

Wie klimawirksam ist ein Photovoltaik-Zubau in Deutschland?

Eine verschwiegene Dynamik.

Vortrag Nikolaus von der Heydt
 Institut für Umweltphysik Göttingen - Physik zum Leben -
 email: umweltphysik.goettingen@kdwelt.de

Der scheinbar emissionsfreie Betrieb von PV-Anlagen täuscht darüber hinweg, dass *vor ihrer Inbetriebnahme*, während der weltweit vernetzten Herstellung der Module, erhebliche Mengen CO₂ in die Atmosphäre gelangen <1 bis 9>, hauptsächlich durch Kohle-Verbrennung in China <2, 7>. Das zeigen neue Studien 2011 bis 2017. Für in Deutschland übliche Si-PV-Anlagen auf Schrägdächern sind das mindestens **2.600 kg CO₂ je kWpeak** (Normleistung, kurz kWp, belegt etwa 10 qm Dachfläche). Dabei sind Netzanpassungen, Speicher, Aufständerungen und Zäune auf Freiflächen nicht berücksichtigt.

Eine neu installierte, optimal ausgerichtete Si-PV-Anlage kann *aktuell* in Deutschland durchschnittlich **475 kg CO₂ je kWp im Jahr** vermeiden, indem sie beim Stromkunden den deutschen Strommix ersetzt <4, 9>. Im Folgenden wird nicht berücksichtigt, dass dieser Vermeidungsfaktor zukünftig sinken wird.

Nach 5,5 Jahren hat dann *diese* Anlage ihre Herstellungsemission wieder eingespart. Aber so lange ist *zusätzliches* CO₂ in der Atmosphäre und heizt! **F 2**

Anders sieht es aus bei einem **gleichförmigen PV-Zubau**. *Jedes Jahr* werden dann 2.600 kg CO₂ je kWp bei der Herstellung freigesetzt. Auch über die Lebensdauer der Anlagen (30 Jahre ?) hinaus muss das so bleiben, um die abgängigen Anlagen zu ersetzen. Bis dahin wächst die PV-Leistung jedes Jahr um den gleichen Betrag, z. B. um 7 Mio.kWp (Vorschlag bona fide) entsprechend *jährlich* 18 Mio.t CO₂-Emission und 7 x 10 qkm Schräg-Dachflächen oder 14 x 15 qkm Freiflächen.

Drei Wirkungen treten zeitverzögert ein:

F 3

1. **Nach 5,5 Jahren** ist die *jährliche* CO₂-Vermeidung auf 2.613 kg je kWp angewachsen. Sie kompensiert dann gerade die *Herstellungs-Emission dieses Jahres*. Damit ist die maximale *zusätzliche* CO₂-Ansammlung in der Atmosphäre erreicht. Im Beispiel-Vorschlag: 50 Mio.t, dadurch schmelzen 150 qkm arktisches Sommereis <10> – zweimal die jährliche PV-Fläche. Danach wird *jährlich mehr* CO₂ vermieden als die immer gleiche Herstellungsemission von jährlich 2.600 kg je kWp. Die *zusätzliche* CO₂-Menge wird nun wieder kleiner.
2. Aber es dauert **noch einmal 5,5 Jahre**, bis die weiter wachsende PV-Leistung durch wachsende CO₂-Vermeidung die in der Atmosphäre *zusätzlich* angesammelte CO₂-Menge vollständig abgebaut hat. – Somit hält der PV-Zubau **über 11 Jahre hinweg mehr** CO₂ in der Atmosphäre als ohne den Zubau. Solange bleibt der Strahlungsantrieb erhöht, wird die Erde *zusätzlich* aufgeheizt, und bis dahin *wächst* die zusätzlich angesammelte Wärmemenge.
3. Um diese Wärmemenge wieder zu verringern und los zu werden, muss der PV-Zubau **mindestens weitere 5,5 Jahre** fortlaufen, um durch wachsende CO₂-Vermeidung auf das Wärmeniveau zu kommen, das die Erde *ohne den PV-Zubau* erreicht hätte.

Ein PV-Zubau in Deutschland wird also erkaufte durch **mindestens 17 Jahre lang zusätzliche Wärme auf der Erde**. Wohlgemerkt: **Trotz Einsparung von deutschem Strommix!**

Zur Erreichung der Klimaziele kann der PV-Zubau vor 2035 nichts beitragen - im Gegenteil!

F 4

Die oben erwähnten Zusatzeinrichtungen (Speicher etc.) würden die Herstellungsemission je kWp mindestens verdoppeln. Das führt zu doppelten Ausgleichszeiten, 4-fachen maximalen CO₂-Mengen und 8-fachen maximalen Wärmemengen. Der Beispiel-Vorschlag würde dann nach 11 Jahren 200 Mio.t CO₂ ansammeln und 600 qkm Arktis-Eis schmelzen <10>. Nach 22 Jahren wäre die Wärmemenge maximal, und die könnte frühestens nach 33 Jahren wieder abgebaut werden – wenn die PV-Anlagen so lange halten würden! Wenn sie aber nach 30 oder realistisch 25 Jahren ersetzt werden müssen, wächst die Erwärmung durch den PV-Erhalt stetig weiter an.

F 5

Die immer wieder in Aussicht gestellte Verringerung der PV-Herstellungsemission $<3>$, sofern sie trotz China erreicht wird, kann wohl kaum mit der deutlich schneller sinkenden CO_2 -Last des deutschen Strommix mithalten, die der PV-Strom vermeiden kann: von heute 528 g je kWh muss sie durch Abschaltung von Kohlekraftwerken bis 2030 auf ca. 100 g je kWh gesenkt werden, wenn das deutsche Klimaziel bis dahin nicht wieder verfehlt werden soll.

F 6

Ähnliche Rechnungen für **Windanlagen** (WEA) aufgrund von Daten aus $<8 \& 9>$ ergeben: Ein gleichförmiger Zubau verursacht *6 Monate* nach Beginn einmalig ein Wärmemaximum, *3 Monate* später ist es wieder abgebaut, danach wird die Erderwärmung zunehmend gebremst. Das Maximum ist bei einem Zubau von jährlich 5 Mio. kW Nennleistung (Mittel der letzten 5 Jahre; z.B. 1000 WEA à 5 MW) nicht wahrnehmbar. Ein PV-Zubau mit gleicher Stromproduktion würde über 17 Jahre hinweg 10-tausend mal mehr Wärme verursachen mit einem Maximum nach 11 Jahren.

Fazit:**F 7**

- Ein gleichförmiger Zubau von Si-Photovoltaik in Deutschland wird durch herstellungsbedingte CO_2 -Emissionen mindestens 17 Jahre lang *zusätzliche* Wärme auf der Erde ansammeln.
- Damit bleibt der PV-Zubau zwei Jahrzehnte lang für den Klimaschutz nicht nur wirkungslos, sondern führt im Gegenteil aufgrund der CO_2 -Ansammlung innerhalb von 6 Jahren zu gefährlichen Klimaschäden, z.B. zum Schmelzen von arktischem Sommereis – 2 bis 3 m^2 für jeden m^2 der jährlichen PV-Fläche.
- Ein gleichförmiger Zubau neuer Windanlagen in Deutschland führt schon nach 6 Monaten zu einer zunehmenden Netto- CO_2 -Einsparung. Eine Erwärmung zu Beginn ist nicht von der saisonalen Temperaturschwankung zu trennen. Ein PV-Zubau mit gleicher Stromproduktion würde über 17 Jahre hinweg 10-tausend mal mehr Wärme verursachen.

Folglich ermöglicht nur die Windkraft eine klimaschonende Stromversorgung in Deutschland und eine schnelle Senkung der CO_2 -Emission. Sie ist die einzige Chance, das deutsche Klimaziel wenigstens 2030 zu erreichen! Nur so kann Flora und Fauna in Deutschland vor den rasant zunehmenden Klimaveränderungen – z.B. arktische Eisschmelze – geschützt werden.

F 9**Zitate & Links**

1. IEA-PVPS Task 12 - Life Cycle inventories and Life Cycle Assessments of Photovoltaic Systems - Edition 2011 <http://www.iea-pvps.org/>
2. IEA-PVPS Task 12 - Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessments of Photovoltaic Systems - Edition 2015 <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=315>
3. IEA-PVPS Task 12 - Life Cycle Assessment of Future Photovoltaic ... Systems Operated in Europe - 2015 <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=314>
4. Fthenakis V., Frischknecht R., Raugei M., Chul K. H., Alsema E., Held M. and Scholten M. d. W. (2011) Methodology Guidelines on Life Cycle Assessment of Photovoltaic Electricity. Subtask 20 "LCA". IEA PVPS Task 12 <http://www.iea-pvps.org/>
5. Frischknecht R., Heath G., Raugei M., Sinha P., Scholten M. d. W. (2016) Task 12 - Methodology Guidelines ... 3rd Edition <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=414>
6. Itten R., Wyss F. and Frischknecht R. (2014) LCI of the global crystalline photovoltaics supply chain and of future photovoltaics electricity production. treeze Ltd., Uster, Switzerland (Schweizer Bundesamt für Energie).
7. De Wild-Scholten M., Cassagne V., Huld T. (2014) Solar Resources and Carbon Footprint of Photovoltaic Power in Different Regions in Europe.
8. Rausch L., Fritsche U. (2012) Aktualisierung von Ökobilanzdaten für Erneuerbare Energien im Bereich Treibhausgase und Luftschadstoffe. Oeko-Institut.
9. Umwelt-Bundesamt (2017) Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2016.
10. Notz D. (2018) MPI für Meteorologie, Das Ende der Eiszeit? Vortrag SYKW 1.1 auf der Tagung der DPG in Erlangen am 06.03.2018.