

## »Windstromimport aus fernen Regionen«

**SW&W:** Die Leistung von erneuerbaren Energien schwankt stark. Die deutschen Windkraftanlagen erreichen 20% ihrer Nennleistung nur in etwa einem Drittel ihrer Betriebszeit. Herr Czisch, Sie haben untersucht, wie sich die Verfügbarkeit verbessert, wenn man die Europäischen Windparks mit Windparks in Nordafrika vernetzt.

**Czisch:** Deutschland ist eine relativ einheitliche meteorologische Region. Es gibt häufig Wetterlagen mit schwachem Wind. Zeiten, in denen der Wind überall gleichzeitig kräftig bläst, sind relativ selten, kommen aber ab und an vor. Je größer das Gebiet ist, in dem Windstrom erzeugt wird, desto weniger wahrscheinlich ist es, dass man überall Flaute oder überall Starkwind hat. Kurzfristige Schwankungen der Stromproduktion werden immer geringer, aber auch der saisonale Gang kann sich deutlich ändern. Zum Beispiel herrschen im Norden Afrikas, in der Passatwindregion, andere meteorologische Bedingungen vor. Dort weht der Wind im Sommer stärker, während Europa ein Winterwindgebiet ist.

**»Deutlich höhere Windstromanteile sind problemlos machbar.«**

**SW&W:** Welche Vorteile ergeben sich, wenn Windkraftanlagen großräumig vernetzt werden?

**Czisch:** Wenn man sehr großräumig die Windenergie nutzt, dann werden in einem solchen System nur sehr selten überall sehr hohe Leistungen erreicht. Je größer das Gebiet ist und je günstiger die Zusammenstellung der Gebiete gewählt wird, desto höher wird aber auch der Minimalwert der Stromerzeugung. In einem von mir berechneten Beispiel werden 20% der Nennleistung zu 98% der Zeit erreicht.

**SW&W:** 20% sind nicht eben viel.

**Czisch:** Das heißt ja nicht, dass 20% die Auslastung der Kraftwerke ist. Tatsächlich erreichen die Offshore-Kraftwerke und die sehr guten Standorte in Nordwestafrika etwa doppelt so hohe Auslastungen. Wenn ich 20% der Leistung bereitstellen wollte, so könnte ich das in 98% der Zeit auch schon alleine durch Windenergie. Nur für 2% der Zeit müsste ein Backup-System die Flauten ausgleichen. Das ist ein System, das die Leistungsverfügbarkeit sichert. Wenn man von einem

sehr hohen Anteil regenerativer Energien ausgeht, dann stellt der Rest des Kraftwerkparcs das Backup-System dar.

**SW&W:** Welche Systeme kommen dafür in Frage?

**Czisch:** Besonders interessant als Backup-System für große regenerative Stromerzeugungsleistungen sind die in der EU und Norwegen vorhandenen Speicherwasserkraftwerke. Die gesamte Speicherkapazität beläuft sich zur Zeit auf etwa 180 TWh. Das macht immerhin knapp 10% des derzeitigen jährlichen Strombedarfs in Europa aus. Die Energie kann über sehr lange Zeiträume gespeichert werden. Auch die Biomasse bringt Speicherfähigkeit mit und könnte zum Teil für die Stromerzeugung eingesetzt werden.

**SW&W:** Reichen die heutigen Backup-Systeme aus, um 10% Windenergieanteil an der Stromversorgung zu sichern, die laut der Studie »Windstärke Zehn« bis 2020 möglich wären?

**Czisch:** Nach den Studien, die ich kenne, sind deutlich höhere Windstromanteile als 10% beim heutigen System schon problemlos machbar, selbst ohne die Wasserkraftwerke mit ihrer Speicherfähigkeit.

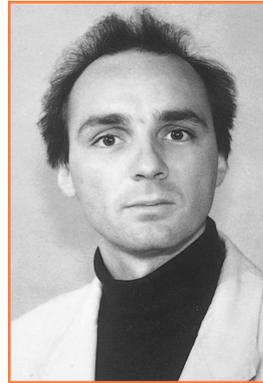
**SW&W:** Gibt es ein Potenzial für mehr Wasserkraft?

**Czisch:** Die Potenziale der Wasserkraft sind in Europa wahrscheinlich schon weitgehend ausgeschöpft. Bei den vorhandenen Wasserkraftwerken wird man die Leistung jedoch ausbauen können. Dadurch steht mehr Leistung zur Verfügung, um Fluktuationen aus anderen Erzeugungssystemen auszugleichen. Größere Wasserkraftpotenziale sind noch in Russland und in Zentralafrika vorhanden.

**»Es wäre wesentlich günstiger, Windstrom zu importieren...«**

**SW&W:** Inwieweit kann Strom aus Sonnenenergie den Windstrom ergänzen?

**Czisch:** Wir haben die maximalen Einstrahlungen im Sommer und die maximalen Windgeschwindigkeiten im Winter. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet ließen sich Solarenergie und Windenergie für eine verbrauchsgerechte Stromerzeugung gut kombinieren.



**Dipl.-Phys. Gregor Czisch ist Experte für Energiewirtschaft am Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) in Kassel und beschäftigt sich mit Wegen zur CO<sub>2</sub>-neutralen Stromversorgung.**

**SW&W:** Wobei man dann photovoltaischen Strom in derselben Größenordnung wie Windstrom bräuchte.

**Czisch:** Richtig. In Deutschland kommt vor allem die photovoltaische Stromproduktion in Betracht, die gegenwärtig noch hohe Kosten verursacht. Es wäre deutlich günstiger, Windstrom selbst aus sehr fernen Regionen zu importieren, als die Photovoltaik auf unseren Dächern zu einem Schwerpunkt zu machen. Auch Strom aus afrikanischen Solarkraftwerken wäre eine deutlich günstigere Option. Man hat bei der Photovoltaik natürlich auch das Problem, dass sie nur tagsüber Strom produziert.

**SW&W:** Wie verhält sich der Stromverbrauch im Tagesverlauf? Werden nachts nennenswerte Strommengen benötigt?

**Czisch:** Nachts etwa um 5 Uhr ist das Minimum erreicht, anschließend haben wir einen relativ steilen Anstieg bis 8 Uhr. Gegen 12 Uhr ist der Leistungsbedarf am größten. Bis zum Abend bleibt der Bedarf auf einem hohen Niveau und fällt dann auf sein Minimum in der Nacht ab. Das Tagesminimum liegt bei etwa 60 bis 70% des Tagesmaximums.

**»...als die Photovoltaik auf unseren Dächern zu einem Schwerpunkt zu machen.«**

**SW&W:** Welche Bedeutung haben diese Bedarfsschwankungen im Tagesverlauf, wenn ein hoher Anteil des Stroms regenerativ erzeugt wird?

**Czisch:** Die Spitzen des Bedarfs sind nicht sehr ausgeprägt. Daher ist die Vergleichmäßigung der Produktion vordringlich. Aber auch bei einer gleichmäßigeren Produktion hat man in gewissen Zeiten mehr und in anderen weniger Strom als gebraucht wird. Bei großen Anteilen der Stromproduktion aus regenerativen Energien könnten spezielle Speichersysteme, wie Pumpspeicherkraftwerke, die überschüssige Energie speichern.

**SW&W:** Wie könnte das Stromversorgungssystem aussehen, das auf einer gesicherter Versorgung mit regenerativen Energien basiert?

**Czisch:** Ein sehr hoher regenerativer Stromanteil stellt andere Anforderungen

an den Kraftwerkspark. Das Backup-System muss schnell den Leistungswechseln folgen können und es wird weniger stark ausgelastet sein. Daher brauchen wir Kraftwerke mit relativ niedrigen Investitionskosten, z.B. moderne GuD-Kraftwerke. Andere schnell regelbare Kraftwerke sind Speicherwasserkraftwerke oder Gasturbinenkraftwerke, die man vor allen zum Ausgleich von Schwachwindzeiten und zur Deckung der Bedarfsspitzen einsetzen würde.

**SW&W:** Um regionale Versorgungspässe auszugleichen, muss der Strom über große Distanzen transportiert werden. Wie hoch sind die Verluste?

**Czisch:** Die Verluste sind abhängig von dem Übertragungssystem. Mit den heutigen Leitungen, die in der EU für maximal 380 kV Drehstrom ausgelegt sind, kann man Strom über mehrere Tausend Kilometer nur mit sehr hohen Verlusten und letztendlich auch nur zu sehr hohen Kosten transportieren. Wenn man in ein großräumiges regeneratives Stromversorgungssystem einsteigen wollte, sollte man die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) etablieren, die bei gleichem Materialaufwand deutlich geringere Verluste aufweist und außerdem sehr viel höhere Leistungen transportieren kann. Für den Transport von Windstrom aus Nordafrika nach Deutschland über mehr als 4.000 km beträgt der Verlust der HGÜ im Mittel unter 10%.

**SW&W:** Es gibt also technisch keine Grenzen, um Strom rund um die Welt zu transportieren?

**Czisch:** Über Zehntausende von Kilometern Strom zu transportieren, lohnt sich eher nicht. Es ist auch nicht nötig. In einem Umfeld von 5.000 km ist genug Stromerzeugungspotenzial vorhanden.

**»In einem Umfeld von 5.000 km ist genug Stromerzeugungspotenzial vorhanden.«**

**SW&W:** Und die Kosten?

**Czisch:** In der Größenordnung von einigen Gigawatt kann man günstige Übertragungsleitungen bauen. Der Windstromtransport aus Nordafrika würde etwa 2,5 Pf/kWh kosten. Dieser Strom könnte in Deutschland für weniger als 10 Pf/kWh ins öffentliche Netz eingespeist werden.

**SW&W:** In Deutschland fällt es schwer, große Windparkprojekte zu realisieren. Die Akzeptanz der Bevölkerung ist nicht überall groß genug. Wird mit der Wind-

stromproduktion außerhalb Europas nicht ein generelles Problem in Entwicklungsländer abgewälzt?

**Czisch:** Ein Vorteil dieser entfernten Regionen ist die geringe Bevölkerungsdichte. Es stehen Flächen zur Verfügung, die keiner anderen Nutzung unterliegen.

Gerade in den afrikanischen Ländern zeigt sich, dass die Niederschläge über die letzten 50 Jahre sehr stark abgenommen haben. Das heißt, es gibt hier ein vitales Interesse daran, Klimaschutz zu betreiben. Außerdem bringen Investitionen in die Windkraft auch Arbeitsplätze und Einnahmen in diese Länder. So könnte eine neue Form der Entwicklungshilfe entstehen, die auf einem gemeinsamen Interesse beruht und die dadurch eine ganz andere Verankerung in der Gesellschaft erfährt.

**»Ein Vorteil entfernter Regionen ist deren geringe Bevölkerungsdichte.«**

**SW&W:** Regenerative Energiequellen können dezentral ohne Transportverluste Energie dort bereitstellen, wo sie gebraucht wird. Ein großräumig vernetztes Energiesystem, in dem Strom quer durch Europa transportiert wird, geht doch in die entgegengesetzte Richtung.

**Czisch:** Auf den ersten Blick mag das so scheinen. Die dezentrale Erzeugung kann aber auch als Bestandteil der großräumigen Nutzung der erneuerbaren Energien verstanden werden. Man muss bei der regenerativen Stromerzeugung mit den Fluktuationen umgehen. Entweder muss bei kleinen Systemen der Verbrauch sehr stark an die Erzeugung angepasst werden oder Speichersysteme müssen die erzeugte Energie zu einem anderen Zeitpunkt verfügbar machen. Die Anpassung des Verbrauchs an die Erzeugung ist nur in gewissen Grenzen möglich. Wenn ich Strom aus Photovoltaik erzeuge, dann brauche ich ein Speichersystem, das mir Strom nachts zur Verfügung stellt. Alles was ich an Speichern installieren muss, kostet natürlich und ist mit Einbußen der Effizienz verbunden. In einem großen System hingegen schaffe ich es, durch die Systemgröße an sich einen Ausgleich von Bedarf und Erzeugung zu realisieren. Für die Windenergie gilt das gleiche. Auch wenn Flaute herrscht, brauche ich Energie. Die kann ich in einem großen Verbund aus einem Gebiet beziehen, in dem gerade keine Flaute ist. Wenn ich diesen Verbund nicht habe, dann muss ich teure Speichersysteme installieren oder wieder fossile Stromquellen anzapfen. \*

Die Fragen stellte Dr. Jens-Peter Meyer.