



gemeinsam mit



Elektrische Widerstandsheizung

Positionspapier | März 2012

Dr. Volker Kienzlen, KEA, Karlsruhe

Veit Bürger, Öko-Institut e.V. Freiburg

Michael Nast, DLR, Stuttgart

Dr. Martin Pehnt, ifeu, Heidelberg

Maike Schmidt, ZSW, Stuttgart

1 Grundsätzliches zum Heizen mit Strom

Strom ist hinsichtlich seiner Arbeitsfähigkeit (Exergie) der hochwertigste Energieträger. Er wird derzeit noch immer überwiegend in Dampfkraftprozessen in einer Reihe von Umwandlungsschritten erzeugt und über ein weit verzweigtes Übertragungs- und Verteilnetz zum Kunden transportiert. Von der im Kraftwerk eingesetzten Brennstoffenergie kommt nur wenig mehr als ein Drittel beim Endkunden an. Raumwärme dagegen stellt thermodynamisch gesehen nahezu reine Anergie dar; ihre Fähigkeit, Arbeit zu verrichten, tendiert gegen Null. Strom sollte daher grundsätzlich nicht in Widerstandsheizungen zur Erzeugung von Raumwärme genutzt werden.

2009 wurde von der KEA im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg eine Auswertung der für Heizzwecke gelieferten Strommengen in Baden-Württemberg erstellt. Die gesamte in Stromheizungen verbrauchte Strommenge lag 2009 bei 2,8 TWh. Legt man die durchschnittliche Verbrauchsmenge der EnBW-Kunden von 9.069 kWh/a (ebenfalls Stand 2009) zugrunde, werden demnach rund 310.000 Wohnungen von insge-

samt knapp 5 Mio. Wohnungen in Baden-Württemberg (d. h. mindestens 6 %) elektrisch beheizt. Unter der Annahme, dass der GEMIS-Wert von 0,615 kg/kWh Strom zugrunde gelegt wird, sind demnach mindestens 1,7 Mio. t CO₂-Emissionen (CO₂-Äquivalent) in Baden-Württemberg der Elektroheizung zuzurechnen. Dies sind etwa 2,5 % der gesamten CO₂-Emissionen im Land. Auch deutlich höhere CO₂ Emissionen für „Nachtstrom“ sind begründbar, da nachts vielfach Steinkohlekraftwerke die Grenznachfrage des bundesweiten Strommarktes decken („Kohle per Draht“).

Folgende beiden Vergleiche dienen der Visualisierung der zu Heizzwecken verbrauchten Strommengen:

- Geht man bei einer modernen Windenergieanlage mit 2 MW Nennleistung von optimistischen 2.000 Vollbenutzungsstunden aus, liefert eine Anlage ca. 4 GWh/a. Damit werden 700 derartige Windräder benötigt, um bilanziell den für die Nachtstromheizungen benötigten Strom zu produzieren.
- Ein Standard-Solarmodul mit 1,6 m² hat eine Leistung von 230 W und produziert – wieder vereinfacht – 240 kWh pro Jahr. Aus 7 m² PV kann man also 1 MWh/a erzeugen. Für 2,8 TWh benötigt man also knapp 20 Mio. m² Solarmodulfläche, also 20 km². Der Flächenbedarf für das gesamte Solarfeld dafür läge bei ca. 50 km².

2 Nachtstrom mit Zukunft?

Von Vertretern der Elektroheizung wird das Argument angeführt, dass zunehmend erneuerbar erzeugter Strom im Netz zur Verfügung steht, der nicht genutzt werden kann. Dieser Strom solle dieser Argumentationslinie folgend lieber in Elektroheizungen genutzt als abgeregelt werden. Im Jahre 2011 mussten etwa 150 GWh Windstrom entsprechend knapp 0,3 % der gesamten Windstromerzeugung abgeregelt werden¹, da sie vom Netz nicht aufgenommen werden konnten.

Diese Argumentation geht aus mehreren Gründen fehl:

1. Einen Überschuss von Windstrom gibt es nur an wenigen Stunden im Jahr. Daran wird sich auch in absehbarer Zeit nichts ändern. Auch gibt es keine Korrelation zwischen Windenergieüberschüssen und dem Heizwärmebedarf. Der Wunsch nach warmen Räumen besteht nicht nur bei großem Windangebot im Netz. Daher führt der bei weitem überwiegende Teil des Heizstrombedarfs nicht zu einer Entlastung, sondern zu einer Belastung des Netzes – besonders in Kälteperioden², wenn der Strom ohnehin knapp ist. Ein Beispiel hierfür ist Frankreich, wo im Februar 2012 der große Bedarf an Heizstrom nur durch Stromimporte aus dem Ausland gedeckt und damit das Netz stabilisiert werden konnte.

¹ Laut Zeitung für kommunale Wirtschaft (ZfK) vom 9. Januar 2012, S. 26.

² Z. B. an kalten Wintertagen mit Inversionswetterlage und somit minimalem Angebot an Wind- und PV-Leistung.

2. Andererseits stehen große Windenergiemengen derzeit vorwiegend im Norden Deutschlands zur Verfügung. Das Transportnetz ist nicht in der Lage, gerade zu Zeiten mit sehr hoher Windstromproduktion weitere Mengen zu transportieren, wenngleich der Strom in anderen Regionen abgenommen werden könnte. Erst ein beschleunigter Abbau von Netzrestriktionen würde die regional auftretende Überschusssituation auflösen. Unter dieser Voraussetzung kann der heute nicht nutzbare erneuerbar erzeugte Strom dann zu den Verbrauchszentren transportiert werden und dort bisherige fossil und nuklear erzeugten Strom aus dem europäischen Verbundnetz ersetzen³.
3. Schließlich gilt weiterhin die grundsätzliche Notwendigkeit, die Arbeitsfähigkeit eines Energieträgers möglichst vollständig zu nutzen. Momentan im Netz nicht erforderlicher Strom sollte mit möglichst hohem Wirkungsgrad prioritär zur Nutzung in Schwachlastzeiten gespeichert werden. Dabei sind Stromspeichertechnologien wie stationäre und mobile Batteriespeicher, Pumpspeicherung, adiabate Druckluftspeicher oder power to gas, also die Nutzung des Überschussstroms für den Betrieb von Wasserelektrolyseuren sinnvoll. Auch wenn letztere bisher eher mit bescheidenen Strom-zu-Strom-Wirkungsgraden von deutlich unter 40 % aufwarten können, handelt es sich doch um einen echten Stromspeicher⁴.
4. Zu bedenken sind auch die regeltechnischen Unzulänglichkeiten der vorwiegend älteren Nachtstromspeichergeräte. Nachdem prädiktive Regelungen nicht vorhanden sind, werden die Speichersteine in der Regel stärker aufgeheizt, als dies dem zu erwartenden Verbrauch des Folgetages entspricht. Da auch die Entladung nur eingeschränkt regelbar ist, erfolgt die Raumtemperaturregelung oft durch das Öffnen der Fenster.
5. Ein weiteres Argument für Heizstromsysteme wird in der Regelbarkeit der Last gesehen. In der Tat ist es möglich, per Rundsteuersignal eine hohe elektrische Leistung kurzfristig ans Netz zu bringen und so das Netz auch ohne die Abregelung von Wind- oder PV-Anlagen zu stabilisieren. Das Grundproblem der ineffizienten Energienutzung bleibt dabei jedoch unverändert. Zudem sind die Mengen, die zur Netzstabilisierung „vernichtet“ werden müssen, nicht ausreichend für die Bereitstellung von Heizwärme und korrelieren auch zeitlich nicht mit dem Heizwärmebedarf (s.o.). Als wesentlich geeignetere regelbare Lasten bieten sich vorrangig große Kühllhäuser oder industrielle Prozesse an, die gegenüber dem Normalbetrieb einerseits zusätzliche Energiemengen aufnehmen, aber auch zurückgeregelt werden können. Dieses Demand side management wird künftig dann attraktiv, wenn zeitvariable Stromtarife entsprechende Anreize geben.

³ Daneben besteht die Notwendigkeit, Überschussstrommengen im Norden Deutschlands zu den Verbrauchsschwerpunkten im Süden und Westen transportieren zu können. Der Ausbau des Transportnetzes ist insbesondere bei einem weiteren Ausbau der Offshore-Winderzeugung zwingend voranzutreiben.

⁴ Dabei wird unterstellt, dass zur Wiederverstromung ein GuD-Prozess ohne Wärmeauskopplung eingesetzt wird. In KWK-Anlagen mit Wärmeauskopplung (z.B. BHKW), verbessert sich der Gesamtwirkungsgrad.

6. Im Vergleich zu elektrischen Widerstandsheizungen ist der Stromeinsatz zur Wärmeerzeugung in elektrisch betriebenen Wärmepumpen wesentlich effizienter. Ausreichend dimensionierte Wärmespeicher erlauben es, den Betrieb vorrangig auf die Zeiten zu konzentrieren, in denen erneuerbarer Strom im Netz überwiegt. In Dänemark gibt es hierfür gute Beispiele. Selbst wenn Strom zu großen Teilen erneuerbar erzeugt würde, darf eine Effizienzsteigerung um den Faktor zwei bis drei, der durch eine Wärmepumpe erreichbar ist, nicht ungenutzt bleiben. Ein so hohes Effizienzpotenzial haben nur wenige Anwendungen. Beispielsweise wird niemand ernsthaft in Erwägung ziehen, alte, Strom fressende Kühlschränke zu verkaufen, nur um mehr Lastmanagement-Potenzial zu haben.
7. Erst als letzte Stufe einer Nutzungskette können regelbare ohmsche Lasten, also Widerstandsheizungen, dort eingesetzt werden, wo eine Nutzung der Wärme zwar möglich ist, Wärme auf diesem Wege aber nicht gesichert bereitgestellt werden muss. Letztlich sind Betriebszustände, die solche Regeleingriffe erfordern, nach Möglichkeit zu vermeiden und jede Netzstabilisierung durch Heizen mit Strom auf wenige Stunden im Jahr zu begrenzen.
8. Diskutiert wird auch, eine regenerative Stromerzeugung, in den meisten Fällen eine Photovoltaikanlage, mit einer Stromwiderstandsheizung zu kombinieren: Hier wird derselbe Energieträger genutzt. Mit Blick auf die Jahresbilanz eines einzelnen Haushalts mag dies zunächst plausibel erscheinen, wird doch im Sommer in aller Regel ein Stromüberschuss produziert, der ins Netz eingespeist wird (und deswegen bilanziell im Winter zum Heizen verwendet werden könnte). Problematisch bei diesem Ansatz ist jedoch, dass Stromerzeugung der Photovoltaikanlage und Heizwärmebedarf jahreszeitlich nicht zusammenpassen: In Zeiten mit geringer Solarstrahlung wird viel Heizstrom benötigt, im Sommer dagegen ist bei sehr hoher Solarstromproduktion kein Heizstrombedarf vorhanden. Daher mag die Verknüpfung der Stromerzeugung aus Photovoltaik mit der Bereitstellung von Heizwärme zwar bilanziell sinnvoll erscheinen, energiewirtschaftlich ist diese Kombination nicht zielführend – zumal auch hier Wärmepumpen wieder eine deutlich höhere Effizienz aufweisen als die elektrische Widerstandsheizung.

3 „Formschöne“ Marmorheizung?

Derzeit tauchen am Markt wieder verstärkt Elektrodirektheizsysteme auf, die unmittelbar mit Tagstrom betrieben werden. Werbeargumente sind „Installation ohne Dreck“, „keine lokalen CO₂-Emissionen“, „Energiesparend durch Niedervolt-Technik“, „angenehme Strahlungswärme“ etc. Richtig ist, dass diese Systeme einfach raumweise regelbar sind und so sehr gut dem tatsächlichen Heizwärmebedarf angepasst werden können.

Neben den bereits ausgeführten grundsätzlichen massiven Bedenken, die Edelenenergie Strom für niederwertige Anwendungen wie Raumwärme zu verschwenden – die im Fall von unregulierten Direktheizungen nochmals gesteigert werden – ist zudem insbesondere unter sozialen Aspekten zu berücksichtigen, dass so eine Kilowattstunde Wärme zumindest 20 bis 25 ct kostet. Werden Regelverluste berücksichtigt, sind noch höhere Wärmepreise zu kalkulieren. Damit liegt der Wärmepreis tendenziell beim doppelten einer modernen Zentralheizung, auch wenn der Vorteil der sehr niedrigen Kapitalkosten für die

Installation berücksichtigt wird. Die Jahresheizenergierechnung für eine Wohnung mit 100 m² beläuft sich so schnell auf 5.000 €. Emissionsfrei ist die Anlage nur vor Ort, es findet eine Verlagerung der Emissionen ins Kraftwerk statt.

Solche Heizsysteme haben ihre Berechtigung allenfalls dort, wo Räume nur wenige Tage in der Heizperiode genutzt werden, die Installation eines konventionellen, wassergebundenen Heizsystems wirtschaftlich nicht vertretbar ist und andere ökologischere Systeme nicht in Frage kommen.

4 Optionen für Liegenschaften mit Widerstandsheizung

Der Betrieb von elektrischen Widerstandsheizungen ist allenfalls in wenigen Sonderfällen vertretbar:

- Wenn sehr geringe Wärmebedarfsmengen für nur wenige Stunden im Jahr bereitgestellt werden müssen, kann eine Widerstandsheizung akzeptabel sein. Es stehen jedoch technisch sinnvolle Alternativen in Form von Flüssiggasheizgeräten, ggf. auch als Einzelgeräte (Gaskatalytöfen), Pellet-Einzelheizungen oder, sofern keine lokalen Feinstaubprobleme bestehen, Stückholz-Einzelfeuerungen zur Verfügung.
- In Objekten nahe dem Passivhausniveau kann zur Abdeckung von Lastspitzen eine Zusatzheizung mit einem Heizstab/Elektroheizregister sinnvoll sein. Auch hier sollte zunächst ein Wärmepumpensystem beispielsweise in Form von Kompaktlüftungsgeräten eingesetzt werden.

Oft stammen die Gebäude, die heute noch elektrisch beheizt werden, aus den sechziger und siebziger Jahren und sind daher vielfach sanierungsbedürftig. Allein zum Werterhalt des Gebäudes steht nach 40 bis annähernd 50 Jahren eine grundlegende Sanierung an. Bei vielen dieser Gebäude entsprechen weder die Gebäudehülle noch die Grundrissaufteilung und die sanitären Anlagen modernen Ansprüchen. Der Ersatz der Nachtstromspeicherheizung kann dann im Zuge einer Generalsanierung erfolgen.

Neben den klassischen Sanierungsvarianten bieten sich speziell bei den Rahmenbedingungen des elektrisch beheizten Gebäudes folgende Optionen an:

Sanierung nahezu auf Passivhausniveau

Mit einer so genannten Faktor 10-Sanierung werden die Wärmeverluste des Gebäudes durch den Einsatz von dreifach verglasten Fenstern und einer Wärmedämmung mit U-Werten zwischen 0,1 und 0,15 W/m²K so weit verringert, dass eine Beheizung über eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung möglich ist. Hier kann eine elektrisch betriebene Abluftwärmepumpe zum Einsatz kommen, sodass kein weiterer Energieträger eingesetzt werden muss.

Gute konventionelle Sanierung

Das Gebäude wird auf ein Niveau saniert, wie von der EnEV vorgegeben (Neubauniveau + 40 %). Als Wärmequelle kommen Erdwärme, Erdgas oder Holzpellets zum Einsatz, oder das Gebäude wird an ein bereits bestehendes oder neues Nahwärmesystem angeschlossen. Der Aufwand für die Installation des erforderlichen Rohrleitungsnetzes lässt sich dadurch erheblich reduzieren, dass die Heizungsrohre mit Minimaldämmung auf die Außenwand

gelegt werden und lediglich an den Stellen, an denen Heizkörper montiert werden sollen, die Außenwand durchbohrt wird. Die Außenwand wird dann mit mindestens 16 cm Wärmedämmung überdämmt, sodass die Rohrleitungen damit im warmen Bereich liegen. Die Beeinträchtigungen im bewohnten Innenraum lassen sich so minimieren. Dieses Verfahren wird beispielsweise von der Stuttgarter Wohn- und Städtebaugesellschaft SWSG praktiziert.

Ein alleiniger Austausch des Heizsystems sollte nach Möglichkeit vermieden werden, da der Aufwand für Heizflächen, Verrohrung und auch Wärmeerzeuger durch vorgeschaltete Maßnahmen zur Bedarfsminderung minimiert werden kann.