

Meinung **Windenergie weder grün noch regenerativ**

## Werden die klimatischen Auswirkungen der Windkraftnutzung unterschätzt?

Ein oft wiederholtes Narrativ im Zusammenhang mit Extremregen lautet: „Warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen, wodurch das Potenzial für Starkniederschläge steigt.“ Doch steigt die Verdunstung wirklich oder kann etwas, das stimmig klingt und physikalisch korrekt erscheint, möglicherweise auch falsch sein?



Sonne, Wind und Wolken spielen entscheidende Rollen im Wasserkreislauf der Erde. Greift der Mensch in dieses System ein, bleibt das nicht ohne Folgen.

*Foto: wirbnbrinf/iStock*

Von [Manfred Brugger](#) | 25. Januar 2025

Der [Global Water Monitor Summary Report 2024](#) ist eine statistische Zusammenstellung von Daten zum globalen Wasserkreislauf. Die Forscher verweisen wie erwartet auf den Klimawandel und steigende Temperaturen als Ursache für Extremwetterereignisse wie regionale Dürren oder Starkregen.

Sie vergaßen dabei jedoch den Wind. Während Wärme zur Verdunstung von Wasser führt, ist der Wind der Motor des Wasserkreislaufs, der den unsichtbaren Wasserdampf verteilt.

### Alles im Zusammenspiel

Wasser existiert je nach energetischem Zustand in den Aggregatzuständen fest (Eis), flüssig (Wasser) und gasförmig (Dampf). Den Effekt der Verdampfung und die Notwendigkeit der kontinuierlichen Energiezufuhr kennen alle vom Kochtopf.

In der Natur verläuft der Vorgang des Verdampfens beziehungsweise Verdunstens auf ähnliche Weise, wobei die Sonne die Rolle des Herdes übernimmt. Die Energie der Sonne schwankt zwar geringfügig, ist aber im Durchschnitt konstant und als fixer Wert in der Solarkonstante definiert.

Wasser verdunstet auch bei niedrigeren Temperaturen, wie man es vom Wäschetrocknen an der Luft kennt. Dafür ist ebenfalls Energie erforderlich, welche als Verdunstungswärme bezeichnet wird. Sie beträgt bei 15 Grad Celsius 2.460 Kilojoule pro Kilogramm (kJ/kg) Wasser. Beim Baden in einer windigen Umgebung lässt sich der Effekt der Verdunstungskälte gut auf der nassen Haut spüren.

Die erforderliche Verdampfungsenthalpie bei Wasser ist damit etwa 2.500-mal höher als die Energie, die zur Erwärmung der gleichen Menge Luft benötigt wird. Das bedeutet: Wenn Wasser oder Feuchtigkeit zur Verdunstung vorhanden ist, erwärmt sich die Luft langsamer.

### Stärkere Verdunstung senkt Temperaturen

Pflanzen nutzen die Verdunstung zur Temperaturregulation. Deshalb ist es in Wäldern bei hohen Temperaturen immer kühl. Erst wenn kein Wasser mehr zur Verdunstung über die Blätter vorhanden ist, trocknet die Pflanze aus und stirbt ab.

Die Verdunstung erfordert große Mengen an Energie. Wenn also das eingangs erwähnte Narrativ stimmen soll, dann muss irgendwoher die erforderliche Energie zur gleichzeitigen Erwärmung der Luft und der Verdunstung des Wassers kommen.

Nachdem die Energie der Sonne sich aber nicht verändert, kann das Narrativ auch nicht stimmen. Schließlich haben wir die Situation mit höherer Sonneneinstrahlung im Bereich der Innertropischen Konvergenzzone um den Äquator seit Jahrhunderten.

Aufgrund der höheren Verdunstung sind die Temperaturen nahezu das ganze Jahr über konstant, und das verdunstende Wasser regnet über den Regenwäldern ab. Höhere Temperaturen passen demnach nicht ins Bild des Narrativs, weil mehr Wasser höhere Verdunstungswärme bedeutet und damit die Temperatur sinken müsste. Was in unseren Breiten so aber nicht der Fall ist.

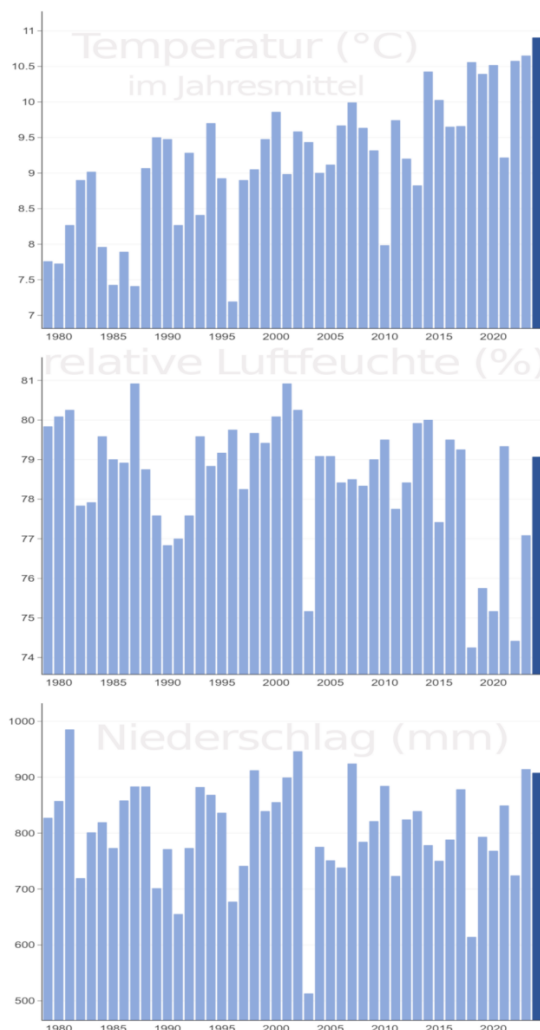
In unseren zubetonierten Städten mit gepflasterten und asphaltierten Plätzen, in denen Bäume, Grünflächen und Wasser oft komplett fehlen, kommt es unweigerlich zur Aufheizung und zum Hitzestau. Hitze und Trockenheit sind deshalb immer miteinander verbunden.

### Mehr Wasser in der Atmosphäre?

Es ist allgemein bekannt, dass warme Luft erheblich mehr Wasserdampf aufnehmen kann als kalte Luft. Die Menge des maximalen Wasserdampfgehaltes in der Luft (Sättigung) wird als absolute Luftfeuchtigkeit in Gramm je Kilogramm angegeben.

Luft ist in der Regel aber nicht gesättigt. Das Verhältnis der aktuellen absoluten Luftfeuchtigkeit zur maximal möglichen Luftfeuchtigkeit wird prozentual als relative Luftfeuchtigkeit ausgedrückt. Auch die relative Luftfeuchtigkeit ändert sich mit der Temperatur.

Auf der Website von Global Water lassen sich aus den Datensätzen für jedes Land Werte generieren, beginnend ab dem Jahr 1979. Die Entwicklung von Temperaturen, relativer Luftfeuchte und Niederschlägen über Deutschland gestalten sich seither wie folgt:



Steigende Temperaturen und fallende relative Luftfeuchtigkeit deuten auf eine gleichbleibende atmosphärische Wassermenge.

Foto: ts/Epoch Times nach Global Water Project / Australian National University

## Woher kommt die Energie zur Verdunstung?

Beim Aufstieg von feuchtwarmer Luft in die kühlere Atmosphäre werden die sich bildenden Wolken wasserreicher und dichter. Die zunehmende Wolkenbildung und zunehmende Reflexion von Sonnenstrahlung auf der oberen Wolkenseite drosselt die Wärmezufuhr zur Erde und die Verdunstung stagniert.

Die jährliche Verdunstungsrate liegt bei circa 430.000 Kubikkilometern (km<sup>3</sup>) Wasser über den Ozeanen und rund 70.000 km<sup>3</sup> über dem Festland. Das atmosphärische Wasser wird circa 38- bis 39-mal umgewälzt. Der damit verbundene Wärmetransport von der Erdoberfläche (Verdunstung) an die äußere Atmosphäre (Kondensation) beträgt 1,25 Millionen Exajoule.

Diese Zahl ist bemerkenswert, denn im Vergleich mit der jährlich einstrahlenden Sonnenenergie auf die Erde in Höhe von gut 3,8 Millionen Exajoule wird damit rund ein Drittel der gesamten Energie allein durch den Wasserkreislauf wieder abgeführt. Und das funktioniert seit Jahrhunderten so.

Wenn also, wie oft behauptet wird, mehr Wasser in der Luft ist, dann muss die Frage erlaubt sein, woher plötzlich diese Energie kommt, welche dieses zusätzliche Wasser in die Atmosphäre pumpt? Die Antwort ist ganz einfach, es gibt diese Energie nicht.

Die Energie für die Verdunstung liefert die Sonne. Sie liefert auch die Energie für den Wind. Der Wind transportiert und verteilt den Wasserdampf. Energie kann nicht erzeugt, sondern nur umgewandelt werden. In der Photovoltaik wird die Energie der Lichtquanten genutzt, bei der Windenergienutzung wird dem troposphärischen System Strömungsenergie – kinetische Energie der strömenden Luftmasse – entzogen, über den drehenden Rotor in mechanische Energie und diese im Generator in elektrische Energie umgewandelt.

Entzug von Strömungsenergie bedeutet Abbremsen. Windenergie ist damit auch nicht erneuerbar und der Begriff hier falsch angewendet.

## Windräder bremsen fliegende Flüsse

Was das für den Wasserdampftransport bedeutet, wird hier am Beispiel einer Vestas-Turbine V172-7.2 MW mit einem Rotordurchmesser von 172 Metern und 7,2 MW Nennleistung erläutert:

Die vom Rotor überstrichene Fläche beträgt rund 23.200 m<sup>2</sup>. Bei einer Windgeschwindigkeit von 14 m/s (50 km/h, Windstärke 7) durchströmen jede Sekunde rund 325.000 Kubikmeter Luft diese Fläche (23.200 m<sup>2</sup> · 14 m/s = 324.800 m<sup>3</sup>/s). Unter der realistischen Annahme, dass die Windgeschwindigkeit durch die Turbine von 14 auf 7 m/s halbiert wird, wird auch die Luftmenge halbiert – ebenso wie die transportierte Wassermenge.

Bei einem Wasserdampfanteil von etwa 15 g/m<sup>3</sup> Luft bedeutet dies, dass – pro Sekunde – knapp 2.500 Liter Wasser nicht mehr transportiert werden (162.400 m<sup>3</sup> · 15 g/m<sup>3</sup> = 2.436.000 g = 2.436 kg). Pro Minute entspricht dies einer Menge von 146 m<sup>3</sup> beziehungsweise pro Stunde einer Menge von 8.770 m<sup>3</sup>.

Ein einzelnes Windrad beeinflusst also theoretisch die natürliche Wasserdampfverteilung bereits mit knapp 9.000 m<sup>3</sup> Wasser pro Stunde beziehungsweise mehr als 200.000 m<sup>3</sup> Wasser pro Tag. Nicht umsonst gaben brasilianische Wissenschaftler dem strömenden Wind den Namen fliegende Flüsse.

## Vorzeitig abgereignetes Wasser fehlt an anderer Stelle

Nun laufen die Turbinen aufgrund der Windbedingungen nur rund ein Fünftel der Zeit unter Vollast. Aber genau dann, wenn viel Luft bewegt wird und strömt, entziehen sie dem Wind die meiste Energie und richten somit den größten Schaden an. Es spielt im Übrigen auch keine Rolle, wo beziehungsweise in welcher Höhe der Energieabgriff erfolgt, denn Windsysteme müssen als zirkulierende Systeme betrachtet werden.

Wenn also nicht mehr Wasser in der Luft ist, kann das nur bedeuten, dass der Wasserdampf nicht mehr gleichmäßig verteilt wird. Der Grund hierfür dürfte im Energieentzug aus dem troposphärischen System als Folge der Windenergieabschöpfung zu finden sein.

Dadurch kommt es vor den Turbinen und kurz danach ähnlich wie an Gebirgshängen zum Stau-beziehungsweise Steigungsregen. Dass derartige Wetterereignisse in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten an Häufigkeit und Intensität zugenommen haben, ist wenig verwunderlich. In den Gegenden im Windschatten fehlt das Wasser für die erforderliche Übersättigung zur Kondensation und es kommt zu Dürren.

Windenergienutzung kann damit weder als regenerativ noch als grüne Energie bezeichnet werden. Sie ist der massivste Eingriff in das troposphärische System seit Menschengedenken.

**Über den Autor:**

Dipl.-Ing. (FH) Manfred Brugger ist im Anlagenbau für die öffentliche Trinkwasserversorgung tätig und beobachtet aufgrund dessen seit 38 Jahren die Entwicklungen und Veränderungen im natürlichen Wasserkreislauf. In seinem Buch „Windwahn“, das 2024 im novum Verlag erschienen ist, beschreibt er die klimatischen Konsequenzen der Windkraftnutzung.

<https://buch.manfred-brugger.de>



<https://manfred-brugger.de>



[Download des ARTIKELS per QR-Code:](#)

