

„Die Energiemeteorologie hilft, die Energiewende umzusetzen“

Thesenpapier des Fachausschuss Energiemeteorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft –
Status 12.10.2022

Autoren: Marion Schroedter-Homscheidt, DLR; Stefanie Meilinger, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg;
Stefan Emeis, KIT; Detlev Heinemann, Univ. Oldenburg; Jan Dobschinski, FhG-IEE; kommentiert
durch weitere Mitglieder des Fachausschuss Energiemeteorologie

Unser Energieversorgungssystem wird zum größten Teil auf erneuerbaren – und damit oftmals wetterabhängigen – Energien basieren. Die Energiemeteorologie als ein anwendungsorientiertes Arbeitsgebiet und Forschungsfeld hilft, die damit verbundenen Herausforderungen anzugehen. Dazu bedarf es einer hochgradig disziplinübergreifenden Zusammenarbeit von Meteorologie, Physik, Ökologie, Ingenieurwissenschaften, Informatik und Ökonomie, um den vielfältigen Aspekten und Zusammenhängen des gesamten Energiesystems gerecht zu werden und zu einer nachhaltigen, sicheren und günstigen Energieversorgung beizutragen.

Die Energiemeteorologie hat in den vergangenen 25 Jahren wesentliche Beiträge für die Energiewende geleistet:

- Wir können den Ertrag für Solar- und Windenergieanlagen für verschiedene Standorte sehr detailliert bestimmen. Dazu nötige Messverfahren und Bewertungsmethoden wurden entwickelt und in die kommerzielle Nutzung überführt.
- Mit etablierten Verfahren können meteorologische Größen über technologie-spezifische Modelle in energiespezifische Größen wie z.B. elektrische Leistung in hinreichender Genauigkeit übersetzt werden.
- Meteorologische Modelle und Erdbeobachtungssysteme liefern relevante Größen wie z.B. die solare Einstrahlung oder die Stromproduktion aus Solaranlagen für einzelne Standorte oder summiert für ein Netzgebiet.
- Wettervorhersagen und Re-Analysedaten verschiedener internationaler Wetterdienste für den Einsatz in der Leistungsvorhersage und in der Energiesystemanalyse stehen zur Verfügung. Vorhersagen aus Wettermodellen wurden mit Kurzfristvorhersagen z.B. aus satelliten- oder bodengestützten Beobachtungen erfolgreich kombiniert.
- Wir treiben die Nutzung von Wahrscheinlichkeits- und Unsicherheitsinformation der Wetter- und Leistungsprognosen in der Energiewirtschaft voran.
- Operative Wetterdienste haben ihre Wettervorhersagen bzgl. der zeitlichen Auflösung und der meteorologischen Parameter an den Bedarf der Energiewirtschaft angepasst.
- Eine erhebliche Anzahl von meteorologischen Dienstleistern und spezialisierten Anbietern energiemeteorologischer Information hat sich im Markt etabliert und ist ständiger Partner der Energieversorger, Stromhändler und Netzbetreiber.
- Eine ständig wachsende Auswahl an Kursen und Studiengängen bringen energiemeteorologische Denk- und Arbeitsweisen in der Aus- und Weiterbildung ein.

Die Akteure der Energiemeteorologie waren stets Visionäre mit dem Ziel einer in großen Teilen auf erneuerbaren Energien beruhenden Energiewirtschaft. Diese Vision wird nun mit hoher Geschwindigkeit Realität. Im Fachausschuss Energiemeteorologie vernetzen sich aktiv Forschende und Unternehmen und sie schlagen folgende Themen als die kommenden Prioritäten für die Energiemeteorologie vor:

- Verbesserte Informationen und Digitalisierung helfen komplexe Zusammenhänge zu modellieren sowie teure Hardware einzusparen oder diese effizienter zu nutzen. Physikalische oder KI-basierte Methoden und umfangreiche Datensätze sind mittlerweile vorhanden, die Potentiale der Digitalisierung müssen jedoch in Zusammenarbeit mit der Industrie in die Anwendung gebracht werden. Dies gilt insbesondere bei wachsender Bedeutung der Verteilnetze im dezentralen Systembetrieb. Die große Anzahl wetterabhängiger Erzeuger und Verbraucher erfordert hoch-skalierbare, standardisierte und automatisierte Verfahren.
- Oftmals fehlt der Dialog zwischen der Meteorologie- und der Energie-Community. Zunehmend werden Daten in KI-basierten Verfahren integriert. Daten werden dabei zwar genutzt, aber teilweise ohne ausreichendes Domain- Wissen, ohne ausreichendes Hinterfragen der Qualität, und ohne eigene passgenaue Weiterentwicklung in der Datennutzung. Es entstehen dadurch Innovationslücken und der Technologietransfer wird unterbrochen.
- Die Verantwortlichkeiten in der Bundesregierung sind zwischen verschiedenen Bundesministerien verteilt (BMDV - Deutscher Wetterdienst, Digitalisierung, Ressortforschung; BMWK Energieversorgung & Energieforschung; BMBF Universitäten & Nachhaltigkeitsforschung). Dies führt zu vielfältigen Ansprechpartnern und oftmals zu einem ‚durch-das-Raster-fallen‘ interdisziplinärer Aktivitäten der Energiemeteorologie. In der Folge wurden die wissenschaftlichen Fortschritte in den vergangenen Jahren oftmals eher in EU- oder ESA-finanzierten Projekten erreicht als in nationalen Forschungsprogrammen.
- Ausbildungsinhalte in Meteorologie, Physik, Ingenieurfächern, Informatik und Ökonomie müssen verstärkt aufeinander abgestimmt werden. Das Wissen um grundlegende Zusammenhänge der Meteorologie muss in Ingenieur-Studiengängen z.B. in der Regelungstechnik oder in der Anlagenauslegung für erneuerbare Energien und Stromnetze integriert werden, um z.B. eine wetterabhängige Führung der Stromnetze zu realisieren. Grundlegende Zusammenhänge des Energiesystems müssen darüber hinaus auch in meteorologischen Studiengängen unterrichtet werden, um passgenaue Methodenentwicklungen zu gewährleisten.
- Es gibt zahlreiche Forschungsergebnisse z.B. zur Kostenreduktion der Stromerzeugung bei gleichzeitig verringertem Speicherbedarf oder zu raum-zeitlichen Ausgleichseffekten der regenerativen Erzeugung aufgrund des Wettergeschehens. All dies erlaubt die Optimierung des Betriebs von Stromnetzen. Diese Erkenntnisse müssen systematisch und in Kooperation mit den Regulierungsbehörden in die industrielle Praxis überführt werden.

- Verfahren zum witterungsabhängigen Betrieb von Freileitungen müssen erprobt und flächendeckend umgesetzt werden um Netzengpässe und Netzausbau zu minimieren.
- An das veränderte Energiesystem angepasste Methoden der Lastprognose und Laststeuerung stehen zur Verfügung. Auch diese müssen verstärkt in die industrielle Praxis überführt werden. Durch Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und Speicher verändert sich das Verbraucherverhalten zusätzlich. In der Kopplung mit erneuerbaren Energien sind daher effiziente und gekoppelte Prognosesysteme notwendig.
- Die Senkung des Gebäudeenergiebedarfs ist ein wichtiger Baustein der Energiewende, bei dem die Modellierung meteorologischer Einflüsse auf das energetische Verhalten von Gebäuden gefragt ist. Mit Vorhersagen betriebene Gebäudemanagement-Systeme für Heizung und Kühlung sind im Markt angekommen und müssen weiter verbessert werden. Das dynamische Verhalten des Gebäudes, seiner Nutzer, und die Auswirkungen dezentraler Verbrauchsoptimierung auf die Strom-, Wärme- und Gasinfrastruktur sollten berücksichtigt werden.
- Sowohl die Genauigkeit als auch die räumliche und zeitliche Auflösung von meteorologischen Modellen oder Erdbeobachtungssystemen müssen erhöht werden, um in einer dezentraleren Energieerzeugungswelt die benötigten Informationen weiterhin bereitzustellen. Dies gilt für die Solarstrahlung angesichts der kommenden meteorologischen Satellitengeneration MTG genauso wie für die Windgeschwindigkeit – insbesondere bei weiter von der Küste entfernten Offshore-Standorten oder Windkraftanlagen in der 500m Höhenklasse z.B. durch innovative LIDAR-Messtechnologien.
- Gleichzeitig muss sich das Design von Energieerzeugungsanlagen zur Sicherung von Effizienz und Lebensdauer der Anlagen an die meteorologischen Gegebenheiten wie Extremwerte und Variabilitäten (z.B. durch atmosphärische Turbulenz, Verschmutzung durch Staubpartikel oder dem Spektralverhalten der Solarstrahlung) optimal anpassen.
- Wie verhalten sich Materialien und Energiesystem-Technologien in unterschiedlichen Klimazonen der Erde oder in Regionen mit unterschiedlicher raum-zeitlicher Variabilität des Wettergeschehens? Gibt es Unterschiede bei verschiedenen Speicher- oder Power-to-X-Technologien?
- Saisonale Vorhersagen bis zu 6 Monaten werden relevanter, um Ereignisse wie Dunkelflauten, Dürre, Niedrigwasser etc. frühzeitig zu erkennen und Risiken in der Energieversorgung zu minimieren.
- Klimamodelle fokussieren sich bisher stark auf die Parameter Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag, die Modellierung von Wolken und der Solarstrahlung muss weiter verbessert werden. Die Evaluation von Klimamodellen aus Sicht der Energiesysteme muss vorangetrieben werden. Der Einsatz von ‚big data‘ aus der Klimamodellierung in der Energiesystemanalyse sollte etabliert werden und Standards zur Handhabung solcher Daten müssen geschaffen werden.

- Und nicht zuletzt steht die Anpassung der Energiewirtschaft an den Klimawandel auf der Agenda. Wie verändern sich ggfs. die Potentiale der Erneuerbaren oder die temperaturbedingte Abschaltung der konventionellen Erzeugung? Welche neuen Bedarfe entstehen für zusätzliche Kühlung? Ändert sich die Verteilung der weltweiten Erzeugung? Wie sind die Auswirkungen auf raum-zeitliche Erzeugungsmuster und hat dies Konsequenzen auf das europäische Übertragungsnetz? Welche Infrastrukturen im Bestand müssen anders an den erwarteten Klimawandel angepasst werden bzw. wie müssen neue Infrastrukturen anders geplant und gebaut werden?

Dies sind eine Vielzahl von noch offenen Fragen bei gleichzeitig vielen bereits vorhandenen Antworten, aber auch weiteren Herausforderungen. Eine weitere Vernetzung aller Akteure ist daher eine dringende Notwendigkeit. Die Energiemeteorologie wird daher weiterhin ein wichtiger Baustein für das Gelingen der Energiewende bleiben.