

Leistungskennlinien von Windenergieanlagen – eine Black Box

Möglichkeiten und Grenzen der Überprüfung von Leistungskennlinien von in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen

von Jannes Henkel

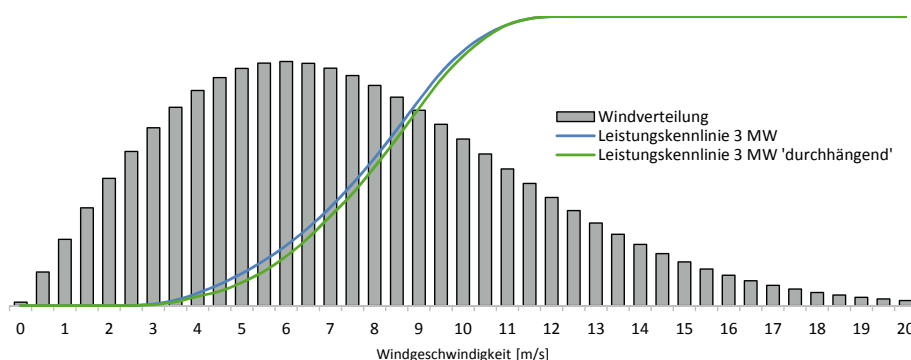
Die wirtschaftliche Bewertung eines in der Planung befindlichen Windparks erfolgt zumeist auf der Grundlage von Windgutachten. Windgutachten werden vor allem auf Basis von standortspezifischen meteorologischen Daten, den örtlichen Oberflächengegebenheiten und der Leistungskennlinie der geplanten Windenergieanlage (WEA) erstellt. Die meteorologischen Eingangsdaten stammen zumeist von Wetterdiensten oder aus Messdaten am Standort. Informationen zur Oberflächengegebenheiten werden meistens den kartografischen Diensten entnommen. Die Angaben zu den Leistungskennlinien stellen die WEA-Hersteller zur Verfügung. Die Abhängigkeit der abgegebenen elektrischen Leistung von der Windgeschwindigkeit wird entweder rechnerisch aus den Entwurfsdaten für Rotor und Antriebsstrang, oder durch Messungen in einem realen Windfeld ermittelt. Die Leistungskennlinien werden im Rahmen der Kaufverträge oftmals von den Herstellern lediglich zu 95% für einen Zeitraum von zwei Jahren ab Abnahme garantiert. Aus dem laufenden Betrieb ergeben sich aber häufig Zweifel an der Performance und der Einhaltung der garantierten Leistungskennlinie. Die Zweifel speisen sich

im ersten Schritt vor allem aus den Daten der WEA-eigenen Wind- und Leistungsmessung. Dort kann aber schon ein nicht korrekt eingestellter Korrekturfaktor in der Steuerung, eine hohe Messunsicherheit des verbauten Messinstruments oder eine Änderung beim Einbaustandort des Windgeschwindigkeitssensors zu einer Abweichung der Messwerte führen. Darüber hinaus ist das Messinstrument einer erhöhten Turbulenzbelastung in der Nachlaufströmung des Rotors ausgesetzt. Diese Daten können damit zu einer falschen Interpretation führen und sind als belastbarer Nachweis für die Leistungskennlinie unzureichend. Die Hersteller befinden sich aus Betreibersicht dabei in einer komfortablen Situation. Sollte der WEA-Eigentümer begründete Zweifel an der Einhaltung der Leistungskennlinie haben, so muss

dieser erst einmal auf seine Kosten den Nachweis liefern. Hierfür ist ein akkreditierter Gutachter mit der Vermessung der WEA nach IEC 6140012-1 zu beauftragen.

Unterschreitung der Leistungskennlinie im Teillastbereich kann in 20 Jahren bis zu 800.000 € je WEA kosten

Grundsätzlich stellt sich die Frage, wie stark der Einfluss einer Unterperformance der garantierten Leistungskennlinie auf eine Windparkinvestition sein kann und ob eine Messkampagne den finanziellen Aufwand wert ist. Besonders Augenmerk bei Leistungskennlinien ist stets auf den sogenannten Teillastbereich zu legen, da die meisten WEA hauptsächlich in diesem Bereich arbeiten. Es hat sich gezeigt, dass die volle Nennleistung zwar erreicht wird, aber der oft durchlaufene Teillastbereich



Auffälligkeiten zeigt. Der Teillastbereich hat damit einen erheblichen Einfluss auf die Energieerträge bei Nichteinhalten der garantierten Leistungskennlinie. Gegenüberstellungen von Realdaten mit den von Herstellern garantierten Leistungskennlinien zeigen des Öfteren ein „Durchhängen“ der realen Leistungskennlinie im Teillastbereich. Für das folgende Beispiel gilt die Annahme, dass die tatsächliche Leistungskennlinie im Teillastbereich unterschritten wird. Die mittlere Abweichung beträgt rund 5%. Die Beispiel-WEA wird mit einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 7,5 m/s mit einer für Norddeutschland typischen Weibull-Verteilung frei angeströmt. Sie gehört zur 3,0 MW Klasse und hat eine Nabenhöhe größer als 100 m. Die Vergütung wird mit 8,70 ct/kWh angenommen. Unter den gegebenen Eingangsgrößen ergibt sich zwischen der garantierten Leistungskennlinie und der „durchhängenden“ Leistungskennlinie eine Ertragsdifferenz von rund 470.000 kWh p.a., also rund 4% des möglichen Jahresenergieertrages. Mit dem angenommenen Vergütungssatz und einer Vergütungsdauer von 20 Jahren ergeben sich aufsummiert Mindereinnahmen von rund 800.000 €. Dieser Wert zeigt, dass eine Messkampagne nach IEC 6140012-1 entweder zusätzliche Umsätze bei einer Nachbesserung oder eine Zahlung aus der

Leistungskurvengewährleistung des WEA-Herstellers ermöglichen kann. Die Hürden für einen Nachweis sind allerdings außerordentlich hoch.

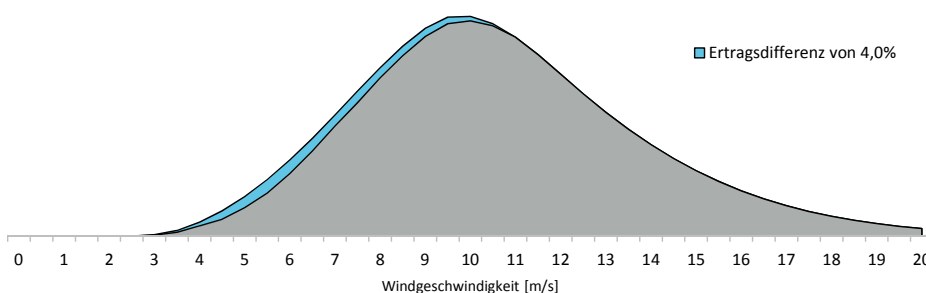
Leistungskennliniennachweis nach IEC 61400-12-1

Die IEC 61400-12-1 beschreibt ein Verfahren zur Messung des Leistungsverhaltens einer einzelnen WEA. Sie fordert unter anderem das Errichten eines Windmessmastes. Der Messstandort muss für eine Messung geeignet sein und muss auf mögliche Störungen der Anströmung bewertet werden. Es gilt die Annahme, dass die gemessene Windgeschwindigkeit am Windmessmast der an der Nabe entspricht. Die Messdaten werden in einem 10-min-Intervall erfasst und die ermittelte Leistungskennlinie aus den Messungen wird in 0,5 m/s-Schritten aufgelöst. Handelt es sich bei dem Standort der WEA jedoch um komplexes Gelände ist es sehr wahrscheinlich, dass eine Standortkalibrierung durchgeführt werden muss. Diese beinhaltet die Errichtung eines zweiten Windmessmastes am eigentlichen WEA Standort, bevor diese errichtet oder nachdem diese abgebaut worden ist. Dies ist praktisch nicht umsetzbar. Unter der Annahme, dass eine Messkampagne für einfaches Gelände für WEA mit Nabenhöhen größer als 100 m über 150.000 € kostet, wird klar, dass die finanzielle Hürde für den Betreiber zur Durchführung einer

Vermessung eher hoch ist. Dazu kommt, dass die Standortgegebenheiten innerhalb eines Windparks nur die Vermessung einer WEA zulassen und einige Standorte aufgrund der fehlenden freien Anströmsektoren nicht IEC-konform vermessbar sind. Im komplexen Gelände ist eine IEC-konforme Messung mit den derzeit geltenden Standards praktisch unmöglich. Erfolgt der Nachweis, dass die Leistungskennlinie unterhalb der Hersteller-garantie liegt, ist eine Nachverhandlung mit dem WEA-Hersteller möglich, so dass die Kosten für die Messkampagne von ihm getragen werden. Stellt sich jedoch heraus, dass die WEA innerhalb der garantierten Leistungskennlinie liegt, bleibt der Windparkbetreiber auf den hohen Kosten sitzen.

Neue Entwicklungen erscheinen vielversprechend

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die derzeitige Praxis den Betreiber eines Windparks benachteiligt, da eine Überprüfung nach IEC-Standard einen hohen finanziellen Aufwand bedeutet und die Messungen für große Windparks, wenn überhaupt, nur sehr schwer umsetzbar sind. Schlussfolgernd kann vorgebracht werden, dass eine Leistungskennliniengarantie derzeit nur einen eher geringen Wert für den Betreiber der WEA hat. Zudem gilt diese meist nur für zwei Jahre. Jedoch gibt es neue Entwicklungen im Bereich des Leistungskennliniennachweises. Aktuell wird die Windgeschwindigkeit und Windrichtung bei den meisten WEA mit Messgeräten erfasst, die auf der Gondel angebracht sind. Derzeit gibt es neue Systeme auf dem Markt, mit denen es möglich sein soll, den Leistungskennliniennachweis mit weniger finanziellem und logistischem Aufwand durchzuführen. Eines dieser Systeme arbeitet beispielsweise mittels Ultraschallsensoren



am Spinner in Kombination mit einem LIDAR-Messgerät und den SCADA-Daten. So ist eine dreidimensionale Erfassung des Windfelds möglich. Messgrößen wie Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Schräganströmung können erfasst werden. Dieses Messsystem ist laut Aussage des Herstellers seit April 2013 Bestandteil der aktuellen IEC 61400-12-2. Wird in der IEC auch noch verankert, dass mit solchen Systemen die Messung der Leistungskennlinie zukünftig möglich ist, wird für den Betreiber der Nachweis gegenüber dem Hersteller deutlich einfacher. Auch die Ausrüstung der WEA gleich nach Errichtung, z.B. ohne behördlichen Aufwand für die Genehmigung eines Windmessmastes, würde einen großen zeitlichen Vorteil bedeuten. Die Hersteller hingegen werden die Entwicklung mit großem Argwohn verfolgen, da eine solche Nachweismethode ein Ende ihrer derzeit komfortablen Situation bedeuten würde. Die Leistungskennliniengewährleistung könnte dann einen höheren Stellenwert in den WEA-Kaufverträgen einnehmen. Aus Betreibersicht bleibt zu hoffen, dass die Zulassung der alternativen Verfahren baldmöglichst erfolgt.