

Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland

Im Jahr 2023 wurden insgesamt 53,5 Milliarden Kilowattstunden Strom [53,5 TWh] aus Photovoltaik ins deutsche Stromnetz eingespeist. Damit hat die Solarenergie aktuell einen Anteil von **12,4 %** an der Stromerzeugung in Deutschland. So viel wie nie zuvor. 01.02.2024

Tagesschau

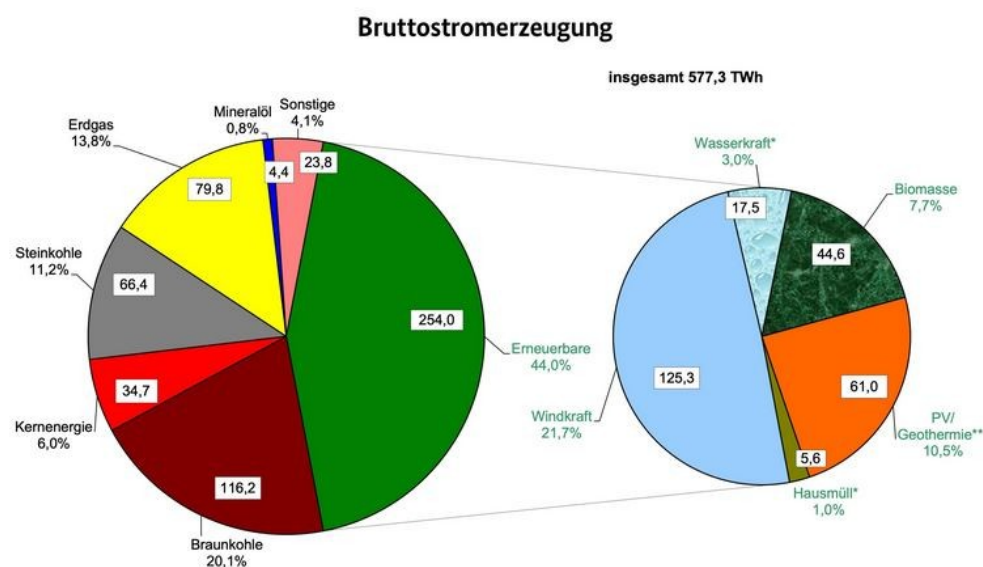
„ Die gesamte Leistung der Solaranlagen stieg den Angaben zufolge um mehr als ein Fünftel im Vergleich zum März 2022 auf rund 70.600 Megawatt an. Das Statistkamt erfasst alle Anlagen, die in die Netze der öffentlichen Versorgung einspeisen und über einen Stromzähler verfügen. Sogenannte Balkonkraftwerke fallen aus dieser Statistik daher in der Regel heraus.

Im vergangenen Jahr sind in Deutschland nach Branchenangaben so viele neue Solaranlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung errichtet worden wie nie zuvor. Mehr als eine Million neue Anlagen seien installiert worden, berichtete der Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) heute in Berlin.

Einen großen Anteil daran haben die sogenannten Balkonkraftwerke. So seien 2023 in Deutschland rund 270.000 Steckersolargeräte neu in Betrieb genommen worden. Das seien vier Mal so viele wie 2022.

Inzwischen seien in Deutschland etwa 3,7 Millionen Solarstromsysteme in Betrieb. 2023 hätten sie rund 62 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt und somit etwa 12 Prozent des gesamten deutschen Stromverbrauchs abgedeckt.

„



Aus der Darstellung kann man sehen, dass die Erzeugung von Energie durch Photovoltaik-Anlagen unter den erneuerbaren Energien etwa 24% einnimmt, insgesamt an allen Erzeugungsarten 12% (s.o.).

Für eine Privatperson besteht gerade in diesem Bereich die Möglichkeit einer sinnvollen Mitbeteiligung, denn eine Photovoltaik-Anlage kann nahezu jeder aufbauen, auf dem Hausdach,

aber auch als Balkon-Kraftwerk. Windkraftanlagen ist mehr eine Aufgabe für den Staat, aber ich habe auch schon Leute kennengelernt, die eigene Windkraftanlagen besitzen, also möglich ist es.

Ich habe eine kleine PV-Anlage auf dem Dach aufgebaut (lassen). In meinem Alter von etwa 80 Jahren tritt sofort bei allen anderen die Frage auf: „**Lohnt sich das noch?!**“

Meine Antwort ist:

- *durch die Arbeit der Anlage in meiner restlichen Lebenszeit wird sie **nicht** den Anschaffungswert erarbeiten*
- *Die Anlage soll nur den Eigenbedarf decken, sie ist deshalb nicht so groß!
Große Anlagen kosten auch mehr, das kann man dann garantiert nicht erwirtschaften!
Mit der Anlage schaffe ich z.Z. einen autarken Betrieb zwischen 98% und 100% - also es funktioniert!*
- *Ich möchte etwas unabhängiger von Änderungen des Strompreises sein*
- *Ich möchte auch einen Beitrag für die Umwelt leisten.
in einem Jahr Betrieb hat die Anlage etwa **6t CO2** eingespart und 17 Bäume gepflanzt (berechnet)*

Wie viel Energie ich eingespart habe, kann man zusammenrechnen (ungefähr 75%), die Abrechnung liegt noch nicht vor.

Weitere Überlegungen

Was ist, wenn in der Nacht kein Wind weht?

Dann bleibt nur die Erzeugung der Energie durch **Biomasse und Wasserkraft** möglich, oder eben herkömmliche Kraftwerke auf Basis fossiler Rohstoffe.

Eine weitere Möglichkeit ist, sofern in „guten“ Zeiten mehr Energie erzeugt als gebraucht wird, diese zu speichern und dann nutzen.

Das jedoch bereitet ebenfalls große Schwierigkeiten!

Vor etwa 100 Jahren wurde durch **Herrn Tesla** die Energieversorgung für Privat und Industrie mit **Wechselstrom** etabliert. Das ist einfacher als mit Gleichstrom (zumindest bis zur heutigen Zeit), da mittels einfacher Technik die Spannung optimal auf die entsprechende Anwendung transformiert werden kann (Transformator; auch von Tesla entwickelt). Wechselspannung kann aber so nicht in Akku's gespeichert werden – das geht nur mit Gleichspannung. Die Wandlung von Wechsel- in Gleichspannung ist relativ einfach, aber zurück in Wechselspannung erfordert einen erheblichen Aufwand. Vielleicht wird man später einmal alles wieder auf Basis von Gleichspannung betreiben (Übertragungsnetze werden bereits als Gleichspannungssysteme aufgebaut, z.B. SüdLink: Gleichspannung 525 Kilovolt (KV); Übertragung der Energie von Offshore-Anlagen; Hochspannungsleitungen bisher Wechselspannung max. 380 KV) und dem Nutzer die Wandlung zu Wechselspannung überlassen (die Technik dazu ist vorhanden, jeder Wechselrichter kann das).

Damit sind wir wieder bei Speichern gelandet.

Speicher wandeln elektrische Energie (in diesem Fall) in andere, leicht rückwandelbare, Energieformen um. Da gibt es die verschiedensten Lösungen, z.B. Wasserpump-Speicher-Werk, Beton Speicherkraftwerk (da werden Betonklötze bei zu viel Energie hochgezogen und bei Flaute wieder abgelassen unter Antrieb eines Generators) Nutzung der Potentiellen Energie.

(alle Aufzüge könnten beim Runterfahren auch Strom erzeugen, Vielleicht auch Rolltreppen, alle Kräne beim Herunterfahren der Last)

So kann man sich viele weitere Möglichkeiten vorstellen, z.B. meine alte Wanduhr läuft nach dem Aufziehen der Feder etwa 14 Tage, das finde ich erstaunlich. Oder es gibt Armbanduhren, die sich durch die Bewegung der Person selbst aufziehen, das könnte man vielleicht auch am Auto nutzen. Speicherung mittels Kreisel gab es auch schon (in Bussen), das Problem ist jedoch die große Masse des Kreisels, der dann immer seine Lage beibehalten will! Aber für stationäre Anlagen ist das auch eine Lösung. Kondensatoren können schnell auch große Mengen Energie speichern.

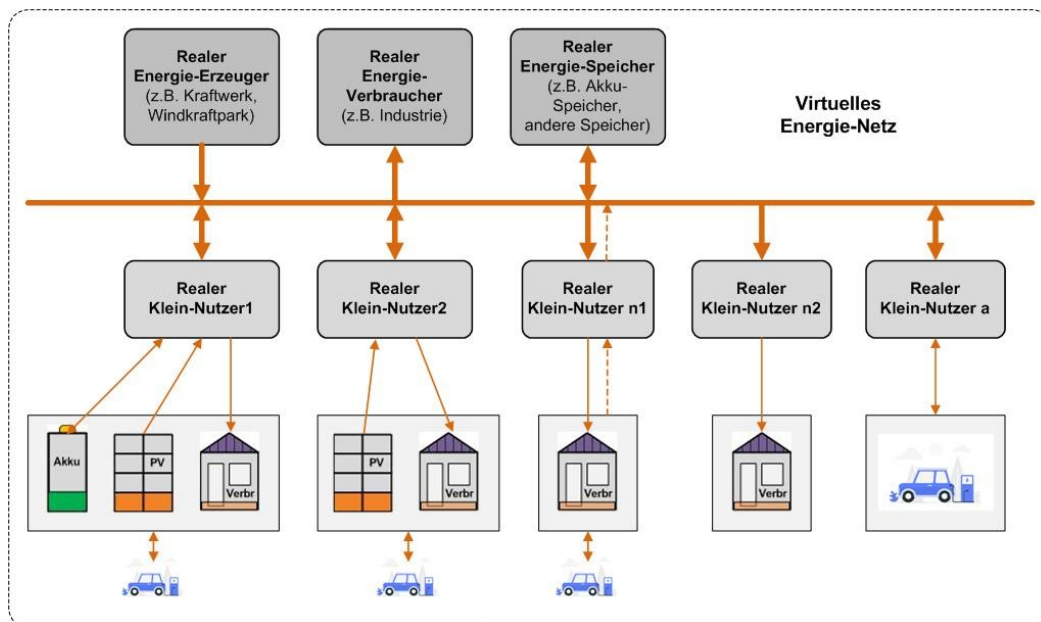
Meine PV-Anlage verfügt über einen kleinen Speicher, der ausreicht das Haus im Normalfall die Nacht über zu versorgt. So wird sicher mindest die Hälfte aller PV-Anlagen über solche Speicher verfügen.

Deutschland hatte 2023 2,2 Mio PV-Anlagen mit einer Leistung von 58 500 MegaWatt. Das könnte bedeuten, dass etwa 30 GigaWatt Speicherkapazität vorhanden ist.

Was passiert, wenn mein Speicher voll ist, aber weiter zu viel Energie erzeugt wird, ich die aber nicht nutzen kann, dann wird alles ins Netz abgegeben quasi als verlängerter Arm meines Stromanbieters arbeite ich für ihn (ich bekomme das ja auch vergütet). Bei anderen Anlagen ist hingegen der Akku nicht voll, da kann noch etwas gespeichert werden.

Fasst man alle diese Möglichkeiten zusammen, bekommt man insgesamt einen großen Speicher, man könnte das als virtuellen Speicher bezeichnen. Was fehlt ist eine exzellente Steuerung des gesamten virtuellen Energienetzes (Verbraucher, Erzeuger, Speicher), denn üblicher Weise ist nicht vorgesehen den Akku aus dem Netz zu laden, er bekommt Energie und kann sie wieder bei Bedarf ins Netz abgeben, die Abrechnung ist nun ein Problem.

So könnte so ein virtuelles Netz aussehen:



Neben Erzeuger-Kraftwerken gibt es die Verbraucher-Industrie und zentrale Speicher. Bei den privaten Nutzern gibt es solche mit PV und Speichern bis einfache (ausschließlich) Nutzer. Da man alle mit einem Zähler verbundenen Speicher in der **Marktstammdatendatei** anmelden muss, weiß man etwa die Zahl der Speicher:

175.000 Akkus mit etwa 1,4GW (insgesamt).

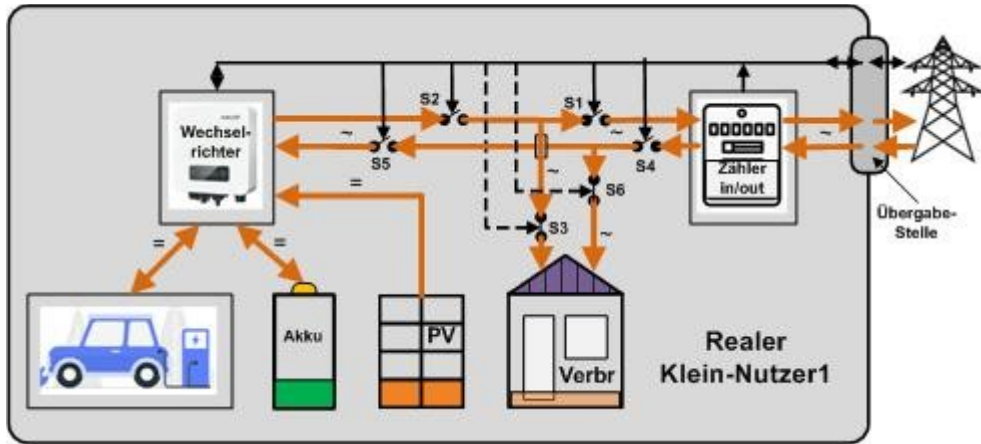
Im Bild ist schon mit angedeutet, dass man auch die E-Autos mit zur Speicherung heranziehen möchte, das lohnt schon:

es gibt etwa 1Mio Autos zu je etwa 50KW – da kommen **50GW** (zusammenrechnet) heraus.

Das sind beachtliche Leistungen.

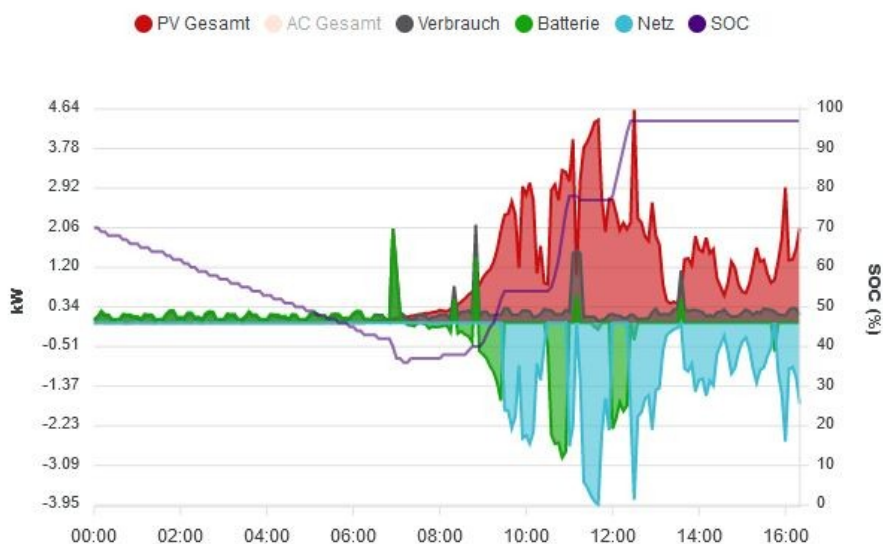
Bei all den tollen Werten muss man aber auch daran denken, dass diese 50GW auch erzeugt werden müssen und die Autos nur, wenn überhaupt, nur einen Anteil der Leistung bereitstellen können, sie sollen ja damit fahren!

Nutzung virtuelles Netz



Bei so einer Anordnung gibt es einen Wechselrichter und einen Zwei-Richtungs-Zähler. Der Wechselrichter wandelt Gleich und Wechselstrom ineinander um, steuert die Anlage, indem er entscheidet, ob Strom gespeichert oder verkauft wird, ist für die Erzeugung mit der richtigen Frequenz zuständig und verteilt den erzeugten Strom auf die drei Phasen. Er steuert auch in Abhängigkeit vom Wetter und nutzt eigene Statistik. Weiterhin ist ein WWW-Server in ihm vorhanden, der auch eine Steuerung von bestimmten Einrichtungen zulässt und eben auch die Anzeige verschiedenster Leistungen und Zustände.

Mit einem entsprechenden Programm könnte er vollständig ins virtuelle Netz einbezogen werden. Das Programm muss entscheiden, ob der Erzeugte Strom verkauft oder besser gespeichert wird, denn es soll auch für die Nacht reichen und dann ist auch noch das Optimum bezüglich Preise mit zu berücksichtigen: kaufen = 44Cent/KWh; verkaufen = 8,2Cent/KWh. Zur Zeit sieht das so bei mir aus:



Es ist ein Tag mit Wolken und Sonnenschein, was dabei erzeugt wird zeigt die rote Fläche. Trotz Verbrauch beim Kochen wird der Akku im Laufe des Tages auf 97% geladen (grüne Flächen: nach oben – Nutzung, entladen; nach unten – aufladen). Aus dem Netz wurde nichts geladen (blaue

Fläche: nach oben – kaufen; nach unten – verkaufen). Der Akku ist über Nacht auf etwa 35% entladen worden.

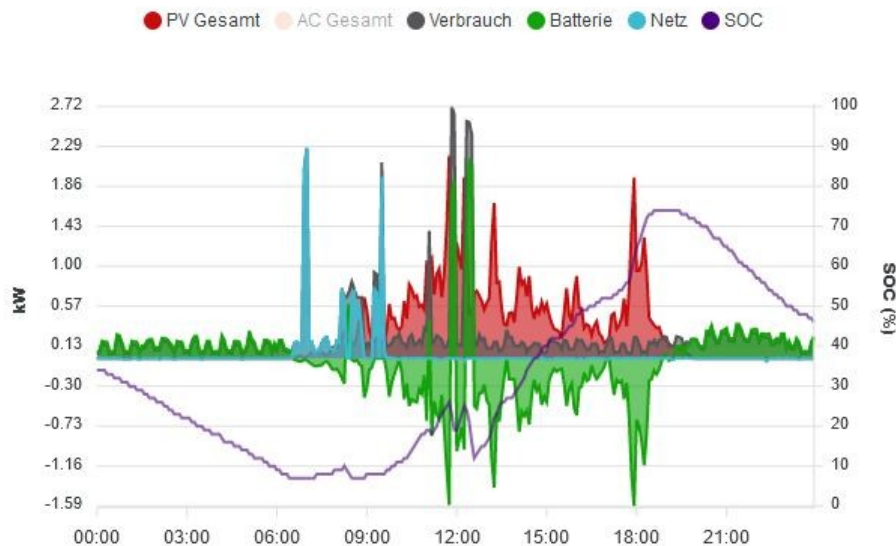
So mit dieser Arbeitsweise erreicht die Anlage 99% Autarkie (auf den Monat bezogen).

Was wäre in diesem Fall möglich?

Über die Statistik und Wetteranalyse könnte die Anlage feststellen, dass ab 12.00 Uhr alle erzeugte Energie ins Netz gestellt wird. Der Akku kann ausreichend noch ab 16.00 Uhr geladen werden.

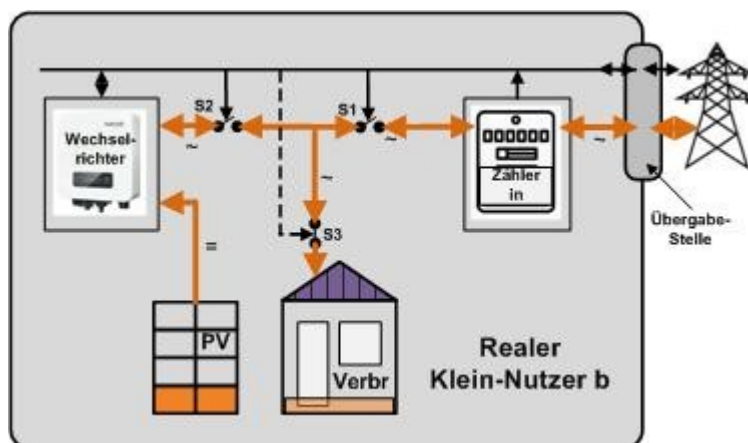
Außerdem kann man feststellen, dass das eine Ladung des Akkus am Erzeugungsende der PV um etwa 20% weniger geladen sein müsste (anstelle von 40% am Morgen reichen auch 20% - der Wasserkocher braucht noch 10% davon).

Anders sieht es an trüben Tagen aus:



Der Akku wird auf etwa 75% aufgeladen. Da besteht also die Möglichkeit aus dem Netz Energie zu speichern – es ist aber **nicht** von meiner Anlage erzeugte Energie, die kann ich nicht verkaufen! Der Zähler kann das registrieren, Probleme gibt es, wenn mein Haus jetzt mehr Energie als die PV erzeugt gebraucht? Wahrscheinlich geht das nur mit einer neuen Preisgestaltung (insgesamt im Netz).

Balkon-Kraftwerke:



Es ist einfach positiv, wenn Jeder für sich und auch für die Umwelt durch Erzeugung von Energie zur Umweltbilanz beiträgt.

Wenn sie ins Netz eingebunden werden, muss auch ein Wechselrichter vorhanden sein (Stromart wandeln, anpassen an Frequenz). Wenn der Zähler nicht ausgetauscht wurde, läuft er nun bei Einspeisung rückwärts! Der große Energieerzeuger wird damit nicht einverstanden sein, denn nun

bezahlt er indirekt den gleichen Preis wie für den Kauf der Energie (Stand ist: 44Cent kaufen – 8,2Cent verkaufen (vom Nutzer b aus gesehen)). Wahrscheinlich registriert und meldet das der Wechselrichter an den Erzeuger. (Ab 1.1.2024 sollte das geregelt sein?)

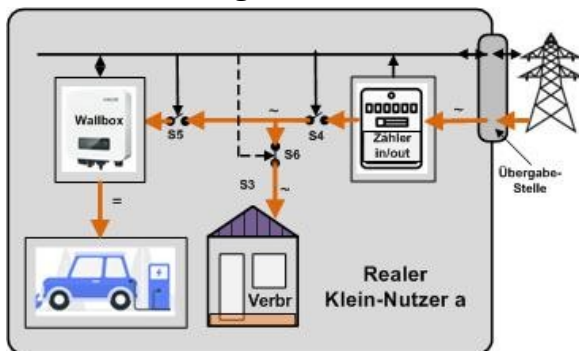
Hat der Nutzer keinen entsprechenden Vertrag, wird die nicht gebrauchte Energie des Nutzers auch ins Netz gestellt, die Energie steht einfach zur Verfügung. Es passiert nichts, wenn mehr Energie als notwendig im Netz ist, die Spannung bleibt gleich, nur der nutzbare Strom wird geringfügig größer.

Elektroauto – Akku

Es gibt eigentlich drei Arten der Nutzung des Auto-Akkus im Netz:

1. ein einfacher Nutzer (nimmt Energie aus dem Netz zum Laden
2. der Akku wird am Haus wie ein Haus-Akku genutzt
3. der Akku wird im Energie-Netz genutzt

1. Einfache Nutzung



Das Haus ist ein einfacher Nutzer, d.h. es wird nur Energie zum Betreiben der Einrichtungen im Haus aus dem Energie-Netz bezogen. Zusätzlich dazu gibt es eine Wallbox zum Laden eines E-Autos

2. Auto-Akku – auch zur Versorgung im Haus-Akku (V2H)



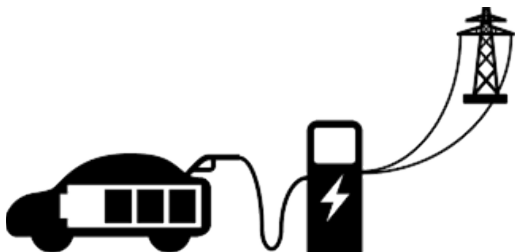
Der Auto-Akku wird wie ein Solar-Akku genutzt (siehe Bild oben).

Ob man auch eine Nutzung fürs Netz vorsieht, bleibt abzuwarten, auf jeden Fall muss man einen notwendigen Minimalladewert des Akkus festlegen, denn das Auto soll auch noch fahren!

10% der Akku-Kapazität reichen aber bereits aus,

um ein Haus die Nacht über zu versorgen. Aber auch wenn ein weiterer Akku vorhanden ist, reicht dieser nicht aus, um den Auto-Akku über Nacht aufzuladen, das geht nur am Tage. Diese Variante ist wohl eher nicht fürs arbeitende Volk, die mit dem Auto unterwegs sind, geeignet!

3. Auto am Energie-Netz (V2G)



Die dritte Variante denkt genau über diesen Fall nach.

V2G – Vehicle-to-grid

Auch an der Ladesäule könnte einige Energie in bestimmten Fällen wieder ins Netz fließen, aber das Auto soll auch noch fahren!

In den beiden Fällen muss aber das Energie-System des Autos so aufgebaut sein, dass es in beiden Richtungen genutzt werden kann. Aber auch die Wallbox muss das können!

Es gibt bereits Länder, in denen das so gefordert wird.

Gedanken zum Algorithmus zur Steuerung eines Energie-Netzes

Der Wechselrichter in den privaten Anlagen errechnet in Abhängigkeit der zu erwartenden Zustände seiner Ressourcen und daraus was im Netz zur Verfügung gestellt werden könnte:

- wie viel Energie wird in Abhängigkeit der Wetterlage her- und bereitgestellt werden können
- welche Menge an Energie kann durch den Speicher bei Erreichen der eigenen Zielmenge bereitgestellt werden (Nachtbetrieb muss garantiert werden)
- welche freie Kapazität hat der Speicher

Diese Größen stellt jeder Teilnehmer am Netz ins Netz.

Probleme könnte es geben bei der Speicherung und wieder Abgabe der Energie aus bzw. ins Netz. Es ist nicht die selbst erzeugte Energie, sie wird aber in gleicher Weise wie selbst erzeugte wieder ins Netz gegeben.

Ich könnte mir vorstellen, dass der Nutzer die Energie kaufen müsste. Alles was von außen in den Akku gespeichert wird, könnte der Wechselrichter feststellen, wird zu 8,2Cent (z.Z.) gekauft. Wird Energie verkauft, ist es egal ob sie gekauft oder selbst erzeugt wurde. Probleme gibt es aber, wenn der Akku mein Haus versorgt, dann braucht er keine Energie zu kaufen, sondern nutzt die aus dem Akku und die wurde aber für 8,2 anstelle 44Cent aus dem Netz gekauft. Der Wechselrichter muss die Menge messen (vom Zähler) und in Abhängigkeit davon dann den Preis unterschiedlich gestalten (Energienmenge kennzeichnen). Auf jeden Fall wird die Abrechnung komplizierter!

<https://www.sonnenseite.com/>

„

Kalifornien: Lancaster wird die erste Wasserstoffstadt in den Vereinigten Staaten

Der Bürgermeister von Lancaster, R. Rex Parris, empfing am 6. November japanische Regierungsvertreter, um die Städtepartnerschaft zwischen Lancaster, einer Stadt nördlich von Los Angeles, und einer „intelligenten“ Stadt in Japan, die sich gleichermaßen für die Integration von Wasserstoff in ihr Stromnetz und dessen Verteilung, Speicherung und Nutzung einsetzt, zu besprechen.

Nachdem sie riesige Kapazitäten zur Erzeugung von Solarstrom aufgebaut hatte, erkannte die Stadtverwaltung von Lancaster, dass es der Stadt möglich ist, ihre Energiezukunft dramatisch zu beeinflussen. Viele Veränderungen wären auf Landes- oder Bundesebene nicht möglich. Die Stadt Lancaster gründete ihre eigene Stromversorgungsgesellschaft, Lancaster Choice Energy, und bot den Einwohnern lokal erzeugte grüne Energie zu niedrigeren Preisen an und generierte dadurch Einnahmen für die Stadt. Lancaster wurde die erste Stadt, die das Ziel der Nullemissionen erreichte und mehr saubere Energie erzeugt, als sie verbraucht. Lancaster war auch die erste Stadt, die Integration von Solarenergie in alle Hausneubauten verlangte, und es gelang ihr, gemeinsam mit Partnern aus dem Ort die erste große vollelektrische Busflotte zu bauen.

Dabei haben wir erkannt, dass Elektronen nicht unbedingt das beste Speichermedium für Energie sind“, erklärte der Bürgermeister, um den Strategiewechsel zu rechtfertigen. „Wasserstoff kann ganz einfach und für lange Zeit gespeichert werden, auch im bestehenden Gasnetz. Es ist die perfekte

Ressource, um das Netz mit unserer großen Menge an intermittierenden erneuerbaren Ressourcen auszugleichen, die nur funktionieren, wenn die Sonne scheint und der Wind weht.

“

„Nach einem Beitrag des TV-Senders *alpha* (kann ich nur etwa nachinterpretieren) hat sich der Bürgermeister zur Verwaltung bezüglich Energieversorgung geäußert. Jeder sollte eine Solaranlage auf seinem Dach installieren (für Neubauten ist das als Pflicht festgelegt) und die Verwaltung darf zur Genehmigung der Anlagen nicht 4 Monate brauchen, sondern maximal 45 Minuten!!! Und wenn die mehr braucht, muss sie abgelöst werden!

<https://www.german-energy-solutions.de>

”

Lancaster (Kalifornien) möchte grüne Wasserstoffstadt werden

Die Stadt Lancaster, getrieben durch die Ambitionen und starken politischen Willen ihres Bürgermeisters, möchte Wasserstoffstadt werden. Mayor Parris stellte eindrucksvoll dar, dass er auch in Zukunft alle bürokratischen Hindernisse beseitigen kann und will, die neuen Lösungen auf dem Weg dorthin im Wege stehen.

”

Meine Meinung:

Wasserstoff ist natürlich ein günstiger Energieträger, aber die Erstellung muss mittels grünem Strom erfolgen, ist sonst kein grüner Wasserstoff, durch Elektrolyse, d.h. man braucht zunächst jede Menge Energie aus Wind, Solar und Wasserenergie.

Ich glaube, wenn man jede Möglichkeit zur Erzeugung von Strom aus Wasserkraft nutzt, kommt da auch einiges zustande, nahezu jede Schleuse und jede Stromschnelle ist dazu geeignet.

Wozu muss die PV-Anlage nachträglich auf dem Dach installiert werden (bei Neubau), es gibt ja schon Solarziegel, aber man kann das Dach doch auch ohne Ziegel komplett aus (modifizierte) Solarmodulen aufbauen. Vielleicht kann man den Zellen auch noch eine andere Farbe (z.B. rot) verpassen, dann sieht das wie normale Dächer aus. Eine helle Farbe wäre für die Wärmebilanz ohnehin günstiger.

Man liest oft, dass private PV-Anlagen wegen Überlastung des Energienetzes abgeschaltet werden müssen – das ist so nicht ganz richtig.

Einen fernbedienten Schalter in meiner Anlage gibt es nicht (nur einen mechanischen Handschalter), also ausschalten von der Ferne geht nicht.

Außerdem können beliebig viele Spannungsgleiche Spannungsquellen parallel geschaltet werden, da erhöht sich die Spannung nicht, es kann nur mehr Strom bei Bedarf entnommen werden.

Probleme kann es bei der Übertragung über „dünne“ Leitungen geben, z.B. in den Süden. Wenn die dort einen großen Verbraucher anschließen, dann könnte die dünne Leitung heiß werden oder gar verdampfen, da ein großer Strom durch die Leitung fließen muss. Der große Verbraucher kann nicht angeschlossen werden (deshalb baut man die dicken Leitungen in den Süden)!

Ähnlich ist es mit den Windmühlen, auch diese stellen die gleiche Spannung bereit. Wenn aber nicht so viel Strom gebraucht wird, schaltet man entsprechend viele ab. Das ist sinnvoll, da diese Teile auf Grund der Drehbewegung der Flügel Verschleiß haben, was es bei PV-Anlagen ja nicht gibt.