Ertragsabschätzung online

bundesweit - schnell - genau - verifiziert

Martin Schneider, André Glücksmann

anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH
www.anemos.de
www.awis.anemos.de

Online Ertragsabschätzung (awis)

- **Ertragsberechnungen für ganz Deutschland auf Basis der anemos Windatlanten**

- **Ergebnisse innerhalb weniger Minuten verfügbar**
  - *Brutto- und Parkenergieertrag*
  - *Abschattungsverluste*

- **Standortgenau für jede beliebige WEA-Kombination**

- **Verifiziert mit SCADA-Daten von über 100 WEA**
  - *Mehr als 95 % im Bereich von ± 20 %*

Methodik

Ertragsberechnungen Input

Windpark Konfiguration:

Standortkoordinaten
Nabenhöhe
Geländehöhe
Wake Decay

Empirisches Downscaling

Windatlas Daten

Remodelling & Verifikation

Verifizierter Windatlas

Standortspezifische Zeitreihen Luftdichte, Wind-geschwindigkeit und -richtung

Leistungskennlinien pro WEA

10 Min. Ertragszeitreihe

Jensen Wake Modell

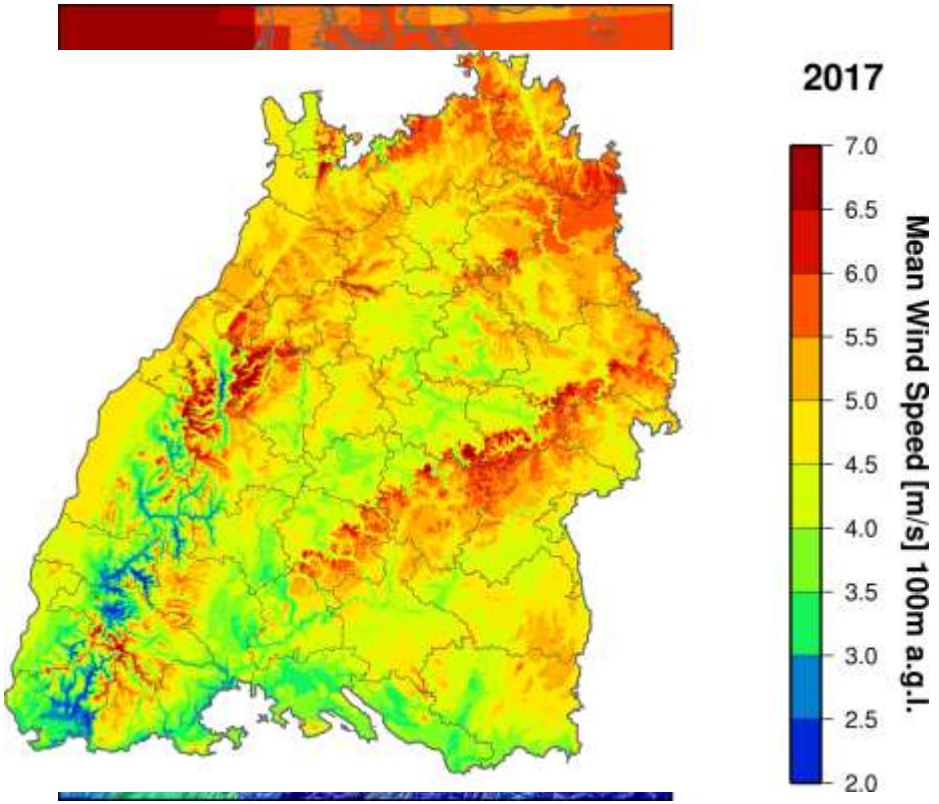
Brutto Park Abschattungsverlust

Ertragsberechnungen Output

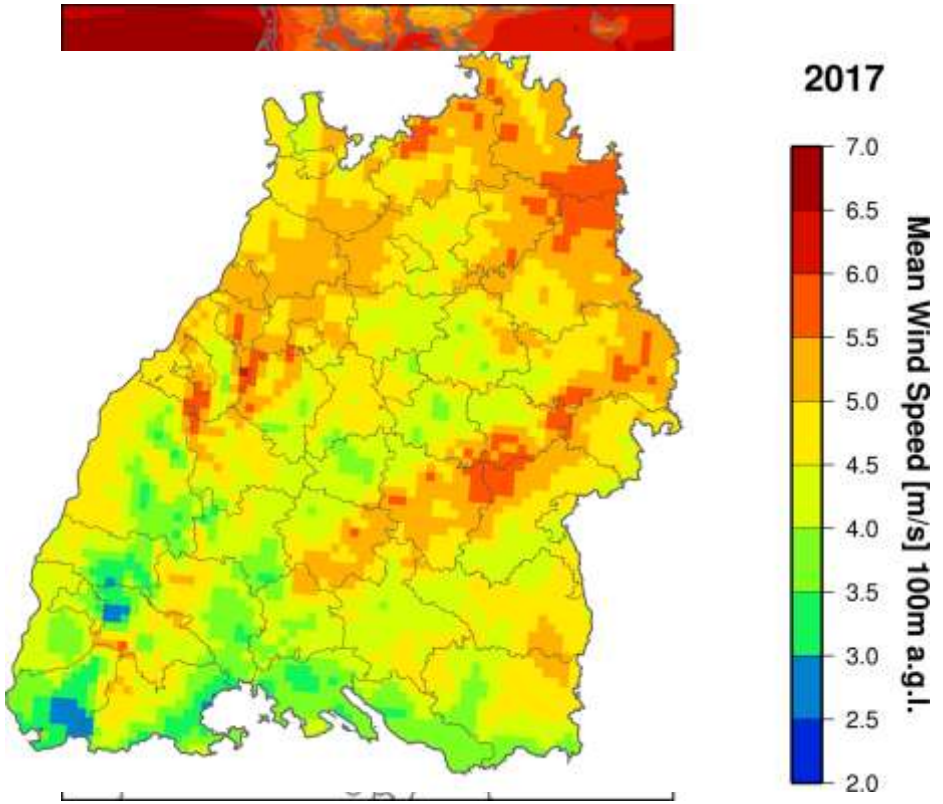
Ertragsberechnungen online pro WEA

Räumlich konsistente und homogene Datenbasis über den Windatlas

statistisches Downscaling
anemos Windatlas D-3km
90 m x 90 m



dynamisches downscaling (WRF)
anemos Windatlas D-3km
3 km x 3 km

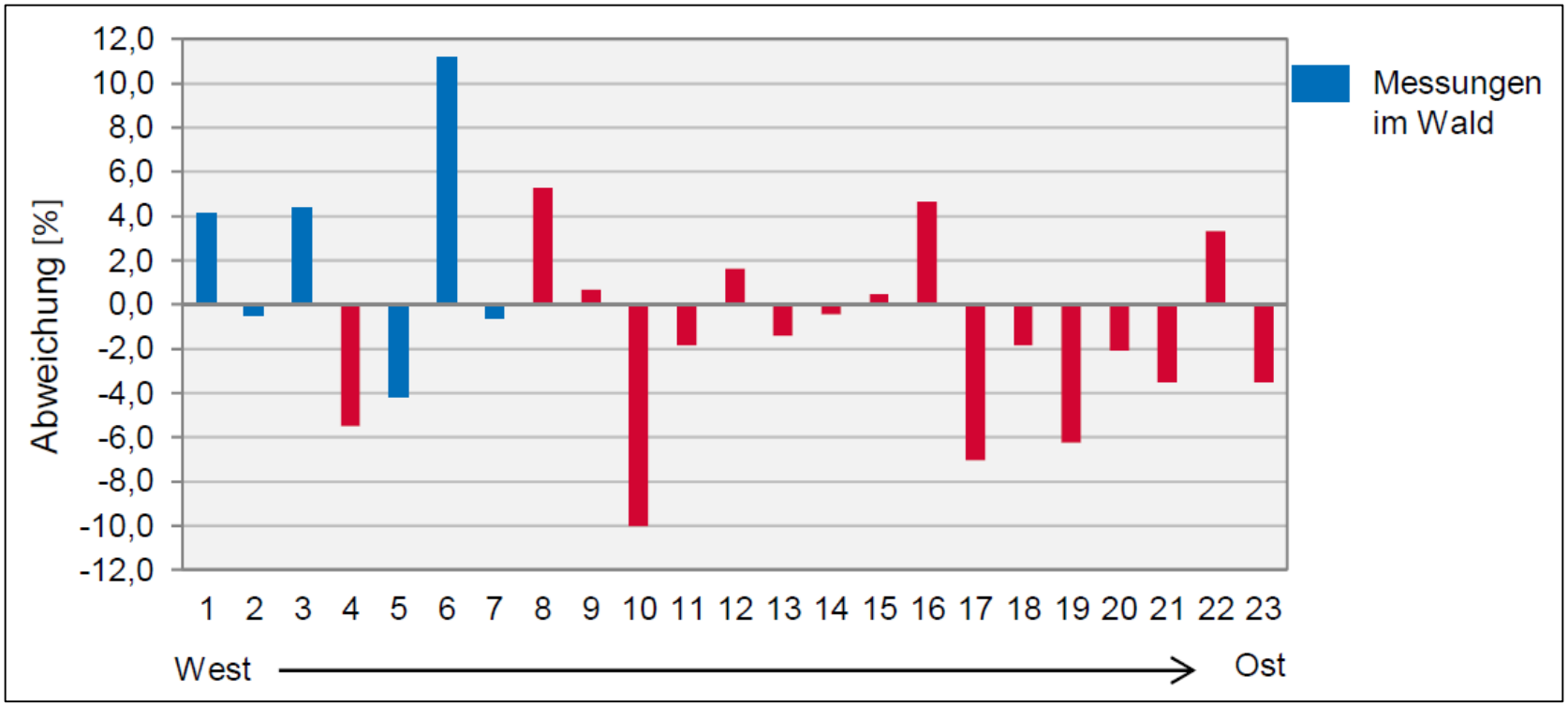


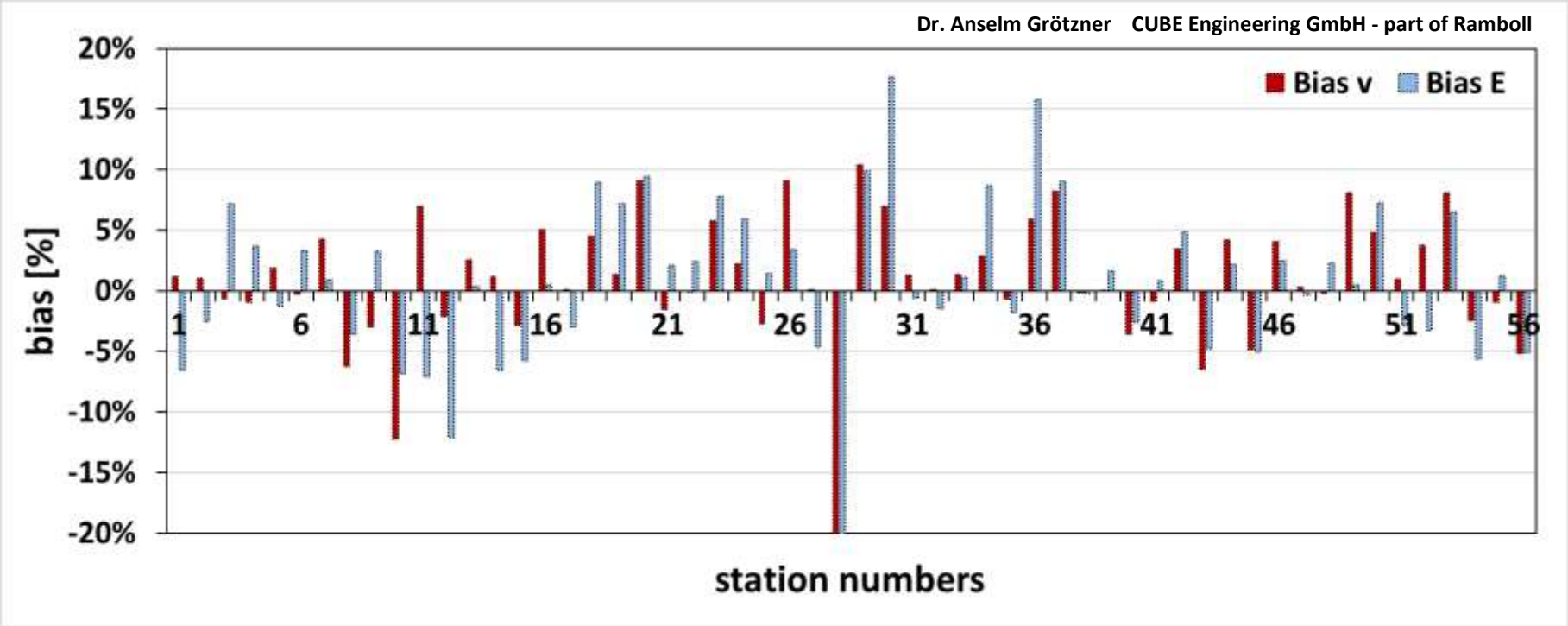
Zeitlicher Vorteil

- **Geringe Rechenzeit von wenigen Minuten**
- **Keine aufwändige Kartenbearbeitung**
  - *Orographie und Rauigkeitsinformationen sind schon integriert*
- **Abschattungsverluste werden über das Jensen Wake Modell mit berücksichtigt**
- **Hochaufgelöste, verifizierte & akkreditierte Winddaten sind schon integriert**

Externe Verifikationen des Windatlas

- **Langzeitwindgeschwindigkeiten aus Windmessungen (100 – 170 m)**
- **Mittlere Abweichung: -0.6 %**
- **Standardabweichung: 4.8 %**



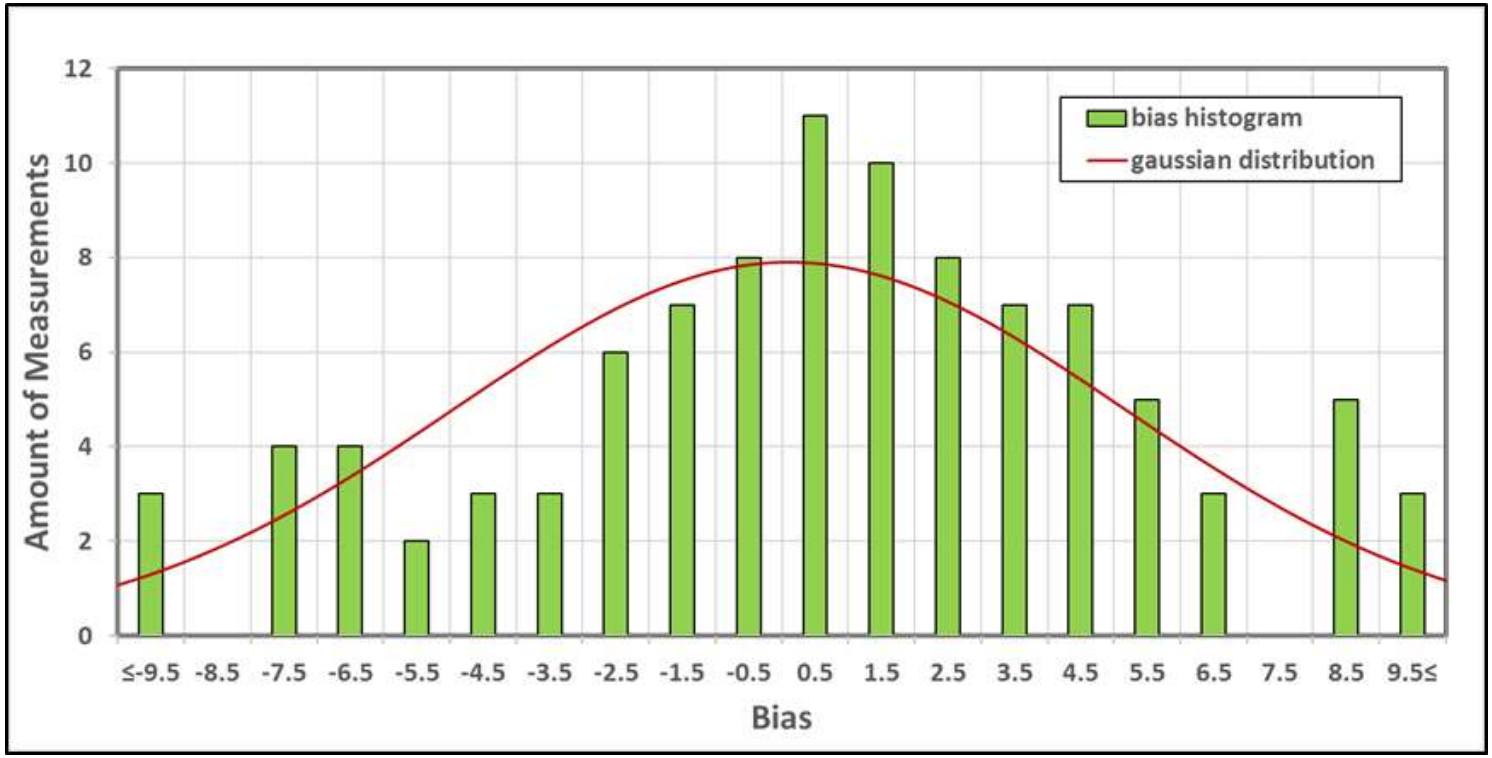


➢ **Windatlas Verifikation (extern u. intern)**

Kenngrößen	CUBE	anemos
v_{mod}/v_{mess} [%]	100,9	99,8
RMS [%]	5,3	4,4
Korrelation : R^2	0,719	0,708
Anzahl Messungen	56	45 (26)
Höhe ü. G. [m]	80 - 150	100

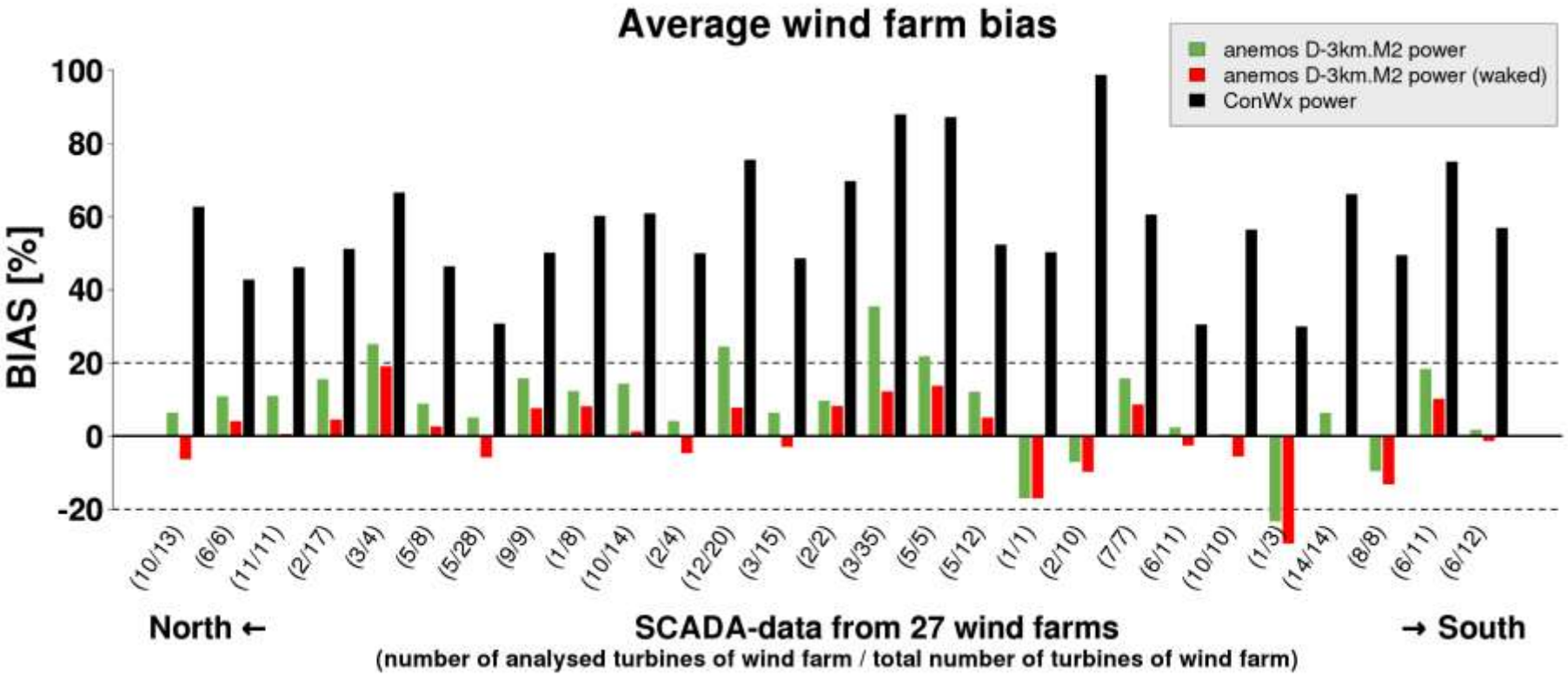
Unsicherheitsanalyse von 100 Messungen

- **Abweichungen zwischen Messung und Windatlas**
- **Gauß-Verteilung mit einer Standardabweichung von 5.05 %**
- **Verteilung bei 0 % zentriert -> kein systematischer Bias**



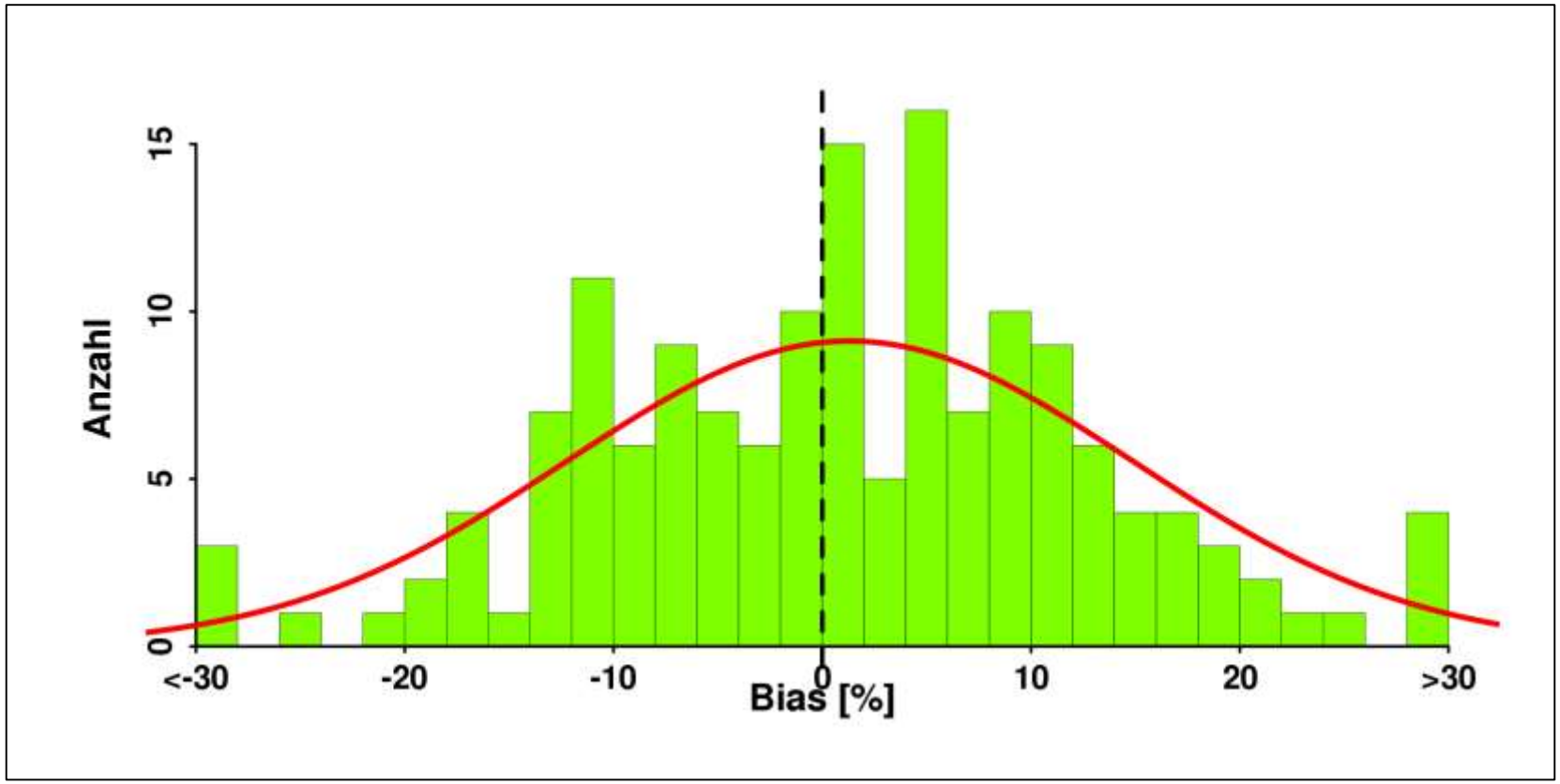
Verifikation Ertragsberechnung mit SCADA-Daten

- **Vergleich zwischen Brutto- & Parkenergieertrag und ConWx**
- **95 % der Windparks liegen im Bereich von ± 20 %**



Unsicherheitsanalyse von 100 WEA-Standorten

- **Abweichungen zwischen SCADA-Daten und Windatlas (Ertrag)**
- **Gauß-Verteilung mit einer Standardabweichung von 13.56 %**
- **Verteilung bei + 1 % zentriert -> kein systematischer Bias**



Ertragsberechnungen Input: *Windparkkonfiguration*

anemos wind information system

competence in wind power meteorology

Deutsch | English Datenschutzerklärung Impressum

ERTRAGSINDEX ZEITREIHE ERTRAGSZEITREIHE ERTRAGSBERECHNUNG

Anlagen konfigurieren für 53.619559, 12.368245

Vensys Vensys 100/2500 100m(+65m) ø99.8m k=0.075 Vensys 100-2.5MW-2013-09-09 Primär

Hersteller: Vensys

Anlagentyp: Vensys 100/2500 (ø99.8m)

Nabenhöhe: 100

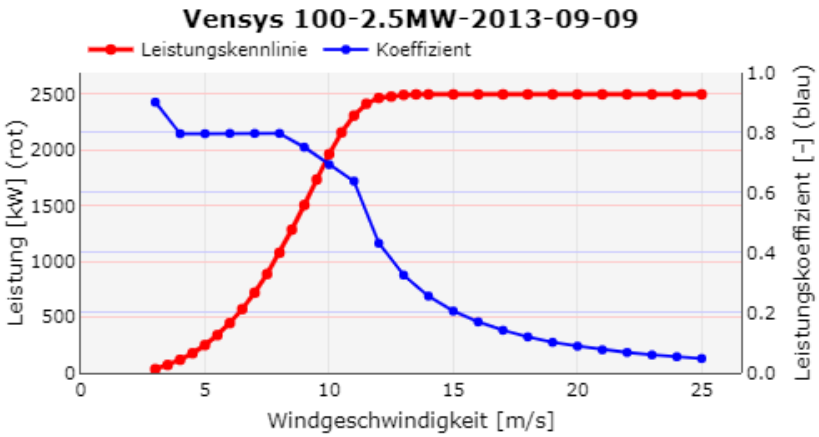
Leistungskennlinie: Vensys 100-2.5MW-2013-09-(

Höhe über dem Meeresspiegel: 65 m Für Standort setzen

Wake decay Konstante: 0.075 Für Standort setzen

Update Hinzufügen

Eine Anlage mit dieser Konfiguration ist bereits vorhanden



Speichern Abbrechen

Aktuellste Ertragsberechnungen

Windpark	Status	Zeit
New wind park 1	COMPLETED	24.8.2018, 15:19:05
New Test Park	COMPLETED	24.8.2018, 15:14:10
New Test Park	COMPLETED	24.8.2018, 15:14:07

Leaflet | Tiles © Esri — Source: Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, UPR-EGP, and the GIS User Community

Standort hinzufügen: 53,4 8,75 Hinzufügen

➢ *Ertragsberechnung online*

anemos wind information system

competence in wind power meteorology

Deutsch | English Datenschutzerklärung Impressum

ERTRAGSINDEX | ZEITREIHE | ERTRAGSZEITREIHE | ERTRAGSBERECHNUNG

Verbleibende Aufträge: 50

Ertragsberechnung inkl. Abschattungsverlust Deutschland 3km

Windparkkonfiguration Abgeschlossene Berechnungen

Abgeschlossene Ertragsberechnungen

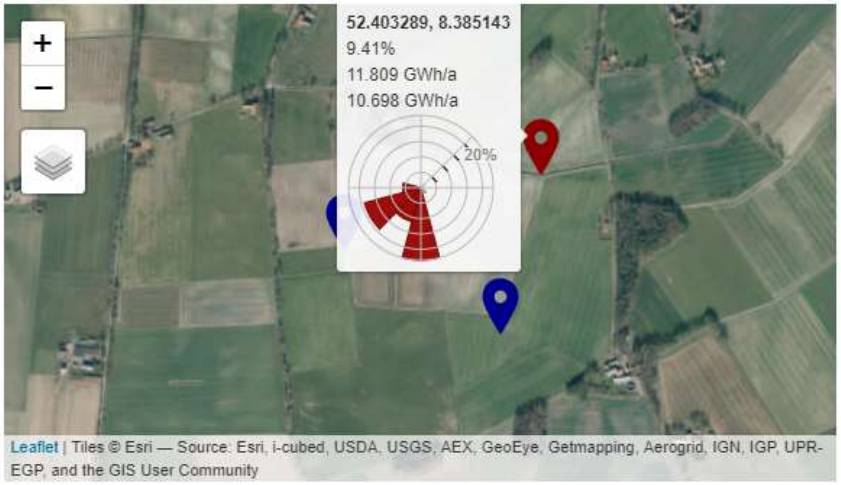
Windparkname: New wind park 1

Datum: 24.8.2018

Berechnung: 15:19:05 - Test calculation 1

Download

Windparkname	Anlagen	Bestand	Geplant	Ausgenommen
New wind park 1	3	2	1	0



Ergebnisse

Referenzperiode: 1998 - 2017

Mittlere Parkabschattung: 9.41%

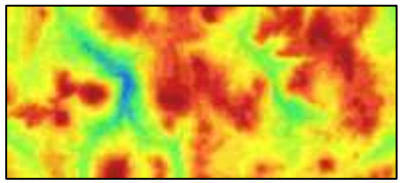
Name	Abschattungsverlust	Effizienz	Brutto Energieertrag [GWh/a]	Energieertrag inkl. Abschattungsverlust [GWh/a]
52.403289, 8.385143	9.41%	90.59%	11.81	10.70

Windparkinformationen

Name	Status	Wake decay Konstante	Höhe über NN	Breite	Länge	Hersteller	Typ	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Leistungskennlinie

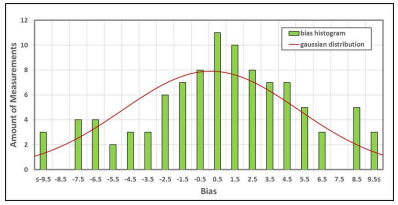
Zusammenfassung

- **Bundesweite** standortgenaue Zeitreihen der Luftdichte, Windgeschwindigkeit und -richtung

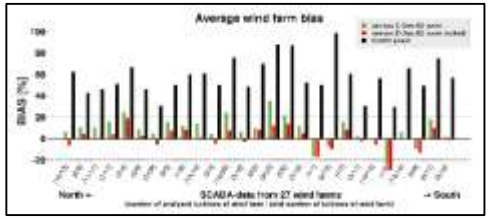


- **Schnelle** Ertragsberechnung innerhalb von wenigen Minuten online abrufbar

- **Genauer** Windatlas: Remodelling & Verifikation mit Messungen und Unsicherheitsbetrachtung (13.6 %)



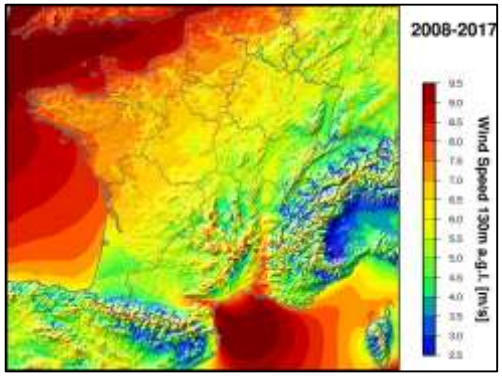
- **Verifizierung** der Ertragsberechnung mit Hilfe von SCADA-Datensätzen

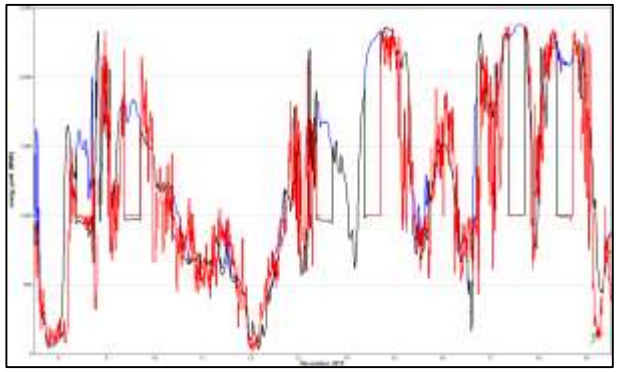


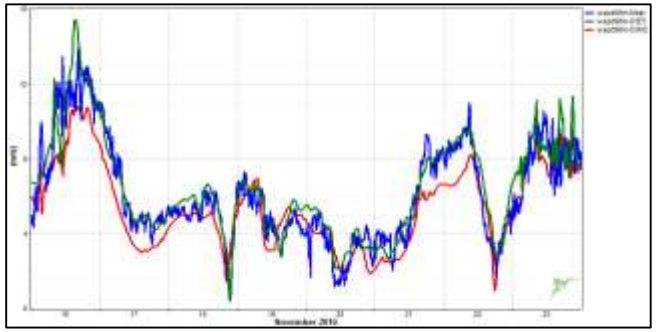
- **Ertragsberechnungen online** über **awis**

Ausblick

- **Bundesweit:** weitere Länder bald Verfügbar; *Frankreich, Schweiz, Belgien*
- **Schnell:** weitere Verlustberechnungen sind in Planung; *Schall, Vereisung, Fledermäuse, etc.*
- **Genauer:** Optimierung der Wind-atlanten; *empirisches Downscaling, ERA5, Remodelling*
- **Verifizierung:** weitere SCADA-Datensätze werden ergänzt (VERIMA)







Ertragsabschätzung online

bundesweit - schnell - genau - verifiziert

Vielen Dank!

anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH

www.anemos.de

www.awis.anemos.de