

# Fernerkundungsdaten für den Energiesektor

Niels Killius, Marion Schroedter-Homscheidt

Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt (DLR),  
Deutsches Fernerkundungs-Datenzentrum (DFD),  
Oberpfaffenhofen

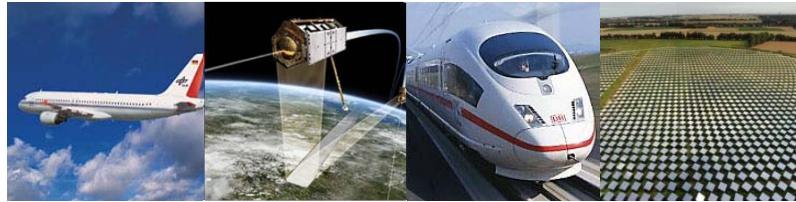


# Gliederung

- Energiemeteorologie im DLR
  - DLR im Überblick
  - Wo arbeite ich?
- Energiemeteorologie
  - Nutzungsmöglichkeiten
    - Netzstabilität
    - Anlagensicherheit
    - Ökonomische Aspekte
  - Handwerkszeug
- Wozu Fernerkundungsdaten? Anwendungsbeispiele
  - Allgemein: Assimilierung in Numerische Wettervorhersagen
  - Wind:
    - Wingeschwindigkeiten aus Wellendaten
  - Solar:
    - SolarMedAtlas
    - CAMS Strahlungsservice
    - Kurzfristprognosen für Solarkraftwerke



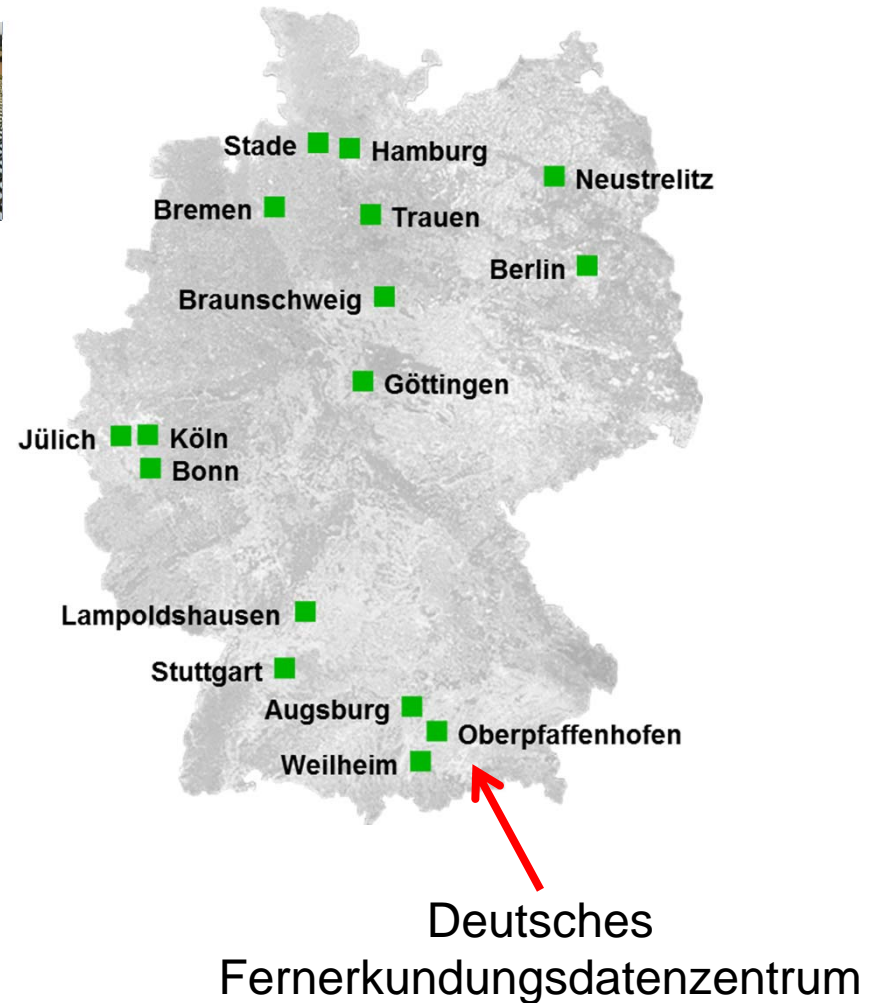
# Das DLR im Überblick



- Forschungseinrichtung
- Raumfahrt-Agentur
- Projektträger

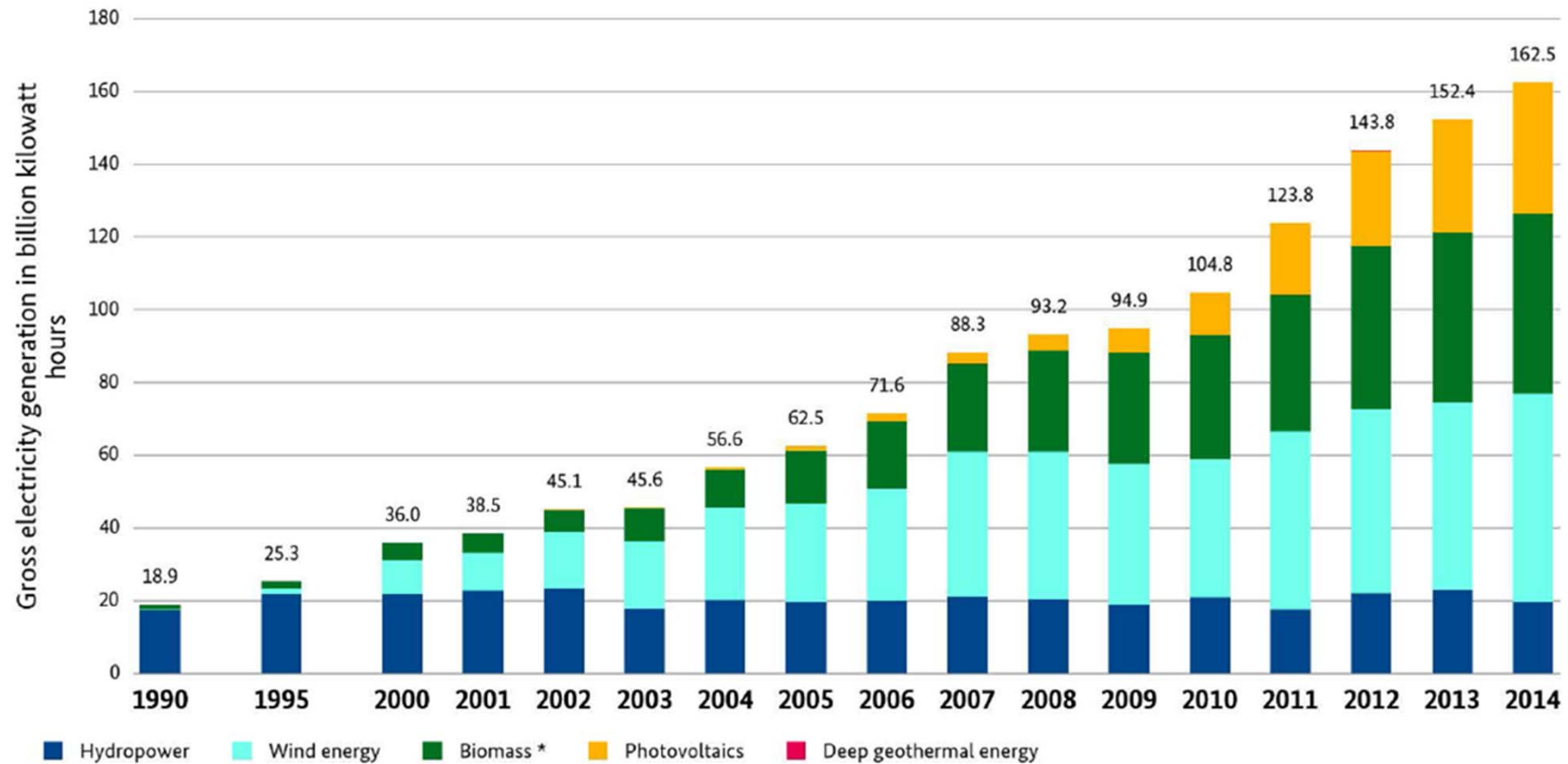
## Forschungsbereiche

- Luftfahrt
- Raumfahrtforschung und -technologie
- Verkehr
- Energie
- Sicherheit (Querschnittsbereich)
- Raumfahrtmanagement
- Projektträger



# Energiemeteorologie

## Development of renewables-based electricity generation in Germany

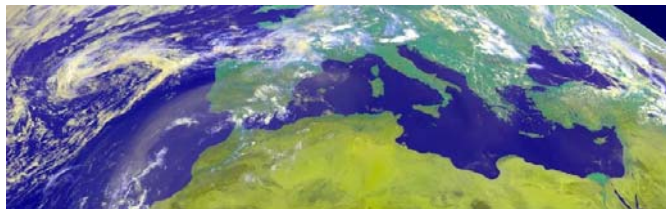


Source: AGEE Stat, BMWI, Erneuerbare Energien in Zahlen, 2014



# Energiemeteorologie

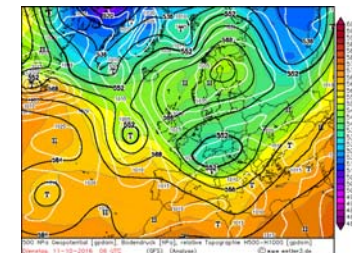
- Ein noch recht junges Fachgebiet
- Schnittstelle zwischen Meteorologie und Energiesektor
- Anwendungsgebiete für meteorologisches Wissen / Daten & Vorhersagen:
  - Netzstabilität
  - Anlagensicherheit
  - Stromhandel
- Handwerkszeug:
  - Fernerkundungsdaten
  - In-situ Messungen
  - Numerische Wettervorhersagen



© EUMETSAT/DLR



Quelle: CSP-Services

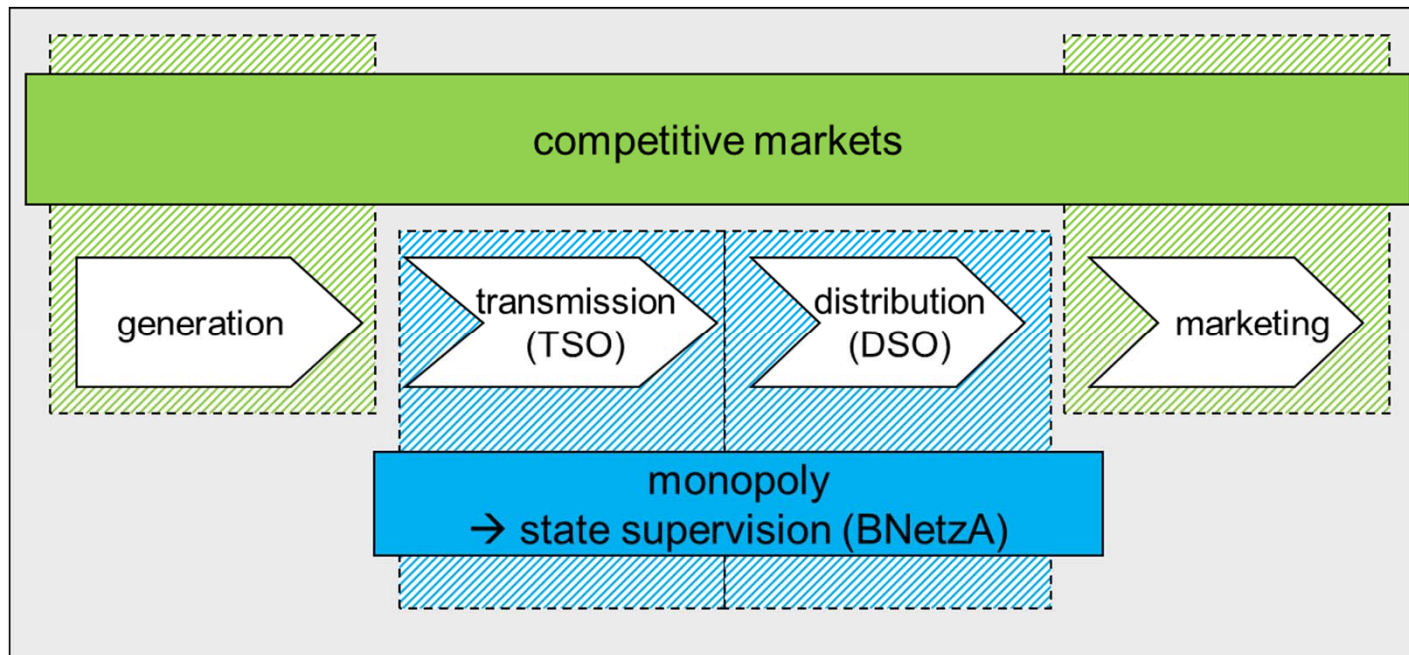


© wetter3.de



# Seit 1998: Liberalisierung des Strommarktes

Mix aus regulierten und deregulierten Teilbereichen

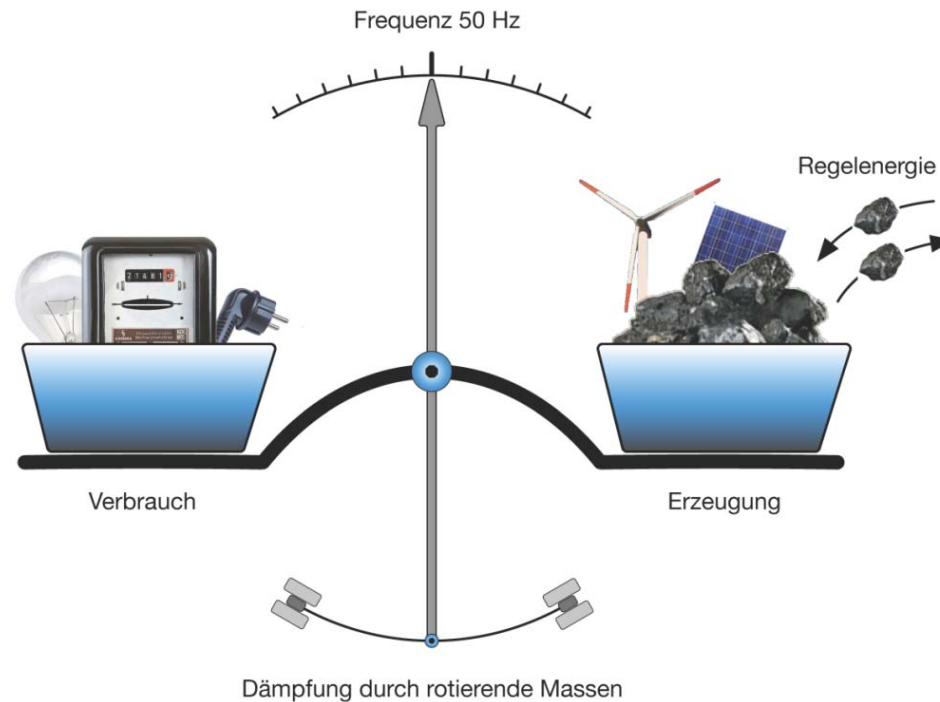


Quelle: H. Breitzkreuz



# Netzstabilität I

- Erzeugung und Verbrauch müssen in Balance gehalten werden.
- Verbrauch + Erzeugung aus PV + Wind sind nur sehr eingeschränkt steuerbar.
- Gefährlich aus Sicht der Netzbetreiber: Schnelle Änderungen der Stromerzeugung / des Verbrauchs



Quelle: D. Heinemann



## Netzstabilität II

Frequenzabweichung  $< 10\text{mHz}$ :

- Trägheit der Generatoren

Abweichung  $> 10\text{mHz}$ :

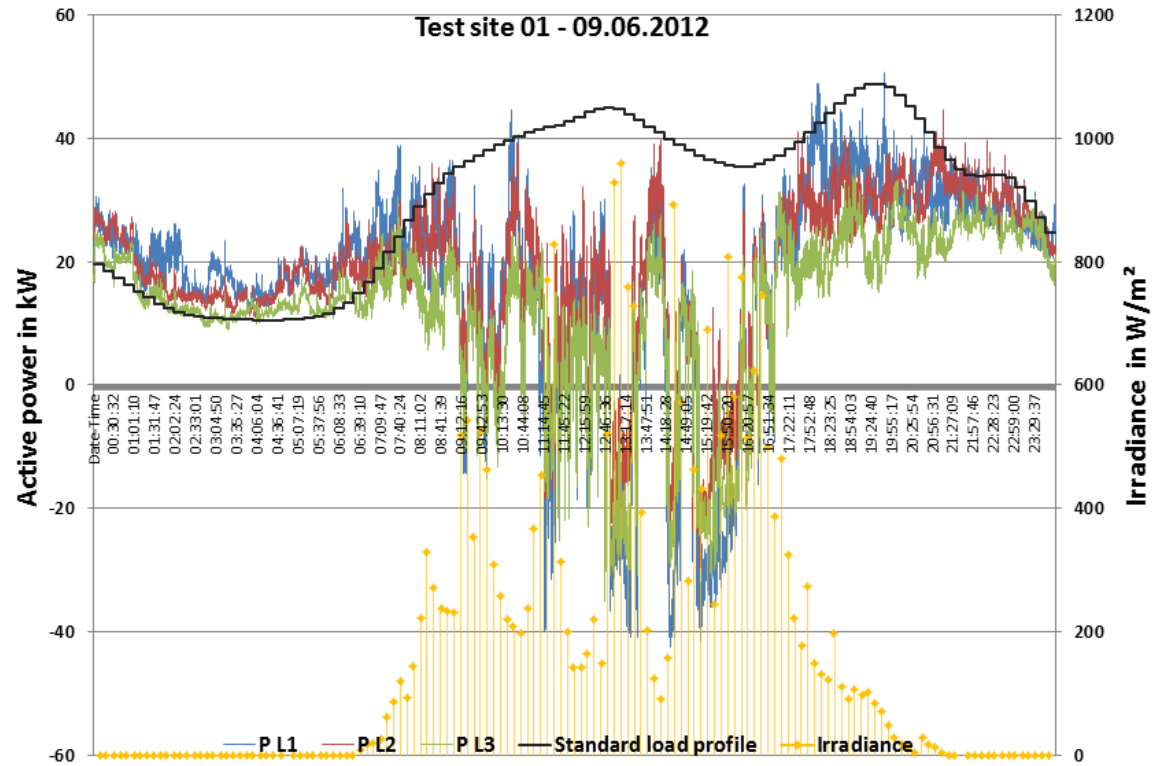
- Primärregelung → innerhalb von Sekunden abrufbare Reserveleistung der Kraftwerke ( $\sim 2\%$  der Nennleistung)
- Sekundärregelung → Pumpspeicher, Gasturbinen innerhalb von Minuten
- Tertiärregelung → länger anhaltende Störungen, löst Primär + Sekundärregelung ab





# Netzstabilität III

Beispiel Wohngebiet mit einigen PV Anlagen



Quelle: H. Ruf

Hochschule Ulm



## Sicherheitsaspekte: Anlagensicherheit

- Bei Turm CSPs:  
Teilabschattung des  
Spiegelfeldes kann  
Materialschäden am  
Receiver verursachen.
- Bei geschmolzenem Salz  
als Trägermedium:  
Temperatur darf nicht unter  
Gefrierpunkt des Mediums  
sinken.

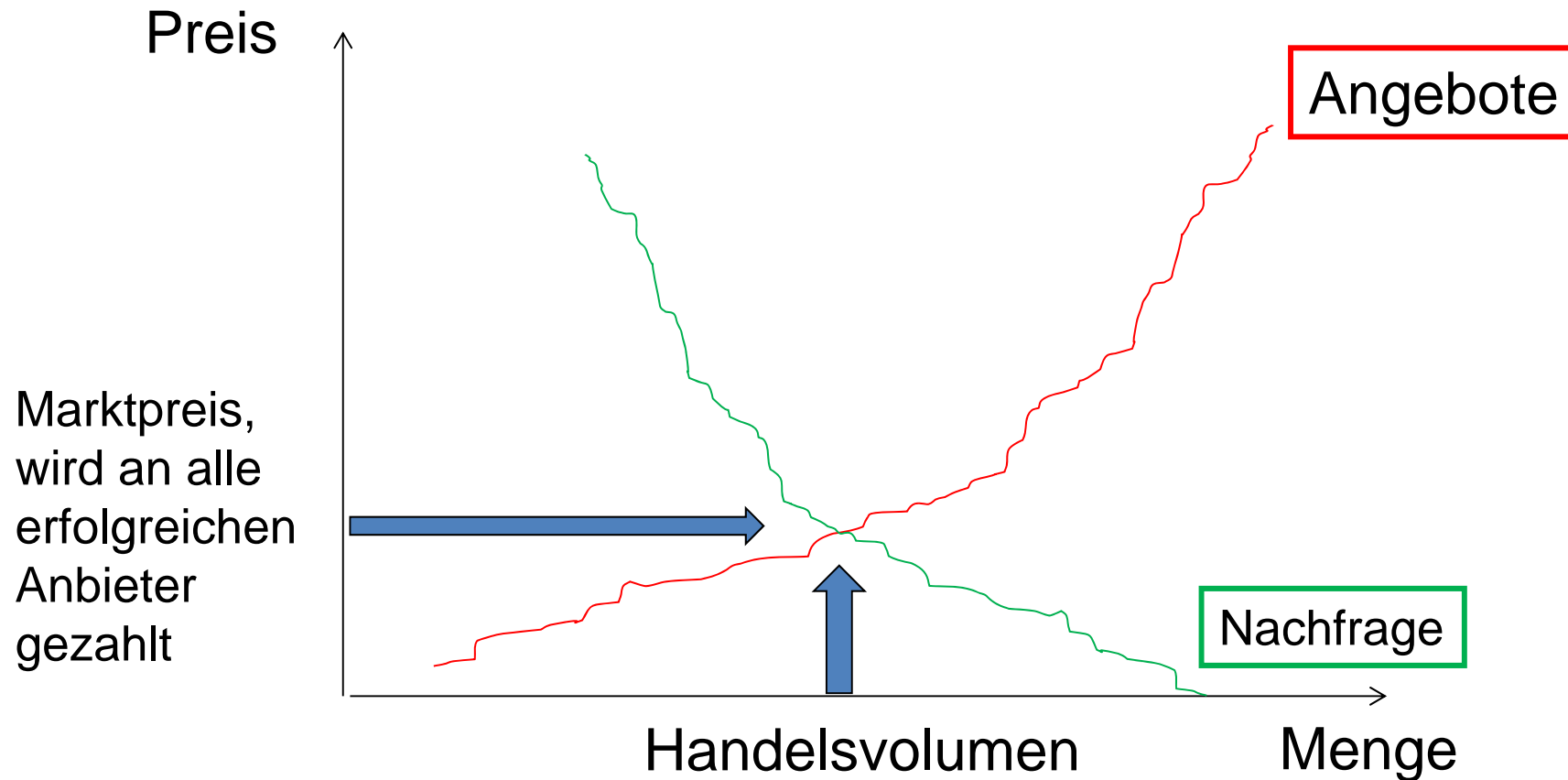


Torresol Energy  
re inventing solar power

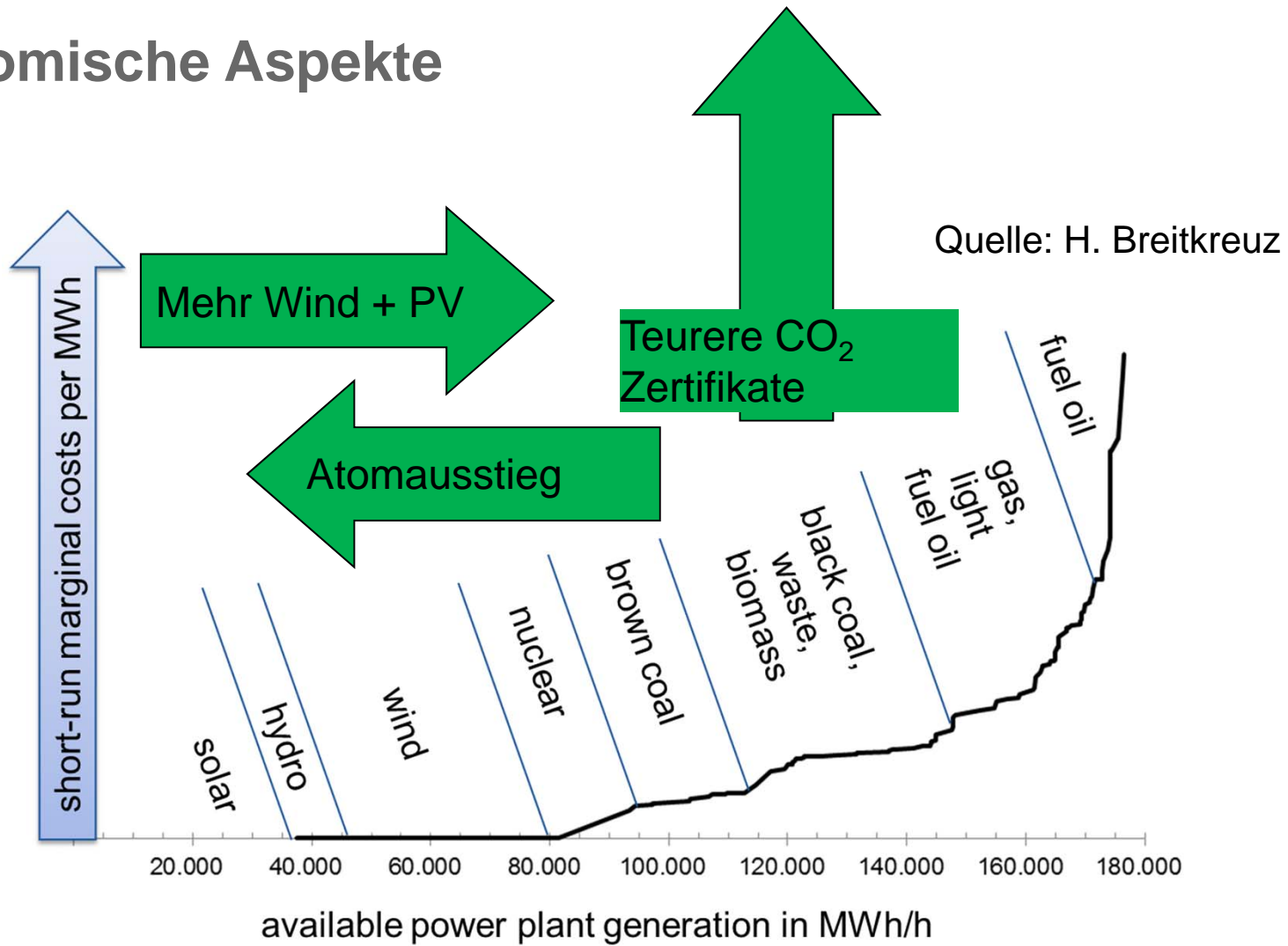


# Handel an der Strombörse

Märkte: Day-ahead und intraday getrennt



# Ökonomische Aspekte

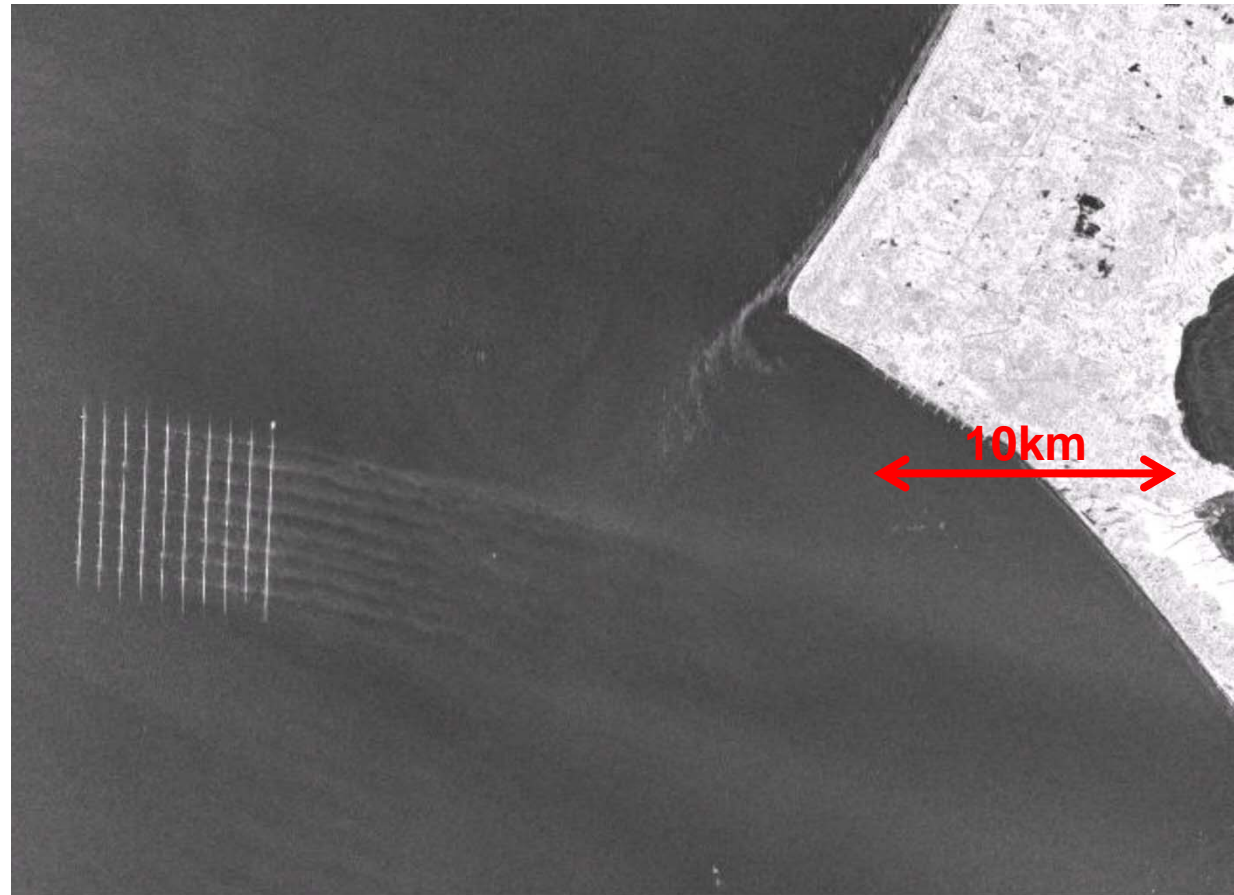


# Assimilierung von Fernerkundungsdaten in numerische Wettervorhersagemodelle

- Erdbeobachtungsdaten tragen dazu bei, ein möglichst umfassendes Bild des Zustandes der Atmosphäre zu erhalten.
- In unbewohnten Regionen und Ozeanen oft die einzige Datenquelle
- Beispiele:
  - Windfelder aus Verschiebung von Wolken
  - Aerosole: AOD und optische Eigenschaften
  - Wasserdampf
  - Wassertemperaturen



## Windfeld aus SAR Bildern

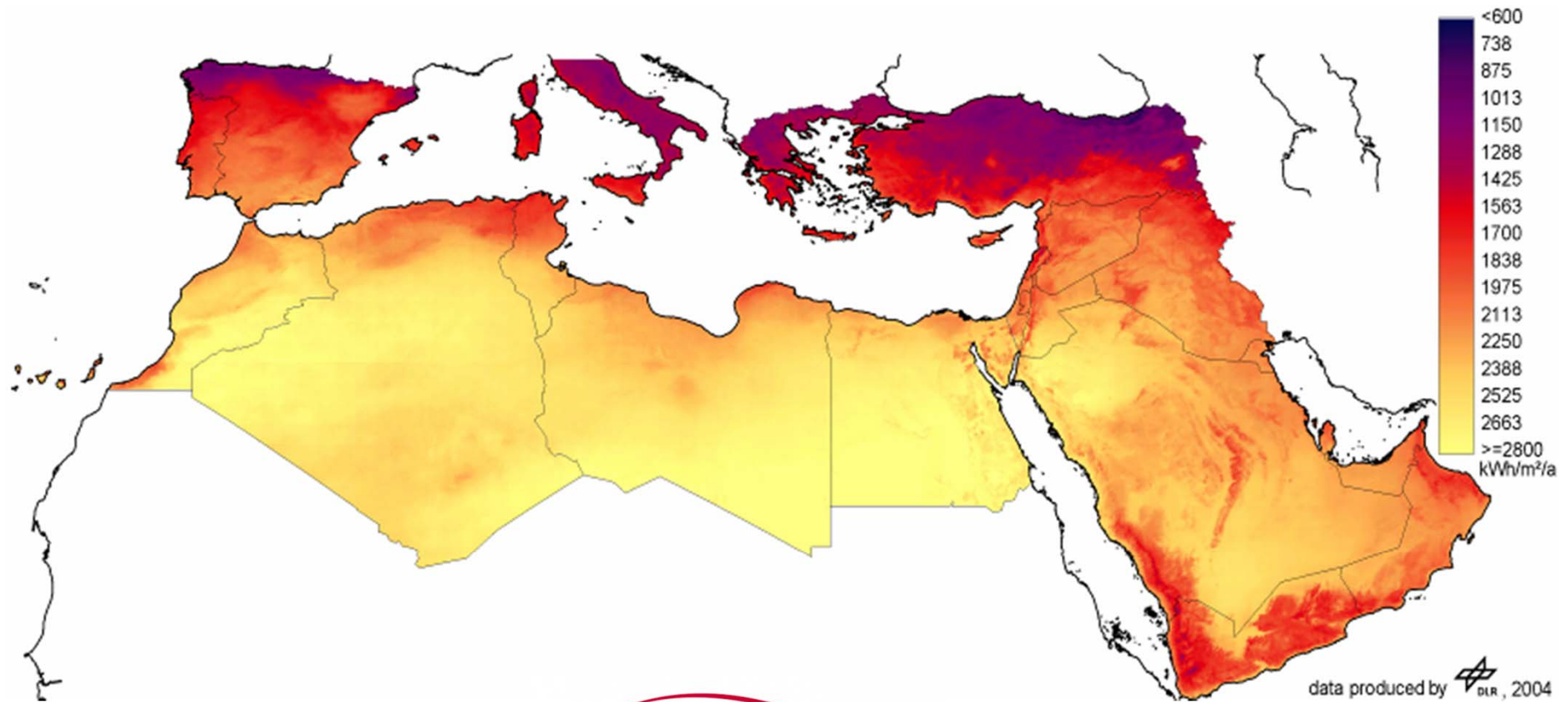


SAR-Bild (TERRA-X) von Horns Rev, 16.2.2012

Übernommen von: S.Emeis & M.Schroedter-Homscheidt, Vorlesung „Energy meteorology“, 2016



# SolarMedAtlas: Karte der DNI Jahressummen für 2004



SOLARMED atlas

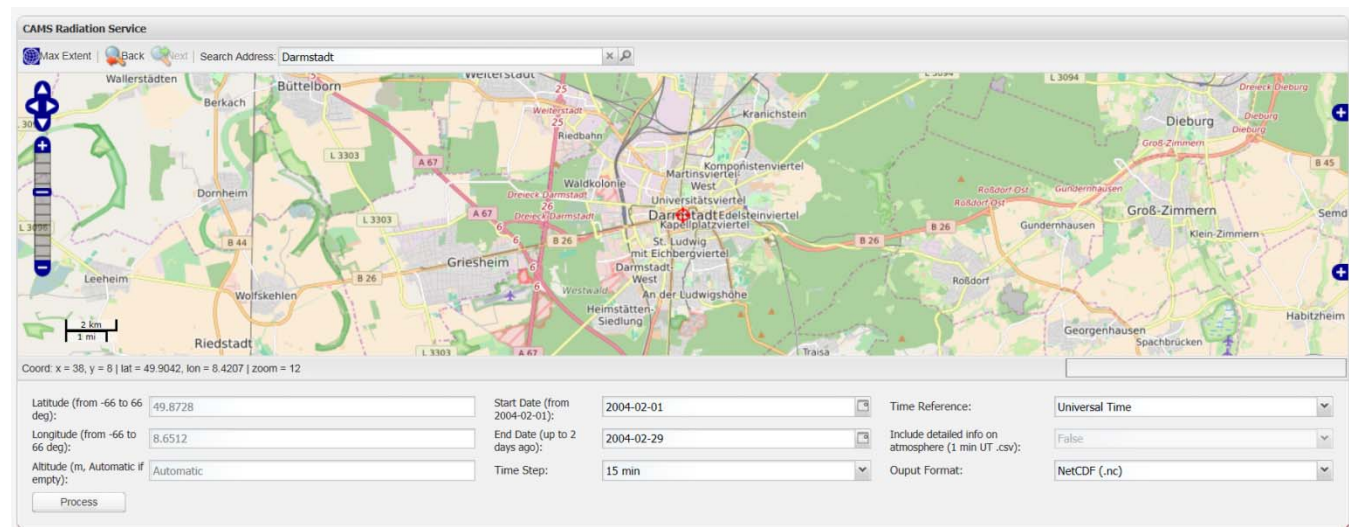


# CAMS Strahlungsservice



FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

- Teil des Copernicus Atmospheric Monitoring Service (CAMS)
- Zeitreihen von 2004 – Vorgestern
- Volles MSG Sichtfeld
- Komponenten: global, direkt & diffus
- Clearsky und mit Wolken
- Minutenauflösung möglich
- Frei verfügbar und nutzbar

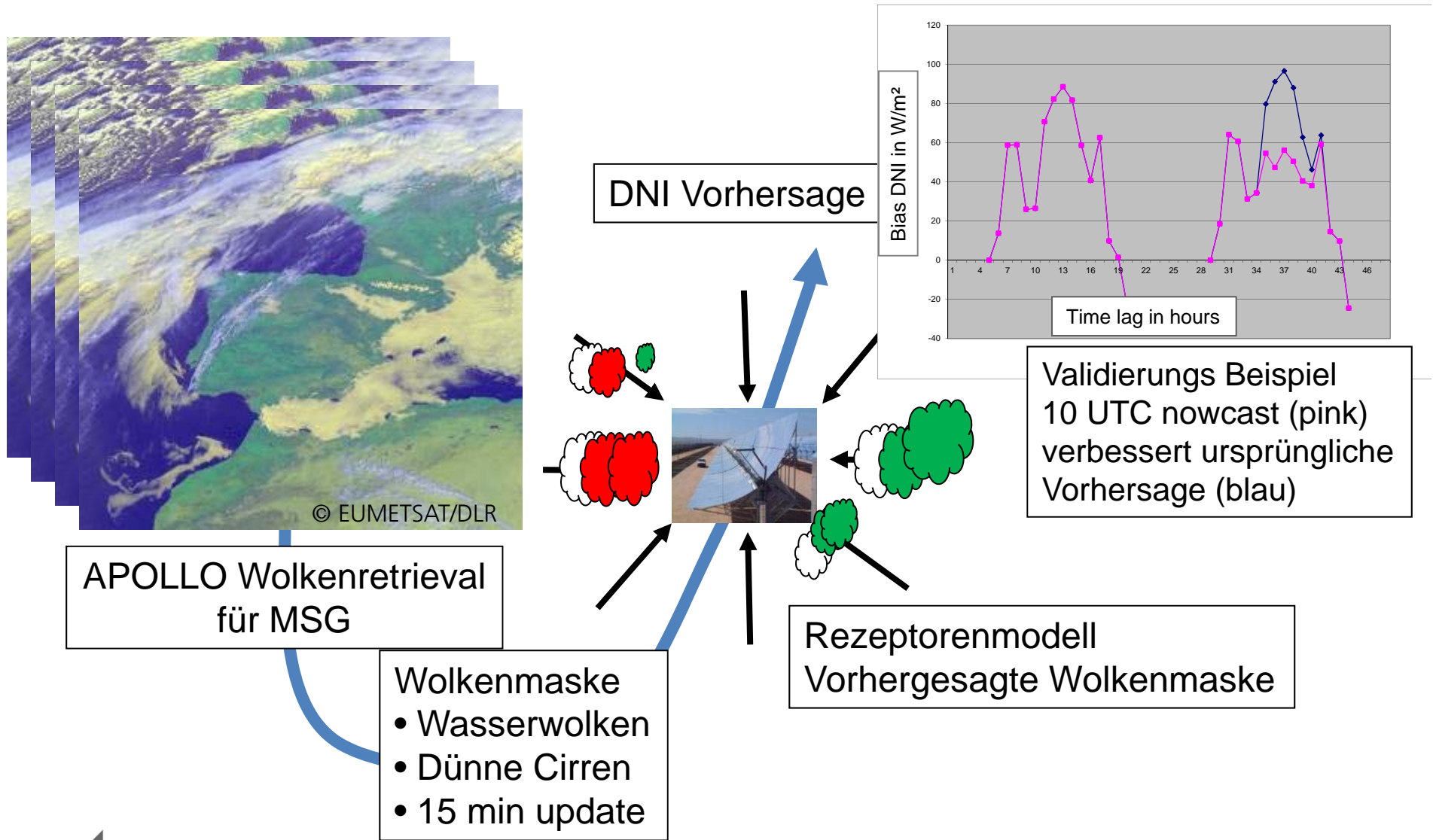


- Algorithmen sind publiziert
- Input Parameter können mit ausgegeben werden





# Kurzfristprognosen für Solarkraftwerke



# Zusammenfassung

- Meteorologische Informationen sind in vielerlei Hinsicht ein Gewinn für Akteure im Energiesektor:
  - Trading
  - Netzstabilität
  - Anlagensteuerung/ Anlagensicherheit
- Fernerkundungsdaten spielen dabei eine wichtige Rolle
- Im Zuge des Ausbaus der erneuerbaren Energien werden diese Informationen immer wichtiger



## References

- Hoyer-Klick, C., Lefèvre, M., Schroedter-Homscheidt, M., Wald, L., USER'S GUIDE to the MACC-RAD Services on solar energy radiation resources, MACC III project report D57.5, version v4.0, public report accessible via <http://www.atmosphere.copernicus.eu>, 2015
- Qu, Z., Oumbe, A., Blanc, P., Espinar, B., Gschwind, G., Lefèvre, M., ... & Klueser, L. (2016). Fast radiative transfer parameterisation for assessing the surface solar irradiance: The Heliosat-4 method. Meteorol. Z.
- Saunders, R. W., & Kriebel, K. T. (1988). An improved method for detecting clear sky and cloudy radiances from AVHRR data. International Journal of Remote Sensing, 9(1), 123-150.
- Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) website, <http://atmosphere.copernicus.eu/>
- Informationen zum Stromnetz auf der Aprion Website: <http://www.amprion.net/regelung-der-netze>



# Ende



Hochschule Ulm

