teil- oder Vollwärmenutzung der KK sind sie noch besser.

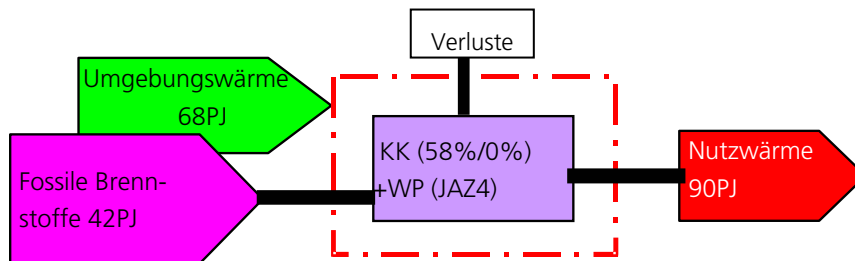


Fig. 3: Energiefluss der Kombination von Wärmepumpen mit Kombi-Kraftwerk(en): der ganze Strom treibt Wärmepumpen an.

Weitere Möglichkeit: CO₂-Emissionen konstant halten und zugleich trotzdem fossilen Strom erzeugen. Die beim Ersatz von Öl- und Gaskesseln eliminierten CO₂-Mengen werden als Kompensation für die Erzeugung von fossilem Strom genutzt.

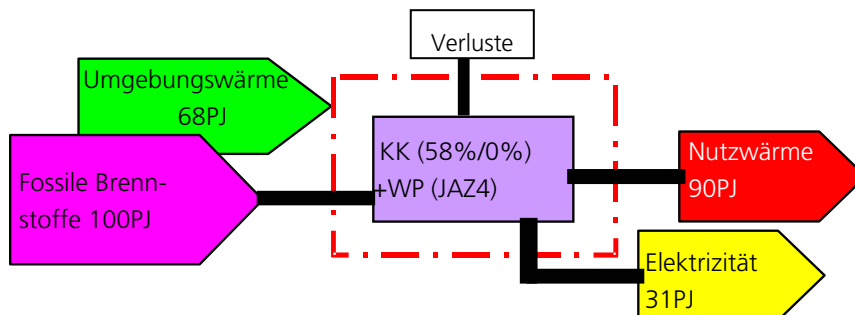


Fig. 4: Energiefluss der Kombination von Wärmepumpen mit Kombi-Kraftwerk(en): 42% des Stromes treibt Wärmepumpen an.

Die CO₂-Emissionen bleiben gleich, es werden 31PJ/a oder 8,6TWh/a Strom erzeugt, was 15% des Landesverbrauches 2004 entspricht.

Die energetischen Potenziale und die Reduktion der CO₂-Emissionen sehen folgendermassen aus:

Potenziale (Zahlen gerundet!)	Technisch (was Technik kann)	Erschliessbar (was der Markt aufnehmen kann)	
		2050	bis 2010
Energie aus Umwelt (PJ/a)	176	72	10
Beitrag an Ziele von EnergieSchweiz (%)	1630%	712%	93%
Erzeugte Nutzwärme (PJ/a)	220	90	14.4
Anteil an Nutzwärme CH	80%	33%	7%
CO ₂ -Reduktion, netto (t)	12'200'000	5'000'000	800'000
Beitrag an CO ₂ -Reduktion von Brennstoffen (%)	50%	21%	3%
Beitrag an CO ₂ -Reduktion der ganzen Schweiz (%)	30%	12%	2%

Tabelle 1: Potenziale der Umgebungswärme und der daraus erzeugbaren Nutzwärme mittels Wärmepumpen. Bei der CO₂-Reduktion ist die Aufbereitung des Antriebsstroms berücksichtigt.

Umgerechnet in Stückzahlen (die angegebenen Werte sind Potenziale, nicht Ziele!):

Potenziale (Zahlen gerundet!)	wirtschaftlich realisierbar	
	2050	bis 2010
Potenzielle Anzahl WP pro Jahr	40'000	15'000
Potenzieller Marktanteil im Jahr	80%	30%
Potenzielle Anzahl WP kumuliert	500'000	130'000
Potenzieller Anteil im ganzen Heizungspark CH	50%	13%

Tabelle 2: Potenziale der Umgebungswärme und der daraus erzeugbaren Nutzwärme mittels Wärmepumpen, umgerechnet in Stückzahlen. Bei der CO₂-Reduktion ist die Aufbereitung des Antriebsstroms berücksichtigt.

Auszug aus den Beilagen:

- Grössenordnungen für den Stromverbrauch

Am meisten werden elektrisch angetriebene Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Auch die jüngsten Entwicklungen gehen in diese Richtung, zum Beispiel Wärmepumpen mit dem magneto-kalorischen Effekt. Wir möchten wir einige Grössenordnungen für Stromverbräuche in Erinnerung rufen:

	TWh/a	In % des Verbrauches 2003 der CH
Verbrauch aller WP 2000	0.61	1.1
Verbrauch aller WP 2003	0.69	1.2
Verbrauch aller WP 2004	0.70	1.2
Potenzial des Verbrauchs aller WP 2010	1.22	2.2
Potenzial des Verbrauchs aller WP 2050	5.0	10.0
Verbrauch Elektro-Heizungen	3.0	5.5
Verbrauch Oel- und Gasbrenner	0.6	1.1
Verbrauch von Kälteanlagen (Klima, Kühlung...)	5.5	9.1
Verbrauch von Haushaltgeräten	7.1	12.9
Kühl- und Gefriergeräte	2.5	4.5
Geschirrspüler	0.4	0.7
Waschmaschinen	0.6	1.1
Wäschetröckner	0.4	0.7
Kaffeemaschinen	0.4	0.7
Verbrauch für Beleuchtung	5.8	10.5
Verbrauch für Büro, Kommunikation	1.5	2.7
Verbrauch Unterhaltungselektronik	1.2	2.2

Tabelle 3: Stromverbrauch ausgewählter Verbraucher, gemäss BFE.

Die Wärmepumpen benötigen relativ wenig Strom: Ende 2003 verbrauchten sie etwa gleich viel Strom wie Waschmaschinen. Ende 2050 werden WP bei voller Ausschöpfung der Potenziale rund 2/3 des Verbrauches aller Haushaltgeräte brauchen. Die Zunahme für neue Wärmepumpen kann weitgehend durch Ersatz von Elektro-Heizungen gedeckt werden. Bei Haushaltgeräten und Kältemaschinen ist langfristig im Schnitt eine Verbesserung der Effizienz um 25% möglich.

- Verzeichnis der Abkürzungen

a, /a	Jahr, pro Jahr
äquiv.	Äquivalent
BWW	Brauchwarmwasser (gleich wie WW)
CH	Schweiz
CORE	Eidgenössische Energieforschungskommission
el	Elektrisch
g	Gramm
GuD	Gas- und Dampfturbine
GWh	Giga-Watt-Stunden
h	Stunden
JAZ	Jahresarbeitszahl
KK	Kombi-Kraftwerk (Kombination von Gas- und Dampfturbine in einem Kraftwerk)
kW	Kilo-Watt
L/W	Luft/Wasser
PJ	Petajoule
S/W	Sole/Wasser
T	Tonnen
th	Thermisch
TWh	Tera-Watt-Stunden
W/W	Wasser/Wasser
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung
WP	Wärmepumpe
WW	Warmwasser (gleich wie BWW)

- Übersicht Heizungsmarkt 2000 und 2003

Daten aus Statistik der erneuerbaren Energien des BFE, 2003 und procal (www.procal.ch/statistik.html)

Vermerk: rund 85% der Kessel ersetzen bestehende Kessel

HEIZUNGEN		2000	2003	2003
Oelkessel	konv.	21200	17000	40%
	kondensierend	0	950	2%
Gaskessel	alle	12770	14510	34%
Feststoffkessel	alle	950	860	2%
Wärmepumpen		7164	8732	20%
Holzessel	Pellets	330	617	1%
	Automatisch<50kW	67	136	0%
	Automatisch>50kW	258	134	0%
TOTAL		42739	42939	
BOILER		2000	2003	
Gasboiler	alle	990	870	
Wassererwärmer	alle	28185	28510	
Durchlauferhitzer		2300	2000	
Wärmepumpen	alle	244	400	
TOTAL		31719	31780	

TOTAL Heizungen + Boiler	74458	74719	
--------------------------	-------	-------	--

- Übersicht Energieträger der Heizungen in Gebäuden aus der Volkszählung 2000.

Gebäude nach Heizungsart und Energieträger der Heizung					
Daten aus: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/bau-und-wohnungswesen/gebaeude_und-wohnungen/blank/kennzahlen0/gebaeude/heizung.html					
	Jahr	1990	1990	2000	2000
		absolut	in %	absolut	in %
Energieträger der Heizung		1990		2000	
	Heizöl	756'001	58,7	814'827	56,0
	Holz	221'910	17,2	189'571	13,0
	Wärmepumpe	24'744	1,9	60'109	4,1
	Elektrizität	155'020	12,0	166'248	11,4
	Gas	110'149	8,6	200'187	13,8
	Fernwärme	14'280	1,1	20'593	1,4
	Kohle	5'241	0,4	1'057	0,1
	Sonnenkollektor	375	0,0	944	0,1
	Andere	366	0,0	964	0,1
		1'288'086		1'454'500	
© Bundesamt für Statistik / Volkszählung 2000, Neuchâtel 2004					