

QUICK GUIDE - SITE COMPLIANCE

Ziel:

Diese Kurzanleitung soll Sie dabei unterstützen, die Standorteignung eines spezifischen WEA-Layouts im Vergleich mit der Zertifizierung des WEA-Typs (z.B. IIA) zu überprüfen.

SITE COMPLIANCE berechnet die Parameter der Hauptprüfungen gemäß IEC 61400-1 und erstellt den Vergleich zu den zulässigen Grenzwerten, je nach gewählter Auslegungsklasse und IEC-Edition (Ed. 2, 3 oder 4).

Übersicht:

1. Lizenz-, Software- und Datenvoraussetzungen
2. Eingangsdaten
3. IEC-Prüfungen
4. Neuberechnung für andere IEC-Klasse
5. Berechnung der Anderen Prüfungen

1. LIZENZ-, SOFTWARE- UND DATEN-VORAUSSETZUNGEN

- windPRO ab 4.1 mit den Modulen BASIS, SITE COMPLIANCE, METEO und MODEL
- Lizenzen für WASP (ab Version 11) und WASP Engineering (WEng)

SITE COMPLIANCE kann mit unterschiedlichen Eingangsdaten und (externen) Berechnungsmodellen verwendet werden.

Die volle Funktionalität wird erreicht, wenn am Standort Messmastdaten von mehreren Höhen, Langzeitdaten und Lizenzen für die externen Strömungsmodelle WASP und WASP Engineering (WEng 4.0) oder (WASP-) CFD-Ergebnisdateien (.cfdres oder .flowres) vorliegen.

Als Minimalanforderung können Standortmessdaten auf unterschiedlichen Höhen (möglichst inkl. Nabenhöhe) auch ohne weitere Modellierung genutzt werden.

Für Projekte ohne Standortmessdaten benötigen Sie mindestens die Lizenz für WASP und WEng (ab WASP 12 im Bundle enthalten) sowie eine validierte Windstatistik, um die sieben Hauptprüfungen durchzuführen.

Überprüfen Sie vor dem Start von SITE COMPLIANCE, ob Folgendes vorhanden ist:

1. Ein Layout mit WEA
2. Ein digitales Höhenmodell (Raster oder Linien)
- 3A. Ein Messmast mit mehreren Höhen
- 3B. Ein Terraindatenobjekt (mit Windstatistik)
Eine gültige WASP-Lizenz
Eine gültige WEng-Lizenz

Im Folgenden gehen wir davon aus, dass das Projekt über Messmastdaten für mehrere Höhen verfügt und WASP 12 und WEng 4 installiert und lizenziert sind. Zusätzlich wird hier eine langzeitkorrigierte Windstatistik genutzt. (Nicht zwingend erforderlich, wenn Mastdaten vorhanden sind.)

2. EINGANGSDATEN IN SITE COMPLIANCE

Starten Sie SITE COMPLIANCE aus dem Menüband Lasten und Betrieb.



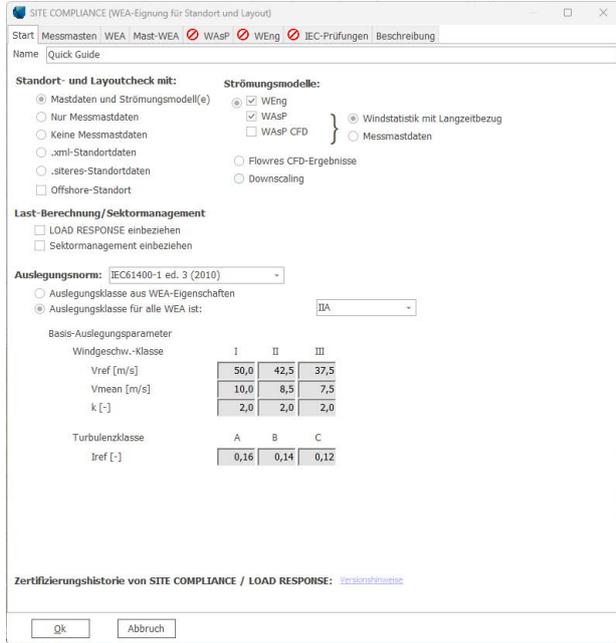
Start

In diesem Beispiel haben wir Mastdaten und Strömungsmodelle, also wählen Sie diese Option auf dem Start-Register.

Setzen Sie die Haken bei den verfügbaren Strömungsmodellen: WEng und WASP. Im Beispiel nutzen wir außerdem eine Windstatistik mit Langzeitbezug, die vorab über eine MCP-Berechnung erzeugt wurde.

Quick Guide - SITE COMPLIANCE

Als WEA-Auslegung in diesem Beispiel testen wir für alle WEA im Layout IEC Ed.3 Klasse IIA. Die Auslegungsklasse ist je nach verwendetem WEA-Typ auszuwählen und muss ggf. beim Hersteller erfragt werden.



Alternativ können die WEA-Auslegungsklassen auch vor dem Start von SITE COMPLIANCE direkt im WEA-Objekt festgelegt werden.

Messmasten

Auf Register Messmasten werden alle im Projekt vorhandenen METEO-Objekte gezeigt, aus denen Sie hier die relevanten Messungen wählen. Anschließend definieren Sie den Zweck (Standortmast, Langzeit-Referenz oder Klimadaten) sowie die jeweilige Haupthöhe und legen fest, welche weiteren Höhen für die Berechnung des Windshears genutzt werden sollen.

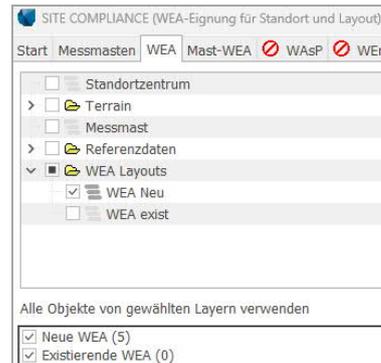
Name	Zweck	Haupt-höhe	für Shear-Ber. (min. 2 Höhen)	Sample-Rate [min]	Länge (aktiviert, WG&WR) [Jahre]	Verfügb. (aktiviert, WS+WR) [%]	Verfügb. 1 (aktiviert, WS+WR+1) [%]
✓ Messmast 130m	Standortmast						
130,00m - A			☑	10,0	1,0	96,3	79
Mittlere Windgeschw.							
Windrichtung							
Turbulenzintensität							
100,70m - B			☑	10,0	1,0	96,3	77
Mittlere Windgeschw.							
Windrichtung							
Turbulenzintensität							
81,00m - C			☑	10,0	1,0	96,3	74
60,80m - D			☐	10,0	1,0	96,3	70
10,00m -			☐	60,0	20,0	100,0	97

Rote Datenfelder weisen darauf hin, dass die Daten ggf. nicht für die Verwendung ausreichen oder nicht der Norm entsprechen, z.B. wenn der Datenzeitraum zu

kurz ist, die Auflösung zu grob oder eine sehr niedrige Verfügbarkeitsrate der Daten vorliegt. Dies sollte außerhalb von SITE COMPLIANCE im METEO-Objekt überprüft werden.

WEA

Wählen Sie auf Register WEA mit Hilfe der Layer-Sortierung das zu prüfende WEA-Layout.



Mast-WEA

Falls es mehrere Standortmasten im Projekt gibt, kann auf diesem Register die Zuordnung der WEA zum repräsentativen Mast erfolgen.

WEA	Messmast	Nächstgelegener Mast
eno eno 114 3.5 3500 114.9 !O! NH: 150,0 m (Ges:207,4 m) (1)	Messmast 130m	
eno eno 114 3.5 3500 114.9 !O! NH: 150,0 m (Ges:207,4 m) (2)		
eno eno 114 3.5 3500 114.9 !O! NH: 150,0 m (Ges:207,4 m) (3)		
eno eno 114 3.5 3500 114.9 !O! NH: 150,0 m (Ges:207,4 m) (4)		
eno eno 114 3.5 3500 114.9 !O! NH: 150,0 m (Ges:207,4 m) (5)		

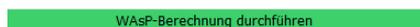
Unten auf demselben Register wählen Sie bitte aus, ob zur besseren Identifizierung der WEA die Beschreibung oder die Anwenderkennung aus der Objektliste dargestellt werden soll.

WASP

Ordnen Sie über das Dropdownmenü jedem Messmast ein Terraindatenobjekt inkl. langzeitkorrigierter Windstatistik zu.

Mast	Terraindatenobjekt
Messmast 130m	TDO LT-Statistik

Starten Sie die Berechnung:



Nach erfolgreichem Abschluss erscheint im Registernamen ein grüner Haken, der verdeutlicht, dass die WASP-Ergebnisse nun für die weiteren Auswertungen zur Verfügung stehen.



WEng

Wählen Sie ein Terraindatenobjekt, das die relevanten Geländedaten enthält (Dropdown).

Mit der grünen Schaltfläche starten Sie die Berechnung. Je nach Projektumfang kann diese Berechnung deutlich länger dauern als die WASP-Berechnung.

Nach erfolgreichem Abschluss erscheint im Registernamen wieder ein grüner Haken: Die WEng-Ergebnisse stehen für die weiteren Auswertungen zur Verfügung.

3. IEC-PRÜFUNGEN IN SITE COMPLIANCE

Gemäß IEC 61400-1 Ed.2 und Ed.3 gibt es sieben Hauptprüfungen, die auf diesem Register gelistet sind und durchgeführt werden können. Zuerst muss in der Spalte Verwenden der Haken gesetzt werden, dann wird daneben der Knopf Bearb. aktiviert.

Die Hauptprüfungen sind:

- Komplexität Gelände
- Effektive Turbulenz
- Windverteilung
- Neigung der Anströmung
- Windshear
- Luftdichte
- Extremwind

Als Andere Prüfungen gibt es zusätzlich:

- Erdbebenrisiko
- Temperaturbereich
- Blitzrate
- Tropische Zyklone

Ed. 4 enthält drei weitere Prüfungen im Bereich der Extremlasten.

Die Gelände-Komplexität sollte möglichst immer mit geprüft werden, da sie Voraussetzung für einige weitere Berechnungen ist.

Die Ergebnislegende:

Grün = OK

Probleme sind sehr unwahrscheinlich

Gelb = Achtung

Das Projekt ist eher nicht gefährdet, aber um ganz sicher zu gehen, sollte der WEA-Hersteller befragt werden.

Rot = Kritisch

Das Projekt sollte vom WEA-Hersteller geprüft werden, die Überschreitungen der Auslegungswerte könnten kritisch sein.

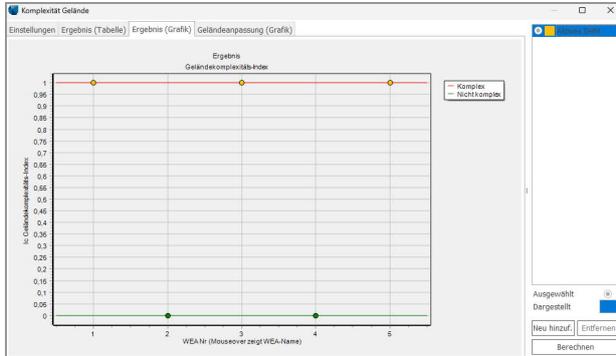
Komplexität Gelände

Starten Sie die Komplexitätsprüfung mit Klick auf Bearb. Automatisch ist das aktive Höhenmodell ausgewählt.

Klicken Sie auf Berechnen.

Quick Guide - SITE COMPLIANCE

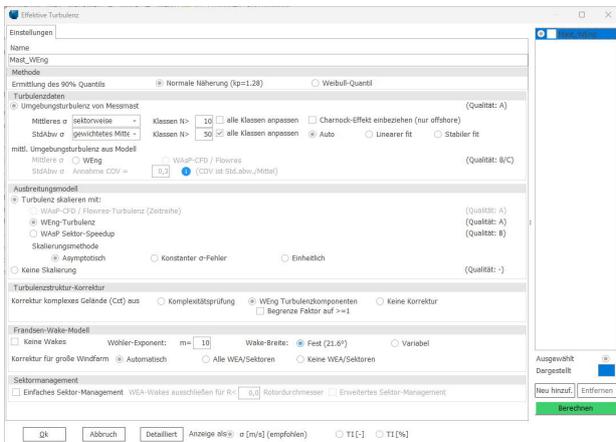
Nach Abschluss der Berechnung erscheinen neue Register, die die Ergebnisse zeigen. Hier gibt es drei WEA an komplexen Standorten, das Gesamtergebnis wird mit **Achtung** markiert.



Effektive Turbulenz

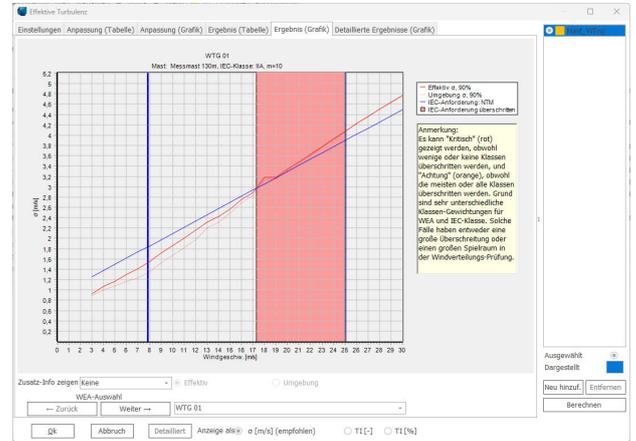
Die Prüfung der Effektiven Turbulenz ist eine der anspruchsvollsten unter den IEC-Prüfungen. Das Ergebnis ist kein Einzelwert pro WEA, sondern es finden eine Berechnung und ein Vergleich über einen großen Bereich von Windgeschwindigkeiten statt.

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb. Die voreingestellte Auswahl bietet eine gute Grundlage der Berechnungseinstellungen, muss aber für jeden Standort kritisch hinterfragt und ggf. angepasst werden. Grundsätzlich gibt es drei Bereiche: Unter Turbulenzdaten wird die Ermittlung der Umgebungsturbulenz festgelegt. Das Ausbreitungsmodell definiert den Transfer der Daten von der Mast- zur WEA-Position. Die Einstellungen im Frandsen-Wake-Modell werden zur Ermittlung der zusätzlichen Belastung aus dem Nachlauf von benachbarten WEA verwendet.



Nachdem Sie die Einstellungen ggf. angepasst haben, klicken Sie auf Berechnen.

Ergebnis (Grafik) zeigt die Ergebnisse (rote Linie) für jede Windgeschwindigkeit im Vergleich zu den gemäß gewählter IEC-Klasse zulässigen Werten (blaue Linie) im relevanten Bereich, hier 8-25 m/s. Überschreitungen, wie hier im oberen Windgeschwindigkeitsbereich, werden in hellrot markiert.



Die gelbe Markierung (**Achtung**) zeigt, dass es zwar eine Überschreitung der gemäß IEC zulässigen Werte gibt, diese aber nur gering ist. Unterhalb der Grafik kann über die Weiter-Taste das Ergebnis der nächsten WEA gezeigt werden.

Wenn Sie andere Berechnungseinstellungen testen möchten, gelangen Sie über Neu hinzuf. (rechter Kasten unten) wieder auf Register Einstellungen. Im rechten Kasten oben wird dann die neue Berechnung hinzugefügt. Die Ergebnisse aus der mit Punkt markierten Berechnung werden in den Gesamtbericht und in folgende LOAD RESPONSE-Berechnungen übernommen. Die Ergebnisse der blau hinterlegten Berechnung werden aktuell angezeigt.

Mit Klick auf OK gelangen Sie zurück auf die Übersicht der IEC-Prüfungen, das gelbe Ergebnis wird dann auch dort gezeigt.

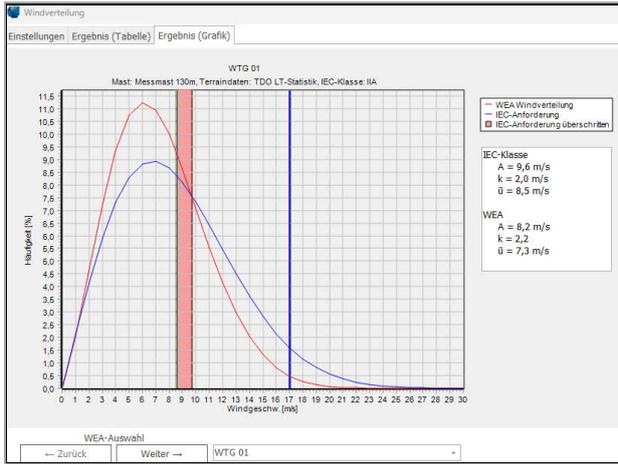
Windverteilung

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb.



Vorausgewählt ist hier WASP. Klicken Sie Berechnen.

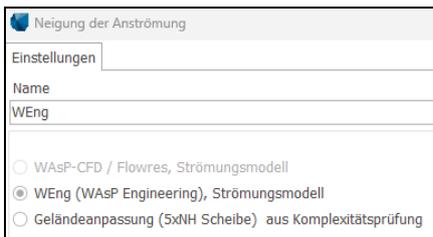
Quick Guide - SITE COMPLIANCE



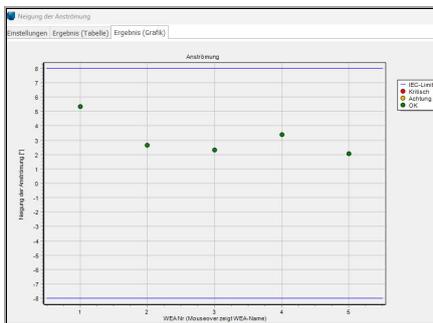
In diesem Fall gibt es in einem Wind-Bin eine kleine Überschreitung der Auslegungsgrenze nach IEC.

Neigung der Anströmung

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb.

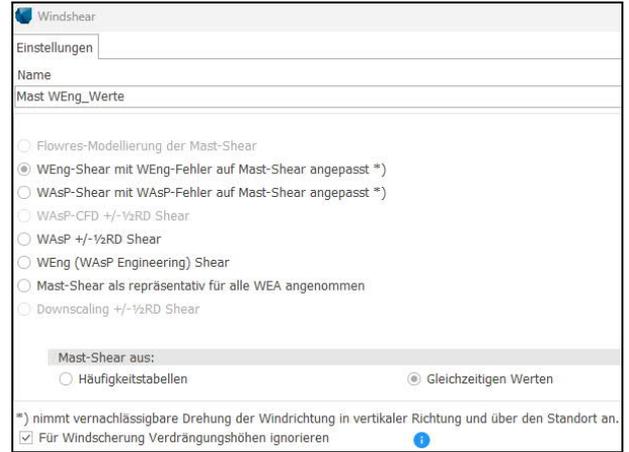


Der Anströmwinkel kann aus der Strömungsmodellierung von WEng oder aus der Geländekomplexitätsprüfung abgeleitet werden. Wir nutzen das voreingestellte WEng-Modell und klicken auf Berechnen. Die Ergebnisse liegen für jede WEA innerhalb des geforderten Intervalls von +8° bis -8°. Alle Punkte in Ergebnis (Grafik) sind grün.



Wind shear

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb. Voreingestellt ist die Windscherung am Mast mit der Modellierung über den Standort aus WEng zu verwenden. Klicken Sie wieder Berechnen.



Luftdichte

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb.



Zur Luftdichteberechnung können die Temperaturdaten (und Luftdruck, falls verfügbar) des Standortmasts gewählt werden. Alternativ können die Daten der in windPRO hinterlegten Klimadatenbank entnommen werden. Klicken Sie Berechnen.

Extremwind

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb.



Quick Guide - SITE COMPLIANCE

Voreingestellt ist als Statistisches Modell die Methode POT-N & Gumbel. Dabei ist N die Anzahl der extrahierten Sturmereignisse und kann hier angepasst werden (Empfehlung 10-20). Δt ist der minimale zeitliche Abstand zwischen zwei Stürmen, um diese als unabhängig zu betrachten. Vier Tage sind hier typisch (außerhalb tropischer Gebiete).

Klicken Sie wieder Berechnen.

Ergebnis (Tabelle) listet die 50-Jahres-Extremwindgeschwindigkeit für jede WEA und den IEC-Grenzwert für die gewählte Auslegungsklasse auf.

Extremwind					
Einstellungen		Extrahierte Daten (Tabelle)		Extrahierte Daten (Grafik)	Gumbel-A
Name	Klasse	IEC max (Vref) [m/s]	Korr. Extremwindgeschwindigkeit (50 J) [m/s]	Extremwindgeschwindigkeit (50 J) [m/s]	
> WTG 01	IIA	42,5		34,1	
> WTG 02	IIA	42,5		31,2	
> WTG 03	IIA	42,5		34,9	
> WTG 04	IIA	42,5		31,2	
> WTG 05	IIA	42,5		34,7	

4. NEUBERECHNUNG ANDERE IEC-KLASSE

Nun sind alle Hauptprüfungen durchgeführt und manchmal zeigt das Gesamtergebnis, dass die gewählte Auslegungsklasse nicht zum Standort passt. Um schnell für eine andere Klasse mit den definierten Einstellungen zu prüfen, springen Sie zurück auf das Start-Register und ändern dort die Auslegungsklasse. Wenn Sie von dort direkt auf Register IEC-Prüfungen zurückwechseln, können Sie unterhalb der Tabelle auf Alle neu berechnen klicken und die Prüfungen nun mit Ihren vorher definierten Einstellungen und den Grenzwerten der geänderten IEC-Klasse durchlaufen lassen.

5. BERECHNUNG DER ANDEREN PRÜFUNGEN

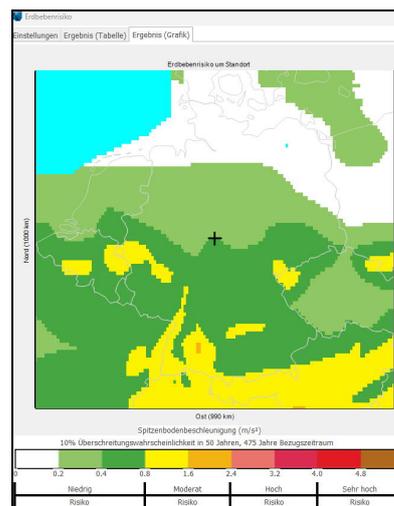
Die Anderen Prüfungen enthalten das Erdbebenrisiko, den Temperaturbereich und die Blitzrate.

Diese Werte sind repräsentativ für den Standort und alle WEA. Die Richtlinie fixiert keine festen Grenzwerte, aber die Ergebnisse dienen als Eingangsdaten für weitere Analysen beim WEA-Hersteller.

Erdbebenrisiko

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb. und klicken Sie Berechnen. Hier können keine Einstellungen vorgenommen werden.

Die Werte entstammen dem Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP). Die Ergebnisgrafik zeigt das Erdbebenrisiko in einem Gebiet von etwa 1000km mal 1000km um den Standort.

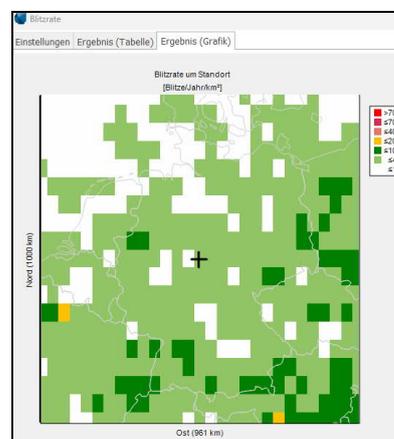


Ergebnis (Tabelle) zeigt die Spitzenbodenbeschleunigung.

Blitzrate

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb. und klicken Sie Berechnen. Auch hier können keine Einstellungen vorgenommen werden. Quelle der Daten ist die NASA.

Die Ergebnisgrafik zeigt die jährliche Blitzrate in einem Gebiet von etwa 1000km mal 1000km.



Temperaturbereich

Öffnen Sie das Berechnungsfenster mit Bearb. Für diese Berechnung werden Temperaturmessdaten benötigt, entweder am Standortmast oder an einem als Klimadaten definierten Mast.

Es gibt zwei Arten der Anpassung: Ganze Normalverteilung oder Nur Extreme. Als Auslegungsbereich kann zwischen den IEC-Standardlimits und selbst-definierten Werten, Klasse S Limits, gewählt werden. Dabei müssen die Temperaturgrenzen selbst festgelegt werden.

Klicken Sie Berechnen.

Prüfung	Tmin [°C]	Tmax [°C]	Std < Tmin [h/Jahr]	Std > Tmax [h/Jahr]	Gesamtstd. außerhal...
Normalbereich	-10	40	30,8	0,0	30,8
Extrembereich	-20	50	0,1	0,0	0,1

In diesem Beispiel sind es 31 Stunden unterhalb des Normalbereichs. Hier könnte mit dem WEA-Hersteller geklärt werden, ob das ein Problem für diesen WEA-Typ darstellt.