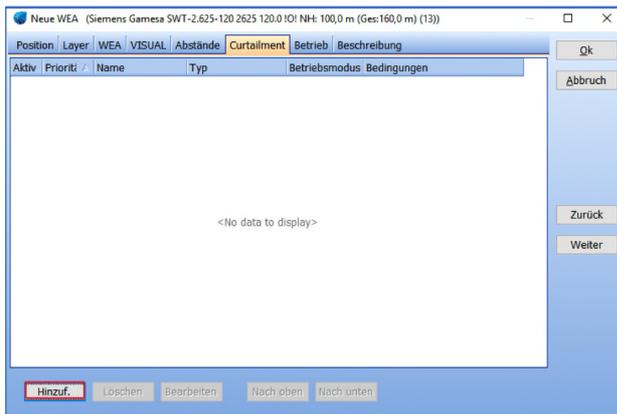
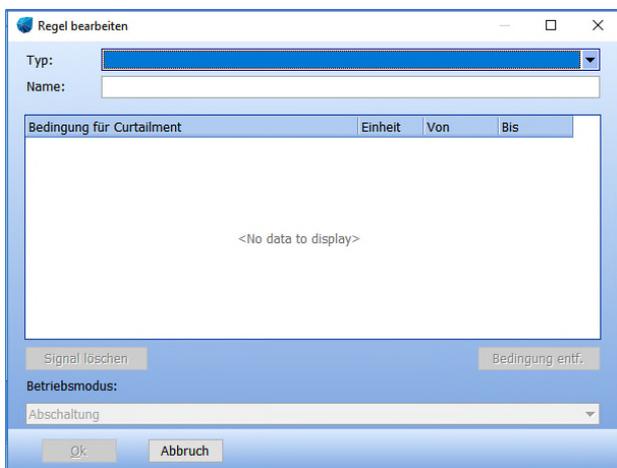




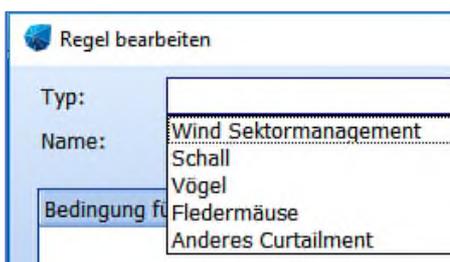
## QUICK GUIDE – CURTAILMENTS IN PARK CALCULATIONS



Über **Hinzuf.** wird der Liste eine neue Curtailment-Regel hinzugefügt. Es öffnet sich ein neues Fenster, um die Curtailment-Regel zu definieren:



Wählen Sie, welche Art von Curtailment verwendet werden soll:



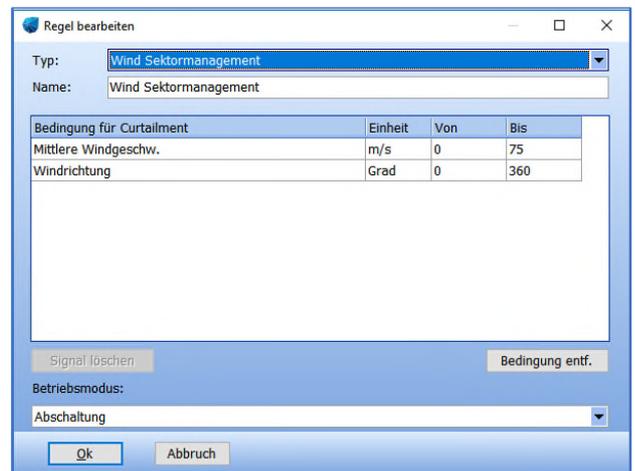
Die Auswahl des Curtailment-Typs legt fest, welcher Kategorie die Verluste/Gewinne in LOSS & UNCERTAINTY zugewiesen werden.

Für jeden Curtailment-Typ (Sektormanagement, Schall-Curtailment, Fledermaus- oder Vogel-Abschaltung) sind bereits einige Signale vordefiniert.

Anschließend geben Sie Ihrer Curtailment-Regel einen aussagekräftigen Namen. Dieser wird später im Bericht

erscheinen und kennzeichnet die berechneten Verluste dieser Curtailment-Regel.

In diesem Beispiel erstellen wir ein Sektormanagement. Die vordefinierten Signale sind mittlere Windgeschwindigkeit und Windrichtung:



Wir passen die vordefinierten Signale auf unsere Anforderungen an: Die WEA soll zwischen 6 m/s und 10 m/s abgeschaltet werden, wenn der Wind aus dem Sektor WSW kommt.

Bedingung für Curtailment	Einheit	Von	Bis
Mittlere Windgeschw.	m/s	10	75
Windrichtung	Grad	225	255

Anschließend definieren wir, wie sich die WEA verhalten soll, wenn die Bedingungen eintreten und wählen als Betriebsmodus **Abschaltung**:



Speichern Sie die neue Curtailment-Regel mit **OK**.

Um eine weitere Regel hinzuzufügen, gehen Sie wieder auf **Hinzuf.** Wir wollen nun eine Regel für nächtliche Schallreduzierung auf einen anderen Betriebsmodus erstellen und wählen als Curtailment-Typ **Schall**. Es erscheinen fünf vordefinierte Zeilen, die gemäß der Vorgaben -in diesem Fall zum Schallschutz- angepasst werden können.

## QUICK GUIDE – CURTAILMENTS IN PARK CALCULATIONS

Bedingung für Curtailment	Einheit	Von	Bis
Datum	dd/mm	01.01	31.12
Zeit	hh:ss	22:00	05:59
Wochentag		Montag	Sonntag
Mittlere Windgeschw.	m/s	0	75
Windrichtung	Grad	0	360

Die farbigen Zeilen können nur bei zeitreihenbasierten PARK-Berechnungen verwendet werden. Für andere Berechnungen wird die gesamte Regel nicht verwendet.

Signal löschen      Bedingung hinzuf...

Betriebsmodus:  
Level 3 - Calculated - -3.5 dB - 06-2018

Ok      Abbruch

Hier ändern wir in der zweiten Zeile die Zeit des Curtailments auf den Nachtzeitraum 22:00 Uhr bis 5:59 Uhr. Der Betriebsmodus kann ganz unten ausgewählt werden. Die Auswahl enthält alle vorhandenen Leistungskennlinien des gewählten WEA-Typs aus dem WEA-Katalog.

Nicht benötigte Signale, in diesem Fall alle außer **Zeit**, da der Nachtzeitraum das einzige Kriterium ist, können für bessere Übersichtlichkeit über **Signal löschen** entfernt werden.

Zusätzlich wollen wir noch eine potenzielle Überhitzung der WEA vermeiden und erstellen eine Curtailment-Regel, die eine Abschaltung bei über 35°C berücksichtigen soll. Dazu wählen Sie als Typ **Anderes Curtailment**. Hier gibt es keine vordefinierten Bedingungen, also fügen Sie über **Bedingung hinzuf.** das Temperatursignal hinzu und wählen als abzuschaltende Temperaturen 30-75 °C und Betriebsmodus **Abschaltung**.

Bedingung hinzuf...

- Datum
- Wochentag
- Mittlere Windgeschw.
- Windrichtung
- Datum-Zeit
- Sonnenauf- und -untergang
- Temperatur**
- Luftdruck
- Turbulenzintensität
- Windscherung
- Richtungswechsel
- Neigung der Anströmung

Auch bei allen anderen Curtailment-Typen können über den gleichen Weg zusätzlich zu den vordefinierten noch weitere Bedingungen hinzugefügt werden.

Wir verlassen das Fenster über **OK**.

### 4. PRIORISIERUNG BEI MEHREREN REGELN

Wir haben nun drei Curtailment-Regeln:

Position	Layer	WEA	VISUAL	Abstände	Curtailment	Betrieb	Beschreibung
<input checked="" type="checkbox"/>		1	Wind Sektormanag	Wind Sektormanag	Abschaltung	WS [10;75], Wdir [22	
<input checked="" type="checkbox"/>		2	Überhitzung	Anderes Curtailmen	Abschaltung	T [35;75]	
<input checked="" type="checkbox"/>		3	Schall	Schall	Level 3 - Calcul	Time [22:00;05:59]	

Die Zahl in der Spalte Priorität entscheidet, welche der Curtailment-Regeln vorrangig angewendet wird, wenn für den gleichen Zeitraum mehrere Regeln zutreffen. Damit wird auch festgelegt, welcher Kategorie die Verluste später in der LOSS & UNCERTAINTY-Berechnung zugeordnet werden.

Wenn zum Beispiel nachts um 2:00 Uhr die Windgeschwindigkeit über 10 m/s liegt und die Windrichtung 230° beträgt, treffen Regel 1 und 3 zu. **Es kann aber nur eine Curtailment-Regel angewendet werden.** Daher wird die Regel mit der höchsten Priorität verwendet. Nur wenn die Regel mit der höchsten Priorität für den betrachteten Zeitstempel nicht zutrifft, wird die nächste Regel in der Rangfolge betrachtet.

Hier wird also beim betrachteten Zeitstempel der WEA die Abschaltung angenommen und keine Änderung des Betriebsmodus. Die Prioritäten können mit den **Nach oben** bzw. **Nach unten**-Buttons verändert werden.

Die wichtigste Curtailment-Regel sollte also ganz oben platziert werden, um zu gewährleisten, dass diese in der PARK-Berechnung zuerst geprüft wird.

Als kleine Hilfe bei der Priorisierung haben Abschaltungen automatisch immer höhere Priorität als Änderungen auf einen anderen Betriebsmodus.

### 5. ZEITREIHEN-BASIERTE PARK-BERECHNUNG UND ERMITTLUNG VON VERLUSTEN

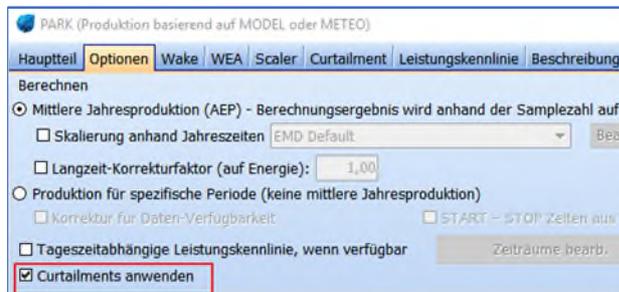
#### Curtailments anwenden

Starten Sie eine neue PARK-Berechnung und wählen Sie eine der zeitreihenbasierten PARK-Berechnungen (**Zeitreihe aus MESO-Daten** oder **Zeitreihe aus**

## QUICK GUIDE – CURTAILMENTS IN PARK CALCULATIONS

**Messdaten**). Grundsätzliche Informationen über PARK-Berechnungen mit Zeitreihen finden Sie in unserem [windPRO-Wiki](#) (aus windPRO direkt erreichbar über [Hilfe | Hilfe \(Internet\)](#)).

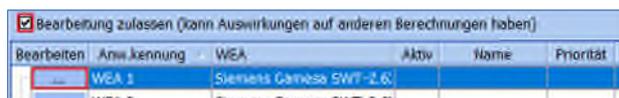
Auf dem Register **Optionen** wählen Sie **Curtailments anwenden**.



Dadurch erscheint ein neues Register: **Curtailment**. Hier sind die definierten Curtailment-Regeln noch einmal übersichtlich dargestellt, für alle WEA, die auf Register **WEA** für diese PARK-Berechnung ausgewählt wurden.

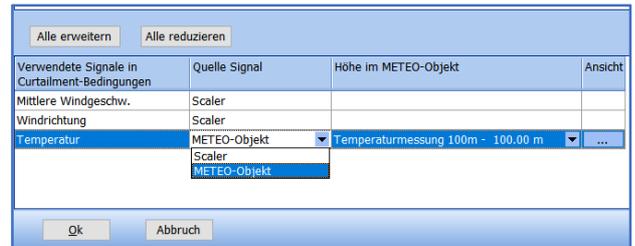


In dieser Liste ist es auch möglich, die Curtailment-Regeln der einzelnen WEA zu verändern bzw. zu ergänzen. Dazu aktivieren Sie **Bearbeitung zulassen** und klicken auf das blaue Feld „...“ unter **Bearbeiten**.



### Klimadaten definieren

Unterhalb der Curtailment-Liste sind die klimatischen Signale aufgeführt, die zur Prüfung der Curtailment-Bedingungen benötigt werden. Zusätzlich zu den Windbedingungen wird auch ein Temperatursignal gebraucht, um die Abschaltung zum Überhitzungsschutz zu modellieren. Die Werte der mittleren Windgeschwindigkeit und Windrichtung werden immer automatisch aus dem Scaler übernommen, da das im Scaler verwendete METEO-Objekt auch ein Temperatursignal enthält, kann auch dieses aus dem Scaler übernommen werden. Es kann aber auch ein alternatives METEO-Objekt gewählt werden.



Die hier gewählte Datenquelle wird nur genutzt, um zu entscheiden, ob die Curtailment-Regeln zutreffen, aber nicht als Basis für die Ertragsberechnung. Im Unterschied zu Daten aus dem Scaler, werden die Werte, die hier direkt aus METEO-Objekte übernommen werden, nicht auf Nabenhöhe umgerechnet.

Idealerweise sollte die zusätzlich gewählte Datenquelle den gleichen Zeitraum abdecken wie die Winddaten. Wenn ein Signal, das in einer Curtailment-Regel verwendet wird, für einige Zeitstempel nicht vorliegt, wird die betreffende Regel für diese Zeitpunkte ignoriert.

Die Anzahl der Zeitstempel mit Curtailments und auch die, die aufgrund fehlender Daten nicht verwendet werden konnten, sind auf der Berichtsseite **Curtailment-Annahmen** dargestellt.

### Berichte

Nach Abschluss der PARK-Berechnung enthält das Hauptergebnis als weitere Spalte die Curtailment-Verluste jeder WEA:

AEP Ergebnis	Curtailment-Verlust	Wake-Verluste
[MWh/a]	[%]	[%]
11.217,5	0,0	2,0
10.712,9	0,0	6,1
10.699,6	0,0	3,3
10.475,2	0,0	6,5
9.246,1	12,5	4,0

Die Curtailments können die Wake-Verluste verändern, da die Abschaltung oder ein veränderter Betriebsmodus die Windgeschwindigkeit an benachbarten WEA beeinflusst. Dies wird berücksichtigt, bevor die Curtailment-Verluste der nachfolgenden WEA ermittelt werden.

Eine Übersicht aller Curtailments wird auf der Berichtsseite **Curtailment-Annahmen** gezeigt:

## QUICK GUIDE – CURTAILMENTS IN PARK CALCULATIONS

### PARK - Curtailment-Annahmen

**Berechnung:** Quick Guide - Curtailment\_Temperatur voll

#### Curtailment-Signale

Signal	Signalquelle	METEO-Objekt
Mittlere Windgeschw.	Scaler	
Windrichtung	Scaler	
Temperatur	METEO-Objekt	EmdConwx_N51.830_E009.170 (7) - 100,00 m

#### WEA-Curtailments

WEA Name	Index	Priorität	Typ	Aktion
* 5 Wind Sektormanagement	1	1	Wind Sektormanagement	Abschaltung
5 Überhitzung	2	2	Anderes Curtailment	Abschaltung
5 Schall	3	3	Schall	Level 3 - Calculated - -3.5 c

*Curtailments wurden aufgrund fehlender Daten mit weniger Bedingungen als spezifiziert berechnet.*

Die Spalte **Index** entspricht dem Curtailment-Index in Ergebnis-in-Datei, und ermöglicht es für jeden Zeitstempel nachzuvollziehen, welche Curtailment-Regel verwendet wurde.

Die Spalte **Male ignoriert – fehlende Daten** enthält die Anzahl der Zeitstempel mit fehlenden Signalen für eine bestimmte Curtailment-Regel. Die Curtailment-Regel wurde für diese Zeitstempel ignoriert. In diesem Beispiel gab es 42 Zeitstempel ohne Temperaturdaten. Zu diesen Zeiten konnte die Curtailment-Regel „Überhitzung“ nicht geprüft werden und wurde daher ignoriert.

Male angewandt	Male ignoriert- fehlende Daten
969	0
9	42
5548	0

In der **Produktionsanalyse** werden die sektoriellen Curtailment-Verluste gezeigt:

### PARK - Produktionsanalyse

**Berechnung:** Quick Guide - Curtailment\_Temperatur \

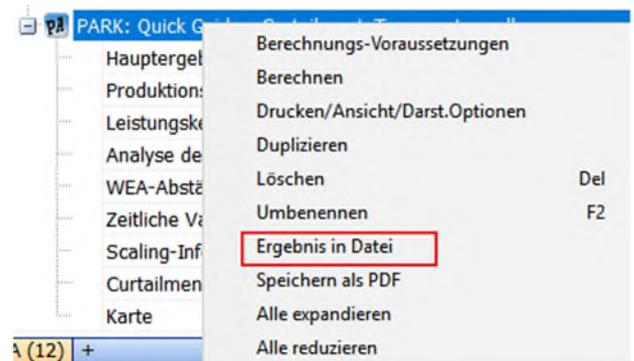
#### Sektorweise Analyse

Sektor	0 N	1 NNO	2 ON
Brutto	[MWh] 716,1	1.084,3	2.413
-Reduktion durch Curtailment	[MWh] 0,4	0,5	4
Wind Sektormanagement	[MWh] 0,0	0,0	0
Schall	[MWh] 0,4	0,5	4
Anderes Curtailment	[MWh] 0,0	0,0	0
-Reduktion durch Wakeverluste	[MWh] 0,0	84,8	165
<b>Resultierende Energie</b>	<b>[MWh] 715,6</b>	<b>998,9</b>	<b>2.242</b>
-Reduktion durch Curtailment	[%] 0,1	0,0	0
Wind Sektormanagement	[%] 0,0	0,0	0
Schall	[%] 0,1	0,0	0

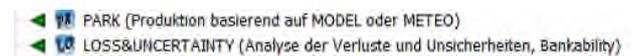
Dabei wird auf den zusammenfassenden **Produktionsanalysen** (z.B. „Alle neuen WEA“) nur jeweils eine Zeile pro Curtailment-Kategorie angezeigt (wie oben), auf Berichten für einzelne WEA wird jedes Curtailment durch eine eigene Zeile repräsentiert.

Da je nach Curtailment-Strategie mehrere Leistungskennlinien (LK) genutzt werden können, zeigt die Berichtssseite **Leistungskennlinien-Analyse** alle

verwendeten Leistungskennlinien. Für detaillierte Angaben, wann genau welche LK genutzt wurde, muss die zeitliche Variation aus **Ergebnis-in-Datei** exportiert werden:



Eine PARK-Berechnung mit Curtailments kann inklusive der schon berechneten Verluste in LOSS & UNCERTAINTY geladen werden:



In LOSS & UNCERTAINTY können beispielsweise die Verluste von Schattenwurfabschaltung berechnet sowie weitere Verluste wie elektrische Verluste, Verfügbarkeit etc. eingegeben werden, um sehr einfach z.B. den P<sub>90</sub> zu berechnen:

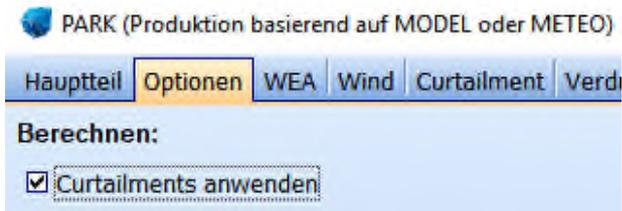
Gruppe : 6: Curtailment (Verlust = 2,46 %)	
Wind Sektormanagement	Enthalten
Einspeisemanagement	
Einspeisevertrags-Curtailment (PPA)	
Schall	Enthalten
Schattenwurf	
Vögel	
Fledermäuse	
Anderes Curtailment	Enthalten
Gruppe : 7: Sonstige (Verlust = 0,00 %)	

## 6. STATISTIK-BASIERTE PARK-BERECHNUNG UND ERMITTLUNG VON VERLUSTEN

Die Curtailment-Einstellungen für windstatistikbasierte PARK-Berechnungen sind den zeitreihenbasierten sehr ähnlich.

Öffnen Sie PARK aus der Berechnungsliste und wählen **Standard PARK mit WASP**. Aktivieren Sie die Verwendung der Curtailment-Regeln auf dem Register **Optionen über Curtailments anwenden**:

## QUICK GUIDE – CURTAILMENTS IN PARK CALCULATIONS



Dadurch erscheint das neue Register Curtailment, das eine Übersicht der definierten Curtailment-Regeln für jede auf Register WEA gewählte Anlage bietet. Die Einstellungen sind den zeitreihenbasierten ähnlich.

Der Hauptunterschied liegt in der Signalauswahl: Die windstatistikbasierte PARK-Berechnung kann *nur Windgeschwindigkeit und -richtung* verwenden. Andere Bedingungen, die z.B. Temperaturen o.a. benötigen, können nicht ausgewertet werden und werden ignoriert.

Genau wie in der zeitreihenbasierten PARK-Berechnung werden die Auswirkungen des Curtailments im **Hauptergebnis** und in der **Produktionsanalyse** dargestellt. Die Liste der Curtailment-Regeln sind auf der Berichtssseite **Curtailment** zu finden sowie in Ergebnis-in-Datei.

### 7. FAQ

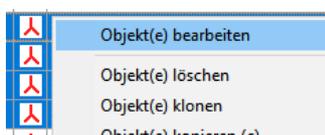
#### Wie beeinflussen Curtailments die Wake-Verluste?

Das Curtailment einer WEA kann die benachbarte WEA beeinflussen, denn wenn die davorstehende WEA reduziert betrieben wird, wird dadurch der Wake-Verlust der folgenden WEA verringert.

Daher beeinflusst diese Änderung der Windgeschwindigkeit auch, ob und welche Curtailments an der folgenden WEA angewendet werden sollten, es wird sozusagen eine Kettenreaktion gestartet, die sich durch den ganzen Windpark ziehen kann. Das gilt sowohl für zeitreihen- als auch statistikbasierten PARK-Berechnungen.

#### Wo finde ich einen Überblick aller Curtailment-Einstellungen?

Markieren Sie mehrere WEA-Objekte und gehen per Rechtsklick auf **Objekt(e) bearbeiten**, damit gelangen Sie auf das Multi-Bearbeitungs-Fenster.

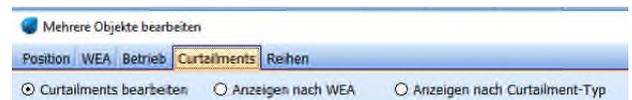


Gehen Sie auf Register Curtailments und wählen dort **Anzeigen nach WEA**, um die Übersicht aller Curtailment-Einstellungen zu erhalten.

Position	WEA	Betrieb	Curtailments	Reihen			
<input type="radio"/> Curtailments bearbeiten <input checked="" type="radio"/> Anzeigen nach WEA <input type="radio"/> Anzeigen nach Curtailment-Typ							
Ansicht	Anw.kennung	WEA	Aktiv	Name	Priorität	Curtailment-Typ	Betriebsm
	WEA 5 - Curtailed	Siemens Gamesa SWT-2.6	Ja	Wind Sektormanag	1	Wind Sektormanagen	Abschaltu
			Ja	Überhitzung	2	Anderes Curtailment	Abschaltu
			Ja	Schall	3	Schall	Level 3 -
	WEA 4	Siemens Gamesa SWT-2.6					

#### Wie kann ich mehrere Curtailments auf einmal definieren?

Wenn alle WEA-Typen und Curtailment-Regeln identisch sind, können die Curtailment-Regeln gleichzeitig definiert oder bearbeitet werden. Markieren Sie dafür mehrere WEA-Objekte und gehen per Rechtsklick auf **Objekt(e) bearbeiten**. Gehen Sie auf das Register **Curtailments** und wählen **Curtailments bearbeiten**.



Wenn Sie hier eine neue Curtailment-Regel einfügen, wird diese allen gewählten WEA hinzugefügt.

Wenn für eine der WEA bereits Curtailment-Regeln definiert sind, die nicht *exakt identisch* zu den anderen WEA sind (Aktiv, Priorität, Name, Typ, Betriebsmodus, Bedingungen), erscheinen diese als Zeile **Individuelle Curtailments**. Diese können hier nicht bearbeitet werden.

Alle WEA sind vom selben Typ, aber die Curtailme gewählten WEA zugewiesen.

	Aktiv	Priorität	Name	T
	<input checked="" type="checkbox"/>		Individuelle Curtailments	I

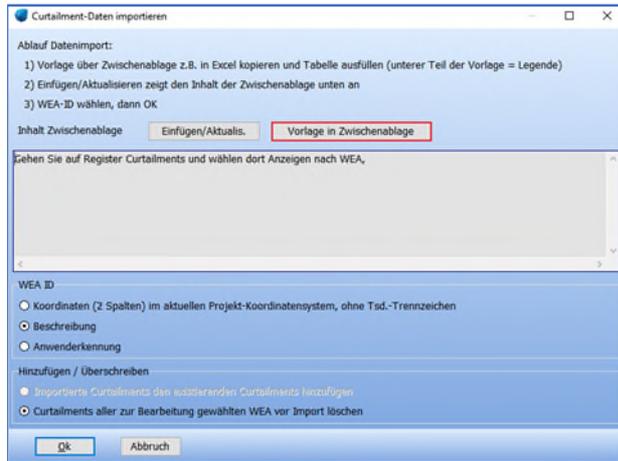
Wird eine neue gemeinsame Regel für die gewählten WEA erstellt, wird sie je nach Typ über oder unter den gruppierten individuellen Curtailments angeordnet.

	Aktiv	Priorität	Name	Typ	Betriebsmodus	Bedingungen
	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Fledermäuse	Fledermäuse	Abschaltung	Date [01.04;30.09], SunRiseSet
	<input type="checkbox"/>		Individuelle Curtailments	Individuelle Curtailm		

#### Wie kann ich Curtailment-Regeln aus Excel einfügen?

Markieren Sie dafür mehrere WEA-Objekte und gehen per Rechtsklick auf **Objekt(e) bearbeiten**. Gehen Sie auf Register Curtailments und wählen dort **Anzeigen nach WEA**, ganz unten gehen Sie auf **Importieren**, um das Import-Fenster anzuzeigen.

## QUICK GUIDE – CURTAILMENTS IN PARK CALCULATIONS



Die Curtilment-Regeln können nun z.B. aus Excel kopiert und in windPRO eingefügt werden, wenn sie im richtigen Format definiert sind. Eine Formatvorlage kann aus dem Import-Fenster in die Zwischenablage kopiert werden. Beim Import werden alle vorher angelegten Curtilment-Regeln gelöscht.

### Welche Signale können zur Definition der Bedingungen genutzt werden?

Für die zeitreihenbasierte PARK-Berechnung können alle der auf S. 3 gezeigten Signale genutzt werden, wenn sie als Zeitreihen im METEO-Objekt vorliegen. Datum und Uhrzeit, Wochentag, Sonnenaufgang und Sonnenuntergang können immer verwendet werden.

Für windstatistikbasierte PARK-Berechnungen können *nur Windgeschwindigkeit und Windrichtung* genutzt werden.

### Wie werden die Curtilment-Verluste in LOSS & UNCERTAINTY übernommen?

Beim Laden der PARK-Berechnung werden die berechneten Curtilment-Verluste automatisch in die passenden Verlust-Kategorien von LOSS & UNCERTAINTY übernommen.

### Warum passt der Zeitstempel der Ergebniszeitreihe nicht zu meiner zeitabhängigen Curtilment-Regel?

PARK betrachtet die Zeitzonen inkl. Sommer- und Winterzeit. Die meisten WEA schalten nicht zwischen Winter- und Sommerzeit um, sondern laufen immer auf WZ. Wenn man eine Uhrzeitbezogene Regel aufstellt, die sich auf SZ bezieht, muss sie deshalb in Winterzeit umgerechnet werden, damit die WEA sie richtig ausführt. Soll z.B. eine Schallreduzierung von 22.00-6:00 durchgeführt werden, bezieht sich diese auf die jeweils aktuelle Zeit. Da die WEA nur Winterzeit kennt, muss die Regel im Gültigkeitszeitraum der Sommerzeit von 21:00 bis 05:00 ausgeführt werden.

### Wo kann ich kontrollieren, welche Betriebsmodi/Leistungskennlinien in den Curtilment-Regeln verwendet werden können?

windPRO enthält einen WEA-Katalog mit über 1000 WEA-Modellen und deren Detaildaten. Bei neueren WEA-Typen sind üblicherweise LK für mehrere Betriebsmodi enthalten, diese sollten jedoch im Zweifel mit dem WEA-Hersteller auf Aktualität geprüft werden. Die Liste der verfügbaren LK ist im WEA-Objekt enthalten:



### “Standardwerte verwenden”

Wenn Sie “Standardwerte verwenden” aushaken, werden unter Leistungskennlinie im Dropdownmenü alle im WEA-Katalog verfügbaren Betriebsmodi angezeigt.

### “LK-/Schall-Paare verwenden”

Sie können Ihren eigenen Datensatz an Betriebsdaten auch über eine Kombination von LK- und Schalldaten aus dem WEA-Katalog erstellen. Diese LK-/Schall-Paare werden dann auch hier zur Auswahl angezeigt. Mehr zum Anlegen von Leistungs- und Schall-Paaren finden Sie in unserem [Wiki](#).

### “PowerMatrix verwenden”

Die PowerMatrix ist ein leistungsstarkes Format, in dem Leistungskennlinien in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsmodi, klimatischen Bedingungen (z.B. Turbulenz und Luftdichte) und Schallstufen enthalten sein können. Wird die PowerMatrix verwendet, werden Leistungs-Korrekturen unnötig und auch besondere Betriebsmodi, wie lastreduzierte Betriebsweisen, können einfach berücksichtigt werden.

Einige Hersteller nutzen bereits das PowerMatrix-Format. Wenn Sie Daten vermissen, sprechen Sie Ihren WEA-Hersteller darauf an, teilweise sind die Daten noch nicht öffentlich zugänglich.