

# Strom-Linie

**Energie erzeugen.** Das Eigenheim soll ein Kraftwerk sein. Sachbuchautor und Energieexperte Christian Synwoldt erklärt in **H.O.M.E.**, wie Sie Ihr Heim mithilfe von Wind, Sonne & Co. zum Stromversorger machen

TEXT CHRISTIAN SYNWOLDT ILLUSTRATION LULU\*/WWW.PLASTICPIRATE.COM

## DIE PHOTOVOLTAIK – STROM AUS SONNENLICHT

Photovoltaikanlagen haftete in der Vergangenheit häufig das Image einer kostspieligen Technologie an, die nur einen minimalen Beitrag zur Stromversorgung leistet. Doch beide Attribute haben sich in den letzten Jahren rasant ins Gegenteil verkehrt: Die Ausgaben – auch für kleine Installationen auf Dächern von Privatgebäuden – haben sich allein in den letzten vier Jahren halbiert. Und die Stromerzeugung aus PV-Anlagen überholte im vergangenen Jahr in Deutschland bereits die Wasserkraft und deckte den Strombedarf von 5,3 Millionen Haushalten. In vielen Ländern Europas herrscht nunmehr Aufbruchsstimmung, um an dieser Entwicklung teilzuhaben. Überall dort, wo aufgrund der Topografie keine großen Wasserkraftressourcen anzutreffen sind, wird in wenigen Jahren Photovoltaik nach Windenergie zur zweitwichtigsten Energiequelle aufsteigen.

Eine gute Nachricht für alle, die noch über keine Solarstromanlage verfügen: Strom aus Photovoltaikanlagen ist bereits heute billiger als der Strombezug vom Stadtwerk

oder Stromversorger – und der abwärts weisende Kostentrend ist noch lange nicht ausgereizt. Strom wird damit künftig im Überfluss produziert. Es wird zur Selbstverständlichkeit, alle Gebäudeflächen aus den Sektoren West, Süd und Ost für PV-Elemente zu nutzen, selbst Norddächer mit einer Neigung von bis zu 20 Grad sind geeignet. Zum Vergleich: Bereits eine typische Süddachfläche von 50 m<sup>2</sup> reicht kalkulatorisch für den Strombedarf einer vierköpfigen Familie. Entsprechend ausgerüstete Häuser können deshalb nicht nur den Eigenbedarf decken, sondern auch einen Beitrag zur Versorgung ihrer Umgebung leisten.

Gerade durch die erweiterte Nutzung von ost- und westorientierten Flächen verbessert sich die tageszeitliche Ausbeute. Dies kommt der Deckung des Eigenbedarfs entgegen: Strom wird nicht nur tagsüber verbraucht, sondern vor allem in den Tagesrandstunden. Vertikale Flächen haben zudem im Winter Vorteile für das Einfangen der solaren Einstrahlung: Die tief über dem Horizont stehende Sonne lässt sich mit senkrecht montierten Solarmodulen geschickter nutzen als mit flach geneigten Anordnungen.

## WIND – MEHR STROM IM WINTER

Neben den seit über einem Jahrhundert betriebenen Wasserkraftwerken zählen Windenergieanlagen heute zu den wichtigsten regenerativen Stromquellen. Betrachtet man die Vollkosten, können sie heute – verglichen mit konventionellen Kraftwerken – den Strom zu konkurrenzfähigen Kosten produzieren.

Kleinwindanlagen erleben einen wahren Boom. Während bei den „großen“ Anlagen der weit überwiegende Anteil mit einem Dreiblattrotor und einer horizontalen Drehachse ausgestattet ist, herrscht bei den Kleinwindanlagen eine bunte Vielfalt. Zahlreiche Modelle und unterschiedliche Konstruktionen mit horizontaler und vertikaler Drehachse werden in verschiedenen Leistungsklassen von 300 W bis 20 kW angeboten. Dabei erreichen bereits Anlagen der Leistungsklasse 1–5 kW recht beachtliche Abmessungen: Die Rotoren überstreichen eine Fläche von 2 bis 12 m<sup>2</sup>. Dementsprechend sollten Aspekte wie Befestigung und Verankerung nicht unterschätzt werden. Vor allem bei der Wahl des Aufstellortes ist sorgfältig vorzugehen. Während bei Photovoltaik-Anlagen der Sichtschatten zur Sonne problemlos identifizierbar und auch mit einfachen geometrischen Berechnungen nachvollziehbar ist, ist das beim Windschatten von umliegenden Gebäuden, Bäumen und der Geländetopografie diffiziler. Als Anhaltswert

## NEUE ENERGIE-QUELLEN

Solar- und Windstrom werden auch für die Selbstversorgung immer beliebter



möge gelten: Existieren im Umkreis von einigen hundert Metern Objekte, welche die Windanlage überragen, liegen keine besonders aussichtsreichen Betriebsbedingungen vor. Messungen der Windgeschwindigkeit über einen möglichst langen Zeitraum können hier mehr Entscheidungssicherheit bewirken.

Während sich in den USA, Großbritannien und China bereits Märkte für Kleinwindanlagen etabliert haben, steht die Entwicklung in anderen Ländern noch am Anfang. Die Vielzahl der Hersteller, Konstruktionen und Anlagenmodelle erschwert den Überblick. Organisationen wie der Bundesverband für Kleinwindanlagen helfen mit ihren Publikationen beim Identifizieren seriöser Hersteller und Händler. Gerade weil zahlreiche erfolgversprechende Ansätze noch am Anfang stehen, herrscht hier noch viel Spielraum für künftige Kostensenkungen.

Windenergieanlagen eignen sich für eine saisonale Ergänzung von Solaranlagen, da in Mitteleuropa im Winterhalbjahr mit einem stärkeren Windaufkommen zu rechnen ist, während im Sommer die solare Einstrahlung höher ausfällt. Warum dies so wichtig ist? Strom kann nur in dem Moment genutzt werden, in dem er erzeugt wird.

**KONTINUIERLICHE  
VERSORGUNG BEI  
FLUKTUIERENDER  
EINSPEISUNG**

Betrachtet man diesen Sachverhalt genauer, so liegt hier die eigentliche Schwierigkeit bei der Nutzung regenerativer Energien. Während sich auf volkswirtschaftlicher Ebene ein weicher Verlauf des Strombedarfs mit einem Minimum in den Stunden nach Mitternacht und einem Anschwellen des Verbrauchs in den Morgen- und Vormittagsstunden bis zum Spitzenbedarf in der Mittagszeit ergibt, ist das häusliche Geschehen weit stärker von den individuellen Verbrauchsgewohnheiten der Bewohner geprägt.

Die grundsätzliche Fragestellung im Großen wie im Kleinen: Wie lassen sich die fluktuierende Einspeisung und der ungleichmäßige Bedarf ausbalancieren? Eine Antwort ist von zwei Seiten möglich. Verfügen große Stromverbraucher

**Gut für die  
Stromversorgung  
ist, wenn die  
Photovoltaikanlage  
mit dem  
Kühlschrank  
kommuniziert**

über ein gewisses Maß an Intelligenz, so kann die Waschmaschine beispielsweise von der Photovoltaikanlage ein Startsignal erhalten – „jetzt ist Solarstrom im Überschuss verfügbar“. Auch Kühlschränke und Gefriertruhen können bedenkenlos einige Stunden ohne Stromzufuhr auskommen, insbesondere nachts, wenn niemand die Türen öffnet. Wärmepumpen sind ein weiteres Beispiel. In Verbindung mit einem Wärmespeicher können sie vorzugsweise dann in Betrieb gesetzt werden, wenn Windanlage oder PV-System hinreichend Strom liefern.

Die zweite Lösung sind Speicher. Der tägliche Strombedarf in einem Vier-Personen-Haushalt liegt bei ca. 10 kWh. Entfallen davon 30-50 % auf die Stunden ohne ausreichende solare Einstrahlung, so scheint eine Speicherbatterie mit 5 kWh hinreichend zu sein. Das entspricht der Speicherkapazität von zehn Starterbatterien für Pkws. Schwieriger wird es im Winter. Der Strombedarf für Beleuchtung und Heizungspumpen steigt, gleichzeitig sinkt das solare Energieangebot. Im Extremfall sind – bei schneebedecktem Dach – auch mehrere Tage zu überbrücken. Gut, wenn in diesem Fall noch ein Teil der Fassade oder eine

Windenergieanlage zur Stromversorgung beitragen. Wie im Großen ist auch bei der eigenen Versorgung ein ausgewogener Mix von hoher Bedeutung! Und auch hier stellt die Entwicklung und Vermarktung lokaler Speicher einen gerade erst beginnenden Trend dar.

**WÄRME AUS DER SONNE  
UND DEM BODEN**

Neben Elektrizität ist Wärme der zweite große Posten beim privaten Energiebedarf, je nach baulichem Standard ist der Bedarf sogar wesentlich größer. Bereits 2.000 l Heizöl oder 2.000 m<sup>3</sup> Erdgas stellen eine Energiemenge von 20.000 kWh dar – mehr als das Fünffache des typischen Strombedarfs.

Das wärmende Gefühl von Sonnenstrahlen auf der Haut trägt nicht: Sonnenlicht kann auch zur Bereitung von Warmwasser und Wärme für die Raumheizung genutzt werden. Bereits eine Kollektorfläche von 10 bis 15 m<sup>2</sup> reicht für 70 % des jährlichen Warmwasserbedarfs und eine Heizungsunterstützung in Übergangsperioden. Die Solarkollektoren lassen sich in Dächer, Fassaden und Balkonbrüstungen integrieren. Neben klassischen Flach- und Röhrenkollektoren existieren auch Hybridkonstruktionen für die gleichzeitige Wärmenutzung und photovoltaische Stromerzeugung.

Die solare Wärmeerzeugung unterliegt denselben Randbedingungen wie bereits oben für die Stromerzeugung geschildert. Anders als im Fall der Elektrizität kann Wärme jedoch mit Pufferspeichern vergleichsweise unkompliziert aufbewahrt werden. Hierbei handelt es sich um gut isolierte, mit Wasser gefüllte Gefäße. Kritischer wird es erst, wenn für die langfristige – konkreter: saisonale – Speicherung Wärme aus den Sommermonaten für den Heizungsbedarf im Winter herangezogen werden soll. Hier gilt aus Gründen des technischen wie auch des wirtschaftlichen Aufwands: Je weniger Wärmebedarf für Heizzwecke benötigt wird, desto kleiner kann der Saisonspeicher dimensioniert werden. Kurz und

prägnant: Wärmedämmung geht vor Speicherausbau. Ein thermisch hochwertiger Baustandard schützt ganz nebenbei die Räume nicht nur im Winter vor Wärmeverlust, sondern auch im Sommer vor übermäßiger Erwärmung.

Dennoch werden sich in der Regel Speichervolumina im Bereich einiger zehn Kubikmeter ergeben. Der für den Heizöltank nun nicht mehr benötigte Kellerraum ist dabei nicht zwangsläufig die erste Wahl: Ein Speicher als vertikale Säule im Haus nutzt nicht nur potenzielle Abwärmeverluste direkt für die Raumheizung, sondern lässt sich dank der thermischen Schichtung auch effizienter laden und entladen. Steht im Haus kein entsprechendes Volumen für einen Saisonspeicher zur Verfügung, gibt es noch eine überraschende Alternative: den Boden unter dem Garten. Ab einer Tiefe von einigen Metern herrschen hier ganzjährig nahezu konstante Temperaturverhältnisse. Um das Wurzelwerk und die Vegetation nicht zu beeinträchtigen, empfehlen sich jedoch Schichten im Bereich von 50 bis 100 m Tiefe unter Geländeneiveau. Über Erdsonden kann die Wärme aus den Solarkollektoren im Sommer den Boden um einige Grad Celsius erhöhen – ein unschätzbare Vorzug während der Heizperiode im Winter. Denn Wärmepumpen arbeiten umso effizienter, je geringer die zu überwindende Temperaturdifferenz ist: Die von der Wärmepumpe zu leistende Arbeit ist bei kleinerem Temperaturgefälle geringer. Auf der Heizseite wird dies durch Flächenheizungen (vorzugsweise Fußboden- und Wandheizungen) mit geringer Vorlauftemperatur unterstützt.

Die vielleicht einfachste Lösung zur Heizung mit Sonnenenergie ist das Nutzen passiver solarer Gewinne. Eine Glasfassade oder ein großes Fenster in Südrichtung lassen die Strahlen der tief stehenden Wintersonne passieren, was zu einer Aufheizung der Innenräume führt. Durch einen Dachüberhang oder Vorbaubalkon bleibt diese

ebenso simple wie effektive Methode auf den Winter beschränkt, während im Sommer ein übermäßiges Aufheizen der Räume vermieden wird.

Noch spannender wird es, wenn Ingenieure die Natur unter

**Der Eisbär  
dient  
Konstruktoren  
und  
Materialforschern  
als Vorbild**

die Lupe nehmen. Dabei lassen sich immer wieder erstaunliche Lösungen für ganz alltägliche Probleme finden – ein ganzer Wissenschaftszweig, die Bionik, befasst sich damit. Gerade in Extremsituationen zeigt die Natur, wie gut einzelne Arten selbst an raueste Umgebungsbedingungen angepasst sind. Eisbären gelingt dies auf besondere Weise. Als Wärmeschutz dient dabei nicht nur eine mehrere Zentimeter dicke Speckschicht, sondern es wird buchstäblich jeder Sonnenstrahl genutzt. Das helle Fell übernimmt dafür eine zweifache Rolle: Es hält die Körperwärme zurück, lässt das Sonnenlicht hingegen bis zur Haut passieren. Und die schwarze Haut absorbiert das so eingefangene Sonnenlicht hocheffizient. Ohne das Fell würde die Hautoberfläche ihre Wärme sofort an die Umgebung verlieren. – Eine Herausforderung für Konstrukteure und Materialwissenschaftler.

**DIE ENERGIEZUKUNFT HAT  
GERADE ERST BEGONNEN**

Generell zeigt sich, dass während des Sommerhalbjahrs ein Überschuss an solarer Wärme und Solar-

strom bereitsteht, der den Eigenbedarf deutlich übersteigt. Daher sind weitere Szenarien für eine saisonale Speicherung in Betracht zu ziehen. Bereits seit Jahrzehnten werden Ansätze zur Herstellung von Wasserstoff mithilfe der Elektrolyse aus regenerativem (Überschuss-)Strom diskutiert. Der Grundgedanke: Die Energie lässt sich im Wasserstoff chemisch binden und langfristig speichern. Über eine Brennstoffzelle ist zudem die Rückverstromung ohne Motor, Abgase und Schadstoffe! möglich. Die Abwärme beider Prozesse lässt sich etwa für Warmwasserbereitung oder Heizzwecke nutzen.

Noch einen Schritt weiter geht die Methansynthese aus dem so hergestellten Wasserstoff. Methan ist Hauptbestandteil von Erdgas und kann in allen erdgasgefeuerten Anlagen eingesetzt werden. Dazu zählen etwa Gasthermen, die im Winter zur Unterstützung der Solarthermie für Heizung und Warmwasser dienen. Außerdem wäre der Betrieb eines Mini-Blockheizkraftwerks (BHKW) zur Unterstützung der Eigenstromproduktion bei saisonaler Unterversorgung oder temporärem Spitzenlastbedarf möglich. Auch hier kann man in der vorher genannten Weise die Restwärme nutzen. Der vielleicht wichtigste Vorzug sind jedoch die gegenüber Wasserstoff besseren Speichereigenschaften – und zu guter Letzt sollte nicht vergessen werden: Methan kann als Kraftstoffersatz in Benzinmotoren genutzt werden.

Wer angesichts von BHKW und Brennstoffzelle an Kraftwerkstechnik denkt, hat gar nicht einmal ganz unrecht – nur die Abmessungen der hier beschriebenen Geräte fallen moderater aus und passen in so gut wie jeden Heizungskeller.

Christian Synwoldt ist Autor der Sachbücher „Mehr als Sonne, Wind und Wasser“ und „Alles über Strom“ (Verlag Wiley-VCH) sowie als Dozent und Berater im Bereich regenerativer Systeme und Energieeffizienz tätig. [www.synwoldt.de](http://www.synwoldt.de)