

## Solarenergie ohne EEG: Eigenverbrauch versus Einspeisung



Foto: Next2Sun

**Grundansichten:** Die menschliche Kultur- und Zivilisationsgeschichte ist dadurch gekennzeichnet, dass es gelang auf „externe Energie“ zuzugreifen und diese ort- und zielgerichtet einzusetzen: Feuer machen, über Licht verfügen, Wärmenutzung.

Diese Geschichte enthält ebenso eine Abfolge von steigenden Befähigungen – Eisen zu schmelzen benötigt höhere Temperaturen als dies für Kupfer und Kupferlegierungen erforderlich ist – der Begriff „Eisenzeit“ beschreibt also eine technologische Fertigkeit besondere Temperaturen gezielt erzeugen zu können.

In der Menschheits- und Kulturgeschichte gab es nicht nur zeitenweise Rückschläge, sondern auch komplette Untergänge von Kulturen, welche teilweise in Folge von „energetischem Raubbau“ stattfanden. Ausführlich beschrieben von **Jared Diamond** im Buch „Kollaps“. Den größten Zivilisations- und Technologieschub erlebte die Welt durch die Entdeckung und Nutzbarmachung der fossilen Energieträger in all seinen diversen Formen. Eine umfassende Betrachtung der wirtschaftlichen Dimension findet sich bei **Elmar Altvater** „Der Kapitalismus wie wir ihn kennen, ist ohne den Fossilismus nicht denkbar“. Wie Europa ohne den Zugriff auf (elektrische) Energie in etwa aussehen könnte, beschreibt **Marc Elsberg** in dem fiktiven Roman „Blackout“ – Dreh- und Angelpunkt sind dabei Smart Meter.

Energie und Energiebereitstellung sind also für eine technisch orientierte Zivilisation unabdingbare Voraussetzung.

**20.10.2020**

**Die Erde im Weltall:** Die Erde kreist um die Sonne als letztendlich ultimativer Energielieferant. Durch den mittleren Abstand von 150.000.000 Kilometer erreichen rund 1.000 Kilowattstunden pro Quadratmeter Strahlungsenergie den Bereich um 50 Grad nördlicher Breite, wo sich Europa befindet. Durch die Neigung der Erdachse gegenüber der Umlaufbahn von 23,5 Grad ergeben sich die nördlichen und südlichen Wendekreise als auch die nördlichen und südlichen Polarkreise. Im europäischen Sommerhalbjahr ist die nördliche Erdhälfte der Sonne zugeneigt, im europäischen Winterhalbjahr ist die südliche Erdhälfte der Sonne zugeneigt. Aus dieser Neigung der Erdachse gegenüber der Umlaufbahn ergeben sich die unterschiedlichen Sonnenhöchst- und Sonnenniedrigstände je nach Breitengrad. Bei 50 Grad nördlicher Breite wären dies:  $90 \text{ Grad (Äquator bis Pol)} - 50 \text{ Grad (jeweiliger Breitengrad)} - 23,5 \text{ Grad} = 16,5 \text{ Grad}$  Sonnenhöchststand für die Wintersonnenwende um 12:00 Uhr und  $90 \text{ Grad (Äquator bis Pol)} - 50 \text{ Grad (jeweiliger Breitengrad)} + 23,5 \text{ Grad} = 63,5 \text{ Grad}$  Sonnenhöchststand für die Sommersonnenwende um 12:00 Uhr.

Weiterhin wird das Sonnenlicht durch den kürzeren beziehungsweise längeren Weg durch die Erdatmosphäre im Laufe des Jahres unterschiedlich gestreut und gefiltert (Wasserdampf, Wolken und dergleichen mehr). Daraus ergeben sich die gefühlten unterschiedlichen Temperaturen im Jahresverlauf und die Notwendigkeit(en) im Sommer kühlen und im Winter heizen zu müssen. Menschen streben als Säugetiere wie alle anderen Tiere mit konstanter Körpertemperatur möglichst gleichmäßige Temperaturverhältnisse an. Ist dies nicht möglich so ist ein Ortswechsel a la Vogelzug oder eine Einschränkung der Aktivitäten a la Winterschlaf erforderlich.

**Messproblematik:** Die „Menge“ eingestrahltens Lichts wird definitionsgemäß mit einem Pyranometer in waagerechter Ausrichtung erfasst. Darin liegt ein anwendungstechnisch problematischer Ansatz. Diese Messmethode ist vereinheitlichend praktikabel und korrekt, behindert dabei aber die Sichtweise, dass man dennoch auch am Tag der Wintersonnenwende bei klarem Himmel hohe Erträge an Solarstrahlung nutzen könnte. Weiterhin wird bei den Angaben zur Strahlungs„menge“ ausgeblendet, welche Wellenlängenbereiche auf die Erdoberfläche einstrahlen, und welche davon könnte man wie technisch nutzen. So sind Wellenlängen im Ultraviolettbereich sehr energiegeladen, beinhalten aber zugleich (Bio)Materie zerstörende Eigenschaften. Wellenlängen im Bereich von 400 Nanometer (blau) bis 700 Nanometer (rot) werden von uns Menschen als farbiges Licht und von Pflanzen als Energielieferant für die „Lichtreaktionen“ der Photosynthese genutzt. Licht bei 700 Nanometer hat in etwa nur noch den halben Energiegehalt wie Licht bei 400 Nanometer. Licht mit längeren Wellenlängen als 700 Nanometer kann von Pflanzen dagegen nicht mehr energetisch zur Photosynthese genutzt werden – vergleichbar den längsten möglichen Wellenlängen für die Nutzung durch Photovoltaik-Zellen. Licht jenseits der 700 Nanometer wirkt auf Materie als Wärmestrahlung und kann für thermische Anwendungen genutzt werden. Allerdings ist der Energiegehalt bei beispielsweise 1200 Nanometer nochmals deutlich niedriger als bei 700 Nanometer. Weiterhin kommt hinzu, dass Licht „jenseits von Rot = Infrarot“ von Wasser, Wasserdampf und etwa Fensterglas absorbiert wird.

**Maximierungsproblem:** Alle Lebewesen neigen dazu aus entsprechenden Angeboten das jeweils am leichtesten verfügbare und daraus die größte Portion zu erlangen. Die Konzepte „Sonderangebote“ und „Quängelstrecke vor der Kasse“ gibt es auch bei anderen Lebewesen. „Wirtschaftlich“ denken hat sich bei uns verankert als „maximalen Ertrag“ generieren. Für eine tagtägliche gleichmäßige und konstant „hohe“ Versorgung ist dies jedoch kontraproduktiv und erfordert gegebenenfalls ergänzende Speichersysteme (Winterspeck, Vorratskammer, Nahrungsverstecke, Nahrungskonservierung mittels Trocknung, Zucker, Salz, Kühlung, Brennstofflager und dergleichen mehr). Ausgehend von der eigenen sinnlichen Erfahrung, dass

20.10.2020

es „im Sommer“ warm ist und dass die Werte aus dem horizontalen Pyranometer dies auch noch bestätigen, ist die Ertragsmaximierungsansicht verankert, welche dazu geführt hat, dass sowohl technische Anlagen zur Gewinnung von Wärme als auch Elektrizität aus solarer Strahlungsenergie:

1. Nach Süden ausgerichtet sind
2. Etwa 30 Grad Neigung aufweisen.

Dies führt dazu, dass bei allen Energiewandelanlagen die Energieerträge im Sommerhalbjahr um die Mittagszeit hoch und im Winterhalbjahr – genau dann, wenn beispielsweise der größte Wärmebedarf vorliegt – niedrig sind. Die „alles“ erklärenden Grafiken sind Jahrzehnten bekannt, werden meiner Meinung nach aber maximierungsorientiert oder Kosten/Nutzen maximiert angewendet, anstatt auf eine ganzjährig gleichbleibende Energiebereitstellung mit sehr geringem Zwischenspeicherbedarf zu setzen.

Grafiken finden sich beispielsweise in **Heinz Ladener Frank Späte, Solaranlagen** (diverse Ausgaben und Auflagen) oder **Vissmann Planungshandbuch Solarthermie 2008**, Seite 28 (als pdf verfügbar) und natürlich in zahllosen weiteren Publikationen.

**Wichtig** sind jedoch die Folgerungen, die sich in den genannten Schriften aus diesen Ertragsdiagrammen ergeben. „Solaranlagen“ sind zwischen 30 und 45 Grad geneigt, eventuell 60 Grad, wenn eine besondere Nutzung im Winter gewünscht wird. „Solaranlagen“ mit 90 Grad Neigung werden ausgeblendet oder als „unwirtschaftliche“ Variante angesehen.



Photovoltaik-Ertragsverlauf im Jahresgang bei einer Neigung von 90 Grad und einer Ausrichtung nach Süd von 180 Grad. Daten basieren auf Software: PV-Sol

**20.10.2020**

**„Solarenergie ist billig“:** „Kostenlose Solarenergie“, Die Sonne schickt uns keine Rechnung“ und vergleichbare Wahlsprüche sind ein richtiger und wichtiger Hinweis, haben aber unsere „wirtschaftlichkeitsorientierte“ Herangehensweise in eine betriebswirtschaftlich maximierende Position gleiten lassen. Das, was zu Beginn der „Solarenergienutzung“ verständlich und nachvollziehbar war, wenn eine Kilowattstunde an Strom aus Solarstrahlung schon 1 Euro kostet, dann versuchen wir doch „das Maximum“ an jährlichem Ertrag zu generieren.

**WÄRME:** Gerade im Umfeld der thermischen Solarenergienutzung war diese Sichtweise meiner Meinung nach schon immer „falsch“, denn was nutzt eine „kochende“ Solaranlage im Sommer, wenn ich im Winter keine Erträge zu Verfügung habe. Eine der Reaktionen darauf waren Konzepte mit „gigantischen“ Wärmespeichern – Winterspeck, der später mit entsprechender Zusatztechnik genutzt werden kann.

Die meiner Meinung nach sinnvollere Alternative dazu wäre: Solarwärmesammelanlagen zu konzipieren, welche im Sommerhalbjahr einen respektablen Wärmeertrag abliefern und im Winterhalbjahr so viel, dass – bei entsprechender Gebäudekonzeption – die Wärmeversorgung für Raumwärme und Warmwasser im Wochenmittel gedeckt werden kann. Im Unterschied zu den oben erwähnten saisonalen Wärme-Großspeichern wären dann nur kleinere dezentral aufstellbare Wärmespeicher erforderlich, welche bei entsprechender Sonneneinstrahlung nachgeladen werden können.

**STROM:** Elektrischer Strom aus Photovoltaik ist im Jahr 2020 unbeschreiblich „billig“. Ein 300 Watt Modul mit Modulwechselrichter, welches den gewonnenen Strom direkt in das jeweilige Haus-Strom-Netz einspeist, ist als Rechenbeispiel für rund 300 Euro zu bekommen. Bei einer Nutzung auf maximalen Jahresertrag hin, können damit 300 Kilowattstunden an Strom gewonnen werden. Wenn zeitgleich dieser Strom im Haushalt genutzt wird, dann werden damit also auch 300 Kilowattstunden an Strom, die ich ansonsten aus dem Netz beziehen müsste, vermieden. Nehmen wir für eine Kilowattstunde an Strom aus dem Netz 30 Cent pro Kilowattstunde an, so erspare ich mir 90 Euro an Stromkosten im Jahr. Bei 300 Euro an Anschaffungskosten und in der Regel vernachlässigbaren Wartungskosten sind also in drei Jahren und vier Monaten die Anschaffungskosten amortisiert. Bei einer Lebenserwartung der Anlagen von 20 Jahren und mehr fängt die Phantasie an zu blühen.

Aber auch bei einer Neigung und Ausrichtung des Modules außerhalb des maximalen jährlichen Stromertrages ist die finanzielle Amortisationszeit noch deutlich kürzer als im Jahr 2005, als für kleinere Photovoltaik-Anlagen pro Kilowattstunde an eingespeistem Strom 57 Cent pro Kilowattstunde vergütet wurde – die Gestehungskosten für Photovoltaik-Anlagen waren damals so hoch, dass Refinanzierungen von ungefähr 15 Jahren angesetzt wurden. Gegenrechnung: 300 Watt für 300 Euro bei 200 Kilowattstunden kompensierendem Jahresertrag ersparen somit 60 Euro pro Jahr – also eine finanzielle Amortisationszeit von 5 Jahren.



Fassaden-Photovoltaik-Anlage mit 10 Zentimetern Hinterlüftung zur Hauswand und einer Ausrichtung von 180 Grad. Diese Aufnahme entstand im Dezember  
Foto: Thomas Vorderwülbecke

**Fatale Fehlentwicklungen:** Nach meiner Meinung hätte zu dem Zeitpunkt, an dem durch sommerlich mittäglichen Solarstromertrag auf Netzebene Stromkosten von 0 Cent je Kilowattstunde und weniger rechnerisch vorlagen, das gesamte Konzept der Ausrichtung und Neigung der Fotovoltaikanlagen überdacht und entsprechend nachjustiert werden müssen. Der Zeitpunkt hierfür war im Frühjahr 2011. Stattdessen wurde unter dem Stichwort „Strompreisbremse“ eine dramatische Absenkung der Vergütungshöhe erwirkt sowie ein vielleicht sogar ruinöser Preiswettbewerb durch die „Ausschreibungsmethodik“ inszeniert, welcher jeden Investor und Betreiber dazu verurteilt, 1. zu niedrigsten Kosten zu installieren, 2. zu niedrigsten Wartungskosten den Betrieb aufrechtzuhalten und 3. einen maximalen jährlichen Stromertrag/Geldertrag zu generieren. Seither sind Stromkosten zu 0 Euro an sonnigen oder windreichen Tagen zur Regel geworden mit nachgelagerten Problemen und Kosten für Übertragungsnetze.

### „Bessere Nutzungsphilosophie“?

Für eine weitere Durchdringung der Anwendung von sowohl Solarthermie als auch Photovoltaik hätte meiner Meinung nach seitens der Hersteller, der Verbände, der Politik, für die Solarthermie schon immer, für die Photovoltaik ab dem Jahr 2011 ein Schwenk hin zu „Eigenverbrauch“ erfolgen müssen.

**20.10.2020**

Für die **Solarthermie** bis hin zu Röhrenkollektoren, welche unabhängig von der Gebäudesituation auf 30 Grad (gegenüber der Horizontalen) oder weniger Neigung justiert

werden können, um den Hauptertrag im Winterhalbjahr zu generieren. Wärmespeicher zur Überbrückung diverser sonnenarmer Tage sind selbstverständlich nötig – der Albraum sind vier Monate Nebelwetter. Dann ist man natürlich auf andere Wärmequellen angewiesen.

**Solarstrom:** Photovoltaik-Anlagen sollten so geneigt und ausgerichtet sein, dass ein ungefähr gleichmäßiger Energieeintrag für jeden Tag des Jahres erreicht werden kann – die Arbeitstheorie dabei „**Solarpower 6 2 6**“ (siehe Foto). Drei oder fünf Solarmodule einer Photovoltaikanlage werden bei 90 Grad Neigung – also senkrechte Aufstellung – nach Osten, mit 135 Grad nach Südosten, mit 180 Grad nach Süden, mit 225 Grad nach Südwesten und mit 270 Grad nach Westen ausgerichtet. In der kleinsten Version wird jedes Modul mit einem Modulwechselrichter betrieben – technische Innovationen würden sich rasch Bahn verschaffen. Gehen wir davon aus, dass ein Photovoltaikmodul auch bei einer Abweichung von 30 Grad noch respektable Stromerträge abliefern kann, so ergeben sich prinzipielle Stromerträge von 4 Uhr morgens bis 20 Uhr abends.

Die Erde mit 360 Grad dreht sich in 24 Stunden einmal um ihre Nord-Süd-Achse, also 15 Grad pro Stunde. Für die Versorgung mit Strom zu sonnenarmen oder sonnenfreien Stunden sind – wie bei den Wärmespeichern – entsprechende Stromspeicher nötig. Jetzt geht es also nur noch darum, den kontinuierlichen Wärmebedarf zu ermitteln und Wärmegewinnanlagen so zu dimensionieren, dass der kontinuierliche Bedarf zuzüglich einer Speicheraufheizung gewährleistet werden. Gleiches gilt für den Strombedarf. Im Unterschied zum Wärmebedarf werden für den Strombedarf in naher Zukunft wahrscheinlich weitere Anwendungen hinzukommen, welche den erforderlichen Gesamtertrag erhöhen werden. Sowohl Wärmegewinnung mittels Wärmepumpen als auch Strom für Mobilität erfordern weitere Leistungsbereitstellungen von beispielsweise 2000 Watt pro Person oder mehr, je nachdem wie umfangreich sich weitere Stromnutzungsszenarien ergeben.

**Speicherproblematik und Kosten:** Im Jahr 2020 sind die Kosten für Stromspeicher schon stark gesunken und wohl noch weiter im Fall, dennoch sind die Kosten im Vergleich zu Wärmespeichern noch um ein Vielfaches höher. Dabei ist insgesamt die Speicherung von Wärme keineswegs „billig“, neben dem reinen Wärmespeicher sind Pumpen, Ventile, Verrohrung, Anbindung an das Hauswärmesystem mit entsprechender Regelung, Druckausgleichssysteme und jährliche Wartungskosten nicht zu vernachlässigen – die jährliche Wartung kann ohne weiteres die finanzielle Ersparnis ausgleichen. Bei Kosten von angenommen 0,06 Euro je Kilowattstunde an Wärme aus Erdgas ergeben sich bei 20.000 Kilowattstunden Wärmebedarf für ein Einfamilienhaus 1.200 Euro an Wärme-Brennstoff-Kosten. Dies entspricht 4.000 Kilowattstunden an Strombedarf bei 30 Cent pro Kilowattstunde.

Wenn nun Investitionen getätigt werden, welche Energiebedarf (Energiebezug) und Kosten berücksichtigen, dann wird sich das Interesse wohl in Richtung „Strom“ ausrichten, da sich mittels Photovoltaik mit vergleichsweise geringem Installations- und Wartungsaufwand ein relativ hohes finanzielles Einsparpotenzial ergibt. Je Euro an Investitionssumme müsste eine Solarwärmanlage das Fünffache an nutzbarer Energie bereitstellen, um schwer vergleichbare Kostengleichheit herzustellen. Seit etlichen Jahren gibt es sogar Kopplungssysteme zwischen Photovoltaik-Anlage und elektrischem Heizstab im Wärmespeicher, welche Wärme ähnlich billig oder billiger als solarthermische Systeme oder Wärmeerzeuger auf Verbrennungsbasis von regenerativen oder fossilen Brennstoffen generieren können.

**20.10.2020**

### **Eine aktualisierte Stromnutzungslogik**

**Eigenstromanlagen:** Meine derzeitige Meinung ist, dass Strom aus Photovoltaik-Anlagen nach dem Konzept „Solar Power 6 2 6“ oder abgewandelten Versionen davon gewonnen werden sollte. **Erstens** würde damit der kontinuierliche Strombedarf im Gebäude gedeckt werden. **Zweitens** würde ein eventuell vorhandener Stromspeicher geladen werden, als **drittes** würde ein eventuell vorhandenes Fahrzeug auf „Strombasis“ geladen werden, als **viertes** würde eine direkte Wärmeanwendung mittels „Heizstab“ im / am Wärmespeicher oder etwa trocknende und temperierende Lüftungsanlage bedient werden. **Letztendlich** könnte man überschüssigen Strom „verschenken“ – sofern dies ein Netzbetreiber zulässt. Weitere Stromnutzungen können gemäß der jeweiligen Prioritätenliste eingegliedert werden. Seitens der Hersteller, Installateure, Solarverbände sollte eine nachdrückliche Bewerbung dieser Nutzung erfolgen, um auf jeder Ebene durch Eigenstromnutzung den Strombedarf aus fossilen Quellen zu reduzieren. Wichtig ist hierfür entweder eine entsprechende Inselsystem- oder Netzkopplungstechnik oder eine zusatzkostenarme Netzkopplung (Zwei-Richtungs–Stromzähler zu vergleichbaren Kosten wie bisher), welche etwa die Netzfrequenz in die Eigenstromsysteme überträgt.

Aus kleinen Photovoltaik-Anlagen (beispielsweise zwei Kilowattpeak pro Person im Haus, im Haushalt, in der (Miet)Wohnung ...) überschüssig eingespeicherter Strom braucht gegebenenfalls gar nicht vergütet zu werden. Dies beschleunigt die Entwicklung und Verwendung von Eigenstromnutzungssystemen, die jeder Endverbraucher auch bedienen kann.

**Volleinspeiseanlagen:** Für große Photovoltaik-Anlagen, welche konzeptionell für eine Volleinspeisung ausgelegt, konzipiert und betrieben werden, sollten Anreize geschaffen oder betont werden, welche die bisherige Ausrichtung und Neigung auf „Süd“ und „30 Grad“ für maximalen Jahresertrag weniger attraktiv macht. Senkrecht stehende Photovoltaik-Anlagen mit bifazialen Modulen, welche nach Osten und Westen orientiert sind, liefern Strommengen zwischen 6:00 und 10:00 sowie 16:00 und 20:00 Uhr. Bei Reihenabständen von acht bis zehn Metern könnte dazwischen auch Landwirtschaft betrieben werden.

Die zweite meiner Meinung nach zu favorisierende Aufstellungsweise wären ebenfalls senkrecht stehende Modulreihen, welche direkt nach Süden ausgerichtet sind. Aus eigener Erfahrung liefern derartig ausgerichtete Photovoltaik-Anlagen an vergleichbar sonnigen Tagen gleich viel Stromertrag im Winter wie im Sommer. Damit würden umfangreiche Stromspeicherkapazitäten unnötig und die Gesamtkosten der Strombereitstellung niedrig gehalten werden.

All dies kann natürlich jederzeit durch weitere technologische Fortschritte und Entwicklungen überholt werden und eine jeweilige Neukonzeption erfordern, etwa „billigste“ Verfahren im Bereich Power-to-Gas, Power to X oder gänzlich andere Stromspeicherverfahren, welche saisonale Stromspeicherung ermöglichen würden.

### **Gesetzliche Wünsche**

Da im **Privatbereich** und in zahlreichen gewerblichen Situationen die Bezugskosten für Elektrizität aus dem Netz höher sind als die Kosten für selbst produzierten Strom, sollte / braucht hier ein „Vergütungsgesetz“ gar nicht mehr zu existieren. Allein ein Zugang zum Stromnetz bei marginalen jährlichen Kosten sollte zugestanden werden (Grundrecht auf Eigenstrom). Für den

**20.10.2020**

„**Volleinspeisebereich**“ sollten die Ausschreibungsverfahren so schnell als möglich abgeschafft werden, da in der Folge nur Anlagen realisiert werden, welche einen maximalen

Jahresstromertrag mit sich bringen. Das bedeutet maximale Stromeinspeisung im Sommer um die Mittagszeit und vernachlässigbare Strommengen im „Winter“. Vielleicht reicht die Einführung einer Vergütungsuntergrenze in Abhängigkeit von der Volatilität des Strompreises an der Strombörse. Also beispielsweise keine Vergütung für den eingespeisten Strom, wenn der Preis unter einen bestimmten Wert fällt.

— *Der Autor Thomas Vorderwülbecke stammt aus Coburg und ist Nutzer von Photovoltaik und Solarthermie seit 2004.* —

*Die Blogbeiträge und Kommentare auf [www.pv-magazine.de](http://www.pv-magazine.de) geben nicht zwangsläufig die Meinung und Haltung der Redaktion und der pv magazine group wieder. Unsere Webseite ist eine offene Plattform für den Austausch der Industrie und Politik. Wenn Sie auch in eigenen Beiträgen Kommentare einreichen wollen, schreiben Sie bitte an [redaktion@pv-magazine.com](mailto:redaktion@pv-magazine.com).*

