

# Nachtrag: Von der Klimakatastrophe zur vollständigen Sonnenenergiewirtschaft – erreichbar mit ein paar Federstrichen!

von  
Egbert Scheunemann  
Im Juni 2019

**Notwendige Vorbemerkungen:** Als ich meinen Artikel „Von der Klimakatastrophe zur vollständigen Sonnenenergiewirtschaft – erreichbar mit ein paar Federstrichen!“ vor ein paar Tagen online stellte, bekam ich fast nur positive Reaktionen – fast: Einer meiner (gutmeinenden) Leser leitete mir eine E-Mail weiter, deren Verfasser mir als „große(r) Mann (des) Solarförderverein(s) SFV“ vorgestellt wurde, also quasi als Experte. Ich nenne ihn im Folgenden GM (für „Großer Mann“), obwohl mir sein Name bekannt ist. Es ging und geht mir nämlich (wie immer in wissenschaftlichen Diskussionskontexten) nicht um persönliche Scharmützel und Eitelkeiten, sondern um die Sache. Und die brennt – siehe Klimakatastrophe.

Auf jeden Fall: In der E-Mail von GM kommt ein Unverständnis von Atmosphärenphysik und den fundamentalen Funktionsprinzipien großer Verteilernetze zum Vorschein, das mich regelrecht erschreckt hat – und das mich deswegen befürchten ließ, dass auch andere meiner Leserinnen und Leser hier und da, um es diplomatisch zu formulieren, in Sachen Atmosphärenphysik und Funktionsprinzipien großer Verteilernetze vielleicht nicht so ganz fit sind.

In den Nachträgen hier auf S. 5 ff. werde ich also zunächst etwas ausführlicher darstellen, warum große Elektrizitätsverbundnetze, die sich über ganze Erdteile (und darüber hinaus), über viele Breiten- und Längengrade (Zeitzone) erstrecken, aufgrund ihrer Verteiler- und Ausgleichsfunktion als Energiespeicher zu verstehen sind. Was GM behauptet – „Scheunemann erkennt nicht: Die riesige Ausdehnung des europäischen Elektrizitätsverbundnetzes nützt uns gar nichts, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht“ – ist, was den Wind betrifft, objektiv falsch, weil, wie ich zeigen werde, physikalisch unmöglich. Windstille ist nur lokal und zeitlich eng begrenzt möglich – und genau das ist in solch riesigen Gebieten völlig irrelevant.

Direkt danach zeige ich noch einige andere Möglichkeiten auf, Elektrizität (gewonnen mithilfe von Windrädern oder fotoelektrischen Sonnenkollektoren) in andere Energieformen umzuwandeln, um sie zu speichern. Denn auch das wurde mir in besagter E-Mail zum Vorwurf gemacht – dass die Variante, elektrische Energie in Form von Druckluft zu speichern, so irgendwie gar nicht ginge.

Wenn Sie meinen Artikel, den ich nachfolgend nochmals, und zwar unverändert, wiedergebe, schon gelesen und noch gut in Erinnerung haben, können Sie also gleich auf den Seiten 5 ff. meine Nachträge lesen.

\*

Womöglich ist es dramaturgisch nicht klug, die paar Federstriche gleich zu Anfang zu skizzieren, die, in Gesetzesform gegossen, ebenso *strikt notwendig* wie *absolut hinreichend* wären, um die sich seit langen Jahren abzeichnende anthropogen verursachte Klimakatastrophe abzuwenden und das Ziel einer vollständigen Sonnenenergiewirtschaft (auch Wind- oder Bioenergie sind letztlich Formen von Sonnenenergie) in absehbarer Zeit zu erreichen – und erst danach aufzuzeigen, warum diese paar Federstriche dramatisch wirksamer und zielführender wären als das Gesamt der bisherigen Klimapolitik

(Weltklimakonferenzen, Emissionshandel, Diesel-Fahrverbote, Maut-System etc.). Aber Sie sollen von Anfang an wissen, worauf ich hinaus will. Hier also diese paar Federstriche – quasi als Gesetzesvorlage:

*„Die vorhandenen Steuern auf fossile Energieträger und auch die noch einzuführenden Steuern auf fossile Energieträger, die bislang noch nicht besteuert wurden (Kerosin etc.), steigen ab sofort um 10 Prozent jährlich (zunächst begrenzt auf 10 Jahre, um danach zu evaluieren und, je nach Ergebnis, nachzujustieren).<sup>1</sup> Die entsprechenden Steuereinnahmen sind zu verwenden für die Förderung der Nutzung regenerativer Energien, des öffentlichen Personen- und Güterverkehrs sowie für den sozialen Ausgleich, also die finanzielle Unterstützung von Personen mit geringen Arbeits- oder Sozialeinkommen.“<sup>2</sup>*

Das wär's! Mehr braucht es nicht! Keine klimaschädlichen Weltklimakonferenzen mehr (zu denen Zehntausende per Flugzeug über den halben Globus anreisen, um an vielleicht fünf Veranstaltungen von Hunderten teilzunehmen – die man im Zeitalter des Internets auch von zu Hause aus verfolgen könnte); keinen extrem verwaltungs- und kontrollaufwendigen Emissionshandel mehr; kein technisch-ökonomisch höchstgradig aufwendiges Maut-System mehr (das Maut-System etwa in Deutschland ist die mit Abstand technisch aufwendigste, teuerste und damit dümmste Art, Geld einzusammeln und das Autofahren zu verteuern); keinen politischen Kampf um Ausstiegsziele und -fristen mehr (das Ziel heißt einfach: die hundertprozentige Sonnenenergiewirtschaft in möglichst kurzer Zeit) – all das wäre ab sofort überflüssig, und die Politiker könnten sich in Sachen Klimapolitik zurücklehnen und nur noch Däumchen drehen.

Warum? Muss das wirklich erklärt werden? Es ist doch ganz einfach: Wüssten alle Konsumenten und Produzenten, dass die Nutzung fossiler Energieträger (Rohöl, Heizöl, Benzin, Kerosin, Erdgas etc. pp.) schnell (!) teurer und immer teurer wird – sie hätten jeden Anreiz, so schnell wie möglich den Verbrauch fossiler Energieträger zurückzufahren (als Konsument z. B. über die Nutzung von Energiespartetechnik, etwa Wärmedämmung oder effiziente Elektrogeräte, oder durch ‚strukturelles Energiesparen‘: Umstieg vom Auto auf die eigenen Beine, das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel) und auf die Nutzung regenerativer Energien umzusteigen (speziell in der Produktion, deren Güterausstoß damit CO<sub>2</sub>-arm bis -frei wäre): Windenergie, Fotovoltaik, Bioenergie (selbstverständlich nur aus Bioabfällen), synthetische Produktion von Kohlenwasserstoffen (etwa das Sun-to-Liquid-Verfahren, das mittels Sonnenenergie, Wasser und CO<sub>2</sub> (aus der Luft !!) z. B. Kerosin herstellt) etc.

In gut 25 Jahren könnte die Sache gelaufen sein – ohne dass in irgendeinem relevanten Ausmaß Arbeitslosigkeit entstünde, denn die Arbeits- und Fachkräfte aus den alten, in des Wortes doppelter Bedeutung: *fossilen* Industrien könnten peu à peu, Schritt um Schritt Arbeit finden in den neuen, aufsteigenden Solarindustrien (25 Jahre sind auch ein Zeitraum, in dem große Teile gegebener Industriebelegschaften einfach durch die natürliche Fluktuation ausscheiden).

<sup>1</sup> Zur Orientierung: Die Größe 100 steigt bei einer jährlichen Verzinsung von 10 Prozent über 10 Jahre auf die Größe 259,37 – also auf das mehr als 2,5-Fache.

<sup>2</sup> Man kann eine solche Steuer auf fossile Energieträger (der Klassiker: die Mineralölsteuer) natürlich auch als *CO<sub>2</sub>-Steuer* titulieren. Letzterer Ausdruck ist aber unglücklich, weil zum Beispiel auch wir Menschen via Atmung CO<sub>2</sub> emittieren – und das sollten wir tunlichst nicht besteuern. Genauso wenig das CO<sub>2</sub>, das bei der Verbrennung etwa von Biogas entsteht. Es geht wirklich um die Besteuerung *fossiler* Energieträger, die bei ihrer Verbrennung CO<sub>2</sub> emittieren, das *vor* Jahrmillionen und *über* Jahrmillionen der Erdatmosphäre entzogen wurde (via Pflanzenwuchs), nun aber in kürzesten Zeiträumen freigesetzt wird, und zwar in gigantischen Mengen.

## Kritik an der gegebenen Klimapolitik

Ja, so einfach könnte es gehen – stünden diesem einfachen, intelligenten, hochgradig effizienten (zur Erhöhung etwa der Mineralölsteuer braucht es keinen einzigen Bürokraten zusätzlich) und zu hundert Prozent zielsicheren Weg nicht massive Hindernisse und Interessen entgegen. Und dabei denke ich nicht nur an die Interessen der Kapitaleigner in der Mineralölindustrie oder im Kohlebergbau. Ich denke auch und – in *politischer* Hinsicht – sogar an erster Stelle an die Interessen jener, deren Arbeitsplätze, deren Ein- und Auskommen vom Fortbestand der bisherigen Klimapolitik abhängig sind. Sie müssten sich nämlich recht bald einen neuen Job suchen, würden die oben skizzierten wenigen Federstriche wirklich in Gesetzesform gegossen werden – in Deutschland und noch besser in der gesamten EU und am besten natürlich peu à peu weltweit, was ziemlich sicher auch passieren wird, weil jene, die auf dem Weg zur vollständigen Solarwirtschaft schnell voranschreiten, sich große Wettbewerbsvorteile verschaffen im Bereich nachhaltiger Zukunftstechnologien.

Ich kann es mir leicht machen und die gegebene Klimapolitik einfach von ihren Ergebnissen her kritisieren: Sie ist völlig gescheitert! Seit der ersten Weltklimakonferenz in Rio de Janeiro 1992, also vor bald 30 Jahren (in denen es fast 30 weitere UN-Weltkonferenzen und Nachfolgetreffen gab), ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß weltweit fast durchgehend gestiegen! Warum sollte die anthropogen verursachte Klimaerwärmung auch gestoppt werden – nur weil die internationale Politik irgendwelche Protokolle verabschiedet oder Ziele verkündet, deren Einhaltung so und so niemand einklagen kann? Die Klimaerwärmung kann einzig gestoppt werden durch den möglichst schnellen Ausstieg aus der Nutzung und vor allem Verbrennung fossiler Energieträger und die möglichst schnelle Verwirklichung einer vollständigen Sonnenenergiewirtschaft – auf dem Königsweg der schrittweisen Verteuerung fossiler Energieträger bei Förderung der Nutzung regenerativer Energieträger und sozialer Absicherung derer ‚da unten‘. Siehe oben. Was zu tun ist, ist eigentlich, fast hätte ich gesagt: *sonnenklar*.<sup>3</sup>

Das einzig (!) Positive an den Weltklimakonferenzen ist, dass sie dabei geholfen haben, das Augenmerk der weltweiten Öffentlichkeiten auf das derzeitige Menschheitsproblem schlechthin zu lenken: die drohende, ja sich schon abzeichnende und mehr und mehr real auswirkende Klimakatastrophe mit all ihren ökologisch, sozial, ökonomisch und politisch verheerenden Folgen (die in den Medien und auf nahezu allen Kanälen seit langer Zeit kommuniziert und deswegen hier nicht noch mal aufgezählt werden).

## Das Energiespeicherproblem – das keines ist

Abschließend und prophylaktisch noch ein paar klärende Worte zum Standardargument gegen die vollständige Sonnenenergiewirtschaft, das immer wieder von interessierter

---

<sup>3</sup> Und was in den letzten 25 bis 30 Jahren hätte getan werden müssen, ist seit fast 30 bzw. 25 Jahren hier nachzulesen:

Egbert Scheunemann: Ökologisch-humane Wirtschaftsdemokratie. Teil A: Rekonstruktion und Kritik der politisch-ökonomischen Theorieentwicklung bei Ota Šik, Teil B: Rekonstruktion und Kritik der sozialwissenschaftlichen Diskussion um Ota Šiks Modell einer humanen Wirtschaftsdemokratie, Lit Verlag Münster/Hamburg/London 1990, 2. Auflage 1996, ISBN: 3-88660-721-6, 504 Seiten.

Egbert Scheunemann: Ökologisch-humane Wirtschaftsdemokratie. Teil C: Ökologische Kritik am Industrialismus und sozialökologische Alternativen, Lit Verlag Münster/Hamburg/London 1995, ISBN: 3-8258-2612-0, 831 Seiten.

Vgl. zudem meinen aktuellen Artikel „Das gute Leben“:  
[www.egbert-scheunemann.de/Das-gute-Leben-Scheunemann.pdf](http://www.egbert-scheunemann.de/Das-gute-Leben-Scheunemann.pdf)

oder auch nur uninformativer Seite vorgetragen wird: Vor allem Sonnen- und Windenergie stünden nur diskontinuierlich zu Verfügung und könnten in großem Maße kaum oder technisch nur sehr aufwendig und deswegen nur sehr teuer gespeichert werden.

Zwei Argumente, die aufzeigen, dass dieses Standardargument nicht stimmt:

Zunächst: Der größte Speicher elektrischer Energie ist – in unseren Gefilden – das europäische Elektrizitätsverbundnetz (das technisch auch nordafrikanische Staaten umschließt und auch an andere Verbundnetze, etwa dem russischen, angeschlossen ist). Sämtliche Diskontinuitäten der Stromproduktion bei den Tausenden konventionellen Stromproduzenten (durch notwendiges Hoch- oder Runterfahren von Kraftwerken), werden durch dieses riesige System ausgeglichen: Was hier fehlt, wird dort mehr produziert – oder umgekehrt. In einer vollständigen Sonnenenergiewirtschaft gäbe es nicht nur Tausende, sondern Multimillionen von Stromproduzenten – alle Hausbesitzer mit Sonnenkollektoren auf dem Dach oder Landwirte mit Windrädern auf den Äckern (in vielen Industriestaaten geht es schon seit langen Jahren in diese Richtung). Das Ausgleichssystem wäre also viel sicherer, weil das Ausfallrisiko (kein Wind, keine Sonne) auf Multimillionen Produzenten und riesige Flächen verteilt wäre (vom Polarkreis bis zu Nordafrika, von der Westküste Frankreichs bis zum Ural – inklusive küstennaher Meeresflächen, auf denen Windparks installiert sind).

Aber sind, und mit dieser Frage zum zweiten Argument, in einem solchen System nicht doch auch Energiespeicher notwendig für den Grundlastbereich? Ja, aber es gibt ganz einfache Methoden, elektrische Energie zu speichern – und zwar durch Umwandlung in andere Energieformen, die leicht gelagert und schnell wieder in elektrische Energie rückverwandelt werden können. Für spezielle Zwecke kann Elektrizität auch in chemischer Form gespeichert werden (etwa in Lithium-Ionen-Batterien oder, siehe oben, durch solar-elektro-chemische Synthese spezieller Kohlenwasserstoffe, etwa Kerosin, aus  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ ). Solche elektrochemischen Energiespeicher sind für die Sicherung des Grundlastbereichs der Elektrizitätsversorgung aber wenig geeignet, weil viel zu teuer und ressourcenaufwendig (schon heute zeichnet sich bei der Produktion von Lithium-Ionen-Batterien für die E-Mobilität ein heftiger Preisanstieg für Lithium ab).

Der einfachste Weg, Elektrizität zu speichern, ist ihre Umwandlung in potenzielle Energie. Bei einem Pumpspeicherkraftwerk beispielsweise wird Elektrizität, wenn sie gerade im Überfluss vorhanden ist, genutzt, um Wasser in ein hoch gelegenes Becken zu pumpen. Elektrische Energie wird so in potenzielle Energie verwandelt – und quasi im Gravitationsfeld der Erde gespeichert. Bei Bedarf wird diese potenzielle Energie wieder in Elektrizität umgewandelt wie in klassischen Wasserkraftwerken.

Nun sind Flächen für solche (großdimensionalen) Wasserbecken als Energiespeicher in dicht besiedelten Gebieten wie Deutschland rar. Eine ganz einfache andere Methode, Elektrizität in potenzielle Energie umzuwandeln und so zu speichern, ist aber die Produktion von – Druckluft. Stellen Sie sich vor, in den Millionen von Kellern aller Wohn- und Geschäftshäuser, in denen heute Öltanks lagern, würden peu à peu Druckluftflaschen installiert werden (aus nachhaltigem Material, etwa rostfreiem Stahl produziert, können solche Flaschen über lange Jahrhunderte genutzt werden), in denen die elektrische Energie, die auf den Hausdächern und an den Südseiten der Häuser via Sonnenkollektoren oder auch durch kleine Windrotoren auf dem Dach gewonnen wird, in Überflusszeiten durch die Produktion von Druckluft gespeichert wird. Der Elektromotor, der das leisten würde, wäre in Zeiten des Energiebedarfs dann umgekehrt der Generator, der aus der Druckluft via Turbinen wieder Elektrizität produziert.<sup>4</sup> Und auch diese millionenfachen Energie-

---

<sup>4</sup> Vgl. auch <https://de.wikipedia.org/wiki/Druckluftspeicherkraftwerk>

speicher wären über das große europäische Elektrizitätsnetz alle indirekt miteinander verbunden – womit endgültig ein absolut sicheres Energieversorgungsnetz geschaffen wäre, das zu hundert Prozent auf Sonnenenergie basiert und somit absolut klimaneutral ist.

So könnte es gehen, auf diesen Wegen wäre eine vollständige Sonnenenergiewirtschaft in wenigen Jahrzehnten zu erreichen, initiiert und in die Wege geleitet durch ein paar – Federstriche.

\*

## Nachträge

### *Zur Atmosphärenphysik:*

Wind ist – als kinetische Energie der Gasmoleküle, aus denen er besteht – die Folge der sehr unterschiedlichen elektromagnetischen Einstrahlung der (ursprünglich thermonuklearen) Sonnenenergie in die Atmosphäre der Erde: aufgrund des Tag-Nacht-Wechsels (Rotation der Erde um die eigene Achse), des Jahreszeitenwechsels (Rotation der Erde, deren Rotationsaxe zur Ekliptik um 23,5 Grad geneigt ist, um die Sonne), des Einstrahlungswinkels (je nach Breitengrad, Tages- und Jahreszeit) sowie der sehr unterschiedlichen Bewölkungsverhältnisse und anderer atmosphärischer Faktoren (Anteil klimarelevanter Gase wie CO<sub>2</sub> oder CH<sub>4</sub>, Smog, Asche- und Gasauswurf von Vulkanen etc.). Wind ist der energetische Prozess (die physikalische Natur tendiert grundsätzlich zu möglichst niederenergetischen Zuständen, siehe Entropiegesetz als Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik), der diese sehr unterschiedlichen Einträge der Sonnenenergie ausgleicht, besser: Er ist die Daseinsweise dieses zwingenden physikalischen Ausgleichsprozesses. Es ist physikalisch unmöglich, dass dieser Energieausgleichsprozess *nicht* abläuft. Lokal und zeitlich eng begrenzt ist ‚Windstille‘ bis zu einem gewissen Grad möglich. In größeren Gebieten, in denen der Energieeintrag der Sonne in die Erdatmosphäre aus den genannten Gründen *zwingend* unterschiedlich ist, ist Windstille über das gesamte Gebiet hinweg *zwingend unmöglich* – umso mehr in riesigen Gebieten, die sich vom Polarkreis bis nach Nordafrika, von der Ostküste des Atlantiks bis zum Ural erstrecken. Dieser energetische Ausgleichsprozess läuft auch nachts ab aufgrund tagsüber unterschiedlich aufgeheizter Land- oder Wasserflächen, der tagsüber geschaffenen Impulsgrößen und Trägheitsmomente unterschiedlicher Luftmassen (Tief- oder Hochdruckgebiete etc.) oder auch der an den (mit der Sonne wandernden) Tag-Nacht-Grenzen auftretenden Temperaturdifferenzen.

Windrotoren klinken sich in diesen *immer und ohne jede Ausnahme stattfindenden, weil physikalisch zwingenden* energetischen Ausgleichsprozess in der Atmosphäre nur ein (mit dem übrigens nicht zu vernachlässigenden positiven Begleiteffekt, kinetische Energie, die in Form von Stürmen verheerend sein kann, zumindest anteilig aus der Atmosphäre zu nehmen). Sind diese Windrotoren in hinreichender Zahl an günstigen Stellen über das gesamte Netz, das sämtliche lokalen Produktionsschwankungen über seine Verteilerfunktion ausgleicht, verteilt, ist also ein Zusammenbruch des Systems aufgrund von netzweiter Windstille völlig unmöglich, weil eine solche netzweite Windstille völlig unmöglich ist – aus, wie gesagt, physikalisch zwingenden Gründen. Die Behauptung, die „*riesige* Ausdehnung des europäischen Elektrizitätsverbundnetzes nützt uns gar nichts, wenn die Sonne nicht scheint *und der Wind nicht weht*“ (Hervorhebungen E.S.), ist also objektiv falsch, weil in riesigen Gebieten physikalisch unmöglich.

Dass die Verteilungs- und Ausgleichsfunktion sehr großer Netze diese auch dann stabilisiert, wenn die Einspeisungen in Form von sehr vielen kleinen Quanten und lokal höchst unterschiedlich und diskontinuierlich erfolgen, zeigt sich schon seit langer Zeit

ganz real im ganz real existierenden Europäischen Elektrizitätsverbundnetz – obwohl dieses Netz anfänglich auf diskontinuierliche kleine Energieeinträge von inzwischen wohl (EU-weit) schon Hunderttausenden Produzenten von Sonnen- und Windenergie überhaupt nicht zugeschnitten war: Es ist noch nie zusammengebrochen aufgrund lokal höchst unterschiedlicher, diskontinuierlicher Energieeinspeisungen! Die von den großen Energiekonzernen vorgehaltenen Reservekraftwerke sind (in Deutschland) noch nie genutzt worden – sie *mussten* noch nie genutzt werden! Nochmals: Obwohl inzwischen Hunderttausende von Kleinproduzenten Elektrizität aus diskontinuierlich verfügbaren Quellen einspeisen! Und ein solcher Systemzusammenbruch unterbleibt, gerade *weil* es inzwischen so viele sind, die einspeisen (übrigens auch aus Biogasanlagen, kleinen Wasserkraftwerken etc.) – und das Netz die Vorteile seiner Verteilungs- und Ausgleichsfunktion umso besser ausspielen kann im Sinne einer größeren, breiteren Risikoverteilung.

Und nebenbei: Dass inzwischen so viele Kleinproduzenten ihre via Sonnenkollektoren oder Windrotoren (oder sonst wie nachhaltig) gewonnene elektrische Energie ins Netz einspeisen, ist in Deutschland natürlich Folge des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (die ursprüngliche Fassung des EEGs stammt aus dem Jahr 2000) – ein ganz wunderbares Beispiel, das wiederum zeigt, wie mit wenigen Federstrichen Gewaltiges initiiert und in die Wege geleitet werden kann. Die Quintessenz des EEG kann man nämlich sinngemäß in folgende wenige Federstriche fassen: Es ist ab sofort jedem Produzenten von Elektrizität aus erneuerbaren Quellen erlaubt, diese ins Netz zu speisen, und ihm sind dafür die Entstehungskosten sowie eine angemessene Kapitalverzinsung zu vergüten. Das war's! Im komprimierten Kern des EEG steht genau das! Die Folgen sind bekannt: In Deutschland betrug der Anteil des Ökostroms an der gesamten Stromproduktion im Jahr 2018 schon über 40 Prozent.<sup>5</sup> Nach nur 18 Jahren EEG! Und ohne jeden UN-Generalplan, ohne jedes UN-Protokoll, ohne jede UN-Ausstiegsfristen oder UN-Klimaziele à la UN-Weltklimakonferenzen! Einfach so! Nur aufgrund von ein paar Federstrichen! Und natürlich aufgrund der durch diese Federstriche entfachten Initiative Tausender von Menschen, die die ökologische Energiewende beherzt in die Hand nahmen ...

Diese 18 Jahre zeigen im Übrigen auch, dass meine These, der vollständige Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger<sup>6</sup> und die Verwirklichung einer vollständigen Sonnenenergiewirtschaft sei in 25 Jahren zu schaffen, ohne dass es zu – auch nur irgendwie relevanten – wirtschaftlichen Problemen (Arbeitslosigkeit etc.) kommen muss, in hohem Maße realistisch ist. Wenn man nur den Königsweg der kontinuierlichen robusten Verteuerung aller fossilen Energieträger geht – bei Nutzung der Steuererträge für die Förderung erneuerbarer Energien und des öffentlichen Personen- und Güterverkehrs sowie für den sozialen Ausgleich in Form der Unterstützung unterer Einkommensklassen ...

#### *Zu anderen Möglichkeiten der Energiespeicherung:*

Ich hatte in meinem Artikel (siehe oben) die Möglichkeit, lokal diskontinuierlich anfallende Stromeinspeisungen *im Netz selbst* zu speichern, an erster Stelle genannt, weil diese aus der Verteilungs- und Ausgleichsfunktion sehr großer Netze resultierende Kapazität,

<sup>5</sup> Vgl. [www.tagesschau.de/wirtschaft/oekostrom-133.html](http://www.tagesschau.de/wirtschaft/oekostrom-133.html)

<sup>6</sup> Prophylaktisch zumindest am Rande: Wenn ich von der Nutzung fossiler *Energieträger* spreche, ist immer ihre Verbrennung zur Energiegewinnung gemeint (in Otto- oder Diesel-Motoren, in Kraftwerken etc.). Solche fossilen Energieträger (Erdöl, Kohle etc.) werden aber auch ganz einfach als Rohstoffe genutzt, als Kohlenwasserstoffträger, die zu verschiedensten anderen Kohlenwasserstoffen umgewandelt werden (etwa bei der Polymerisation zu verschiedensten Kunststoffen). Wenn die *Prozessenergie* aus regenerativen Quellen stammt, wird bei diesen Umwandlungsprozessen grundsätzlich kein Kohlenstoff freigesetzt – also auch nicht in Form von CO<sub>2</sub>.

Energie zu speichern (als Fließgröße zwischen allen Einspeisungen und allen Entnahmen), oft nicht gesehen – und wenn, dann in hohem Maße unterschätzt wird.

Daran anschließend habe ich nur einige wenige Möglichkeiten vorgestellt, elektrische Energie durch ihre Umwandlung etwa in chemische Energie (z. B. Lithium-Ionen-Batterien, elektro-chemische Synthese von Kohlenwasserstoffen) oder potenzielle Energie (z. B. Pumpspeicherkraftwerke, Druckluft) zu speichern und so für die Versorgung des Grundlastbereiches zur Verfügung zu haben (oder auch beim Auftreten von Verbrauchsspitzen – falls das Netz dann doch mal Unterstützung braucht).

Obwohl es noch viele andere Möglichkeiten gibt, elektrische Energie via Umwandlung in chemische oder thermische oder mechanische Energie zu speichern (davon gleich noch mehr), habe ich mich auf die Darstellung der Möglichkeit, sie via Produktion von Druckluft zu speichern, aus mehreren Gründen beschränkt – wobei ich das Grundprinzip der Druckluftspeicherung nur kurz angesprochen und in Sachen technischer Details auf einen entsprechenden Wikipedia-Artikel verwiesen habe (vgl. oben Fußnote 4).<sup>7</sup>

Vorab und grundsätzlich: Ich bin ein großer Anhänger von kleinteiliger, aber gleichwohl moderner, intelligenter und vor allem auch vernetzter Technik – lieber Sonnenkollektoren auf allen Dächern und allen Südseiten aller Häuser in Deutschland (und in allen anderen Ländern des Europäischen Elektrizitätsverbundnetzes natürlich auch) als riesige Sonnenkollektorflächen in der Sahara. Zentralisierte, räumlich konzentrierte Großtechnik bringt wieder nur Abhängigkeiten, ja Erpressbarkeiten – wie beim Mineralöl schon immer der Fall. Technikkonzentration ist immer auch Risikokonzentration und – Machtkonzentration. Kleinteilige Technik (die kann und sollte, wie gesagt, hypermodern, computergesteuert und vor allem auch vernetzt sein) ist demokratische Technik, weil für die Konzentration von Macht und Herrschaft völlig ungeeignet. Die Netze (Strom-, aber auch Wasser-, Gas-, Kommunikations-, Straßen-, Schienen- oder Wasserwegenetze) müssen möglichst groß und feinvernetzt integriert und vor allem: öffentlich-rechtlich, also demokratisch kontrolliert und auf den neuesten Stand der Technik gehalten werden – die Nutzung der Netze muss aber jedem offenstehen. Frei und selbstbestimmt.

Und dabei gilt, zumindest für mich: Lieber demokratisch kontrollierte kleinteilige Technik mit 35 Prozent physikalischem Wirkungsgrad als zentralisierte, machtkonzentrierte Technik mit 45 Prozent physikalischem Wirkungsgrad. Dies vor allem auch vor dem Hintergrund, dass regenerative Energien und vor allem direkte Sonnenenergie in absolutem Überfluss und über extrem lange Zeiträume vorhanden sind, der Wirkungsgrad

---

<sup>7</sup> Nur am Rande: GM behauptet in seiner E-Mail, dass dieser Wikipedia-Artikel eher zeige, dass Druckluftspeicherung eher *nicht* funktioniere – was meines Erachtens Unsinn ist. Aber lesen Sie diesen Artikel einfach selbst und bilden Sie sich dann einfach selbst Ihre Meinung. Ich möchte hier nur die Quintessenz dieses Artikels zitieren, der unter der Überschrift der „Bedeutung“ der Druckluftspeicherung für die Energieversorgung zusammenfasst: „Druckluftspeicherkraftwerke könnten in Zukunft durch die Energiewende und dem daraus resultierenden Zubau von Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen, der mit einem erhöhten Energiespeicherbedarf einhergeht, eine größere Bedeutung bekommen. Sie können wie Pumpspeicherkraftwerke zur Stromveredelung benutzt werden. (...) Dabei verspricht man sich angesichts des stetigen Ausbaus der Windenergie sowie der Photovoltaik vom breiten Einsatz von Energiespeichern eine Verstetigung dieser schwankenden (volatilen) ‚dargebotsabhängigen Energieformen‘. Fehlende Wind- oder Solarenergie könnte aus den Speichern ergänzt werden, und die kurzzeitigen, aber sehr hohen Produktionsspitzen könnten in die Speicher eingespeist werden, was die Netzverträglichkeit von Wind- und Solarenergie erhöht. Günstig ist dabei, dass sich in der Nähe der gegenwärtigen (Küstenbereich) und künftigen (Nord- und Ostsee) Produktionsschwerpunkte der Windstromproduktion viele geologisch geeignete Stätten befinden. Die EU fördert ein europaweites Forschungsprojekt zu Druckluftspeichern.“ Das klingt – jenseits aller technischen Detailprobleme (zum Beispiel entsteht bei der Kompression von Luft Wärme, bei der Dekompression Kälte, womit man technisch umgehen muss), die in dem Artikel dargestellt und diskutiert werden – nicht gerade danach, dass die Sache eher *nicht* funktioniert.

bei ihrer Nutzung also nicht so zählt wie bei der Nutzung fossiler, also begrenzter, endlicher, also mittel- und langfristig immer teurer werdender Energieträger.

Die Kombination aus Sonnenkollektoren und einem kleinen Windrotor auf dem eigenen Dach und Energiespeicher (in welcher Form auch immer) im eigenen Keller (eben dort, wo heute noch Öltanks stehen), die gleichwohl in das große Netz integriert sind, ist mir aus diesen Gründen äußerst sympathisch. Aber auch deswegen, weil eben *vorhandener* Raum und *vorhandene* Flächen genutzt werden. Es ist eigentlich völlig grotesk, ja absurd, dass in unseren Städten, also da, wo die Bodenpreise die höchsten sind, riesige Flächen, nämlich Dächer, allein dafür genutzt werden – um Regen abzuhalten. Warum erst ein konventionelles Dach bauen und dann Sonnenkollektoren darauf installieren – warum das gesamte Dach nicht gleich als Verbundsystem wetterfester Sonnenkollektoren konstruieren? Das spart das Geld fürs konventionelle Dach – und es bringt Geld in Form des produzierten Stroms.

In welcher konkreten Form die auf dem (vernetzten) Dach produzierte elektrische Energie in den (vernetzten) Kellern via Umwandlung gespeichert wird, ist mir grundsätzlich völlig gleichgültig. Es muss nur gelten: Die beste Kombination aus Wirkungsgrad, Vernetzbarkeit und Investitionskosten ist zu wählen – und zwar Letztere, ganz wichtig, gerechnet über den gesamten Lebenszyklus der Investition. Und der ist im Falle von Druckluftspeicherung in korrosionsfreien Metallflaschen extrem lang.

Wenn sich herausstellen sollte, dass andere Formen der Energiespeicherung (nochmals: kleinteilig in vorhandenen, aber vernetzten Kellern) effizienter sind in allen drei Kategorien (Wirkungsgrad, Vernetzbarkeit, Investitionskosten über den gesamten Lebenszyklus) – bitteschön! Eine sehr interessante Alternative zur technisch sehr einfachen Druckluftspeicherung ist etwa die Schwungradspeicherung.<sup>8</sup> Massereiche Räder, die in vakuumierten Magnetfeldern, also nahezu reibungsfrei gelagert sind (das macht die Sache technisch und damit auch finanziell aber etwas aufwendiger), erreichen extrem hohe Wirkungsgrade. Energie wird ihnen durch elektrische Induktion (also mechanisch berührungsfrei) zugeführt, die dann in mechanische Rotationsenergie verwandelt wird – und auf demselben Weg, sozusagen nur mit umgekehrten Vorzeichen, wieder entnommen (Umkehrungsprinzip Motor/Generator – Generator/Motor).

Und grundsätzlich lässt sich elektrische Energie, auf den Dächern gewonnen, in den Kellern auch lagern in Form von Batterieclustern (welchen Typs auch immer) oder in Form von elektrolytisch gewonnenem Wasserstoff (als Brennstoff für Brennstoffzellen), sie kann große, gut isolierte Wassertanks und keramische Wärmespeicher aufheizen, sie kann zur Synthese von Kohlenwasserstoffen (Brennstoffen) genutzt werden oder auch zur Herstellung (Trocknung und Pressung) von Brennpellets aus biologischem Abfall (Herbstlaub, Gartenabfall etc.). Fast alles ist möglich – es kommt nur darauf an, wie die Kombination aus Wirkungsgrad, Vernetzbarkeit und Investitionskosten aussieht.

Für einige der genannten Energiespeicherungstechniken wird in Kellern vieler Wohn- oder Geschäftshäuser nicht hinreichend Platz sein bzw. ihre sehr kleinteilige Variante wird womöglich nicht hinreichend (kosten-)effizient sein. Sie sollten dann aber maximal auf kommunaler Ebene und in kommunaler Selbstverwaltung installiert werden (nach dem Prinzip kollektiveigener Stadtwerke). Und auch hier gilt: Lieber fünf Prozent weniger physikalischer Wirkungsgrad – als hundertprozentige Abhängigkeit von profitorientierten großen Energiekonzernen (und gar noch Gebietsmonopolisten).

---

<sup>8</sup> Vgl. etwa <https://de.wikipedia.org/wiki/Schwungradspeicherung> und <https://de.wikipedia.org/wiki/Schwungrad-Speicherkraftwerk>



*Und also:*

Die Nachträge oben sollten – nochmals – verdeutlichen, dass die Energiewende hin zur vollständigen Sonnenenergiewirtschaft technisch möglich ist, und zwar schon *hier und jetzt*. Auch das ‚Problem‘ der Speicherung elektrischer Energie ist letztlich keines. Viele technische Lösungen sind vorhanden, wir müssen nicht auf irgendwelche großen technischen Durchbrüche warten. Das Zeugs muss angewendet – und nicht erst neu erfunden werden. Welche Technik der Speicherung elektrischer Energie sich als die beste, effizienteste, kostengünstigste erweisen wird, das wird sich – erweisen. An diesem Suchprozess führt kein Weg vorbei. Er läuft schon ab (für sämtliche der oben genannten Speichertechniken gibt es Pilotprojekte, erste oder auch schon viele Anwendungen etc.). Aber er sollte beschleunigt werden – die Klimakatastrophe droht. Wie er beschleunigt werden kann und wie die vollständige Sonnenenergiewirtschaft möglichst schnell durchzusetzen ist? Nach vierzig Jahren intensiver Beschäftigung mit der ganzen Sache<sup>9</sup> habe ich noch keinen besseren Vorschlag gehört oder gelesen als folgenden:

*„Die vorhandenen Steuern auf fossile Energieträger und auch die noch einzuführenden Steuern auf fossile Energieträger, die bislang noch nicht besteuert wurden (Kerosin etc.), steigen ab sofort um 10 Prozent jährlich (zunächst begrenzt auf 10 Jahre, um danach zu evaluieren und, je nach Ergebnis, nachzujustieren). Die entsprechenden Steuereinnahmen sind zu verwenden für die Förderung der Nutzung regenerativer Energien, des öffentlichen Personen- und Güterverkehrs sowie für den sozialen Ausgleich, also die finanzielle Unterstützung von Personen mit geringen Arbeits- oder Sozialeinkommen.“*

So würde es gehen. Hundertprozentig. Nur mit ein paar Federstrichen.

---

<sup>9</sup> Siehe Fußnote 3.