Dr.-Ing. Hans-Georg Benken - 38104 Braunschweig - An der Wabe 5 - Tel. (0531) 372 374

Verfahren und Regeneration - das Effizienz-Modul für Wärmepumpen

Die Umstellung von Heizungsanlagen auf Wärmepumpen ist keine neue Idee. Bereits 2015 hat das Fraunhofer Institut ISE auf das Ergebnis einer umfangreichen Studie hingewiesen, dass die vereinbarten Klimaziele nur zu erreichen sind, wenn für die Erzeugung von Wärme nahezu vollständig erdgekoppelte Wärmepumpen eingesetzt werden.

Noch immer wird aber von Wärmepumpen nur ein Anteil von etwa 3,4 % der Wärme für Haushalte erzeugt (Quelle: RWI Anwendungsbilanz 2021 für den Haushaltssektor). Erst jetzt werden in Neubauten überwiegend Luft/Wasser-Wärmepumpen installiert.

Durch die entstandene Energiekrise hat sich die Situation erheblich verschlechtert. Einerseits erhöht sich mit mehr Wärmepumpen statt Gasheizungen der Strombedarf, andererseits sollen die dafür erforderlichen Kraftwerke den Verbrauch von Kohle und Gas verringern, obwohl nun auch die letzten Kernkraftwerke abgeschaltet wurden.

Offenbar aus diesen Gründen sind die Fördermaßnahmen für Photovoltaikanlagen stark erweitert worden. Zugleich werden weitere Windkraftanlagen genehmigt, von denen in den letzten Jahren zu wenige errichtet wurden.

Ein ernsthaftes Problem ergibt sich daraus, dass Fördermaßnahmen für Photovoltaikanlagen für die Stromversorgung der deutlich zunehmenden Zahl von Wärmepumpen zu wenig Nutzen bringen. Gerade in den Wintermonaten, wenn der Wärmebedarf weitaus am größten ist und auch der Strombedarf entsprechend stark ansteigt, können die Photovoltaikanlagen kaum noch Energie liefern.

Förderung von Photovoltaikanlagen auch für Wärmepumpen?

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte entsprach 2021 einem Anteil von gut einem Viertel am gesamten Endenergieverbrauch, mehr als zwei Drittel davon wurden benötigt, um Räume zu heizen (Quelle: Umweltbundesamt, März 2023).

Für die Förderung von Solaranlagen - gleichgültig ob für Photovoltaik- oder für Solarthermie-Anlagen - werden derzeit hohe Zuschüsse gewährt. Überschüssiger Strom aus Photovoltaik-Anlagen kann in das Stromnetz eingespeist werden. Dafür werden 8 Cent / kWh gutgeschrieben, während der Bezug von Netzstrom derzeit mit 32 Cent / kWh berechnet wird.

Es stellt sich die Frage, ob sich der hohe Stromverbrauch einer Wärmepumpe im Winterhalbjahr durch den Eigenstrom aus einer Photovoltaik-Anlage auch deutlich verringern lässt gegenüber dem bisherigen Bezug aus dem Stromnetz.

Der weitaus höchste Ertrag von Solaranlagen ergibt sich in den Sommermonaten in den Monaten Juni bis August, in dieser Zeit ist keine Heizung erforderlich, so dass der Stromverbrauch extrem niedrig ist.

In den Übergangszeiten Herbst und Frühjahr mit den Monaten September/Oktober und April/Mai wird wieder zeitweise Wärme benötigt, der dadurch höhere Stromverbrauch kann durch Eigenstrom aufgebracht werden, dies spart Kosten.

Der bei weitem höchste Wärmebedarf und damit ein extrem hoher Stromverbrauch ergibt sich in der Heizperiode in den Monaten November bis März - aber gerade in dieser Zeit können Solaranlagen aufgrund der winterlichen Wetterbedingungen und der fehlenden Sonnenstrahlung fast keine Energie mehr liefern.

Das Diagramm in Anlage 1 zeigt, wie sich der Wärmebedarf (rot) im Jahresverlauf verändert. Es handelt sich um die Aufzeichnungen aus der eigenen Wämepumpenanlage (monatliche Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2016). Zum Vergleich wird der von Statista 2013 ermittelte monatliche Erdgasverbrauch von Haushalten in Deutschland dargestellt (blau), die monatlichen Anteile zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf.

Um die Verfügbarkeit von Solarer Energie zu ermitteln wurde der im Sommer und im Winter sehr unterschiedliche Ertrag von Photovoltaikanlagen hinzugefügt (grün).

In Anlage 2 wurden zum besseren Vergleich die jeweiligen prozentualen Anteile aufgelistet. Leistungswerte der Wärmepumpe und der Photovoltaikanlage spielen hierbei keine Rolle, die optimale Leistung einer Solaranlage muss stets angepasst werden.

Bei den Angaben zum Photovoltaik-Ertrag handelt es sich um langfristige Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2020, ermittelt von der Hochschule Trier. Zusätzlich hat man auch die entsprechenden mittleren Werte der Globalstrahlung in Deutschland anhand der Daten vom Deutschen Wetterdienst zum Vergleich herangezogen (siehe Anlage 3).

Als Ergebnis kann die Globalstrahlung, angegeben als kWh/m^2, als entscheidender Faktor für den Ertrag einer PV-Anlage zugrunde gelegt werden. Dies zeigt eindeutig, dass Solaranlagen jeglicher Art bei dem hohen Wärmebedarf im Winterhalbjahr nur so geringe Erträge erbringen, dass sich der erforderliche extrem hohe Strombedarf aus dem Stromnetz in diesen Monaten auf diese Weise nicht merklich verringern lässt.

Der für die Erzeugung von Wärme ganzjährig notwendige Strom für Wärmepumpen kann aber durch ein entwickeltes innovatives Verfahren zur Regeneration der Wärmequellen deutlich verringert werden, sowohl bei Sole/Wasser-Wärmepumpen wie auch bei Luft/Wasser-Wärmepumpen.

Die Lösung der Probleme ist das "Effizienz-Modul" - ein multifunktionales Regelsystem. Mit dem kann entweder während des Ladevorgangs der Wärmepumpe etwas Wärme aus dem Heizkreis in deren Quellenkreis übertragen werden oder in der Zeit

zwischen den Ladevorgängen mit dem Heizstab der Wärmepumpe auch zeitweise überschüssiger Strom aus Windkraftanlagen in Wärme umgewandelt werden, so dass damit die Temperatur der Wärmequelle ansteigt.

Die wichtigsten Informationen dazu enthalten die folgenden zusammengefassten Ergebnisse. Zunächst werden die Unterschiede gegenüber den Anlagen gemäß dem Stand der Technik beschrieben, die zu einer deutlichen Steigerung der Effizienz von Wärmepumpen führen.

Danach werden die erheblichen Vorteile durch das multifunktionale Regelsystem beschrieben, das eine weitgehende Regeneration der Wärmequelle bzw. des Wärme-speichers ermöglicht.

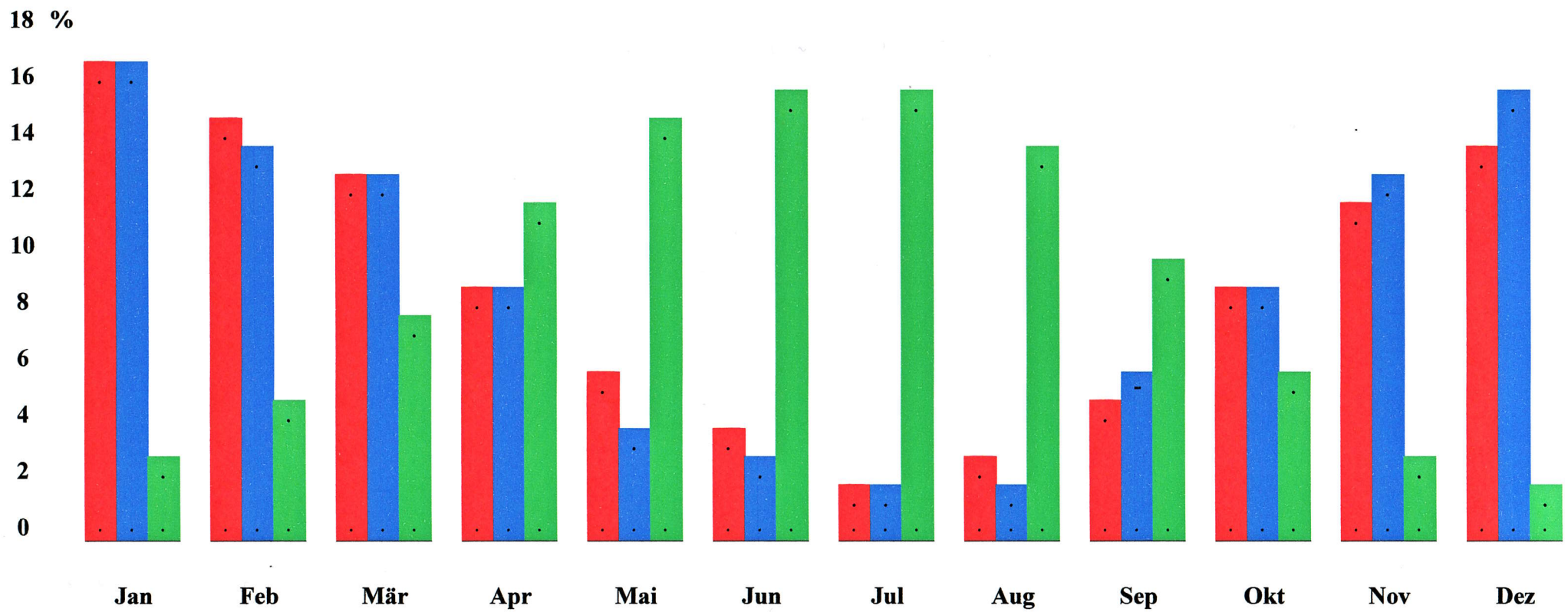
Das Ergebnis

Photovoltaikanlagen und andere Solaranlagen sind keinesfalls geeignet für die Stromversorgung von Wärmepumpen im Winter.

Anlagen

1. Jahresverbrauch von Wärme in Haushalten nach Monaten im Vergleich zur Verfügbarkeit von Solarer Energie
2. Tabellarische Übersicht zu Anlage 1 mit dem Photovoltaik-Ertrag
3. Photovoltaik im Sommer und Winter - ein Vergleich

30.5.2023



Grafik Tabelle Q 3

Wärmebedarf im Jahresverlauf Quelle: eigene Aufzeichnungen im Mittel der Jahre 2012 bis 2016 Jahreswert 27.858 kWh = 100 %

Erdgasverbrauch im Jahresverlauf Quelle: Statista / Deutsche Haushalte im Mittel (2013) Mittelwert = 22.000 kWh = 100 %

Photovoltaik Ertrag im Jahresverlauf Quelle: Deutscher Wetterdienst Globalstrahlung im Jahr = 1082 kWh / m^2 = 100 %

Anlage 1 Jahresverbrauch von Wärme in Haushalten nach Monaten im Vergleich zur Verfügbarkeit von Solarer Energie

Anteile	Stromverbrauch		Erdgasverbrauch		Photovoltaik-Ertrag *	
	27.858 kWh		22.000 kWh		10.820 kWh	
Monat	%	kWh	%	kWh	%	kWh
Januar	15,9	4.429	16,1	3.542	2,1	227
Februar	14,2	3.956	13,0	2.860	3,7	400
März	12,5	3.482	12,5	2.750	6,9	747
April	8,5	2.368	8,1	1.782	11,4	1.233
Mai	5,1	1.421	3,5	770	14,5	1.569
Juni	2,8	780	2,2	484	15,2	1.645
Juli	1,6	446	1,7	374	15,2	1.645
August	1,8	501	1,6	352	13,0	1.407
September	3,9	1.086	5,2	1.140	8,8	952
Oktober	8,1	2.256	8,4	1.848	5,2	563
November	11,5	3.204	12,2	2.684	2,4	260
Dezember	14,0	3.900	15,5	3.410	1,6	173
1. Quartal	42,6	11.883	41,6	9.152	12,7	1.374
2. Quartal	16,4	4.574	13,8	3.036	41,1	4.447
3. Quartal	7,3	2.035	8,5	1.866	37,0	4.004
4. Quartal	33,6	9.366	36,1	7.942	9,2	996
Winter	76,3	21.249	77,7	17.097	21,9	2.370
Sommer	23,7	6.609	22,3	4.903	78,1	8.450

Stromverbrauch im Jahresverlauf Quelle: eigene Aufzeichnungen, Mittelwerte 2012 bis 2016

Erdgasverbrauch im Jahresverlauf Quelle: Statista / Deutsche Haushalte im Mittel (2013)

Photovoltaik Ertrag im Jahresverlauf * PV-Anlage mit 10.820 kWh für Anlage von 10 qm
Quelle: Deutscher Wetterdienst / Globalstrahlung im Mittel der Jahre 1981 bis 2020

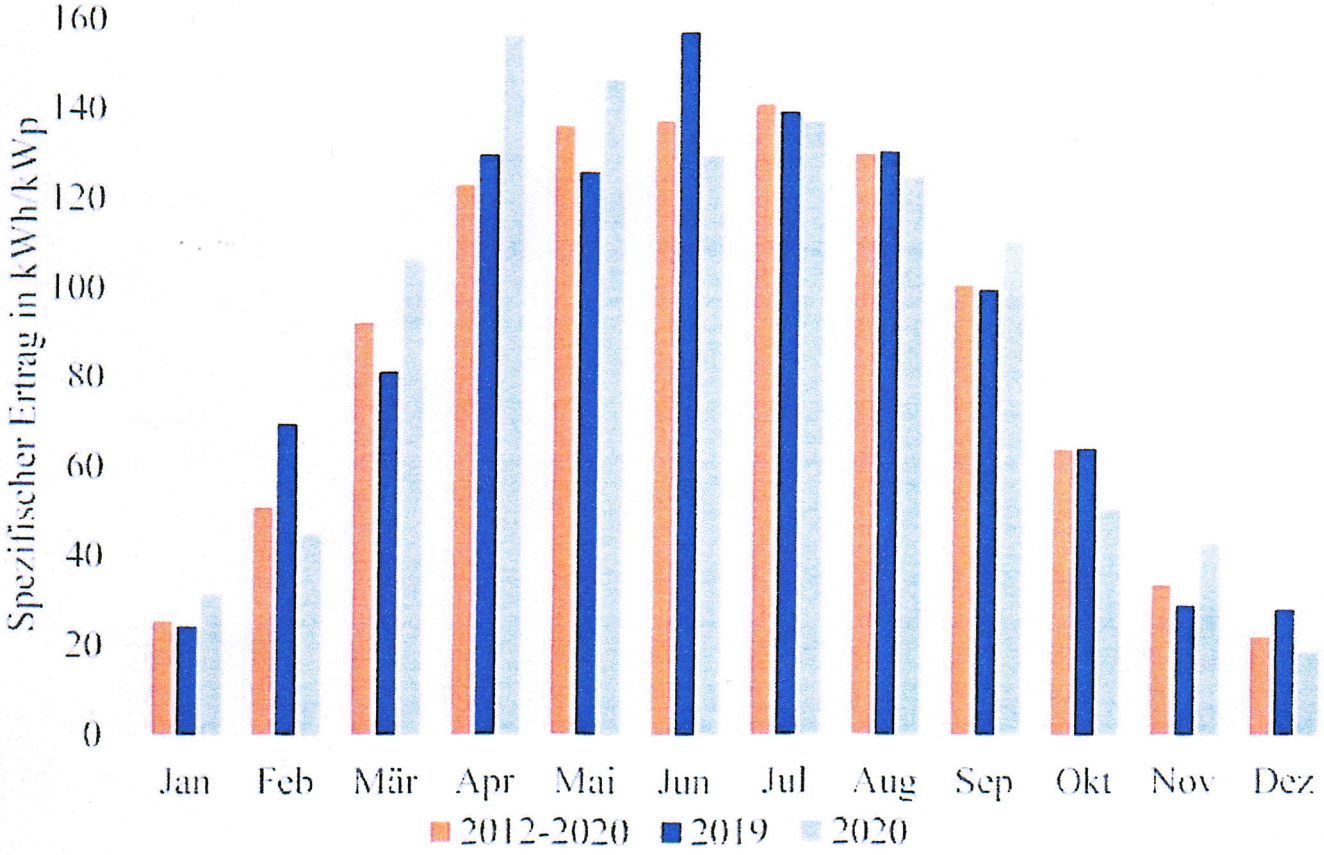
Grafik-Raster (4).18

Anlage 2 Jahresverbrauch für Wärme in Haushalten nach Monaten im Vergleich zur Verfügbarkeit von Solarer Energie (Anteile in %)

AK DigiArt, fotolia.com

Photovoltaikertrag in Sommer und Winter – ein Vergleich

Die folgende Grafik veranschaulicht die **durchschnittlichen spezifischen Erträge von Photovoltaik-Dachanlagen im langjährigen Mittel von 2012 bis 2020** (orange). Mit der Angabe in Kilowattstunden pro Kilowatt-Peak (kWh/kWp) ermöglicht der spezifische Ertrag, unterschiedlich große Anlagen schnell miteinander zu vergleichen. Der ermittelte Wert ist lediglich mit der Spitzenleistung (kWp) zu multiplizieren.



Vergleich der monatlichen spezifischen Erträge in Deutschland für die Jahre 2012 bis 2020. © Hochschule Trier/Umwelt-Campus Birkenfeld

Im vorliegenden Balkendiagramm lässt sich der Unterschied im Ertrag von Sommer und Winter besonders schnell erfassen. Die Zahlen ergeben folgendes Bild: Im Sommerhalbjahr (April bis September) wurden insgesamt ca. 765 kWh/kWp erreicht, im Winterhalbjahr (Oktober bis März) dagegen nur ca. 285 kWh/kWp. In Prozentzahlen bedeutet dies: **Die Photovoltaikerträge summieren sich in den sechs Wintermonaten auf ca. 27 Prozent, also auf weniger als ein Drittel des Gesamtertrags.**

Anlage 3

EUMETSAT CM SAF CLIMATE MONITORING

Deutscher Wetterdienst
Klima- und Umweltberatung, Hamburg
Email: klima.hamburg@dwd.de

Globalstrahlung Deutschland, mittlere Jahressummen © Deutscher Wetterdienst

Was die Karte nicht verrät, sind die **starken Schwankungen zwischen Sommer und Winter**. Zieht man die entsprechenden Karten des DWD zurate, ergibt sich für den genannten Zeitraum folgendes Bild (Angaben in kWh/m²):

1981 – 2020	Minimum	Maximum	Mittel
Januar	15	50	23
Februar	29	79	40
März	70	114	75
April	112	133	123
Mai	141	173	157
Juni	149	181	165
Juli	147	181	164
August	128	156	141
September	84	109	95
Oktober	46	75	56
November	19	46	26
Dezember	11	38	17

In dieser Erhebung summiert sich die mittlere Globalstrahlung in den Sommermonaten April bis September (gelb) auf 845 kWh/m², in den Wintermonaten Oktober bis März (blau) auf 237 kWh/m². Dies ergibt ein **Verhältnis von etwa 3:1 von sommerlicher zu winterlicher Strahlung**.

Fazit: Die Werte für den Jahreslauf von Globalstrahlung und Photovoltaikertrag sind zwar nicht ganz deckungsgleich (22% bzw. 27% für den Winter), bewegen sich jedoch in der gleichen Größenordnung. Damit kann die **Globalstrahlung als entscheidender Faktor für den Ertrag einer PV-Anlage** festgehalten werden.