

14. Symposium Energieinnovation

Stochastische Abhängigkeit von Prognosefehlern der dargebotsabhängigen Einspeisung

- Motivation und Einleitung
- Analyse
- Modellierung
- Exemplarische Untersuchungen

Annika Klettke

Graz, 11. Februar 2016

Hintergrund und Motivation

Struktureller Wandel des Elektrizitätsversorgungssystems

- Steigender Anteil an dezentralen Erzeugungsanlagen
- Zunehmende Unsicherheiten der Einspeisung durch Abhängigkeit vom Dargebot
- Erwartete dargebotsabhängige Einspeisung basiert auf Wetterprognosen
- ➔ Prognosegüte der Einspeisung kommt eine größere Bedeutung zu

Berücksichtigung von Prognoseunsicherheiten in Modellen

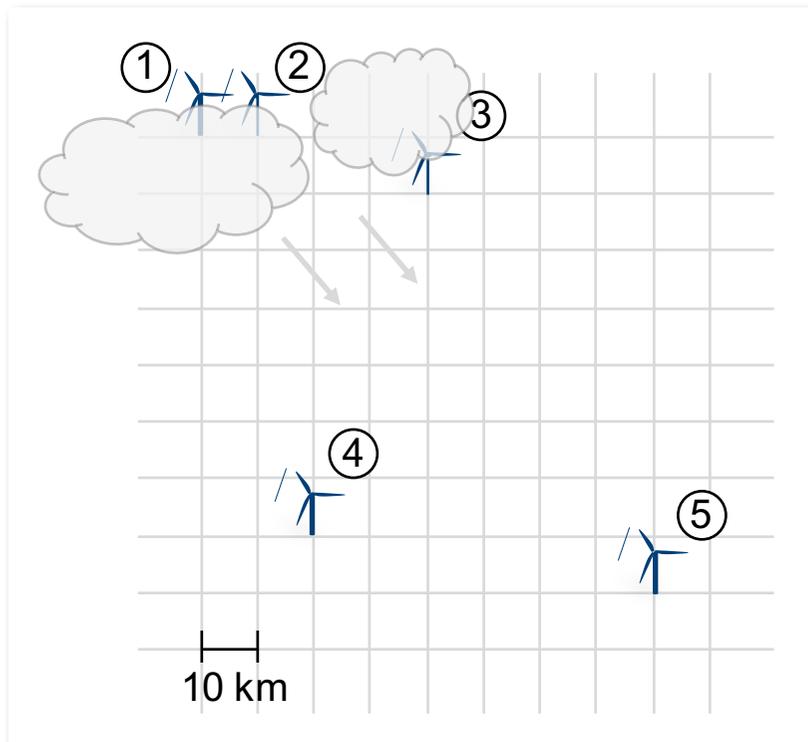
- Mögliche Anwendungen zur Betrachtung unsicherer Last-/Einspeisesituationen
 - ◆ Netzbetriebssimulationen zur Bewertung der zukünftigen Netzsicherheit
 - ◆ Dimensionierung des Regelreservebedarfs
- ➔ Regional aufgelöste Prognosefehlerverteilungen relevant für Berechnung zukünftiger Last-/Einspeisesituationen

Ziel des Beitrages

Entwicklung eines Modells zur realitätsnahen Abbildung von Prognosefehlern der dargebotsabhängigen Einspeisung

Regionale Zusammenhänge von Prognosefehlern

- Erwartete dargebotsabhängige Einspeisung basiert auf Wetterprognosen
- Prognosen können fehlerhaft sein → Prognosefehler: $\Delta P = P_{prog} - P_{ist}$



- Wetterbedingte Einflüsse der dargebotsabhängigen Einspeisung lassen stochastische Abhängigkeiten vermuten
- ➔ Vorzeichengleiche und örtliche Konzentration von Leistungsabweichungen möglich

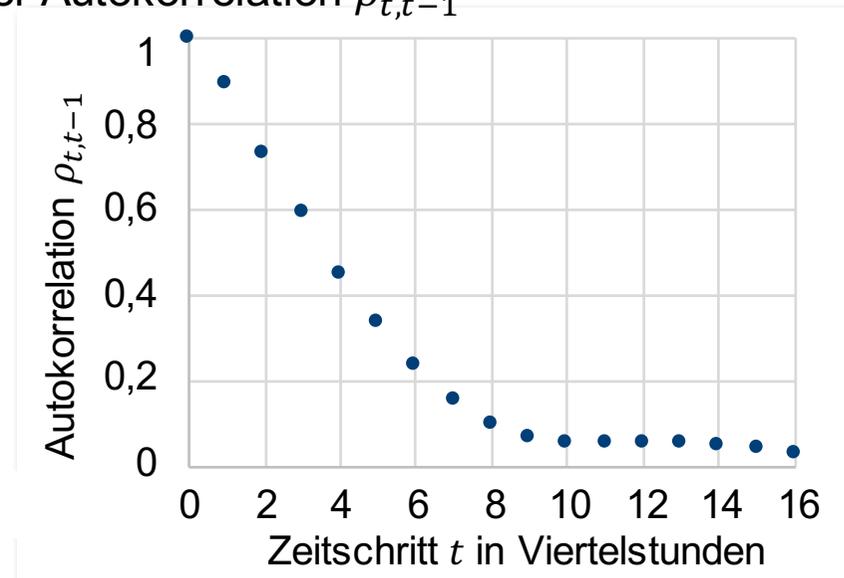
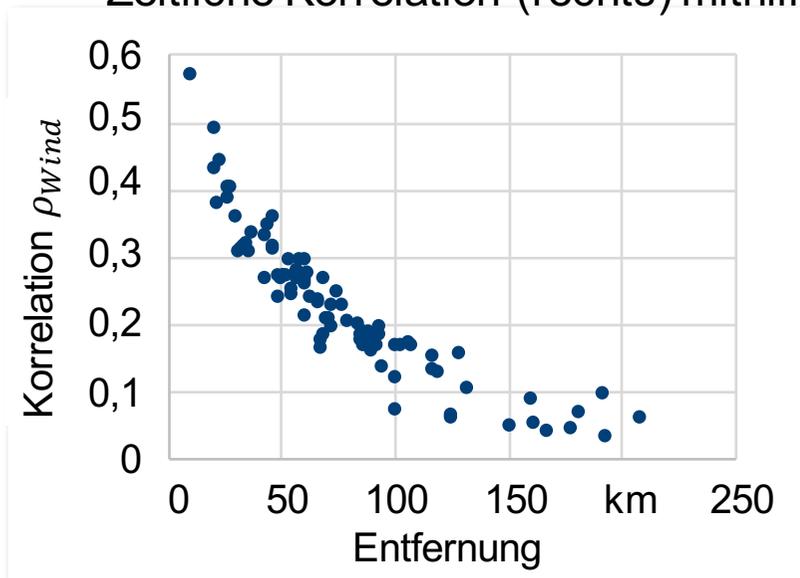
Beispielhafte Korrelationsergebnisse

WP	1	2	3	4	5
1	1	0,56	0,35	0,22	0,13

- ➔ Analyse geographischer und zeitlicher Abhängigkeiten der Prognosefehler erforderlich

Korrelationen und stochastische Abhängigkeiten

- Beispielhafte Auswertung geographischer sowie zeitlicher Korrelation ausgewählter Windprognosefehlerzeitreihen eines Jahres
 - ◆ Geographische Korrelation (links) anhand der Rangkorrelation ρ nach Pearson
 - ◆ Zeitliche Korrelation (rechts) mithilfe der Autokorrelation $\rho_{t,t-1}$

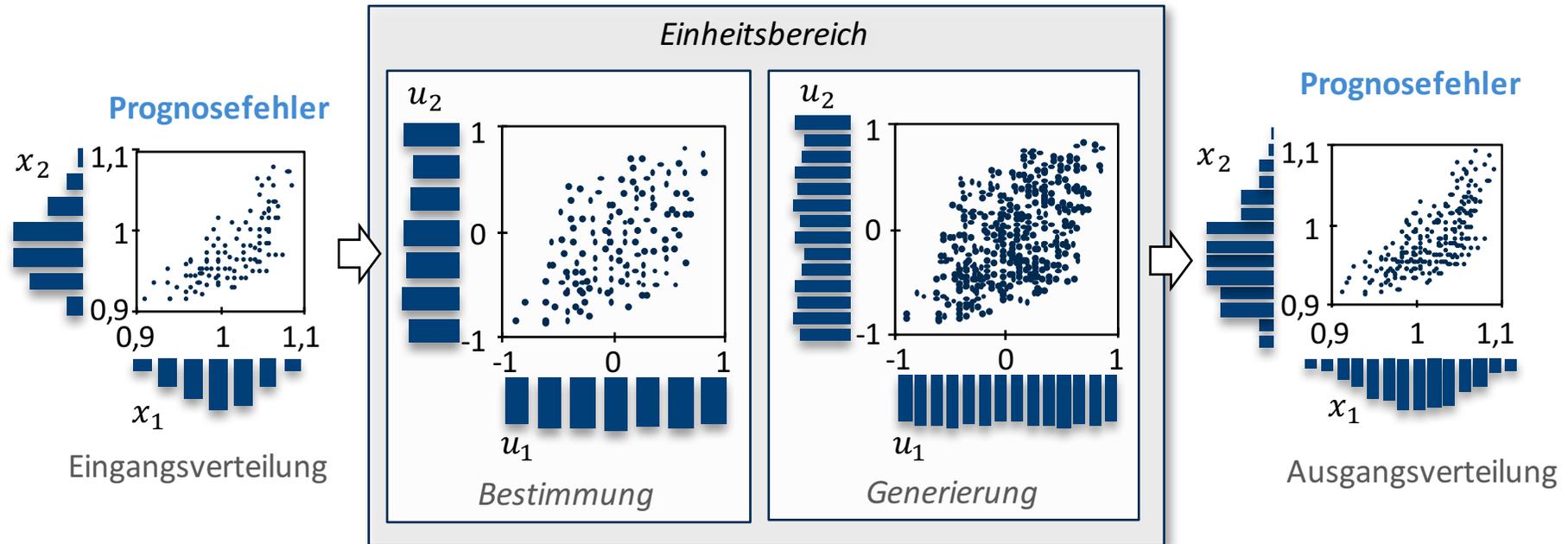


- Geographische Abhängigkeit der Prognosefehler nicht zu vernachlässigen
- Zeitliche Abhängigkeit nur im Zeitraum bis vier Viertelstunden zu erkennen

➔ Verwendung der Copula zur Abbildung stochastischer Abhängigkeiten sowie Randverteilungen der Prognosefehlerverteilungen

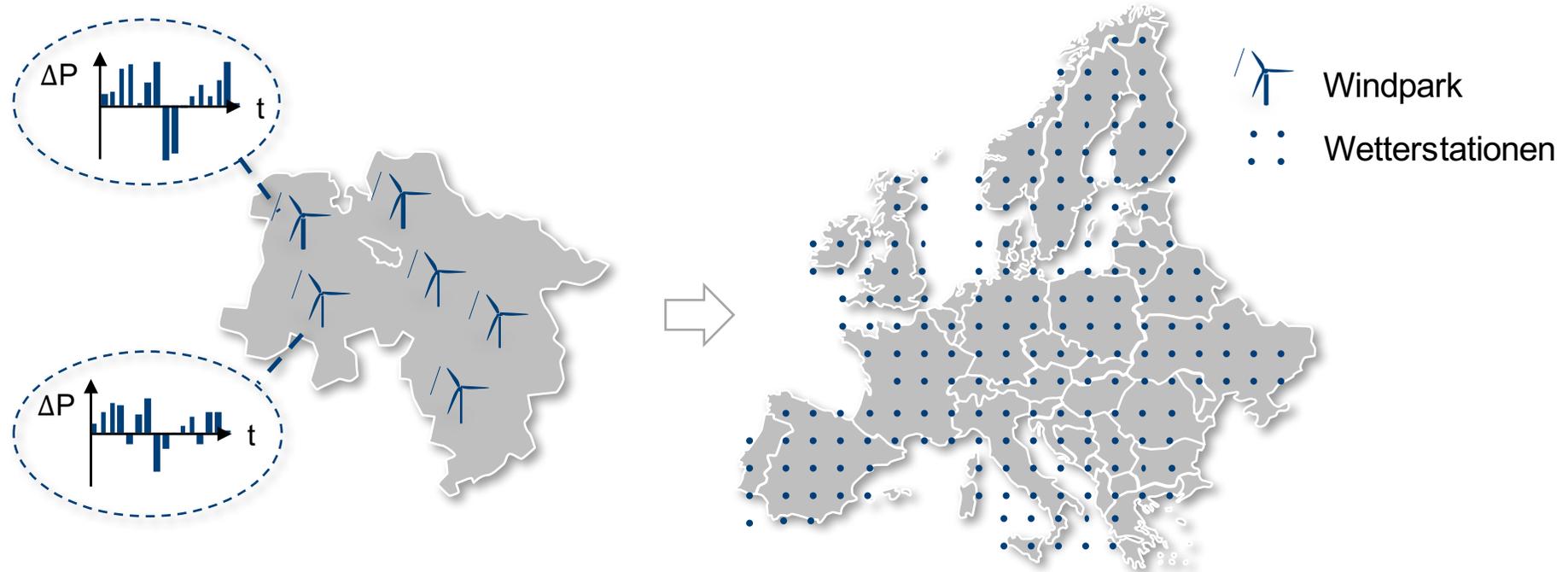
Vorgehensweise bei Verwendung der Copula

- Funktion zur Abbildung stochastisch abhängiger Verteilungsfunktionen



- 1) Eingangsverteilung beinhaltet Informationen über stochastische Zusammenhänge
 - 2) Transformation in den Einheitsbereich zur Ermittlung stochastischer Abhängigkeiten und Erzeugung stochastisch abhängiger Zufallszahlen
 - 3) Rücktransformation über Ausgangsverteilung liefert Prognosefehlerverteilungen
- ➔ Zur Abbildung regionaler Abhängigkeiten, regionale Prognosefehlerverteilungen als Eingangsdatum benötigt

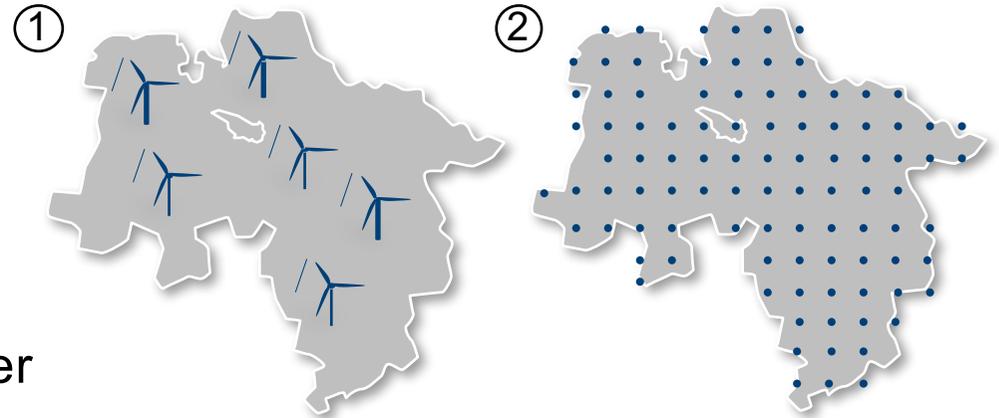
Modellierung der Prognosefehler volatiler Einspeisung



- Regional aufgelöste, kurzfristige Prognosefehlerverteilungen für Europa nicht gegeben → hoch aufgelöste Messwertzeitreihen der Windgeschwindigkeit je Wetterstationen verfügbar
- Verwendung der Copula ermöglicht
 - ◆ unabhängige Betrachtung der Randverteilungen der Prognosefehler
 - ◆ Nutzung der Abhängigkeitsstruktur der Windgeschwindigkeiten als Eingangsdatum
- ➔ Verifikation der modifizierten Copula anhand exemplarischer Untersuchungen notwendig

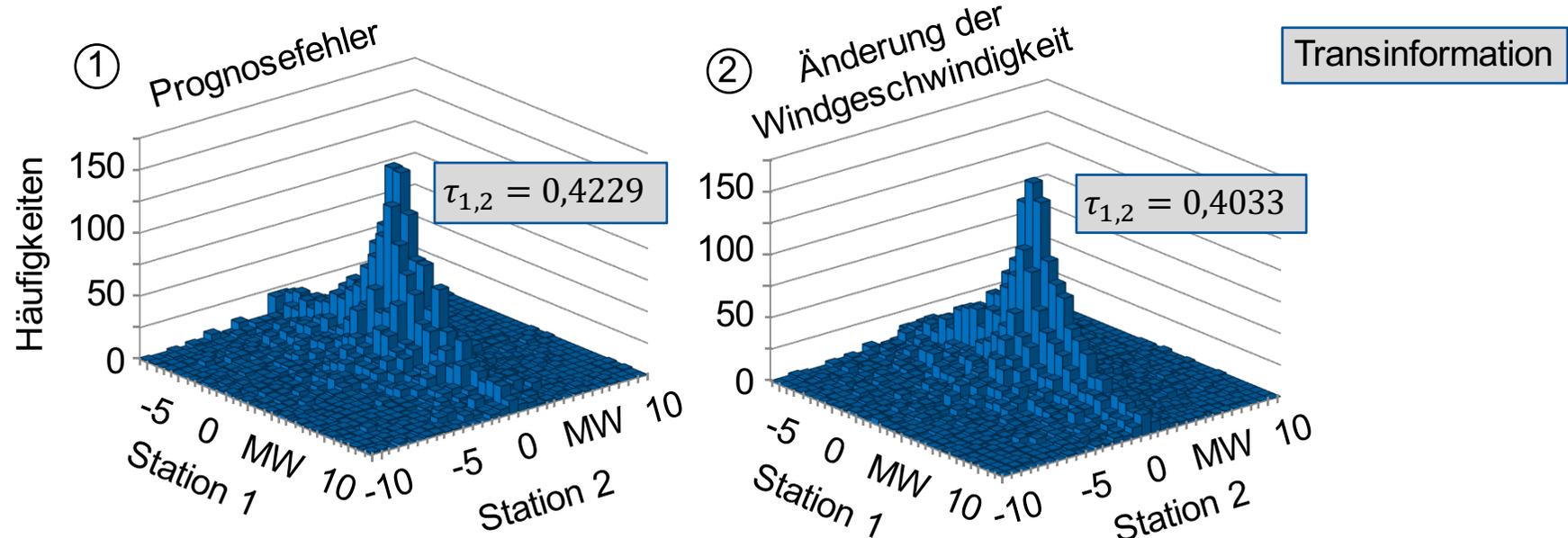
Anwendungsszenario

- Verifikation modifizierter Vorgehensweise zur Generierung stochastisch abhängiger Prognosefehler unter Verwendung der Copula
 - Untersuchung zweier unterschiedlicher Eingangsgrößen zur Bestimmung von stochastischen Abhängigkeiten für die Erstellung der Copula
 - ① Prognosefehlerverteilung der Windparks
 - ② Verteilung der Windgeschwindigkeitsänderung für die nächst gelegenen Wetterstationen
- ➔ Bewertung beider Varianten anhand der Abhängigkeitsstruktur und des Randbereichs der generierten Prognosefehlerverteilungen
- ◆ Transinformation zur Betrachtung unbekannter Abhängigkeitsstrukturen von Verteilungsfunktionen
 - ◆ Verwendung von Quantilen zur Identifizierung zeitgleicher hoher Abweichungen von der prognostizierten Einspeisung



Verifikation der angepassten Vorgehensweise

- Darstellung der Ergebnisse anhand zweier ausgewählter Windparks/Stationen



- Ergebnisse für das 1 %-ige und 99 %-ige Quantil der Summe beider Verteilungen

Eingangsverteilung	1 %-Quantil	99 %-Quantil
Prognosefehler	- 35,56 MW	26,26 MW
Änderung Windgeschwindigkeit	- 34,94 MW	27,93 MW

- ➔ Verwendung der Windgeschwindigkeitszeitreihen als Eingangsverteilung für Copula zur Generierung stochastisch abhängiger Prognosefehler geeignet

Wesentliche Erkenntnisse

Motivation

- Struktureller Wandel des Elektrizitätsversorgungsystems und zunehmende Unsicherheiten der Einspeisung durch Abhängigkeit vom Dargebot
- Regional aufgelöste Prognosefehlerverteilungen relevant für Berechnung zukünftiger Last-/Einspeisesituationen

Ziel der Arbeit

- Entwicklung eines Modells zur realitätsnahen Abbildung von Prognosefehlern der dargebotsabhängigen Einspeisung

Analyse

- Prognosefehlerverteilungen weisen geographische und zeitliche Abhängigkeiten auf
- Verwendung der Copula ermöglicht unabhängige Betrachtung der Randverteilung und der stochastischen Abhängigkeit von Zeitreihen

Ergebnisse

- Abbildung geographischer Abhängigkeiten zwischen den Prognosefehlern bei Verwendung der Copula möglich

Fragen und Diskussion

Kontaktdaten

Annika Klettke

Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW),
RWTH Aachen University

Tel: +49 241 80-97887

E-Mail: ak@iaew.rwth-aachen.de

<http://www.iaew.rwth-aachen.de>

Institutsleiter

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser