

Warum 100% EE nicht funktioniert

100% Erneuerbare Energien bedeutet, dass die fossilen Backup-Kraftwerke abgeschafft werden, und in Deutschland bedeutet es den Ausbau von Wind- und Solarkraft. Um deren Stroml cher zu f llen, müssen dann Langzeit-Großspeicher für Strom eingesetzt werden. Großspeicher, weil mindestens 14 Tage Dunkelflaute abgedeckt sein müssen, besser mehr, denn Blackouts sind extrem teuer und richten wochenlang schweren Schaden an. Langzeit, weil die Energie dafür monatelang bereitgehalten werden muss. Unter ökonomischen Bedingungen ist sowas nicht machbar, dazu wird hier eine schlüssige Begründung abgeliefert.

- Es wird vorgerechnet, dass keine anderen Energieformen für die Speicherung in Frage kommen außer chemischen Speichern, weil die anderen um Gr Benordnungen zu wenig Energiedichte haben. Das wird als 3. Punkt behandelt.
- Die besten Energiespeicher sind Kohlenwasserstoffe, aber die sollen ja abgeschafft werden. Bleiben Akkus, die extrem teuer sind, und Wasserstofftechnik, die extrem teuer und extrem ineffizient ist. Das wird Punkt 2.
- Die prinzipiellen Probleme bei Langzeit-Stromspeichern machen das Projekt dann de facto unmöglich. Weil das ein Totschlagsargument ist, kommt das als Punkt 1.

1. Prinzipielle Probleme bei Langzeit-Stromspeichern

Hier gibt es 3 Grundprobleme, die einzeln diskutiert werden:

- a) Es ist prinzipiell unbekannt, wie groß die Speicher sein müssen, weil unbekannt ist, wie lange Dunkelflaute herrschen kann.**
- b) Die technischen Probleme mögen lösbar sein, das Kostenproblem ist es prinzipiell höchstwahrscheinlich nicht.**
- c) Die riesigen Investitionen bringen keinen ökonomischen Mehrwert.**

a) Beim Fall a) gibt es Statistiken für die Wahrscheinlichkeit und die Länge der Dunkelflauten, die mit den Speichern überbrückt werden müssen. Es gibt aber keine Gewähr dafür, dass sich das Wettergeschehen an die Statistik hält. Und die verschiedenen Maßnahmen, um eine bessere Statistik zu kriegen, sind zweifelhaft.

Zunächst wäre da die europaweite Vernetzung, mit dem Argument, irgendwo wird schon nachts der Wind wehen, so dass immer Strom kommt.

Das ist gleich zweimal falsch. Einmal, weil es nicht stimmt und eine europaweite nächtliche Flaute zwar unwahrscheinlich, aber doch möglich ist. Und zum zweiten, weil die unausgesprochene Voraussetzung nicht stimmt, dass der Strom dann bei uns abgeliefert wird. Vielmehr wird er vor Ort gebraucht. Nur wenn es einen großen  berschuss gibt, kommt der hier an. Das gibt die Statistik aber nicht im entferntesten her, dass immer irgendwo großer  berschuss ist. Die teure Investition ins europaweite Netz muss also gegen den Nutzen abgewogen werden, der bei weitem nicht bis dahin geht, dass alle Stroml cher gestopft werden..

Es wird auch darauf gezielt, das Problem auf die Elektroauto-Fahrer abzuwälzen, die ihre Akkus zur Entnahme bereitstellen sollen. Dafür dürfte sich die Begeisterung in Grenzen halten, weil es das Elektroauto-Fahren noch wetterabhängiger macht. Es kommen auch höchstens ein paar GWh zusammen, vielleicht der deutsche Stromverbrauch von 1, 2, 3 h. Das ist für Langzeitspeicherung uninteressant. Selbiges gilt für andere Diversifikationsversuche, z.B. thermische Speicher.

b) Die Probleme aus dem Bereich b) sind noch gravierender, wie ein einfaches Beispiel mit aktuellen Zahlen zeigt. Angenommen, es gibt Langzeit-Akkus die sich nicht selber entladen (was es derzeit nicht gibt, was aber machbar erscheint), und die kosten dasselbe wie jetzt. Dann kostet der Akku das 5000-fache vom Strom, den er speichert (500 € pro kWh Speicher, 0,1 € pro kWh Strom).

Angenommen eine Haltbarkeit von 20 Jahren (≈ 1000 Wochen), und es sollen 2 Wochen abgedeckt sein, dann ist Strom für 1/500 der Lebensspanne zu speichern. Die Speicherkosten sind dann $5000/500 = 10$ mal die gesamten Stromkosten. Also verteuert sich die ganze Stromversorgung um einen Faktor von 11. *Das heißt, Langzeit-Großspeicher für Strom müssen extrem billig sein, sonst vervielfachen sie den Strompreis.*

Das ist ein Totschlagsargument, weil es wohl nie extrem billige Langzeit-Stromspeicher geben wird. Und wenn die Technik nur in Deutschland eingeführt wird, und die anderen Länder tun's nicht, dann ist es gleich nochmal ein Totschlagsargument, weil es Deutschland dann ruiniert.

c) Das Problem c) betrifft die Kosten-Dimension. Wenn so gewaltige Beträge investiert werden, möchte man doch auch eine Verbesserung sehen. Es gibt aber nur eine Verschlechterung. Eine zuverlässige Funktion wird ersetzt durch eine wetterabhängige Funktion, mit der Ungewissheit, ob immer Strom geliefert werden kann. Es gibt also keinen ökonomischen Mehrwert, im Gegenteil. Angesichts der extremen Kosten für den Ausbau (es muss mehrfach überdimensioniert werden, damit auch bei Schwachwind und Dämmerung Strom kommt), und der hohen Vernetzungs- und Regelungskosten (bei l nderübergreifendem Ausbau) und der extremen Kosten für

die Speicher ist die Kosten/Nutzen-Relation sehr schlecht. Am schlechtesten ist sie bei den letzten % Ausbau bis 100%. Da geht der Grenznutzen gegen 0, d.h. trotz sehr hoher Kosten kommt nur sehr wenig CO₂-Einsparung raus (weil Erzeugung, Verteilung, Speicherung immer weiter überdimensioniert werden müssen, um die unwahrscheinlichsten Fälle abzudecken und die letzten Löcher zu stopfen). *Anders investiert, hätte das Geld viel mehr Nutzen, es ist also eine Fehlallokation.*

2. Akkus und Wasserstoffwirtschaft als Speicher

Eigentlich sind Akkus die Premium-Speichertechnik, Strom rein - Strom raus ohne große Verluste. Aber das Akku-Problem wurde schon genannt, es ist einmal das Langzeit-Problem, dass der Akku sich selbst entlädt. Das kann durch höheren Innenwiderstand (wahrscheinlich) gelöst werden. Schwerer dürfte das Problem der Kosten wiegen. Das ist ein Effizienzproblem, das Akku-Material enthält zig-Mal mehr Energie als es speichern kann (deshalb brennen leere Akkus genauso gut wie volle). Höchstwahrscheinlich lässt sich das Kosten-Gefüge überhaupt nicht im notwendigen Umfang verbessern.

Die Wasserstofftechnik ist noch problematischer. Das liegt daran, dass Wasserstoff nur eine einzige gute Eigenschaft hat, nämlich hohen Brennwert ohne CO₂-Ausstoß, ca. 30 kWh/kg). Alle anderen Eigenschaften sind schlecht. Die Dichte ist extrem gering, um 1 kg zusammenzubringen braucht man 11 m³ Wasserstoff. Das Gas ist aggressiv und versprödet Wandungen, es ist flüchtig und durchdringt sie, und es ist leicht entzündlich, bei bestimmten Konzentrationen explodiert es sogar.

Es gibt verschiedene Speicherformen, die alle schlecht sind. Benutzt wird die Komprimierung auf extreme Drücke von mehreren 100 bar (bei 1000 bar sind nur 50 kg in 1 m³). Das kostet viel Energie, aber die anderen Speicherformen sind noch schlechter. Verflüssigen geht nur durch Kühlung bis fast zum absoluten Nullpunkt (noch mehr Energieverlust). Umwandeln in Ammoniak kostet auch Energie, und Ammoniak ist giftig, und beim Verbrennen entsteht salpetrige Säure. Sonstige Techniken wie Metallhydride haben sich nicht bewährt, und Speicherung in organischen Flüssigkeiten wie Azeton ist problematisch, weil die alle giftig sind.

Die Wasserstofftechnologie ist gekennzeichnet durch hohe Verluste an allen Stationen, bei Erzeugung mit Elektrolyse, bei Komprimierung, bei Lagerung im Druckspeicher, bei Verstromung per Brennstoffzelle. Insgesamt kommen Wirkungsgrade von 30% raus (laut Literatur 25% bis 40%). Bei Langstreckentransport werden höchstens 20% erreicht (die werden für das EverWind-Projekt in Kanada angegeben, wo Energie aus Windstrom in Ammoniak umgewandelt werden soll, das verschifft und in Deutschland wieder verstromt werden soll). Die 20% sind aber nur Spekulation, bisher gibt es keinen halbwegs wirtschaftlichen Langstreckentransport von Wasserstoff. Wenn das wirklich mal gemacht wird, kommt vielleicht nur 10% Wirkungsgrad raus, also 100% Strom rein und am anderen Ende 10% Strom raus. Generell gilt für die Wasserstofftechnologie, dass man so eine problematische Technik nur in größter Not einführen sollte.

3. Energieformen für die Speicherung

Hier wird nun begründet, warum nur chemische Speicherung für Langzeit-Großspeicher von Strom in Frage kommen, also Akkus oder Power-to-Gas. Alle anderen verfügbaren Energieformen sind zu wenig energiehaltig. Ein Gegenbeispiel für gute Energiehaltigkeit: 1 l Benzin enthält eine Energie von ca. 10 kWh. Um das in potentieller Energie zu speichern, muss man 1 t um 3600 m hoch liften! Noch ein Beispiel: Um die Dunkelflaute vom Dez 22 (14 Tage) auszugleichen, hätte man den 14-Tages-Bedarf an Strom speichern müssen, das sind etwa 20 TWh. Dafür müsste man den gesamten Bodensee um 150 m hochpumpen! Das geht nicht, und es macht klar, Pumpspeicher sind um Größenordnungen zu ineffiziente Energiespeicher.

Für andere Energieformen gilt dasselbe wie für die potenzielle Energie, etwa für kinetische Energie (Schwungräder). Ein Schwungrad von 1 t mit 1 m Durchmesser und 100 Umdrehungen / sec speichert nur ca. 30 kWh. Wenn es größer und schneller sein soll, bewegt sich der Umfang mit Überschallgeschwindigkeit, das muss dann im Vakuum laufen, und es gibt keine Notbremse. Diese Technik ist zurecht kaum eingesetzt. Dasselbe gilt für pneumatische Energie (Druckspeicher) und thermische Energie (elektrische Wärmespeicher). Letztere haben auch noch besonders hohe Verluste bei der Rückumwandlung in Strom, sie sind also extrem umweltschädigend. In Wirklichkeit ist das alles viel zu teuer, zu umweltschädlich und zu ineffizient für den Massenmarkt.

(Die 3 Rechnungen: 1000 kg * 3600 m hochheben speichert 3.600.000 kpm \approx 36.000.000 Nm = 36.000 kW = 10 kWh.

50 Mrd. m³ Wasser im Bodensee = 50 Teraliter. Die 150 m hochpumpen gibt 50 * 150 = 7.500 Tkpm \approx 75.000 TNm = 75.000 TWs \approx 20 TWh.

1000 kg mit Geschwindigkeit \approx 300 m/s gibt $1000 \cdot 300^2 \text{ kgm}^2/\text{s}^2 \approx 100 \text{ MNm} = 100 \text{ MWs} \approx 30 \text{ kWh}$)

Also es kommen nur Akkus und allenfalls Wasserstofftechnik in Frage. Und auch wenn die technisch zum Funktionieren gebracht werden, sind sie ökonomisches Harakiri. Damit wäre plausibel begründet, warum 100% EE nicht funktioniert.

Wilfried Müller, 3. Januar 2024