

Volker Quaschnig

Die Bedeutung der Photovoltaik für die Energiewende in Deutschland

Abstract

Um die Folgen der globalen Erwärmung in vertretbaren Grenzen zu halten, empfehlen Klimaforscher dringend, den Temperaturanstieg auf Werte unter 2 °C zu beschränken. Dazu muss die Energieversorgung weltweit möglichst noch vor Mitte dieses Jahrhunderts vollständig auf kohlendioxidfreien, erneuerbaren Energien basieren. Das kann nur durch einen weiteren schnellen Ausbau der Photovoltaik und Windkraft gelingen. Dazu ist in den nächsten 25 Jahren eine installierte Photovoltaikleistung von mindestens 200 GW erforderlich. Das führt zur Verdrängung konventioneller Kraftwerkskapazitäten und entsprechenden Widerständen, die zu überwinden sind. Eine enorme Chance bieten dabei *photovoltaische Eigenverbrauchssysteme*. Diese könnten bereits in absehbarer Zeit allein durch die vermiedenen Strom- und ggf. Brennstoffkosten wirtschaftlich zu betreiben sein. Batteriespeicher oder die thermische Nutzung von Überschüssen können dabei den Eigenverbrauchsanteil weiter erhöhen. Solche neuen Geschäftsmodelle funktionieren nicht nur in Deutschland, sondern weltweit. Damit haben photovoltaische Eigenverbrauchssysteme das Potential, durch eine ‚Revolution‘ im Energiesektor einen entscheidenden Beitrag zum Aufbau einer nachhaltigen und klimaverträglichen Energieversorgung zu leisten.

Klimaschutz nur mit radikalen Veränderungen der Energieversorgung erreichbar

Im ersten Quartal 2013 stieg der gesamte Primärenergieverbrauch in Deutschland um 3,4 % gegenüber dem gleichen Vorjahreszeitraum an. Besonders drastisch fiel der Zuwachs mit 8,7 % beim Erdgasverbrauch und mit 10,5 % beim Steinkohleverbrauch aus [AGEB13]. Während der Anstieg beim Erdgas durch den besonders kalten Winter verursacht wurde, gehen die Steigerungen beim Steinkohleverbrauch auf den Boom bei Kohlekraftwerken zurück. Obwohl sich die deutsche Politik auf internationaler Bühne gerne beim Klimaschutz als Vorreiter darstellt, sind dadurch in Deutschland binnen Jahresfrist die Kohlendioxidemissionen um über 3 % gestiegen. Bereits im Jahr 2012 hatten sich die deutschen Kohlendioxidemissionen um 2 % erhöht [UBA13]. Nachdem die Treibhausgasemissionen in Deutschland seit der Wiedervereinigung vor allem durch die industriellen Umbrüche in den neuen Bundesländern stark zurückgegangen waren [Qua13a, S.48], ist der erneute Anstieg der Emissionen mehr als besorgniserregend. Deutschland droht seine Vorreiterrolle beim Klimaschutz zu verlieren und erneut einen negativen Beitrag zur immer schneller voranschreitenden globalen Erwärmung zu leisten. Dabei raten Klimaforscher dringend, die globale Erwärmung auf Werte von weniger als 2 °C zu begrenzen. Jedes Grad zunehmender Erderwärmung könnte die Meeresspiegel langfristig um mehr als 2 Meter ansteigen lassen [Lev13]. Eine Erwärmung um 4 bis 5 °C in diesem Jahrhundert scheint beim Fortsetzen der bis-

herigen Energiepolitik nicht ausgeschlossen zu sein, was fatale Folgen für die Küstenregionen der Erde haben dürfte. Durch den schnellen Anstieg der Emissionen in den letzten Jahren erscheint eine Stabilisierung der globalen Erwärmung auf Werte von unter 2 °C nur noch möglich zu sein, wenn sich die energiebedingten Kohlendioxidemissionen bereits vor Mitte des Jahrhunderts auf nahe Null zurückfahren lassen [Qua13a, S.29]. Dies bedeutet, dass Deutschland als Vorreiter versuchen müsste, seine Energieversorgung in den nächsten 20 bis 30 Jahren nahezu vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen. Alles andere würde ein Versagen in der Klimapolitik bedeuten und damit die bereits erwähnten fatalen Folgen für künftige Generationen verursachen.

Photovoltaik und Windenergie als Hauptpfeiler der künftigen Stromversorgung

Abbildung 1 zeigt ein ambitioniertes Szenario für die deutsche Stromversorgung, das einen raschen Ausstieg aus der Kernenergienutzung bei gleichzeitiger Reduktion von Kohlendioxidemissionen ermöglicht. Ein Mix verschiedener regenerativer Kraftwerke wird künftig die Stromversorgung sicherstellen. Die größten Potentiale haben dabei in Deutschland Windkraft und Photovoltaik. Die Potentiale der Biomassenutzung, Wasserkraft sowie Geothermie sind dagegen begrenzt, so dass Windkraft und Photovoltaik 70 bis 90 % der künftigen Versorgung sicherstellen müssen, sofern nicht auf einen hohen Importanteil zurück gegriffen werden soll.

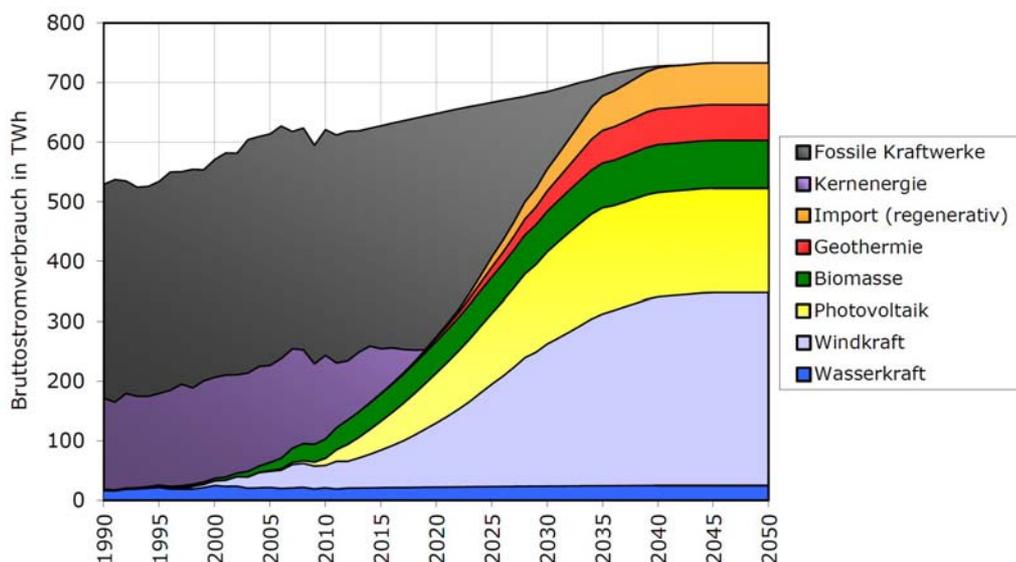


Abb. 1: Mögliche Entwicklung der Anteile regenerativer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland und bisherige Entwicklung bis zum Jahr 2012 [Qua13b, S. 108]

Im Gegensatz zum Primärenergieverbrauch, der neben der Stromerzeugung auch das Energieaufkommen für Wärme und Transport umfasst, ist beim Strombedarf selbst kein Verbrauchsrückgang zu erwarten. Effizienzgewinne werden hier durch neue elektrische Verbraucher (beispielsweise Wärmepumpen oder Elektrofahrzeuge) mehr als kompensiert, so dass der Stromverbrauch weiter ansteigt.

Bei den Kosten der Stromerzeugung liegen Onshore-Windkraftanlagen und große Photovoltaikanlagen nahezu gleich auf. Die Offshore-Windkraftnutzung ist hingegen deutlich teurer. Die wetterbedingten Schwankungen bei der Stromerzeugung durch Windkraft- und Photovoltaikanlagen

lassen sich durch eine sinnvolle Kombination gut ausgleichen und damit der Speicherbedarf minimieren. Dazu wäre für Deutschland ein Anteil der Photovoltaik von 25 bis 30 % und der Windkraft von 50 bis 60 % an der Stromversorgung erforderlich. Hierzu müsste eine Photovoltaikleistung von mindestens 200 Gigawatt installiert werden. Werden alle geeigneten Dächer und Gebäudefassaden mit Photovoltaikanlagen erschlossen, ließe sich diese Leistung nahezu erreichen. Mitte 2013 waren in Deutschland bereits rund 35 Gigawatt installiert. Der Zubau im Jahr 2012 betrug 7,5 Gigawatt. Würde ein jährlicher Zubau in der gleichen Höhe in den nächsten 25 Jahre fortgesetzt, ließe sich die für den Klimaschutz nötige Photovoltaikkapazität problemlos erreichen. Eine Reduzierung des Zubaus, wie sie derzeit von der deutschen Politik forciert wird, erschwert dagegen das Erreichen der Klimaschutzziele oder macht diese sogar unmöglich.

Konventionelle Kraftwerke sind für die Energiewende ungeeignet

Mitte des Jahres 2012 waren in Deutschland 28 Gigawatt Photovoltaik installiert, die mittags bereits bis zu 40 % des Strombedarfs deckten und zeitweise sämtliche Steinkohle- und Gaskraftwerke aus dem Netz verdrängten. Bei einem Ausbau der installierten Leistung auf 50 Gigawatt hätten die bestehenden Kernkraft- und Braunkohle-Grundlastkraftwerke bereits auf die Hälfte gedrosselt werden müssen. Bei 70 Gigawatt Photovoltaik würde die Solarenergie mittags an einzelnen sonnigen Tagen sogar den gesamten Strombedarf decken (Abbildung 2).

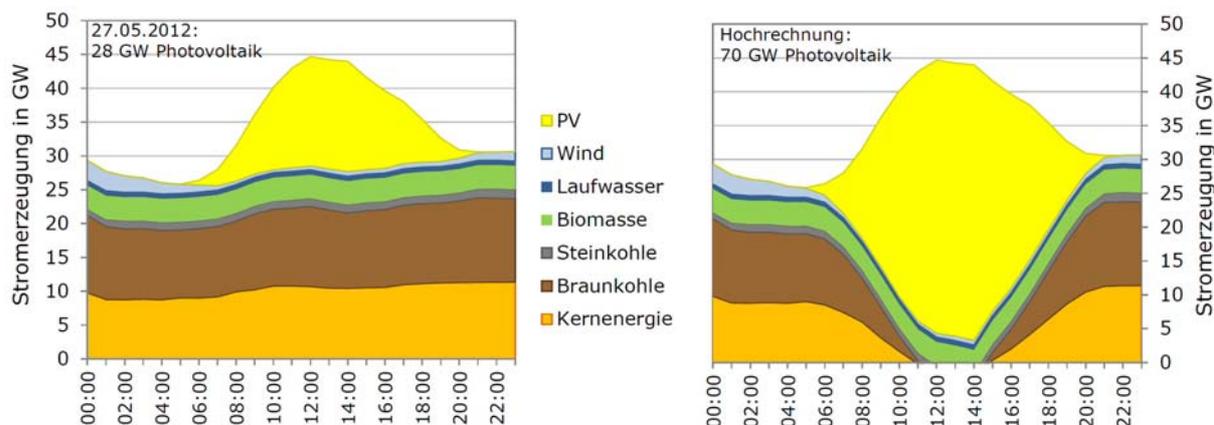


Abb. 2, links: Stromerzeugung durch Photovoltaik- und Windkraftanlagen sowie Erzeugungseinheiten größer 100 MW am 27.05.2012 in Deutschland mit einer installierten Photovoltaikleistung von 28 GW.

Abb. 2, rechts: Gleicher Tag mit Hochrechnung auf eine installierte Photovoltaikleistung von 70 GW. Daten: EEX Transparency [Qual3b, S. 96]

Grundlastkraftwerke sind aber generell nur in engen Grenzen regelbar. Ein Abschalten aller Grundlastkraftwerke am Vormittag und deren Wiederauffahren am Nachmittag ist nicht möglich. Wer eine ambitionierte Energiewende verfolgt und einen wirksamen Klimaschutz erreichen möchte, müsste dafür eine sinnvolle Lösung anbieten. Diese kann in Deutschland prinzipiell nur auf einen weiteren Ausbau der Photovoltaik- und Windkraftanlagen und noch kürzere Restlaufzeiten für Kernkraftwerke sowie einen Ausstieg aus der Braunkohlenutzung hinauslaufen. Die schwankende Stromerzeugung aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen wäre dann aber nicht in der Lage, Versorgungssicherheit zu garantieren. Dazu wären neue, schnell regelbare Reservekraftwerke auf Erdgasbasis nötig. Diese könnten dann längerfristig anstelle von Erdgas mit erneu-

erbarem Methan klimaneutral betrieben werden. Gaskraftwerke haben niedrige Investitionskosten von rund 500 €/kW und lassen sich vergleichsweise schnell errichten. Der Aufbau über Deutschland verteilter Reservekapazitäten von 20 Gigawatt würde 10 Mrd. Euro kosten. Im Vergleich zu den geplanten Kosten für den umstrittenen Netzausbau wäre das relativ preiswert. Statt diesen Weg verstärkt auszubauen, werden aber derzeit in Deutschland Gaskraftwerke stillgelegt!

Verteilungskämpfe in der Elektrizitätswirtschaft

„Eine schnelle Energiewende ist unbezahlbar“ lautet eine zentrale Botschaft der Politik und Energiekonzerne, die in den letzten Jahren nicht oft genug wiederholt werden konnte. Richtig ist, dass sich die Strompreise zwischen den Jahren 2000 und 2013 mehr als verdoppelt haben. Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Stromkosten in Deutschland, die sich aus der Erzeugung von konventionellem Strom und der Verteilung, Steuern und Abgaben sowie der so genannten EEG-Umlage zusammensetzen. Die EEG-Umlage deckt die Mehrkosten der Erzeugung erneuerbarer Energien gegenüber konventionellen Kraftwerken und wird bei Haushalten und kleineren Gewerbekunden erhoben. Sie ist als Ursache der Strompreissteigerungen in Verruf geraten. Doch selbst wenn die EEG-Umlage komplett gestrichen werden würde, bliebe eine Steigerung der Strompreise zwischen den Jahren 2000 und 2013 um erhebliche 72 % (Abbildung 3). Hauptkostentreiber waren in der Vergangenheit also nicht die erneuerbaren Energien, obwohl dies stets suggeriert wird.

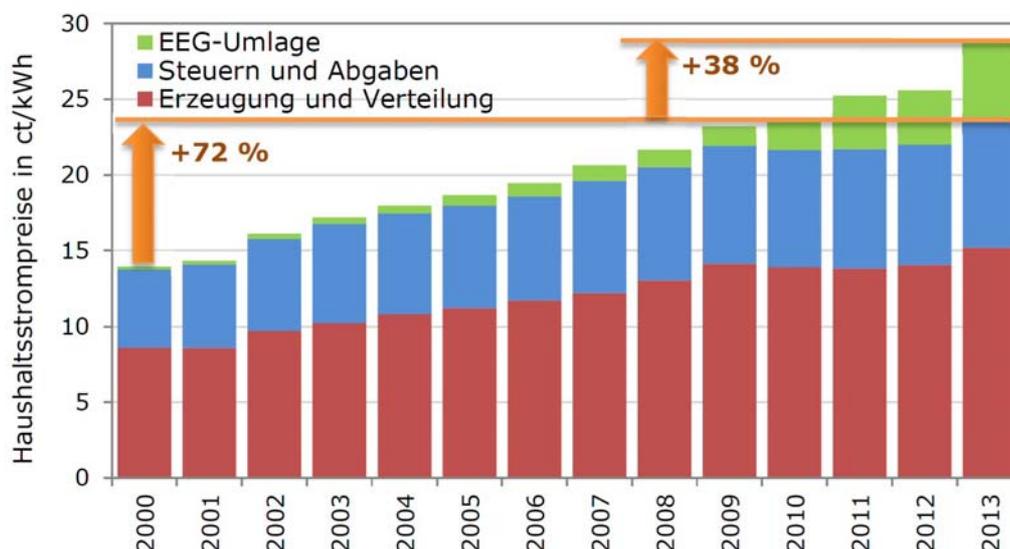


Abb. 3: Entwicklung und Zusammensetzung der Haushaltsstrompreise in Deutschland [Qua13b, S.117]

Die EEG-Umlage fällt zudem noch höher aus als sie müsste. Zahlreiche Industriebetriebe sind von der Umlage ausgenommen. Die zunehmenden Kapazitäten ‚erneuerbarer‘ Kraftwerke drücken außerdem die Preise an den Strombörsen. Das ist vorteilhaft für Industriekunden, die sich direkt an der Börse mit billigem Strom versorgen. Bei Haushaltskunden kommen diese Preissenkungen hingegen nicht an. Da die EEG-Umlage aus den Mehrkosten der erneuerbaren Energien gegenüber dem Börsenstrompreis berechnet wird, bewirken sinkende Börsenstrompreise eine höhere EEG-Umlage und damit höhere Haushaltsstrompreise. Durch das Überangebot an Strom aus Kohlekraftwerken ist der Preis an der Strombörse stark rückläufig. Neue, bereits geplante Kohlekraftwerke führen damit zwangsläufig zu niedrigeren Börsenstrompreisen und paradoxerweise zu einer

steigenden EEG-Umlage, die eigentlich mit erneuerbaren Energien in Verbindung gebracht wird.

Für das Erreichen der Klimaschutzziele sind fallende Preise für Kohlestrom ein Debakel. Ursprünglich sollte der CO₂-Zertifikatehandel den Preis für Strom aus klimaschädlichen Kraftwerken verteuern und damit zu einem Rückgang der Nachfrage und damit der Emissionen führen. Die Wirtschaftskrise in Europa, eine allzu großzügige Zuteilung der Zertifikate und der schnelle Ausbau erneuerbarer Energien haben aber zu einem erheblichen Überangebot an Zertifikaten und damit zu einem dramatischen Preisverfall im Jahr 2013 geführt. Die Klimafolgekosten durch den ungezügeln Kohlendioxidausstoß müssen künftig aber auch bezahlt werden. Rücklagen dafür gibt es keine. Das Umweltbundesamt beziffert die realen Klimafolgekosten auf 70 €/je Tonne Kohlendioxid [UBA07]. Anfang 2013 lag der Preis für CO₂-Zertifikate unter 5 €/je Tonne Kohlendioxid. Die nicht umgelegten Klimafolgekosten entsprechen damit alleine in Deutschland einer Subvention von über 20 Mrd. Euro für fossile Kraftwerke [Qua13c].

Neue Dynamik durch photovoltaische Eigenverbrauchsanlagen

Bislang war die Welt der Photovoltaik überschaubar: Solarstromanlagen waren teuer und nur durch Idealisten oder mit Hilfe staatlicher Förderprogramme zu betreiben. Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wurde in Deutschland ein regelrechter Solarboom ausgelöst. Doch gerät diese einfache Welt derzeit durch den massiven Preisverfall der Photovoltaik kräftig aus den Fugen. So haben sich in den letzten fünf Jahren die Kosten für Solarstromanlagen mehr als halbiert. Inzwischen ist in Deutschland der Strompreis für Haushalte und Gewerbekunden höher als die gesetzlich vorgeschriebene Vergütung für den eingespeisten Solarstrom (Abbildung 4).

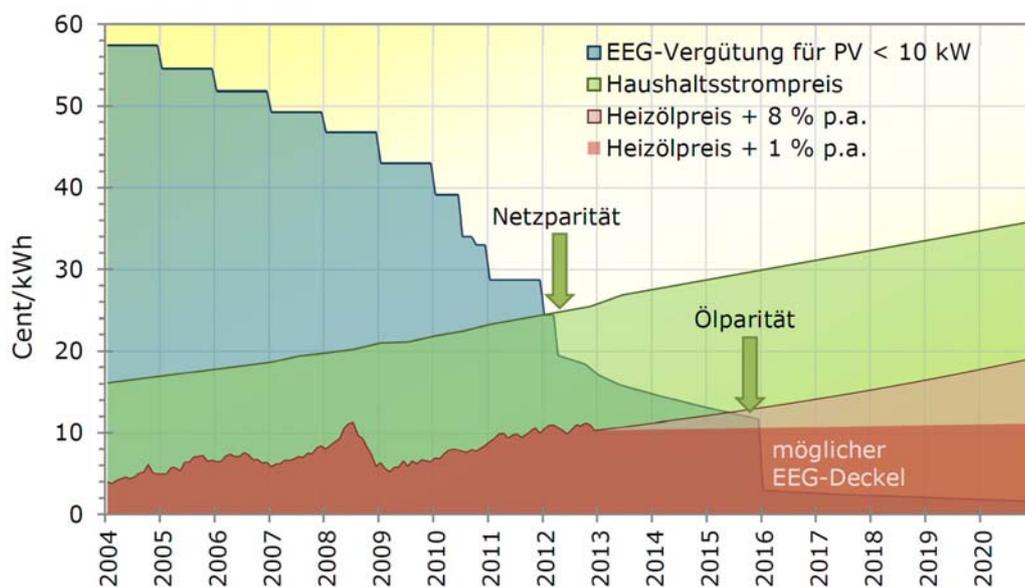


Abb. 4: Entwicklung der EEG-Vergütung in Deutschland für kleine Photovoltaikanlagen mit Leistungen unter 10 kW im Vergleich zum Haushaltsstrompreis und den Brennstoffkosten für Ölheizungen von 2004 bis 2012 und Prognose ab 2013 [Qua13b, S. 153]

Bevor – wie in der Vergangenheit – Solarstrom ins Netz eingespeist und zu unattraktiven Konditionen vergütet wird, ist es jetzt günstiger, den Strom möglichst selbst zu verbrauchen und damit

die eigene Stromrechnung zu reduzieren. Solarstromerzeugung und -verbrauch müssen dabei allerdings absolut zeitgleich erfolgen. Auch wenn eine Photovoltaikanlage im Jahresdurchschnitt weniger Strom liefert als man selbst verbraucht, entstehen während des Tages Überschüsse, die sich nicht vollständig selbst nutzen lassen. Um den gesamten Strom zeitgleich verbrauchen zu können, muss also in der Regel die Leistung der Photovoltaikanlage so gering ausfallen, dass sie kaum noch einen nennenswerten Beitrag zur Stromerzeugung liefert.

Für die Verwendung der Überschüsse gibt es prinzipiell verschiedene Möglichkeiten (Abbildung 5). Wenn eine Netzeinspeisung unmöglich ist oder nicht vergütet wird, kann versucht werden, den Strom an einen Nachbarn zu vermarkten. Was technisch zwar kein Problem darstellt, aber unter dem Aspekt der ‚Genehmigung und Abrechnung‘ ein kompliziertes Unterfangen ist. Auch das Abregeln einer Photovoltaikanlage – so dass kein überschüssiger Strom ins Netz eingespeist wird – ist technisch problemlos möglich.

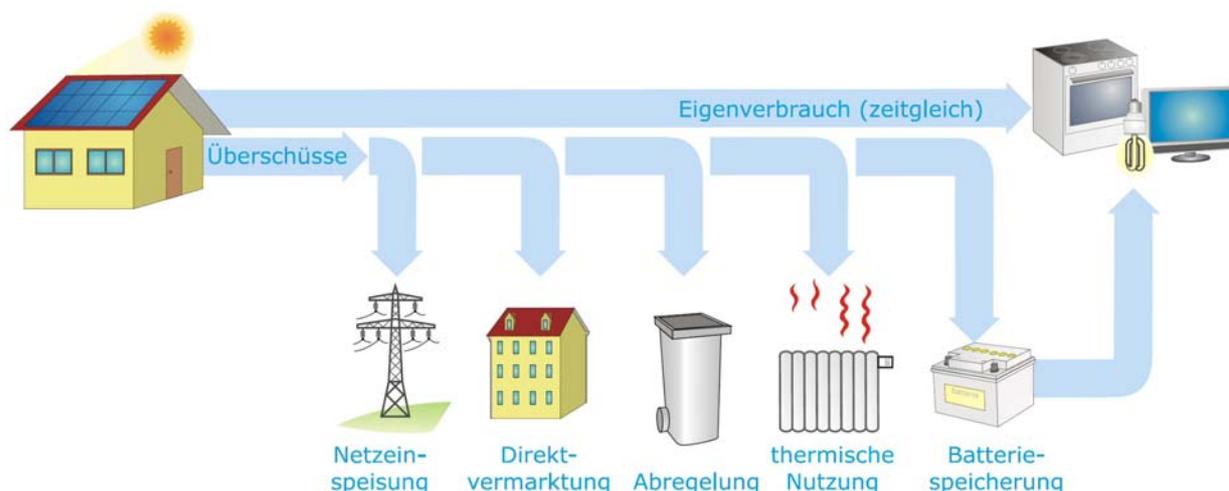


Abb. 5: Optionen für die Nutzung von nicht im Eigenverbrauch genutzter Überschüsse einer Photovoltaikanlage [Qua13a, S.251]

Photovoltaikanlagen können bei weiter fallenden Anlagenpreisen prinzipiell rentabel sein, wenn ein Teil des erzeugten Stroms abgeregelt wird. Bevor überschüssiger Solarstrom verworfen wird, ist es aber sinnvoller, ihn in einer Batterie zu speichern und später selbst zu verbrauchen (Abbildung 6). Verschiedene Hersteller entwickeln gegenwärtig mit Hochdruck Batteriesysteme. Meist sind Batteriespeicher für einen wirtschaftlichen Einsatz aber noch zu teuer. Das wird sich jedoch in absehbarer Zeit ändern.

Eine banale Nutzungsmöglichkeit für Überschüsse bietet das Verheizen. Auch eine Kombination von Batteriespeicher und Elektroheizung ist möglich. Um die Überschusswärme thermisch effektiv nutzen zu können, sollte ein Wärmespeicher vorhanden sein. Ein solches System wird einerseits wegen der durch Eigenverbrauch vermiedenen Stromkosten, andererseits wegen der durch die thermische Nutzung vermiedenen Brennstoffkosten rentabel sein. Wird die Wärme ohnehin schon elektrisch erzeugt, ist hier der Einsatz von Photovoltaiksystemen bereits heute wirtschaftlich attraktiv. Bei einer Beheizung auf Erdölbasis ist durch die stark gestiegenen Ölpreise ebenfalls in naher Zeit Wirtschaftlichkeit zu erwarten. Bei Gas- oder Holzheizungssystemen liegen die Brennstoffkosten derzeit noch niedriger, wodurch zur Zeit der Einsatz von ergänzenden Solarstromheizungen häufig noch unrentabel ist. Bei weiter fallenden Preisen für Photovoltaikanlagen

beziehungsweise der EEG-Vergütung für eingespeisten Solarstrom ist aber Wirtschaftlichkeit auch hier nur noch eine Frage der Zeit.

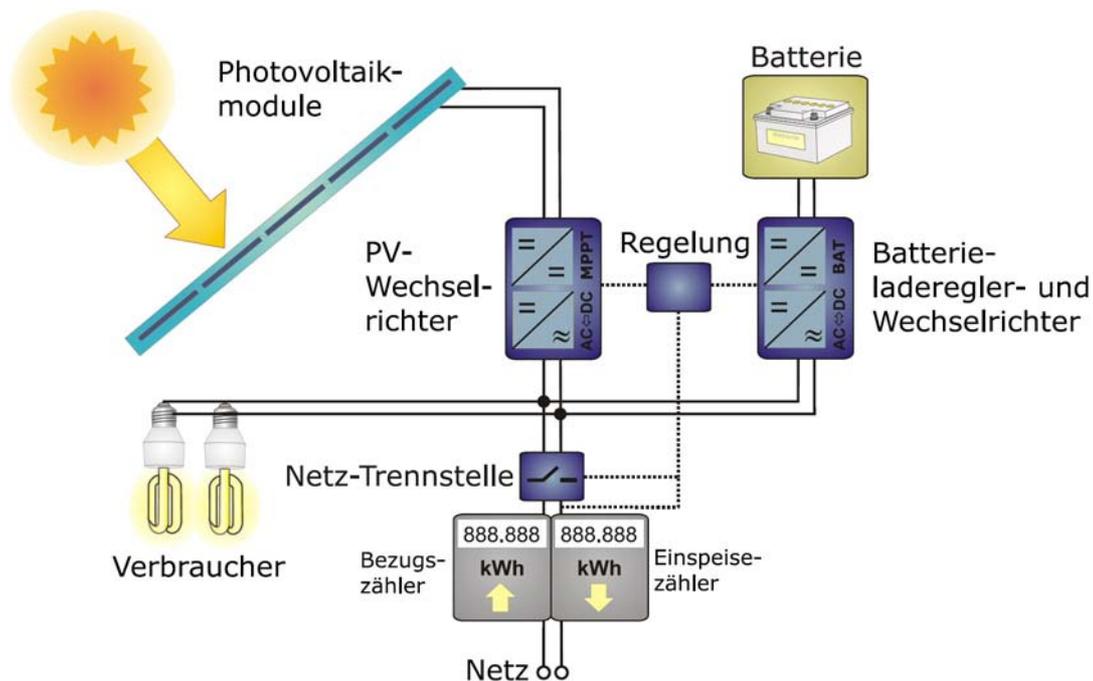


Abb. 6: Netzgekoppeltes Photovoltaiksystem mit Batteriespeicher [Qua13a, S. 241]

Damit bieten photovoltaische Eigenverbrauchssysteme enorme Chancen. Während die Preise für Strom und Brennstoffe kontinuierlich steigen, verändern sich die Kosten einer funktionierenden Solaranlage nicht. Bereits heute sind Eigenverbrauchssysteme in vielen Fällen eine ökonomisch interessante Alternative. Da ein weiteres Sinken der Preise für Photovoltaikanlagen zu erwarten ist, werden sich die ökonomisch interessanten Einsatzgebiete explosionsartig erweitern. Allein das Potential von Photovoltaikanlagen im Einfamilienhausbereich liegt bei 90 Gigawatt, womit mehr als 10 % des deutschen Strombedarfs zu decken wären [Qua12]. Damit ist zu erwarten, dass im Bereich der Solarstromnutzung eine ähnliche Dynamik wie beim Ausbau des Mobilfunks oder der Internetnutzung entsteht.

So könnte sich die Photovoltaik zum Motor für den internationalen Klimaschutz entwickeln. Besitzer einer photovoltaischen Eigenverbrauchsanlage können also künftig nicht nur die eigenen Energiekosten senken, sondern unabhängiger von Energiekonzernen und knapper werdenden Brennstoffen sein.

Literatur

- [AGEB13] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., AGEB: Kräftiger Anstieg des Energieverbrauchs. AG Energiebilanzen – Pressemitteilung 03/2013. www.ag-energiebilanzen.de
- [Lev13] Levermann, A., Clark, P., Marzeion, B., Milne, G., Pollard, D., Radic, V., Robinson, A. (2013): The multimillennial sea-level commitment of global warming. In: Proceedings of the National Academy of Sciences (early online edition) [DOI: 10.1073/pnas.1219414110]

- [Quas12] Quaschnig, V.; Weniger, J.; Tjaden, Tj.: Der unterschätzte Markt. In: BWK Bd. 64 (2012) Nr. 7/8, S. 25-28
- [Qua13a] Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme. München, Hanser, 8. Auflage 2013
- [Qua13b] Quaschnig, V.: Erneuerbare Energien und Klimaschutz. München, Hanser, 3. Auflage 2013
- [Qua13c] Quaschnig, V.: Der Billionenpoker. In: Sonne Wind & Wärme 07/2013, S.7-9
- [UBA07] Umweltbundesamt (Hrsg.): Externe Kosten kennen – Umwelt besser schützen. Die Methodenkonvention zur Schätzung externer Kosten am Beispiel Energie und Verkehr. Umweltbundesamt, Berlin 2007
- [UBA13] Umweltbundesamt UBA: Treibhausgasausstoß im Jahr 2012 um 1,6 Prozent gestiegen. UBA – Pressemitteilung 09/2013 vom 25.02.2013. www.umweltbundesamt.de

[26.09.13]

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Volker Quaschnig
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW)
Fachbereich 1
Wilhelminenhofstr. 75 A
12459 Berlin
volker.quaschnig@htw-berlin.de
www.volker-quaschnig.de