

# Das Verbreitungs-Problem, Teil I: Wind und Solar – je mehr man macht, umso schwieriger wird es

geschrieben von Chris Frey | 7. Oktober 2022

[Dr. Judith Curry's Climate Etc.](#) von Planning Engineer

Es scheint der Glaube vorzuherrschen, dass die Zunahme von Wind- und Solarprojekten den weiteren Fortschritt mit diesen Ressourcen erleichtern wird. Nichts könnte weiter von der Wahrheit entfernt sein.

Die Steigerung des Verbreitungsgrades von Wind- und Solarenergie ist eine Sisyphusarbeit, nur dass sie noch schlimmer ist. Man kann sich die Herausforderung so vorstellen, als würde man einen riesigen Felsen, der immer schwerer wird, einen immer steiler abfallenden Hügel hinaufschieben, während der Boden darunter immer glatter und instabiler wird. Die Probleme, die mit einer stärkeren Verbreitung verbunden sind, machen alle potenziellen Vorteile zunichte, die durch Größenvorteile erzielt werden könnten.

Das Stromversorgungssystem ist traditionell stark und sehr robust. Im Allgemeinen gibt es keine nennenswerten Probleme, wenn kleine Systemelemente (kleine Mengen an Wind- und Sonnenenergie) hinzugefügt werden, die das System eher belasten als unterstützen. Das System ist in begrenztem Maße in der Lage, Wind- und Solarenergie zu absorbieren und kann sie nutzen, um die auf teure Brennstoffe angewiesene Stromerzeugung zu ersetzen. Bei höheren Verbreitungsgraden wird diese Fähigkeit jedoch stark eingeschränkt und die Wirtschaftlichkeit kann sich verschlechtern oder sogar umkehren. Nachstehend sind einige Gründe aufgeführt, warum eine zunehmende Verbreitung erneuerbarer Energien zu rasch steigenden Kosten und rasch abnehmender Zuverlässigkeit führen wird.

1) Wind- und Solarenergie können nicht ohne weiteres wesentliche Leistungen bzgl. Zuverlässigkeit erbringen. Die [konventionelle](#) Stromerzeugung hat Eigenschaften, die die Stabilität und den Betrieb des Netzes unterstützen. Sie haben eine träge Masse und drehen sich synchron mit den Wellenformen, die das System antreiben, während sie ohne weiteres Spannungs- und Frequenzunterstützung bieten. Da Wind- und Sonnenenergie einen immer größeren Anteil an der Stromerzeugung ausmachen, werden diese wünschenswerten Eigenschaften immer weniger. Einige argumentieren, dass die elektronische Emulation dazu dienen kann, den Verlust dieser Eigenschaften zu kompensieren, aber das ist kostspielig und die Ergebnisse sind minderwertig. Frühere Schriften, die sich ausführlich mit diesem Thema befassen, sind unter anderem [dieser](#) und [dieser](#) Beitrag.

2) Wind- und Solarenergie sind intermittierende Ressourcen, deren Verfügbarkeit bzw. Leistung oft nicht mit dem Bedarf des Systems übereinstimmt oder diesen unterstützt. Es gibt zwar Hoffnung für die Batterietechnologie, aber die derzeitigen Ziele sind bescheiden. Andere Ressourcen müssen die Intermittenz von Wind und Sonne ausgleichen. Je höher der Anteil von Wind- und Solarenergie ist, desto größer sind die Herausforderung und die Kosten für das Backup. Frühere Beiträge zu diesem Thema neben Anderen stehen [hier](#) und [hier](#).

3) Der Erfolg von Wind- und Solaranlagen ist sehr standortabhängig. Sie können Karten abrufen, die die Eignung und Angemessenheit verschiedener Standorte für Wind- und Solarenergie zeigen. Auch andere Überlegungen zur Flächennutzung führen dazu, dass sich Standorte mehr oder weniger gut für Wind- und Solaranlagen eignen. Bei den derzeitigen Bemühungen um den Ausbau von Wind- und Solarenergie werden die optimalsten Standorte genutzt. Die verbleibenden Standorte sind weniger optimal. Wenn der Verbreitungsgrad über das derzeitige Niveau hinaus steigt, wird die Eignung potenzieller Standorte abnehmen. Dieser [Beitrag](#), der in Zusammenarbeit mit Rud Istavan verfasst wurde, enthält einige Ausführungen zu Standortproblemen.

4) Wind- und Solarenergie hängen von [Materialien](#) ab, die abgebaut werden müssen, und ihre Kapazität kann begrenzt sein. Ein starker Anstieg der Solar- und Windenergieproduktion wird wahrscheinlich die Kosten erhöhen und zu Versorgungsproblemen führen. Bei der europäischen Windenergie gibt es schon jetzt einen [Kampf](#) um knappe Materialien.

5) Mit zunehmender Verbreitung der Wind- und Solarenergie wird es für andere Ressourcen immer schwieriger, ihren Ausbau zu subventionieren. Es ist eine Sache, eine kleine Komponente des Erzeugungsmixes zu subventionieren, eine ganz andere, die Hauptkomponenten zu subventionieren. Siehe [hier](#) und [hier](#).

6) Der Bau von Wind- und Solaranlagen ist sehr energieaufwändig. Ihr Betrieb und ihre Wartung verbrauchen sehr viel Energie. Viele sehen, dass es zweifelhaft ist, ob solche Anlagen sich selbst tragen, die Last bedienen und genügend Energie liefern können, um Ersatzanlagen derselben Art zu bauen. Wenn dann auch noch Elektrofahrzeuge hinzukommen, wird das Problem noch größer. Der „grüne“ Plan zur Abschaffung von Gasgeräten und die zusätzlichen Verluste durch den verstärkten Einsatz von Batterien werden ebenfalls nicht helfen. Es gibt eine Reihe von Bedenken, die sich auf den gesamten Energie- und Ressourcenverbrauch von Wind- und Solaranlagen beziehen. Dies wird als das Problem der Energiedichte oder Leistungsdichte bezeichnet. Hier sind einige Links ([hier](#), [hier](#), [hier](#) und [hier](#)), die diese Art von Bedenken erörtern. Diese Bedenken liegen außerhalb meines Erfahrungsbereichs. Ich hoffe, dass die Leser in den Kommentaren weitere Hinweise geben können.

7) Wind- und Solarenergie machen die Untersuchung, die Steuerung und den Betrieb des Energiesystems komplizierter und unsicherer. Diese

Ressourcen sind intermittierend und für die Betreiber unberechenbarer. Um die Stabilität aufrechtzuerhalten, ist eine gute Modellierung unabdingbar. Es werden detaillierte Modelle mit komplexen Differentialgleichungen erstellt. Die Planer können die Erbauer großer Kraftwerke zwingen, ziemlich gute Daten über die Auswirkungen der Anlagen zu liefern. Die Beschaffung guter Daten für verstreute Projekte mit vielen kleinen Elementen, die sich während des Projekts und nach der Installation ändern können, ist wesentlich schwieriger. Und schließlich haben Anlagenbetreiber und Planer jahrelange Erfahrung mit großen rotierenden Maschinen, nicht so sehr mit Wind- und Solarkraftwerken.

8) Ein großflächiger Einsatz von Wind- und Solarenergie würde voraussetzen, dass der Strom über große Entfernungen übertragen wird (oder man bräuchte eine unrealistische und unglaubliche Menge an Batteriespeichern). Um die Windenergie von den Ebenen in die Bevölkerungszentren zu bringen, sind lange Übertragungsleitungen erforderlich. Die Befürworter der Grünen argumentieren, dass Ungleichgewichte zwischen Last und Erzeugung aus Solar- und Windenergie durch die Nutzung von Ressourcen aus einem größeren geografischen Gebiet ausgeglichen werden können. Dies erfordert einen noch größeren Bedarf an langen Stromleitungen sowie ein robustes Netz. Wind und Sonne erzeugen Gleichstrom, der mit Hilfe des Netzes in Wechselstrom umgewandelt werden muss. Edison und Tesla lieferten sich vor Jahren einen Kampf um Wechselstrom und Gleichstrom. Tesla gewann, denn um Strom über eine große Entfernung zu übertragen, muss man ein Wechselstromsystem verwenden. Wie in Punkt 1 erwähnt, bieten Solar- und Windenergie nicht genügend Elemente wie Trägheit und Schwankungen, um ein solches System stabil zu halten. (Randbemerkung: Eine Hochspannungs-Gleichstromleitung kann Strom über große Entfernungen mit geringeren Verlusten übertragen. Um eine Hochspannungs-Gleichstromleitung nutzen zu können, muss jedoch unbedingt ein starkes Wechselstromsystem vorhanden sein, das den Strom empfängt. Das System muss so robust sein, dass der Strom von Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt werden kann. Hochspannungs-Gleichstromleitungen sind nicht die Rettung für ein wind- und solarbasiertes System). Eine hohe Verbreitung von Wind- und Solarenergie erfordert zwar ein robustes Netz, aber ihre größere Präsenz verringert die Leistungsfähigkeit des Netzes.

Die Liste der oben genannten Herausforderungen ist beeindruckend. Wie könnten sie überwunden werden? Nicht durch größenbedingte Einsparungen bei der Wind- und Solarstromerzeugung. Erstens ist es schwer vorstellbar, dass Größenvorteile diese Ressourcen in die Lage versetzen würden, die oben beschriebenen gewaltigen Herausforderungen zu überwinden. Zweitens scheint es nicht so, dass signifikante Verbesserungen der Größenvorteile zu erwarten sind. Meine Recherchen zu diesem Thema haben ergeben, dass alle Versuche, Größenvorteile zu erzielen, fehlgeschlagen sind. Der Bau von immer mehr und immer kleineren Anlagen wird aufgrund der gestiegenen Materialkosten wahrscheinlich keine größeren Größenvorteile bringen. Größere Wind- und Solaranlagen verursachen eine Reihe von Kosten, die bei kleineren

Anlagen nicht anfallen. Die Befürworter von Wind- und Solaranlagen argumentieren stattdessen, dass kleinere lokale Projekte mehr Nutzen bringen als größere Anlagen.

Könnte die Kernenergie einen Beitrag zu einer Zukunft mit geringeren Kohlenstoffemissionen leisten? Auf jeden Fall. Keine der oben genannten Bedenken trifft auf die Kernenergie zu. Durch standardisierte Kernkraftwerke und vernünftige Vorschriften könnten die Kosten gesenkt werden. Auch die Wasserkraft lässt sich gut in das Stromsystem integrieren. Leider gibt es nur wenige bis gar keine potenziellen Standorte für den Ausbau der Wasserkraft. (Anmerkung: Pumpspeicherung ist eine Möglichkeit, Energie zu speichern, aber keine zusätzliche Nettoenergie zu erzeugen).

Es ist viel zu früh, sich eine Zukunft mit 100 % erneuerbaren Energien vorzustellen, zu der die derzeitigen Wind- und Solarkapazitäten wesentlich beitragen. Es ist keine gute Strategie, die derzeitigen „grünen“ Technologien zu fördern und die konventionelle Energieerzeugung in der Hoffnung auf ein Wunder, wenn wir es brauchen, einzustellen und zu verbieten. Vielleicht können wir uns mit dem umfassenden Einsatz von Kernkraft, Kohlenstoffabscheidung und anderen Technologien einem kohlenstofffreien Netz nähern. Die derzeitigen Wind- und Solartechnologien werden in einem solchen Plan bestenfalls eine kleine Rolle spielen.

*This is the first post in a series on **The Penetration Problem***

*Part 1: **Wind and Solar: The More You Do, The Harder it Gets***

*Part 2: **Will the Inflation Reduction Act Cause a Blackout?***

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2022/10/06/the-penetration-problem-part-i-wind-and-solar-the-more-you-do-the-harder-it-gets/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE