



## ELEKTROMOBILITÄT MIT ERNEUERBAREN ENERGIEN

Erneuerbare Energien und Elektromobilität sind die Zukunft des Individualverkehrs. Das Fraunhofer IWES arbeitet an modernen Konzepten und deren Integration in zukünftige Energieversorgungsstrukturen.

Das IWES entwickelt bidirektionale Energieübertragungssysteme für das induktive Laden, virtuelle Nachbildungen von Batterien, Strategien für die Infrastruktur und effiziente Energiemanagementkonzepte.

### Kontakt

- ↘ Prof. Dr. Clemens Hoffmann
- ↘ Tel: +49 (0) 561 7294-0
- ↘ [kassel@iwes.fraunhofer.de](mailto:kassel@iwes.fraunhofer.de)

### Fraunhofer IWES

Königstor 59  
34119 Kassel, Germany

[www.herkulesprojekt.de](http://www.herkulesprojekt.de)  
[www.iwes.fraunhofer.de](http://www.iwes.fraunhofer.de)

## ZUKUNFTSFELD ENERGIESYSTEMTECHNIK



# ENERGIESYSTEMTECHNIK

## WEGBEREITER DER ENERGIEWENDE

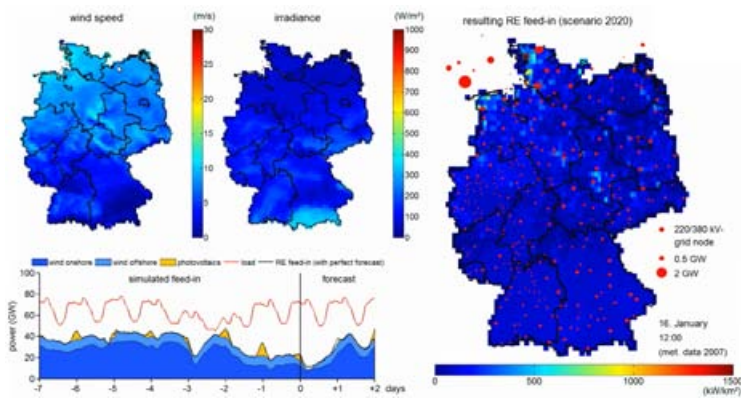
Die Energiewende befindet sich zurzeit in der entscheidenden Phase, in der wichtige Maßnahmen eingeleitet und umgesetzt werden müssen. In dieser Phase sind alle Mitspieler herausgefordert, ihre Ziele und ihre Rolle im Gesamtprozess zu definieren.

Der Hauptfokus der technischen Entwicklungen beim derzeitigen Umbau des deutschen Energiesystems lag bisher in der Entwicklung neuer, regenerativer Erzeugungsformen: Windenergie, Solarenergie, Biomasse, Wellen- und Gezeitenenergie. Aufgrund der Vielzahl neuer Erzeugungsmöglichkeiten, aber auch neuer Kopplungen zwischen den Energieströmen – Wärme, elektrischer Strom, energetische Stoffströme (Gas) – wird die Komplexität eines zukünftigen Energiesystems stark ansteigen.

Eine neue Herausforderung an das zukünftige System wird deshalb in der intelligenten Strukturierung der gestiegenen Komplexität liegen. Die Energiesystemtechnik tritt als eigenständige Domäne neben Erzeugungs-, Verbrauchs-, Übertragungs- und Speichertechnologien auf.

Aufgrund der Dringlichkeit der Maßnahmen dürfen aber nicht nur Konzepte und Szenarien entwickelt werden, sondern die Umsetzung in neue Produkte und Gesetze muss mit der Politik und der Industrie zeitnah realisiert werden.

Das Fraunhofer IWES in Kassel leistet hierzu verschiedene Beiträge: Wir unterstützen Wirtschaft und Politik in allen systemischen, technischen und wirtschaftlichen Fragestellungen im Kontext der deutschen Energiewende. Dies tun wir mit exzellenten Forschungsergebnissen, innovativen Produkten und Dienstleistungen.



## SIMULATIONEN UND SZENARIEN FÜR DIE ENERGIEWENDE

Auf der Basis wirtschaftlicher, politischer und technischer Randbedingungen entwickelt das IWES Annahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien. Mit Hilfe von meteorologischen und hydrologischen Informationen verschiedener Jahre werden detaillierte Szenarien bis hin zur regenerativen Vollversorgung entwickelt. Daraus werden notwendige Maßnahmen zur Integration und Harmonisierung von regenerativer und konventioneller Stromversorgung abgeleitet.

Dabei entstehen hoch aufgelöste Einspeisezeitreihen für Wind, Solar, Geothermie, Biomasse und Wasserkraft, die die Energiewirtschaft zur Analyse von Netzausbau, Zubau von Speichern, Energiemanagement und konventionellem Kraftwerkseinsatz heranzieht.

Als Simulationsplattform bietet IWES ein Hochleistungs-Rechencluster, das zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Daten liefert und sich mit Software-Tools für Lastflussberechnungen sowie Planungs- und Analyse-Werkzeugen koppeln lässt.

## NETZINTEGRATION VON WIND- UND SOLARENERGIE

Wenn in Zukunft die erneuerbaren Energien zeitweise die gesamte Netzlast decken, müssen konventionelle Kraftwerke gedrosselt oder abgeschaltet werden und erneuerbare Energien müssen die erforderlichen Systemdienstleistungen bereitstellen, um Frequenz und Spannung im Netz stabil zu halten.

Für diese Aufgaben bei der Netzintegration entwickelte das IWES Werkzeuge wie Istwert- und Prognosemodelle, Systeme zum Management von Erzeugungscustern für die Unterstützung von Spannungs- und Frequenzregelung sowie die Bereitstellung von Regelleistung mit fluktuierenden Einspeisern.

Beispielsweise koordinieren Windpark-Regelungssysteme das dynamische Zusammenspiel der einzelnen Anlagen eines Windparks unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen durch gegenseitige Abschattung und unter Verwendung hoch entwickelter Optimierungsverfahren für multikriterielle Zielfunktionen.

Das Wind-Power-Management-System (WPMS) des IWES ist ein national und international eingesetztes System zur kurz- bis mittelfristigen Vorhersage der Windstromeinspeisung das kontinuierlich weiterentwickelt wird.



## ERTRAGREICHE WINDENERGIE- STANDORTE IM BINNENLAND

Die Windenergienutzung an Land wird eine wesentliche Säule des zukünftigen Energieversorgungssystems werden. Viele Bundesländer formulieren nun neue, deutlich ambitioniertere Ausbauziele, die sich bis zum Jahr 2020 auf etwa 60 GW summieren.

Die technologische Entwicklung der Windenergieanlagen hat in den letzten Jahren zu hohen Türmen und großen Rotoren geführt. Das Potenzial der Windenergienutzung an Land hat sich dadurch deutlich erhöht. Das belegte das Fraunhofer IWES in einer Studie für den Bundesverband Wind Energie (BWE). Danach würden zwei Prozent der deutschen Fläche ausreichen, um mit modernen großen Windenergieanlagen mit Nabenhöhen bis zu 150 m etwa 60 % des heutigen deutschen Strombedarfs zu decken.

Voraussetzung ist die genaue Kenntnis der Windcharakteristik in hügeligen oder bewaldeten Binnenlandregionen. Dafür entwickelt das IWES Simulationsmodelle und neben etablierten Messmethoden mit Windmessmasten auch Korrekturmethode für den Einsatz von modernen lasergestützten LIDAR-Messsystemen in komplexem Gelände, um so kostengünstigere aber qualitativ vergleichbare bodenbasierte Fernmesstechniken zu ermöglichen.

## MODERNE REGELUNGSSYSTEME FÜR WINDENERGIEANLAGEN

Mit der Höhe und mit dem Rotordurchmesser nehmen die strukturellen Belastungen von Windenergieanlagen enorm zu. Moderne Regelungssysteme des Fraunhofer IWES begrenzen und reduzieren Extrem- und Betriebslasten.

Bei der aktiven Lastreduktion über Einzelblattverstellung lassen sich zwei Ziele unterscheiden: die Reduktion periodischer Anregungen aus der unsymmetrischen Anströmung und die Dämpfung der Eigenschwingungen durch kontrollierte Erzeugung aerodynamischer Gegenkräfte.

Zum ersten Ziel gehört die Nick- und Giermomentkompensation, bei der diese Momente gemessen und durch Einzelblattverstellung kompensiert werden. Dabei wird für jedes Rotorblatt ein kleiner individueller Offset zum kollektiven Pitchwinkel vorgegeben, der zyklisch mit den Rotorumdrehungen variiert. Zum zweiten Ziel gehört die aktive Turmschwingungsdämpfung, bei der über individuelle Blattverstellung periodische Komponenten in den aerodynamischen Kräften gegenphasig zur Auslenkungsgeschwindigkeit am Turmkopf erzeugt werden.





Quelle: pixelnode | Rainer Sturm



Foto: Harry Sorenski

## PHOTOVOLTAIKAUSBAU UND DEZENTRALE NETZINTEGRATION

Die Anforderungen an einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb müssen auch bei sehr hoher Durchdringung mit Photovoltaikanlagen erfüllt werden.

Das Fraunhofer IWES untersucht deshalb Maßnahmen, um lokale Spannungserhöhungen in Verteilnetzen und unzulässig starke Betriebsmittelbelastungen zu reduzieren. Hierdurch können oftmals kapitalintensive Netzausbaumaßnahmen verschoben oder sogar vermieden werden.

Regelbare Photovoltaiksysteme können beispielsweise durch die Bereitstellung von Netzdienstleistungen die Aufnahmefähigkeit von Verteilnetzen erhöhen und so einen wichtigen Beitrag zum sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb leisten.

Am Fraunhofer IWES werden deshalb die Regelungspotenziale von Photovoltaiksystemen und Photovoltaik-Batterie-Systemen im Verteilnetzbetrieb systematisch untersucht. In Abstimmung mit Herstellern, Netzbetreibern, Regulatoren und Prüfinstituten ermitteln wir neue Anforderungen für dezentrale Stromerzeuger.

## BIOENERGIE BEDARFSGERECHT ZUR VERFÜGUNG STELLEN

Der Bioenergie kommt als speicherbare Form der erneuerbaren Energien in zukünftigen Energieversorgungsstrukturen eine besondere Rolle zu. Sie kann besonders in elektrischen Netzen als bedarfsgerecht einsetzbare Energieform dazu beitragen, den Ausgleich zwischen Angebot und Bedarf herzustellen.

Das Fraunhofer IWES leistet mit systemischer Forschung wichtige Beiträge zur Integration von allen Formen der Bioenergie, von der direkten Verstromung über die kombinierte Bereitstellung von Wärme bis hin zur Produktion von Erdgassubstituten und Kraftstoffen.

Bei der Ausrichtung der Technologien gilt es, nachhaltige Konzepte zu entwickeln, bei denen Bioenergie mit höchster Effizienz unter Ausnutzung ihrer spezifischen Eigenschaften eingesetzt wird. Denn Biomasse kann weder für die Gesamtheit der Anwendungen noch für eine einzelne Form den Bedarf decken.

Ziel ist, dass die Technologien einen gleitenden Übergang von der heutigen fossil dominierten Energieversorgung über ein Mischsystem hin zu einer regenerativen Vollversorgung ermöglichen.



## LANGZEITSPEICHERUNG: KOPPLUNG VON STROM- UND GASNETZ

Für den kurzzeitigen Ausgleich bilden Pumpspeicherkraftwerke eine gute Lösung, deren Kapazität in Deutschland jedoch begrenzt ist. Möglichkeiten des Lastmanagements können bei kurzzeitigen Fluktuationen lediglich unterstützend wirken.

Für die Langzeitspeicherung forscht das Fraunhofer IWES mit Partnern an dem Konzept Power-to-Gas. Das bedeutet, dass in Zeiten mit regenerativem Überschussstrom Wasser mit Elektrolyseuren in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird. Anschließend wird aus Wasserstoff und Kohlendioxid im Sabatierprozess ein methanreiches Gas hergestellt, das herkömmlichem Erdgas entspricht.

Dieses regenerativ erzeugte Gas kann in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden, das über etwa die 3000-fache Speicherkapazität der deutschen Pumpspeicherkraftwerke verfügt. Bei Bedarf kann das eingespeicherte Gas z. B. in Gaskraftwerken rückverstromt werden und so Lücken der regenerativen Erzeugung von bis zu zwei Monaten schließen und gesicherte Leistung regenerativ bereitstellen. Auch in der Dekarbonisierung des Verkehrs spielt das erneuerbare Gas eine wichtige Rolle.