

Das Problem von Wärmepumpen gemäß dem Stand der Technik - der hohe Stromverbrauch in der winterlichen Heizperiode

Das Fraunhofer-Institut ISE hat bereits 2015 in der Studie "Was kostet die Energie-
wende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems" festgestellt, dass
vor allem die erdgekoppelten Sole/Wasser-Wärmepumpen am besten geeignet sind.

Gerade in den Wintermonaten mit dem höchsten Heizwärmebedarf fällt die Quellen-
temperatur durch den erhöhten Wärmeentzug jedoch stark ab. Solarwärme steht im
Winterhalbjahr aber nur noch in einem deutlich verringerten Umfang zur Verfügung
und kann den Rückgang der Quellentemperatur daher nicht verhindern.

Dies führt dazu, dass die Temperaturen der Erdwärmesonden sich im Laufe des Jahres
von sommerlichen Vorlauftemperaturen mit Werten von etwa 12° bis 10°C auf winter-
liche Werte von 2°C und weniger verringern, wie die Langzeitauswertungen von ISE
für den Zeitraum von 2007 bis 2012 zeigen (siehe dazu in Anlage 1 die roten Linien).

Die für thermodynamische Prozesse maßgebliche Carnot-Formel $\varepsilon_C = T_o / \Delta T$ zeigt, dass
der aus der Leistungszahl ε_C sich ergebende Bedarf an elektrischer Energie vor allem
vom Temperaturhub ΔT zwischen Wärmequelle und Heizkreis der Wärmepumpe ab-
hängt, der starke Rückgang der Quellentemperatur deshalb zwangsläufig zu einem sehr
viel höheren Strombedarf führt.

Wie sehr sich der Wärmebedarf zwischen Sommer und Winter ändert ist Anlage 2 zu
entnehmen, der an der eigenen Wärmepumpenanlage im Mittel der Jahre 2012 bis 2016
für Heizen und Warmwasser ermittelt worden ist (Nennleistung 15 kW für Heizkreis-
temperaturen von 45/35 °C einer Radiatorenanlage).

Bei Solaranlagen - gleich welcher Art - gibt es einen ausreichend hohen Ertrag nur im
Sommerhalbjahr, wie der als Anlage 3 beigefügten Übersicht zu entnehmen ist. Eine
größere Anlage einzusetzen mit einer höheren Leistung im Winterhalbjahr ist aber nicht
möglich, weil dann bei den zu hohen sommerlichen Temperaturen die Solarkollektoren
durch Überhitzung zerstört werden.

Die durch staatliche Fördermaßnahmen von Jahr zu Jahr weiter zunehmende Zahl von
Solaranlagen kann die Situation daher nicht wesentlich verbessern. Im Hochsommer
wird kaum zusätzliche Energie benötigt, allenfalls für den Swimmingpool, im Herbst
und im Frühjahr kann bei einer etwas geringeren Luft- oder Quellentemperatur diese
aber erhöht werden. Eine Speicherung von ausreichend Solarwärme vom Sommer bis
zur Heizperiode ist jedoch nicht möglich.

Dem höchsten Strombedarf in der winterlichen Heizperiode steht also der im gleichen

Zeitraum weitaus geringste Ertrag an Solarenergie gegenüber, wie die als Anlage 4 vorgenommene Gegenüberstellung zeigt.

Die in dieser Tabelle für die einzelnen Monate angegebenen Werte für den Ertrag der Solaranlage (in kWh, üblich auch kWp) sind der Anlage 3 und für den Energiebedarf der Wärmepumpenanlage (kWh) der Anlage 2 entnommen worden.

Die Leistungsangaben sind zwar ganz unterschiedliche Werte, die als Anteil jeweils genannten Prozentwerte beziehen sich auf die jeweilige Gesamtleistung im Jahr. Die daraus abgeleitete Relation zwischen den Monats- und Quartalswerten zeigt an, wie sich die Werte der erzeugten bzw. erforderlichen Leistung im Jahresverlauf zueinander verhalten.

Die Ergebnisse stützen die Argumentation, dass Solaranlagen zu dem hohen Energieverbrauch der Wärmepumpen im Winter fast gar nichts beitragen können, stattdessen im Winterhalbjahr nur der Strom aus Windkraftanlagen (oder aus dem Netz) die notwendige Energie für die Steigerung der Effizienz von Wärmepumpen aufbringen kann.

Die dafür erforderliche Regeneration der Wärmequellen lässt sich bereits mit einem vergleichsweise geringen Aufwand erreichen durch das multifunktionale Regelsystem und einfache Wärmetauscher.

Dies ist gleichermaßen möglich bei Wärmepumpen kleiner Leistung bis zu den Großwärmepumpen für Wärmenetze, für die keine Tiefengeothermie mit hohen Kosten und auch Risiken erforderlich ist, sondern durchaus oberflächennahe Geothermie ausreicht.

Insofern sind Anlagen dieser Art nicht auf bestimmte Bodenverhältnisse angewiesen, sie können weltweit eingesetzt werden und dazu beitragen, dass nur mit Erdwärme und Erneuerbarer Energie die erforderliche Heizwärme erzeugt werden kann.

Anlagen

1. Temperaturverlauf von Erdwärmesonden (ISE)
2. Wärmebedarf für Heizen und Warmwasser im Mittel der Jahre
3. Ertrag von Solaranlagen in unterschiedlichen Jahreszeiten
4. Gegenüberstellung von Solar-Erträgen und jeweiligem Energie-Bedarf

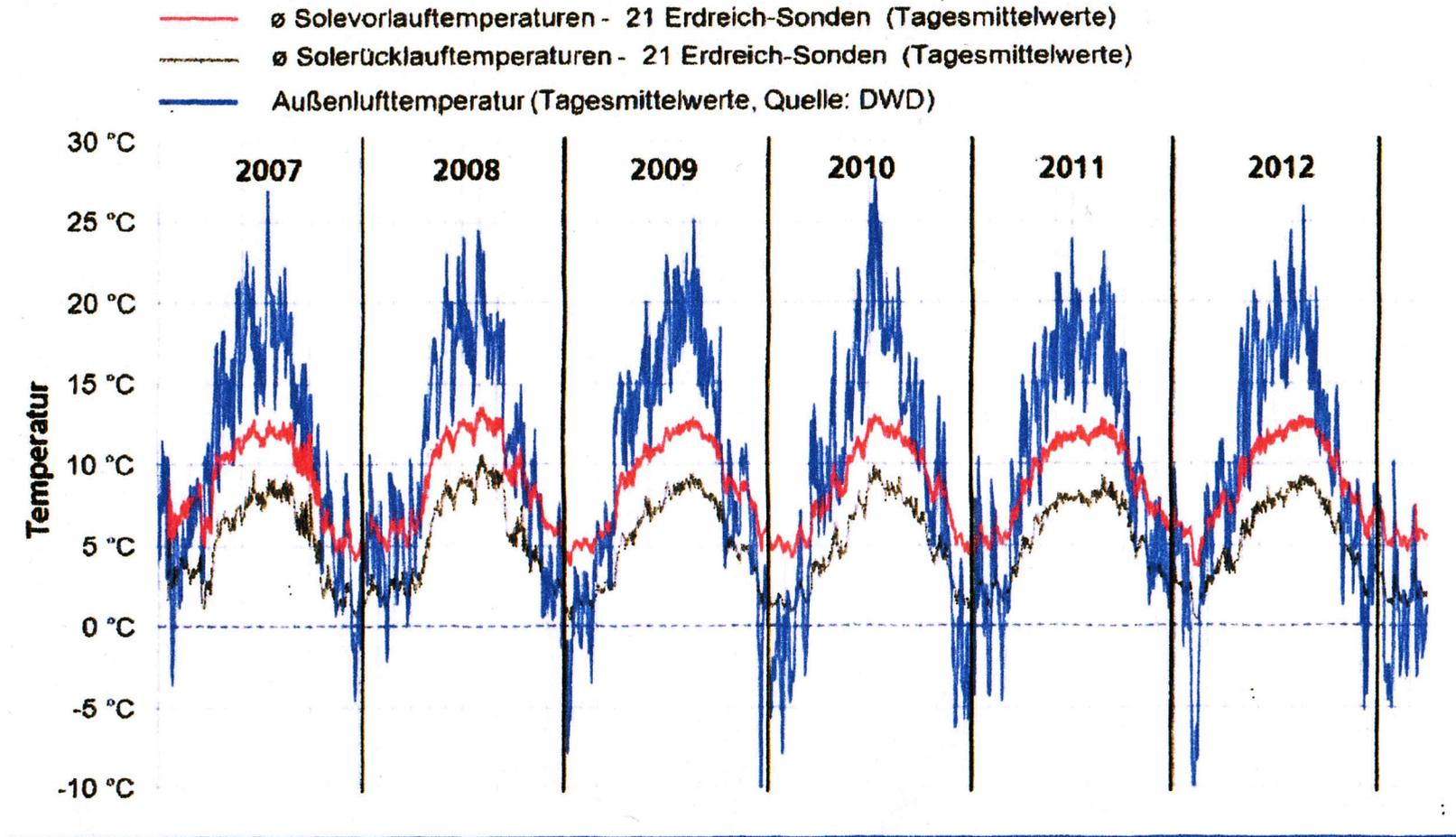
3.2.2023



WO (56)

Temperaturverlauf Erdwärmesonden

Langzeitauswertung Messkampagnen Fraunhofer ISE



Anlage 1 Temperaturverlauf von Erdwärmesonden in den Jahren 2007 bis 2012

Monat	kWh	Tag *	%
Januar	4.431	143	100
Februar	3.970	142	99
Dezember	3.894	126	88
März	3.482	112	78
November	3.209	107	75
<u>Höchster</u> <u>Wärmebedarf</u>	18.986 = 68,2 %		<u>Heizperiode</u>
April	2.374	79	55
Oktober	2.263	73	51
Mai	1.423	46	32
September	1.081	36	25
<u>Mittlerer</u> <u>Wärmebedarf</u>	7.141 = 25,6 %		<u>Frühjahr / Herbst</u>
Juni	777	26	18
August	513	16	11
Juli	441	14	10
<u>Geringer</u> <u>Wärmebedarf</u>	1.731 = 6,2 %		<u>Sommer</u>
<u>Strombedarf</u> <u>insgesamt</u>	27.858 kWh		

GWeb-H2.6

Anlage 2 Stromverbrauch für den Wärmebedarf für Heizen und Warmwasser im Mittel der Jahre 2012 bis 2016

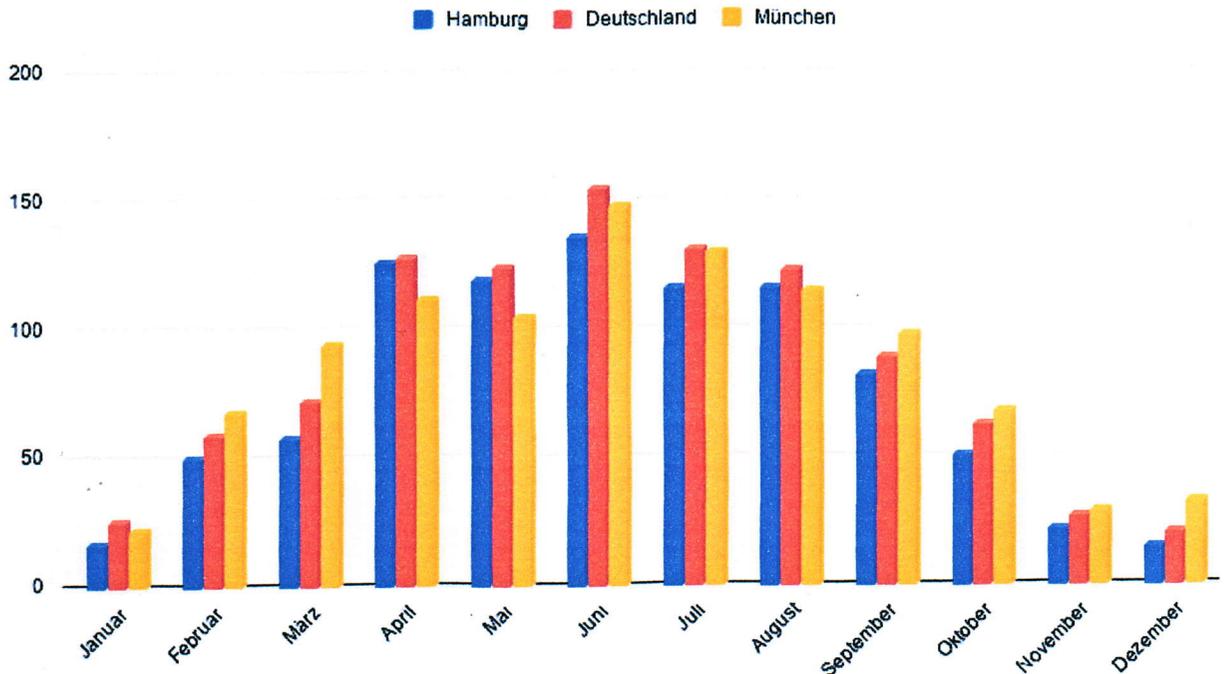
* Tagesverbrauch

% auf den Höchstwert bezogener Tagesverbrauch

Ertrag von PV-Anlage im Jahresverlauf

Die Erzeugung von Solarstrom ist von vielen Faktoren abhängig. Es gibt teilweise hohe Fluktuationen und Schwankungen. Je kleiner der betrachtete Zeitraum, desto geringer ist die Aussagekraft der Daten.

PV-Ertrag in Deutschland, Hamburg, München



Erträge Photovoltaik Jahresverlauf (Diagramm)

Über das Jahr hinweg ergibt sich aber ein klares Bild. Abweichungen von bis zu 30 Prozent sind im Vergleich zum Vorjahr möglich. Für eine ungefähre Schätzung sind die Daten aber sehr gut geeignet.

Bei den monatlichen Erträgen im Jahresverlauf handelt es sich um einen Durchschnitt, der auf den Jahresdaten von 2020 beruht.

Monat	Spezifischer Ertrag
Januar	26 kWh/kWp
Februar	59 kWh/kWp
März	72 kWh/kWp
April	128 kWh/kWp
Mai	124 kWh/kWp
Juni	155 kWh/kWp
Juli	131 kWh/kWp
August	123 kWh/kWp
September	89 kWh/kWp
Oktober	63 kWh/kWp
November	27 kWh/kWp
Dezember	21 kWh/kWp

Anlage 3

Ertrag von Solaranlagen in unterschiedlichen Jahreszeiten

Ertrag von Solaranlagen der Jahreszeiten

Als Nächstes schauen wir uns den Solarertrag der vier Jahreszeiten an.

Die Daten basieren auf dem Jahr 2020. In jedem Jahr ist das regionale Wetter in den Jahreszeiten unterschiedlich. Die Ergebnisse können deshalb von der nachfolgenden Ertragstabelle abweichen.

Jahreszeit	Spezifischer Ertrag	Anteil Jahresertrag
Frühling (Apr, Mai, Jun)	407 kWh/kWp	40 %
Sommer (Jul, Aug, Sep)	343 kWh/kWp	34 %
Herbst (Okt, Nov, Dez)	111 kWh/kWp	11 %
Winter (Jan, Feb, Mär)	157 kWh/kWp	15 %

Photovoltaik-Ertrag im Winter

In den Wintermonaten (Oktober bis März) wird nur etwa **ein Viertel (26 %) des Solarstroms** erzeugt. Gerade im Dezember und Januar wird wenig produziert. *Der Sonnenstand ist in diesen Monaten sehr niedrig* und die täglichen Sonnenstunden sehr gering. Hinzu kommt auch noch, dass, die [Photovoltaikanlage im Winter](#) durchschnittlich einige Tage mit Schnee bedeckt ist.

In den letzten Jahren gibt es einen Trend zu ungewöhnlichen Monatserträgen. Wenn es im Februar ungewöhnlich hohen Sonnenschein gibt, spiegelt sich das auch in den Erträgen wider.

Photovoltaik-Erträge im Sommer

In den Sommermonaten wird am meisten Strom erzeugt. Das liegt vor allem an den längeren Tagen und mehr Sonnenstunden.

Interessant ist, dass der Frühling sogar tendenziell für bessere Ergebnisse sorgt. Das liegt vor allem am Wirkungsgrad der Solarzellen. *Bei steigender Temperatur nimmt der Momentanertrag der PV-Anlage ab.*

<u>Solaranlagen</u>		<u>Jahreszeit</u>	<u>Wärmepumpe</u>		<u>Relation</u>
Ertrag	Anteil	Monat	Energie	Anteil	Ertrag zu Energie
kWh	%		kWh	%	%
26	2,5	Januar	4.431	15,9	0,15
59	5,8	Februar	3.970	14,2	0,41
72	7,1	März	3.482	12,5	0,57
128	12,6	April	2.374	8,5	1,48
124	12,2	Mai	1.423	5,1	2,39
155	15,2	Juni	777	2,8	5,43
131	12,9	Juli	441	1,6	8,06
123	12,1	August	513	1,8	6,72
89	8,7	September	1.081	3,9	2,23
63	6,2	Oktober	2.263	8,1	0,76
27	2,6	November	3.209	11,5	0,23
21	2,1	Dezember	3.894	14,0	0,15
1.018	100	<u>Gesamt</u>	27.858	100,0	
157	15	1. Quartal	11.883	42,6	0,35
407	40	2. Quartal	4.574	16,4	2,44
343	34	3. Quartal	2.035	7,3	4,66
111	11	4. Quartal	9.366	33,6	0,33

Anlage 4 Ertrag von Solaranlagen im Jahresverlauf im Vergleich zum Energiebedarf einer Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage

Solaranlage = PV-Anlage gemäß Ausdruck von echtsolar.de (siehe Anlage 3)

Wärmepumpenanlage für Heizen und Warmwasser = eigene Anlage von 15 kW für eine Radiatorenheizung (siehe Anlage 2)