

17.11.2018 **Rezepte gegen den Klimawandel Teil 2**

„Die Menschheit hat sich dafür entschieden, zugrunde zu gehen.“

Zu dieser überaus negativen Sichtweise gelangt **Richard Powers**, der bekannte amerikanische Bestsellerautor. Wie kommt er zu so einem fatalistischen Weltbild? Vermutlich aufgrund derselben Erkenntnisse die jeder von uns haben könnte, wenn er das Zeitgeschehen realistisch interpretiert. Leider entspricht diese Einstellung nicht der PC, der Political Correctness. Angesagt ist vielmehr der Glaube, man könne den Kampf gegen den Klimawandel irgendwie gewinnen. Man müsse nur das CO₂ entschlossener bekämpfen, dann könnte man die Temperaturerhöhung bei 2 K stabilisieren.

Forscher, Professoren, Klimaexperten, Bestsellerautoren, Politiker und die Medien haben sich auf diese Terminologie verständigt. Unablässig richten sie ihre Appelle an jeden Einzelnen von uns: Weniger Auto, weniger Flugzeug, weniger Fleisch - Gürtel enger schnallen! Und Politiker der vormals „Grünen“ Bewegung bestehen auf Abschaltung von Kernkraft- und Kohlekraftwerken, und wollen so die sog. Energiewende herbeiführen. Alles im Hinblick auf das Mantra „Dekarbonisierung“.

Wie wir am im Beitrag vom 25.09.2018 „Die Erderwärmung: CO₂ und sonst nichts?“ gesehen haben, ist die alleinige Schuldzuweisung an die Klimagase unter Umständen der falsche Ansatz. Trotzdem wollen wir uns die aktuellen Maßnahmen und deren Wirkung auf das CO₂ genauer anschauen.

Elektroautos Untertitel: Wenn Dilettanten phantasieren.

Mit Elektromobilität den Klimawandel aufhalten zu wollen, ist so ähnlich, wie mit Kletterseil und Haken einen Maulwurfshügel zu bezwingen, wenn man eigentlich den Mount Everest besteigen muss. Kann man das eigentliche Problem nicht lösen, kümmert man sich verstärkt um andere, weniger komplexe Sachverhalte. So ähnlich muss man das Bohei rund um das Elektromobil sehen. Anscheinend macht sich niemand mehr die Mühe, den Sinn und die Effizienz der Elektrifizierung des Verkehrs zu hinterfragen. Elektroantrieb ist gut, Verbrennungsmotoren sind schlecht – Ende der Diskussion.

Dabei wäre eine von glaubwürdigen Wissenschaftlern gestützte Berechnung der Energiebilanz dringend notwendig. Die Betonung liegt auf „glaubwürdig“, denn es stellt sich sofort die Frage, wie glaubwürdig Experten sein können, die im Wissenschaftsbetrieb direkt oder indirekt von der Elektromobilität profitieren. Sie müssten ja ihre eigene und die Arbeit ihrer vielen Kollegen infrage stellen, die sich mit dem Thema beschäftigen und üppige Forschungsgelder beziehen. Das würde in Forscherkreisen bestimmt sehr gut ankommen, und die Karriere dieser „Nestbeschmutzer“ käme abrupt zum Stillstand. Also bleibt uns nichts anderes übrig, als selbst zum Taschenrechner zu greifen und eigene Berechnungen anzustellen.

Was wir brauchen, ist ein Well to Wheel-Ansatz. Der Begriff „Well to Wheel“, also von der „Quelle bis zur Straße“ beschreibt den Einsatz von Primärenergie für die Mobilität. „Quelle“ steht als Platzhalter für sämtliche an der Energieerzeugung beteiligten Energieerzeuger, in diesem Fall Stromerzeuger, also Kernkraft, Kohle, Wasserkraft usw. Er spaltet sich auf in zwei Teilbereiche: von der Quelle bis zur Steckdose, und von der Steckdose auf die Straße.

Von der Quelle in die Steckdose:

Das in den Kraftwerken entstehende CO₂ basiert auf dem derzeitigen Strommix in Deutschland, der aus folgenden Quellen stammt.

- Da sind zum einen die konventionellen Kraftwerke:
Kernenergie plus Braunkohle plus Steinkohle plus Gas ergeben zusammen 337 TWh.
- Außerdem gibt es die sogenannten Erneuerbaren Energien:
Wasserkraft plus Biomasse plus Wind plus Solar ergeben zusammen 210 TWh.

Das Verhältnis zwischen Konventionellen und Erneuerbaren Energien ist **62 % zu 38 %**.

Das CO₂ aus dem Strommix beträgt derzeit **559 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde**. Mit diesem Wert arbeiten auch die Automobilzeitschriften. Es gäbe noch allerhand an diesem Wert auszusetzen, was wir uns aber für den Abschnitt über die sog. Erneuerbaren Energien aufheben. Im Moment rechnen wir damit weiter.

Der Strom befindet sich jetzt im Kraftwerk. Er muss aber von dort zum Verbraucher. Dazu wird er hochtransformiert, in Hochspannungsleitungen über Land transportiert, und in der Nähe von Ortschaften und in den Ortschaften selbst schrittweise auf netzkompatible Spannungen runtertransformiert. Dass das nicht ohne Verluste funktioniert, leuchtet auch dem technischen Laien ein. Vom **Kraftwerk bis zur Steckdose** muss man mit einem Verlust von **ca. 20 Prozent** rechnen.

Von der Steckdose auf die Straße:

Kümmern wir uns zunächst um die Steckdose, die liegt uns näher als das Kraftwerk. Jeder weiß, wenn man einen Akku auflädt, entsteht Wärme - im Ladegerät und im Akku. Wärme ist Verlustenergie, in diesem Fall von ca. **10 Prozent**. Die Wärmeentwicklung ist auch der Grund für die Wallboxen. Das E-Mobil interne Ladegerät verkraftet nur geringe Ströme und Verluste, und eignet sich deshalb nicht zur Schnellladung. Die Wärme einer Wallbox lässt sich besser abführen. Bei Schnellladung kann man wunderbar die Garage damit heizen. Beim Fahren fließt der Strom vom Akku raus und in ein Steuergerät hinein, und vom Steuergerät geht es weiter zum Elektromotor, und von diesem schließlich auf die Straße. Der Reihe nach treten folgende Verluste auf:

Entladeverlust des Akkus: 10 % => Wirkungsgrad 0,9

Verlust im Steuergerät: 15 % => Wirkungsgrad 0,85

Verlust in der E-Maschine: 10 % => Wirkungsgrad 0,9

Berücksichtigt man noch den Wirkungsgrad der Akkuladung von 0,9, erhält man die Gleichung:

Wirkungsgrad Steckdose => Straße = $0,9 \times 0,85 \times 0,9 \times 0,9 = 0,62$

Oder in Verlusten ausgedrückt von der Steckdose auf die Straße: 38 %

Bei den Verbrauchsangaben von Elektrofahrzeugen wird (hoffentlich) die Ladeenergie gemessen. Die Verluste sind darin schon enthalten.

Well to Wheel Gesamtwirkungsgrad Elektroantrieb:

Insgesamt haben wir es vom Kraftwerk bis auf die Straße mit Verlusten von 20 % und 38 % zu tun.

Der Well to Wheel Gesamtwirkungsgrad beträgt $0,62 \times 0,8 = 0,5$.

50 Prozent der erzeugten Energie bleiben buchstäblich auf der Strecke. Wir halten also fest, um ein Fahrzeug mit **einer Kilowattstunde** anzutreiben, müssen die Kraftwerke **zwei Kilowattstunden**

erzeugen.

Verbrauchsvergleich mit Verbrennungsmotoren:

Bei der Berechnung der eingesetzten Primärenergie stützen wir uns auf die von **ams** und **AutoBild** im Rahmen von Tests durchgeführten Verbrauchsmessungen. Wie bereits erwähnt, sind darin die Verluste von der Steckdose bis zur Straße bereits enthalten. Für die Ermittlung des für eine Fahrzeug-Kilowattstunde anfallenden CO₂ muss man lediglich den Wirkungsgrad von 0,8 vom Kraftwerk bis zur Steckdose berücksichtigen.

Eine Kilowattstunde bei heutigem Strommix erzeugt also $559 \times 1,25 = 700$ **Gramm CO₂**.

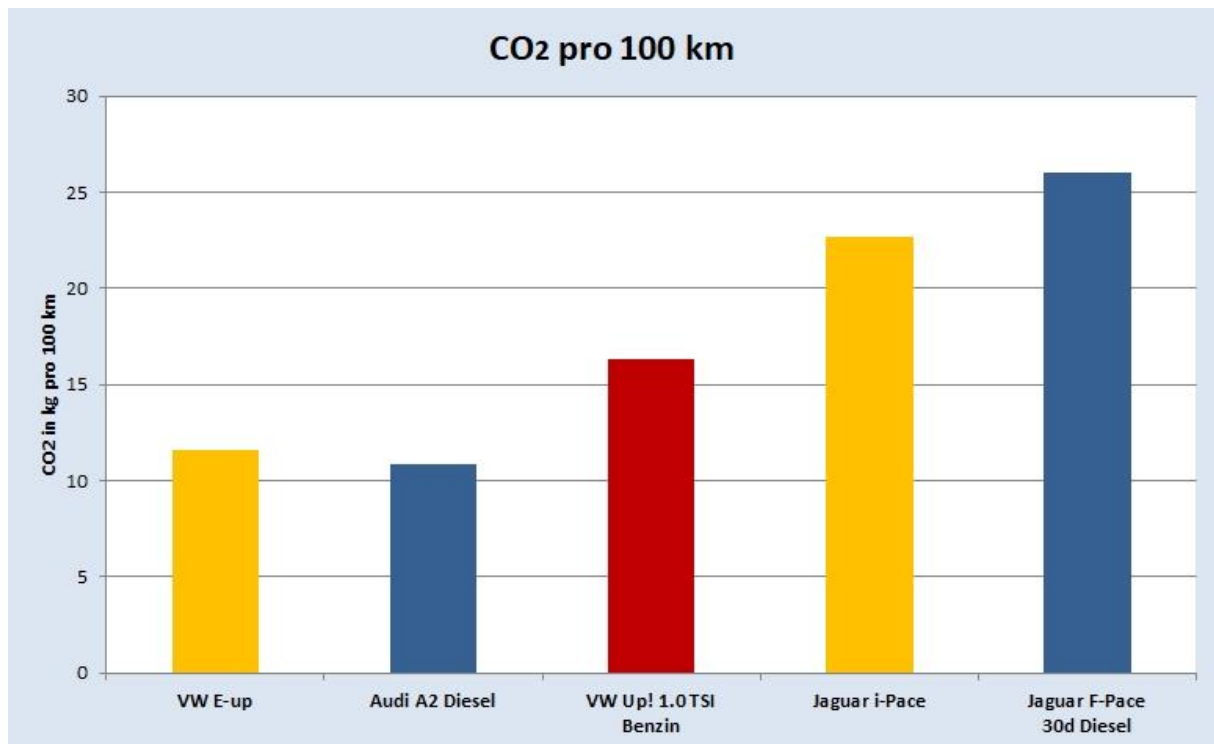
Als Fahrzeuge nehmen wir eines aus der Kleinwagenecke, den VW E-up, und eines aus der Oberklasse, den Jaguar i-Pace S. Aus dem Lager der Verbrenner wählen wir zum Vergleich mit dem E-up den Audi A2 Diesel aus dem Jahr 2000 und den VW Up! mit Benzinmotor. Das Pendant zum Elektrojaguar stammt aus dem gleichen Hause in Form des F-Pace mit Dreiliter-Dieselmotor. Wollen wir Well to Wheel vergleichen, müssen wir bei den Verbrennern noch die Verluste Well to Tank berücksichtigen. Sie betragen beim Diesel etwa 10 Prozent, beim Benziner 15 Prozent.

		VW E-Up	Audi A2 Diesel	VW Up! 1.0 TSI Benzin
Leistung	PS	82	75	60
Testverbrauch	kWh/100 km	13,8		
Well to Wheel Verbrauch	kWh/100 km	16,6		
Testverbrauch	L/100 km		3,8	6,2
Well to Wheel Verbrauch	L/100 km		4,2	7,1
Well to Wheel CO ₂	kg CO ₂ /100 km	11,6	10,9	16,3

CO₂-Vergleich Kleinwagen

		Jaguar i-Pace	Jaguar F-Pace 30d Diesel
Leistung	PS	400	300
Testverbrauch	kWh/100 km	25,9	
Well to Wheel Verbrauch	kWh/100 km	32,4	
Testverbrauch	L/100 km		9,0
Well to Wheel Verbrauch	L/100 km		10,0
Well to Wheel CO ₂	kg CO ₂ /100 km	22,7	26,0

CO₂ Vergleich Luxus-SUV



CO2-Vergleich

Die Werte der beiden Elektrokandidaten entsprechen bei weitem noch nicht der Realität. Dazu muss man den Stromverbrauch für die Heizung in der kalten Jahreszeit berücksichtigen, die Ladeverluste bei tiefen Temperaturen und die Kapazitätsverluste durch die Batteriealterung. Praxisgerechte Messungen über einen längeren Zeitraum unter Einbeziehen der winterlichen Bedingungen haben uns die Testzeitschriften bisher vorenthalten, um uns nicht noch mehr zu entmutigen. Die Tests fanden immer unter Idealbedingungen statt.

Ergebnis Elektromobilität:

Befürworter der Elektrifizierung werden prompt einwenden, dass mit steigendem Anteil der **Erneuerbaren Energien EE** der CO₂-Ausstoß der Elektromobile sich weiter verringert. Außerdem kann man jetzt bereits Ökostrom verwenden. Damit aufgeladen, erzeugt man mit seinem Elektro-Vehikel überhaupt kein CO₂, egal, wieviel es verbraucht – das glauben sie wirklich. Das ist natürlich Unsinn, denn wenn durch meine Leitungen sauberer Strom fließt, fließt an anderer Stelle umso mehr schmutziger Strom. Wir hängen alle am gleichen Netz. Zudem sind die EE nicht ohne schädliche Nebenwirkungen. Die Beiträge vom **05.02.2018** und vom **29.01.2016** handeln von den Schattenseiten dieser mit immensen staatlichen Mitteln geförderten Strategie.

Wenn es einzig und allein darum geht CO₂ zu vermeiden, ist die Elektrifizierung der Mobilität der falsche Ansatz. Wesentlich effizienter wäre eine Rückbesinnung auf sparsame Fahrzeuge nach dem Vorbild des Audi A2 aus dem Jahre 2000. Wir waren schon einmal auf einem guten Weg. Leider sind wir als Opfer des allgemeinen Wachstumswahns irgendwo falsch abgebogen.

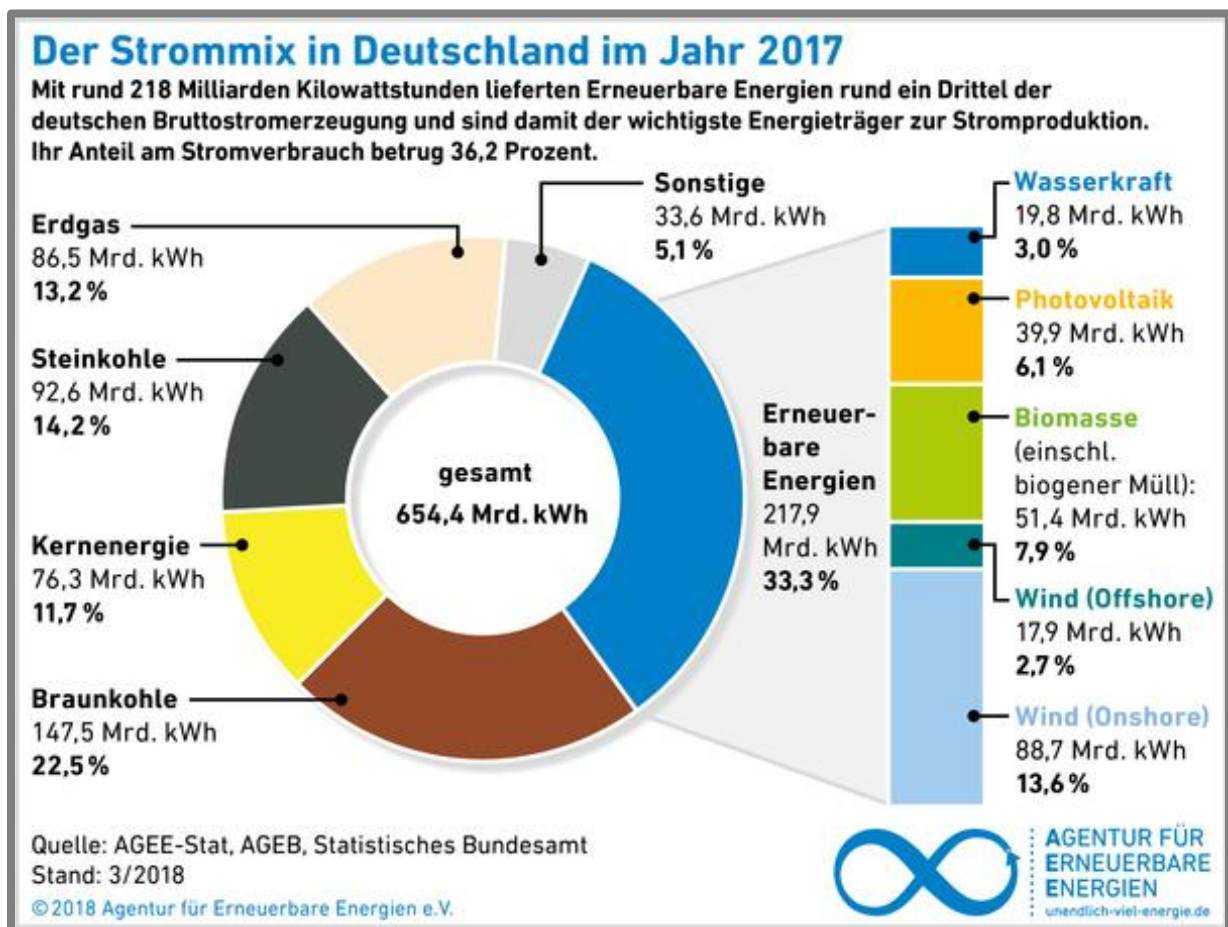
Hybridantrieb:

Die bisherige Betrachtung stützte sich auf den reinen Elektroantrieb. Im Vergleich dazu spielt der Hybridantrieb in den Medien kaum eine Rolle. Durch die vielen falsch ausgelegten Exemplare bekam er die Etiketts „teuer“ und „bringt nichts“. Dabei hätte man die Chance, das Beste aus zwei Welten

zusammenzubringen. Emissionsfreies Fahren in den Städten plus niedrigem CO₂-Ausstoß plus großer Reichweite. Man muss es nur richtig anstellen. Die Konfiguration des „Idealen Hybridfahrzeugs“ als Pendant zum „Idealen Elektromobil“ ist einem zukünftigen Beitrag vorenthalten.

Mythos Strommix:

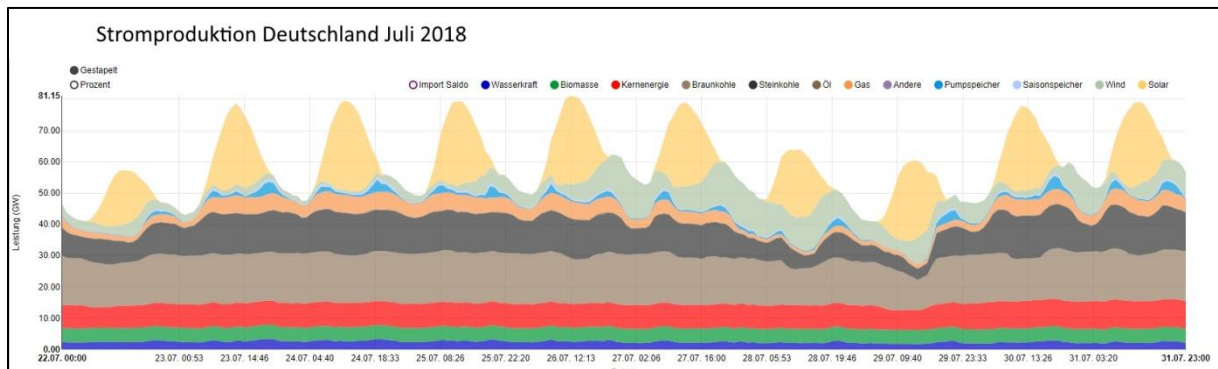
„Durchquere nie einen Fluss, der im Mittel einen Meter tief ist.“ Alte Statistiker Weisheit. Mit kaum einem anderen Mittel kann man unbedarfte Menschen besser hinter Licht führen als mit Statistik. Eine besondere Rolle spielen dabei die Mittelwerte. Der Strommix ist so einer. Da werden über ein Jahr die Energien von allen Erzeugern aufsummiert und dann ins Verhältnis gesetzt. So sieht dann das Ergebnis für Deutschland 2017 aus:



Strommix in Deutschland

Mit tollen Schaubildern wie diesem beglücken uns die Promotoren der EE. Laut obigem Bild liefern die EE heute schon genauso viel Energie wie Braunkohle und Kernenergie zusammen. Wir müssen also lediglich die Anstrengungen verdoppeln, dann können wir auf diese Energieerzeuger verzichten – heißt es irrtümlich. Das Problem ist nur, dass von den EE ein Drittel bis die Hälfte nicht nutzbar ist. Das hängt damit zusammen, dass Angebot und Nachfrage in den seltensten Fällen übereinstimmen. Die Solarzellen z.B. liefern im Hochsommer um die Mittagszeit viel zu viel Energie. Die können wir in Deutschland nicht verwerten und müssen sie ins Ausland transferieren. Wenn wir Pech haben, und das wird zukünftig immer öfter der Fall sein, nimmt uns das Ausland den überschüssigen Strom nur ab, wenn wir dafür bezahlen. Mit der EE-Umlage finanzieren wir nicht nur die Solarfelder und Windparks, sondern auch das deutsche Strommanagement. Der ehrliche Strommix entsprechend

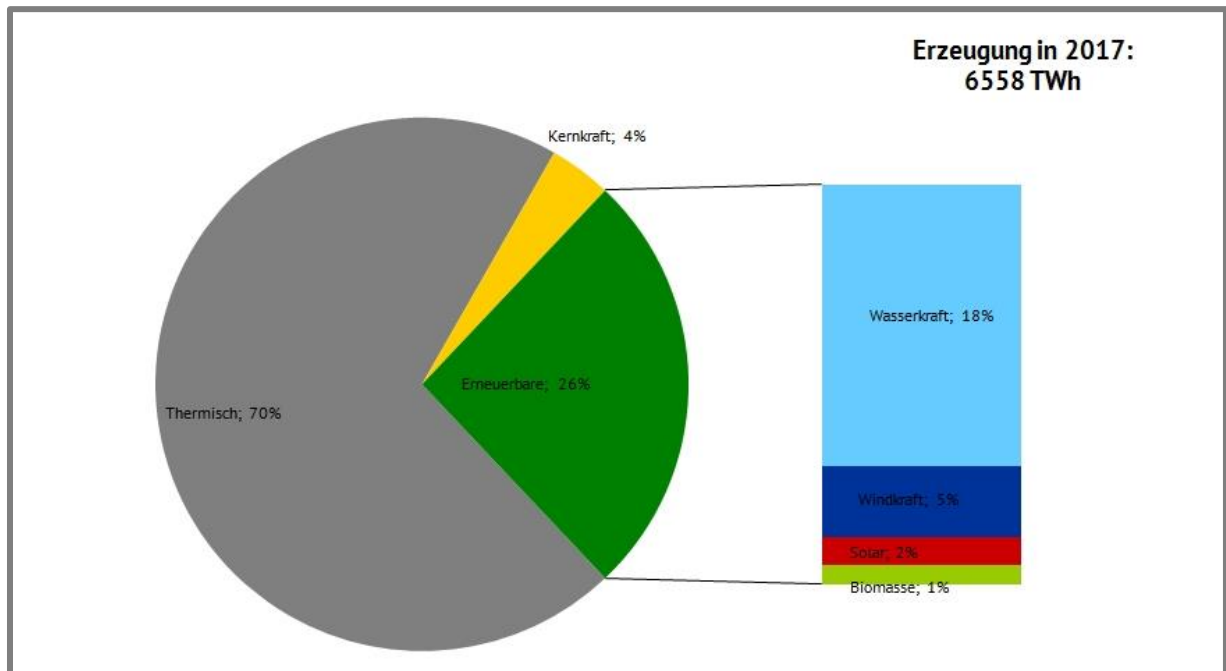
dieser Erkenntnis beträgt nicht 559 sondern 615 Gramm CO₂ pro kWh. Auf die Elektromobilität bezogen entstehen 770 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde.



Stromproduktion Juli 2018

Der heiße Sommer 2018 in Deutschland offenbart das ganze Desaster mit der Sonnenenergie (gelb). Die Solarzellen liefern erheblich mehr Energie, als man wegregeln kann. Der Ausgleich muss vor allem von Stein- und Braunkohlekraftwerken kommen, die man fast auf Null zurückfährt, um sie am Nachmittag wieder hochzufahren – ein Ding der Unmöglichkeit, wie jeder Kraftwerksingenieur gerne bestätigt.

Die CO₂-Rechnung mit dem Strommix ist also gefährlicher Unsinn. Wie sieht es in anderen Ländern aus, beispielsweise in China, die sich mit der stolzen Anzahl von 700.000 neuen Elektromobilen pro Jahr brüsten. Deren Strommix sollte man sich mal ansehen.



Strommix in China

Das Verhältnis von EE zu konventionellen Energien ist in etwa das gleiche wie in Deutschland. Ein gravierender Unterschied besteht darin, dass das meiste an sauberer Energie von Wasserkraftwerken geliefert wird (hellblau). Z.B. vom spektakulären Drei-Schluchten Staudamm, dessen Stausee 600 Kilometer lang ist und für den zwei Millionen Menschen umgesiedelt wurden. Wasserkraftwerke liefern konstanten Strom, sehr vorteilhaft für die Verwendbarkeit. Der Ausbau von Wasserkraft ist

allerdings weitgehend am Limit angelangt, eine Verbesserung der EE nahezu ausgeschlossen. Zudem fließt auch in China das Wasser nicht mehr üppig.

Das größte Problem ist jedoch, dass der meiste Strom aus Braunkohlekraftwerken kommt, die ihre Abgase fast ungefiltert in die Atmosphäre blasen. Wir alle kennen die Luftverhältnisse in den chinesischen Großstädten. Kraftwerke, die früher am Stadtrand standen, wurden durch das Wachstum in die Siedlungen integriert, und verpesten inzwischen die Luft direkt vor den Haustüren. Elektromobile sind dort schlimmere Luftverschmutzer als Benzinfahrzeuge. Hintergrund der chinesischen Elektrostrategie ist also nicht das CO₂, sondern das Streben nach der Nr. 1 auf diesem wichtigen Wirtschaftssektor.

Die beiden Tortendiagramme liefern uns noch einen weiteren interessanten Vergleich: die Größenordnungen, mit denen wir es in beiden Ländern zu tun haben.

- Deutschland gesamte Stromenergie ~ 650 TWh
- China gesamte Stromenergie ~ 6.500 TWh

Verhältnis 1 : 10

Dem Glauben, Deutschland könnte mit seinen Anstrengungen den weltweiten CO₂-Ausstoß nennenswert beeinflussen, sollte man schnellstmöglich abschwören.

Erneuerbare Energien EE:

„Mars bringt verbrauchte Energie sofort zurück.“ Schön wär's. Energie kann man nicht erneuern, man kann sie auch nicht verbrauchen oder vernichten. Man kann sie lediglich von einer Energieform in eine andere umwandeln, z.B. von mechanischer Energie in Wärmeenergie. Benötigt man neue mechanische Energie, muss man sie aus gespeicherter Energie gewinnen, z.B. aus Kohle oder Erdöl.

Das Kennzeichen der sog. Erneuerbaren Energien ist ihre Erzeugung und Verwendung ohne den Einsatz von Primärenergie und ohne CO₂ Emission. Bis zum Jahr 2100 soll die vollständige Dekarbonisierung Deutschlands abgeschlossen sein. Das werden die meisten von uns allein aus biologischen Gründen nicht mehr erleben. Aber es wird ohnehin nicht eintreten. Denn in Kürze wird sich herausstellen, dass wir auf Kohle, Erdöl und Atomenergie nicht verzichten können, es sei denn, wir schaffen 100 Prozent Permakultur und verschrotten sämtliche maschinellen Agrarmonster, kleiden uns mit selbstgestrickter Kleidung aus selbstgewebter Wolle usw. Also im Prinzip zurück vor die Anfänge der Industrialisierung.

Solarzellen und Windräder:

Die Crux mit diesen Technologien ist in den o.g. Artikeln hinreichend beschrieben. Als Ergänzung könnte man noch anführen, dass ausgerechnet im High-Tech-Land Kalifornien Waldbrände nicht nur durch apokalyptische Dürre, sondern auch durch miserable Stromleitungen verursacht werden. Waldbrände, die tausendmal so viel CO₂ verursachen, wie man durch die örtlichen Windräder vielleicht einspart.



Waldbrand in Kalifornien



Windpark in Kalifornien

Wie sieht es mit der Wasserversorgung in Kalifornien aus? Dürre zwischen 2012 und 2017, so sieht es aus. Die nächste Dürreperiode kommt so sicher wie der nächste Waldbrand. „**It Never Rains in Southern California**“ heißt der bekannte Song von Albert Hammond aus dem **Jahr 1990**! Da hätten die selbsternannten Weltverbesserer aus dem Silicon Valley, die Milliardäre und Superhirne Musk, Bezos, Zuckerberg, Gates und wie sie alle heißen, ein lohnendes Betätigungsfeld. Aber die haben Besseres zu tun. Sie müssen mit ihren von der Steuer geretteten Milliarden die Elektrifizierung der Mobilität vorantreiben, den Weltraumtourismus zum Laufen kriegen, die ganze Welt mit unsinnigen Internetanwendungen verrückt machen, und die Säuglingssterblichkeit in Afrika reduzieren. Jeff Bezos zieht es gleich ganz weg von der Westküste zur Ostküste. Wie heißt doch gleich die Redewendung mit diesen ekligen Nagetieren?

Apropos **Windräder**. Viele Gemeinden in Norddeutschland haben genug von der Windkraft. Sie wollen sie zurückbauen, um wieder ein freies Blickfeld für ein freies Denken zu bekommen. Siehe dazu: <https://www.eike-klima-energie.eu/2015/07/18/der-rueckbau-von-windkraftanlagen/>

Sehr informativ zu diesem Thema auch das phantastische Buch von Juli Zeh „Unterleuten“.

Hoffnungsträger Nachwachsende Rohstoffe. Diesen kommt eine besondere Bedeutung zu, denn im Gegensatz zu Solarzellen und Windrädern ist ihre Energie ohne Unterbrechung verfügbar. Die EE-Fraktion setzt darauf größte Hoffnungen. Diesen Leuten empfehlen wir einen kleinen Exkurs nach Bayern, zu den Hochburgen des Maisanbaus. Den besten Eindruck bekommt man auf dem Fahrrad. Zur Erntezeit muss man allerdings höllisch aufpassen, dass einen die monströsen Traktoren nicht plattwalzen.

Genauso gigantisch wie die Traktoren sind auch die Felder. Für kleinere Landwirtschaften lohnt sich ein eigener Betrieb nicht mehr. Sie verpachten lieber an Großagrarien, die dann in riesigen Monokulturen Mais für Biogasanlagen anbauen. Mit verheerenden Folgen für Bodenfruchtbarkeit, Artenvielfalt, Grundwasser und Gesundheit der Menschen. Beim Maisanbau für Biogas müssen sie keine Rücksicht mehr auf irgendetwas nehmen. Sie können nach Herzenslust Herbizide, Fungizide und Pestizide verwenden nach der Devise „viel hilft viel“. Und Dünger in rauen Mengen. Manchmal bilden sich richtiggehend Seen mit der Gülle aus Großmastbetrieben. Aber das reicht noch lange nicht. Zusätzlich schütten sie noch Kunstdünger auf die Felder als hätte es geschneit.

Kein Wunder, dass ein Gutteil des Düngers als Ammoniak vergast, und das gesamte Land überdüngt. Deshalb wachsen an den Straßenrändern nur noch Löwenzahn und Brennnessel, und im Wald wuchern Brombeer- und Himbeerdickichte. Die meisten Bäume leiden unter der Überdüngung aus der Luft. Sie wachsen zu schnell, kränkeln und sind eine leichte Beute für Schädlinge wie den

gefürchteten Borkenkäfer. Außerdem muss man wissen, dass die Klimaschädlichkeit von Ammoniak das 25fache von CO₂ beträgt.

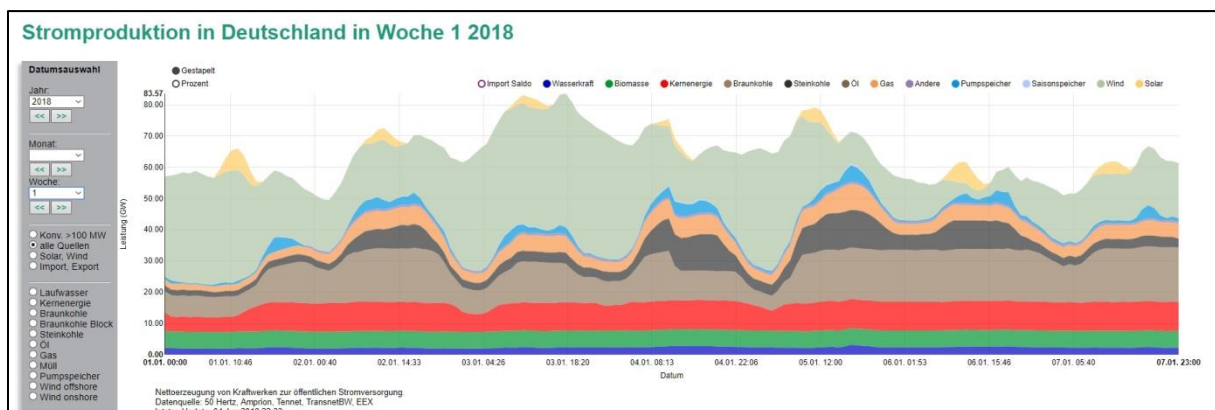
Schlimm genug, wenn wenigstens die Ökobilanz stimmen würde. Leider ist eine derartige Wirtschaftsweise auch noch sehr energieintensiv. Allein die Herstellung des Kunstdüngers erfordert gewaltige Mengen an Erdöl und Energie. In Summe wird wesentlich mehr an Primärenergie reingesteckt, als an elektrischer Energie an der Steckdose ankommt. Das erinnert fatal an die Zukunftsvision, mit künstlicher Beleuchtung in großen Hallen Pflanzen zu züchten. Damit hat der Mensch endlich das Perpetuum Mobile erfunden. Mit Pflanzen Strom in Biogasanlagen zu gewinnen, um damit Scheinwerfer zum Pflanzenwachstum zu betreiben. Die Streiche der Bürger aus Schilda waren harmlos und wir können darüber lachen. Unsere eigenen Schildbürgerstreiche bedrohen ernsthaft das Überleben der Menschheit; das Lachen bleibt so manchem im Halse stecken.

Wie stehen eigentlich die Grünen zu diesen Auswüchsen des Klimaschutzes? Die Umwandlung von Getreide in Kraftstoff bekämpften sie mit dem Slogan „Volle Tanks und leere Teller“. Bei der Umwandlung von Getreide in Strom hört man nichts. Der Verbrennungsmotor muss abgeschafft werden, und wenn dabei die ganze Umwelt vor die Hunde geht. Die Empfehlung aus der Ecke der Umweltpostel lautet daher: Weniger Fleisch! Deutschland ist ein Fleisch-Exportland. Je weniger wir essen, desto mehr wird exportiert. Eine Reduzierung der Produktion kommt schon gleich gar nicht in Frage. Man kann doch Industriebetrieben nicht vorschreiben, was sie produzieren dürfen und was nicht. So kommt es, dass ausländische Investoren riesige Tier-Produktionshallen errichten, und nicht wissen, wohin mit der Gülle. Sie karren sie quer durch Deutschland und „entsorgen“ sie irgendwo, wo sich keiner beschwert. Als Futtermittel verwenden sie nicht etwa Mais, denn den brauchen wir in den Biogasanlagen. Nein, das Futter kommt als Soja aus Brasilien, wo dafür der Regenwald abgeholzt wird.

„Die Abholzung der Wälder trägt mehr zum Treibhauseffekt bei als der gesamte Verkehr der Welt.“ Das behauptet der eingangs zitierte Richard Powers. Bangemachen gilt nicht, entgegenen die Klimaforscher, und weiter geht der Wahnsinn.

Zu den EE passen folgende Anekdoten:

- 1.) Das Umweltbundesamt jubelt:** Zum ersten Mal ist eine 100 Prozent Versorgung mit Erneuerbaren Energien am Neujahrsmorgen 2018 Wirklichkeit geworden! Es zieht daraus den Schluss, dass eine 100 Prozent-Versorgung mit EE generell möglich ist. Eine stundengenaue Betrachtung der Stromzusammensetzung zeigt die Haltlosigkeit dieser Behauptung.



Stromproduktion vom 01.01. bis 07.01.2018

Der Morgen des 01.01.2018 befindet sich ganz am linken Eck des Diagramms. Er zeichnet sich aus durch extrem niedrigen Bedarf bei gleichzeitig extrem starkem Wind. Wie reagieren die Stromkonzerne? Atomkraft (rot), Braunkohle (hellbraun) und Steinkohle (dunkelbraun) werden im Rahmen ihrer Möglichkeiten zurückgefahren. Wasserkraft (dunkelblau) und Biomasse (dunkelgrün) sind unflexibel und laufen auf immer gleichem Niveau weiter. Bereits am 02.01.2018 steigt der Bedarf. Er wird hauptsächlich aus Kernkraft und Braunkohle abgedeckt, weil gleichzeitig der Wind (hellgrün) abflaut. Am weiteren Verlauf sieht man sehr schön die Schwierigkeiten der Stromwächter, Bedarf und Erzeugung unter einen Hut zu bringen. **Mit den EE allein ist diese Anpassung nicht möglich!**

Angenommen, man würde die Windenergie verdoppeln, dann müsste man die konventionellen Kraftwerke bis auf Null zurückfahren. Nur leider kann man sie anschließend nicht schnell genug hochfahren, wenn der Wind einschläft. Extrem schwachwindig ist die Zeit vom 05.01. bis 07.01.2018, wo Atomkraft, Steinkohle, Braunkohle und Gas fast den gesamten Bedarf decken. Schalten wir demnächst Kernkraft und Kohlekraftwerke ab, so können wir uns auf größere Stromausfälle gefasst machen. Wohl dem, der ein Notstromaggregat im Kehler stehen hat.

Gut zu erkennen ist auch die Problematik mit den nachwachsenden Rohstoffen. Wie viele Biogasanlagen muss man noch errichten, um lediglich die Kernkraft zu kompensieren? Wieviel Mais verschlingen diese Anlagen? Ist das ethisch verträglich in Zeiten, in denen weltweit eine Milliarde Menschen Hunger leiden? Wie wollen wir 10 Milliarden Menschen mit Nahrung versorgen, wenn wir das Meiste zu Strom verbrennen?

Dann gibt es ja noch die Solarenergie. Auch deren Problem zeichnet sich deutlich ab. Im Winterhalbjahr kann man sie vergessen, und im Sommer auch in der Nacht. Dafür liefert sie im Sommer in der Mittagszeit ohne Bewölkung viel zu viel. Die Netzkontrolleure haben alle Hände voll zu tun, schädliche Spannungsspitzen zu abzufangen, indem sie den Überschuss irgendwie abbauen oder verkaufen. Solarenergie ist nicht in den Griff zu kriegen.

2.) El Hierro ist stolz! „Die weltweit erste energieautarke Insel! Ende Juni ging mit der Inbetriebnahme des technisch ausgeklügelten Windwasserkraftwerks der Traum in Erfüllung. Durch die Nutzung sauberer Energien kann die Insel mit ihren circa 10.000 Einwohnern künftig fast gänzlich auf fossile Energie verzichten und gilt damit als weltweit vorbildlich. Der kanarische Regierungspräsident Paulino Rivero drückte am 27. Juni gemeinsam mit anderen politischen Persönlichkeiten den symbolischen Einschaltknopf der über 80 Millionen Euro teuren Anlage.“

Wenn sich die Verantwortlichen da nur nicht täuschen. Auch einige Gemeinden im norddeutschen Raum mit vielen Windrädern bilden sich ein, ihren Energiebedarf zu hundert Prozent aus EE abdecken zu können. Durchaus möglich, dass sie kumulativ so viel Strom erzeugen, wie sie verbrauchen. Ob das für sämtliche Energien gilt, also Erdgas, Heizöl und Kraftstoffe muss man bezweifeln. Außerdem gibt es noch eine andere Form des Energieimports, der noch nirgends thematisiert wurde. Die Energie, die mit der Einfuhr von Lebensmitteln, Kleidung, Druckerzeugnissen, Gebrauchsgegenständen, EDV-Geräten, Möbeln, Maschinen, Baustoffen, Autos verbunden ist, wird bisher nirgends erwähnt. Machen wir ein Gedankenexperiment, und schneiden El Hierro oder die besagten Gemeinden durch eine Mauer vom Rest der Welt ab. Wie lange wird es dauern, bis sie die weiße Fahne hissen? Eine Stunde, einen Tag oder gar eine Woche?

Energiespeicher:

Kaum hat man den Strom erzeugt, ist er auch schon weg. Alles wäre kein Problem, wenn man Strom speichern könnte. Stromspitzen speichern, um Täler damit aufzufüllen, das ist der Traum jedes Elektrikers seit jeher. Ganze Geschwader von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern arbeiten immer noch daran, und täglich werden es mehr. Sehen wir uns die wichtigsten Möglichkeiten der Reihe nach an.

Pumpspeicherkraftwerke:

Pumpspeicherkraftwerke sind ein Relikt aus den Anfängen der Elektrifizierung. Im Diagramm der Stromproduktion ist der Beitrag der Pumpspeicher in blau eingezeichnet. Recht viel mehr als Kosmetik lässt sich damit nicht anstellen, dazu ist ihre Leistung zu gering. Das zeigt sich allein schon aus dem Verhältnis der blauen Fläche zur hellgrünen Fläche der Windkraft. Ein nennenswerter Ausbau ist in Deutschland nicht möglich.

Lithium-Ionen-Akkus:

Der Ansatz klingt vielversprechend: Mit großen Akkumulator-Farmen die Stromspitzen abfangen. Zur Vergrößerung der Kapazität könnte man die Speicher der Elektrofahrzeuge dazu schalten. In kleinem Maßstab funktioniert das ganz hervorragend. Die Reaktionszeit der Akkus ist extrem kurz, bedeutend kürzer als die Reaktionszeit aller anderen Erzeuger. Entscheidender Nachteil: Die Kapazität ist viel zu gering. Mehr als die Überbrückung von ein paar Sekunden an Unterversorgung lassen sich damit nicht bewältigen. Der Ansatz mit den Elektrofahrzeugspeichern funktioniert ebenfalls nicht, denn die wollen ausgerechnet dann laden, wenn die Solarenergie gleich Null ist – in der Nacht. Am Tag bei Sonnenschein wollen sie fahren und nicht laden.

Wasserstoff:

Bringt man Wasserstoff mit Sauerstoff zusammen, ob bei direkter Verbrennung oder in einer Brennstoffzelle, entsteht Wasser. Die ersten Gehversuche mit dem faszinierenden Gas vollführte der bekannte Flugzeugpionier Bölkow bereits in den 60er Jahren. In den Jahren um 2000 herum leistete sich BMW eine groß angelegte Wasserstoffkampagne, die aber primär der Imagepflege diente. Dann wurde es wieder ruhig um dieses Element.

Wasserstoff hat mit vielen Problemen zu kämpfen. Da wäre zunächst die Explosionsgefahr. Der Brand der Hindenburg am 6. Mai 1937 hat sich tief ins kollektive Gedächtnis eingegraben. Er ist sehr flüchtig, das heißt bei Erzeugung, Transport, Lagerung und Tanken sind erhebliche Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Zur Lagerung größerer Mengen muss das Gas auf möglichst tiefe Temperaturen abgekühlt werden. Heizt sich der Tank im Laufe der Zeit auf, entweicht der Wasserstoff. Schließlich wäre da noch der Wirkungsgrad.

Wasserstoff ist nicht leicht vom Wasser zu trennen. Man braucht dazu elektrische Energie. Diese kommt von Windrädern und Solarzellen, wenn im Netz der Strombedarf gedeckt ist. Da wird also mittels Strom Elektrolyse betrieben, der Wasserstoff gespeichert und zu den Tankstellen transportiert, dort tankt ein Brennstoffzellenfahrzeug auf, in der Brennstoffzelle lässt man Wasserstoff mit Sauerstoff reagieren wobei Strom erzeugt wird, dieser Strom wird über ein Steuergerät in eine Elektromaschine geleitet und das Fahrzeug damit angetrieben. Eines ist schon einmal sicher: besser im Wirkungsgrad als den Strom direkt ins Fahrzeug zu leiten, kann dieses Verfahren auf keinen Fall sein.

Analysen sprechen von einem Wirkungsgrad **Well to Wheel** von etwa **30 Prozent**.

Man muss schon gigantische Überschüsse erwirtschaften, um eine signifikante Anzahl von Fahrzeugen damit zu betreiben. Kein Wunder, dass die Fahrzeughersteller die Brennstoffzelle nur sehr zögerlich in Angriff nehmen.

Biogas ins Erdgasnetz:

Biogas dient als Treibstoff für Verbrennungsmotoren, um damit Elektromaschinen zur – angeblich klimaneutralen - Stromerzeugung anzutreiben. Mit diesem Strom Elektromobile zu betreiben ergibt einen unterirdisch schlechten Gesamtwirkungsgrad der Kette vom Acker bis auf die Straße. Besser wäre es, das Biogas direkt in das Erdgasnetz zu leiten und zu Heizzwecken zu verwenden. Damit sind wir aber dort angelangt, wo wir auf keinen Fall hinwollen: Bei der Gebäudeheizung mit Getreide. Das könnte man einfacher haben, wenn man das Getreide direkt in einer modifizierten Hackschnitzelheizung verbrennt.

Synthetische Kraftstoffe:

Hört man die Befürworter der synthetischen Kraftstoffe reden, möchte man meinen, sie hätten den Stein der Weisen erfunden. In Wirklichkeit kann man mindestens genauso gut Biokraftstoff erzeugen und damit Autos antreiben. In den USA werden 40 Prozent der Maisernte als Biokraftstoff in Kraftfahrzeuge verheizt. Das könnten wir auch, und würden uns dabei den Umweg über Biogasanlagen und Elektroantriebe sparen. Könnte natürlich sein, dass einigen Hochschulen und Instituten die Forschungsgelder abhandenkämen. Das darf natürlich nicht passieren.

Erneuerbare Energien und die Energiewende:

Die sog. Erneuerbaren Energien sollen einen wesentlichen Beitrag zur sog. Energiewende und damit zur Dekarbonisierung leisten. Die bittere Wahrheit ist, dass sie nicht einmal in der Lage sind, einen signifikanten Anteil am Strom bereitzustellen, geschweige denn, die anderen Energieformen wie z.B. Erdgas oder Erdöl zu substituieren. 650 Mrd. Euro hat das EE-Gesetz bisher verschlungen. Was hat es gebracht, außer eine Menge Profit für einige wenige? Der CO₂ Ausstoß ging nicht wesentlich zurück. Die ambitionierten Ziele der Vergangenheit wurden meilenweit verfehlt. Daran wird sich auch in Zukunft nichts ändern.

Die Empfehlung kann daher nur lauten, die bestehenden Programme auslaufen zu lassen, und den Aufwand in andere klimaschonende Technologien zu stecken. Oder in ein anderes Miteinander zu investieren?

CO₂ und sonst nichts?

So lautet die Frage, die wir uns im Beitrag vom 25.09.2018 stellten. Motivation war die Sorge, mit der alleinigen Konzentration auf die Treibhausgase womöglich einen gravierenden Fehler zu begehen oder womöglich aufs völlig falsche Pferd zu setzen. Als weitere mögliche Klimafaktoren außer CO₂ konnten wir folgende Phänomene identifizieren:

- Verstädterung
- Abholzung der Wälder
- Ausbreitung der Wüsten
- Energieverbrauch als Wärmequelle
- Rückgang der Niederschläge
- Kriege
- Raumfahrt

- Flug-, Schiffs- und Straßenverkehr

Nachsatz:

Im 1. Teil der *Rezepte gegen den Klimawandel* wurden für den 2. Teil ein paar eigene Ideen gegen die Aufheizung der Erde angekündigt. Leider ufernte im vorliegenden 2. Teil die Analyse der laufenden Maßnahmen und warum sie nicht funktionieren etwas aus. Eigene Ideen verschieben sich deshalb auf den 3. Teil.

Jacob Jacobson