



---

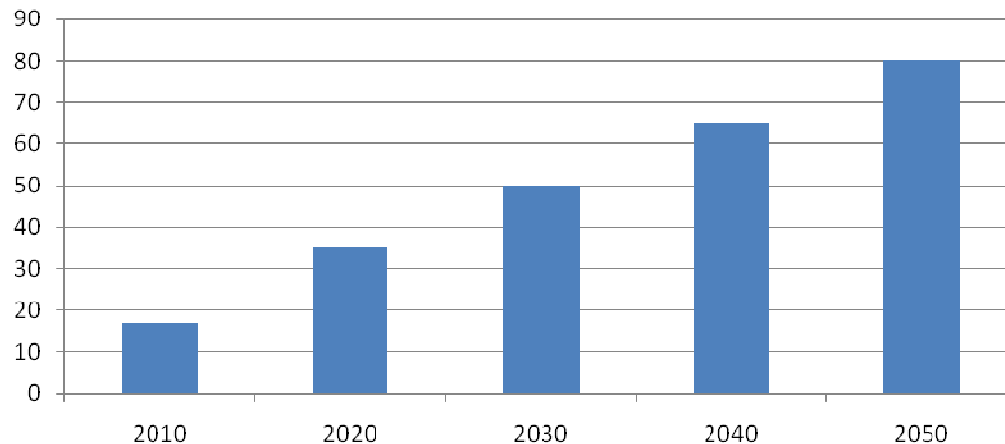
**Wettervorhersagen des DWD**  
**als Grundlage für Windleistungsprognosen**  
—  
**aktuelle und zukünftige Potenziale**

**Renate Hagedorn**  
***Deutscher Wetterdienst***  
*Geschäftsbereich Wettervorhersage (Zentrale Fachleitung)*



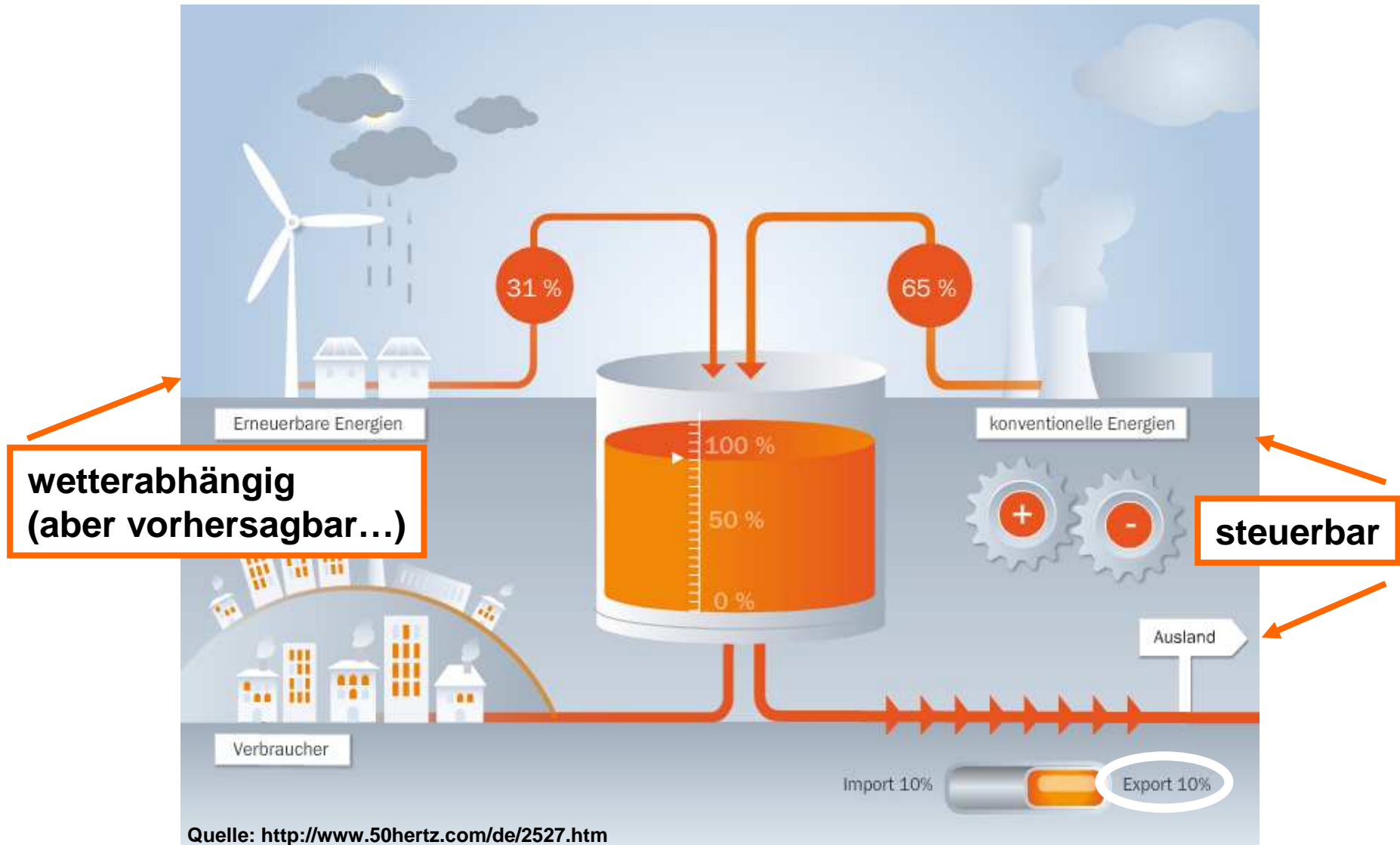
➔ Anteil der Erneuerbaren Energien (EE) am Strommix steigt

Anteil [%] EE an Stromerzeugung in  
Deutschland von 2010 bis 2050



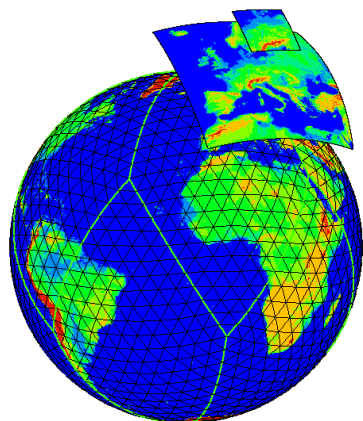
- ➔ Hauptanteil durch Wind- und Solarstrom gedeckt
- ➔ Wetterabhängig, fluktuierende Stromerzeugung!

# Sicherung der Netzstabilität





Vorhersage  
Windgeschwindigkeit

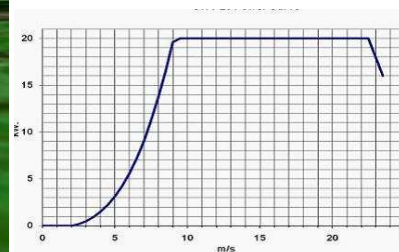


Nachbearbeitung:

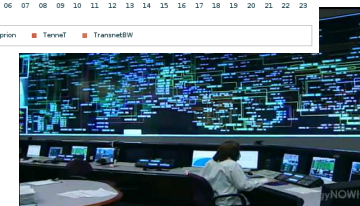
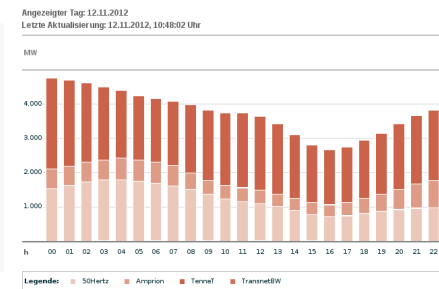
- Stabilitätseffekte
- Geländeeffekte
- Abschattungseffekte



Transformation in  
Leistungsprognose



Leistungsprognose für  
Entscheidungsprozesse





---

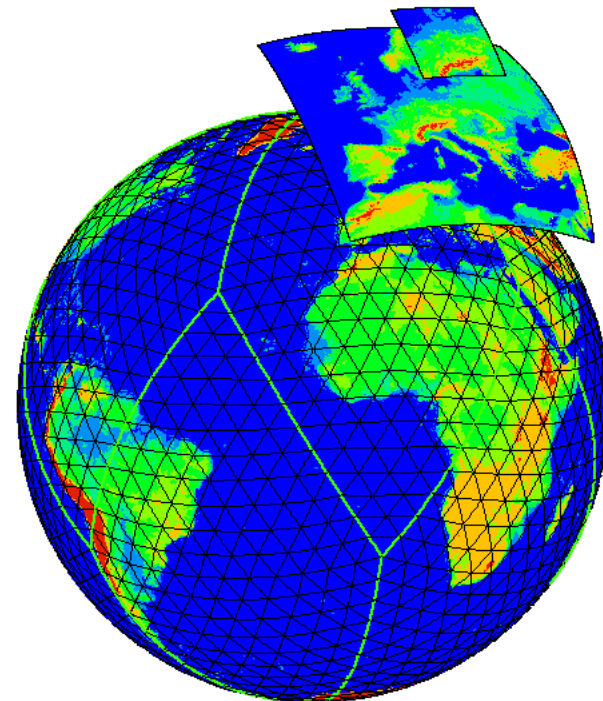
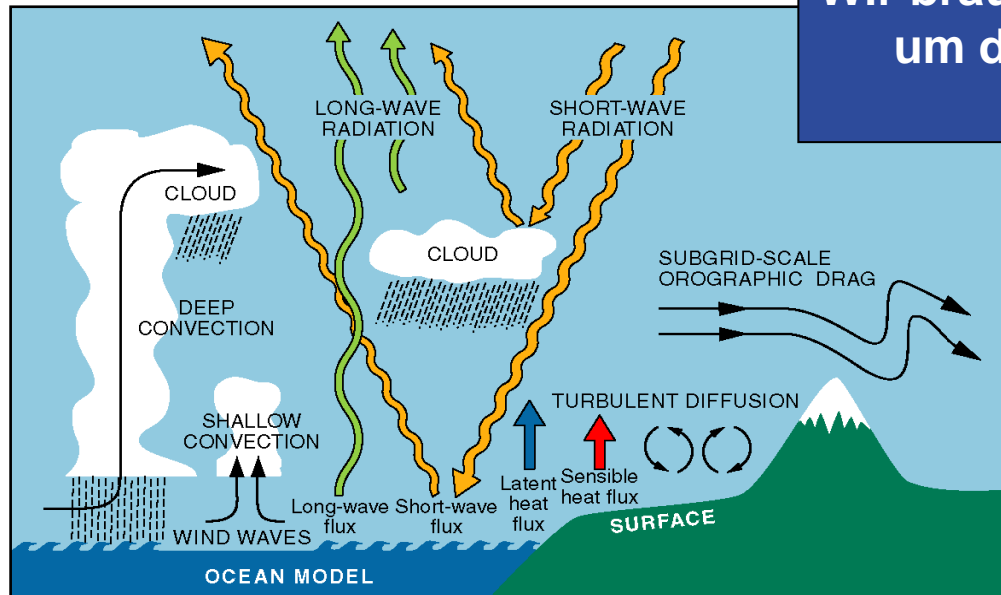
## **Güte der Leistungsprognosen hängt entscheidend von der Güte der Wetterprognosen ab**

- ➔ Es besteht Konsens darüber, dass das größte Potenzial zur Optimierung der Leistungsprognosen in der Verbesserung der Wettervorhersagen liegt.
- ➔ Warum gibt es keine „perfekten“ Wettervorhersagen?



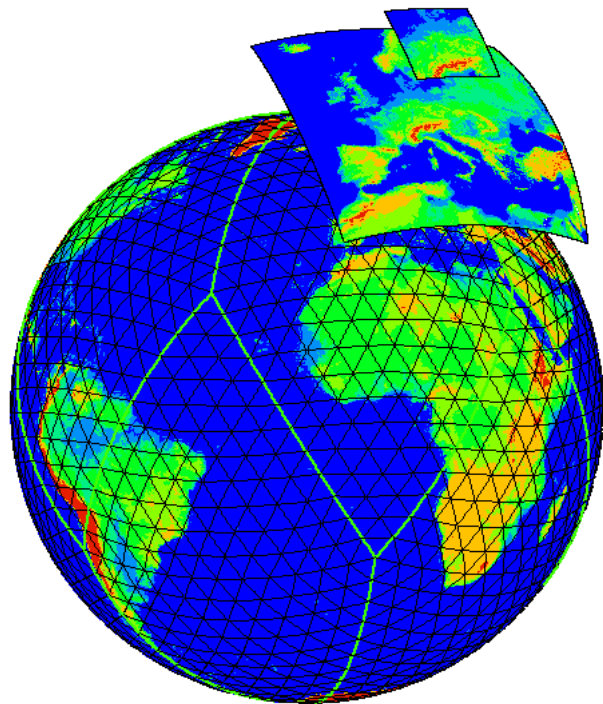
# Wie entsteht eine numerische Wettervorhersage?

Wir brauchen ein numerisches Modell, um die Prozesse im Erd-System zu beschreiben

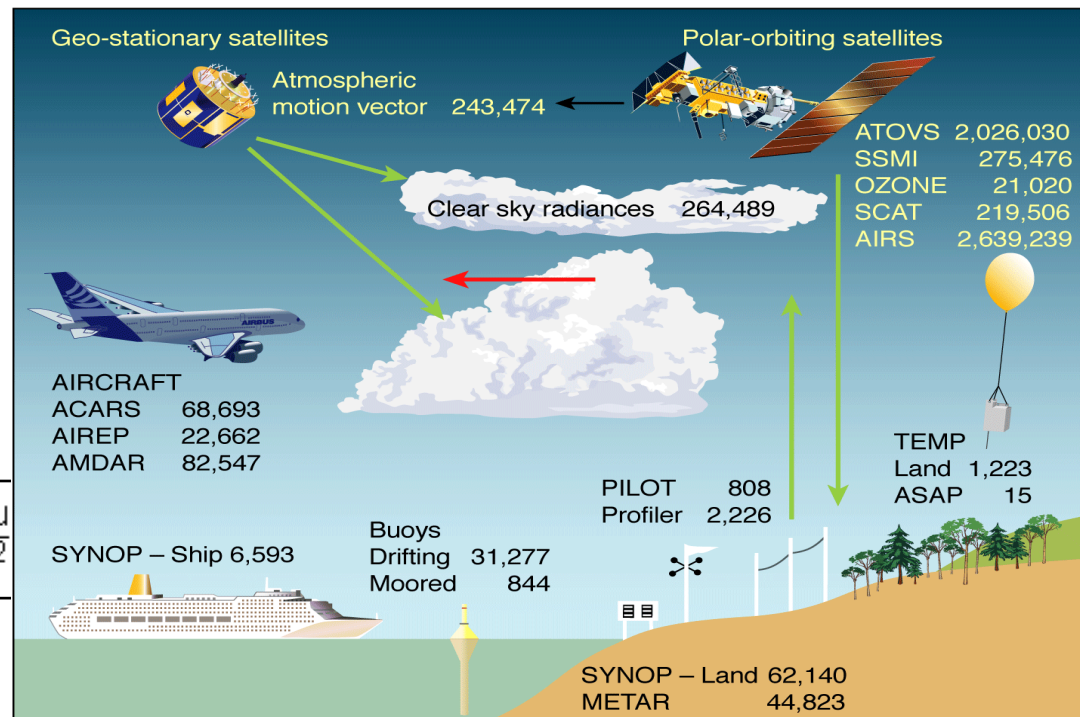


$$\rho \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = \rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$$

# Wie entsteht eine numerische Wettervorhersage?



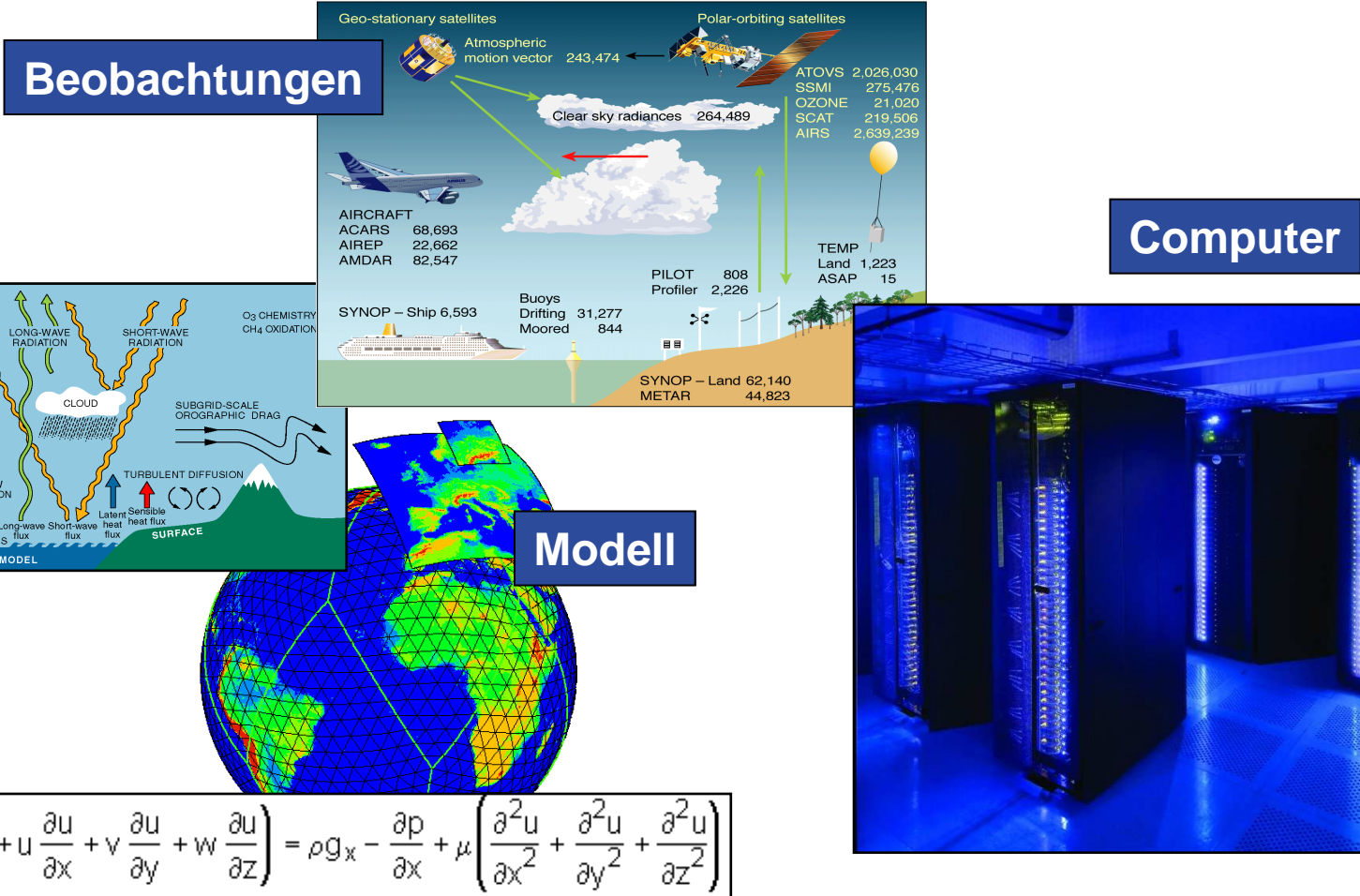
**Beobachtungen,  
um die Vorhersage zu starten**



$$\rho \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = \rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)$$



# Wie entsteht eine numerische Wettervorhersage?



$$\rho \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = \rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$$







## Güte der Leistungsprognosen hängt entscheidend von der Güte der Wetterprognosen ab

- Es besteht Konsens darüber, dass das größte Potenzial zur Optimierung der Leistungsprognosen in der Verbesserung der Wettervorhersagen liegt.
- Warum gibt es keine „perfekten“ Wettervorhersagen?
  - (unvermeidbare) Defizite in der Beschreibung der Prozesse
  - Unzureichende Kenntnis der Anfangsbedingungen
- Die Prozesse in der Atmosphäre sind bestimmt durch nicht-lineare Wechselwirkungen
  - Kleine Unsicherheiten können zu großen Fehlern werden (Stichwort: chaotisches System)
- Risikomanagement gewinnt generell an Bedeutung für die Netz- und Marktintegration von Wind- und PV-Strom, d.h. zuverlässige probabilistische Prognosen zur Abschätzung des Vorhersagerisikos werden für den operationellen Betrieb benötigt.
- Bedeutung des Deutschen Wetterdienstes wächst durch neue Aufgabenfelder. Konkreter erster Schritt, um dieser neuen Herausforderung zu begegnen, sind die sogenannten Energie-Projekte am DWD: EWeLiNE und ORKA.



# Erstellung innovativer **W**etter- und **L**eistungsprognosemodelle für die **N**etzintegration wetterabhängiger **E**nergieträger



*- Eine Kooperation von Meteorologie und Energiewirtschaft -*



- Verbundprojekt zwischen dem Deutschen Wetterdienst und Fraunhofer IWES sowie Übertragungsnetzbetreibern als Partner ohne Förderung
- BMU Förderung beantragt:
  - 13 MitarbeiterInnen beim DWD, Projektlaufzeit: 4 Jahre, Start Nov 2012
- Einrichtung eines Industrie- und Lenkungskreises: Expertengremium aus Anwendern und Anbietern von Wetter- und Leistungsprognosemodellen
  - Diskussion der Forschungsergebnisse
  - Einbringung externer Erfahrungen
  - Anpassung der Entwicklungen an Bedürfnisse der Unternehmerschaft, d.h. Gewährleistung der allgemeinen Verwertbarkeit





1. Deutliche Verbesserung der Leistungsprognosen von Wind- und PV-Einspeisung für den Zeithorizont von 0-72 Stunden
2. Entwicklung von zuverlässigen probabilistischen Prognosewerkzeugen
3. Einführung neuer Prognoseprodukte für die Netzintegration von Wind- und PV-Leistung in Deutschland (Warnsysteme, Netzknotenscharf, regionale Prognosen)

## → Highlights der Forschungsstrategie:

- Erstmalige direkte Einbindung von Leistungsprognosemodellen in das meteorologische Modellsystem des DWD
- Bereitstellung von - auf Leistungsprognosemodelle optimierten - meteorologischen Vorhersagen



Optimierung von Ensembleprognosen  
regenerativer Einspeisung für den **K**ürzestfristbereich  
am **A**nwendungsbeispiel der Netzsicherheitsrechnungen  
**(ORKA)**

*- Eine Kooperation von Meteorologie und Energiewirtschaft -*





1. Verbesserung der Kurzzeitvorhersagen (0-12h) des COSMO-DE-EPS
2. Optimale Kombination von Nowcast-Produkten und Ensemble-Vorhersagen für die operationelle Netzsteuerung im Bereich 0-8h
3. Einbindung von Ensemble-Produkten („worst case“ Szenarien) in die Entscheidungsprozesse (Risikomanagement) der Nutzer

## → Highlights der Forschungsstrategie:

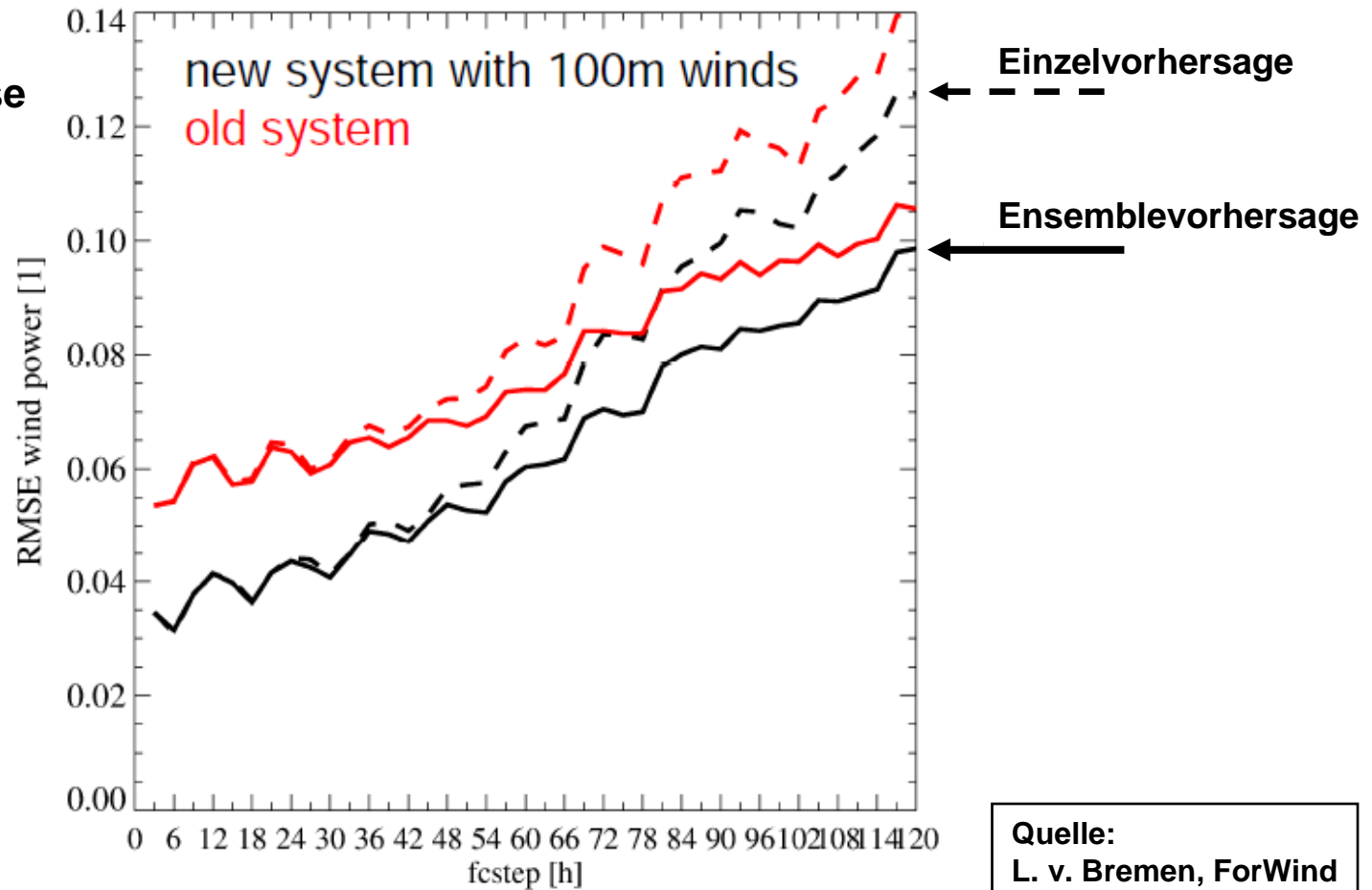
- Engste Zusammenarbeit zwischen Entwicklern und Nutzern
- Hochfrequenter Zyklus von Evaluations- und Testergebnissen
- Iterativer Prozess soll gewährleisten, dass in relativ kurzer Zeit signifikante Ergebnisse bzw. Verbesserungen erzielt werden können



# Potenzial in Anwendung



Vorhersagefehler  
Leistungsprognose  
Windenergie  
über Deutschland  
02/2010 – 04/2011



Quelle:  
L. v. Bremen, ForWind  
(SafeWind Projekt)





- ➔ Das Thema Erneuerbare Energien ist ein neues, strategisch wichtiges Arbeitsfeld für den DWD
- ➔ Mit dem Start der BMU-geförderten Projekte EWeLiNE und ORKA wird ein geschäftsbereichsübergreifendes 15-köpfiges Team an diesem Thema arbeiten
- ➔ In Abhängigkeit von den Ergebnissen könnte sich möglicherweise die Notwendigkeit für weitere Investitionen ergeben:
  - Die operationelle Umsetzung der auf Leistungsprognosen optimierten Modellsysteme kann möglicherweise nur mit erweiterten Rechnersystemen und permanenter Personalunterstützung erfolgen,
  - weiteres Optimierungspotenzial der Modellsysteme kann möglicherweise nur durch weitere Forschungstätigkeit erschlossen werden.
- ➔ Entscheidungen bezüglich des weiteren Investitionsbedarfs sollten in Zusammenarbeit mit den Nutzern und in Abhängigkeit von Abschätzungen der erwarteten Kosten-Nutzen Relation getroffen werden





## Ihre Ansprechpartnerin:

Dr. Renate Hagedorn  
Deutscher Wetterdienst  
Zentrale Fachleitung (WV 11)  
Frankfurter Straße 135  
63067 Offenbach

E-Mail: [renate.hagedorn@dwd.de](mailto:renate.hagedorn@dwd.de)  
Tel.: +49 (0) 69 / 8062 -2701

