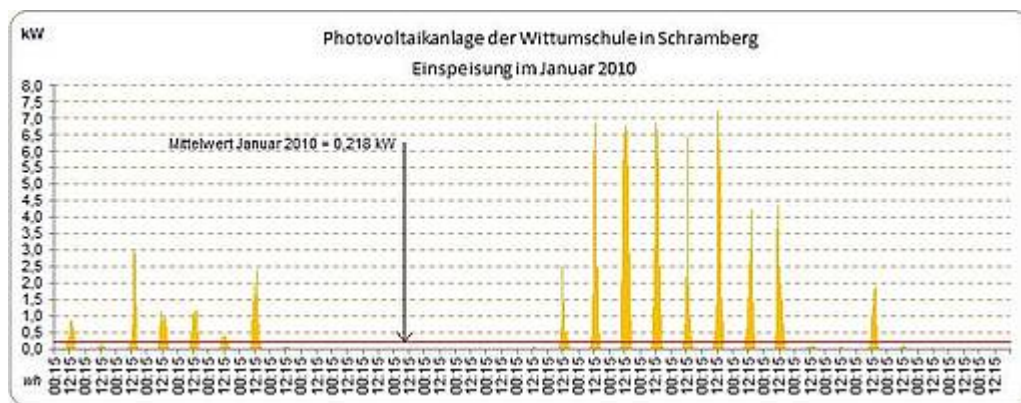
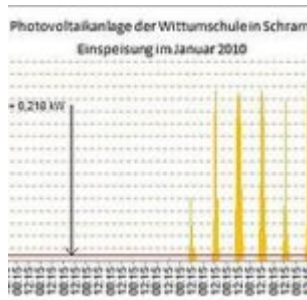


Voll-Versorgung mit Photovoltaik? Ein Szenario!



Hier ein Beispiel vom Januar 2010 für die Erzeugung einer Photovoltaikanlage mit einer

1. Nennleistung 10,8kWp.
2. Die Spitzenleistung 7,3kW
3. Mittelwert im Monat 0,218kW
4. kleinste Leistung war 0kW
5. Erforderliche Fläche 100 m²

Die jetzt folgenden Berechnungen beziehen sich auf den Januar 2010.

Um eine Nennleistung von 1kWp zu installieren braucht man eine PV-Fläche von 10m². Deutschland braucht aber im Jahre 2050 80.000.000kW. Es ist also diese Leistung mit 10 zu multiplizieren um die erforderliche Fläche zu errechnen. Das ergibt dann eine Fläche von 800.000.000m². Das sind dann 800 km², damit könnten wir eine Stadt wie Köln zudecken, hätten aber eine installierte Leistung von 80GW. Aus dem Betriebshandbuch der PV-Anlage erfahren wir das mit einem Nutzungsgrad von 10% im Jahresmittel gerechnet werden kann. Wir erreichen im Januar nur 2% also 1,6 GW. Die Nächte sind lang und bei Tag ist schlechtes Wetter. Wie bei den WKA müsste der Strom der oberhalb der roten Mittelwertlinie dargestellt ist gespeichert werden und dann die weißen Flächen unterhalb der roten Linie füllen. Und tatsächlich bieten die Hersteller Batterieanlagen an mit denen sich das machen lässt. Aber was für

eine Batterie könnte denn benutzt werden. Beispiel : Autobatterie

Die zu speichernde Arbeit ist ca. 47,1kWh. Entspricht der weissen Fläche auf die der Pfeil zeigt.

$$0,218\text{kW} * 24\text{h} * 9\text{Tage}=47.1\text{kWh}$$

Eine gängige Autobatterie von 12V 35 Ah hat eine Kapazität von 0,42 kWh. Um 47,1kWh abzudecken muss man 112 Autobatterien aufstellen und das dazugehörige Lademanagementsystem. Das wird teuer. Aber der Sonnenbauer braucht sich darum nicht kümmern. Das muß per Gesetz der Netzbetreiber regeln und müsste das mit Pumpspeicherwerken realisieren. Auch über diese Kosten mache ich mir keine Gedanken. Die werden über das EEG an den Stromverbraucher weitergegeben. Null Problemo !!!!

Wir haben aber dann in diesem Monat eine kontinuierliche Leistungsabgabe 0,218kW bei einer installierten Leistung von 10,8kWp. Der Nutzungsgrad liegt wegen der Jahreszeit bei ca. 2%.

$$\text{Nutzungsgrad}=0,218\text{kW} / 10,8\text{kW} * 100$$

Das Netz fordert aber als Spitzenlast 80.000.000 kW. Um diese Leistung zu erzeugen brauchen wir im Januar 2050 mehr Anlagen der Grösse der Wittumschule.

$$80.000.000\text{kW} / 0,218\text{kW} = 366.972.477\text{Anlagen}$$

Ich wiederhole : 366.972.477 Anlagen.

Die benötigte PV-Fläche ist dann 36.697.247.700 m². Das sind mit 36.697km² etwa 10% der Fläche Deutschlands. Utopisch, aber die mittlere Leistung der Photovoltaikanlagen ist jetzt 80 GW. Man kann also Deutschland nicht mit Photovoltaik allein versorgen, es müssen wieder die guten alten fossil- oder nuklear befeuerten Dampfkraftwerke ran. Oder man nimmt 140 gasgefeuerte GuD-Kraftwerke. Einen Haken hat die Sache. Dieser Zustand gilt für einen Nutzungsgrad von 2%. In Deutschland kann man im Jahresmittel aber 10% erreichen. Dadurch reduziert sich die erforderliche Anlagenzahl im Sommer auf 73.394.495 und die erforderliche Fläche auf 7339 km². 140 GuD-Kraftwerke braucht man weiterhin. Ein Teil davon steht nur im Wartestand und kostet Geld. Das es so nicht geht ist offensichtlich. Beschränken wir uns also auf folgende Eckpunkte:

1. Installierte PV-Leistung 80GWp mit Batteriepufferspeicher

1a. Nutzungsgrad 10%

1b. Benötigte Fläche 800km²

2. Maximale PV-Leistung Sommer 8GW

3. Minimale PV-Leistung Winter 0GW

4. Maximale Netzlast 80GW
5. Installierte GuD-Leistung 80GW
6. Installierte GuD-Kraftwerke 140

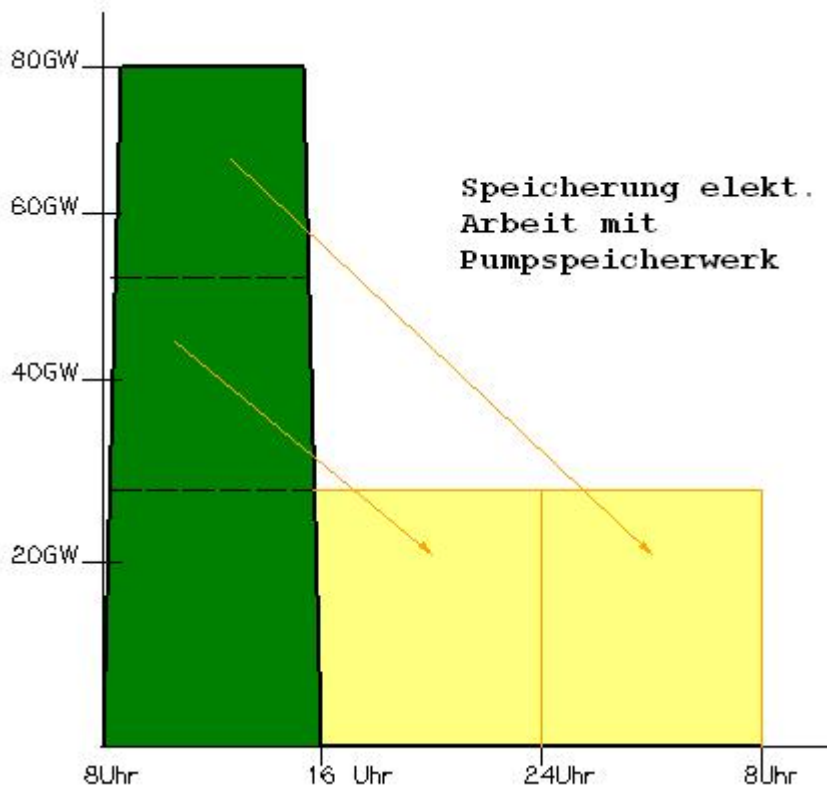
Halt ! Batteriespeicher hat doch niemand gebaut !

1. Installierte PV-Leistung 80GW
 - 1a. Nutzungsgrad 10%
 - 1b. Benötigte Fläche 800km²
2. Maximale PV-Leistung Sommer 80GW
3. Minimale PV-Leistung Winter 0GW
4. Maximale Netzlast 80GW
5. Installierte GuD-Leistung 80GW
6. Installierte GuD-Kraftwerke 140

Wer Lust hat kann ja mal die benötigte Stahlmenge für PV ausrechnen. Vorsicht! Da bleibt einem die Spucke weg.

Der gute Ökofritze will ja nun den Ausgleich der PV-Erzeugungsschwankungen mit GuD-Kraftwerken ausführen. Nehmen wir einen schönen Wintertag mit 80GW Spitzenlast, nur klarer Himmel, mit 80GW PV-Leistung. Abends geht die Sonne unter, dh. innerhalb einer kurzen Zeit müßten dann 140 GuD-Kraftwerke anfahren und auf volle Leistung gehen. Das ist doch kaum vorstellbar. Dann müßten ja alle zugehörigen Dampfkesselanlagen für Warmstart unter Druck bereitstehen und alles muss klappen. Wer soll das bezahlen?

Wenn man jetzt die Ungleichförmigkeit der Stromerzeugung mit Pumpspeicherwerken glätten will ohne GuD-Kraftwerke, was ist dann an Anlagen aufzuwenden ? Ich nehme wieder den schon genutzten schönen Wintertag mit 8 Stunden Helligkeit und 16 Stunden Dunkelheit. Bei einem Nutzungsgrad von **100%** für 8 Stunden müssen wir die PV-Leistung von 80 GWp aufteilen um mit Beginn des Sonnenscheins die aktuelle Netzlastspitzenlast von 80GW zu 1/3 für 8 Stunden abdecken zu können, gleichzeitig müssen während dieser Zeit die Pumpspeicherwerke für die folgenden 16 Stunden Dunkelheit mit 2/3 der PV-Leistung aufgeladen werden. Die GuD-Kraftwerke müssen während dieser Zeit die Differenz zwischen PV-Leistung und Netzlast abdecken.



Wir brauchen Pumpspeicherwerke für eine Pumpleistung von 53.3 GW und eine Generatorleistung von 26,6GW. Das ist 53 mal Goldisthal fürs Pumpen und 26 mal Goldisthal für den Generatorbetrieb. Das Pumpspeicherwerk Goldisthal ist das grösste in Deutschland. Es hat eine Leistung von 1,05GW und kann ca. 8 Stunden laufen. Und falls das mal nicht klappen sollte brauchen wir dringend die 140 GuD-Kraftwerke. Aber ganz fix. Über die Kosten mache ich mir keine Gedanken. Die werden über das EEG an den Stromverbraucher weitergegeben. Null Problemo !!!!

Wenn man weiss, das PV-Anlagen weder die Netzspannung noch die Netzfrequenz regeln können fragt man sich :

Wie kann man denn jetzt ein solcherart gespeistes Netz anfahren ?

So startet man ein PV-Teilnetz.

Um ein solches Netz anzufahren braucht man ein schwarzstartfähiges Kraftwerk. Schwarzstartfähig heisst: Dieses Kraftwerk kann ohne Einspeisung von fremden Strom anfahren, z.B. Pumpspeicherwerke im Bergland oder Luftspeicherwerke im Flachland oder ein im Eigenbedarf laufendes Dampfkraftwerk. Diese Kraftwerke haben die Fähigkeit, durch ihre grosse Kurzschlußleistung, ein kleines Teilnetz auf Nennspannung und Nennfrequenz zu ziehen. Eine solche Maschine schaltet man auf das Netz. Wenn das Teilnetz wieder stabil ist können sich die Photovoltaikanlagen ankoppeln und Leistung übernehmen. Dazu brauchen sie die Netzspannung und eine niedrige Netzimpedanz die Ihnen anzeigt das ein großes Netz stabil vorhanden ist in das sie einspeisen können. Es gibt für so kleine Anlagen wie die Wittumschule keine zentrale Leittechnik über die man eingreifen könnte. Diese Anlagen können die Frequenz und die Netzspannung nicht regeln. Sie sind darauf ausgelegt im Sonnenbetrieb die höchstmögliche

Leistung abzugeben. Das tun sie in dem sie einen sinusförmigen Strom ins Netz geben, der phasengenau mit der Netzspannung geführt wird. Die Regelung übernimmt ein Wechselrichter, in diesem Fall Inverter genannt. Dessen Hauptaufgabe ist es das Produkt aus Photozellenstrom und Photozellenspannung auf dem für die Sonnenverhältnisse geltenden Höchstwert zu halten und damit auf dem höchsten Ertrag für den Sonnenbauern. Treten Störungen in der Netzimpedanz auf oder steigt die Frequenz auf über 50,2Hz werden die PV-Anlagen sofort abgeschaltet. Im Netz auftretenden Blindstrom, das ist ein Strom variabler Größe dessen Phasenlage um 90Grad gegen die Netzspannung versetzt ist, muss das Kraftwerk übernehmen. Moderne PV-Inverter können auch Blindstrom liefern, reagieren aber nicht auf veränderliche Anforderungen des Netzes, also konstanter $\cos \phi$. Blindstrom entsteht beim Betrieb induktiver oder kapazitiver Betriebsmittel wie Motoren oder Stromsparlampen. Blindstrom belastet die Kabel und verkleinert die Transportkapazität für Wirkstrom.

Falls man mit einer Speicheranlage gestartet ist, ist zu bedenken, dass die Speicheranlage nicht in der Lage ist lange zu laufen. Man muss also zusehen so schnell wie möglich ein Dampfkraftwerk anzufahren, dass dann die Netzführung übernimmt. Dann schaltet man die Speichermaschine ab. Wenn in dieser Situation bei Sonnenschein zuviele PV-Anlagen ans Netz gehen steigt die eingespeiste Energie und damit die Frequenz unaufhörlich an. Das drehzahlgeregelte Kraftwerk nimmt daraufhin seine Leistung zurück, um die Netzfrequenz zu halten, bis die Leistung null ist. Dann kehrt sich der Energiefluß um in Richtung Netz zum Generator. Diesen Zustand nennt der Kraftwerker Rückwatt. Nach kurzer Sperrzeit öffnet der Generatorschalter und das Kraftwerk läuft auf Eigenbedarf ohne Netz weiter, versorgt sich selbst mit Strom. Da jetzt die Führungsmaschine nicht mehr die Netzspannung führt kommt es im Netz zu chaotischen Spannungssprüngen. Das bedeutet, dass der Vectorsprungschutz der PV-Inverter anspricht und sie sofort abschaltet. Das Netz ist wieder schwarz. Dann kann nur noch das im Eigenbedarf laufende Dampfkraftwerk die Rettung bringen. Im Text springen wir jetzt zurück nach : So startet man ein PV-Teilnetz.

Wie man aus der bisherigen Schilderung ersehen kann ist ein Betrieb von Photovoltaikanlagen in der benötigten Anzahl eine reine Utopie. Photovoltaik kann nur auf einen kleinen Teil des Strombedarfs ausgebaut werden und braucht ebenso wie die Windkraft Speicherwerke, Ersatzkraftwerke für die Grundlast, die Mittellast und die Spitzenlast auf der Basis von fossilen oder nuklearen Brennstoffen. Zusätzlich muss immer mindestens eine rotierende Maschine die Netzspannung und Netzfrequenz führen. Diese Leistung wird Regelleistung genannt. Deutschland ist in vier Regelzonen aufgeteilt, in denen jeweils ein Übertragungsnetzbetreiber die Verantwortung für das Gleichgewicht von Ein- und Ausspeisungen im Stromnetz hat. In Deutschland werden insgesamt 7000 Megawatt positiver Regelleistung (zusätzliche Leistung für den Engpassfall), und 5500 Megawatt negativer Regelleistung (Senkung der Produktion bzw. künstliche Erhöhung des Verbrauchs) vorgehalten. Die Kosten dafür betragen etwa 40 Prozent des gesamten Übertragungsnetzentgeltes. Mit dem weiteren Ausbau der PV werden auch hier die Kosten stark ansteigen, denn die erforderliche Regelleistung wird stark ansteigen. PV kann man eigentlich nur als lästiges Anhängsel mit wenig Effizienz betrachten, ist aber gut für den Besitzer. Dem ist für 20 Jahre eine Rendite seines eingesetzten Kapitals

durch das EEG verbrieft. Derzeit trägt die Photovoltaik mit 1,9% zur deutschen Stromversorgung bei. Die Kosten dafür werden über das EEG auf die Stromkunden abgewälzt. Zurzeit 3,5 Cent/kWh. Im Jahr ca.14 Mrd.€ . Null Problemo !!!!

Bild entnommen aus:

<http://www.bürger-für-technik.de>

Da ich jetzt soweit gekommen bin mit meinen Überlegungen kommt mir wieder der Gedanke : Photovoltaikanlagen haben ja nur eine Lebensdauer von 20 Jahren. Wir brauchen dann ein Management für Neubau und Abriss von Photovoltaikanlagen, den wir müssen ja im 20 jährigen Turnus die PV-Anlagen austauschen. Da kommen Ewigkeitskosten, wie im Ruhrgebiet fürs Pumpen, auf uns zu, nur in gigantischem Ausmass. Das Gleiche wie bei der Windkraft. Aber diese Sache schafft wenigsten Arbeitsplätze. Leider die meisten in China. Da kommen die meisten Sonnenpaneele her. Null Problemo!

Michael Tremel für EIKE

Prozessleitetechniker und Windkraftkenner mit 40 jähriger Erfahrung in Kraftwerkstechnik

jetzt im Ruhestand

Der Beitrag kann als pdf Datei abgerufen werden

Related Files

- [versorgungmitphotovoltaik-pdf](#)