

RENEWS KOMPAKT



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN
unendlich-viel-energie.de

AUSGABE 36
29/12/2016

SOLARENERGIE UND BIOMASSE: WENN DIE SONNE DOPPELT WÄRMT

KOMBI-LÖSUNGEN MIT BIOENERGIE UND SOLARTECHNIK BIETEN VIELE VORTEILE, SIND ABER NOCH WENIG VERBREITET

Moderne Erneuerbare Energien Technologien setzen auf die Kraft der Sonne: Bioenergie ist gespeicherte Sonnenenergie. Der durch Verbrennung in Bioenergieanlagen genutzte Pflanzen-Kohlenstoff dient der Strom- und Wärmeerzeugung. Die Halbleitertechnik der Photovoltaik für die Solarstrom- und die Solarthermie für die Wärmegewinnung arbeiten mit dem Sonnenlicht, indem sie es in nutzbare Energie umwandeln. Und der Wind ist letztendlich Folge von Temperaturunterschieden, die moderne Windkraftanlagen zur Stromproduktion durch Turbinen nutzen. Die Kombination solcher Erneuerbaren-Technologien besitzt gerade im Wärmemarkt Vorteile, die allerdings bisher kaum genutzt werden. Dieses Hintergrundpapier stellt Kombinationsvarianten zwischen Bioenergie- und Solartechnologien in verschiedenen Ausprägungen vor.

AUF EINEN BLICK

- Die Kombination von Biomassekesseln mit Solarthermieanlagen bringt höhere Investitionen in die Heizungsanlage mit sich. Dem stehen Einsparungen bei den Brennstoffkosten gegenüber.
- Neben dem Einsatz im Ein- und Mehrfamilienhaus bietet sich eine Bio-Solar-Kombination auch für Wärmenetze an: Sowohl in Deutschland wie auch beim Nahwärmenetzpionier Dänemark sind solche Kombinationen aber bislang noch selten.
- Der Einsatz der Photovoltaik zur Unterstützung von Bioenergieanlagen dürfte bei steigenden fossilen Heizenergiepreisen weiteren Zulauf bekommen.

1 DIE SONNE IM KELLER UND AUF DEM DACH: Wozu die Kombination?

Die Bioenergie liefert derzeit mit einem Anteil von rund 90 Prozent den größten Beitrag zur Bereitstellung von Wärme aus regenerativen Quellen. Dabei greifen die Verbraucher vor allem auf Holz als Rohstoff zurück. Sei es im Heizungskeller von Eigenheimen oder in der Heizzentrale von Nah- und Fernwärme-kraftwerken: Die Nutzung der Holzenergie ist eine etablierte Technologie, die sich, getrieben von erhöhten gesetzlichen Vorgaben an Luftreinhaltung sowie von Verbraucherwünschen an Bedienkomfort und Effizienz, stetig weiterentwickelt hat.

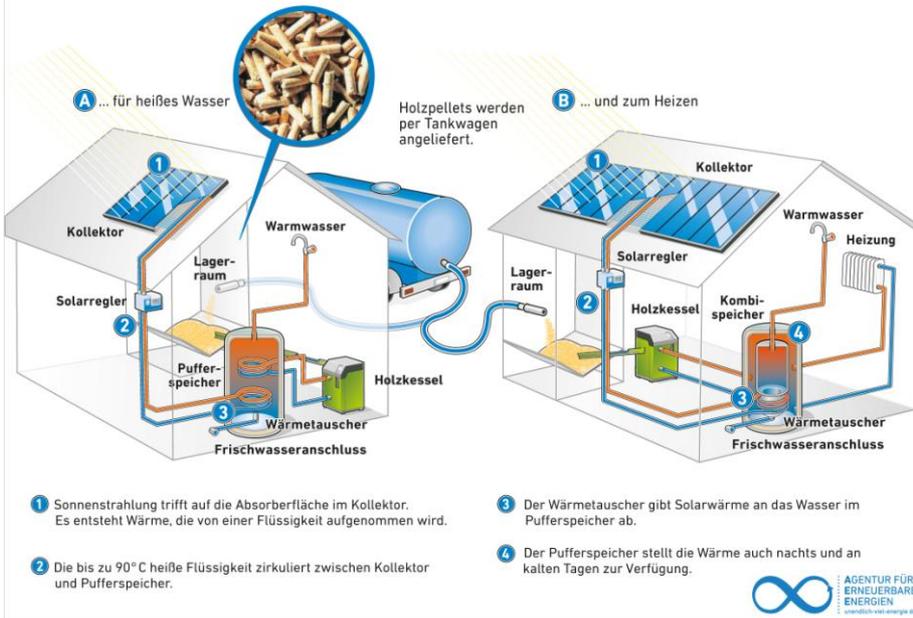
Mit Scheitholz-, Hackschnitzel- und Pelletkesseln sowie Holzvergasertechnik stehen je nach Anwendung und Kundenwünschen verschiedene verlässliche Technologien zur Verfügung. Biomasse-Heizkessel müssen viel Wasser fassen können und sind daher relativ groß und schwer. Gegenüber einem Gas-Gerät kann das ein Nachteil sein, wenn es um die Warmwasserbereitung z.B. im Sommer geht.

Hier kommt die Solarenergie ins Spiel: Sie kann flexibel einspringen und den Biomassekessel entlasten. Die Solarenergieanlage kann die relativ geringe Wärmenachfrage nach Warmwasser abdecken. So muss der Heizkessel bei solch geringer Nachfrage nicht eigens anspringen. Zudem kann die Solaranlage die Biomasse-Heizung unterstützen. So kann eine Bioenergie-Solar-Kombination für komplette Unabhängigkeit von fossilen Energien sorgen.

Für die Wärme aus Biomasse und Solaranlage muss erst einmal durch den Kauf von zwei miteinander verbundenen Heizsystemen Geld in die Hand genommen werden. Es sind also Investitionskosten zu veranschlagen. Dem stehen mehrere Vorteile gegenüber: Eine Solaranlage - sei es über die Stromproduktion durch Photovoltaik oder über die Wärmeerzeugung mit Solarthermie - kann in Kombination mit einem Biomassekessel dessen Holzbedarf kräftig senken. Das spart Brennstoff und sorgt für eine Senkung der Betriebskosten. Zudem schont die Kombination mit einem Biomassekessel die Komponenten. Dies verlängert die Lebensdauer des Kessels. Das gilt für's Ein- und Mehrfamilienhaus ebenso wie für „große“ Wärmelösungen, so den Bau einer Wärmezentrale für ein Nah- oder Fernwärmenetz.

Holzenergie und Solarthermie

Mit Biomasse wie Pellets oder Hackschnitzeln besetzte Kessel werden durch die Integration von Solarkollektoren ergänzt. Die Solarthermie kommt für die Warmwasserbereitung und bei geringem Heizbedarf zum Zuge, das Gros der Wärmeleistung stellt der Holzessel bereit.



Auch volkswirtschaftlich gesehen und unter dem Aspekt des Ressourcenschutzes ist die Kombination von Biomasse- und Solartechnik sinnvoll. Denn zwar verfügt Deutschland über weiter gewachsene Vorräte an Holz in seinen Forsten. Auch für die Nutzung zur Strom und Wärmegewinnung sind noch reichlich unerschlossene Potenziale vorhanden. Bei einem steigenden Bedarf an nachwachsenden Ressourcen für die Umstellung auf Erneuerbare Energien steht Holz aber nicht unbegrenzt zur Verfügung.

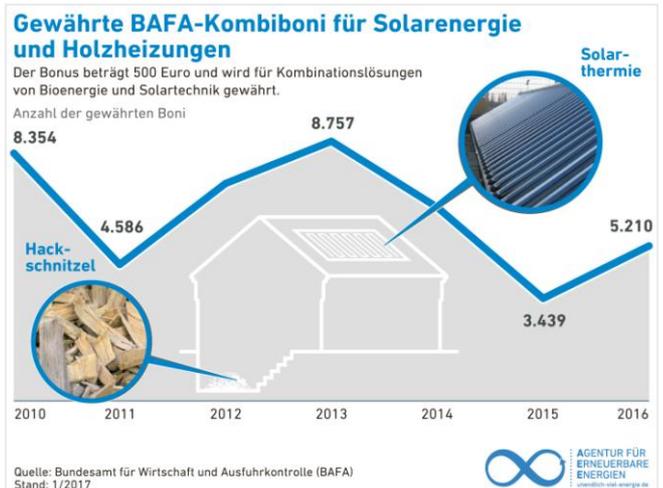
2 BIOENERGIE UND SOLARTHERMIE

Bis zu 60 Prozent der Energienachfrage für Warmwasser lassen sich bei Ein- und Mehrfamilienhäusern mit Solarthermieanlagen decken. Außerdem können Solarthermieanlagen bei ausreichender Größe auch Heizenergie liefern. In Solarthermieanlagen sorgen die Kollektoren für die Erhitzung einer Wärmeträgerflüssigkeit, z.B. Wasser in Röhrenkollektoren. Diese Flüssigkeit wird dann für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung genutzt. Zu bedenken ist bei der Nutzung der Solarenergie: Diese kann den Heizkessel unterstützen, ihn aber nicht ersetzen. Dazu ist auch bei Neubauten mit ihrer recht guten Dämmung der Wärmebedarf in kalten Wintern zu hoch. Zudem stehen Zeiten eines hohen Solarwärmeangebots meist nicht einer entsprechenden Nachfrage gegenüber. Wichtig ist daher ein ausreichend großer Pufferspeicher zur Speicherung der in sonnenreichen Stunden gewonnenen Wärme. Auf diesen können Bioenergie und Solarthermie gemeinsam zurückgreifen. Die Investitionskosten für das Tandem von Bio- und Solarenergie sind trotzdem gegenüber dem Heizen mit nur einem System erst einmal hö-

her. Jedoch lassen sich bei den Brennstoffkosten hohe Einsparungen erzielen. Legt man - ausgehend von den niedrigen derzeitigen Ölpreisen - über einen Zeitraum von 20 Jahren jährliche Energiekostensteigerungen von 6 Prozent zugrunde, lässt sich bei der Umstellung von einer Ölheizung auf eine Kombination von Pellets und Solarthermie laut einer unverbindlichen Beispielrechnung schon im ersten Jahr eine Brennstoffkostensparnis von weit mehr als 600 Euro erzielen. Zugrundegelegt wird dafür ein bisheriger Heizölbedarf von 2.000 l¹. Über einen Zeitraum von 20 Jahren erhöhen sich die Einsparungen dann insgesamt auf fast 22.000 Euro. In den Vergleich der Brennstoffkosten fließt auch die höhere Effizienz des modernen Pelletkessels gegenüber dem veralteten Ölkessel ein. Die Solaranlage dient in diesem Beispiel der

Trinkwassererwärmung wie auch der Heizungsunterstützung. Wie die Kostenbilanz im Einzelfall aussieht, muss jeder Hauseigentümer anhand seiner konkreten Gegebenheiten vor Ort ermitteln. Energieberater mit Expertise in Sachen Erneuerbare Energien können dabei helfen.

Die Einbindung von Solaranlagen in die Erneuerung der Heizungsanlage wird vom Staat gefördert. Im Rahmen des Marktanreizprogramms für Erneuerbare Energien gewährt der Bund einen zusätzlichen Kombibonus in Höhe von 500 Euro für die Nutzung von Solarthermie und Bioenergie. Nach einigen stark rückläufigen Jahren ist die Zahl der vom zuständigen Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle entsprechend gewährten Boni 2016 wieder spürbar gestiegen.



3 BIOENERGIE UND PHOTOVOLTAIK

Zur Unterstützung eines Biomassekessels ist auch die Nutzung von Solarstrom möglich. Die rasante Vergünstigung von Solarstromanlagen hat die Photovoltaik auch für die Wärmenutzung interessant werden lassen. Denn bei Arbeitspreisen für den aus dem Netz bezogenen Strom, mehr als doppelt so hoch sind wie die Gesteungskosten für den Solarstrom ist der Eigenverbrauch des Solarstroms meist die attraktivere Lösung - selbst wenn auf diesen bei Neuanlagen ein Teil der durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) fixierten Umlage fällig wird. Kann der Solarstrom nicht sofort selbst verbraucht werden, lässt er sich in der Batterie oder als Wärmeenergie im Eigenheim speichern.

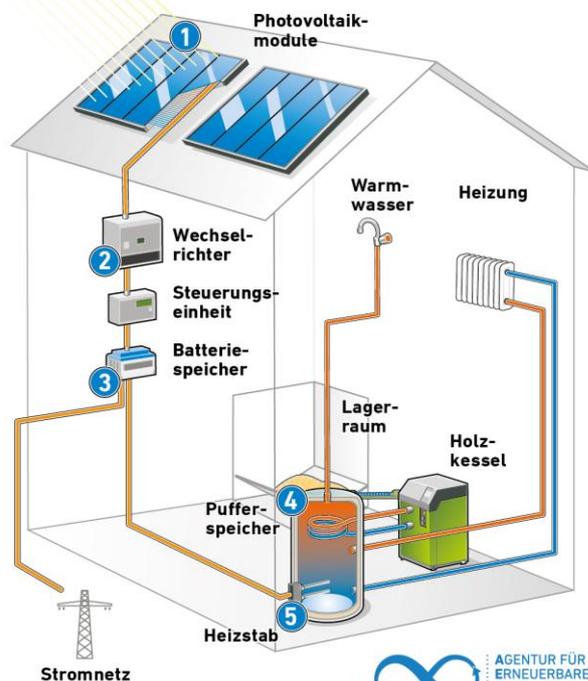
Das funktioniert so: Im Wechselrichter wird der Solarstrom zunächst zu Wechselstrom umgewandelt. Damit wird zunächst der Strombedarf in den eigenen vier Wänden bedient. Ist dieser gedeckt, kann z.B. an sonnenreichen Vormittagsstunden bei niedrigem Strombedarf eine Batterie befüllt werden, die den Strom für die verbrauchsintensiven Stunden am Abend speichert. Ist die Batterie vollständig geladen, springt der Heizstab ein, der den Pufferspeicher zur Warmwasserbereitung bedient. Wenn das Wasser im Pufferspeicher warm genug ist, schaltet der Heizstab ab. Für Verbraucher, die auf eine möglichst hohe Selbstversorgung setzen, kann eine solche Lösung sehr interessant sein. Eine solche Nutzung von Solarstrom rechnet sich heute aber aus reinen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen heraus nicht immer. Denn bei Wärmepreisen unterhalb der Marke von 10 Cent/kWh ist es unter den heutigen Rahmenbedingungen meist billiger, die Heizenergie aus einer klassischen Wärmequelle zu beziehen und den Solarstrom stattdessen ins Stromnetz einzuspeisen. Denn für typische, neu installierte Aufdachanlagen werden immer noch rd. 12 Cent/kWh Einspeisevergütung gezahlt.

In der Kalkulation mit berücksichtigt werden muss, dass bei neu installierten Photovoltaikanlagen, die größer als 10 Kilowatt (KW) installierte Leistung sind, eine Belastung des Eigenverbrauchs mit 40 Prozent der EEG-Umlage stattfindet, die 2017 bei 6,88 Cent/kWh liegt. Für bestehende Photovoltaikanlagen greift diese Regelung nicht. Sie bleiben laut den gesetzlichen Regelungen von der EEG-Umlage befreit. Dies gilt allerdings ab 2018 nicht im Falle substanzieller Modernisierungen. Bei solchen Modernisierungen bestehender PV-Anlagen findet eine Belastung mit 20 Prozent der EEG-Umlage statt.

Holzenergie und Solarstrom kombinieren

Mit Biomasse wie Pellets, Scheitholz oder Hackschnitzeln beschickte Kessel können durch die Integration der Photovoltaik ergänzt werden. Der Solarstrom kommt für die Warmwasserbereitung und bei geringem Heizbedarf zum Zuge, die Hauptlast verrichtet der Biomassekessel.

- 1 Photovoltaikmodule wandeln das auftreffende Sonnenlicht in Strom um.
- 2 Der Wechselrichter wandelt Gleichstrom in Wechselstrom um, was für die Einspeisung ins Stromnetz notwendig ist.
- 3 Ist der Strombedarf des Gebäudes gedeckt, geht weiterhin produzierter Solarstrom zunächst in den Batteriespeicher. Ist der Speicher gefüllt, wird Strom zur Produktion von Wärme an den Heizstab gegeben oder ins Netz eingespeist.
- 4 Der Pufferspeicher stellt die Wärme auch nachts und an kalten Tagen zur Verfügung.
- 5 Heizstab nutzt überschüssigen PV-Strom



Interessant ist die Nutzung des selbst erzeugten Solarstroms aber aufgrund einer weiteren politischen Vorgabe: Laut dem seit 2014 geltenden „Marktintegrationsmodell“ für Photovoltaikanlagen, deren installierte Leistung 10 kWp übersteigt, werden nur noch 90 Prozent der Solarstromproduktion nach festen Einspeisesätzen vergütet. Die restlichen 10 Prozent muss der Betreiber an Dritte vermarkten oder selbst verbrauchen. Zumindest für diese 10 Prozent sind Batteriespeicher bzw. Heizstäbe in jedem Fall ein Mittel der Wahl. Bei Solarstromanlagen, für die das Marktintegrationsmodell gilt, sind Stromzähler notwendig, die Stromerzeugungs- und -einspeisemenge zeigen.

Abzuwarten bleibt, wie sich die Nutzung von Solarstrom als Wärmequelle bei steigenden fossilen Heizenergiepreisen rechnet. Angesichts der starken Schwankungen der Preise für fossile Energien und dem aktuell niedrigen Preisniveau bei Öl und Gas ist mit solch einem Anstieg zu rechnen. Zudem wird mit weiter sinkenden Kosten für Batteriespeicher gerechnet². Unter dieser Voraussetzung wird für den kombinierten Einsatz von Photovoltaik und Batteriespeicher mit verbesserter Wirtschaftlichkeit in den kommenden Jahren gerechnet³.

Ein relativ hoher Eigenbedarf an Strom entsteht auch bei denjenigen, die sich für die Nutzung einer Wärmepumpe zur Deckung des Heizbedarfs entscheiden. Wird für die Wärmepumpe nur der aktuelle deutsche Strommix genutzt, beträgt der Erneuerbaren-Anteil nur rund ein Drittel. Wer den richtigen

Ökostromtarif nutzt, kann seinen Strombedarf bilanziell zu 100 Prozent aus Erneuerbaren Energien decken und darüber hinaus zum Ausbau der Erneuerbaren beitragen. Wer auch physisch erneuerbaren Strom in der Wärmepumpe einsetzen will, für den bietet es sich an, Strom aus der eigenen Photovoltaikanlage zu nutzen.

4 BIOMASSE UND SOLARTHERMIE IM WÄRMENETZ

Neben der Nutzung im Ein- und Mehrfamilienhaus sind kombinierte Bioenergie- und Solaranlagen auch für große Wärmelösungen möglich, die Dutzende oder Hunderte Abnehmer über ein Wärmenetz verbinden. Solche Anlagen können besonders effizient sein, wenn die Leitungsverluste überschaubar bleiben. Für Einzelanlagen oft unvermeidbare Effizienzverluste können in solchen Gemeinschaftslösungen vermieden werden.

Zwar ist der Anteil der Nah- und Fernwärme am deutschen Wärmemarkt insgesamt gering; doch sind bundesweit einzelne erfolgreiche Projekte mit solchen Kombinationen von Bio- und Solarenergie am Start. Dabei spielt das Engagement von Gemeinden ebenso wie von Bürgern und Unternehmen eine Rolle. Als Beispiele sind das von einer Naturstrom-Tochter betriebene Nahwärmenetz im fränkischen Hallerndorf, der im kommunalen Eigenbetrieb produzierende Nahwärmeverbund Neuerkirch-Külz in Rheinland-Pfalz sowie das Bioenergiedorf Büsingen zu nennen.

BIOENERGIEDORF BÜSINGEN IN ZAHLEN

Angaben pro Jahr, sofern nicht anders angegeben

- Thermische Leistung: 2.720 KW
davon Solarthermie: 640 KW
davon Holzhackschnitzel: 1.350 KW
- Größe Solarthermiefeld (Freiland): rd. 1.000 m²
- Länge Wärmenetz: 5,8 km
- Zahl der Anschlüsse: über 100
- Projektkosten: 4,2 Mio. Euro
- Wärmeabsatz (2015) 3,14 Mrd. kWh
- Treibhausgaseinsparung: 1.200 t CO₂
durch Erneuerbare Energien
- Holzeinsparung durch
Kombination Solar-Bio 600 m³
- Heizöleinsparung
durch Erneuerbaren-Anlage 400.000 l

Alle drei Projekte setzen Holzhackschnitzel als Bioenergieträger ein. Die Solarthermie steuert in Hallerndorf und Neuerkirch-Külz jeweils rund ein Fünftel zur Wärmeversorgung bei. In Neuerkirch-Külz ist die Wärme für 8 Cent netto pro Kilowattstunde (kWh) zu haben, zuzüglich einer Grundgebühr von rund 336 Euro. Die im August 2016 ans Netz gegangene

Anlage wurde noch während deutlich höherer fossiler Energiepreise geplant. Der Popularität der Erneuerbaren tut dies in Neuerkirch-Külz keinen Abbruch. Denn, wie Projektleiter Marc Meurer, erklärt, ist die Zahl der Kunden am Nahwärmenetz noch gestiegen, auch nachdem 2014/15 die ersten Vorverträge gemacht wurden. „Die Bürger fragen eine verlässliche und umweltfreundliche Energieversorgung nach“, sagt Meurer. Mehr als 140 Gebäude sind in Neuerkirch-Külz mittlerweile Teil des Nahwärmeverbundes.

In Büsingen ist neben der Solarthermie auch die Photovoltaik in die Anlage eingebunden. Die Solarstromanlage wird laut Angaben des Betreibers solarcomplex nahezu vollständig zur Eigenstromversorgung der Heizzentrale verwendet, wo z.B. die Schnecken und Gebläse der Hackschnitzelanlage Strom benötigen, ebenso wie die elektronische Steuerung der Anlage.



Biomasse und Solarthermie im Tandem: Heizhaus und Solarkollektoren in Büsingen
Quelle: www.solarcomplex.de

In mehr als 100 Gebäuden des Bioenergiedorfs Büsingen konnten laut Angaben des Betreibers, der solarcomplex AG, die alten Ölheizungen stillgelegt werden. Rund 1.200 Tonnen des Klimakillers Kohlendioxid (CO₂) werden nun pro Jahr durch den Betrieb der Bio-Solar-Kombianlage vermieden. Die Einbindung der Solaranlage spart durch den geringeren Bedarf an Hackschnitzeln pro Jahr rund 600 Kubikmeter Holz ein. Die umweltfreundliche Wärme erhalten die Abnehmer der Anlage für 11 Cent/kWh netto. Hinzu kommt ein Grundpreis von rd. 250 Euro.

5 EXKURS: VORBILD DÄNEMARK

Trotz dieser erfolgreichen Praxisbeispiele lässt sich feststellen: Für den Ausbau Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt herrschen in Deutschland schwierige Bedingungen. Denn nur für Neubauten gilt die Vorschrift zur Integration eines Anteils Erneuerbarer Energien in die Wärmeversorgung. Die niedrigen fossilen Energiepreisen erschweren einen Umstieg auf Erneuerbare Energien. Und im Gebäudebestand wird in aller Regel mit überalteten Einzelfeuerungen geheizt. Nur rund ein Fünftel der deutschen Heizungen ist laut Schätzungen auf dem Stand der Technik. Dies fällt besonders stark ins Gewicht, weil Einzelfeuerungen rund 90 Prozent der Heizungen stellen, Fernwärme macht nur rd. 5 Prozent des Verbrauchs aus.

Ganz anders in Dänemark: Unser nordischer Nachbar setzt schon seit Jahrzehnten auf Nah- und Fernwärme als umweltfreundliche, effiziente Lösung. Mehr als 60 Prozent aller Gebäude werden dort laut dänischer Energieagentur (ENS) mit Nah- und Fernwärme versorgt. Häufig sind es Energiegenossenschaften, denen das Fernwärmenetz und die dazugehörige Heizanlage gehört. Das schafft Vertrauen in der Gemeinde.

Unterstützt durch günstige politische Rahmenbedingungen können auch Kombinationen aus Bioenergie und Solarenergie in Dänemark mithalten. Rund 20 solcher Anlagen erzeugen derzeit nach ENS-Angaben 1.320 TJ (367 Mio kWh) Energie pro Jahr. Davon entfallen knapp ein Fünftel auf die Erzeugung von Solarwärme und vier Fünftel auf die Bioenergie. Von den erfassten Anlagen produzieren fünf neben Wärme auch Strom, die übrigen drei Viertel konzentrieren sich auf die Bereitstellung von Wärme. Aus den Zahlen geht hervor: Die Biomasse und Solarenergie kombinierenden Anlagen sind auch in Dänemark eher die Ausnahme als die Regel. Laut Angaben der dänischen Energieagentur von November 2016 brachten es die im Land installierten Kombi-Lösungen 2015 auf einen Anteil von knapp einem Prozent an der durch Nah- und Fernwärme bereitgestellten Heizenergie.

Ein gelungenes Beispiel für die Kombination von Bio- und Solarenergie in Dänemark ist die Wärmeanlage der Aerøskøbing Fjernvarme auf der Ostseeinsel Aerø. Rund 625 Haushalte sind an das Netz der 15 Jahre alten Anlage angeschlossen. Durch den Bau eines knapp 5.000 m² großen Solarthermiefeldes werden laut Angaben der Betreiber rund 20 Prozent der zuvor benötigten Bio-Brennstoffe eingespart werden. Die Solarthermieanlage bringt es bei Investitionskosten von 1,2 Mio. Euro auf eine Wärmeerzeugung von 2,13 Mio. kWh. Im Sommer kann der mit Stroh befeuerte Biomassekessel daher aus bleiben, danach übernimmt er wieder das Gros der Wärmeproduktion.

Insgesamt steuerte die Bioenergie 2014 mehr als 57.000 TJ zur dänischen Nah- und Fernwärmeversorgung bei, was einem Anteil von 47 Prozent entsprach. Als Biomasse-Rohstoff nutzen die Dänen nicht nur Holzprodukte wie Hackschnitzel. Auch Stroh ist ein gern genutzter Wärmeträger. Der Anteil von Stroh als Rohstoff der ans Nah- und Fernwärmenetz angeschlossenen Anlagen betrug 2014 laut ENS-Angaben 17 Prozent. Künftig will Dänemark seine zentralen Wärmespeicher weiter ausbauen⁴.

Ein wichtiges Argument in der Debatte um das Energiesystem der Zukunft – auch im Wärmesektor – sind die Kosten. Wie die Verbraucherzentrale Hamburg in einem Bericht betont, ist die Fernwärme in Dänemark in aller Regel die günstigste Form der Wärmeversorgung, weil fossile Brennstoffe wie Heizöl und Erdgas aus Klimaschutzgründen stark besteuert werden⁵. Zur Situation in Deutschland heißt es, auch wenn Fernwärme in vielen Versorgungsgebieten heute teurer sei als alternative, individuelle Heizungslösungen, führe dies nicht zu dem

Schluss, dass Fernwärme für die Verbraucher auf Dauer eine ungünstige Lösung sei. Die Verbraucherzentrale erinnert in diesem Zusammenhang an die stark schwankenden Brennstoffpreise ebenso wie an die politischen Zielsetzungen zum Klimaschutz und Umstieg auf Erneuerbare Energien in Deutschland.

6 FAZIT

Die Kombination von Biomassekesseln mit Solaranlagen ist in Deutschland bisher noch eine Nische in der Wärmeversorgung. Sie bietet aber erhebliches Ausbaupotenzial beim Übergang zur Wärmewende hin zu Erneuerbaren Energien. In Ein- und Mehrfamilienhäusern kann die Solarthermie für eine Schonung des Biomassekessels in den Sommermonaten und der Übergangszeit sorgen und die Effizienz des Heizsystems damit erhöhen.

Ähnliche Vorteile bietet die Kombination von Biomasse und Solarthermie bei der Nutzung in Wärmenetzen. Die Popularität von Nah- und Fernwärme in Dänemark, die von günstigen politischen Rahmenbedingungen begleitet wird, zeigt das Potenzial umweltfreundlicher zentraler Wärmelösungen. Die Kombination von Solarkollektoren und –modulen mit Biomassekesseln gehört zur Palette dieser Lösungen.

Solarenergie und Biomasse dürften auch eine wichtige Rolle bei der stärkeren Verknüpfung von Strom- und Wärmemarkt spielen. Der Trend zum „Prosumer“, dem Stromkunden, der gleichzeitig Energie am Markt Energie anbietet, kann für eine wachsende Einbindung der Photovoltaik in Wärmelösungen sorgen, sei es durch die direkte Nutzung des Solarstroms im Gebäude oder über den Weg der Wärmepumpe. Für den Verbraucher vor Ort bringt dies konkrete Vorteile durch eine klimaschonende und günstige Energieversorgung.

¹ Für die Beispielrechnung wurde der Energiesparcheck der Firma Viessmann herangezogen: <http://start.check-energiesparen.de/>

² Vgl. hierzu: Agentur für Erneuerbare Energien: Investitionskosten von Energiewende-Technologien, Dezember 2016
http://www.forschungsradar.de/fileadmin/content/bilder/Vergleichsgrafiken/meta_investitionskosten_2016/AEE_Metaanalyse_Investitionskosten_dez16.pdf

³ Eine Studie der Agora Energiewende geht davon aus, dass durch Photovoltaik-Eigenversorgung 16 Prozent des Strombedarfs der Privathaushalte gedeckt werden kann.

Agora Energiewende: Eigenversorgung aus Solaranlagen, Oktober 2016
<https://www.agora-energiewende.de/de/themen/-agothem-/Produkt/produkt/312/Eigenversorgung+aus+Solaranlagen/>

⁴ Hier wird Bezug genommen auf eine Studie des Fraunhofer ISE:
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/presseinformationen-2012/waermesektor-spielt-entscheidende-rolle>

⁵ Fernwärme und Verbraucherschutz: Praxisbericht für das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, April 2015
http://www.vzhh.de/energie/414621/Fernwaerme_Praxisbericht_2015.pdf

IMPRESSUM

Agentur für Erneuerbare Energien

Invalidenstraße 91, 10115 Berlin

Telefon: +49/30 200535 30

Fax: +49/30 200535 51

kontakt@unendlich-viel-energie.de

www.unendlich-viel-energie.de

Autor

Alexander Knebel

V.i.S.d.P.

Philipp Vohrer

[Redaktionsschluss](#)

29. Dezember 2016, Grafikaktualisierung im Januar 2017