

Photovoltaik: Nicht warten ... machen!



Autor: Wilhelm Lüdeker

Ausgabe: 0 vom 02. Dezember 2022

Worum geht es ?

Es geht vor allem darum, einen Überblick über die PV-Technologie zu gewinnen und einen Weg aufzuzeigen, wie man sich der Anschaffung einer eigenen Anlage nähern kann.

Ebenfalls geht es darum, die jeweiligen Kostenaspekte zu betrachten: Wie sind die finanziellen Risiken oder Chancen? Wie ist diese Technologie mit der Energiewende verknüpft?

Inhalt:

- I. Was steckt in der Sonnenenergie? (ein paar grundlegende Zahlen)
- II. Photovoltaik-Anlagen (PV)
 1. Wie machen wir uns die Sonnenenergie nutzbar? (die Technologien dahinter)
 2. Kennwerte für die PV-Anlage auf dem eigenen Dach
 3. Anlagen-Komponenten
 4. PV mehr als nur ein Stromlieferant
 5. Rechtlicher Rahmen und Förderungen
- III. Energiespeicher / Stromspeicher
 1. Standard Lithium-Ionen-Batterie
 2. Lithium-Eisenphosphat Batterie
 3. Natrium-Ionen Batterie
- IV. Strommärkte
 1. Heute
 2. In der Zukunft

I. Was steckt in der Sonnen-Energie? (ein paar grundlegende Zahlen)

Die Sonne prasselt mit einer Leistung von **1360 Watt pro m²** auf die äußere Atmosphäre der Erde. Das ist die sogenannte "**Extraterrestrische Solarkonstante**".

Multipliziert man diesen Wert mit Querschnittsfläche der Erde (der Silhouette) und multipliziert diesen Wert wiederum mit dem Faktor 3600/1000 (3,6) erhält man die unvorstellbar große Energiemenge von **5,5 x 10¹⁷ kWh, die pro Stunde** (5,5 mit 16 weiteren Nullen dahinter), die auf die Erde abgestahlt wird.

Im Vergleich: Der gesamte **Jahresenergiebedarf der Erde beträgt 1,4 x 10¹⁷ kWh.**

Das ist nur ein Bruchteil der "Ein-Stunden-Energie" und bedeutet, dass der gesamte Jahresenergieverbrauch der Erde in ca. 15 Minuten durch die Sonne auf die Erde abgegeben wird.

Bezogen auf Deutschland bedeutet dies, dass der gesamte Jahres-Energieverbrauch Deutschlands (Stand 2020) in weniger als 2 Stunden durch die Sonne auf die Fläche Deutschlands abgegeben wird.

Warum dauert dies, bezogen auf Deutschland, 2 Stunden, während es, bezogen auf die Welt, nur 15 Minuten sind?

Die Antwort ist denkbar einfach: Deutschland bedeckt nur ca. **0,23%** der Silhouette der **Erdoberfläche**, ist **aber verantwortlich für ca. 2% der globalen CO₂ Emissionen.**

Berücksichtigt man weiterhin, dass von dieser Sonnenenergie ca. **60% bis 75% (also 800 bis 1000 W/m²)** auf der Erdoberfläche ankommen, dann dauert es ca. 4 Stunden bis wir die gesamte, in einem Jahr gebrauchte Energie durch die Sonne geliefert bekommen.

Das ist so weit nur graue Theorie, gibt aber ein gutes Gefühl dafür, welche unfassbar großen Energiemengen uns die Sonne zur Verfügung stellt.

Jetzt stellen Sie sich die gleiche Rechnung für dünn besiedelte Gebiete dieser Erde vor

Die Schlussfolgerung kann nur heißen: Es gibt kein Energie-Mangel-Problem. Wir sind nur zu dumm dieses Geschenk zu nutzen.

Stellt sich die Frage nach dem: WIE kann ich diese Energie nutzen?

II. Photovoltaik-Anlagen (PV)

1. Wie machen wir uns die Sonnenenergie nutzbar? (die Technologien dahinter)

Bei der Solarzelle handelt es sich um Materialien (sogenannte Halbleiter), die so konstruiert sind, dass sie bei Sonnenlicht leitend werden und damit auch gleichzeitig einen elektrischen Strom auslösen, der um so stärker ausfällt, je stärker die Sonneneinstrahlung ist. Über Transformatoren und Wechselrichter wird aus diesem Solar-Gleichstrom der für uns so wichtige 50 Herz Wechselstrom aus der Steckdose und kann damit direkt genutzt werden.

Gängige **Solar-/ PV-Module** haben einen **Wirkungsgrad von ca. 20%**. D.h. aus der ihr zur Verfügung gestellten Leistung von 1000 W (siehe oben), erzeugt eine Zelle **200 W (= 0,2 Kilowatt [kW]) nutzbare elektrische Leistung. Umgerechnet in Energie**, produzieren diese Module ($0,2 \text{ kW} \times 3600/1000 =$) **0,72 kWh elektrischen Strom pro Stunde pro Quadratmeter**. Das bedeutet wiederum, **dass eine Fläche von (1,0 kW / ca.0,2 kW =) 5 bis 6 m² mit PV-Modulen belegt werden muss, um auf eine Leistung von 1 kW zu kommen (das ist die sogenannte "Nennleistung")**.

Welche Nutzungsart gibt es:

1. Eigenverbrauch Strom und Einspeisung

In unseren geographischen Breite werden über das Jahr gerechnet knapp 1000 kWh Strom produziert pro 1 kW Peak (Nennleistung).

An dieser Stelle können Sie schon mal nachdenken ...

Nehmen wir an, Sie verbrauchen in Ihrem Haushalt 3500 kWh Strom im Jahr (schauen Sie auf Ihre Stromabrechnung), dann müssten Sie eine Fläche von ($3500 \text{ kWh} / 1000 \text{ kWh} \times 6 \text{ m}^2 =$) 21 m² Dachfläche mit PV-Modulen belegen, um Ihren Jahresstrombedarf auf dem eigenen Dach zu produzieren und sind dann, zumindest auf dem Papier, CO₂-Neutral bezogen auf Ihren Hausstromverbrauch.

War's das schon? -Leider nein.

Die **Erzeugungszeiten** (wenn die Sonne niederprasselt) passen mit den **Bedarfszeiten** (wenn wir z.B. am Abend in den Fernseher schauen) nicht immer zusammen.



Bild 1: fiktiver Tagesverlauf der Sonneneinstrahlung bzw. des Energieverbrauchs

Hier ist exemplarisch zu sehen, dass z.B. $(13\% + 26\% =)$ **39% des Energieverbrauchs außerhalb der Sonnenscheindauer stattfindet.**

Darüber hinaus ist gut ersichtlich, dass

- bei hoher Sonneneinstrahlung nicht der gesamte PV-Strom verbraucht werden kann.

- Es gibt Zeiträume, wenn die Versorgung ausschließlich aus dem öffentlichen Stromnetz gedeckt wird (Abend- / Nachtstunden).

- Es gibt Zeiten, wenn der gesamte, erzeugte PV-Strom direkt verbraucht und der Fehlbetrag durch Netzbezug ausgeglichen wird.

Letztlich kann nur ein begrenzter Teil der erzeugten Energie selbst verbraucht werden. Das ist die über das Jahr gerechnete, sogenannte "**Eigenverbrauchsquote**" und liegt in der Regel bei ca. 30%, wenn keine Pufferbatterie eingesetzt wird, um die Überschussenergie in andere Verbrauchszeiten zu retten.

Mit dem Batteriepuffer können hier durchaus Werte bis 65 oder 70% erreicht werden.

Auf der anderen Seite ist auch klar, dass „ohne“ Pufferspeicher, der eigene Strombedarf durch PV- Strom niemals vollständig gedeckt werden kann (egal wie groß die Anlage ausgelegt wird).

Die Differenz muss durch den Netzbezug ausgeglichen werden. Bei diesem **Verhältnis** von erzeugtem **PV-Strom zu Gesamtstromverbrauch** (also PV-Strom plus Netzbezug) spricht man vom "**Autarkiegrad**".

Welcher der beiden Aspekte Priorität hat, hängt davon ab, wo der Betreiber der PV-Anlage (also Sie) den Schwerpunkt legt.

Die **Eigenverbrauchsquote** sagt etwas über die Amortisationszeit einer PV-Anlage aus. Eine hohe Quote bedeutet im Allgemeinen, dass bei minimalen Investitionskosten maximaler Ertrag erwirtschaftet wird.

Ganz anders ist das beim **Autarkiegrad**. Hier stehen nicht die Investitionskosten im Vordergrund, sondern die Betriebskosten (was im Haushalt, dem Gewerbe, etc.) an elektrischer Energie verbraucht wird.

Um die beiden Sichtweisen etwas zu verdeutlichen:

Sie können eine Anlage natürlich immer so klein bauen, dass der Strom immer vollständig verbraucht wird. Dann bleiben Sie mit der Nennleistung immer unter dem momentanen Tagesverbrauch zu den Sonnenscheinzeiten. Die Eigenverbrauchsquote ist dann 100%. Dann amortisiert sich die Anlage ganz schnell, aber die Stromkosten haben Sie nicht nennenswert gesenkt, denn Sie produzieren weit unter ihrem Bedarf. Ein Beispiel dafür könnte die Kleins-PV-Anlage auf dem Balkon sein.

Also bauen Sie die Anlage größer, um den Preis höherer Investitionskosten. Damit können Sie einen deutlich höheren Autarkiegrad erreichen. 100% werden es nicht, weil die Sonne nun mal nachts nicht scheint. Aber wenn Sie dann 61% erreichen (um bei dem fiktiven Beispiel von oben zu bleiben), dann ist das schon ganz ordentlich.

Beides sind keine zufriedenstellenden Lösungen.

Die Lösung für das Problem ist der oben schon erwähnte "**Batterie-Pufferspeicher**" oder **Batteriespeicher**. Mit ihm können Sie einen großen Teil Ihrer erzeugten Energie in die Bedarfszeiten ohne PV-Strom retten (Abend- oder Nachtsunden). Damit können Sie die Autarkie bis nahe an die 100% heran schieben. Geschickt ausgelegt, können Sie eine optimale Balance zwischen Investitionskosten und Reduktion der Verbrauchskosten erreichen. Aber dieses Optimum ist nur gültig für bestimmte Marktsituationen (auf diese wird weiter unten eingegangen). Sind die Beschaffungskosten hoch, schielt man eher auf die "Eigenverbrauchsquote". Sind die Verbrauchskosten (Stromkosten) hoch, geht es eher um den "Autarkiegrad".

Am Ende ist das immer ein Wettrennen zwischen Investitionskosten und eingesparten Stromkosten.

Dieser Kompromiss wird in der Regel dadurch bestimmt, welche finanziellen Mittel man verfügbar hat oder bereit ist zu investieren.

Einmal installiert, wird es Tageszeiten (insbesondere im Sommer) geben, da produzieren Sie mehr Solarenergie als Sie im System (in Ihrem Haushalt) verbrauchen oder puffern können.

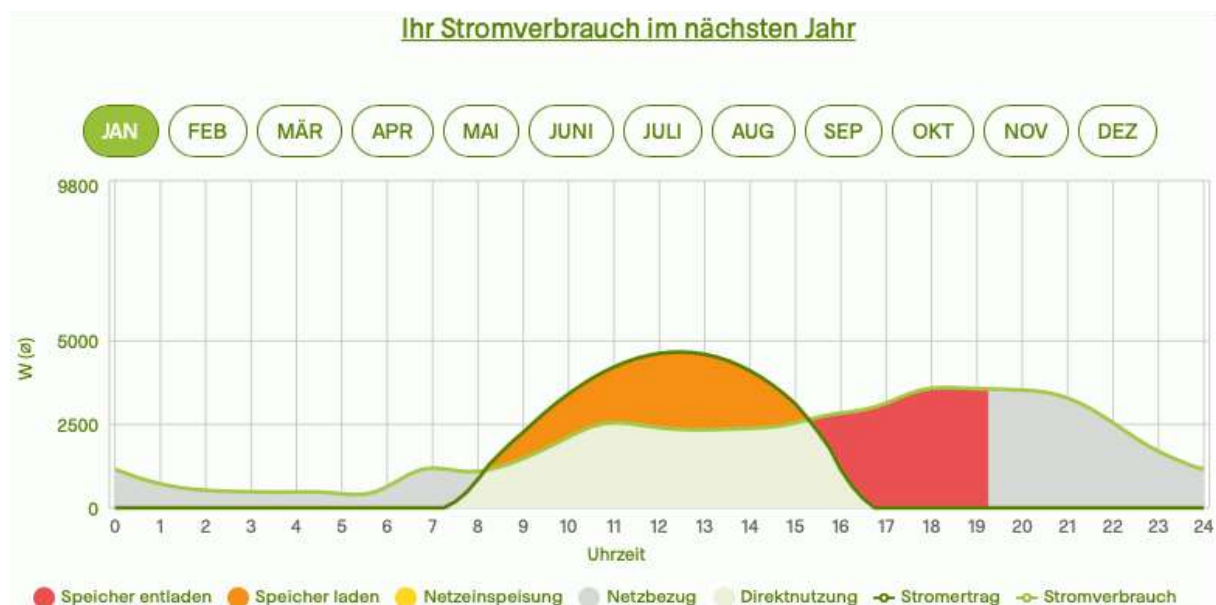


Bild 2: fiktiver Tagesverlauf von Strom "Erzeugung", "Verbrauch" und "Netzbezug" über den Jahresverlauf.

Alles, was Sie nicht selber verarbeiten können, steht z.B. für die Netzeinspeisung zur Verfügung (später mehr, welche Möglichkeiten es dafür gibt).

Oder Sie entscheiden sich für Plan B ...

2. Eigenverbrauch Wärme

Sie können den Überschussstrom einfach mit einem elektrischen Heiz-Stab / einer Heiz-Sonde nutzen, um damit z.B. Ihr Brauchwasser zu erhitzen.

Angesichts hoher Kosten für das Heizen / die Brauchwassererzeugung ist dies ein absolut lohnender Gedanke: Was bring mir mehr? A) die "Einspeisevergütung" (wird weiter unten erklärt) oder B) die Einsparung der Kosten für die "Erhitzung des Brauchwassers"? Bei 19 Cent/kWh beim Gas (Stand Mitte November 2022 gab es im August/September auch schon mal bei 40 Cent/kWh) ist die Frage schnell beantwortet.

2. Kennwerte für die PV-Anlage auf dem eigenen Dach

Jetzt sind Sie an dem Punkt angekommen, an dem Sie für sich herauszufinden müssen, welches Ihre Möglichkeiten sind. Dafür ist -neben den finanziellen Aspekten- das Wichtigste zu erfahren: Was kann ich überhaupt realisieren?

Hier ist Folgendes von Bedeutung:

- was für ein Gebäude / eine Liegenschaft habe ich (Nutzung: privat, gewerblich, Verlauf des Stromverbrauchs über den Tag, etc.)?
- wo bin ich (die geographische Lage)?
- welches sind die Potentiale (was kann ich von einer PV-Anlage erwarten)?

Ein sehr nützliches Werkzeug ist das für viele Landkreise in Deutschland verfügbare

Solarkataster. [z.B. das Solarkataster für für den LK Landsberg a. Lech](#)

Schauen Sie selbst, ob es für Ihren Wohnort existiert. Ggf. gibt es auch andere Portale mit ähnlichen Funktionen.

ANMERKUNG: Da es aussichtslos ist, alle möglichen Portale bzgl. ihrer Funktionalitäten zu beschreiben, beschränken wir uns hier auf das Solarkataster für LK Landsberg.

Nach dem Start können Sie sehr schnell auf der Karte zu ihrem Wohnort navigieren, auf Ihre Straßenadresse vergrößern (heranzoomen) und per Klick auf einem / dem Gebäude die Analyse starten (das Folgende ist weitgehend selbsterklärend). Sie machen ein paar Angaben zu Ihren Gegebenheiten:

- Art des Haushalts
- Personenzahl im Haushalt
- Stromverbrauch (wird geschätzt oder Sie tragen die tatsächlichen Werte ein)
- Strompreis
- Gebäudenutzung
- Nutzen Sie eine Wärmepumpe (oder wollen Sie eine nutzen)? Ja/Nein

Auch hier sind die Parameterangaben weitgehend selbsterklärend.

Ausnahme ist die "Jahresarbeitszahl":

- belassen Sie es bei "3,2" wenn sie eine Luft-Wasser-Wärmepumpe haben(wollen),
- setzen Sie den Wert auf "4,1", wenn Sie eine Sole-Wasser-Wärmepumpe betreiben(wollen).
- "4,5" ist richtig, wenn es um eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe geht.

- E-Auto / E-Bike?
 - legen Sie fest ob und ggf. welchen Batteriespeicher Sie nutzen(wollen)
- ... und schon haben Sie erste Anhaltspunkte.

Sie sehen Schätzwerte für die "**Nennleistung**", die Sie installieren können, wie eine Belegung der Dachfläche aussehen kann, mehr oder weniger sinnvolle "**Investitionskosten**" und "**Amortisationszeiten**", ggf. Gewinne, den "**Jahresertrag**", eine "**Eigenverbrauchsquote**" und den "**Autarkiegrad**".

... und eine wunderbar aufschlussreiche Graphik erscheint, aus welcher Sie selektiv für jeden Monat des Jahres ersehen können, was der "**Netzbezug**", der "**PV-Stromertrag**", ggf. Batterien Speicher- und Abrufzeiten sind, ob sie ggf. noch einen Überschuss haben.

Und das alles wird als Tagesverlauf dargestellt.

Schauen Sie nochmal auf Bild 2. Es ist genau daraus entstanden.

An dieser Stelle lohnt sich ein Gang ums Haus. Schauen Sie sich die Dachflächen an:

- Sind dort z.B. Dachflächenfenster, Gauben etc.?
- Welche Dachneigungen sind vorhanden (schätzen reicht)?
- Wie sieht es aus mit Beschattung durch z.B. Baumbestand oder Nachbargebäude?

Ein Blick unters Dach, wenn möglich, ist auch nicht von Schaden (hier geht es um die Statik):

- wie dick sind die Dachsparren
- sind evtl. Schäden erkennbar (z.B. Wurmbefall, vermoderte Stellen etc.)

Sie müssen hier keine hohe Ingenieurskunst betreiben. Es geht nur darum, sprechfähig zu sein, wenn es in die nächste Phase geht ...

... und das ist das Gespräch mit einem Anbieter von PV-Anlagen.

Der macht genau das, was Sie bis jetzt auch gemacht haben, nur eben mit seinen Werkzeugen. Der wird nach Ihrem Gespräch und bestenfalls nach einem Vororttermin, ein Angebot machen, aus dem die Anlagenbestandteile und ebenso die von ihm **geschätzten Werte** für "**Ertrag**", "**Eigenverbrauchsquote**" und "**Autarkiegrad**" hervor gehen und "leider" auch die Kosten.

ANMERKUNG: Angebote ohne Vororttermin sollten Sie gleich aussortieren. Achten Sie auch darauf, dass die Anlagenbestandteile im Angebot möglichst so genau aufgelistet sind, dass Sie bestenfalls über eine Suche im Internet z.B. Datenblätter zu den Komponenten finden können. Im besten Fall können Sie sich dann selbst kundig machen, wenn nicht, ist das nicht so schlimm. Es geht vor allem und in erster Linie darum festzustellen, ob ihr Anbieter mit offenen Karten spielt.

Machen Sie sich nichts vor, alle Chancen liegen bei Ihnen, alle Risiken aber auch. Da ist Intransparenz vollkommen fehl am Platz.

3. Anlagen-Komponenten

3.1. Solarzellen / PV-Paneelen

Heute sind 3 unterschiedliche Ausführungen für die Anlagenkonstruktionen geläufig:

- die "**Aufdach-Konstruktion**" (das ist der Standard bei nachträglicher Installation). Hier wird auf der bestehende Dachhaut aus Dachplatten die Lage mit den PV-Paneelen gelegt, wobei unterschiedliche Befestigungsmethoden zur Anwendung kommen.
- die "**Indach-Konstruktion**" ist eine überlegenswerte Variante für Neubauten oder wenn der Dachstuhl ohnehin neu gemacht wird. Dabei werden die Dachplatten durch die PV-Paneelen ersetzt. Das hat den Vorteil, dass man a) weniger Gewicht auf das Dach packt und b) die Kosten für die Dachplatten einsparen kann.

ANMERKUNG: PV-Paneelen werden gegen Hagelschlag geprüft und erreichen Schutzwirkungen, die jene von Dachplatten ebenbürtig oder sogar überlegen sind.

- die dritte Variante sind "**PV-Folien**". Dabei handelt es sich um mehr oder weniger flexible Folien, die sich z.B. Rundungen anpassen lassen. Diese Variante ist aber bis heute eher der Exot für die Belegung von Dachflächen. Eher Anwendung findet diese Art von Paneelen bei Fassadenanlagen oder z.B. auf großflächigen Industriedächern.

Die typischen PV-Paneelen für die Aufdach-Konstruktion (und um diese wird es im Folgenden nur noch gehen) haben eine Fläche von z.B. $1,7 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$ (andere Abmessung gibt es natürlich auch).

Damit produzieren Sie typisch 380 bis 400 Watt pro Paneel (schauen Sie ins Angebot oder Datenblatt). Für eine PV-Anlage mit 10 kW Peak Nennleistung werden also ca. 25 Paneelen benötigt (ob dies dann ein paar mehr werden, hängt z.B. von den örtlichen Gegebenheiten ab).

3.2. Leistungsoptimierer

Die PV-Paneelen werden nach der Dachmontage zu sogenannten Strängen zusammengefasst bzw. elektrisch miteinander verbunden und zum Wechselrichter geleitet. Die Verschaltung geschieht in sogenannten Reihen- oder Parallelschaltungen. Im Normalfall sind beide Verschaltungsarten gemischt vorhanden.

Es gibt aber eine Besonderheit, die bedacht werden sollte.

Eine „Reihenschaltung“ funktioniert nur dann, wenn alle Elemente (Paneelen) eines Stranges gleich leistungsfähig sind. Fällt ein Paneel aus, fällt der ganze Strang aus (denken Sie an die Lichterketten am Weihnachtsbaum: schraubt man eine Birne los, geht die ganze Kette aus; viel Spaß beim Suchen, welche Kerze es wohl ist).

Dieses oder ein ähnliches Phänomen kann auch in PV-Anlagen auftreten. Sei es durch Ausfall eines einzelnen Paneels, oder weil z.B. einzelne Paneelen weniger Leistung abgeben, z.B. durch Verschattung oder was auch immer.

Um dies zu verhindern, gibt den "**Leistungsoptimierer**".

Hiebei handelt es sich um ein kleines Zusatzmodul an jeder einzelnen Paneele, welches feststellt, ob Ihre Paneelen-Leistung mit der Leistung am Strang zusammenpasst. Wenn der Leistungsoptimierer hier ein Problem feststellt, wird das betroffene Paneel einfach überbrückt und der Rest funktioniert einwandfrei weiter.

Es soll noch erwähnt werden, dass es Solarzellen mit sogenannten Vollzellen-Modulen und Halbzellenmodulen gibt.

Vergleiche: <https://www.photovoltaikforum.com/core/article/47-der-vergleich-halbzellenmodule-und-vollzellenmodule/>

Vollzellenmodule sind der bisherige Standard, sie werden aber zunehmend abgelöst durch die Halbzellenmodule. Diese sind etwas besser im Wirkungsgrad, und sie haben etwas Ähnliches wie den Leistungsoptimierer bereits eingebaut. Somit reagieren PV-System aus Halbzellen-Modulen weniger empfindlich auf z.B. Teil-Verschattung.

Wie auch immer, wenn Sie einheitlich ausgerichtete Dachflächen ohne Teilverschattungsrisiko haben, dann müssen Sie nicht unbedingt über Leistungsoptimierer nachdenken. Wenn Sie unsicher sind, dann sollten Sie dies auf jeden Fall mit dem Anbieter durchsprechen.

3.3. Der Wechselrichter

Der Wechselrichter ist das Herzstück jeder PV-Anlage. Er ist die Spinne im Netz, wo alles zusammenläuft.

Es sorgt dafür, dass:

- die Energie aus den Solarzellen (kommt als Gleichstrom) in den 3 Phasen, 50 Herz Netzstrom für den Haushalt umgewandelt wird.
- der Hausstrom synchron mit dem Strom aus dem öffentlichen Netz ist.
- z.B. eine Pufferbatterie geladen wird oder aus ihr Energie entzogen wird.
- die Wallbox zum Laden des e-Autos versorgt wird.
- der externe Strom überwacht und ggf. die Umschaltung auf den „Notstrom/Ersatzstrom“ ausgelöst wird (Erklärung folgt unten).
- Er ist das zentrale Steuerelement, für die Überwachung und Steuerung der PV-Anlage.
- Er bildet weitgehend die Schnittstelle zum Betreiber (also Ihnen), indem er Ihnen den Status bzw. die Steuerungsmechanismen über z.B. eine Handy-App oder eine Computerschnittstelle zur Verfügung stellt.
- Er bildet ggf. eine digitale Schnittstelle mit externen Einrichtungen. Dies kann z.B. der Hersteller der Anlage sein, wenn er bestimmte Dienstleistungen anbietet zur Überwachung, das Protokollieren und ggf. Steuerung von Funktionen.

Am besten Sie lassen sich detailliert einweisen nach der Anlageninstallation / Inbetriebnahme. Es ist ohnehin nur schwer vorstellbar, dass ihr Anlagenlieferant dies nicht von sich aus mit ihnen macht.

- Aber es kann nicht schaden, wenn Sie mit ihm wenigstens die oben genannten Themenbereiche abklappern.
- Und vergessen Sie nicht sich möglichst alle, für Sie **wichtigen Dokumentationen** geben zu lassen (z.B. **Betriebsanleitungen**).
- Lassen Sie sich die **wichtigen Telefonnummern** zeigen/geben, bei denen Sie anrufen können, wenn es nicht mehr weiter geht, z.B. wegen Störungen oder Sie schlicht Hilfe für die Bedienung benötigen.

Es gibt nichts „Ätzenderes“

- als sich auf unübersichtlichen Homepages zu Tode zu suchen bis man endlich die Antwort auf seine Frage hat, nachdem man unendlich viele Antworten bekommen hat, auf Fragen, die man nie gestellt hat.*
- Sie vergeblich nach einer Telefonnummer gesucht haben, um endlich jemanden aus Fleisch und Blut an die Strippe zu bekommen.*
- Sie wie der Buchbinder Wanninger in der Hotline zunächst vom Blechaffen hingehalten werden, dann mit vollkommen blödsinnigen Ansagen und Abfragen malträtiert werden, um dann von Pontius zu Pilatus geschickt werden.*
- oder man landet auf einem der vielen Foren, wo sich unendlich lange Mittelungsketten mit Belanglosigkeiten befassen und nie zum Punkt kommen.*

3.4. Die Pufferbatterie / der elektrische Pufferspeicher

Ein, wenn nicht DAS, Schlüsselement der Energiewende ist / wird die **Pufferbatterie**. Ihre einzige Aufgabe besteht darin, nicht direkt verbrauchte Solarenergie zu speichern, um sie in Zeiten mit wenig bzw. ohne Sonneneinstrahlung wieder abzugeben.

Aber sie kann noch viel mehr ... darüber wird weiter unten noch einmal zu reden sein.

An diese Stelle sei nur angemerkt, dass in PV-Anlagen für den Hausgebrauch heute überwiegend (oder hoffentlich ausschließlich) nur **Lithium-Eisen-Phosphat** Batterien zum Einsatz kommen.

Sie sind zwar, verglichen mit den e-Autobatterien schwer, aber dies spielt für die Hausinstallation eine sehr untergeordnete Rolle.

Ihre Stärken sind ihre „**Zyklenfestigkeit**“ und ihre „**Sicherheit**“. Zyklenfest bedeutet, dass man diesen Batterietyp mehr als 5000 mal vollständig laden und wieder entladen kann, ohne dass seine Kapazität unter 80% abfällt.

Verglichen mit der e-Autobatterie ist das ein Quantensprung, denn diese schafft mal gerade 1/10 davon.

Diese Auslegung wird typisch so bemessen, dass eine Tagesration Strom darin gespeichert werden kann.

Sie ist das wesentliche Element, mit dem Sie effizient Ihre Stromkosten herabsetzen können, da Sie die Erzeugungszeiten und die Verbrauchszeiten deutlich entkopplern können. Sie setzt die Eigenverbrauchsquote und den Autarkiegrad deutlich nach oben.

Anlagen ohne Speicher werden überwiegend in das öffentliche Netz einspeisen.

Sollte dies Ihre Idee sein, dann können Sie auf den Speicher verzichten.

3.5. Die Wallbox

Sie stellt den Ladestrom für das e-Auto zur Verfügung. Warum Wallbox und nicht einfach die normalen Stromleitungen?

Stromleitungen gehen auch, aber ihre Leistungsfähigkeit ist sehr deutlich eingeschränkt, so dass der heimische Stromtankvorgang schon einige Stunden dauern kann.

Das kann man durchaus hinnehmen. Wenn man aber über die vergleichsweise kurzen Zeiträume mit Stromüberschuss (hoher Sonneneinstrahlung) nachdenkt, wird man schnell zu dem Ergebnis kommen, dass es wahrscheinlich besser ist, wenn man auch die Autobatterie schnell voll bekommt.

Die Autobatterie als Puffer für den Hausstrom zu missbrauchen (wenn die Steuerung der PV-Anlage das denn zulässt) ist keine so gute Idee. Wie oben schon gesagt, schafft eine Autobatterie bei weitem nicht die Zyklenzahl wie die Li-Eisen-Phosphat-Batterie. Häufiges Auf- und Entladen der Autobatterie im „Hausgebrauch“ hat ggf. verheerende Wirkung auf die Lebensdauer des e-Autos.

ANMERKUNG: Sie sollten sich darüber im Klaren sein, dass Sie mit der PV-Anlage, insbesondere mit dem Batteriespeichern, mit sehr großen Leistungen / Energieströmen in ihrem Haushalt hantieren.

Das ist an sich kein besonderes Thema, aber Sie sollten mit dem Elektriker reden, der ihnen die Anlage anschließt.

Wenn die Hausbatterie und das e-Auto und ggf. noch irgendein Verbraucher Leistung ziehen, dann kann man damit das System an die Grenzen treiben und Störungen im Hausnetz erzeugen. Ob und wann ein solches Risiko besteht, das kann der Elektriker beurteilen. Man kann dem Risiko begegnen, indem man im Haushaltsnetz Reserven schafft (größer absichern) oder die Verbraucher kontrolliert (z.B. nicht Haus- und Autobatterie gleichzeitig laden, etc.)

3.6. Die Netzumschaltbox

Hinter der Umschaltbox verbirgt sich die **Notstromfähigkeit**. Also Strom zu haben, wenn die öffentliche Versorgung ausfällt.

Es werden hier zwei wesentliche Unterschiede gemacht.

Zum einen redet man im Zusammenhang mit PV-Anlagen

- vom „**Notstrom**“, wenn man meint, es gibt auch bei Stromausfall **mindestens eine Steckdose**, an der man noch Strom beziehen kann.
- und vom „**Ersatzstrom**“, was nichts anderes ist, als dass **alle Steckdosen** im Haus noch Strom haben, solange die Batterie helfen kann.

Der **Notstrom** ist eine Steckdose irgendwo in der Nähe des Wechselrichters. Dort können Sie dann Geräte anschließen, die ihnen bei Stromausfall wichtig sind. Alles andere funktioniert dann aber nicht.

Beim **Ersatzstrom** wird das öffentliche Netz von Hausnetz getrennt und ein eigenes hausinternes und unabhängiges Stromnetz aufgebaut. Das ist exakt das, was die **Umschaltbox** macht. Dieses Konstrukt wird auch als „**Insellösung**“ bezeichnet.

Für die reine „Notstromlösung“ (also eine Steckdose) brauchen Sie die Netztrennung nicht unbedingt.

Sie müssen selber wissen, was Sie wollen und dann den Anbieter fragen, was die Anlage kann, Notstrom oder Ersatzstrom, ggf. beides, oder auch keines von Beiden.

3. PV mehr als nur ein Stromlieferant

Neben dem Eigenverbrauch, also Strom oder Wärme, ist natürlich immer auch die Einspeisung in den Blick zu nehmen.

Es geht also um den Teil des erzeugten PV-Strom, den ich „nicht“ selbst verbrauchen kann, um meine Betriebskosten im Haushalt zu senken.

Es ist die Rede von der Abgabe des Überschusses ins öffentliche Netz (die Einspeisung) oder die Weitergabe des Stroms im Gebäude oder dem Quartier (der Mieterstrom).

Dahinter verbergen sich drei unterschiedliche Vermarktungsmethoden, bei denen Sie entweder direkt der Akteur sind oder zumindest indirekt daran teilnehmen können.

Diese drei Methoden sind:

- Die sogenannte „**Direktvermarktung**“, kury erklärt, der Handel mit Strom auf dem Bietermarkt, also z.B. an der Strombörse oder in Ausschreibungen.
- Die **Einspeisung** gegen eine „**Einspeisevergütung**“
Hierbei bekommen Sie einen festen Betrag für jede eingespeiste kWh. Damit nehmen Sie nicht am Marktgeschehen teil. Ihr Vertragspartner aber sehr wohl.
- Der „**Mieterstrom**“
Hier geben Sie ihren PV-Strom im Gebäude oder an den Nachbarn (im Quartier) ab, „ohne“ dabei das öffentliche Netz zu nutzen.
ANMERKUNG: Unbedingt mit dem Anbieter bzw. dem Elektriker sprechen, die die „Stromabnehmer“ werden dann über ihren Anschluss mit dem öffentlichen Netz verbunden.

Somit kommt man auf folgende Nutzungsszenarien:

- **Direktvermarktung**
kommt für private Betreiber von kleinen PV-Anlagen noch nicht wesentlich zur Anwendung, da Sie für die Marktteilnahme einiges an Voraussetzungen erfüllen müssen. Aber Sie können indirekt an diesem Markt teilnehmen. Und dafür gibt es mehrere zukunftsweisende Möglichkeiten, welche im letzten Abschnitt genauer betrachtet werden.
Aber auch hier ergeben sich ggf. Optionen für die „Zukünftigen Energiemärkte“.
- „**nur**“ **Einspeisung** (öffentlich)
hier ist die Entscheidung zu treffen, den gesamten PV-Strom ins öffentliche Netz zu geben.
Diese Option ist interessant, da hier die Investitionskosten vergleichsweise gering gehalten werden können, und es spezielle Vergütungen hierfür gibt (wir kommen im nächsten Abschnitt darauf zu sprechen).
- **Eigenverbrauch + Einspeisung** (öffentlich oder Mieterstrom)
das ist die klassische Variante. Sie verbrauchen, wenn Erzeugungs- und Verbrauchszeiten zusammenpassen, so viel wie benötigt wird und der Rest geht ins öffentliche Netz.

- **Eigenverbrauch + Einspeisung + Warmwassererzeugung** (Heizsonde)
Im Modell „Eigenverbrauch und Einspeisung“ ist die Einspeisevergütung eine andere als bei dem Model „nur Einspeisung“. Da ist es häufig günstiger, ein Warmwassersystem mit dem Überschussstrom zu bedienen (spart Primärenergie in der Heizung / Warmwasserbereitung).
- „smarte“ Verbrauchssteuerung im Gebäude (WER verbraucht WANN, WAS)
Sie können das Ganze noch ein bisschen optimieren, wenn Sie es schaffen, bestimmte Verbraucher zeitlich mit den Erzeugungszeiten zu synchronisieren.
Spannend wird dies aber erst, wenn Sie in Ihr PV-System die Pufferbatterie integrieren.

... mit Puffer-Batterie

- **Eigenverbrauch + Einspeisung**
Hier steht der Eigenverbrauch deutlich im Vordergrund.
- **Eigenverbrauch + Warmwassererzeugung + Heizungsunterstützung** (Heizsonde oder Wärmepumpe) + Einspeisung
Der PV-Strom steht für die Warmwasserbereitung oder z.B. den Betrieb einer Wärmepumpe zur Verfügung.
- **Notstromfähigkeit**
wurde bereits ausführlich erklärt (siehe „Netzumschaltbox“).
- **Ersatzstromfähigkeit (die „Insellösung“)**
wurde ebenfalls bereits ausführlich erklärt (siehe „Netzumschaltbox“).
- **Smarte Verbrauchssteuerung (WER verbraucht WANN, WAS)**
Mit einer Batterie in der Hinterhand ergeben sich ungeahnte Möglichkeiten, intelligent mit der Verbrauchssteuerung umzugehen. In diesem Zusammenhang denke man nur an die Koordination der Ladezyklen der Speicher (Haus und Auto).
Dieser Aspekt bekommt noch einmal eine andere Dynamik, wenn im letzten Abschnitt über die „Strommärkte der Zukunft“ gesprochen wird.
- **Das virtuelle Kraftwerk (Cloud-Strom)**
Hier geben Sie einen Teil Ihrer Speicherkapazität an einen Vertragspartner und ermöglichen es ihm so, Stromkontingente zwischen zu speichern und zu verschieben.
Der Trick ist, dass ihr Partner an der Direktvermarktung teilnimmt und damit Handlungsspielräume gewinnt, wie „billigen Strom“ zwischen zu speichern und ihn zu „Hochstromzeiten“ wieder abzugeben (ggf. an Sie selbst zu dann günstigen Konditionen).
Mehr dazu im Abschnitt über die „Strommärkte der Zukunft“

5.Rechtlicher Rahmen und Förderungen

Der rechtliche Rahmen wird durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) aufgespannt

- Es besteht ein **gesetzlicher Anspruch auf Anschluss EEG §8**
- **Vorrangige Abnahme von PV-Strom** (erneuerbare Energie) EEG §11
- **Marktprämien, Einspeisevergütungen, Mieterstromzuschlag EEG §19, §20 & §21, §21a**
- Begrenzung der **Laufzeiten** der Prämien auf **20 Jahre** EEG §25
- Die **Begrenzung** der Einspeisung auf **70% ist aufgehoben** für Anlagen die neu erstellt werden (EEG §9, (2), Nr. 3; Anlagen bis 25 kW)
- Die **Einspeisevergütung** wird angehoben auf **8,2 Cent/kWh (bis 10kW Peak), 7,1 Cent/kWh (bis 40 kW Peak) für Anlagen ab 30.07.2022 mit Eigenverbrauch.**
- **Volleinspeiser** bekommen **13,0 Cent/kWh bis 10 kW Peak und 10,9 Cent/kWh oberhalb**
- Bei Trennung der Anlagen können Volleinspeisung und Eigenverbrauch parallel betrieben werden.
- Beratungsbefugnis von Lohnsteuerhilfvereinen vorgesehen

Fördermethoden / Vermarktungsmodelle nach EEG

- **Marktprämien (EEG §22) Stichwort: Direktvermarktung:**
gleich den Wertunterschied zwischen Marktwert (monatlich Ermittlung durch die Bundesnetzagentur (BNA)) und dem börslichen Wert des Stromes aus (dynamisches Fördersystem).
Dem Einspeiser wird eine Mindestvergütung, die nicht unter den "Marktwert" fallen kann, garantiert. Fällt der börsliche Stromwert unter den Marktwert, bekommen Sie trotzdem den Marktwert und die Vertragspartner werden für die Wertdifferenz vom Staat entschädigt (das ist die Marktprämie).
Das Interessante an dieser Lösung ist, dass Sie im Gegenzug profitieren, wenn der börsliche Stromwert über dem Marktwert liegt. Damit ergeben sich ggf. erhebliche Gewinnchancen.
- **Einspeisevergütung (EEG §48):**
ist ein im EEG festgelegter, fixer Vergütungswert (statisches Fördersystem steigt für 2023; siehe oben).
- **Mieterstromzuschlag (EEG §48a) Stichwort: Vermarktung im Gebäude oder Quartier**
gewährt einen Zuschlag für im Quartier verkauften Strom "ohne" Nutzung öffentlicher Netze.
3,79 Cent/kWh bis 10 kW Peak, 3,52 Cent/kWh bis 40 kW Peak (Stichtag: Inbetriebnahme)

Fördermethoden nach Steuergesetzen 2023

HINWEIS: Das Gesetz wurde am 02. Dezember 2022 verabschiedet.

- **Keine Einkommenssteuer auf Umsätze aus PV-Anlagen bis 30 kW Peak.**
Damit auch keine Umsatzsteuervoranmeldung.
- **Null-Umsatzsteuer auf Anlagen bis 30 kW Peak und „Inbetriebnahme“ 2023,**
d.h. Sie zahlen keine Umsatzsteuer auf PV-Anlagen

Fördermethoden nach Gebäude Energie Gesetz (GEG)

- Gem. Gebäudeenergiegesetz (GEG §89 und §36) **können Anlagen** zur Nutzung erneuerbarer Energien **gefördert** werden, wenn sie zu **Wärme- oder Warmwassererzeugung** eingesetzt werden (das schließt PV, aber auch Solarthermie ein).
- Diese Art der **Förderung** kann im Zusammenhang mit **Neubauten oder energetischer Sanierung** für den Anteil „Brauchwassererwärmung“ oder „Wärmepumpenbetrieb“ greifen.
- Diese Förderung ist an ein baurechtliches Genehmigungsverfahren gebunden.
- ... und bedingt eine gebäudeenergetische Beratung / Begleitung.

III. Energiespeicher (Stromspeicher)

1. Lithium-Ionen-Speicher / 2. Lithium-Eisenphosphat-Speicher

Es wurde im Zusammenhang mit den Anlagenkomponenten bereits einiges über die Batteriespeicher gesagt.

Das Thema wird hier noch einmal aufgegriffen, da in der Batterietechnologie ein ganz wesentliches Schlüsselement liegt, ohne das die Energiewende nicht oder bei weitem nicht so schnell erreicht werden kann.

Die Batterie steht in der Kritik, weil ihre Herstellung und Betrieb durchaus auch problematische Seiten haben.

- Die Herstellung benötigt entlang der Wertschöpfungskette eine Menge Energie (125 kg CO₂ pro 1 kWh Speicherkapazität), welche diesen in ihrer in ihren Lebenszyklus erst einmal wieder „einspielen“ muss (ca. 1,5 Jahre bei optimaler Auslastung).
- Die in der Herstellung der Lithium-Ionen-Batterien, wie sie in Fahrzeugen oder elektronischen Geräten verbaut sind, benötigten Rohstoffe (Lithium, Kobalt und Nickel) sind nicht in unbegrenztem Maße auf der Erde verfügbar, und deren Gewinnung steht darüber hinaus in zweifelhaftem Ruf.
Einmal geschürft, können diese Rohstoffe zu 100 % recyclet werden, das ist die gute Nachricht, aber ob's für den Bedarf der Energiewende reicht, darf bezweifelt werden. Insgesamt ist die Recyclingquote für Batterien heute sehr hoch. Verbesserungspotential gibt es bei den Recyclingprozessen und bei der Standardisierung der Batterien. Die zuvor schon beschriebene **Lithium-Eisen-Phosphat**-Batterie hat da eine deutlich bessere Bilanz. Aber frei von Rohstoffbeschaffungsproblemen ist sie nicht. Letztlich wird die Verfügbarkeit der Rohstoffe darüber entscheiden, ob die „**Batterie-Elektrifizierung**“ eine **Brückentechnologie** bleibt **oder** ein echtes **Standbein der Energiewende** werden kann.
- Weiterhin problematisch ist das Brand-Risiko bei Standard Li-Ionen-Batterien im Falle eines Batteriekurzschlusses. Dieser kommt nur sehr selten vor. Wenn er aber passiert, ist der Umgang mit der Situation schwierig, da sehr hohe Temperaturen entstehen, die eine Brandbekämpfung schwierig gestalten, und es zur Emission von umweltschädlichen und teilweise toxischen Stoffen kommt, welche aufwendig beseitigt werden müssen. Die Lithium-Eisenphosphat-Batterie hat dieses Risiko nicht.
- Über die Zyklen-Festigkeit der beiden Batterievarianten wurde zuvor schon berichtet.

Beide Varianten haben ihre Berechtigung.

Die Standard Li-Ionen-Batterie hat immer noch die größte Leistungsdichte und ist daher im Moment nicht aus den Fahrzeugen weg zu denken.

Die Li-Eisen-Phosphat-Batterie kann den Nachteil der geringeren Leistungsdichte leicht durch seine Zyklen-Festigkeit und Brandsicherheit wettmachen und ist der „nahezu“ perfekte Kandidat für PV-Batteriespeicher.

2.Natrium-Ionen-Speicher (der Game Changer).

Es gibt einen neuen Batterie-Kandidaten am Horizont. Die **Natrium-Ionen-Batterie**. Natrium ist dem Lithium chemisch sehr ähnlich und wurde schon länger als möglicher Ersatz gehandelt.

Natrium ist, im Gegensatz zu Lithium, praktisch unbegrenzt verfügbar (z.B. im Meer- / Kochsalz) und sehr leicht zu gewinnen.

Damit wäre dann der letzte, offenkundig kritische Kandidat aus der Batterieproduktion, überwunden.

Die im Internet berichteten Eigenschaften sind fast schon zu schön, um wahr zu sein. **Die Daten sind so vielversprechend**, dass die ersten **Serienproduktionen 2023 aufgesetzt werden**.

Die Liste der Vorzüge ist lang:

- Zyklenzahlen bis 50.000 !! und mehr (10 x Li-Eisenphosphat, 100 x Std. Li-Ionen Batterie)
- Leistungsdichten zwischen Li-Eisenphosphat und Std. Li-Ionen- Batterie und mehr
- ein absoluter „Schnelllader“
- brandsicher wie die Li-Eisenphosphat-Batterie
- praktisch keine teuren oder seltenen Rohstoffe (schon gar keine Konfliktstoffe)
- deutlich energiesparender entlang der Wertschöpfungskette.
- „Drop-In“ fähig. D.h. Natrium-Ionen-Batterien können mit nahezu denselben Fertigungsprozessen und Anlagen hergestellt werden wie heutige Li-Ionen-Batterien.
 - Das Rad der Fertigung muss nicht neu erfunden werden
 - Die bestehende Infrastruktur zur Batteriefertigung kann weiter genutzt werden.

Wenn sich diese Eigenschaften bestätigen und verstetigen, dann wird dies die Energiewende auf eine ganz neue und breite Grundlage stellen.

Billige (hoffentlich), **langlebige**, zuverlässige, **sichere** und in **großen Menge herstellbare Batterien**:

Dies hat massive Folgen für die künftigen Energiemärkte.

IV. Strommärkte

Heute

- **Netzengpässe / „Redispatch“-Markt**

Netzengpässe sind Stellen im deutschen Stromnetz, die den freien Stromtransfer zwischen dem stromreichen Norden und dem ärmeren Süden behindern. Die notwendigen Energiemengen können nicht übertragen werden.

Um mit dieser Problematik umzugehen, hat man den sogenannte „**Redispatch**“ erfunden.

Mit ihm werden die übergeordneten Netzbetreiber (diese sind für die **Netzstabilität verantwortlich**) autorisiert

 - in Gebieten mit **Überkapazitäten**, Erzeuger vom Netz zu nehmen.
 - in Gebieten mit **Unterversorgung**, Erzeuger anzuweisen Kapazitäten hochzufahren.

Mit diesem Mechanismus werden Netzengpässe wirkungsvoll unterbunden.

Damit alle glücklich sind, bekommen beide Seiten eine vom Verbraucher oder dem Staat (?) finanzierte Entschädigung.

Da sich dieses Geschehen in der Regel in Hochstromphasen abspielt, orientiert sich der Wert der Entschädigung am börslichen Strompreis (dem **Spotmarkt, oder EEX / EPEX Strompreis**). Dort ist der Strom, da er sehr kurzfristig gehandelt wird, zu den relevanten Zeiten sehr teuer.

Die Verlockung ist sicher groß, Einnahmen durch (ggf. künstliche) Verknappung bzw. Meldung (ggf. auch künstlicher) Überkapazitäten zu generieren.
- **Strom-Gas-Preis-Kopplungen (Merit-Order Prinzip)**

Der Strompreis richtet sich nach dem zuletzt geschalteten und damit teuersten Kraftwerk. D.h. diese Preise werden wieder aus den Wertständen am Spotmarkt ermittelt.

Diese Logik hat man mit Bedacht eingeführt, auch um die erneuerbaren Energien zu fördern (so wird zumindest berichtet).

PV-Strom oder Windstrom sind allen fossilen oder atomaren Stromerzeugern kostenmäßig weit überlegen. D.h. wenn ich eine sehr günstige Stromquelle habe und gleichzeitig einen sehr hohen Verkaufspreis (Merit Order) erzielen kann, dann ist der Anreiz PV und Windenergieanlagen zu bauen sehr groß.

Dieser Mechanismus ist gut und funktioniert so lange, wie der Aufwuchs an grünem Strom dazu führt, dass mittel- oder langfristig der Strompreis für „Otto-Normal-Verbraucher“ (ONV) auch sinkt.

Aber leider ist ONV nur Zaungast. Er hat keinen Einfluss auf Verknappungen oder Überkapazitäten, er sagt nicht wann welches und welche Art von Kraftwerk ans Netz genommen wird.
- **Statische Stromtarife**

Die weitaus meisten Stromtarife sind mehr oder wenige statisch. Sie zahlen einen bestimmten festen Tarif.

Vielleicht gibt es noch günstigeren Strom für die Wärmepumpe oder einen Nachtspeicherofen oder einen Tag-Nacht-Tarifwechsel. Aber mehr gibt es meistens nicht.

Damit gibt es **keinen nennenswerten Anreiz den Stromverbrauch zeitlich zu steuern**. Wir verbrauchen den Strom, wenn wir ihn brauchen, mit der Folge, dass die **Stromspitzen, die Problematik der Netzengpässe, der Merit-Order Preisbildung allesamt verschärft werden**.

- Sehr **geringe Teilhabe** von Erzeuger-Verbrauchern (**Prosumer**)
Prosumer sind die Betreiber von PV- (oder sonstigen) Anlagen, die gleichzeitig Lieferant und Kunde des Energieversorgers sind.
Bekommen Sie eine Einspeisevergütung, wird dem Versorger der Fehlbetrag zwischen aktuellen Stromwert und der Vergütung ausgeglichen, wenn er dabei Verlust machen würde. Sie bekommen auch mehr als der Strommarkt ggf. hergibt. Aber wenn der aktuelle Strommarkt über der Einspeisevergütung liegt, bleiben die Gewinne einseitig beim Ihrem Stromlieferanten.
Für beide Seiten ein Null-Risiko-Prinzip, aber ein einseitiges Chancensystem.
Man braucht nicht viel Phantasie, um zu verstehen, warum die Versorger nur ungern variable Tarife anbieten. Es würde ihre Dominanz und Marktmacht einschränken.
- Sehr **geringe Netzpufferkapazitäten**
Das letzte Puzzlesteinchen ist eigentlich keines, da es nur die Konsequenz der vorgenannten Punkte ist. Es besteht eine große Notwendigkeit zur Vorhaltung von Regelreserven.

Lassen Sie die Punkte oben auf sich wirken, lesen Sie noch mal in aller Ruhe. Gerne durchsuchen Sie das Internet nach diesen Schlagworten.

Und dann stellen Sie sich vor, Sie wären Stromversorger, nicht mit der kleinen PV-Anlage, ein echter Marktteilnehmer An was würden Sie denken?

... und in der Zukunft

Die Schwachstellen der heutigen Märkte sind die Chancen der künftigen Märkte. All das Gerede über **Blackout**, **Netzengpässe**, **Mangellage**, die Tagfieberträume über **Atomkraftwerke** oder sogar **Fracking**. Das fällt alles wie ein Kartenhaus in sich zusammen, wenn man die Chancen nutzt.

- **Netzengpässe auflösen**
Das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) zur Verfahrensvereinfachung für die Genehmigung / Planung ist bereits beschlossen.
- **Strom-Gas-Preis-Kopplungen**
Das BMWU hat klar kundgetan, dass diese Kopplung überwunden werden soll. Jedoch geht dies angeblich nur im europäischen Verbund. D.h. die Lösung wird noch eine ganze Zeit auf sich warten lassen.
Ein Schnellschuss dürfte hier aber ohnehin fehl am Platze sein, denn der ursprüngliche Gedanke Investitionsanreize zu schaffen, ist wichtiger denn je. Mit einem Federstrich einfach wegstreichen, da würde man die Energiewende massiv behindern.
Die Lösung will gut durchdacht sein.
Aber ggf. muss diese Kopplung auch nicht entflochten werden. Wenn wir es schaffen, das Gas aus dem Spiel zu nehmen (oder zumindest zurück zu drängen), dann kann das gerne bleiben.
- **Variable / dynamische Stromtarife** (siehe auch EnWG §41a)
Dieses System muss für den normalen Bürger geöffnet werden. Es müssen wirtschaftliche Anreize her, den Stromverbrauch über den Tag zu verteilen. Ein variabler oder dynamischer Strompreis ist dafür ein hervorragendes Werkzeug.

Strom billig machen, wenn der im Überfluss vorhanden ist und teuer, wenn der Strom eher knapp ist. Die Preissignale sind am Markt bereits vorhanden, aber für Normal-Strom-Kunden nicht so ohne Weiteres zugänglich.

[§41a des EnWG](#) (Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung) sagt eindeutig, dass solche variablen Tarife vom Versorger bereitgestellt werden müssen. Leider ist die „Verpflichtung“ auf Versorger beschränkt, die mehr als 100.000 Kunden bedienen (weniger als 50.000 ab 1. Jan 2025).

„[Finanztip](#)“ hat eine sehr gute Aufarbeitung dieser Thematik geschrieben.

Darin werden strukturiert 4 verschiedene Optionen erklärt:

- Der lastabhängige Stromtarif. Bestimmte Geräte bekommen Sonderkonditionen (Nachtspeicher, Wärmepumpen oder Wallboxen).
- Der zeitvariable Stromtarif **mit festgelegten Zeiten**. Darunter fallen z.B. die heute schon üblichen (HT)Tag- und (NT)Nachttarife.
- Zeitvariable Tarife Strompreisänderungen **ohne festgelegte Zeiten**. Die Tarife sind zeitlich variabel, aber z.B. an einen Preiskorridor gebunden, dessen Parameter laufend neu aus dem Marktgeschehen abgeleitet werden.
- Dynamische Tarife orientieren sich am aktuellen Strommarkt.

Voraussetzung für variable Tarife sind entsprechende Stromzähler. Um die Vorteile des „dynamischen“ Tarifs nutzen zu können, muss es ein „intelligenter“ Zähler sein. Damit gewinnen Sie erstens Kenntnis vom aktuellen Strompreis und zweitens können Sie darauf reagieren (im Idealfall übernimmt dies der Zähler).

Auch wenn sich im Strompreis nur bis zu 44% der Kosten auf die Erzeugung beziehen (der Rest ist Netz-Messstellen-Entgelt 25%, Steuern 22%, Konzessionsabgaben und Umlagen 9%), lassen sich deutlich Einsparungen erwirtschaften, wenn es gelingt die Verbrauchszeiten zu koordinieren.

Die Vorteile liegen auf der Hand:

- Sie können ihre Stromkosten aktiv beeinflussen.
- Das öffentliche Stromnetz wird massiv entlastet.

- **Mehr Teilhabe**

Mit den variablen Tarifen hat man mehr Möglichkeiten an seinen Kosten zu arbeiten, aber eine Teilhabe am Markt ist das nicht.

Teilhabe bedeutet, die Gelegenheit zu bekommen an der Wertschöpfungskette beteiligt zu werden.

Dafür muss man Akteur am Markt sein, was aber für den Normalbürger so nicht möglich ist. Was aber geht (rechtlich heute schon) ist die Beteiligung über z.B. Genossenschaften (EEG: Bürgerenergiegesellschaften). Aber dafür muss man sich auf Suche begeben. Die normalen Versorger haben wenig Neigung den großen Kuchen mit vielen kleinen „Mitessern“ zu teilen.

- **Netzpufferkapazitäten**

Der Mangel an Speichermöglichkeiten für den Lastausgleich über den Tag (oder die Speicherung von grüner Überschussenergie) erzwingt die Notwendigkeit große Regelreserven vorzuhalten (Großkraftwerke für die Grundlast und die Spitzenlasten). Damit ist dieser Mangel ein ganz wesentlicher Preistreiber im Markt.

Die Lösung für das Problems ist ganz einfach: Aufbau einer sehr großen „dezentralen“ Speicherinfrastruktur. Das können regionale Speicherstationen sein (Speicherseen sind auch nichts anderes) oder lokale Speicher, z.B. bei Ihnen im Haus aus der PV-Anlage ... oder zur Not auch ohne PV-Anlage.

Zusammenfassung:

Fügen Sie diese Bausteine im Kopf zusammen. Beziehen Sie auch die Entwicklung am Speichermarkt mit ein (Stichwort: Natrium-Ionen-Batterie).

- Die Notwendigkeit für große Regelreserven wird durch Regional- oder Hausspeicher immer kleiner.
- Netzengpässe können durch regionale Puffer ausgeglichen werden.
- Das Problem der Netzstabilität kann deutlich entschärft werden.
- Der „Autarkiegrad“ der Republik kann dramatisch in die Höhe geschoben werden.
- Die Strompreise werden zwar nicht entkoppelt von der Mert-Order, aber die Preisausschläge werden deutlich gedämpft.
- Mit der „Speicherrevolution“ (ich lehne mich sehr weit aus dem Fenster) rückt die fast vollständige Elektrifizierung unserer gesellschaftlichen Abläufe in sehr greifbare Nähe.

Zur Wahrheit gehört aber auch, dass diese Mechanismen, welche jetzt die Einführung der erneuerbaren Energien befördern, letztlich auf sich selbst rückwirken werden.

D.h, z.B. der Anreiz, seinen Stromverbrauch zeitlich zu organisieren, wird immer schwächer je mehr sich die Strompreise über den Tag stabilisieren im Sinne von geringen Schwankungen. Die Strompreise werden insgesamt sinken, was bzgl. Ausbau erneuerbarer Energien, eher eine Investitionsbremse ist.

Da wird einiges politisches Geschick gefragt sein, diese Stromzukunft „ökonomisch“ nachhaltig zu gestalten („ökologisch“ nachhaltig ist das Ganze sowieso).

Man kann sich fragen, ist das die Energiezukunft, in der ich leben will?

Was heute eine gute Investition ist, kann in dieser Zukunft ggf. nicht mehr attraktiv sein (das verunsichert).

Das Problem dahinter ist, dass die wirtschaftlichen Anreize vor dem Hintergrund der „aktuellen“ Marktsituation betrachtet werden.

Auf lange Sicht und bis zum Ende gedacht, wird unser wirtschaftlicher Vorteil vermutlich weniger auf der Stromabrechnung sichtbar sein, sondern auf der Gehaltsabrechnung.

Eine solche Energiezukunft wird uns ungeahnte Marktvorteile bringen: **Versorgungssicherheit**, **„Resilienz“** (Robustheit) und **Standortvorteile** gegenüber allen, die immer noch auf teure Atomkraft setzen wollen oder den Wandel durch Schnapsideen, wie Fracking (und andere Kandidaten) weiter verzögern.

Es liegen alle Bausteine auf dem Tisch. Wir müssen sie „nur“ richtig zusammensetzen.

Volkswirtschaftlich wird es eine Erfolgs-Story.

Ob damit die Welt gerettet wird, hängt davon ab, wie viele mitmachen.

Sich auf Klimaziele einigen, bringt offensichtlich nicht ganz so viel.

Zeigen, dass es geht und dass es sich lohnt, ist viel wichtiger.