

Masterarbeit zur Richtcharakteristik von Windenergieanlagen im Fernbereich fertiggestellt

In der letzten Ausgabe der Good Vibrations September 2014 wurde über die ersten Erkenntnisse der von KÖTTER Consulting Engineers betreuten Masterarbeit zur Thematik der Richtcharakteristik von Windenergieanlagen im Fernbereich berichtet. Im Dezember 2014 sind die Forschungen im Rahmen der Masterarbeit abgeschlossen worden.

Die Masterarbeit ist mit dem Titel „Untersuchung der Richtcharakteristik von Windenergieanlagen im Fernbereich – Entwicklung eines wirtschaftlich-technischen Ansatzes zur Optimierung von leistungsreduzierten Betriebsweisen“ an der Hochschule Mannheim im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen eingereicht worden.

Im Rahmen der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse wurden nun insgesamt vier Windenergieanlagen (WEA) mit unterschiedlichen Typen und Betriebsweisen schalltechnisch vermessen. Die Anlagen weisen eine installierte Nennleistung im Bereich von 2 MW bis 3 MW auf. Zudem sind einige WEA mit schallreduzierten Betriebsweisen untersucht worden, um auf eine Möglichkeit einer Leistungserhöhung innerhalb der definierten Schallsektoren zu schließen.

Für die Durchführung der Messungen wurden in der Regel drei Messpunkte (MP) platziert. Der Referenzmesspunkt (RMP) wurde normkonform nach FGW-Richtlinie auf einer schallharten Bodenplatte untersucht (Emissionsmessung). Ein zweiter MP ist in Querwindrichtung in gleicher Entfernung vermessen worden (Q150), um die nachgewiesene Richtcharakteristik im Nahbereich zu bestätigen und daraus Erkenntnisse für eine Übertragbarkeit auf den Fernbereich zu schließen. Dies ist anhand der Ergebnisse rechnerisch nicht möglich. Der dritte MP (Q300) folgte dem Messaufbau mittels senkrechter Platte in einer Entfernung von ≥ 300 m ebenfalls in Querwindrichtung (Immissionsmessung), zudem mit einem definierten Öffnungswinkel. Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Messpunkte und den zusätzlichen Öffnungswinkel anhand der unterschiedlichen Rotorposition (a und b) auf.

Die Richtcharakteristik von Windenergieanlagen im Fernbereich von ≥ 300 m kann durch die Ergebnisse der Masterarbeit bestätigt werden. Zudem ist nachgewiesen worden, dass ebenfalls eine Schalldruckpegeldifferenz zwischen der Referenzrichtung (Mitwind-situation) und einem definierten Öffnungswinkel in Querwindrichtung besteht. Somit ist je nach Breite des Sektors eine Leistungsoptimierung möglich. Ein wichtiger Aspekt ist die Individualität jeder WEA, d. h. je nach Typ mit entsprechender Nennleistung und Betriebsweise variiert die Höhe der Pegeldifferenz. Die Pegeldifferenz resultiert aus dem am Q300 vermessenen Schalldruckpegel im Vergleich zu den Pegeln am RMP, nach DIN ISO 9613-2 auf 300 m umgerechnet. Die Auswertung zeigt bei einem z. B. untersuchten Öffnungswinkel von 15° Pegelunterschiede von mindestens $L = -2,0$ dB auf, die vor allem im Teillastbereich der Anlagen zu größeren Leistungsoptimierungen führen können. Dies ergibt einen Schallsektor von 30° (15° zu jeder Windrichtung). Mit größer werdenden Öffnungswinkeln weisen die Pegeldifferenzen im Fernbereich einen niedrigeren Wert auf, der in den durchgeführten Vermessungen ab 20° bis 30° im Bereich von $L = -1$ dB liegt, teilweise nur bis zu einer bestimmten Windgeschwindigkeit.

WINDENERGIE

Das Potenzial einer Leistungserhöhung mit Anwendung der Richtcharakteristik hängt stark von der geographischen Verteilung der Immissionsorte (IO) ab. Müssen für eine Optimierung mehrere IO berücksichtigt werden, wird vorab der größtmögliche Schallsektor bestimmt, bei dem die Immissionsrichtwerte beider IO trotz Leistungserhöhung eingehalten werden (jedoch maximal 15° für eine realistische Optimierung). Die Mittellinie des Schallsektors durchquert den maßgeblichen Immissionsort, sodass der Öffnungswinkel (zu beiden Seiten der Windrichtung) die größtmögliche Breite ergibt. Abbildung 2 zeigt das Schema der Sektorbildung, in dem R1 und R2 als Mittellinien der Schallsektoren aufgrund der IO-Position dargestellt und die Windrichtungen WR1 und WR2 als Orthogonalen mit den daraus resultierenden Schallsektoren S1 und S2 abgebildet werden.

Als Beispiel der Ausnutzung der vermessenen Richtcharakteristik von $L = -2,0$ dB dient die unten stehende Tabelle zur Darstellung. Demnach wäre eine Betriebsweise im Rahmen der Schallsektoren von 30° möglich, die unter normalen Bedingungen zu einer Überschreitung der Richtwerte um 2 dB(A) führen.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass eine Übertragbarkeit der einzelnen Ergebnisse auf weitere WEA des gleichen Typs aus statistischer Sicht derzeit nicht möglich ist. Daher ist für die Untersuchung einer möglichen Anwendbarkeit der Richtcharakteristik von WEA immer eine individuelle Vermessung notwendig.

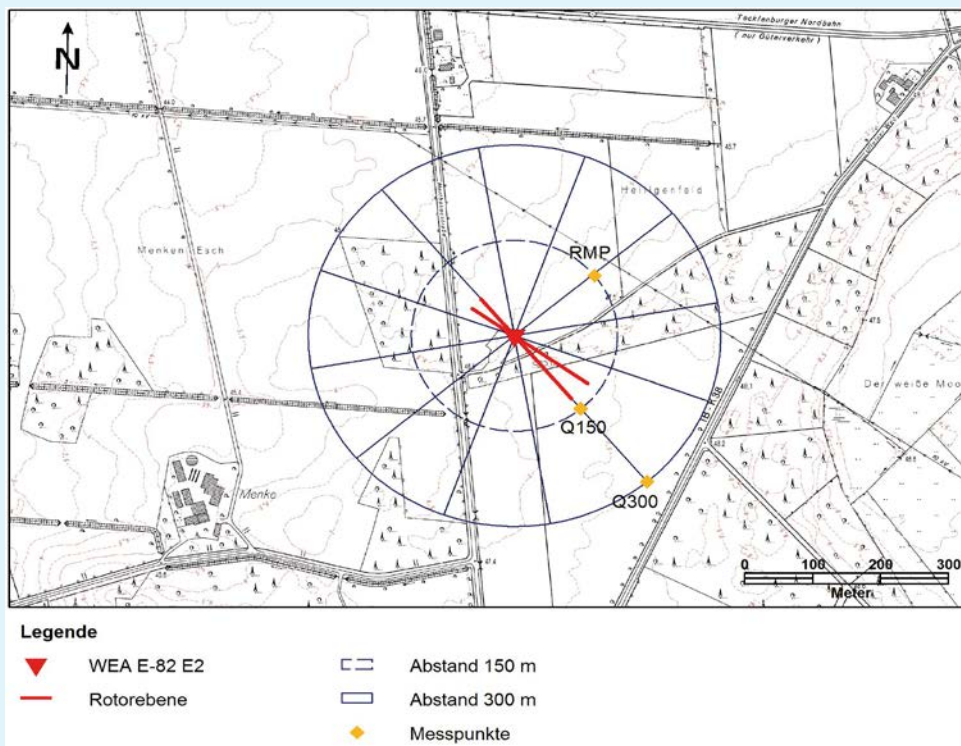


Abbildung 1:
 Aufbau von drei Messpunkten und
 Darstellung zweier Rotorstellungen mit a) und b)

WINDENERGIE

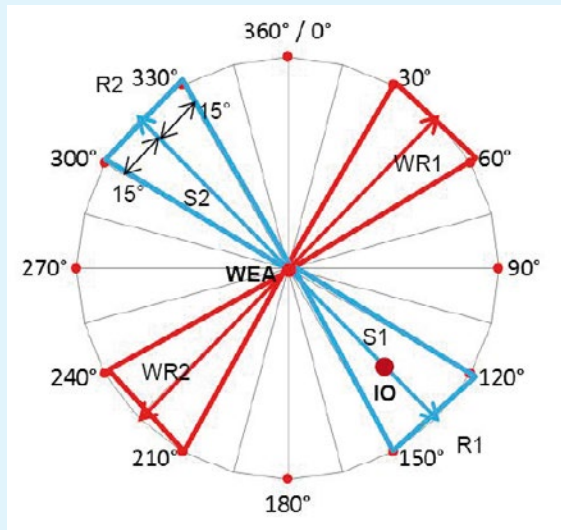


Abbildung 2:
Messaufbau Querwindsituation im Fernbereich (Rot: Windsektor, Blau: Schallsektor)

Werte nachts in dB(A)					
Immissionsort	Immissionsrichtwert	Beurteilungspegel GB	Richtwert-überschreitung GB	Pegeldifferenz $\Delta L_{90\%}$	Richtwert-überschreitung GB gerichtet
IP-1	35	37 (36,8)	2	-2,3	0
IP-2	35	37 (36,7)	2	-2,3	-1

Tabelle:
Ergebnis der Ausnutzung der vermessenen Richtcharakteristik im Fernbereich



Kontakt:
Thomas Schmatloch, B.Eng.
Telefon: +49 5971 9710-59
t.schmatloch@koetter-consulting.com