

VOLLELEKTRIFIZIERUNG DER GEBÄUDEHEIZUNG?

KRITISCHES ZUR STUDIE „WÄRMEWENDE 2030“ DER AGORA ENERGIEWENDE

Die Studie der Agora Energiewende „Wärmewende 2030 – Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor“¹⁾ geht von der Zielsetzung der Bundesregierung aus, bis 2050 die Treibhausgasemissionen um 80 bis 95% zu senken. Als Zwischenziel sind bis 2030 die Emissionen um 55% zu mindern. Zur Zielerreichung sollen die energetische Gebäudesanierung, der Ausbau von Wärmenetzen und der Einsatz von Elektro-Wärmepumpen dienen. Die Verfasser dieses Beitrags kommentieren die zuletzt vorgeschlagene Maßnahme kritisch, weil für die Elektrifizierung des Wärmesektors – ähnlich wie auch im Verkehrsbereich – in nur 13 Jahren keine ausreichende elektrische Leistung und nicht genügend Ökostrom zur Verfügung stehen wird. Das gilt insbesondere für die energieineffizienten Luft-Wärmepumpen im Winter.

Die Autoren der Studie, die Fraunhofer-Institute IWES (Windenergie und Energiesystemtechnik) und IBP (Bauphysik) bearbeiteten sechs Trend- und Zielszenarien, um festzustellen, welche Schlüsseltechnologien bis 2030 erforderlich sind, um 2050 die Minderungsziele von 80 bzw. 95% sicher erreichen zu können. Als Schlüsseltechnologien für den Wärmebereich wurden dabei die in der Einleitung genannten Bereiche identifiziert. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass, wenn der Ausbau von Wärmepumpen und Wärmenetzen bis 2030 lediglich dem Trend folgen würde, die Minderungsziele im Jahre 2050 nicht zu erreichen sind. Dazu wären, bei 80%, fünf bis sechs Mio. Wärmepumpen notwendig. Bei einem Minderungsziel von 95% müssten es im Jahr 2030 sogar sechs bis acht Mio. Wärmepumpen sein. Zum Vergleich: Heute gibt es nur 0,7 Mio.

Die Fraunhofer-Institute begründen die herausragende Rolle der Elektro-Wärmepumpe wie folgt:

1. Hohe Energieeffizienz von Wärmepumpen gegenüber der Option Power-to-Gas, also der Umwandlung von Strom

z.B. in Erdgas: Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen wird mit 3,0 bis 4,5 angegeben, während aus 1 kWh Strom bei Power-to-Gas nur 0,24 bis 0,84 kWh Wärme resultieren.

2. Geringere Emissionen von Wärmepumpen mit zunehmendem Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung. Dabei rechnen die Autoren für das Jahr 2030 mit nur noch einem durchschnittlichen CO₂-Ausstoß von 220 g pro kWh des deutschen Strommixes (heute: 535 g CO₂/kWh). Der Anteil der Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien am Kraftwerkspark müsste im Jahr 2030 mindestens 60% betragen, um diesen Wert zu erzielen. Zum Vergleich: Er stagniert heute bei erst 32%.

3. Flexibilität von Wärmepumpen: Diese sollte durch drehzahlgeregelte Wärmepumpen und die Einführung der Smart-Meter-Technik gewährleistet werden.

4. Bivalenz von Wärmepumpen: In den Zukunftsszenarien sollen die erdgekoppelten Wärmepumpen etwas mehr als die Hälfte aller Wärmepumpen abdecken (zum Vergleich: z.Zt. nur etwa ein Drittel). Den übrigen Anteil sollen die weitgehend energieineffizienten Luft-Wärmepumpen übernehmen, sogar als monovalente Anlagen! Bei unvollständigen bzw. noch nicht erfolgten Gebäudesanierungen müsste den Luft-Wärmepumpen Erdgas-Heizkessel beigelegt werden.

Generell stimmen die Autoren der Studie „Wärmewende 2030“ mit der politischen Vorgabe überein, dass „die Elektrifizierung auch der dezentralen Wärmeverbraucher unerlässlich“ ist. Wir beleuchten im Folgenden die einzelnen Annahmen und Argumente der Studie zu den Wärmepumpen näher und ziehen abschließend ein Fazit.

Zu 1: Hohe Energieeffizienz von Wärmepumpen

Die JAZ, also das Verhältnis von Wärme am Ausgang einer Wärmepumpe zum notwendigen Strom an deren Eingang, ist

die wichtigste Kenngröße zur Beurteilung der Energieeffizienz von Wärmepumpen. Die Deutsche Energieagentur (Dena), das RWE und auch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) fordern für Elektro-Wärmepumpen einen Mindestwert der JAZ von 3,0. Das ist jedoch ein schwaches Energieeffizienzziel. Die Forschungsvereinigung Erneuerbare Energien (FVEE), die Bundesvereinigung der Verbraucherberatung und der BUND fordern deshalb wenigstens eine JAZ von 4,0 auch in der Praxis, um die ehrgeizigen Klimaschutzziele der Bundesregierung erreichen zu können. Damit werben schließlich auch die Hersteller. Das heißt: Es dürfen nur noch maximal 25% Strom notwendig sein, um zusammen mit 75% aus den Umweltenergien ein Haus mit Wärme zu versorgen. Luft-Wärmepumpen sind dazu nicht in der Lage.

Während die allgemeine Werbung nicht mehr zwischen den energieineffizienten Luft-Wärmepumpen und den energieeffizienten erdgekoppelten Wärmepumpen unterscheidet, tun das die Autoren der Wärmewende-Studie aber noch. Allerdings gehen sie bei den Luft-Wärmepumpen mit einem JAZ-Wert in Höhe von 3,8 (Fußbodenheizung) von einem zu hohen Wert aus. Die Lokale Agenda 21-Gruppe Energie Lahr kam bei einem Feldtest auf nur 2,8²⁾ und das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) auf 2,9³⁾. Damit tragen Luft-Wärmepumpen auf absehbare Zeit nicht zum Klimaschutz bei. Das gilt auch in Verbindung mit Photovoltaikanlagen (siehe Punkt 2) und Erdgas-Brennwertkesseln (siehe Punkt 4).

Bei den erdgekoppelten Wärmepumpen stimmen dagegen die angegebenen Energieeffizienzwerte von JAZ = 4,2 (Fußbodenheizung). Die Voraussetzungen sind freilich, dass alles fachgerecht geplant, installiert und betrieben werden muss. Das ist nach wie vor noch nicht überall der Fall.

Zu 2: Geringere Emissionen von Wärmepumpen

Die Annahme für den CO₂-Ausstoß beim durchschnittlichen Strommix liegt

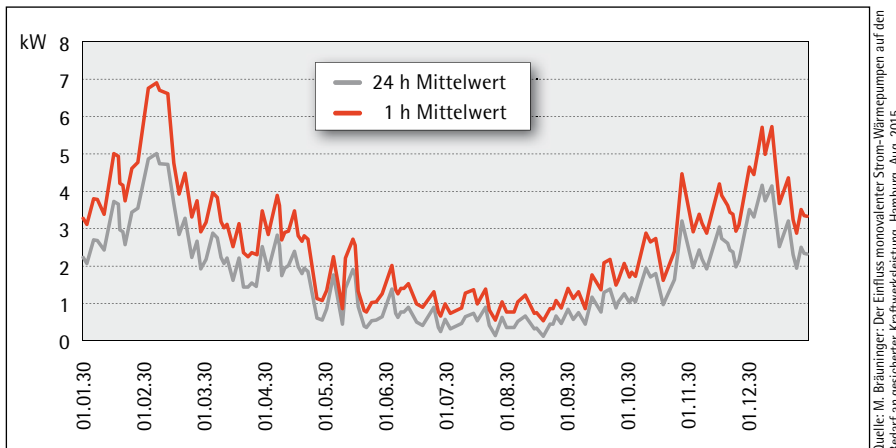
für das Jahr 2030 bei 220 g CO₂/kWh. Damit müsste er sich gegenüber dem heutigen Wert (535 g CO₂/kWh) um mehr als die Hälfte vermindern. Hinsichtlich der Veränderung des Kraftwerksparks bezieht sich die Studie auf den Kohlekonsenspfad der Agora Energiewende. Danach sollen die Kohleförderung und -nutzung schrittweise bis zum Jahr 2040 auf null gesetzt werden. Bis 2030 müssten dazu etwa 15 GW an Braunkohlekraftwerken und ca. 18 GW an Steinkohlekraftwerken stillgelegt werden, was fast zwei Drittel der derzeitigen Kohlekraftwerkskapazität umfassen würde. Solche Maßnahmen verbieten auch den Bau neuer Kohlekraftwerke.

Der durchschnittliche Strommix des bundesdeutschen Kraftwerksparks eignet sich jedoch nicht als Kennwert für die Emissionsintensität von Wärmepumpen, weil es sich bei der Gebäudeheizlast und damit beim entsprechenden Strombedarf für die Wärmepumpen nicht um eine gleichmäßig über das Jahr verteilte Last handelt. Es gibt tägliche und monatliche Schwankungen wie das Bild 1 zeigt.

Das Angebot an Strom aus Photovoltaikanlagen und die Stromnachfrage von Wärmepumpen fallen zudem zeitlich stark auseinander, was aus Bild 2 hervorgeht. Zwischen November und Februar sind nur 13% des solaren Jahresertrags nutzbar. Zwischen Mai und September fallen zwar 60% an, in dieser Zeit gibt es aber keinen Heizwärmebedarf!

Somit können Photovoltaikanlagen die Stromnachfrage der Wärmepumpen nur zu einem geringen Teil bereitstellen. Die Windenergie bietet zwar etwas günstigere Voraussetzungen, aber auch nur zeitweise. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die zusätzliche Stromnachfrage der Wärmepumpen in der Hauptsache durch konventionelle fossile Mittellast- und Spitzenlastwerke gedeckt werden muss. Zudem kommen auf dem Strommarkt angesichts der sog. „Merit-Order“-Regel zuerst die Kraftwerke mit den niedrigsten Grenzkosten zum Einsatz, also abgeschriebene, wenig umweltfreundliche (Kohle-) Kraftwerke. Deshalb sollte anstelle des durchschnittlichen Strommixes ein Verdrängungsstrommix angelegt werden. Seifried und Schaumburg gehen von einem heutigen Emissionswert von 865 g CO₂/kWh für den Wärmepumpenstrom einschließlich der Netz- und Umspanverluste aus 4).

Die „Wärmewende 2030“-Studie beziffert den Verdrängungsstrommix für das Jahr 2030 mit 600 g CO₂/kWh. Dieser gegenüber heute niedrigere Wert würde sich nur dann rechtfertigen, wenn es gelänge, mehr erneuerbaren Strom nicht nur bilanziell, sondern passgenau zur Deckung der Wärmepumpennachfrage



Quelle: M. Bräuninger: Der Einfluss monovalenter Strom-Wärmepumpen auf den Bedarf an gesicherter Kraftwerkserzeugung, Hamburg, Aug. 2015.

Bild 1: Prognostizierte durchschnittliche (24-h-Mittelwert) und maximale Gebäudeheizlast (1-h-Mittelwert) an den Tagen des Jahres 2030.

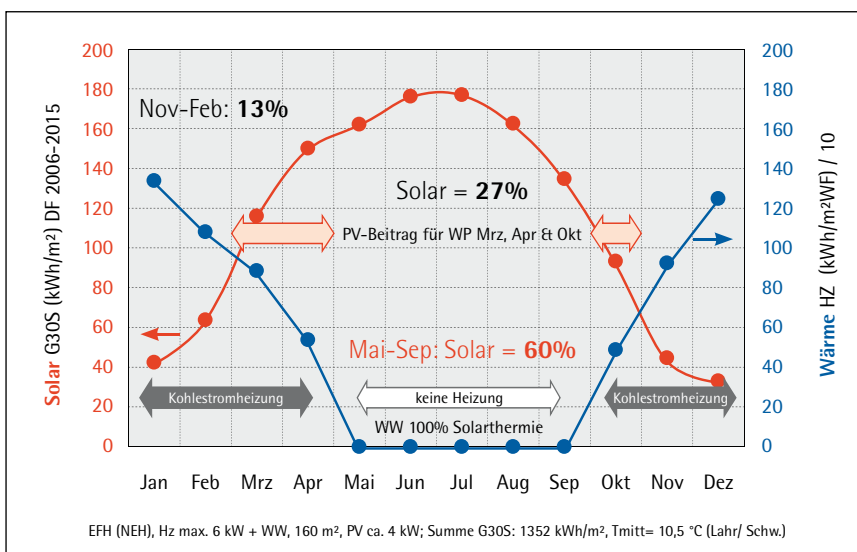
zu nutzen. Da eine Änderung der klimatischen Bedingungen nicht zur Debatte steht, kommen dafür nur Stromspeicher in Frage. Die Speicherung des Stroms aus Erneuerbaren Energien stößt jedoch bis auf weiteres auf reale Grenzen: Der Bau neuer Pumpspeicherwerke in Deutschland ist aus ökologischen Gründen kaum zu erwarten, und die bisherigen Stromspeicher sind aufwendig und teuer. Ob Forschung und Entwicklung hier zu sinnvollen technischen und kostengünstigen Lösungen kommen, die einen breiten Einsatz gestatten, bleibt abzuwarten.

Wie schon erwähnt, erachten die Autoren der Studie einen Ausbau der Erneuerbaren Energien auf einen Anteil von mehr als 60% des deutschen Strommixes im Jahr 2030 als notwendig, um die Ziele zur Treibhausgasminimierung zu erreichen. Nebenbei: Österreich und die Schweiz haben schon heute einen so hohen Wert. Die Bundesregierung strebt dagegen im Jahr 2030 lediglich einen

Anteil von 45% an. Aber selbst dieser Prozentsatz ist gefährdet, weil sie schon seit 2012 die Erneuerbaren zu Gunsten der Kohleverstromung abwürgt. Das in der Studie anvisierte Ziel ist nur zu erreichen, wenn eine neue Regierung die Ausschreibungen und Deckelungen der Erneuerbaren wieder aufhebt und zu der über mehr als ein Jahrzehnt sehr erfolgreichen Einspeise-Vorrangregelung für Ökostrom mit einer planbaren Vergütung über einen festen Zeitraum zurückkehrt.

Zu 3: Flexibilität von Wärmepumpen

Die Autoren der Wärmestudie plädieren für den Einsatz drehzahl geregelter Wärmepumpen. Diese Technik passt die Wärmeleistung von Wärmepumpen besser an den Wärmebedarf des Hauses an. Dadurch ist eine längere Laufzeit möglich, was deren Takten (Ein/Aus-Schalten) verringert. Theoretisch kann sich das positiv auf die Energieeffizienz auswirken.



Quelle: F. Auer: Photovoltaik und Wärmepumpen, SONNENENERGIE 2/2016

Bild 2: Der monatliche Verlauf der Globalstrahlung auf eine 30° nach Süden geneigte Dachfläche und der Wärmeverbrauch am Beispiel eines Einfamilienhauses am Oberrhein. 60% des solaren Jahresertrags fallen während der Nicht-Heizperiode an.

Die Idee der Autoren: Drehzahlregelte Wärmepumpen fahren die meiste Zeit im Teillastbereich und sind damit netzdienlicher als normale Wärmepumpen. Bei tiefen Außentemperaturen laufen aber auch sie unter Vollast. Um trotzdem netzdienlich zu sein, müssen sie aus dem Netz genommen werden. Dazu ist ein Wärmespeicher notwendig, den die Wärmepumpe (hoffentlich) zuvor aufgeladen hat. Gemäß der Messungen der Lokalen Agenda 21-Gruppe Energie Lahr ²⁾ erniedrigt ein solcher Speicher die Energieeffizienz des Wärmepumpensystems um 0,1 bis 0,2 JAZ-Punkte, was bei einer JAZ von 3,0 im Mittel immerhin einen Verlust von 5% bedeutet. Die Studie erwähnt aber weder diese Energieeffizienzmindering und die zusätzliche Investition für den Wärmespeicher, noch den Umstand, wer die Kosten für den zusätzlichen Stromverbrauch und des Speichers tragen soll.

Eigentlich müsste der Verteilnetzbetreiber diese Kosten übernehmen, schließlich ist der Anlagenbetreiber bereit, seine Wärmepumpe flexibel arbeiten zu lassen und damit für eine Netzoptimierung freizugeben. Das Netz müsste digital mit Sensoren und die Haushalte mit Smart-Metern aufgerüstet werden. Diese sog. „Intelligenten Zähler“ sind jedoch bei den Kleinverbrauchern aus Kostengründen nicht vorgesehen.

Ein Überschussstrom kann aber nicht nur durch flexible Anwendungen genutzt werden, sondern es ist auch möglich, ihn durch verschiedene Maßnahmen gar nicht erst entstehen zu lassen. Dazu zeigt die Studie keine Alternativen auf. Denkbar sind nämlich nachfrageseitige Maßnahmen, wie z.B. das Lastmanagement und die Stromeffizienz, der Netzausbau und die Reduzierung der sog. „Must-Run“ Fahrweise der konventionellen Kraftwerke, also die systemweite Mindesterzeugung zur Stabilisierung der Netzfrequenz, die zunehmend auch die Erneuerbaren Energien übernehmen könnten.

Insgesamt sind die geeigneten Maßnahmen auf der Erzeuger- und Verbraucherseite noch nicht vollständig zu Ende gedacht und die Kosten durchgerechnet. Bevor das nicht erfolgt und eine unabhängige und belastbare Kosten-Nutzen-Analyse vorliegt, bleibt der Beitrag von Wärmepumpen zu einer Flexibilisierung des Verteilnetzes Theorie.

Zu 4: Bivalenz von Wärmepumpen

Bei unvollständiger oder noch nicht erfolgter Gebäudesanierung sollen die energieineffizienten Luft-Wärmepumpen zukünftig bivalent arbeiten, manche sprechen auch von einer Hybridtechnik. Sie macht allerdings nur bei Fußbodenheizun-

gen einen Sinn. Die Idee dahinter: In den Übergangszeiten arbeiten die Luft-Wärmepumpen noch mit passablen Monatsarbeitszahlen und bei tieferen Temperaturen, wenn sie sich mit der Arbeitszahl in Richtung eines Elektro-Heizstabes bewegen, übernimmt ein Erdgas-Brennwertkessel die Arbeit. Das erhöht zwar die Kosten wegen des zusätzlichen Kessels und der leitungsgebundenen Energie, die jetzt nur noch wenig in Anspruch genommen wird, die Energieeffizienz des Wärmepumpensystems wird aber etwas ansteigen.

Um wie viel, das hat die Agenda-Gruppe bereits bei drei Mehrfamilienhäusern der Städtischen Wohnbau Lahr untersucht ⁵⁾. Das Ergebnis: Die Luft-Wärmepumpen kommen allein nur auf Jahresarbeitszahlen zwischen 2,0 und 2,7. Diese Werte sind noch schlechter als die Agenda-Gruppe in ihrem Feldtest als Durchschnitt ermittelt hat. Auch die nachträgliche Beistellung von Erdgas-Brennwertkesseln erhöhte die Jahresarbeitszahlen nur um 0,3 bis 0,5 JAZ-Punkte. Keine der drei bivalent betriebenen Luft-Wärmepumpenanlagen übertraf aber das schwache Energieeffizienzziel mit einer JAZ = 3,0. Der Schlussbericht stellt deshalb zurückhaltend fest: „In Bezug auf die Installationskosten und die Anlagenkomplexität sind andere Systeme oftmals vorteilhafter.“

Damit arbeiten Luft-Wärmepumpen auch in Verbindung mit Erdgas-Brennwertkesseln energieineffizient. Diese Systeme sind deshalb keine Zukunftslösung. Das gilt auch wie bereits erwähnt für die Kombination mit der Photovoltaik ⁶⁾. Bewährt hat sich dagegen die Verbindung mit der Solarthermie ⁷⁾.

Fazit

■ Die Studie „Wärmewende 2030“ kommt im Kern zu der Empfehlung eines enormen Zubaus an dezentralen Elektro-Wärmepumpen, ohne dabei die bestehenden Alternativen, wie z.B. die dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung, in gebührender Weise mit zu betrachten. Weitere Informationen dazu gehen aus der Langfassung dieses Beitrags hervor. ⁸⁾

■ Die laststeigernde Wirkung der Elektro-Wärmepumpen, die sich insbesondere in den oft auftretenden lang anhaltenden Phasen geringer Photovoltaik- und Windkraftenerzeugung ungünstig auswirken, unterschätzt die Studie deutlich. Es geht nämlich hauptsächlich um den Einbau von Wärmepumpen in den Gebäudebestand, in dem energieeffiziente Einsatzbedingungen eher Ausnahmen darstellen. Außerdem nehmen die Autoren einen hohen Anteil an Wärmepumpen in Kauf,

die Außenluft als Wärmequelle nutzen und sich an den kältesten Tagen fast wie elektrische Direktheizer verhalten. Die Abdeckung der damit verbundenen Zusatzlasten wird im postfossilen Zeitalter mit einem enormen Aufwand und mit hohen Kosten verbunden sein.

- Die Studie böte eine Orientierung für die Wärmeversorgung der Zukunft, wenn sie eine Gegenüberstellung von Alternativen enthielte und dabei vor allem auch die mit den elektrischen Lasteffekten verbundenen Ansprüche sorgfältig behandelte. Stattdessen wird hier von vornherein gemäß einer politischen Vorgabe aus Berlin unterstellt, die Wärmeversorgung in der Erneuerbaren-Energien-Zukunft müsse sich auf direktem Wege zum elektroasierten wandeln.

Fußnoten

- 1) Wärmewende 2030 – Schlüsseltechn. zur Erreich. mittel- u. langfrist. Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Agora Energiewende, Fh-IWES/IBP, Feb. 2017
- 2) Schlussber. „Feldtest Wärmepumpen“. Lok. Agenda 21 – Gr. En. Lahr, 2014, www.agenda-energie-lahr.de/leistungswaermepumpen.html
- 3) Ergebn. Wärmepumpen Feldunters., WP-Symp. Karlsruhe, 29.10.2009
- 4) D. SEIFRIED u. D. SCHAUMBURG: Energiewendebremse elektr. Wärmepumpe. SONNENENERGIE 6/2015, S. 30-31
- 5) F. AUER: Hybridheizung – Luft-Wärmepumpen u. Erdgas-Kessel: Wirklich von beidem das Beste? SONNENENERGIE 2/2017, S. 44-45
- 6) F. AUER: Photovoltaik und Wärmepumpen – Wirklich eine optimale Kombination? SONNENENERGIE 2/2016, S. 27
- 7) Schlussber. zu Wärmepumpen u. Solar, www.agenda-energie-lahr.de/Phase2-Berichte.html, Schaltfl. WP-Nr. 2401 u. 2402
- 8) Langfass.: www.bkww.de/fileadmin/users/bkww/Newsletter_Dateien/2017/Waermewende_2030_Kommentar_14_07_17.pdf

ZU DEN AUTOREN:

► **Gabriele Purper**
langjährig bei Hessischer Landesregierung für Energieeffizienz zuständig, jetzt ehrenamtlich tätig beim BUND

► **Dr. Falk Auer**

Lok. Agenda 21 – Gr. Energie Lahr (Schw.), Proj. „Feldtest Wärmepumpen“
nes-auer@t-online.de
www.agenda-energie-lahr.de