

Windpark Ebersberger Forst



anemos

Dr. Mengelkamp,
Geschäftsführung anemos GmbH

Dirk Woldrich,
Projektleitung

Sissi Großmann,
Projektentwicklung
Wind

04.09.2014





1. Begrüßung

Übergabe an anemos

2. Erfahrung Betreuung von Windmessung

3. Messablauf Windmessmast Ebersberger Forst

4. Inhalt, Bedeutung, Fazit der Windmessung

GCE

5. Fazit, Fragen, Diskussion



Windmessung am Standort Ebersberger Forst

Winddatenauswertung

S. Grünwald, M. Diederitz, H.-T. Mengelkamp

anemos

Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH

www.anemos.de



1990 - anemos Beratung für Umweltmeteorologie und Windenergiefragen GbR
2002 - anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH

Mitarbeiter: 21



Kooperation: anemos Wind Sp. Z o.o. (Polen)
HS Enerji Sanayi ve Ticaret Ltd. Sti. (Türkei)
8.2 Consulting AG (Due Diligence)

Qualifikation und Mitgliedschaften:





Tätigkeitsschwerpunkte

- Standortgutachten (Wind und Ertrag, Schall, Schatten, Turbulenz, Optimierung)
- mesoskalige Modellierung (Windatlas, Wind- und Produktionsindex)
- CFD Modellierung
- Windmessungen und -analyse (Mast, Sodar, Lidar)
- Due Diligence (Bewertung von Gutachten und Analyse von Produktionsdaten)
- Marktwertatlanten und Erlösgutachten
- Lehre und Ausbildung, Seminare (VDI, BWE, Univ. Flensburg)
- Forschung (WinBin II, SopCaWind)



über 2500 Berichte

für

private Investoren
institutionelle Investoren
Entwicklungsbüros
Banken
öffentliche Einrichtungen
Versorgungsunternehmen



Anforderungen / Richtlinien

- TR6 - Technische Richtlinie für Windenergieanlagen - veröffentlicht von der Fördergesellschaft Winde
- MEASNET:
Anemometer Calibration Procedure
 Version 2, October 2009
- IEC International Electrotechnical Commission
Wind Turbines - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
 →IEC 61400-12-1: 1. edition 2005-12, Genf / Deutsche Norm: Frankfurt 2006
- FGW - Fördergesellschaft Windenergie und Andere Erneuerbare Energien e.V.
 Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 2,
Bestimmung von Leistungskurve und standardisierten Energieerträgen
 Rev. 1628. 01. 2010, Kiel/Berlin
- VDI Verein Deutscher Ingenieure
Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung: Wind
 VDI 3786, Blatt 2, Düsseldorf, VDI Verlag GmbH. 2000
- IEA International Energy Agency
11. Wind speed measurement and use of cup anemometry, 1. edition, Glasgow, 1999



Windmessungen

- Der Messstandort sollte repräsentativ für die WEA-Standorte sein
- Die oberste Messhöhe sollte mindestens 2/3 der geplanten Nabenhöhe sein
- Instrumentierung , Installation und Datenspeicherung sollten den

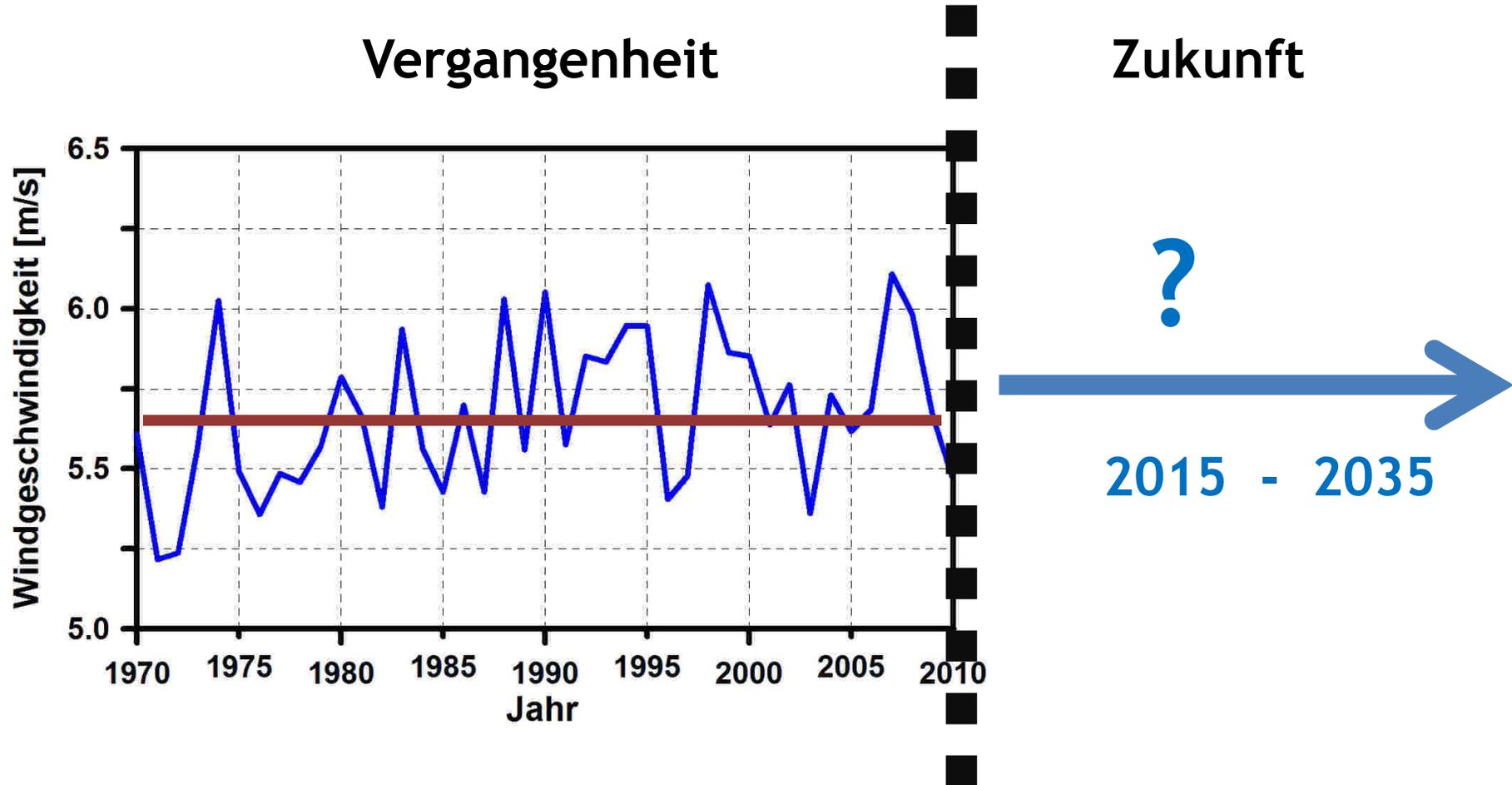
Richtlinien

entsprechen

- Der Standort sollte besichtigt werden
- Ein Installationsprotokoll sollte vorliegen
- Kalibrierprotokolle (vor und nach der Messung) sollten vorliegen
- Der Messzeitraum sollte 12 Monate nicht unterschreiten



**Das Ziel der Winddatenauswertung ist die Darstellung der
mittleren Windverhältnisse für den
zukünftigen Betriebszeitraum geplanter WEA**

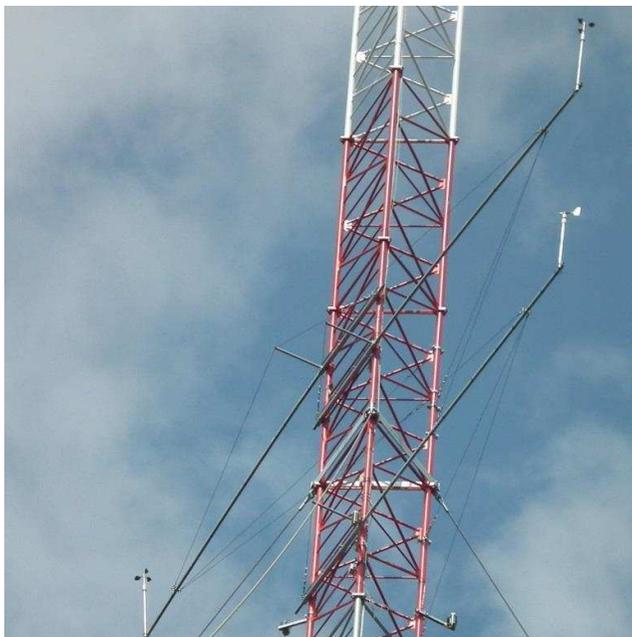


Referenzzeitraum und Langzeitbezug !



Windmessmast Ebersberger Forst





Datenzeitraum: 17. 03. 2013 - 30. 06. 2014

u [m/s]	dd [Grad]	T / q [°C, %]	T [°C]
141.50			
139.00	139.00	138,00	
120.00			
100.00			
98.80	96.00		96,00
80.00			
60.00	56.00		
			30,00
Luftdruck: 10,0 m			



- *Prüfung der Messanordnung und Installation / Vergl. Mit
Insallationsprotokoll*

Mast Charakteristiken

Data Logger / Kanalbelegung / Speicher / Datenübertragung

Ausleger (Länge, Durchmesser, Ausrichtung, Höhe)

Liste der Sensoren (Typ, Hersteller, Seriennummer, Höhe)

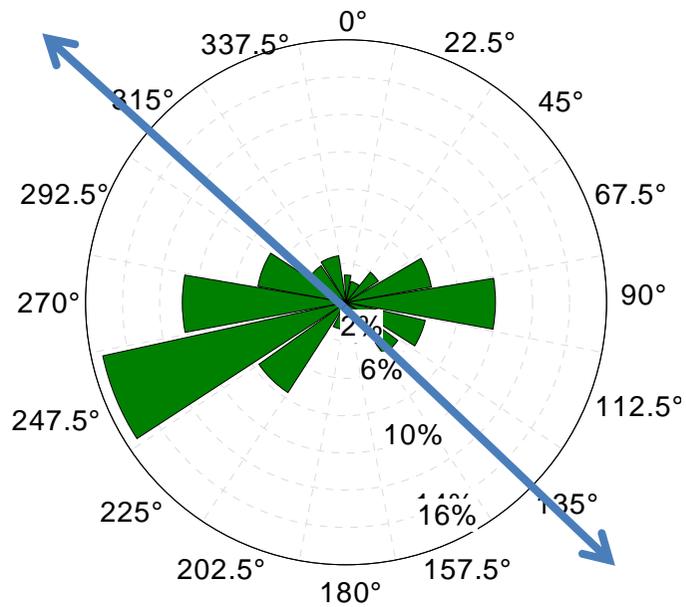
Kalibrierkoeffizienten der Sensoren / Berichte / (Daten im

Logger ?)

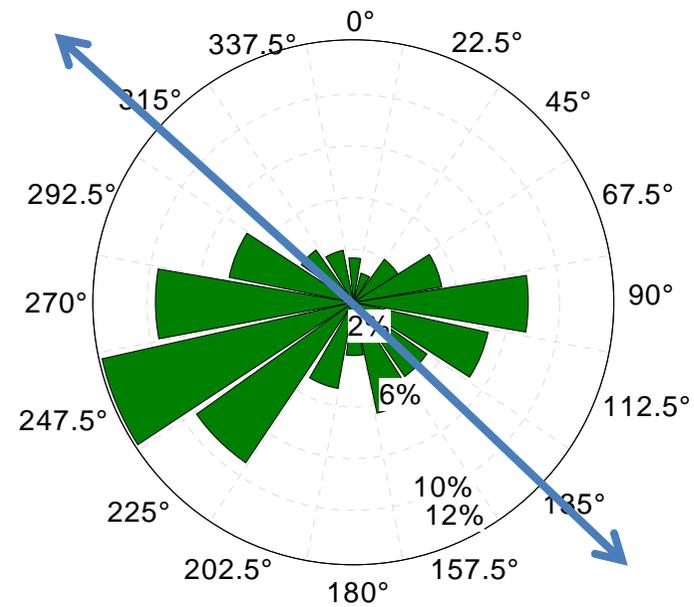
Photos jedes Sensors



Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit In Abhängigkeit der Windrichtung



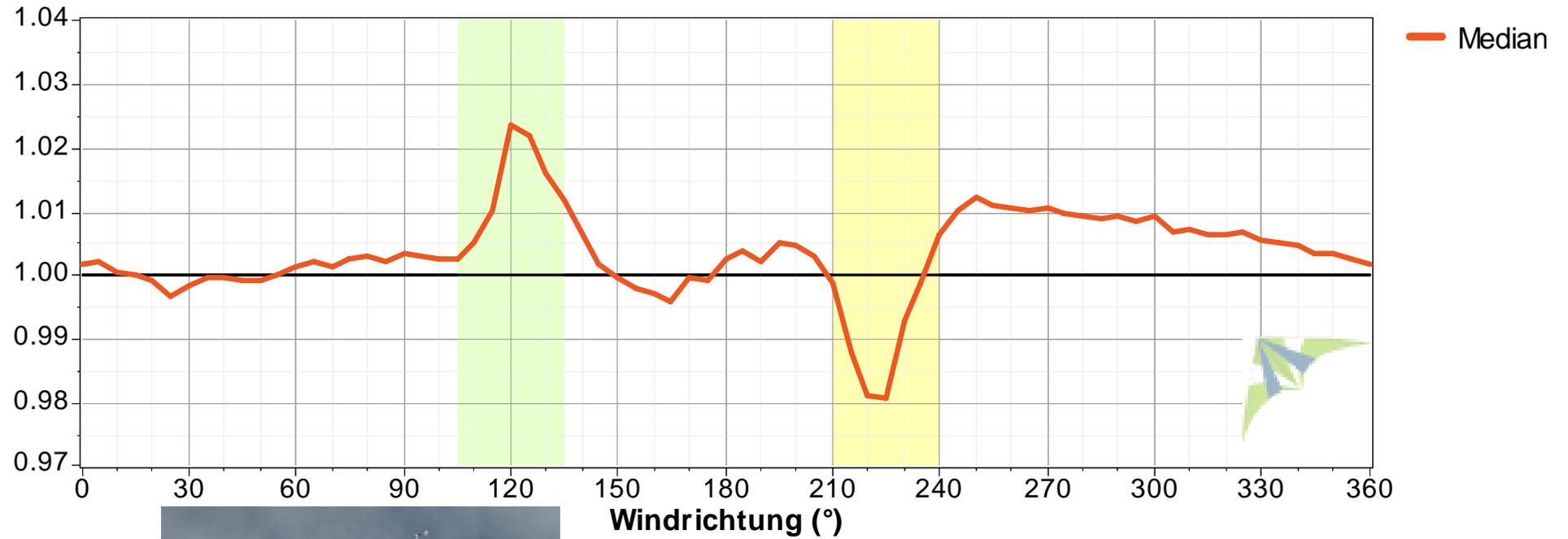
Windfahne: 139 m



Windfahne: 56 m

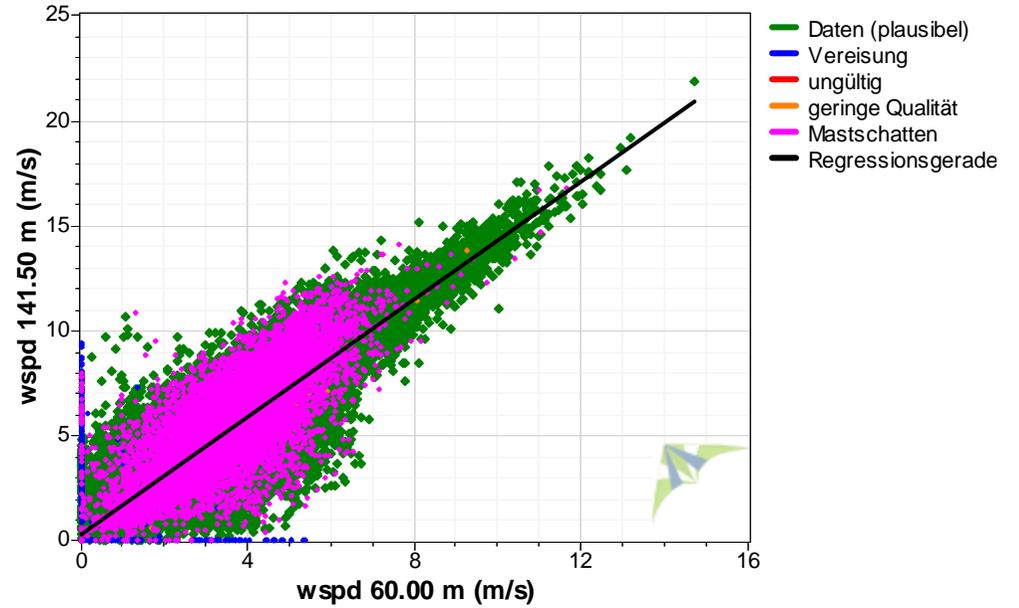
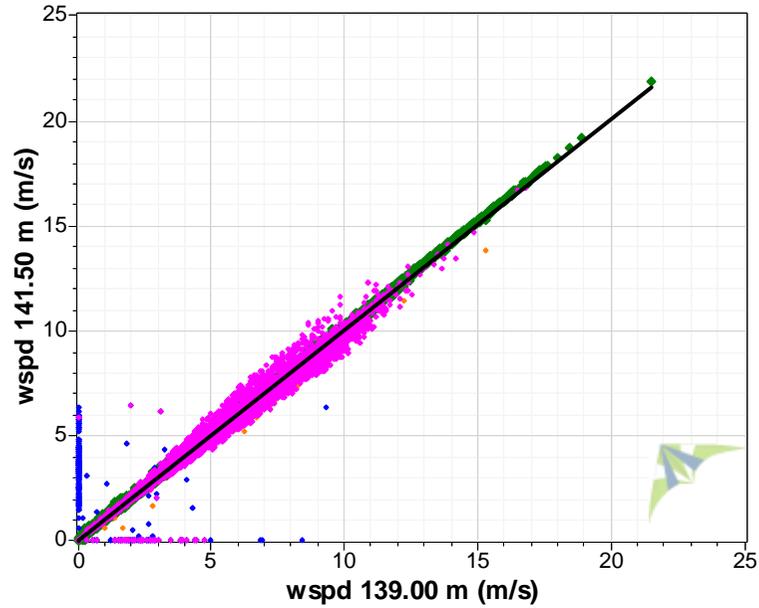


Gestörte Messungen - Mastschatten





Datenprüfung

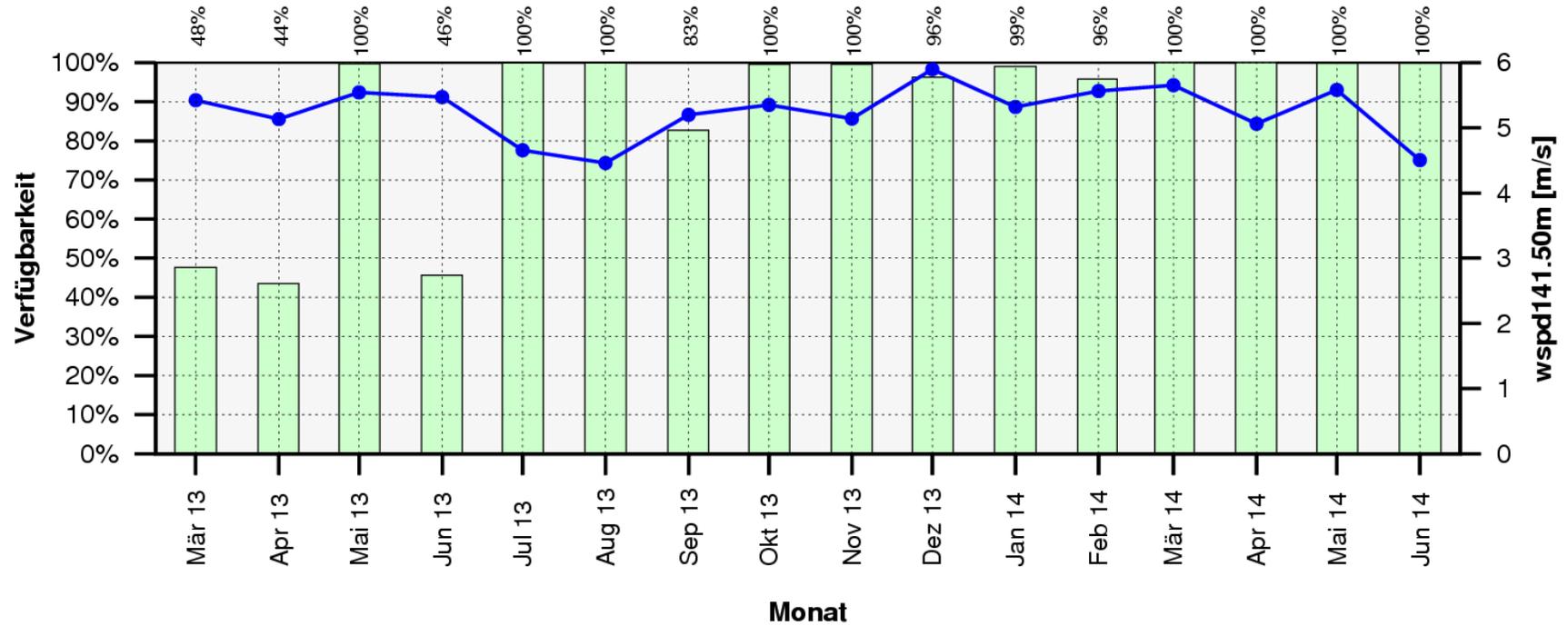


- Daten (plausibel)
- Vereisung
- ungültig
- geringe Qualität
- Mastschatten
- Regressionsgerade

Fehlwerte	ungültig	Vereisung	geringe Qualität	gesamt
Windgeschwindigkeit	22 (0.04 %)	405 (0.65 %)	26 (0.04 %)	453 (0.73 %)
Windrichtung	22 (0.04 %)	611 (0.98 %)	10 (0.02 %)	643 (1.03 %)



Datenverfügbarkeit: Windgeschwindigkeit in 141.50 m





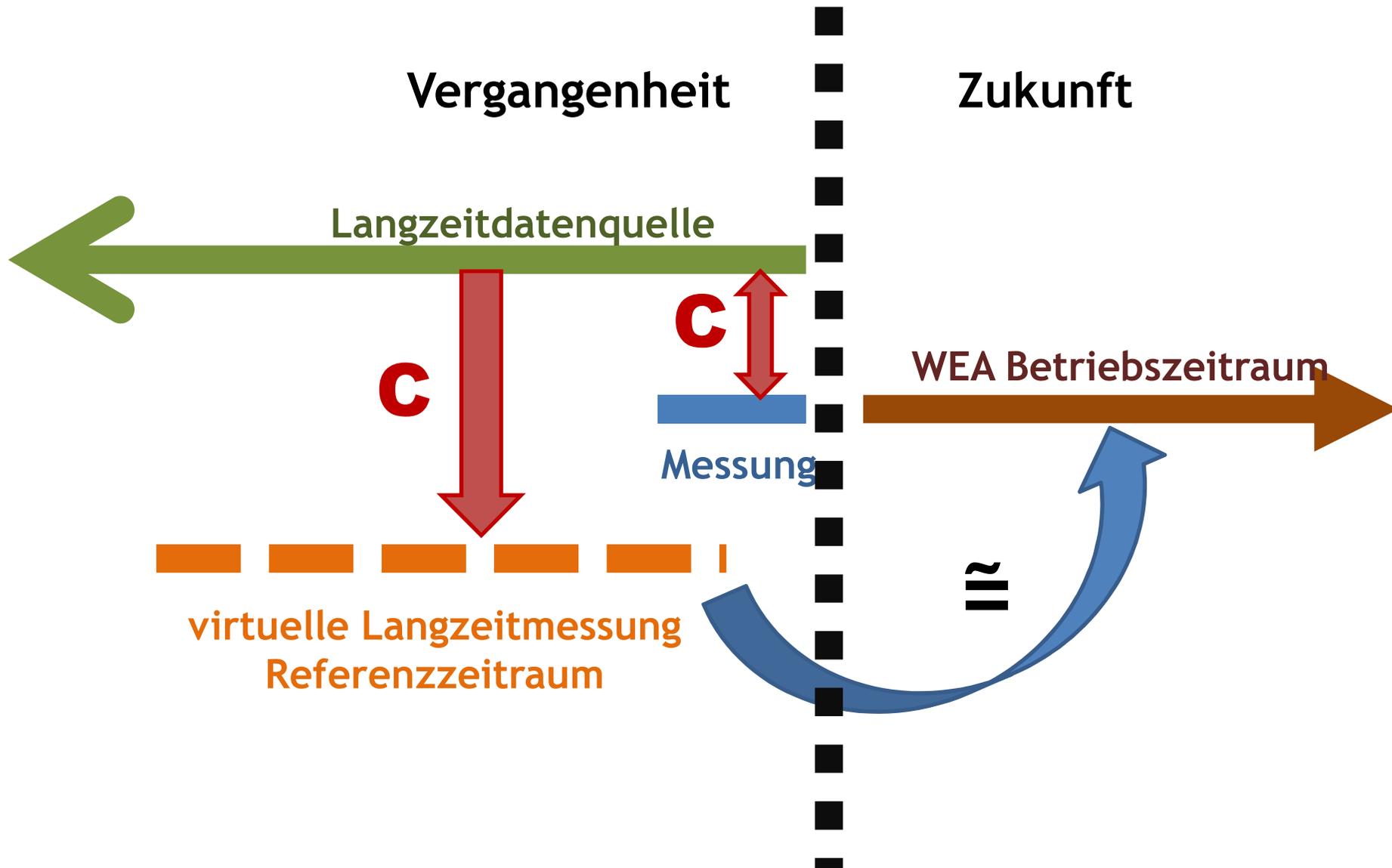
Information aus Windmessungen für die Messperiode

- **mittlere Windgeschwindigkeit**
- **Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit**
- **Häufigkeitsverteilung der Windrichtung**
- **Weibull-Parameter (richtungsabhängig)**
- **vertikales Windprofil (Hellmann Koeffizient)**
- **Turbulenzintensität**
- **Tagesgang / Jahresgang der Windgeschwindigkeit**
- **Temperatur / Luftdichte**

- **Vertikalextrapolation auf Nabenhöhe**
- **Unsicherheit der Windmessung**



MCP
Measure-Correlate-Predict





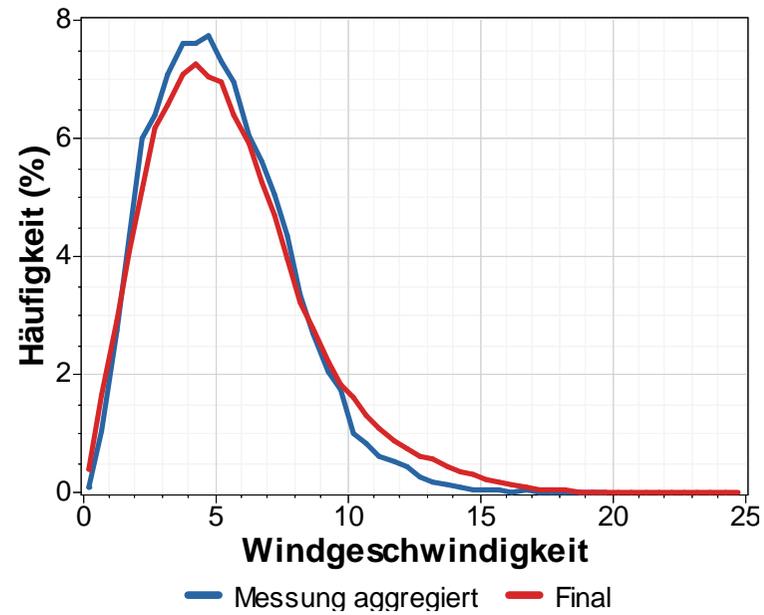
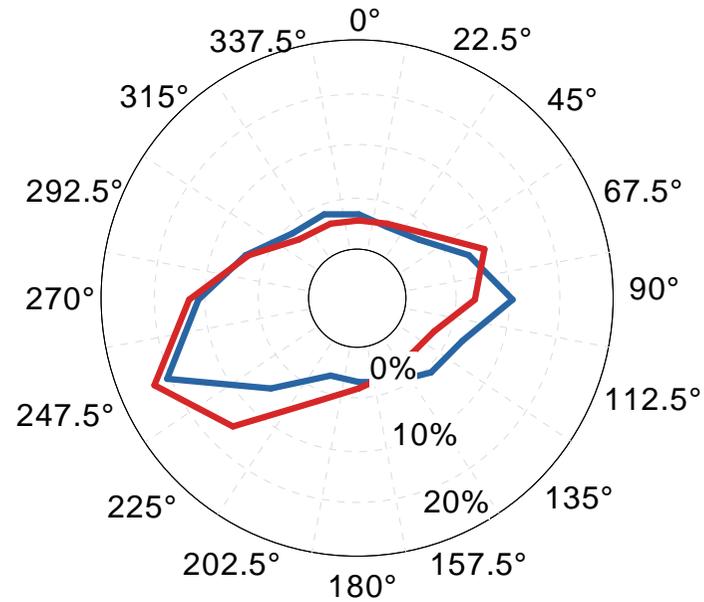
Ergebnisse



Höhe [m]	R ² [%]	Windgeschwindigkeit Messzeitraum (17.03.2013 -30.06.2014) [m/s]	Windgeschwindigkeit Referenzzeitraum (1994-2013) [m/s]	Windgeschwindig- keitsindex [%]
141.50	54.7	5.23	5.59	93.6
139.00	54.5	5.19	5.54	93.7
120.00	53.2	4.91	5.24	93.7
99.40	51.5	4.55	4.85	93.8
80.00	49.7	4.14	4.40	94.1
60.00	47.5	3.54	3.76	94.1

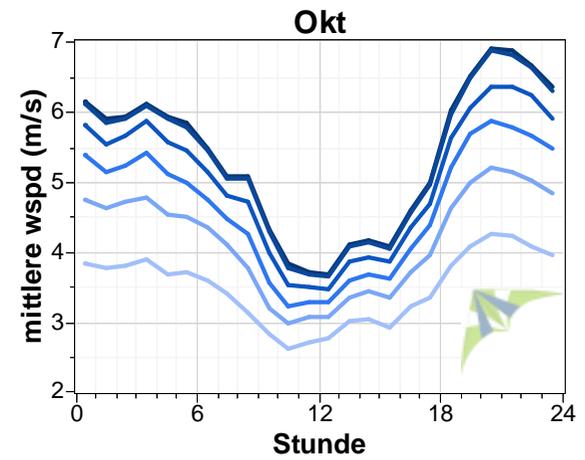
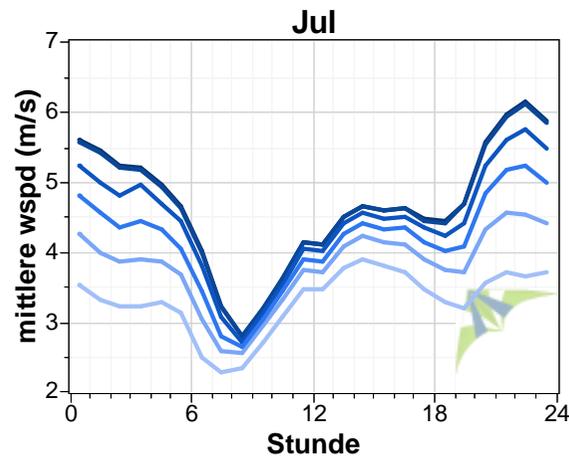
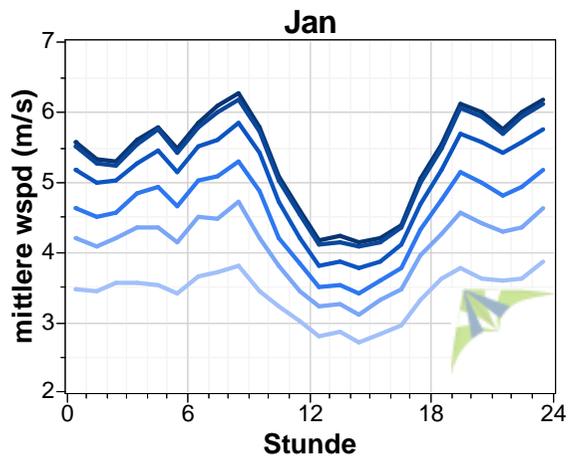
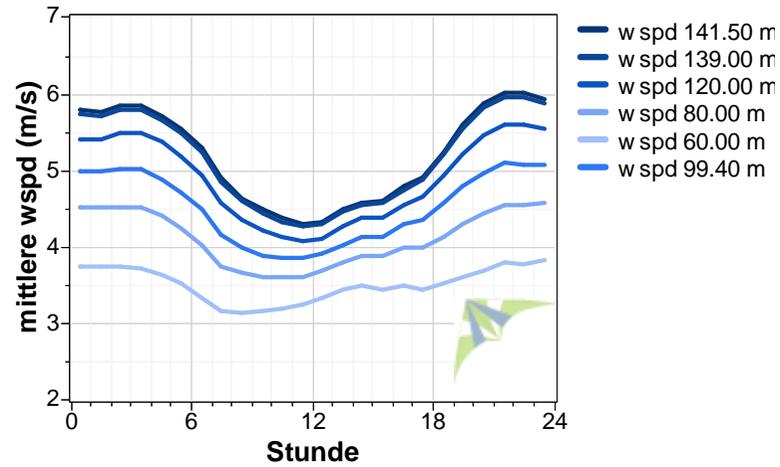


Ergebnisse





Ergebnisse





Unsicherheiten der Windmessung und Langzeitkorrelation

	Standardunsicherheit [%]	Beschreibung	Quelle
Anemometer Kalibration	0.3	Kalibriert nach MEASNET	IEC Standard: 0.3 %
Aufbaueffekte	1.5	Behinderung des Luftstroms - Gittermast	IEC Standard: 1 %
Betriebsdaten	1.5	Verhalten bei Änderungen von Turbulenz, Temperatur, Luftdichte, Neigungswinkel der Anströmung Klasse A (flaches Gelände)	IEC Klassifizierung
Datenerfassungssystem	1.0	Mehrfacher Austausch der Datenlogger (insgesamt 4 verschiedene Logger)	IEC Standard: 0.1 %
Datenqualität	2.0	Verfügbarkeit, Lücken, unwahrscheinliche Werte	anemos Erfahrung
Dokumentation	0.5		anemos Erfahrung
Gesamtunsicherheit (Windgeschwindigkeit)	3.14		



Unsicherheiten der Windmessung und Langzeitkorrelation

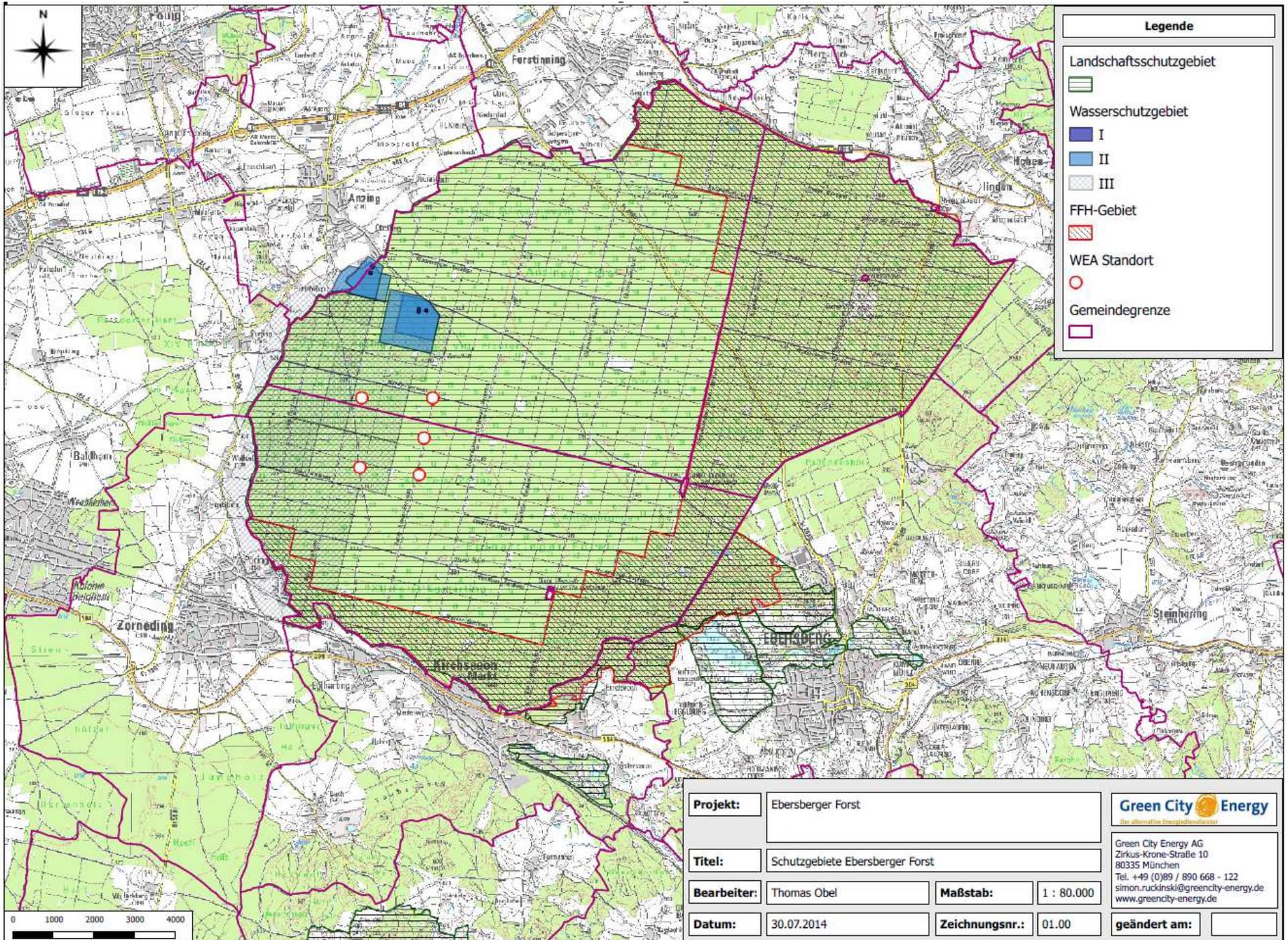
	Standardunsicherheit [%]	Beschreibung	Quelle
Länge, zeitliche und saisonale Abdeckung der Messzeitreihe	1.9	ca. 15 Monate Messung	anemos statistische Analysen
Korrelation zwischen Datensätzen	3.5	Korrelationskoeffizient mit Referenzdaten, 1-Std Basis	anemos Analysen
Konsistenz der Langzeitdaten	1.5	Unterschied in den mittleren 20-Jahres-Windgeschwindigkeiten basierend auf verschiedenen Reanalysedatensätzen	anemos Berechnung / Erfahrung
Repräsentativität des Referenzzeitraums	1.5	Länge, zeitliche Abdeckung und Variabilität des Referenzzeitraums	anemos Berechnung / Erfahrung
Gesamtunsicherheit (Windgeschwindigkeit)	4.5		

Damit ergibt sich eine anzunehmende Gesamtunsicherheit der Windanalyse von 5.49 % mit Bezug auf die Windgeschwindigkeit der Mastmessung (141.50 m Höhe).

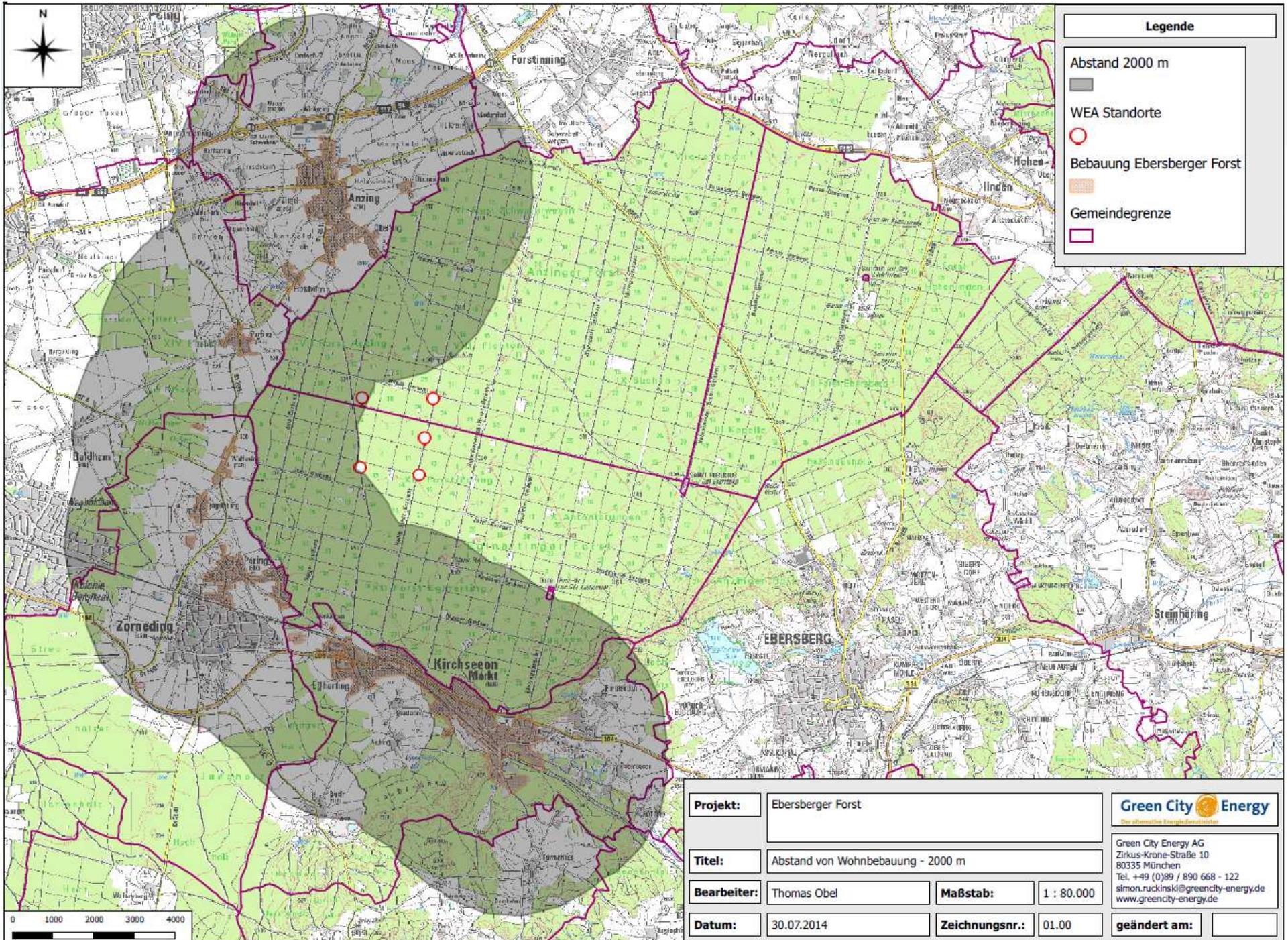
Danke !

www.anemos.de



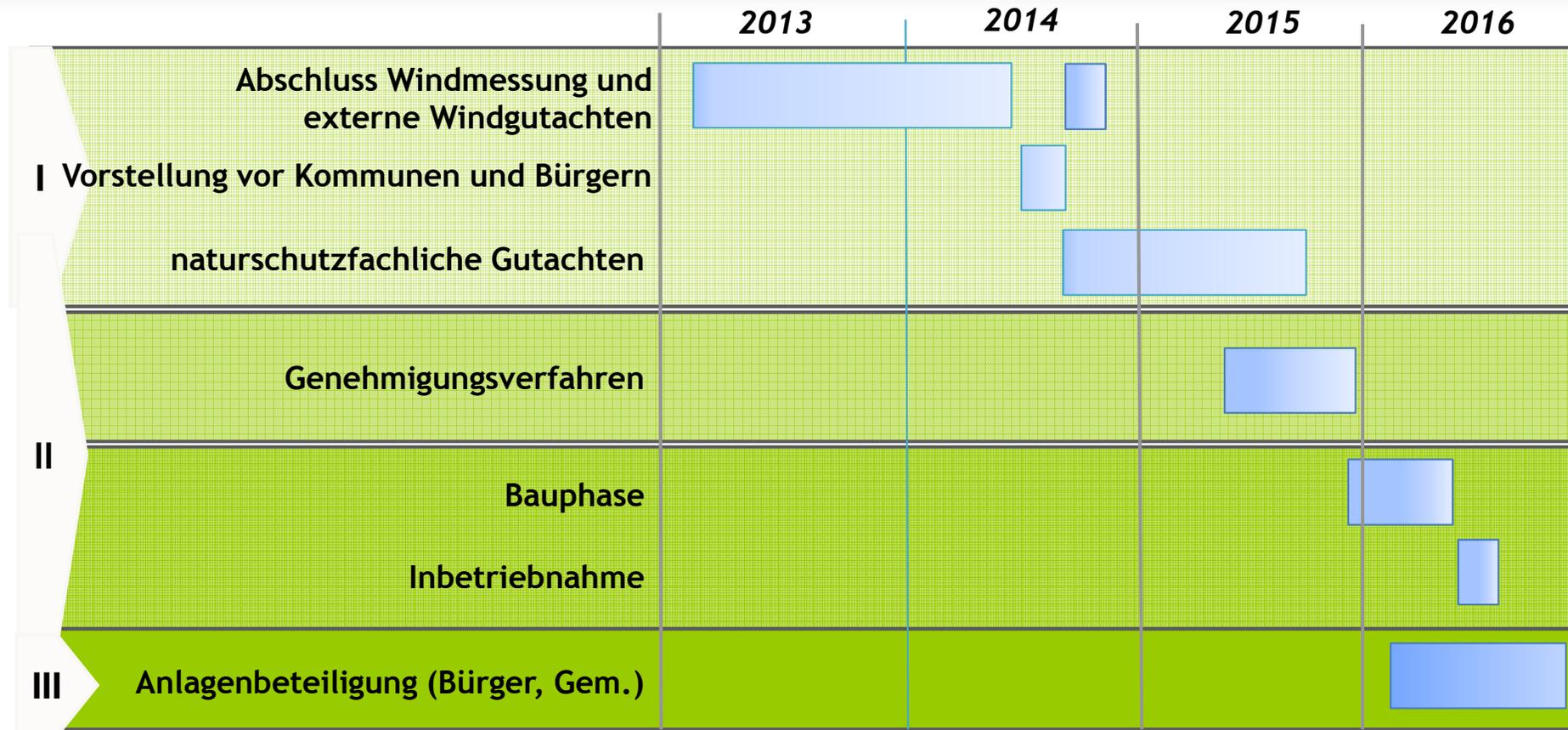


Projekt:	Ebersberger Forst			 Green City Energy AG Zirkus-Krone-Straße 10 80335 München Tel. +49 (0)89 / 890 668 - 122 simon.ruckinski@greencity-energy.de www.greencity-energy.de
Titel:	Schutzgebiete Ebersberger Forst			
Bearbeiter:	Thomas Obel	Maßstab:	1 : 80.000	geändert am:
Datum:	30.07.2014	Zeichnungsnr.:	01.00	



möglicher Zeitplan

zeitlicher Ablauf des Projektes „Ebersberger Forst“



Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Windpark Ebersberger Forst



Annahmen: 5 WEA, ca. 8km Kabeltrasse bis zum Netzanschluss, hohe naturschutzfachliche Investitionen

	IBN-Jahr und zusätzliche Annahmen	Einspeisevergütung in ct/kWh	durchschnittliche Ausschüttung in %
1	Ende 2013	9,27	6,39
2	Ende 2014	9,13	5,93
3	Ende 2016	8,58	4,17

Nächste Schritte

Windpark Ebersberger Forst



1. Auswertung des Vorbescheidsverfahren Thematik zivile Deutsche Flugsicherung
2. Beauftragung naturschutzfachliche Gutachten / Bewertung mit explizitem Blick auf die Thematik Landschaftsschutzgebiet
3. Beauftragung Ertragsgutachten
4. Konkretisierung eines Parklayouts
5. Anfang nächsten Jahres öffentliche Bürgerinformationsveranstaltung