

# Die Rettung der Energiewende – und der Kohle.

geschrieben von Admin | 21. April 2023

## Energiepolitik mit Überraschungen

### Von Günter Keil

Die bisher für den Klimaschutz bevorzugten und geförderten Techniken – Windräder und Solarstrom sind prinzipiell sinnvoll und anwendbar, besitzen aber erhebliche Nachteile: Hohe Kosten, teilweise unerfreuliche Nebenwirkungen oder auch ihre grundsätzlich unzuverlässige Arbeitsweise, wie die von Witterung oder Tageslicht abhängige Leistungserzeugung. Allein die Biogaserzeugung stellt bezüglich ihrer Regelbarkeit und Zuverlässigkeit eine Ausnahme dar, was jedoch keineswegs das Ende ihrer Subventionierung bedeutet. Auch die Wärmepumpe ist eine längst bekannte und bislang fast nur in größeren Anlagen eingesetzte Technik, die man bislang zu Recht allenfalls in sehr großen Wohnanlagen gesehen hat. Bis vor kurzem wussten allenfalls Fachleute, dass es so etwas gibt. Und jetzt plötzlich soll das die große Lösung werden.

Das Bundeswirtschaftsministerium hat das als neuen Schwerpunkt für das Erreichen ihrer Klimaschutz-Ziele die Wärmewende angekündigt, die dann wohl die Energiewende ergänzen soll. Der Heizungssektor hat schließlich den größten Anteil am Energieverbrauch – bislang noch mit den Energieträgern Erdgas und Mineralöl. Sie hat dafür ausgerechnet die Wärmepumpe als besonders geeignete Maßnahme für die Dekarbonisierung des Gebäudesektors entdeckt. Diese Geräte sollen nun den Eigentümern von Gebäuden vorgeschrieben werden.

Wärmepumpen arbeiten nach dem gleichen physikalischen Prinzip der Kühltürme; nur mit der umgekehrten Richtung der durch eine elektrische Pumpe angetriebenen Flussrichtung der Wärmeenergie.

Eine entscheidende Eigenschaft sowohl des Kühlturms als auch der Wärmepumpe ist deren Anhängigkeit von der zu überwindenden Temperaturdifferenz. Ebenso wie eine Tiefkühltruhe wegen der von ihr zu überwindenden, viel höheren Temperaturdifferenz zwischen Kalt- und Warmseite im Vergleich zu einem Kühlturm ein Stromfresser ist, steht man mit der Wärmepumpe vor dem gleichen Problem.

Eine Heizung muss im Winter einen Temperaturunterschied zwischen der niedrigsten Außentemperatur einerseits und der zumeist bei Bestandsgebäuden notwendigen Vorlauftemperatur der Zentralheizung von zumeist 75°C sicherstellen. Das verlangen die üblichen Heizkörper. Ansonsten müsste man auch noch diese durch größere Niedertemperatur-Heizkörper ersetzen. Diese Anforderung bedeutet im Winter, dass auch bei

minus 10 Grad die Wärmepumpe ihren Zweck erfüllen muss. Diese Temperatur-Arbeitshöhe ist enorm.

Dass es in der Industrie und in übrigen Teilen der Wirtschaft durchaus Anwendungen von Wärmepumpen gibt, liegt in den allermeisten Fällen daran, dass man dort über große Abwärmemengen verfügt, die mittels einer großen Wärmepumpe auf deutlich höhere Temperaturen gebracht werden können, die man verwenden kann, anstatt die Abwärme zu entsorgen.

## **Deutschland stand an der Spitze der Solarwärmenutzung.**

Die eindrucksvollen Solarthermieprojekte, die gerade dieses Land in dem EU-Verbundprojekt „High Combi“ entwickelt und präsentiert hat, stellten die beste Ausgangsposition für ein deutsches Energie-Programm dar (Lit.2; 4; 5; 7; 8; 10). Sie sind noch heute zum großen Teil zu besichtigen. Es sind – bzw. waren – die folgend, jeweils in der Reihenfolge Name, Jahr der Fertigstellung und Volumen des Heißwasserspeichers in Kubikmetern aufgezählten Prototypanlagen:

Stuttgart-1985 -1050; Chemnitz-1997 – 8000; Augsburg-1997 – 6000; Steinfurt-1999 – 1500; Eggenstein-2007 – 4500; Neckarsulm-2001 – 63.360; Rottweil-1994 – 600; Hamburg-1996 – 4500; Friedrichshafen-1996 – 12.000; Hannover-2000 – 2750; Attenkirchen-2002 – 10.500; Crailsheim-2008 – 37.500; München-2006 – 6000; Rostock-2000 – 20.000.

Es sind die Speicher Das stärkste Argument für die Nutzung der Solarwärme ist die Möglichkeit zu einer nahezu beliebig großen und außerdem kostengünstigen Speicherung der gewonnenen Wärme. Im High Combi Projekt wurden mehrere Speicherkonzepte – z.B. Wassertanks und Erdspeicher – erprobt, wobei man mit Erdspeichern, die wegen ihrer realisierten Tiefe von bis zu 68 Metern ein geradezu gewaltiges Speichervolumen bei relativ geringem Flächenverbrauch möglich macht. Nur diese Chance erlaubte eine monatelange Speicherung sehr großer Energiemengen – und damit ergab sich auch die Bezeichnung saisonale Speicher, weil sie die im Sommer gesammelte Wärme bis zum Beginn der Heizperiode aufbewahren konnten. (Lit.7; 8). Und das für äußerst geringe Kosten von 3-4 Cent pro Kilowattstunde Wärme. (Lit.3). Die in der obigen Aufzählung angegebenen Speichervolumina geben eine Vorstellung vom bereits damals Erreichten.

Welch ein Unterschied zu den Speicherproblemen für Strom. Die einzigen Elektroenergiespeicher, die relativ hohe Kapazitäten aufweisen, sind Pumpspeicherkraftwerke, von denen Deutschland 30 hat. Ihre Kapazität ist zusammen nicht einmal imstande, den Strombedarf Deutschlands auch nur für einen Tag zu liefern. Ihr Ausbau wurde 2017 endgültig aufgegeben, wobei die sehr massiven Proteste der betroffenen Anwohner den Ausschlag gaben. Die gescheiterten Unternehmen sprachen von fehlender Rentabilität. Andere verbliebende Stromspeicher wie Batterien sind in

der notwendigen Größe schlicht unbezahlbar (Lit.9). Der tatsächlich ernstgemeinte Vorschlag, die Batterien der Elektroautos zum Speichern von Kraftwerksstrom anstatt zum Aufladen für den nächsten Tag heranzuziehen, hat sich inzwischen wegen Lächerlichkeit von selbst erledigt. Damit ist sowohl die Speicherung des extrem schwankenden Windstroms unmöglich, und die Speicherung von Solarstrom wird nur von manchen Privathaushalten für einzelne Kilowattstunden mit nicht gerade billigen Batterien praktiziert.

Die unbegreifliche und rätselhafte Konzentrierung der staatlichen Förderung auf die erneuerbaren Elektroenergiequellen führte zu dem Problem, dass man sie nicht mit erträglichem Aufwand (Kosten und Rohstoffe) speichern kann. Was jeder vorher wusste.

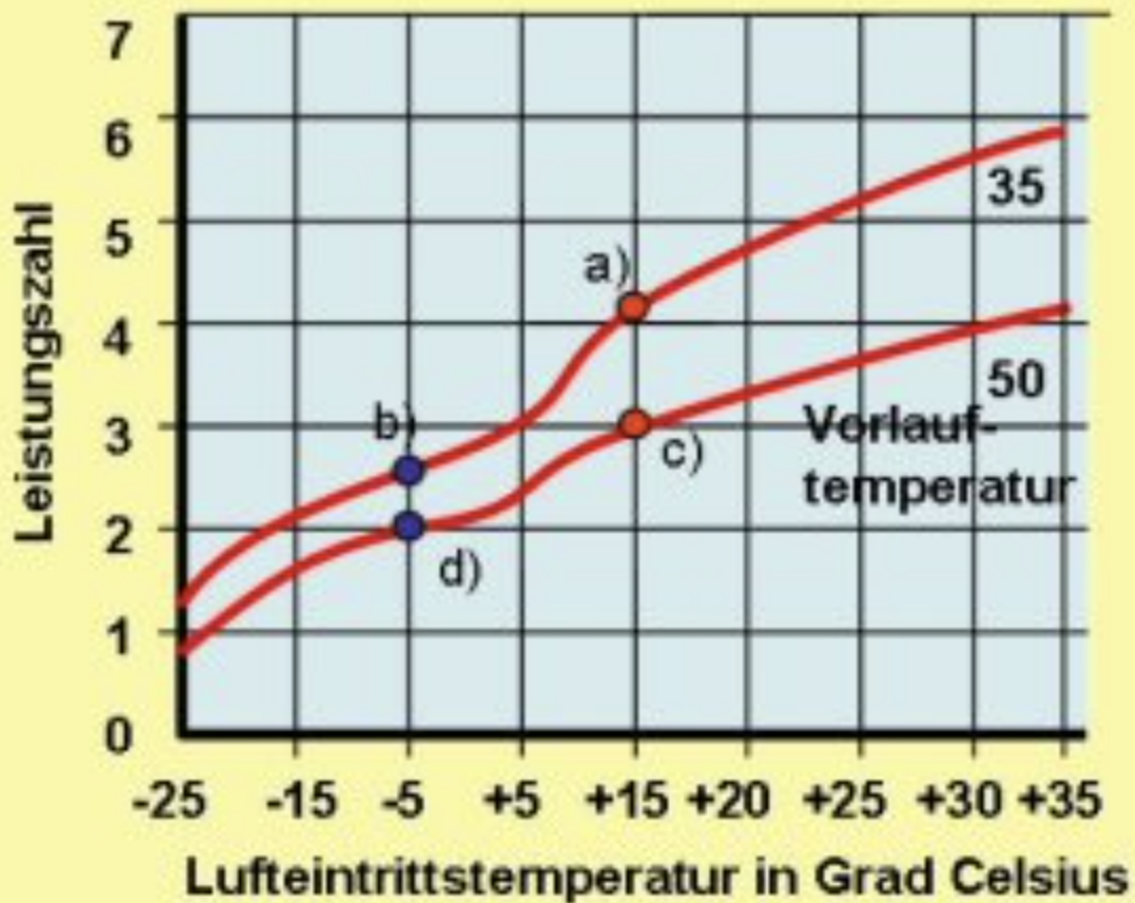
Die genannten deutschen Pilotprojekte waren der größte Beitrag zum High Combi Projekt. Die bei den Erbauern und den begleitenden Hochschulinstituten gesammelten Erfahrungen waren – und sind noch heute – ein Schatz. Sämtliche Voraussetzungen für ein einzigartiges und langfristiges Solarwärmeprogramm der Bundesregierungen (man muss das leider im Plural feststellen) lagen vor. Finanzmittel waren vorhanden. Und die deutschen eindrucksvollen Klimaschutzaktivitäten waren längst verkündet.

Das einzige was tatsächlich geschah, war die geradezu extreme Förderung der Solarenergienutzung – aber nicht etwa der Solarwärme, sondern fast ausschließlich der Solarstromerzeugung. Teuer, unzuverlässig, nicht speicherbar und nach der erfolgreichen Vernichtung der deutschen Hersteller durch Chinas Lohndumping besteht eine 87-prozentige Dominanz von China bei den PV-Importen . Diese Politik des Ignorierens der Solarwärme und der nach wie vor von Bundesregierungen geradezu verehrten Fotovoltaik (PV) wird noch heute unbeirrt fortgesetzt. Das Statistische Bundesamt teilte mit, dass die installierte PV-Gesamtleistung von 2021 auf 2022 um 13% anstieg.

Sämtliche deutschen Regierungen, die seit Jahren den Rest der Welt damit nerven, dass sie die engagiertesten Klimaschützer von allen sind, haben die große Chance für eine überzeugende und wirksame Energiepolitik, wie es zum Beispiel unser nördlicher Nachbar zeigt, in voller Absicht ignoriert. Dessen Vorgehensweise ist überzeugend und erfolgreich; fast könnte man neidisch werden.

Zur Wärmewende 2023: Es werden nun Argumente und Zahlen zu dem ganz anderen deutschen Vorgehen zur klimafreundlichen Abschaffung der bislang funktionierenden Wärmeversorgung von Wohngebäuden ( genannt Wärmewende) mittels vieler kleiner elektrischer Luft-Wärmepumpen (WP) vorgestellt. Zu den weiterhin von der Regierung unverändert geförderten Solarstrom-Dachpaneelen wurde bereits oben etwas geschrieben. (Lit. 3, 11).

## Leistungszahl (COP)



### Abhängigkeit des COP von Lufteintritts- und Heizungsvorlauftemperatur

a) L15/W35 -> COP 4,2    c) L15/W50 -> COP 3,0

b) L-5/W35 -> COP 2,6    d) L-5/W50 -> COP 2,0

1.) Arbeitszahlen bzw. Leistungszahlen der WP und ihre Bedeutung: Damit ist gemeint, um wie viel die im Haus abgelieferte Wärmemenge die von der Außenluft aufgenommene Menge übersteigt. Das bedeutet z.B. bei einer Arbeitszahl von 3, dass die Pumpe 1 Strom-Kilowattstunde (KWh) liefert aber 3 KWh werden ins Haus gefördert- also 2 kWh von außen.

2.) Diese Arbeitszahlen sind selbstverständlich von dem zu überwindenden Temperaturunterschied zwischen angesaugter Außenluft und im Haus abgelieferter Wärme abhängig.

3.) Warnungen wurden im Artikel von Michael Fabricius und Benedikt Fuest (Lit.1) zitiert.: Rainer Lang, Entwicklungsleiter Wärmepumpe bei

Vaillant: „In vielen Produktbeschreibungen sind als Grundlage für die Arbeitszahl Werte wie „A2/W35“ zu finden. A2 steht dabei für eine Außentemperatur von zwei Grad. W35 für eine Vorlauftemperatur von 35 Grad. Das sind Idealbedingungen, die insbesondere im Bestandsbau unrealistisch sind. Außerdem kommt noch der Warmwasserverbrauch hinzu. Insbesondere asiatische Billiganbieter schummeln gerne und geben die Maximalleistung ihrer Pumpe lediglich für Plus-Temperaturen an. Wird es draußen kälter oder reicht die Vorlauftemperatur nicht, steigt der Stromverbrauch rapide an.“

Weiter: „Laut Bosch Thermotechnik bewegt sich ein realistischer Stromverbrauch für WP zwischen 27 und 42 KWh pro Quadratmeter. Bei einem Haus mit 150 Quadratmetern Fläche kommt man also auf mindestens 4000 bis 6300 KWh pro Jahr. Etwa die Hälfte aller Gebäude verbraucht rechnerisch jedoch mehr als 42 KWh pro Quadratmeter.“ Und auf der Webseite des Herstellers Bosch stehe die Warnung: „Ab einer Arbeitszahl von circa 3 sind elektrische Wärmepumpen wirtschaftlich.“ Also erst ab 3 und höher. Wie unten gezeigt wird, sind die Arbeitszahlen bei einem höheren zu überwindenden Temperaturunterschied niedriger – also im Winter. Unerfreulich, aber feststehend.

Weiter in dem Zitat: „Bei niedrigeren Arbeitszahlen, bei höheren Vorlauftemperaturen und viel Warmwasserverbrauch kann alles deutlich teurer werden.“ Ergänzend: „Moderne Pumpen schaffen auch Vorlauftemperaturen von 60 Grad und mehr. Doch auf Dauer wird das teuer...“ (Ende des WamS-Artikels).

4.) Die Betrachtung der im gleichen WamS-Artikel gezeigten Kennlinien für Leistungszahlen, Außentemperaturen und Vorlauftemperaturen ermöglicht es, endlich einen Eindruck davon zu bekommen, was bei einem mit einer Wärmepumpenheizung ausgestatteten, etwas älteren Einfamilienhaus in einem ganz normalen Winter passiert. Beispiel 1: einer Außentemperatur von 0 °C (nicht gerade ein harter Winter) und einer für das Haus recht „mickrigen“ Vorlauftemperatur von 55°C (bei der es vielleicht kaum ausreichend warm wird) hat die WP eine Arbeitszahl von 2. Also 1 KWh von außen und 1 KWh elektrisch. Interessant ist nun, wie sich das auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärmepumpe im Vergleich mit einer Erdgasheizung auswirkt, das sollte doch viel klimafreundlicher werden – so die entscheidende Begründung für diese teure Änderung. Die Daten für die Berechnung: Der sogenannte Fußabdruck (die Menge) der CO<sub>2</sub>-Emission einer Strom-Kilowattstunde beträgt 0,517 Kilogramm. Bei einer Gasheizung beträgt der Fußabdruck 0,16 Kg pro KWh Wärmeenergie. Bei den genannten Werten für den zu überwindenden Temperaturunterschied erzeugt die Wärmepumpe das 1,6-fache an CO<sub>2</sub> der Gasheizung.

Beispiel 2: Mit einer höheren Vorlauftemperatur von 70 °C – das ist ein für ältere Häuser notwendiger Wert – und abermals 0 °C an der Außenseite schafft die WP eine Arbeitszahl von 1,3. Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der WP-Heizanlage ist dann 0,4 Kg per kWh Wärmelieferung ins Haus. Das ist

bereits das 2,5-fache dessen, was die Gasheizung ausstößt.

Beispiel 3: Bei gleicher Vorlauftemperatur 70 °C, aber knackigen minus 10°C ist die Pumpe am Ende: Ihre Arbeitszahl ist 1.0 – und das bedeutet schlicht, dass die gesamte Heizleistung der Anlage elektrisch erzeugt wird. Als hätte man einen dicken elektrischen Boiler. Man hat aber eine teurere Anlage, die leider auch noch das 3,2-fache an CO<sub>2</sub>-Menge ausstößt.

Dass diese 3 Beispiele für die Winterzeit berechnet wurden, liegt daran, dass im Winter geheizt wird. Der Warmwasserbedarf im Sommer ist dagegen unbedeutend – aber das kann die Wärmepumpe wenigstens. Die WP-Anlage hat allerdings „zwischen 12.000 und 16.000 Euro gekostet“ (oben zitierter WamS-Artikel), oder auch 30.000 Euro, was aus anderer Quelle berichtet wurde. Und wofür das alles?

Hier im nördlichen Mitteleuropa muss man gegen häufig harte Winter anheizen – und das zumeist in normalen Häusern, die keineswegs thermisch exzellente Energiespargebäude sind.

## **Alles für den Klimaschutz**

Warum die enorme und teure Wärmepumpen-Lawine klimaschützend sein soll, erklärt Ihnen der Bundeswirtschaftsminister vielleicht. Übrigens wird die CO<sub>2</sub>-Emission einer elektrisch erzeugten Kilowattstunde demnächst noch höher als bislang 0,517 Kg ausfallen, weil die stillgelegten Kernkraftwerke Mitte April d.J. durch Kohle- und Gaskraftwerke ersetzt worden sind. Anscheinend hat die Bundesregierung nach ihrer Entscheidung für die Wärmepumpe als Klimaretter im Heizungsbereich doch noch eine Erkenntnis gehabt (oder massive Warnungen aus der Stromwirtschaft erhalten) dass jetzt nur mit deutlich stärkerer Nutzung der Kohle- und Gaskraftwerke der Zusammenbruch der Stromversorgung aufzuhalten wäre..

Im Jahre 2022 stammten bereits 33.3% des „fossilen“ Stroms aus Kohlekraftwerken, und das ist erst der Anfang bzw. die Wiederauferstehung der Kohle als wichtigster Energieträger. 2021 waren es nur 30,2 % und auch die wollte die Regierung so schnell wie möglich auf Null bringen. Man kann vielleicht sogar dankbar dafür sein, dass nun das Gegenteil geschieht und die treue Kohle zurückkommt. Aber wie wir die kleine deutsche Wärmepumpe rechtzeitig wieder loswerden, kann man nicht abschätzen. Wie diese Technik dagegen als Großanlage – und zwar mit Megawatt-Leistungen und damit technisch sinnvoll – eingesetzt werden kann, wird hier unter anderem beschrieben. Darin kann man erfahren, wie es ein nördlich von uns liegendes Land mit seinen begrenzten Mitteln, aber dafür mit seiner unideologischen Pragmatik einfach besser macht.

## **Das Beispiel Dänemark (Lit. 3; 6; 10).**

In Dänemark gibt es ein großes Energieprogramm: Den PlanEnergi. Weil dieses Land die wertvollen und ermutigenden Erfahrungen aus dem großen

europäischen Solarwärmeprojekt „High Combi“ in seine Energiepolitik, und darin als geradezu bewundernswerten, langfristigen Planenergi aufgenommen hat, gab es bereits 2012 eine große Anzahl von Solarthermieanlagen, die über das ganze Land verteilt sind. Eine graphische Übersicht des bereits im Jahre 2012 erreichten Standes der Fertigstellung von Anlagen und zur weiteren Planung ist in Lit.3 zu finden. Bereits damals gab es 25 fertige Anlagen, davon 8 mit geplanten Erweiterungen und weitere 21 neue im Planungszustand. – wie die Landkarte in diesem Artikel zeigt.

Die größten dieser Anlagen – gemessen an ihrer Kollektorfläche in Quadratmetern sind folgende (die erste Zahl ist die bereits installierte Fläche, die zweite die geplante): Marstal 18.365 +15.000; Lögomkloster 17.000+45.000; Mojens 17.500+ 54.000; Gram 10.073+31.000; Braedstrup 18.612; Dronningslund 35.000.

Die 2012 existierende Kollektorfläche betrug insgesamt 223.890 Quadratmeter. Damals geplant: Weitere 350.000.

Bei der oben erwähnten Anlage von Marstal auf Aerö wird die Erweiterung der Kollektorfläche im Rahmen des EU-Projektes SUNSTORE 4 erfolgen. (Lit.10). Sie ist bereits jetzt ein Beispiel für eine intelligente Kombination der Solarthermie, die 55% der gesamten Energiemenge liefern soll, mit weiteren Anlagen. Das ist ein 1,5 MW Holzhack-Kessel und eine sehr große 1,5 MW Wärmepumpe, die genutzt wird, wenn der Einspeisetarif für die Windenergie günstig ist. Sie hat somit etwa die 100-fache Leistung wie die uns demnächst bescherten WP. Sie ist in der Lage, den aufgeladenen Erdspeicher mit 75.000 Kubikmetern Volumen bis auf +10 °C herabzukühlen und 75°C heißes Wasser für die angeschlossene Fernwärme-Leitung abzugeben.

Dänemark hat ein sehr weit ausgebautes Fernwärmesystem (sehr viel größer als das deutsche), und es hat als Konsequenz aus den wertvollen Erfahrungen mit dem High Combi Projekt eine Vielzahl von zumeist sehr großen Solarwärme-Anlagen gebaut – und setzt das entschieden fort. Mit dem Fernziel, damit 40 Prozent des gesamten Heizenergiebedarfs zu decken. Es bot sich an, die in den Sommermonaten gesammelte Solarwärme, die in bis zu 68 Meter tiefen Erdspeichern gespeichert wird, in das umfassende Fernwärmenetz einzuspeisen, was auch geschieht. Um die Wassertemperatur der Langzeit-Erdspeicher von maximal 40°C für die Fernwärmenutzung auf 75°C zu bringen, betreibt man in den zum Netz gehörenden Heizwerken auch große Wärmepumpen., wie das Beispiel Marstal zeigt. Die im Übrigen nicht unbedingt elektrisch angetrieben werden müssen, Erdgas- oder Dieselmotoren sind gleichfalls geeignet. Die Zweckmäßigkeit entscheidet.

Zu dem vor Kurzem erreichten Stand der Entwicklung der dänischen Wärmeversorgung : Im Jahr 2021 wurden 63% der dänischen Haushalte mit Fernwärme versorgt. In Kopenhagen waren es bereits 98%.

68% der Fernwärme werden mit Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Die Nutzung von Industrie-Abwärme soll weiterhin ansteigen. 40% des Wärmebedarfs in Dänemark werden von Erneuerbaren Energien bereitgestellt. Ihr Anteil in der Fernwärme beträgt bereits 50%. Dänemark will 2050 unabhängig von fossilen Brennstoffen sein.

## Schlussbemerkungen

Der neue Plan der Regierung für eine Wärmewende ist von mehreren Kurswechseln, Widersprüchen und dazu von dem weiteren Ignorieren der mit Abstand wichtigsten erneuerbaren Energiequelle Solarwärme gekennzeichnet. Dazu wird hier die völlig andere und erfolgreiche Schwerpunktsetzung in Dänemark beschrieben.

Der jetzt mit erheblichem Druck gewünschte Großeinsatz der Elektroheizung mit kleinen Wärmepumpen für die Hausheizung erreicht eher das Gegenteil. Und die plötzliche Priorisierung der Kohle- und Gaskraftwerke konterkariert alle bisherigen Bekenntnisse zu einem umfassenden Klimaschutz, der einmal das Ziel einer vollständigen Dekarbonisierung Deutschlands hatte.

Es scheint neue Variante der Angst als politische Orientierungshilfe zu geben: Die Angst vor dem großen „Blackout“ – die sogar sehr berechtigt ist. Sie kommt zu der seit etlichen Jahren verbreitete Angst vor der Klimakatastrophe hinzu, schafft aber neue Probleme: Jetzt muss man zurück zu den „Fossilen“. Jetzt also eine 180-Grad Kehrwende, nach der die Kohleförderung und –Verstromung geradezu die Rettung verspricht. Die Aktivisten, die noch kürzlich – nämlich vor drei Monaten – in Lützerath von Baumhäusern herunter gegen die Braunkohle kämpften, müssen doch heute annehmen, dass sie im falschen Film sind. Die Angst vor der Kernkraft muss aber bestehen bleiben. Die Summe aller dieser Ängste ist Ratlosigkeit. Im Ausland kennt man das schon lange; es heißt dort „The German Angst“.

Zum Thema der großtechnischen Nutzung der hierzulande nahezu ignorierten Solarwärme haben unsere Wärmewender nichts zu sagen. Es genügt aber bereits der Blick nach Dänemark, um zu sehen, was möglich ist. Dieser wird hier geboten. Einen krasserer Unterschied als der zwischen der deutschen und der dänischen Energiepolitik kann es nicht geben. Dort ignoriert man nicht die gewaltige Wärmequelle Sonne, sondern lässt sie arbeiten. Das betrifft selbst die dortige gelegentliche Verwendung von großen Wärmepumpen in Fernheizwerken. Ob man das alles hierzulande noch einmal hinkommt, ist ungewiss. Auch müsste man dann vorher bereits ein sehr viel größeres Fern- und Nahwärmenetz bauen. Fangt schon mal an.

Literatur 1. Michael Fabricius, Benedikt Fuess. „Starthilfe Wärmepumpen“, WamS 12.03.2023 2. AEE INTEC: „High Solar Fraction Heating and Cooling Systems with Combination of Innovative Components and Methods“, Kurzbezeichnung dieses EU-Verbundprojektes: „High Combi“. Bericht über die Pilotprojekte; auch über den Beitrag Deutschlands. 3.



Sabine E. Rädisch: „Solare Fernwärme um 3-4 ct/kWh nur in Dänemark möglich?“, 4.12.2013, <https://blog.paradigma.de/solare-fernwaerme-um-3-4-ctkwh-nur-in-daenemark-moeglich/> (mit Landkarte zur Lage und Größe der Projekte in DK). 4. Günter Keil: „Solarwärme: Die ungenutzte Alternative.“ 24.3.2015, [www.ageu-die-realisten.com/archives/category/energie/solarenergie](http://www.ageu-die-realisten.com/archives/category/energie/solarenergie) 5. Thomas Pauschinger: „Technik und Wirtschaftlichkeit solarthermischer Großanlagen“, <https://docplayer.org>19152436-technik-und-wirtschaftlichkeit-solarthermischer-grossanlagen>. 6. Leo Holm, Marstal Fjernvarmen DK „Long Term Experience with Solar District Heating in Denmark“, 2010, <http://www.fjernvarmen.dk/faneblade/> 7. Thomas Schmidt: „Fernwärme: Große saisonale Wärmespeicher“, <https://docplayer.org>7231569-fernwaerme-grosse-saisonale-waermespeicher> 8. Oliver Miedaner: „Integration solarthermischer Großanlagen in Nah- und Fernwärme“, <https://docplayer.org>26137069-integration-solarthermischer->, 29.09.2016. 9. Reinhard Wolff: „Norwegen will kein Akku sein“. 26.9.2011, [www.taz.de/energiewende-in-europa/5111153/](http://www.taz.de/energiewende-in-europa/5111153/) 10. Projekt-Homepage der EU: [www.solar-district-heating.eu](http://www.solar-district-heating.eu) 11. Fritz Vahrenholt: „Das Wärmepumpen-Desaster“, 7.4.2023, <https://eike-klima-energie.eu/2023/04/07/das-waermepumpen-desaster>

– 10 –

– 10 –

– 10 –