

Solarenergie und Wind allein schaffen die Energiewende nicht

<https://lppfusion.com/environment/why-solar-and-wind-cant-replace-fossil-fuels-by-themselves/>

Zusammenfassung:

Solarenergie und Wind sind, wenn sie als primäre Energiequelle verwendet werden, weitaus teurer und umweltschädlicher, wenn sie als Hilfsquellen verwendet werden (wie sie jetzt sind). Sie können nicht die einzige Quelle sein, um saubere, billige, sichere und unbegrenzte Energie bereitzustellen.

Solar und Wind als Primärenergiequellen würden:

1. mehr als fossile Brennstoffe kosten,
2. ein Fünftel der gesamten Landfläche der USA und der Welt einnehmen und große Ökosysteme zerstören,
3. sehr große Mengen an Materialien verbrauchen, von denen einige giftig und selten sind,
4. stark zentralisiert sein und sich auf ein anfälliges und extrem teures Fernnetz verlassen.

Aus den Schlagzeilen und Aussagen vieler Unterstützer von grüner Energie geht hervor, dass wir bereits die Lösungen haben, die fossile Brennstoffe vollständig ersetzen zu können, dass Wind und Sonne billige, zuverlässige und absolut saubere Energie liefern können. Das Problem ist, es ist einfach nicht wahr. Solar und Wind allein können fossile Brennstoffe nicht ersetzen. Stattdessen brauchen wir ein Crash-Programm, um die einzige echte Alternative zu fossilen Brennstoffen zu erforschen und zu entwickeln - die Fusionsenergie.

Die Rolle von Solar- und Windkraft, ihre Kosten und Umweltauswirkungen sind sehr unterschiedlich, wenn sie als möglicher vollständiger Ersatz für fossile Brennstoffe angesehen werden. Derzeit werden Solar- und Windkraft zur Ergänzung der Grundlaststromquellen eingesetzt - Erzeuger fossiler Brennstoffe, Kernspaltungsanlagen und Wasserkraft. In dieser Rolle ist die Variabilität von Sonne und Wind ein Ärgernis, aber kein großes Problem. Zum größten Teil kann das Stromnetz, das hauptsächlich von Quellen gespeist wird, die zuverlässig ein- und ausgeschaltet werden können, effizient Strom aus Sonne und Wind absorbieren, sobald dieser verfügbar ist. In dieser ergänzenden Rolle sind Sonne und Wind nützlich, um die Verschmutzung fossiler Brennstoffe zu verringern. Die Situation ändert sich jedoch grundlegend, wenn wir erwägen, die Erzeugung fossiler Brennstoffe und Kernspaltungsenergie zu eliminieren und sie vollständig durch Sonne und Wind zu ersetzen. Dann ist die Variabilität der erneuerbaren Energiequellen ein großes Problem und erhöht ihre Kosten und Auswirkungen auf die Umwelt erheblich, was einen vollständigen Austausch unpraktisch macht.

Mal sehen warum.

1. Solarenergie und Wind sind teurer als fossile Brennstoffe.

Solar- und Windenergie sind nur teilweise verfügbar. Eine Solarenergieanlage mit einer Spitzenleistung von 1 MW (sie kann maximal 1 MW Strom erzeugen) erzeugt durchschnittlich etwa 200 kW oder 20% des Maximums. Die Hälfte der Zeit steht die Sonne nicht am Himmel und die meiste Zeit steht sie tief am Himmel oder hinter Wolken, wodurch die Leistung einer Solaranlage verringert wird. Ebenso erzeugt ein Windpark mit einer Spitzenleistung von 1 MW durchschnittlich 300 kW. (Quelle: IRENA (2018), Kosten für die Erzeugung erneuerbarer Energie im Jahr 2017, Internationale Agentur für erneuerbare Energien, Abu Dhabi.)

Derzeit kostet Solarenergie etwa 1 Mio. USD pro MW Spitzenkapazität und Wind 1,5 Mio. USD, vergleichbar mit den Kosten der Spitzenkapazität von Anlagen für fossile Brennstoffe. (gleicher IRENA-Bericht) Aber auch die Anlagen für fossile Brennstoffe sowie die Kernspaltungs- und Wasserkraftwerke können fast immer mit maximaler Kapazität betrieben werden. Wenn wir stattdessen den Preis für 1 MW DURCHSCHNITTLICHE Stromerzeugung für Sonne oder Wind ausdrücken, sind es 5 Millionen US-Dollar für 1 MW Strom - weit mehr als fossil.

Wenn Sonne und Wind die Hauptstromquelle sind, müssen riesige Batterien Energie für Zeiträume speichern, in denen die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht - und es kommt häufig zu ruhigen Nächten. Es ist schwierig, genau vorherzusagen, wie viele Stunden oder Tage Energiespeicher erforderlich wären, um eine kontinuierliche Energieversorgung sicherzustellen. Eine Studie des National Renewable Energy Laboratory (verfügbar unter <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/72401.pdf>) zeigt jedoch, dass ein Speicherbedarf von mindestens 4 Stunden die Kosten für Solarenergie verdoppelt.

Darüber hinaus ist es selbst in einem kontinentalen Netz möglicherweise nicht möglich, den hohen Energiebedarf für die Heizung (in einem System ohne fossile Brennstoffe rein elektrisch) im Winter mit wenig Sonnenlicht auszugleichen. Dies könnte bedeuten, dass Solar- und Windsysteme eine noch höhere Spitzenkapazität haben müssten, damit ihre Leistung im Winter nicht zu niedrig wird. Selbst wenn dieser letzte Punkt optimistisch ignoriert wird, werden die Investitionskosten für reine Solar- und Windsysteme etwa 10 USD / W des durchschnittlichen Verbrauchs betragen. Was bedeutet das für die gesamten USA?

Derzeit liegt der durchschnittliche Energieverbrauch (alle Energie, nicht nur Strom) in den USA bei 3,3 TW (Billionen Watt). Mit einem bescheidenen jährlichen Wachstum von 1% in den nächsten 30 Jahren wird der Energieverbrauch bis 2050 4,4 TW erreichen, das Zieljahr für die Beseitigung fossiler Brennstoffe. Dies bedeutet, dass die Kosten für den einfachen Aufbau dieses Systems in den nächsten 30 Jahren bei rund 44 Billionen US-Dollar liegen werden, was einem durchschnittlichen Aufwand von etwa 1,5 Billionen US-Dollar pro Jahr entspricht.

Weder Sonnenkollektoren noch Windkraftanlagen halten ewig. Sie haben bestenfalls eine Lebensdauer von 20 Jahren. Selbst wenn die laufenden Wartungskosten nicht berücksichtigt werden, erhöht die Notwendigkeit, Sonnenkollektoren und Windkraftanlagen zu ersetzen, wenn sie abgenutzt sind, die Gesamtkosten um mindestens 0,5 Billionen USD pro Jahr, sodass sich die Gesamtkosten auf 2 Billionen USD pro Jahr belaufen. Im Vergleich dazu geben die USA derzeit etwa 1,4 Billionen US-Dollar pro Jahr für alle Energiequellen aus - hauptsächlich auf Basis fossiler Brennstoffe. Mit optimistischen Annahmen und aktuellen Preisen für Solar-, Wind- und Energiespeicher würde ein All-Solar- und Windsystem die Energiekosten um etwa 50% erhöhen.

Aber werden die Solar- und Windkosten nicht weiter sinken? Wir werden darüber in Abschnitt 3 sprechen.

2. Sonne und Wind werden fast ein Fünftel der gesamten Landfläche der USA und der Welt einnehmen

Sowohl Sonnenenergie als auch Windkraft (angetrieben von der Sonnenenergie) sind verdünnte Energieressourcen - sie benötigen viel Land für eine bestimmte Energiemenge. Eine NREL-Umfrage <https://www.nrel.gov/news/press/2013/2269.html> zeigt, dass Solarkraftwerke 7 MW durchschnittliche Leistung pro km² Gesamtlandnutzung produzieren und Windparks nur 1,5 MW pro km². Um eine ausgewogene Stromerzeugung zu erreichen, wird ungefähr so viel Windkraft wie Solarenergie benötigt. Um die 4,4 TW zu produzieren, müssen die USA bis 2050 300.000 km² mit Sonnenkollektoren und 1,5 Millionen km² mit Windparks abdecken. Die gesamte Landfläche der USA beträgt 10 Millionen km², sodass fast ein Fünftel der Gesamtfläche entweder von Sonnenkollektoren oder von Windparks benötigt wird.

Zum Vergleich: Die Gesamtfläche aller US-Städte zusammen beträgt 100.000 km², sodass allein Sonnenkollektoren das Dreifache des US-Stadtgebiets abdecken. Anders ausgedrückt, dies deckt eine Fläche von der Größe des gesamten Bundesstaates Kalifornien mit Sonnenkollektoren ab. Wenn sie sich alle in der Wüste befinden würden, wäre ein Drittel der US-Wüsten bedeckt.

Windparks ermöglichen natürlich die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen in ihnen. Aber sie haben einen großen Einfluss auf wild lebende Tiere, insbesondere Vögel. Die von Windparks bedeckte Fläche wäre 50% größer als die Fläche, die jetzt von Ackerland bedeckt ist.

Energie ist jedoch ein globales Problem. Wenn die Weltbevölkerung von 2050, die auf etwa 10 Milliarden Menschen geschätzt wird, mit der derzeitigen Pro-Kopf-Energieversorgung Europas (die Hälfte der US-amerikanischen) versorgt wird, werden 60 TW durchschnittliche Energie benötigt. So wird etwa ein Fünftel der Landfläche der Welt auch entweder durch Sonnenkollektoren oder Windparks abgedeckt.

3. Sonne und Wind verbrauchen große Mengen an Materialien, von denen einige giftig und selten sind

Sowohl Solar- als auch Windgeneratoren verbrauchen als große Geräte große Mengen an Material - in beiden Fällen etwa 1.000 Tonnen pro MW durchschnittlich erzeugter Energie. Um bis 2050 ein vollständig erneuerbares Stromnetz aufzubauen, müssen jährlich rund 200 Millionen Tonnen Glas, Stahlbeton und Aluminium produziert werden. Dies ist insgesamt eine große, wenn auch nicht unmögliche Menge. Dies würde eine erhebliche Erweiterung einiger energieintensiver US-Industrien wie Aluminium bedeuten, deren Größe sich verdreifachen müsste.

Mit der gegenwärtigen Technologie sind Schlüsselmaterialien in Sonnenkollektoren giftig und selten. Um nur den Bedarf eines US-Programms zu decken, müsste sich die weltweite Produktion von Cadmium, einem giftigen Metall, auf 70.000 Tonnen pro Jahr verdreifachen. Der Ersatz fossiler Brennstoffe ist jedoch eine globale Anstrengung, und ein ähnliches Programm für die Welt würde eine Million Tonnen Produktion pro Jahr erfordern - eine 40-fache Steigerung. (Dies setzt voraus, dass die Weltbevölkerung bis 2050 die europäischen Standards für den Energieverbrauch erreicht - nur die Hälfte dessen, was die USA pro Kopf verbrauchen). Cadmium wird nur zusammen mit Zink gefunden, daher müsste sich die weltweite Zinkproduktion etwa verdreifachen. Tellur wird in fast gleichen Mengen benötigt, und dieses Element ist selten, ungefähr so selten wie Platin in der

Erdkruste. Gegenwärtig sind nur etwa 20.000 Tonnen Reserven bekannt, sodass die Reserven mehr als 1500-fach erhöht werden müssten, um die 30 Millionen Tonnen Tellur zu liefern, die für einen globalen Übergang zur gesamten Solar- und Windkraft benötigt werden. **Dies ist nahezu unmöglich, ohne die großen Mengen an Tellur in Tiefseeknollen in der Nähe von hydrothermalen Quellen auszunutzen. Der Tiefseeabbau wird jedoch weite Teile einzigartiger Meeresbodenökosysteme zerstören.** (Quelle <https://www.bbc.com/news/science-environment-39347620>.)

Die großen Mengen an Material, die für Sonne und Wind benötigt werden, begrenzen auch den Rückgang der Kosten, der in Zukunft realistisch zu erwarten ist. Solar- und Windgeneratoren (ohne Lagerkosten) kosten bereits etwa \$10/kg Materialgewicht. Sehr wenige Maschinentypen kosten viel weniger in der Herstellung. Die Herstellung eines Autos kostet ungefähr \$20/kg, während ein Kühlschrank ungefähr \$3/kg kostet. Im Gegensatz zu Kühlschränken müssen Solar- und Windkraftanlagen ebenfalls mit erheblichem Arbeitsaufwand ausgestattet werden. Aufgrund des Umfangs der Anlagen ist es unwahrscheinlich, dass die künftige Forschung den Arbeitsaufwand verringert. Zwar könnte die künftige Forschung die Kosten für Solar- und Windkraft weiter senken, doch ist es unwahrscheinlich, dass künftige Kostensenkungen den Faktor zwei überschreiten werden. Angesichts des physischen Umfangs dieser Technologien werden sie niemals wesentlich billiger sein als derzeitige Energiequellen für fossile Brennstoffe.

Aber können Sonne und Wind nicht viel konzentrierter werden, wenn sich die Technologie verbessert? Das Problem ist, dass es grundlegende physikalische Grenzen gibt, die bereits kurz vor dem Erreichen stehen. Der Wirkungsgrad der Solarenergie liegt heute bei etwa 18% und die physikalische Grenze bei etwa 30%. Auch hier ist eine Verbesserung um den Faktor zwei nicht möglich. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8674820>

4. Solar und Wind als Primärenergiequellen wären stark zentralisiert und würden auf ein anfälliges und extrem teures Fernnetz angewiesen sein

Gegenwärtig scheinen Sonne und Wind, wenn sie als zusätzliche Energiequellen verwendet werden, ziemlich dezentrale Energiequellen zu sein. Schließlich bekommen alle Regionen Sonnenlicht und Wind. Aber das würde sich radikal ändern, wenn sie die Hauptquellen wären. In den USA und auf der ganzen Welt sind Bevölkerungsgruppen, die Energie verbrauchen, hoch konzentriert. Extrem große, unterbevölkerte Regionen mit der meisten Sonne und dem meisten Wind werden benötigt, um die Energie für diese Populationen zu liefern. Infolgedessen muss elektrische Energie über Tausende von Kilometern von den Quellen in die Verbrauchsregionen geleitet werden, wodurch ein teures Netz entsteht, das anfällig für Ausfälle ist.

In den USA müsste Energie von den westlichen Wüsten und Ebenen zu Bevölkerungszentren im Osten und an der Westküste übertragen werden. Im Winter müssten große Energiemengen von sonnigeren südlichen in kältere nördliche Gebiete übertragen werden.

In Eurasien müssten enorme Bevölkerungskonzentrationen in Nordindien und Ostchina aus Wind- und Solaranlagen in großen Gebieten Westchinas, der Mongolei, Kasachstans und Russlands geliefert werden. Insbesondere Indien wäre in Bezug auf Energie stark von nördlichen Nachbarn abhängig. Ob internationale Abkommen tatsächlich so große Systeme aufbauen könnten, ist eine andere Frage. Die Übertragung von Strom über Tausende von Kilometern Hochspannungsleitung ist mit erheblichen Verlusten verbunden. Noch wichtiger ist jedoch, dass solche stark zentralisierten

und dennoch riesigen elektrischen Gürtel sehr anfällig für Störungen durch Naturkatastrophen wie Erdbeben, Sandstürme, Tornados und insbesondere geomagnetische Stürme sind, die durch Sonneneruptionen verursacht werden. Die heutigen Netze, die bereits zu anfällig für Stromausfälle sind, produzieren den größten Teil des Stroms vor Ort und sind hauptsächlich für den Lastausgleich auf Fernverbindungen angewiesen. Ein zukünftiges Netz nur für Sonne und Wind wäre jedoch nicht nur hauptsächlich auf entfernte Energiequellen angewiesen. Eine Unterbrechung der Elektrizität würde bedeuten, die gesamte Energie auszuschalten.

Quellen:

<https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-plus-storage-101> <http://css.umich.edu/factsheets/us-cities-factsheet>

https://www.eia.gov/energyexplained/?page=us_energy_home