

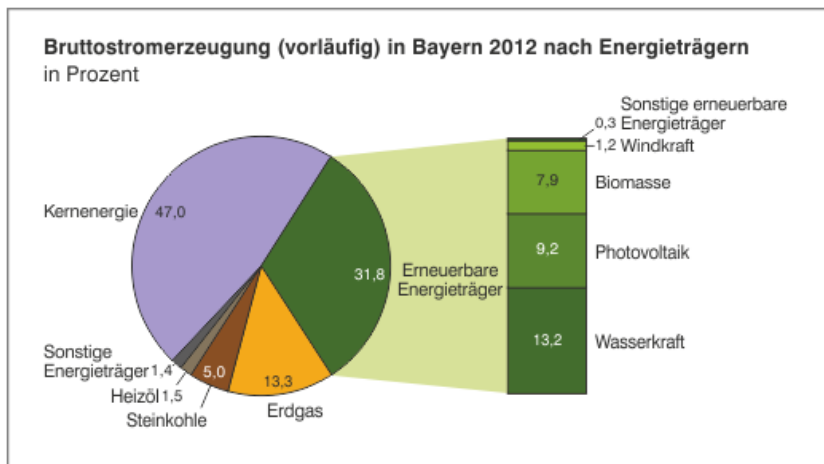
Stromgewinnung auf dem eigenen Dach

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz hat im Jahr 2000 ein regelrechter Boom beim Bau von PV-Anlagen eingesetzt. Die Vergütung von PV-Strom, der von kleinen Dachanlagen (kleiner 10 kWp) ins Netz eingespeist wird, wurde in vielen Schritten reduziert von ursprünglich 57,4 ct/kWh (2004) auf heute nur noch knapp 13 ct/kWh. Dies war notwendig, weil die Preise für PV-Technik entsprechend einer sogenannten Lernkurve sehr stark gefallen sind. Kostete seine solche Anlage im Jahr 2000 noch über 6.000 €/kWp, so liegen die spezifischen Kosten heute in einer Größenordnung von 1.500-2.000 €/kWp. Große Anlagen können schon deutlich günstiger errichtet werden. Die Anlagen kosten also heute nur noch etwa ein Viertel bis ein Drittel des damaligen Preises.



Die Abbildung zeigt beispielhaft, dass auch bei schwierigen Dachverhältnissen eine ästhetische Integration von PV-Anlagen möglich ist. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist übrigens nicht nur bei Südausrichtung des Daches gegeben. Bei Ost-West-Ausrichtung kann die Stromerzeugung auf die Morgen- und Abendstunden ausgedehnt werden. Das bringt einen größeren Eigenverbrauchsanteil und ist im Allgemeinen netzverträglicher.

In 2012 gab es in Bayern bereits insgesamt rd. 426.500 PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von 9.324 MWp. Diese Anlagen haben 8,2 Mrd. kWh erzeugt, das reichte zur Versorgung von 2,3 Mio. Haushalten. Die erzeugte Strommenge betrug 656 kWh je Einwohner. Bei einem durchschnittlichen Strombedarf je Haushalt von 3.600 kWh konnten bereits 73 % des Haushaltsbedarfes durch PV-Strom gedeckt werden.



Quelle: Statistik-Bayern.de

Bezogen auf die Bruttostromerzeugung lag der Anteil erneuerbarer Energieträger in 2012 bereits bei knapp 32 %, davon 9,2 % aus PV-Anlagen.

Um die Belastung der Endverbraucher durch die EEG-Umlage zu verringern, wurde zum 01.08.2014 eine Novellierung des EEG beschlossen. Dadurch werden die Lasten der EEG-Umlage auf mehr Schultern verteilt. Der Eigenverbrauch von Strom vom Dach wird seither mit einem Teil der EEG-Umlage (40 % von 6,24 ct/kWh = 2,5 ct/kWh) belastet. Man kann darüber streiten, ob es sich dabei um eine sinnvolle Maßnahme handelt, weil zumindest die Wirtschaftlichkeit von größeren PV-Anlagen in Gewerbe- und Industriebetrieben dadurch negativ beeinflusst wird. Es ist so, als ob ein Gartenbesitzer, der für seinen Eigenbedarf Tomaten zieht, dafür an den Staat eine Steuer entrichten müßte. Ausgenommen von dieser Regelung bleiben alle PV-Anlagen mit einer Leistung von weniger als 10 kWp. Nachdem mit einer eigenen Anlage hohe Fremdstromkosten substituiert werden, ist der Eigenverbrauch von PV-Strom sehr interessant und solche Anlagen wirtschaftlich.

Es stellen sich für viele potenzielle Betreiber folgende Fragen:

- Sind PV-Anlagen unter den heutigen Bedingungen noch wirtschaftlich?
- Ist es sinnvoll, den Strom nach EEG-Vergütung einzuspeisen oder sollte man den erzeugten Strom lieber selbst verbrauchen?
- Wie kann ich den Eigenverbrauchsanteil steigern?
- Kann man Strom heute schon wirtschaftlich speichern?

Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit wurde bereits beantwortet.

Die Frage, ob Eigenverbrauch oder nicht, ist damit ebenfalls schnell beantwortet. Kann man einen Teil des erzeugten Stromes selbst nutzen, um den eigenen Be-

darf zu decken, so spart man mehr an Fremdstromkosten ein, als man über das EEG an Vergütung bekäme.

Den Eigenverbrauchsanteil kann man auf unterschiedliche Art und Weise optimieren:

- Nutzerverhalten: Stromverbraucher, die unabhängig von der Tageszeit benutzt werden können, sollten nur tagsüber innerhalb der Sonnenscheindauer in Betrieb genommen werden. Als Beispiel seien Waschmaschinen und Wäschetrockner sowie Geschirrspülmaschinen genannt.
- Verbrauchersteuerung: Über Zeitschaltuhren oder Managementsysteme kann das Zuschalten von Verbrauchern zeitlich begrenzt werden. Üblicherweise können ca. 30 % des Haushaltsbedarfs über die Eigenerzeugung per PV-Anlage abgedeckt werden.
- Stromspeicher: Durch Einsatz von Stromspeichern kann Überschussstrom, der tagsüber produziert wird, in die Tagesrandzeiten oder in die Nachtzeiten verschoben werden. Der Eigenverbrauchsanteil kann dadurch auf bis 50-70 % des Eigenbedarfs gesteigert werden.
- Wärmestrom: Stromspitzen, die der Speicher nicht mehr aufnimmt, können durch elektrische Heizstäbe direkt auf die Warmwasserversorgung übertragen werden. Mittels Wärmepumpen können ebenfalls fossile Wärmeträger ersetzt werden. Zum Antrieb der Wärmepumpen benötigt man elektrische Energie, die direkt von der PV-Anlage oder über einen Stromspeicher zur Verfügung gestellt wird. Dies setzt aber voraus, dass das Heizungssystem mit niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden kann. Dann kann zusätzlich ein Wärmespeichersystem zum Einsatz kommen, damit die Wärmepumpe möglichst nur bei Tag betrieben werden muss. Bei richtiger Auslegung ist eine autarke Energieversorgung des kompletten Hauses möglich. In manchen Fällen sind im alten Wohnungsbestand noch sogenannte Nachtspeicheröfen in Betrieb. Hier kann man die Funktion umdrehen, indem die Speicheröfen nicht mehr des Nachts sondern am Tag mit Überschussenergie aufgeladen werden. Nachts kann dann die mit dem Überschuss aus der PV-Anlage erzeugte und gespeicherte Energie zur Beheizung des Gebäudes genutzt werden.

Zur Beantwortung der letzten Frage haben wir kleine Dachanlagen bis zu einer Leistung von 10 kWp durchgerechnet und die Wirtschaftlichkeit ohne und mit Stromspeicher verglichen. Diese Anlagen sind von den Änderungen in der Novelle des EEG zum 01.08.2014 ausgenommen. So wird der Eigenverbrauch bis zu einer Anlagenleistung von 10 kWp und weniger als 10.000 kWh Stromproduktion pro Jahr **nicht** mit der EEG-Umlage belastet. Bei jeder kWh vom Dach, die man selbst verbraucht, spart man also den vollen Fremdstrompreis ein. Dieser liegt heute einschl. MWSt bei ca. 30 ct/kWh, abhängig vom gewählten Tarif und dem jeweiligen Anbieter. Die Vergütung nach EEG für den eingespeisten Strom liegt

derzeit nur noch bei 12,63 ct/kWh bei kleinen Anlagen. Die Vergütung nach EEG wird aber zwischenzeitlich monatlich angepaßt und sinkt jeweils um 1 %, bezogen auf den Inbetriebnahmezeitpunkt. Diese Vergütung besteht für 20 Jahre, zusätzlich dem Jahr der Inbetriebnahme.

PV-Anlagen im Privatbereich ohne Stromspeicher

Leistung der PV-Anlage	kWp	10	7	4
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	1.000	1.000	1.000
Jahresertrag	kWh	10.000	7.000	4.000
Einspeisevergütung EEG	ct/kWh	12,63	12,63	12,63
Fremdstrompreis	ct/kWh	29	29	29
Preisanstieg Fremdstrom	%/a	3	3	3
Eigenbedarf	kWh/a	5.000	4.000	3.000
Eigenverbrauchsanteil	%	30%	30%	30%
Eigenverbrauch	kWh	3.000	2.100	1.200
Autarkiegrad	%	60%	53%	40%
Erlös aus Vergütung nach EEG	€/a	884	619	354
Einsparung Fremdstrom	€/a	870	609	348
Erlös + Einsparung	€/a	1.754	1.228	702
Investition ca.	€	16.670	12.669	8.068
Eigenkapitalanteil	%	10%	10%	10%
Eigenkapital	€	1.667	1.267	807
Kreditlaufzeit	a	10	10	12
EK-Rendite auf 20 Jahre	%/a	13,5%	12,4%	10,3%
Überschuss nach 20 Jahren	€	22.692	14.222	6.226

Es wurden 3 unterschiedliche Anlagengrößen von 10, 7 und 4 kWp Leistung gewählt. Der spezifische Ertrag liegt hier bei reiner Südausrichtung und ohne Verschattung bei mind. 1.000 kWh/kWp und Jahr. Es wird bei allen Anlagengrößen mit einem Eigenverbrauchsanteil in Höhe von 30 %, bezogen auf den Eigenbedarf gerechnet. Damit erreicht man einen unterschiedlichen Autarkiegrad, der angibt, wieviel Prozent des Eigenbedarfs durch die PV-Anlage gedeckt werden können. Während die kleine Anlage mit 4 kW relativ gut zum Eigenbedarf paßt, sind die Anlagen mit 7 und 10 kWp eher etwas überdimensioniert. Deshalb kann hier ein höherer Autarkiegrad erzielt werden. Obwohl nur 30 % selbst verbraucht

und 70 % ins Netz eingespeist werden, sind die anteiligen Vergütungen bzw. Einsparungen etwa auf gleicher Höhe. Man erkennt, dass bei einer Steigerung des Eigenverbrauchs sich die Wirtschaftlichkeit erhöhen muss. Bei den Investitionskosten handelt es sich um die kompletten Kosten von der Anmeldung, Planung, Lieferung, Montage und elektrischem Anschluss. Die spezifischen Kosten sind allerdings von der Anlagengröße abhängig.

Finanziert man die Anlage z.B. über ein Programm der KfW-Bank (Antrag über die Hausbank) mit einem geringen Anteil an Eigenkapital von z.B. 10 %, so sind nur sehr geringe EK-Beträge für die Investition notwendig. Es ist sogar möglich, 100 % des notwendigen Kapitals als Kredit aufzunehmen. Jeder Hausbesitzerunabhängig von seinen Einkünften, kann i.d.R. eine solche Anlage bauen. Die Kredite zahlen sich völlig selbständig aus den Erträgen und Einsparungen ab. Die größeren Anlagen kommen in unserer Berechnung mit einer Laufzeit von 10 Jahren aus, bei der kleineren Anlage muss mit einer längeren Laufzeit von 12 Jahren gerechnet werden. Dies ist notwendig, weil sonst die Erträge der Anlage nicht ausreichen würden, um die Kreditraten zu decken. Die Renditen auf das eingesetzte Eigenkapital sind in allen Fällen zweistellig und damit um ein Vielfaches höher als bei üblichen Anlageformen. Es ergeben sich, gerechnet über einen Zeitraum von 20 Jahren, hohe Überschüsse nach bereits erfolgter Tilgung des Kredits. Durch die vereinbarte Tilgungsfreiheit über 1 Jahr (KfW) fließt das eingesetzte Eigenkapital oft bereits im ersten Jahr zurück.

Diese Art der Finanzierung ist derzeit zu empfehlen, da sich die Zinsen auf einem historischen Tiefstand befinden. Es wird empfohlen, auf jeden Fall Rücksprache mit dem Steuerberater zu halten, da weitere Vergünstigungen zu nennenswerten Steuereinsparungen führen können (Abschreibung, Sonderabschreibung, Abzugsbetrag).

Nun wurden die gleichen Anlagen zusätzlich mit einem Stromspeicher ausgerüstet. Es wurde ein Lithium-Ionen-Speicher vorausgesetzt. Die nutzbare Speicherkapazität wurde an die unterschiedliche Leistungsgröße der Anlagen angepaßt. Leistungsabhängig müssen die Investitionskosten entsprechend vorgegeben werden. Durch die Speicherung kann der Eigenverbrauchsanteil deutlich gesteigert werden.

PV-Anlagen im Privatbereich mit Stromspeicher

Leistung der PV-Anlage	kWp	10	7	4
nutzbare Speicherkapazität	kWh	5	4	3
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	1.000	1.000	1.000
Jahresertrag	kWh	10.000	7.000	4.000
Einspeisevergütung EEG	ct/kWh	12,63	12,63	12,63
Fremdstrompreis	ct/kWh	29	29	29
Preisanstieg Fremdstrom	%/a	3	3	3
Eigenbedarf	kWh/a	5.000	4.000	3.000
Eigenverbrauchsanteil	%	48%	51%	57%
Eigenverbrauch	kWh	4.825	3.560	2.295
Autarkiegrad	%	97%	89%	77%
Erlös aus Vergütung nach EEG	€/a	654	434	215
Einsparung Fremdstrom	€/a	1.399	1.032	666
Erlös + Einsparung	€/a	2.053	1.467	881
Zuschuss Speicher	€	2.400	2.850	1.530
Investition ca.	€	24.670	20.269	13.168
Investition - Zuschuss	€	22.270	17.419	11.638
Eigenkapitalanteil	%	10%	10%	10%
Eigenkapital	€	2.467	2.027	1.317
Kreditlaufzeit	a	10	10	15
EK-Rendite auf 20 Jahre	%/a	13,7%	11,7%	9,9%
Überschuss nach 20 Jahren	€	31.501	17.362	8.399
Akkuwechsel geschätzt	€	2500	2000	1500
Überschuss tatsächlich	€	29.001	15.362	6.899

Es ist nun möglich, auch in der Zeit von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang Eigenstrom zu verbrauchen, indem dieser der Batterie entnommen wird. Man erkennt, dass bei entsprechender Überdimensionierung auch ein Autarkiegrad von bis zu 100 % möglich ist. Aus wirtschaftlichen Gründen muss dies allerdings nicht der günstigste Fall sein. Zu den Kosten des Speichers kann ein Zuschuss über die KfW in Anspruch genommen werden. Dieser wird von den Investitionskosten in Abzug gebracht.

Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit wurde auch hier von einem Eigenkapitalanteil in Höhe von 10 % ausgegangen. Wie man sieht, ergibt sich die EK-Rendite in nahezu gleicher Höhe wie ohne Speicher, der Überschuss, der sich in 20 Jahren ergibt, ist aber deutlich höher. Wenn man berücksichtigt, dass die Lebensdauer der Akkus nur ca. 10 Jahre beträgt, dann müssen diese im Betrachtungszeitraum einmal ausgetauscht werden. Da nur die Speicher-Akkus selbst ausgetauscht werden und mit einer erheblichen Kostenreduktion im Zeitraum

von 10 Jahren zu rechnen ist, kann man diese Kosten heute nur schätzen und vom Überschuss in Abzug bringen.

Fazit: PV-Anlagen im Leistungsbereich bis 10 kWp für den Eigenverbrauch werden durch die Novellierung des EEG nicht tangiert. Durch entsprechende Maßnahmen kann der Anteil des Eigenverbrauchs deutlich erhöht werden. Dazu zählen organisatorische Maßnahmen ebenso wie die Einbindung eines Stromspeichers. Diese stehen heute mit unterschiedlichen Technologien und Leistungen zur Verfügung. Wie die Berechnungen zeigen, können PV-Anlagen mit Stromspeicher heute wirtschaftlich betrieben werden. Einer ausführlichen Analyse des Istzustandes und der richtigen Dimensionierung von PV-Anlage und Speicher kommt eine große Bedeutung zu, um einen wirtschaftlichen Betrieb sicherzustellen.

Nahezu jeder Hauseigentümer kann heute seinen eigenen Strom produzieren. Die Anlagen sind günstig, die Finanzierung gesichert und ein wirtschaftlicher Betrieb sichergestellt. Die PV-Anlage auf dem eigenen Dach bedeutet Unabhängigkeit, Versorgungssicherheit und Sparsamkeit. Sie steht für zukunftsgerichtetes Handeln und gelebten Umwelt- und Ressourcenschutz.

Dr.-Ing. Georg Schu, Hallbergmoos