



Wind Index Services

EMD International A/S 2021

Spreewindtage
10.-12.11.2021
Potsdam



Robin Funk
rf@emd.dk

EMD Deutschland GbR



Wer wir sind



- EMD bietet weltweit Software und Beratungsdienstleistungen an im Bereich der Planung, Auslegung, Dokumentation und des Betriebs von Windenergieprojekten sowie komplexen verteilten Energiesystemen.
- Regionale Agenturen in Argentinien, Brasilien, China, Deutschland, Frankreich, Spanien, Türkei, UK, USA
- Umfangreiches Netzwerk internationaler Kooperationspartner
- Belegte Erfolgsgeschichte weltweiter Projekterfahrung in Wind- und Solarenergie sowie Energiesystemen

Pioniere:
Gegründet 1986

Unabhängig:
In Stiftungsbesitz

~ 40 Mitarbeiter
in Dänemark

- Vertrieb
- Forschung
- Software
- Consulting

Führende
Standardsoftware


wind
>4000
Anwender


energy
>250
Anwender

Windindizes

Das Wichtigste vorab:

Man darf auch Indexe sagen!

	Singular 1	Singular 2	Plural 1	Plural 2
Nominativ	der Index	der Index	die Indizes die Indices	die Indexe
Genitiv	des Index	des Indexes	der Indizes der Indices	der Indexe
Dativ	dem Index	dem Index dem Indexe	den Indizes den Indices	den Indexen
Akkusativ	den Index	den Index	die Indizes die Indices	die Indexe

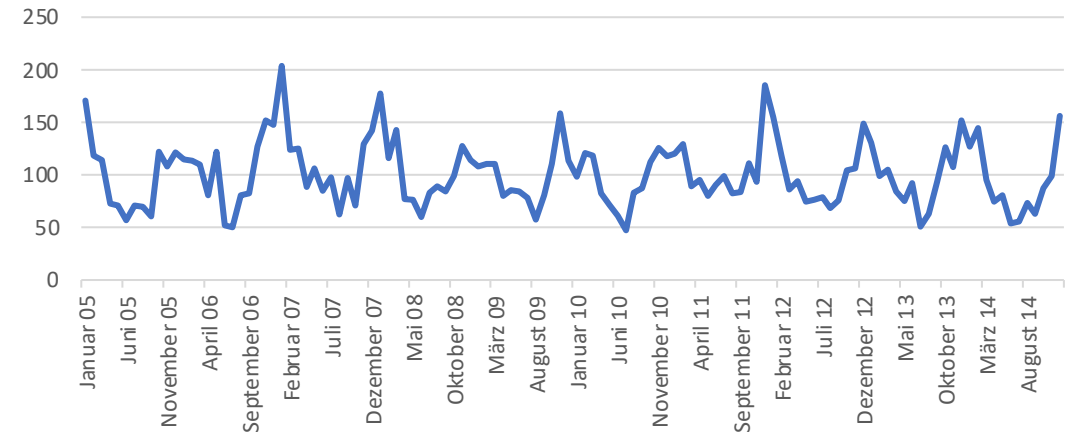
Quelle: Wiktionary, Das freie Wörterbuch

<https://de.wiktionary.org/w/index.php?title=Index&oldid=8876300>

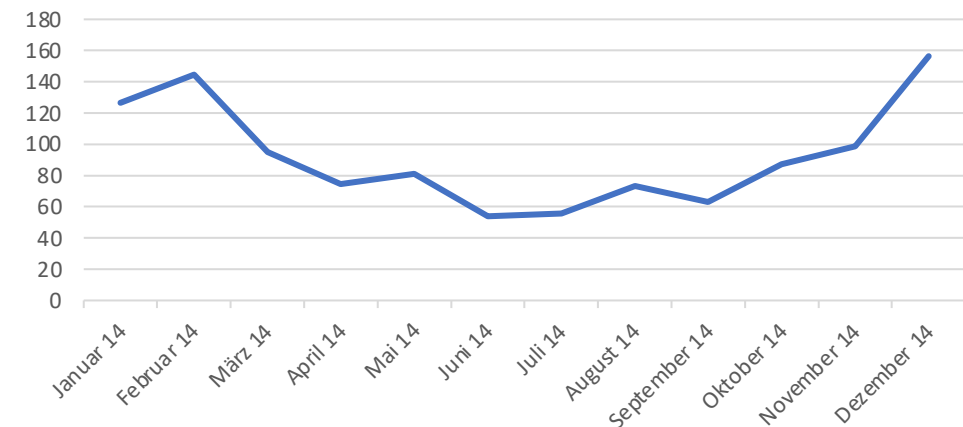
Windindizes

- Ein Windindex stellt für eine Region oder Position die Windressourcen eines **Kurzzeitraums** relativ zu denen eines **Langzeitraums** dar.
 - Langzeitraum = 100%
 - z.B. Kurzzeitraum 1 Jahr mit Indexwert 89%
→ ein schlechtes Windjahr
- **Monatliche Indexwerte** sind in unseren Breiten normalerweise:
 - Im Winterhalbjahr >100%
 - Im Sommerhalbjahr < 100%

Produktionsindex für Position nahe Kassel;
Bezugszeitraum 2005-2014 (10 Jahre) = 100%

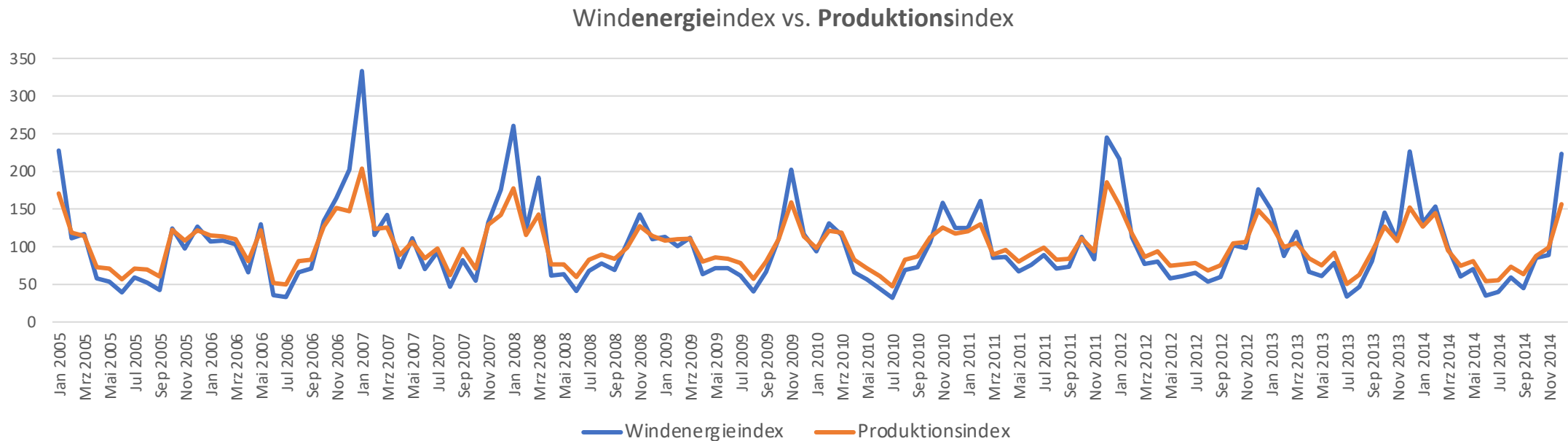


2014 - Jahresindexwert = 92,5% rel. zu
Gesamtzeitraum



Windenergieindex vs. Produktionsindex

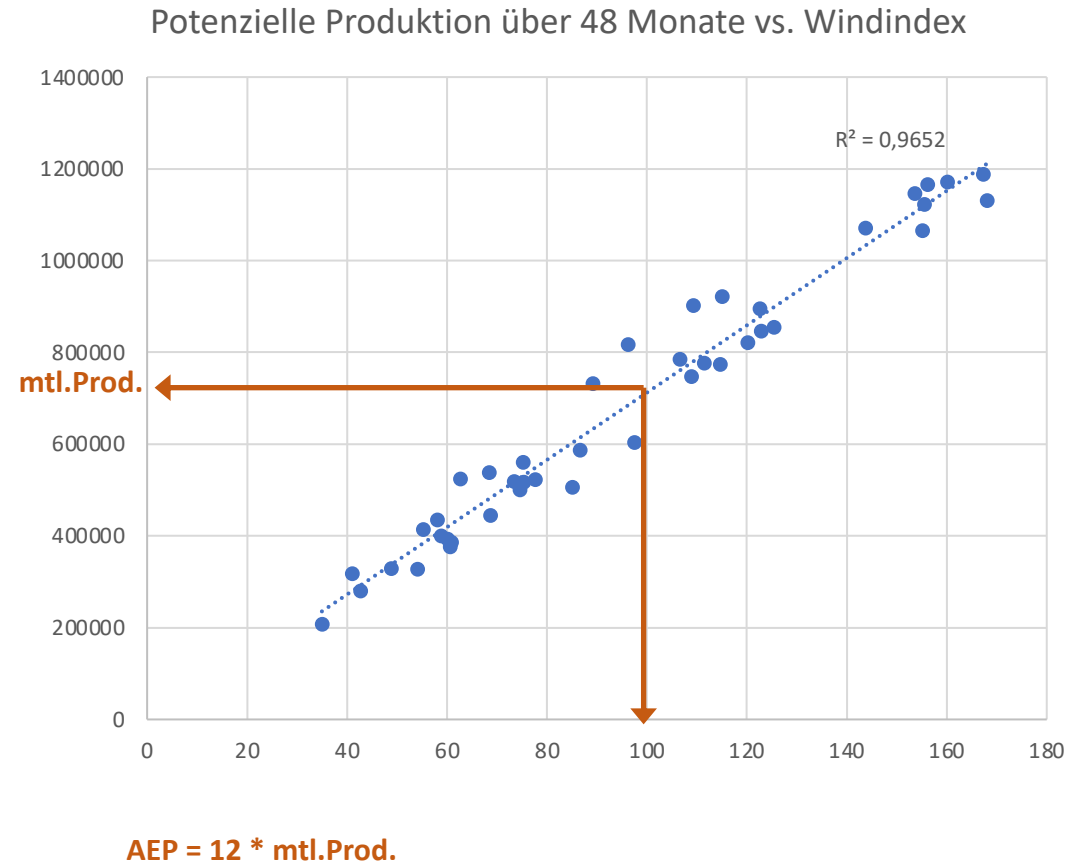
- Wenn wir von Windindizes sprechen, meinen wir in der Regel **Produktionsindizes**
- Dabei wird die **Energie im Wind** mit einer Leistungskennlinie in **Produktion** umgerechnet



Windindizes – wozu?

Standardanwendung seit 3 Jahrzehnten im Site Assessment:

- Korrelation von monatlichen Indizes mit monatlichen Produktionen mehrerer Jahre von Referenz-WEA, um Langzeit-Ertrag zu ermitteln
- Überprüfung der eigenen Modellierung anhand des Langzeit-Ertrags der Referenz-WEA
- Wenig sensibel, da Über- und Unterschätzungen sich in der Regel angemessen ausgleichen



Windindizes – wozu?



Anwendung in der kaufmännischen und technischen Betriebsführung:

- Produzieren neu errichtete WEA generell entsprechend Gutachten? Was für ein Langzeitertrag wird tatsächlich erwartet?
- Entspricht das bisherige Jahr den Erwartungen?
- Entspricht der letzte Monat den Erwartungen?
- **Sensibel gegenüber Abweichungen, da betrachtete Zeiträume kleiner als beim Site Assessment sind!**

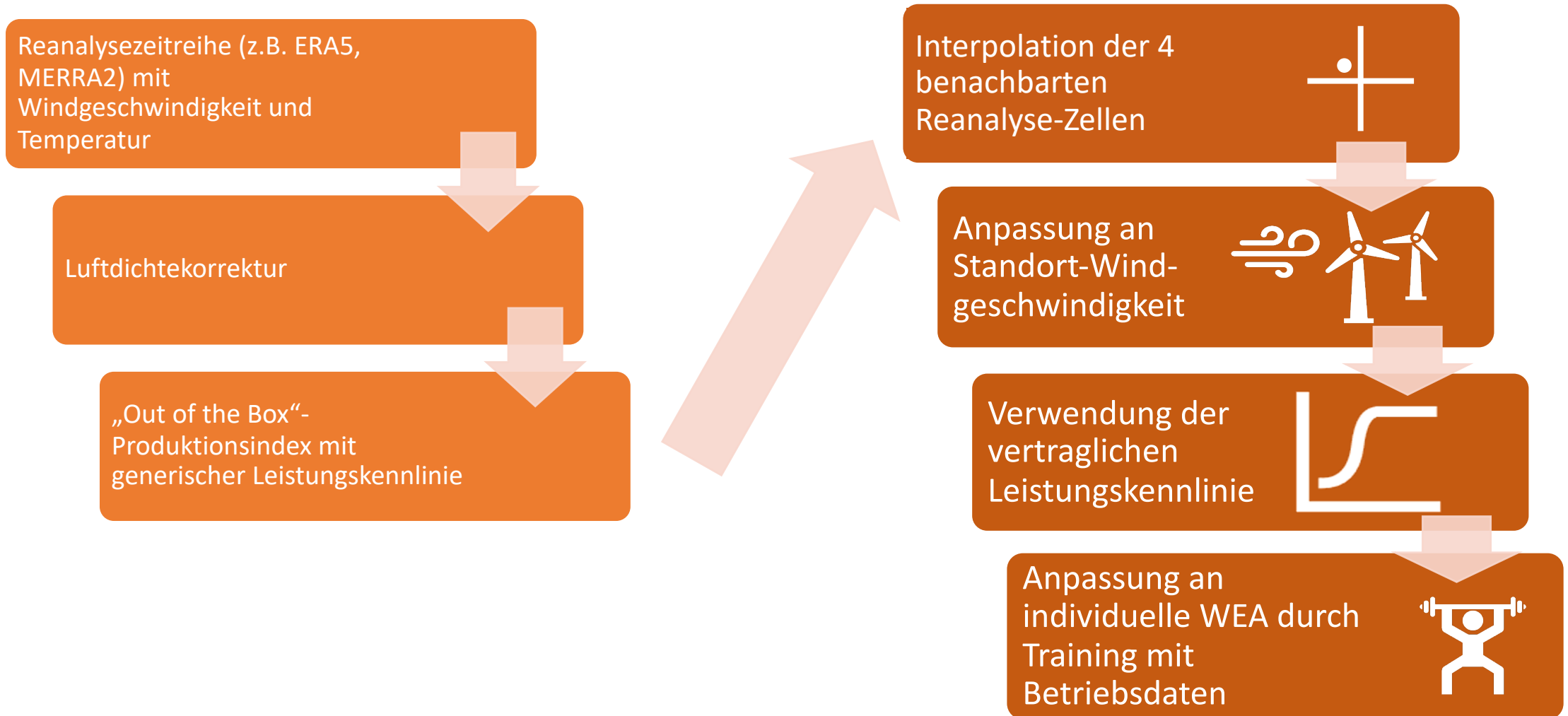
Qualitätsstufen von Windindizes

Reanalysezeitreihe (z.B. ERA5, MERRA2) mit Windgeschwindigkeit und Temperatur

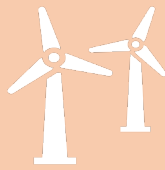
Luftdichtekorrektur

„Out of the Box“-Produktionsindex mit generischer Leistungskennlinie

Qualitätsstufen von Windindizes



Interpolation der 4
benachbarten
Reanalyse-Zellen



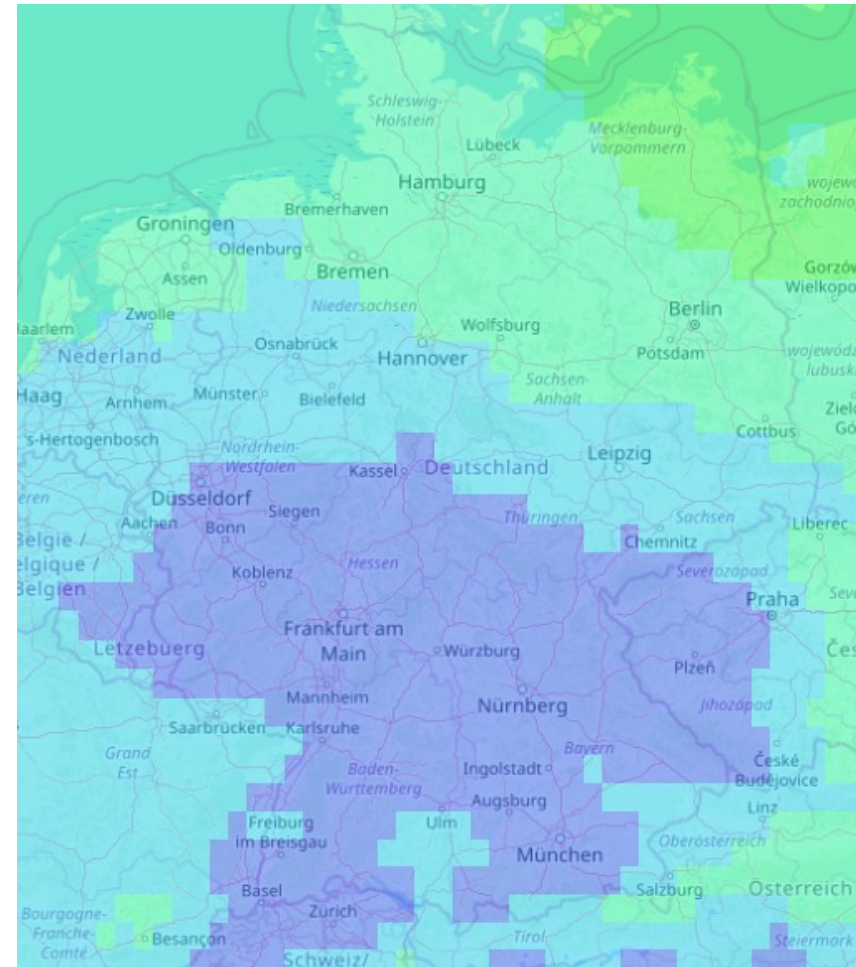
- Aktuelle Ausgabe-Auflösungen
Reanalyse-Modelle:

ERA5: ~30 km

MERRA: ~50 km

- Ausgabeauflösung entspricht der
Auflösung des Geländemodells

→ Interpolation unproblematisch



Anpassung an Standort-Windgeschwindigkeit



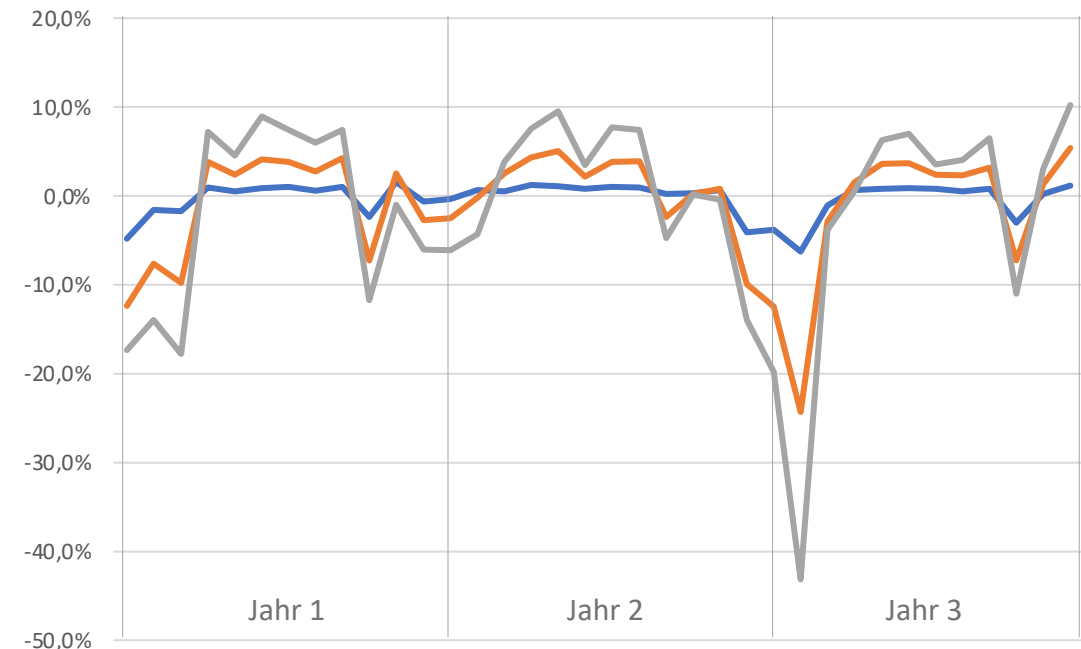
Ohne Angleichung der Zeitreihe an die Standort-WG:

- Individuelle Monatswerte unzuverlässig
- Bsp. Rechts, Standort bei Kassel:

Abweichung des unskalierten Index, wenn die tatsächliche WG ist...

6 m/s → 1,1 %
7 m/s → 4,1 %
8 m/s → 7,4 %

3 J. Beispieldaten:
[Auf Standort-WG skaliertes ERA-5-Index]
minus [unskaliertes Index]



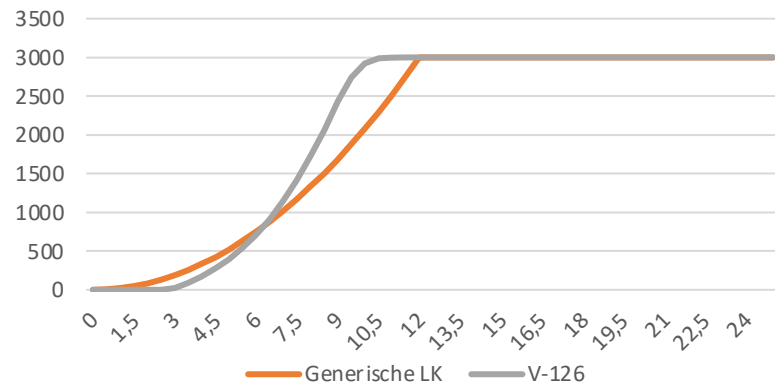
Original-ERA5-WG: 5,6 m/s; Skaliert auf: — 6 m/s — 7 m/s — 8 m/s

Verwendung der vertraglichen Leistungskennlinie

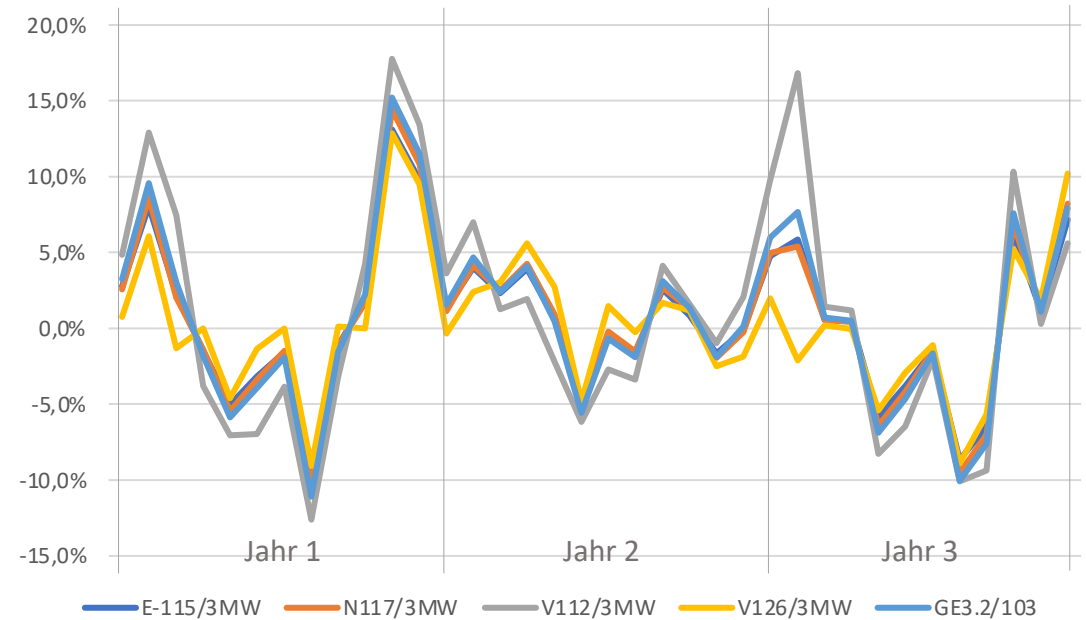


- Generische Leistungskennlinie:
 - $(\text{Luftdichte}/2) \cdot \text{Rotorfläche} \cdot \text{WG}^2$
 - Trunkiert bei 12-14 m/s

Generische vs. Echte Leistungskennlinie



3 J. Beispieldaten:
[Mit spezifischer LK ermittelter Index]
minus [mit generischer LK ermittelter Index]



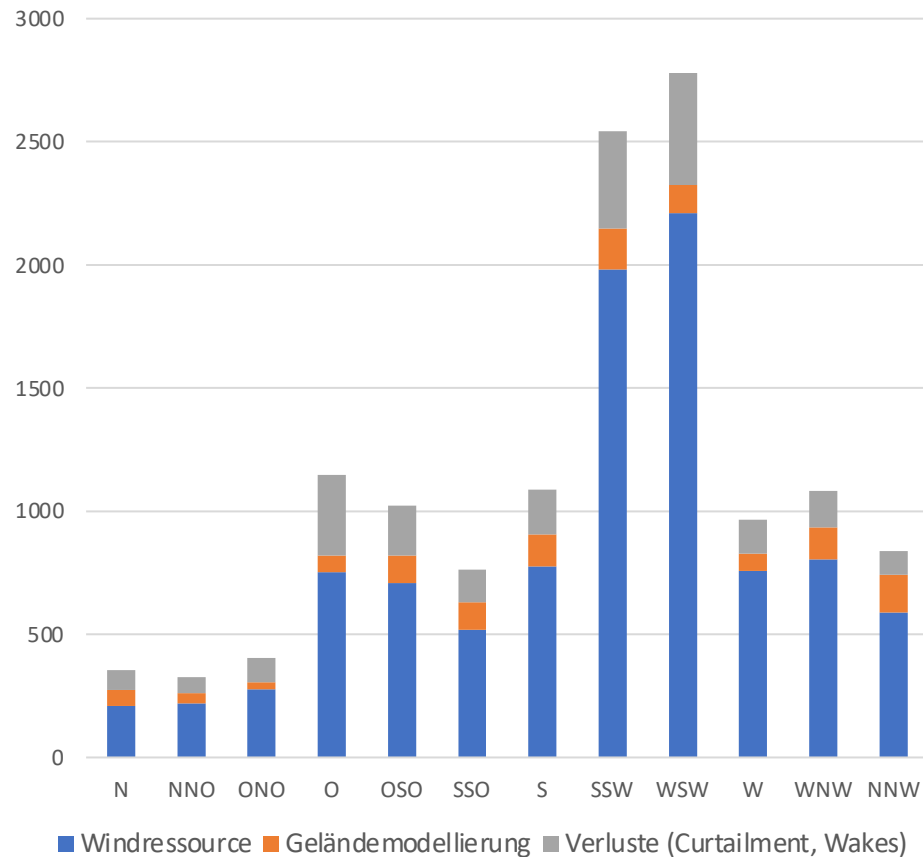
Beispiel Oben, Standort bei Kassel:
Mittlere Abweichung des Index mit generischer LK von echter LK...

- E-115 3MW: 3,8 %
- N117 3MW: 4,1 %
- V112 3MW: 5,9 %
- V126 3MW: 3,4 %
- GE 3.2/103: 4,5 %

Anpassung an individuelle WEA durch Training mit Betriebsdaten



Zusammensetzung WEA-Produktion



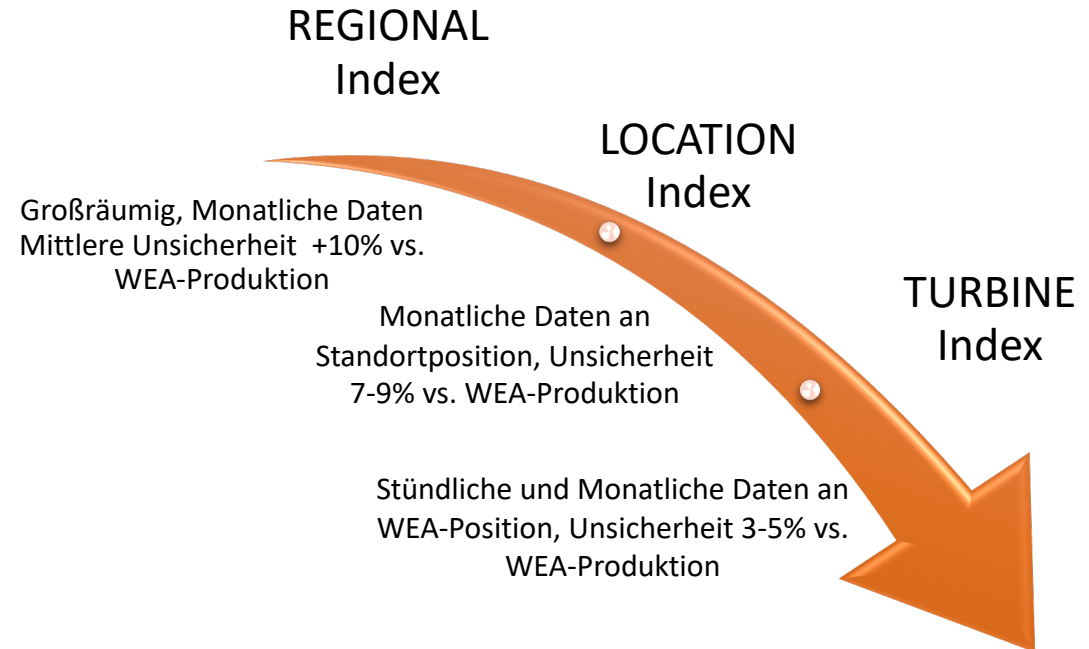
- Jede WEA hat individuelle Einflüsse durch
 - Gelände
 - Wakes der umliegenden WEA
 - Curtailments
- Bessere Abbildung des Betriebsverhaltens durch einen individuellen WEA-Index, der das berücksichtigt

Preview: EMD Wind Index Service

- Offizielle Vorstellung auf



- Reanalyse-Basis mit der besten Performance: ERA5
- Zeitnah: ERA5t verfügbar 5 Tage nach Monatsende
- Zeitraum: ab 2000
- Verschiedene Qualitätsstufen





Map



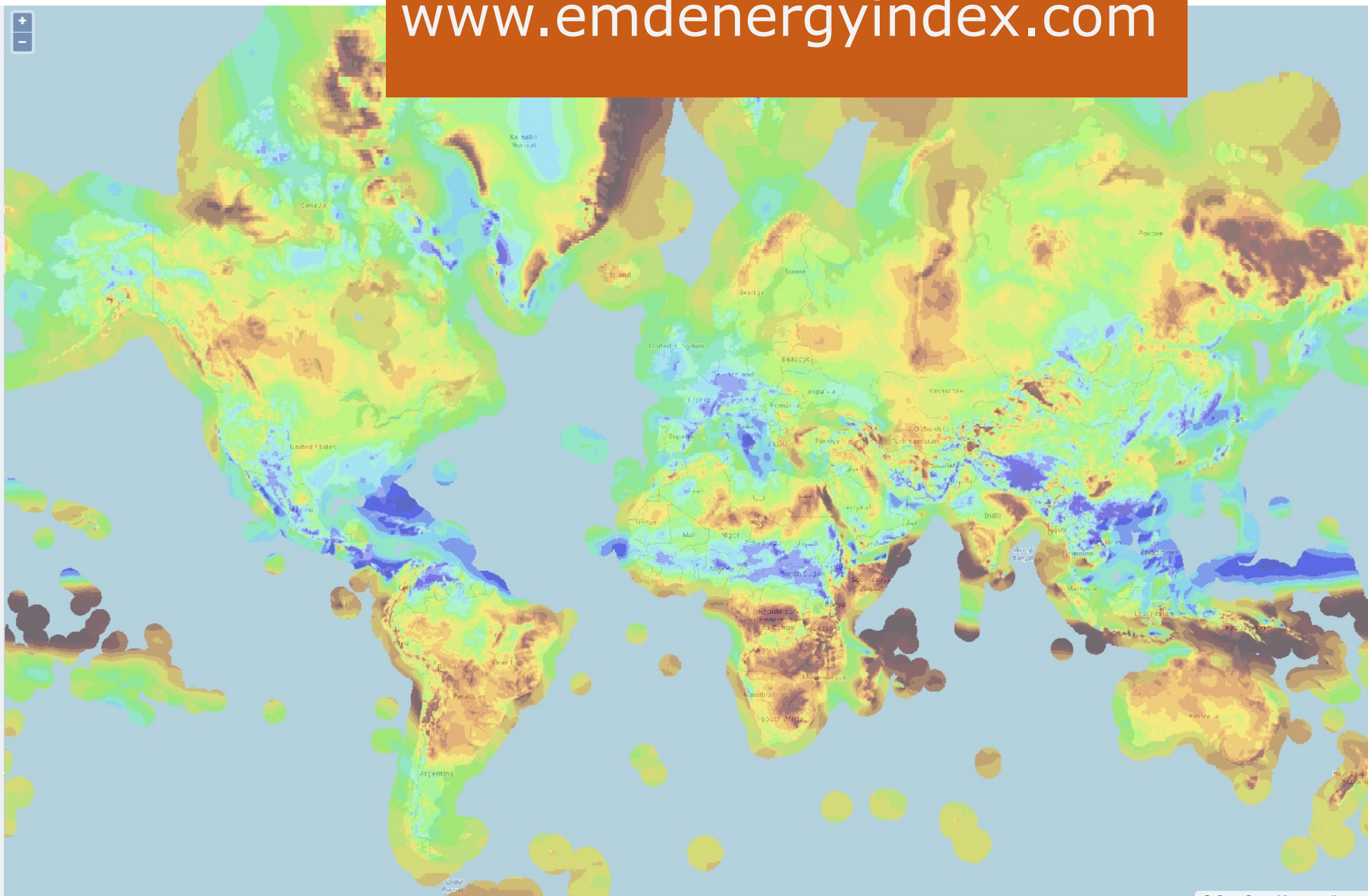
Index Points



Portfolio



Login



Cursor position

79.43849 N, 128.94914 W

Login



Current Month
September 2021



0 %

Current Year
0 %

Last Quarter
0 %

Last 12 Months
0 %

Month Abnormality
0 %

EMD International A/S Global Wind Energy Index is built on ETA5t at 100m agl, as provided by EXMWG using a generic power curve. When logged into our portal you can save and store as many points of interest as you desire, index is updated with 7 days delay free of charge.

Upgrade to a Traditional Park Index, scaled to location mean wind speed using your specific power curve. Including API access to historic monthly data.

Upgrade to ADVANCED Turbine Index, calibrated to account for wakes, seasonal, diurnal & site-specific micro scale effects from terrain ect. API access to historic hourly calibrated time series of wind speed, direction, and power + monthly indices with lowest possible uncertainty.

[Further Information](#)

Index 100% period: 01/2004 - 12/2018

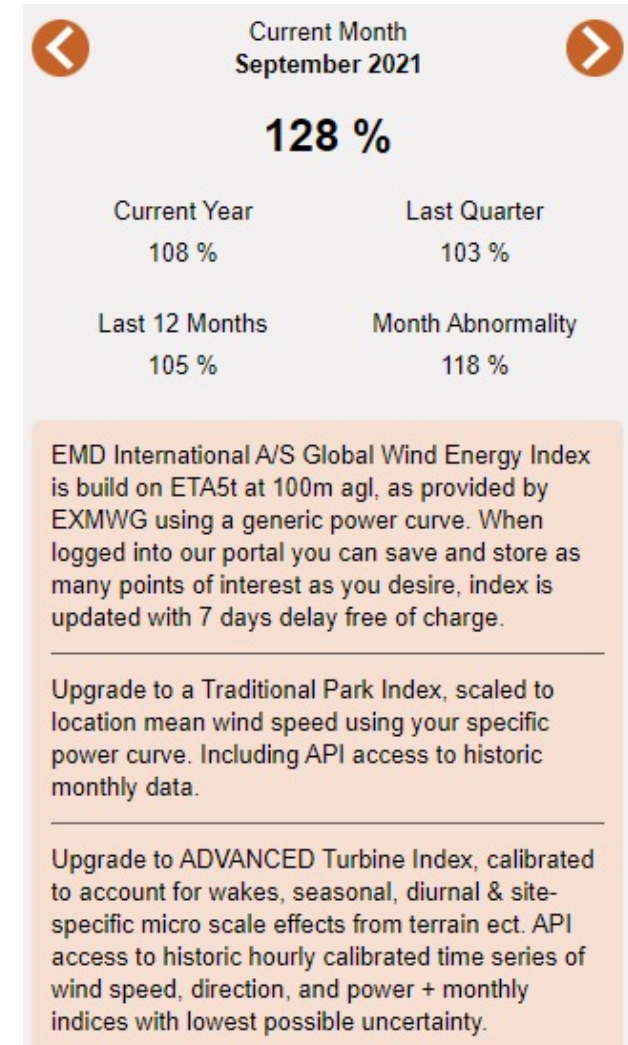
Basis-Lösung: Kostenfreier REGIONAL Index

Sofort verfügbar, point-and-click

- Windgeschwindigkeiten von ERA5t
- In Energie umgewandelt mit generischer Leistungskennlinie
- Auflösung ca. 30 x 30 km

Was Sie bekommen:

- Nach Klick: Produktionsindex von...
 - Aktuellem Monat
 - Aktuellem Jahr (Januar bis aktuell)
 - Letzten 12 Monaten
 - Letztem Quartal
 - Abnormität des Monats (z.B. Abweichung des aktuellen Novembers von allen Novembere)



Lösung auf Windpark-Basis: LOCATION Index

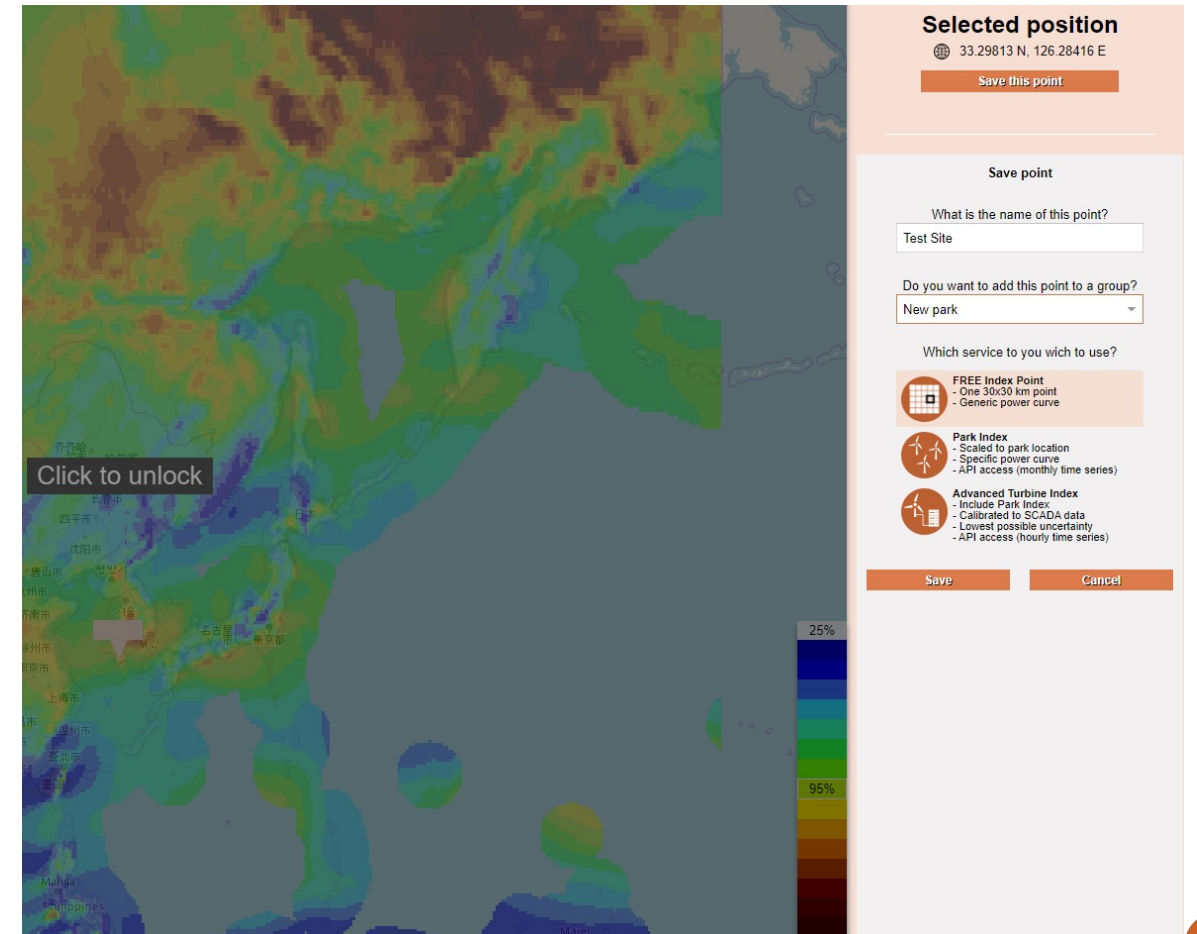
An Standort, WEA-Typ und Nabenhöhe angepasst

Standortspezifischer Index durch:

- Abstandsgewichtung von 4 ERA5t-Zellen
- Skalierung auf erwartete Langzeit-WG auf Nabenhöhe
- Umwandlung in Energie durch benutzerdefinierte LK

Was Sie bekommen:

- Download der monatlichen Windindizes:
 - Parameter wie bei REGIONAL Index
 - Zeitreihe historischer Indexwerte
- Zugriff via API für direkte Integration in unternehmenseigene Systeme
- Monatlicher Bericht per Email



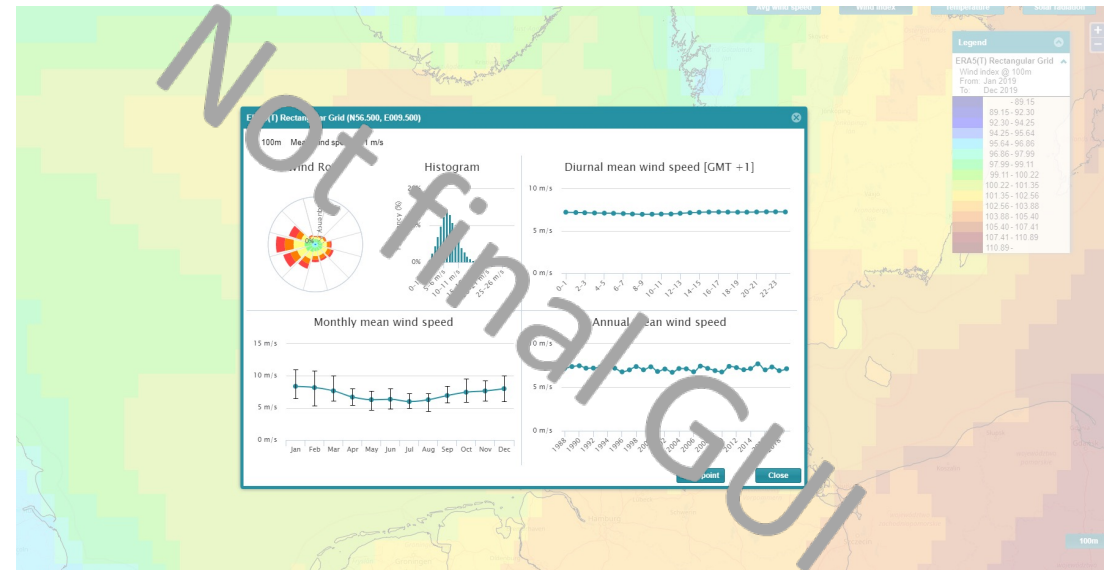
The screenshot displays the LOCATION Index web interface. On the left, a map of East Asia shows wind index values with a color scale from 25% (dark blue) to 95% (dark red). A grey box with the text "Click to unlock" is overlaid on the map. On the right, a configuration panel titled "Selected position" shows coordinates 33.29813 N, 126.28416 E and a "Save this point" button. Below this, a "Save point" section includes a text input field for "What is the name of this point?" (containing "Test Site"), a dropdown menu for "Do you want to add this point to a group?" (set to "New park"), and a section "Which service to you wish to use?" with three radio button options: "FREE Index Point" (One 30x30 km point, Generic power curve), "Park Index" (Scaled to park location, Specific power curve, API access (monthly time series)), and "Advanced Turbine Index" (Include Park Index, Calibrated to SCADA data, Lowest possible uncertainty, API access (hourly time series)). At the bottom of the panel are "Save" and "Cancel" buttons.

Lösung auf WEA-Ebene: TURBINE Index

Angepasst an Standort, WEA-Typ, Nabenhöhe und Betriebsdaten

WEA-Spezifischer Produktionsindex:

- Abstandsgewichtung von 4 ERA5t-Zellen für jede WEA-Position
- Skalierung auf erwartete Langzeit-WG auf Nabenhöhe
- Skalierung zur Anpassung an Betriebsdaten (nach Bereinigung anormaler Betriebsweisen):
 - Richtungsweise
 - Tagesgang
 - Jahresgang



Lösung auf WEA-Ebene: TURBINE Index

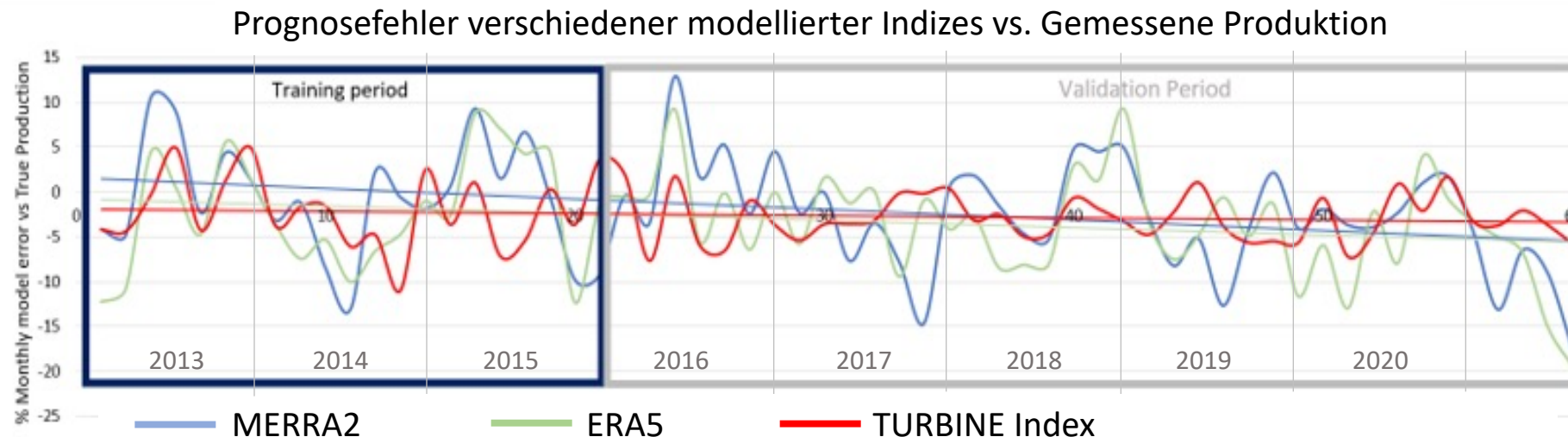
Angepasst an Standort, WEA-Typ, Nabenhöhe und Betriebsdaten

Hauptvorteil TURBINE Index:

- Durch das Training mit Betriebsdaten sind die folgenden Effekte im Index enthalten:
 - Wakes
 - Lokale Orographie (z.B. Hügellage → Speed-up)
 - Lokale Rauigkeit (z.B. Wälder)
 - Mikroskalige Effekte, die in ERA5 nicht ausreichend abgebildet werden (z.B. Ausprägung Jahresgang und Tagesgang)
- Reduzierte Unsicherheit

Reduzieren der Unsicherheit: Ein Beispiel

- Standort in Jütland, DK
- Trainingszeitraum 2013 – 2015
- Nulllinie ist die tatsächliche Produktion der WEA, als Index dargestellt

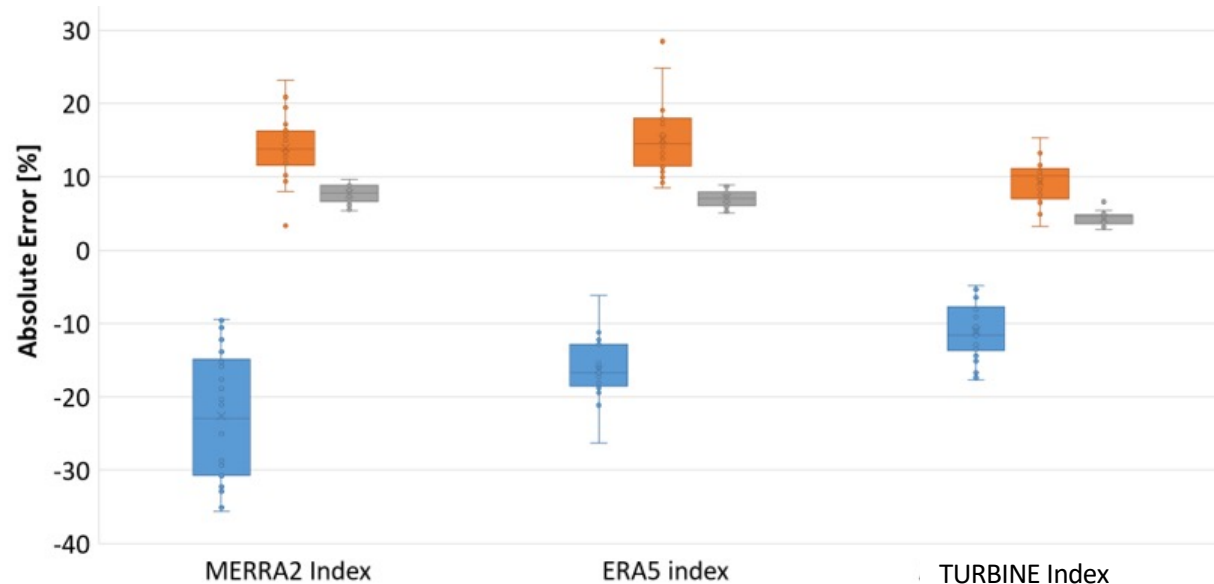


Reduzieren der Unsicherheit

Acht Standorte in (fast) aller Welt: On- und Offshore, US, EU, Afrika

	Unsicherheit MERRA2 Index	Unsicherheit ERA5t Index	Unsicherheit TURBINE Index	Relative Verbes- serung zw. ERA5t und TURBINE
P90	9.8%	9.0%	5.4%	-42%
P68	7.7%	7.0%	4.1%	-42%

Mittlere Unsicherheit verschiedener Indices im Vergleich mit Produktionsdaten



Verteilung von
— minimalem Fehler,
— maximalem Fehler und
— Standardabweichung
 der drei untersuchten Indizes

TURBINE Index

EMD International A/S – Wind index service



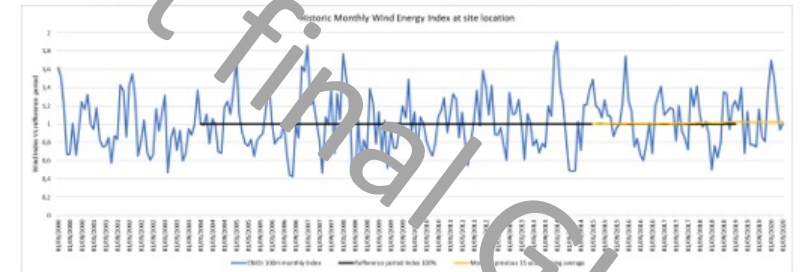
Was Sie erhalten:

- Monatlicher Bericht auf Windpark-Ebene per Email
- Manueller Download oder Zugriff via API für direkte Integration in unternehmenseigene Systeme:
 - Windindizes (aktuell und historisch):
 - Monat
 - Jahr bis aktueller Monat
 - letzte 12 Monate
 - Quartal
 - Abnormität)
 - zugrunde liegende skalierte Stundenzeitreihen

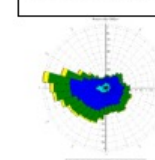
Wind Energy Index: May 2020

Wind Energy Index May	100.6 %
Wind Energy Index last 12 Months	99.4 %
Index Q1 2020	103.7%
Index Year 2019	97.2 %
Monthly Seasonal index. "concurrent months"	
May 2020	120.8 %

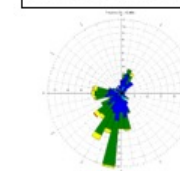
Project: EMD Demo wind farm
 Coordinates of Site: longitude: 9,387430 / Latitude 56,843786
 WTG Type: V110-3.0MW Hub height: 78m Scaled to mean wind speed of 7.75m/s
 Reference direction: ERA5, Since Jan 2000, Index 100% period : Jan 2004 - Dec 2018.



Reference Wind Rose



Wind Energy Rose May 2020



Last Month Energy Index abnormality to reference seasonal Index



02/09/2020

www.emd.dk/Windindex



Überblick EMD Global Wind Energy Indices

Zugriff	Produkt	Beschreibung	Details	Benötigte Daten von Kunde	Preis
Web / app	REGIONAL Index emdenergyindex.com	Windindex pro ~900 km ² , monatlich, generische Leistungskennlinie.	Ansicht des Index (versch. Zeitliche Kumulierungen) sowie der Abnormität des aktuellen Monats auf Karteninterface.	<ul style="list-style-type: none"> Keine 	Kostenfrei
Web / app API	LOCATION Index Abonnement emdenergyindex.com	ERA5T 4 nächstgelegene Zellen abstandsgewichtet für Windpark, selbst gewählte Leistungskennlinie und Windgeschwindigkeit am Standort.	+20 J. Monatliche Zeitreihen, Monatliche Berichte per Email, Zugriff via API	<ul style="list-style-type: none"> Standort WEA-Typ und Nabenhöhe Mittlere Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe 	€ 120/Standort/Jahr + € 120 Einrichtungsgebühr
Web / app API	TURBINE Index Abonnement emdenergyindex.com	ERA5T 4 nächstgelegene Zellen abstandsgewichtet für Windpark, selbst gewählte Leistungskennlinie und Windgeschwindigkeit am Standort. zusätzlich einmalige Kalibrierung mit Produktionsdaten	+20 J. Stündliche Zeitreihen, Monatliche Berichte via Email + Zeitreihendownloads, API-Zugriff Sehr genauer Index auf Basis einer auf die indiv. WEA-Position kalibrierten ERA5t-Zeitreihe Trainiertes Windindex-Modell für Standortperformance basierend auf Jahres-/Tagesgang, Richtung, Wakes, Gelände.	<ul style="list-style-type: none"> Standort WEA-Typ und Nabenhöhe Stündliche Produktionsdaten für 1-3 Jahre pro WEA Leistungskennlinie der WEA, 0.5 m/s-Klassen. 	Indexdienst (jährlich): Erste WEA: 240 €/a WEA 2-5: 120 €/a WTG 6-20: 60 €/a Ab WEA 21: 24 €/a Modelleinrichtung (einmalig): Erste WEA: 240 € WEA 2-5: 120 € WTG 6-20: 60 € Ab WEA 21: 24 €

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Kontakt

EMD Deutschland GbR

Robin Funk

rf@emd.dk

+49 561 310 59 60

EMD International A/S

+45 6916 4850

sales@emd.dk



<https://www.emdenergyindex.com>

