

MESSSTRATEGIEN UND IHRE UNSICHERHEITEN

EINFLÜSSE AUF DEN PROJEKTWERT

09.11.2023

Agenda

- I. Vorstellung
- II. Einführung
- III. Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit
- IV. Zusammenfassung und Ausblick



Lars Levermann

GESCHÄFTSFÜHRER DER PAVANA GMBH

- → Diplom-Ingenieur für Landeskultur und Umweltschutz
- → Seit 2000 im Bereich der Erneuerbaren Energien tätig
- → Seit 2006 Formung der Wind & Site Assessment Abteilung
- → Seit 2017 Geschäftsführer der Pavana GmbH



Eva Maria Nikolai

GESCHÄFTSFÜHRERIN DER PAVANA GMBH

- → Diplom Meteorologin
- → B.Sc. BWL & Wirtschaftspsychologie
- → Seit 2010 im Bereich der Erneuerbaren Energien tätig
- → Seit 2022 Geschäftsführerin der PAVANA GmbH
- → Dozentin an der Europa-Universität in Flensburg

Einführung

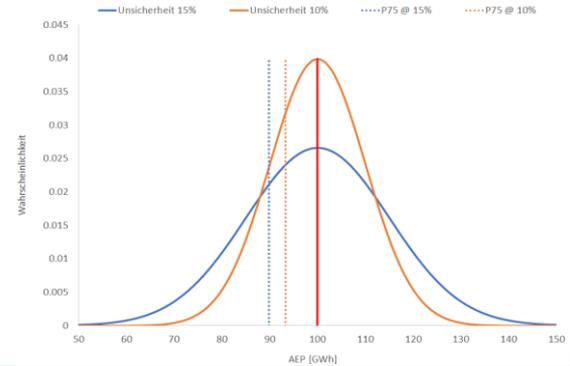
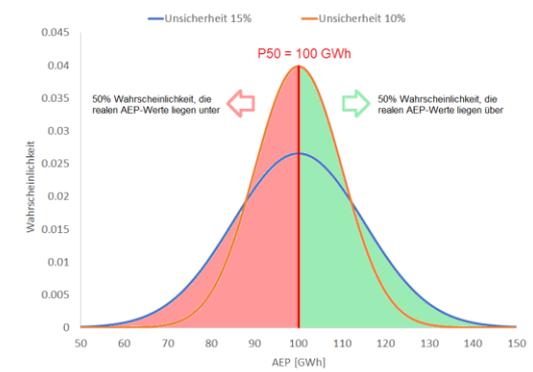
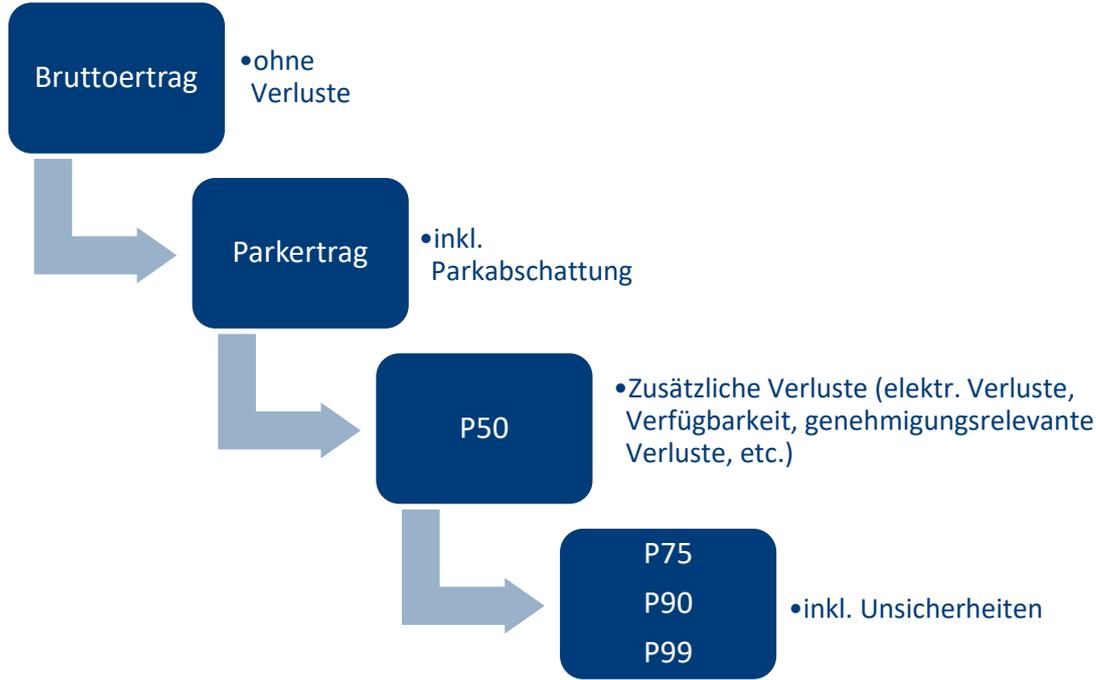
Warum Windmessungen?

- > Ziel: Energieertrag für Windparkprojekte
- > Zweck: Bereitstellung eines realistisch zu erwartenden Energieertrags am geplanten Standort
 - > Projektrisiko minimieren ↓
 - > Unsicherheiten des Projektwert minimieren ↓
 - > Bestimmung von Turbulenzen und Extremwindgeschwindigkeiten →
 - > Steigerung Projektwert ↑



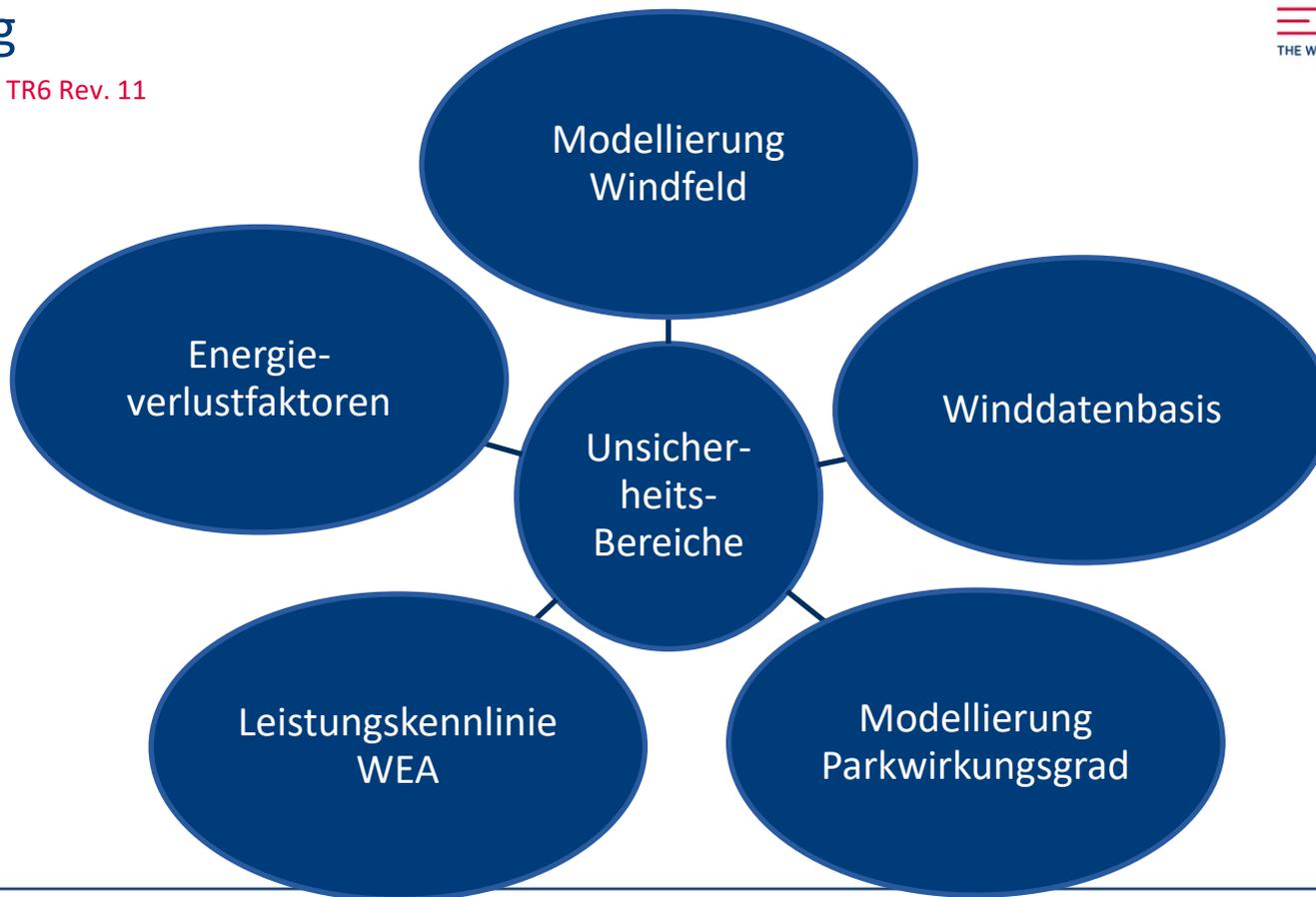
Einführung

Ertragsberechnung



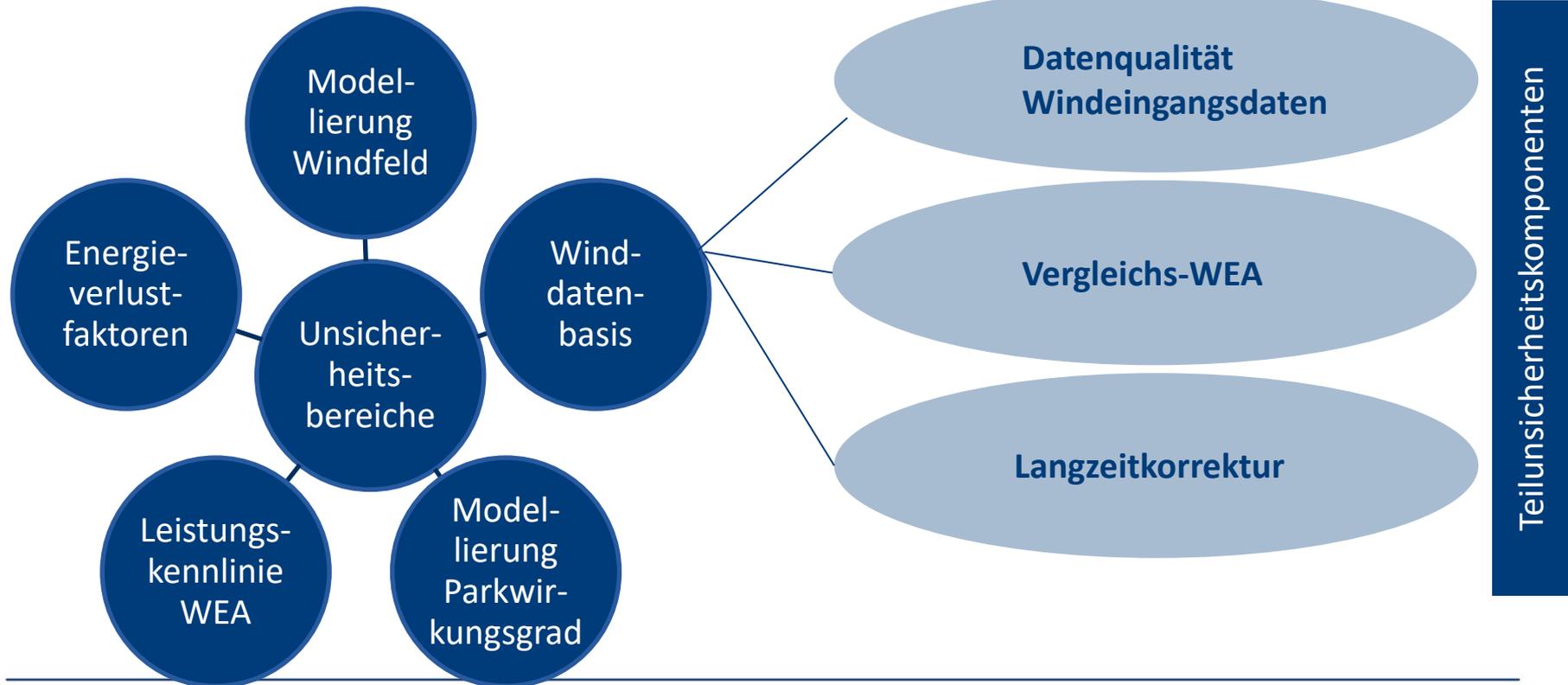
Einführung

Unsicherheiten nach TR6 Rev. 11



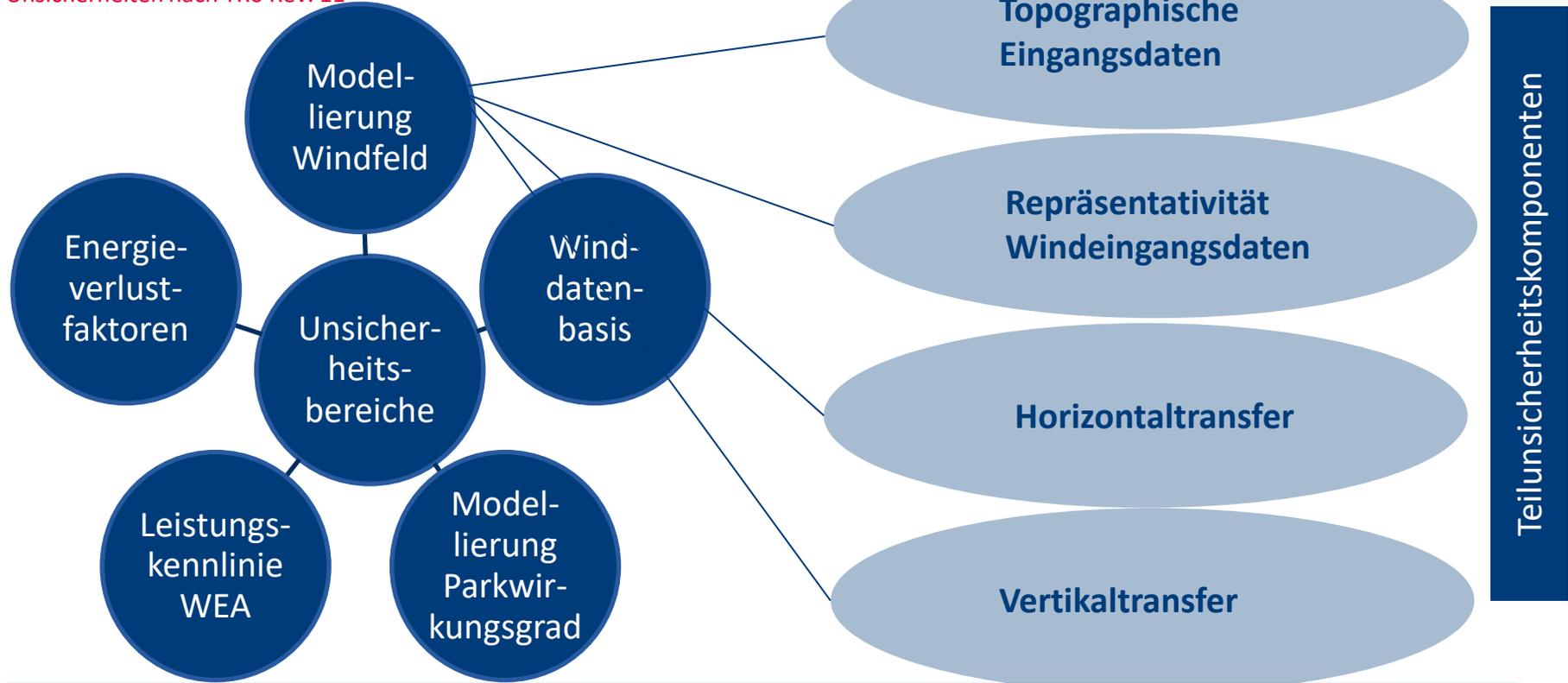
Einführung

Unsicherheiten nach TR6 Rev. 11



Einführung

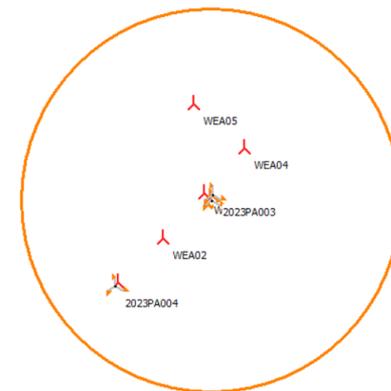
Unsicherheiten nach TR6 Rev. 11



Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit

Fallstudie 1

- > Parameter:
 - > Geplante NH 165 m
 - > 2 x LiDAR: bis 300 m; ~ 6 Monate
 - > Mast: 140 m, 1 Jahr Messdauer Messdaten langzeiteingeordnet
 - > Höhenunterschiede (WEA) bis zu 114 m -> komplex (R=2 km)



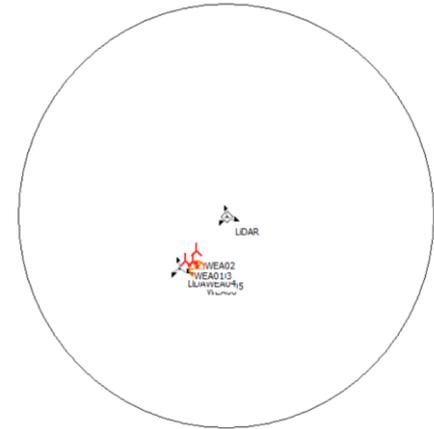
| Szenario | Mast | LiDAR Mast | LiDAR WEA 1 | Δ Unsicherheit gesamt [%] | Δ P75 relativ | Δ P90 relativ |
|----------|------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | x | | | - | - | - |
| 2 | x | x | | -0.2 | +0.2% | +0.3% |
| 3 | x | x | x | -0.5 | +0.4% | +0.7% |

Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit

Fallstudie 2

-> Parameter:

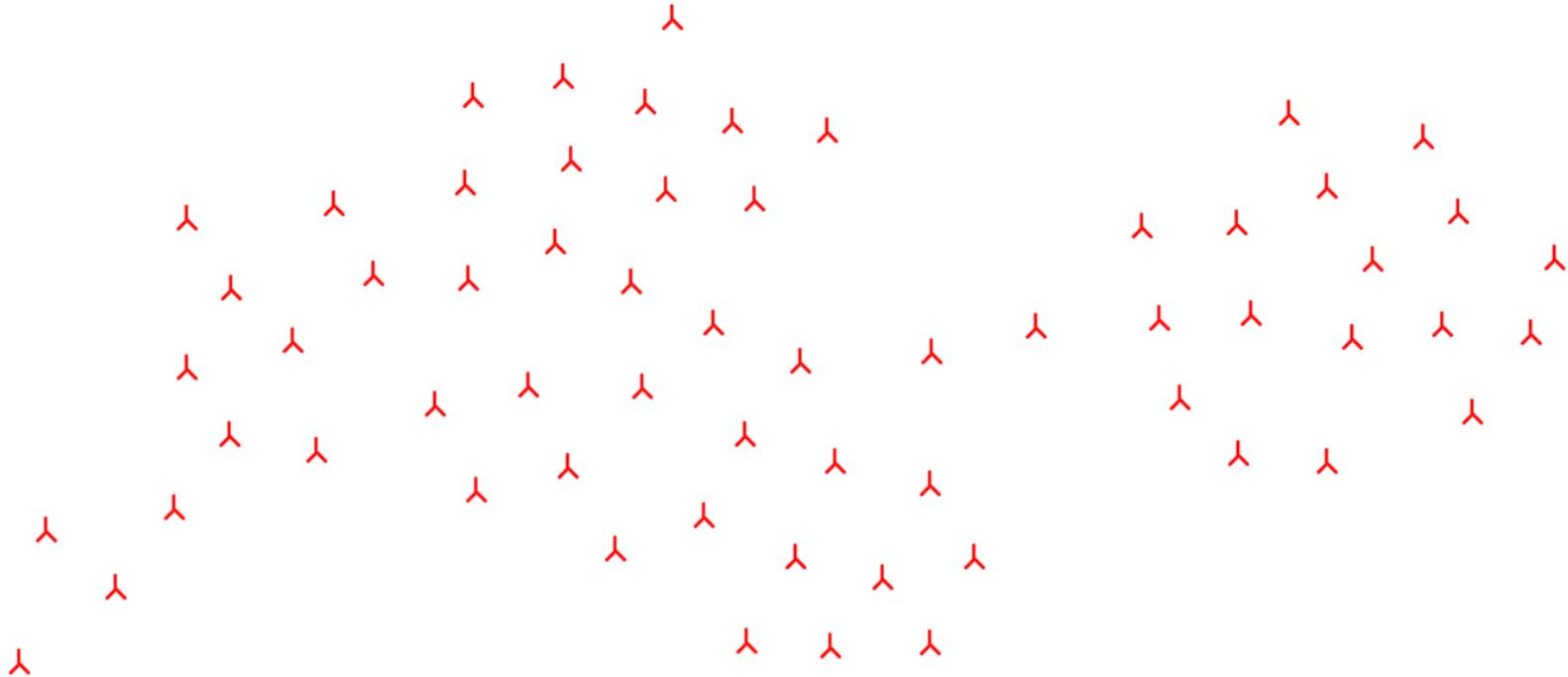
- > LiDAR Nord (1 Jahr, langzeiteingeordnet, Δz WEA: 2-5 m, @HH)
- > LiDAR Projekt (1 Jahr, langzeiteingeordnet, @HH)
- > Max. Abstand LiDAR zu WEA im Projekt (1,2 km)
- > Höhenunterschiede bis zu 2,9 m -> einfaches Gelände (R=10 km)



| Szenario | LiDAR Nord | LiDAR Projekt | Δ Unsicherheit gesamt [%] | Δ P75 relativ | Δ P90 relativ |
|----------|------------|---------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | x | | - | - | - |
| 2 | | x | -0.8 | +0.7% | +1.5% |

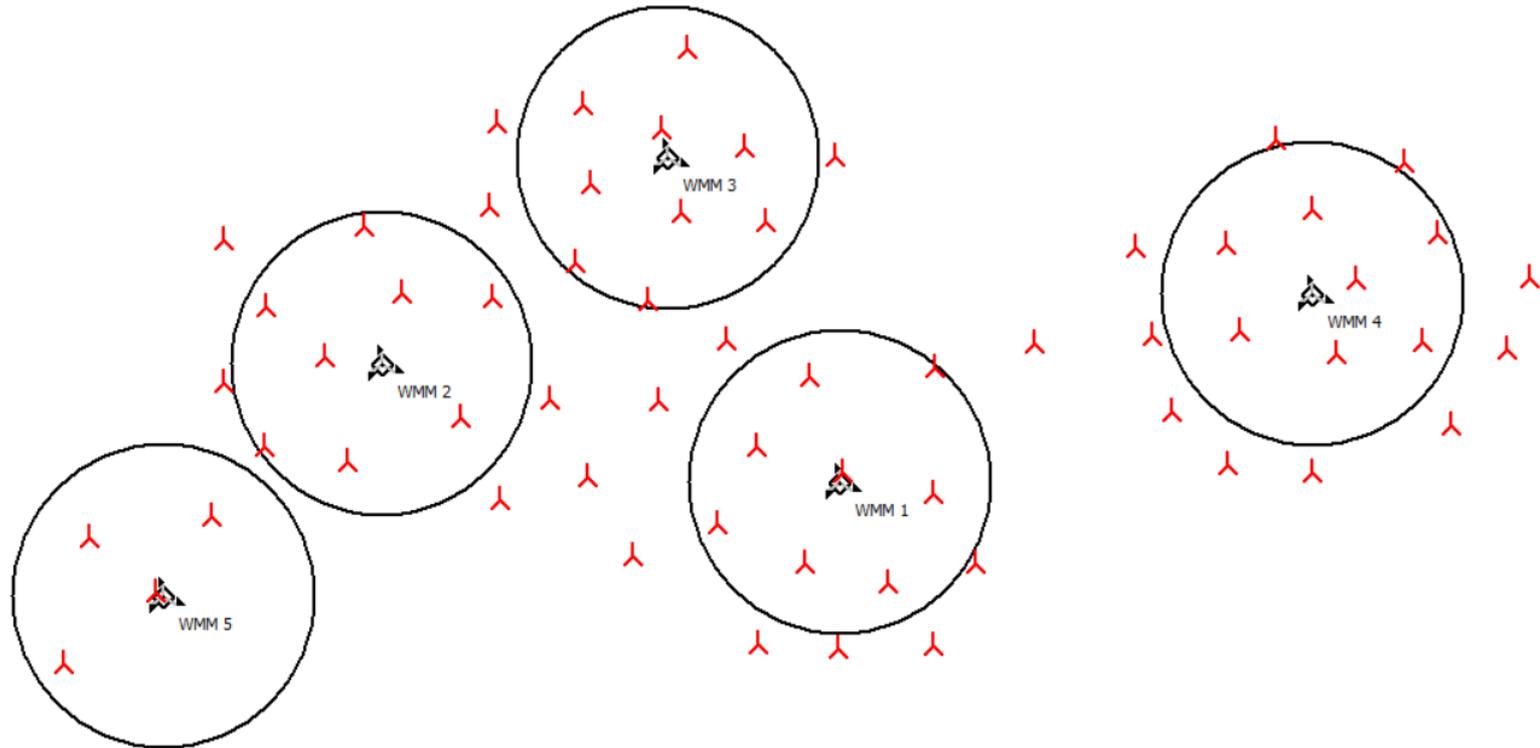
Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit

Fallstudie 3



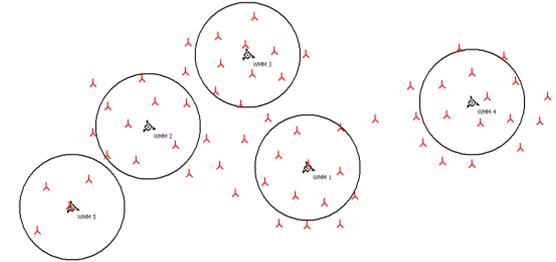
Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit

Fallstudie 3



Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit

Fallstudie 3

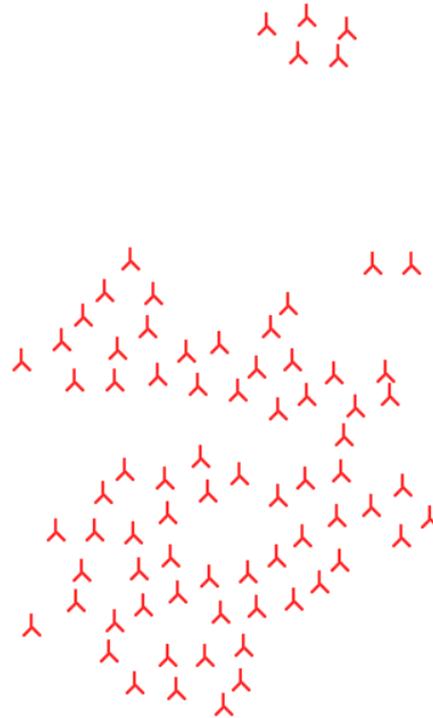


- > Parameter:
 - > WMM @ HH, 1 Jahr Messdauer Messdaten langzeiteingeordnet
 - > Höhenunterschiede (WEA) bis zu 170 m -> komplex (R=2 km)

| Szenario | WMM 1 | WMM 2 | WMM 3 | WMM 4 | WMM 5 | Δ Unsicherheit gesamt [%] | Δ P75 relativ | Δ P90 relativ |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | x | | | | | - | - | - |
| 2 | x | x | | | | -1,1 | +1,2% | +2,5% |
| 3 | x | x | x | | | -1,0 | +2,9% | +4,9% |
| 4 | x | x | x | x | | -4,9 | +4,1% | +7,4% |
| 5 | x | x | x | x | x | -4,9 | +4,2% | +7,7% |

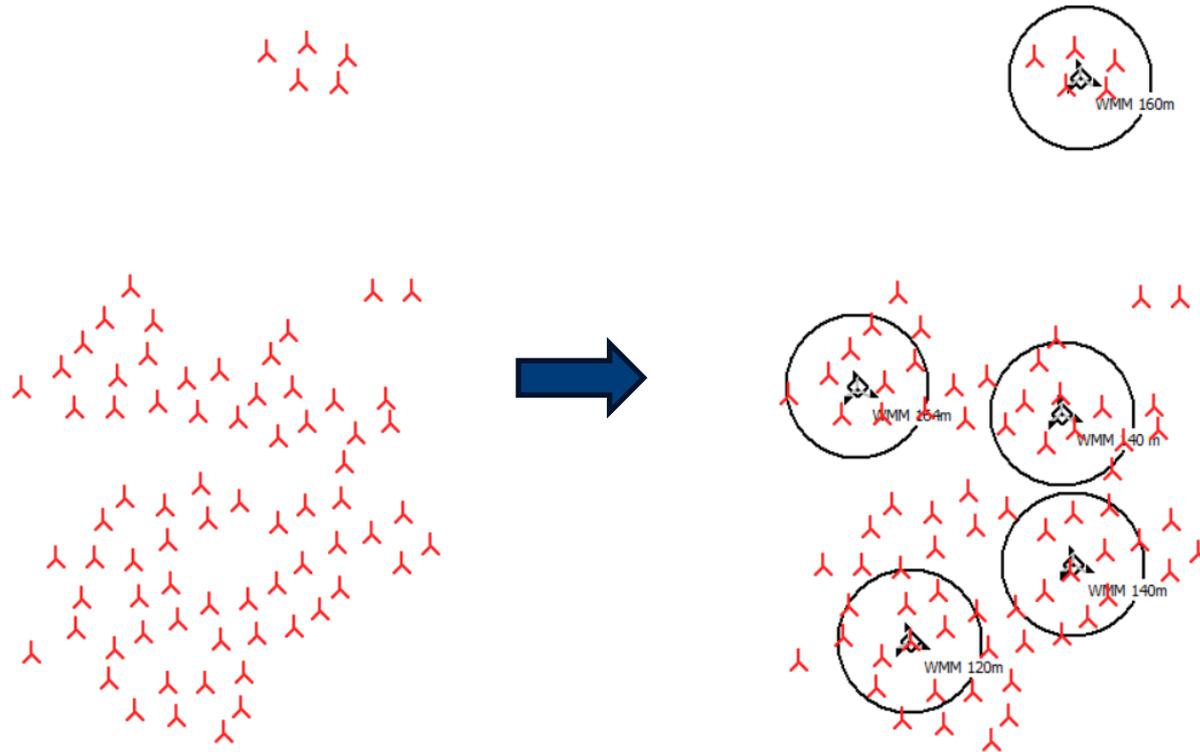
Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit

Fallstudie 4



Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit

Fallstudie 4

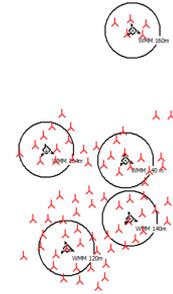


Auswirkung der Messkampagne auf die Unsicherheit

Fallstudie 4

-> Parameter:

- > Geplante NH 120 m
- > WMM @ HH, 1 Jahr Messdauer Messdaten langzeiteingeordnet
- > Höhenunterschiede (WEA) bis zu 90 m -> komplex (R=2 km)



| Szenario | WMM 140m | WMM 164m | WMM 120m | WMM 140m | WMM 160m | Δ Unsicherheit gesamt [%] | Δ P75 relativ | Δ P90 relativ |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|---------------|---------------|
| 1 | x | | | | | - | - | - |
| 2 | x | x | | | | - 0,2 | +0,0% | +0,0% |
| 3 | x | x | x | | | -4,3 | +2,7% | +6,9% |
| 4 | x | x | x | x | | -4,4 | +3,7% | +9,0% |
| 5 | x | x | x | x | x | -6,4 | +4,4% | +10,3% |
| 6 | x | x | x | | x | -5,6 | +3,4% | +8,2% |

Auswirkung der Unsicherheit auf Kreditvolumen

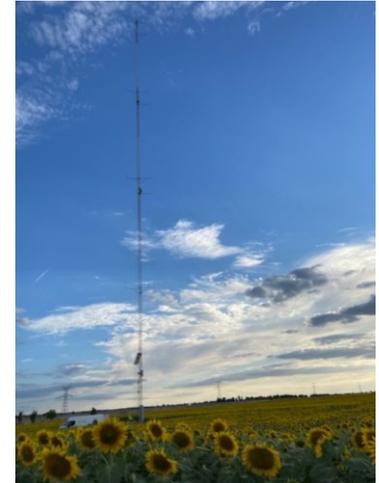
Daumenregel:

- → 1% Unsicherheit ~ 1% Kreditvolumen (nicht EEG)
- → Bei einer Reduzierung der Unsicherheit um 0,5%, erhöht sich das Kreditvolumen um 0,5%.
- → Bei einer Projektbewertung von 50 Mio. EUR, erhöht sich das Kreditvolumen um 300 TEUR.



Zusammenfassung

- → Messkampagne abhängig von Komplexität des Geländes und Layout
- → Messkampagne am geplanten Standort reduziert Unsicherheit
- → Je besser die Datengrundlage, desto geringer die Unsicherheit und desto höher der p90-Wert
- → Vertikale und horizontale Extrapolation schlägt sich in der Unsicherheit nieder und erhöht P75/ P90
- → Die Analyse und Erstellung eines Messkonzeptes zahlt sich aus!
- → Winddaten haben kein MHD
- → So viele Messungen wie nötig
und so wenige wie möglich...



- → Coming soon....TR6 Rev. 12
 - → T-RIX (RIX: ruggedness index): Repräsentativitätsmaß für Distanzen zwischen Winddatenbasis und geplante WEA unter Berücksichtigung der RIX-Werte und der Geländehöhenunterschiede)
 - → TR6 konforme Windmessungen



Ihre Ansprechpartner



Lars Levermann

GESCHÄFTSFÜHRER

✉ levermann@pavana-wind.com

☎ +49 4841 8944 281



Eva-Maria Nikolai

GESCHÄFTSFÜHRERIN

✉ nikolai@pavana-wind.com

☎ +49 4841 8944 217