

Einfache Lösung mit doppelter Isolierung

Schall wird nicht immer positiv empfunden. Unter Umständen wirkt er störend oder im Extremfall sogar gesundheitsschädigend. Daher regeln in Deutschland verschiedene Richtlinien den Schutz des Menschen und der Umwelt vor Lärm.

Technisch begegnet man dieser Schutzbedürftigkeit durch lärmoptimierte Konstruktionen von Maschinen sowie durch schall- und schwingungsisolierte Aufstellungen. Der Zweck der Maschinenaufstellung ist dabei zum einen die Verminderung des direkt abgestrahlten Luftschalls. Zum anderen soll die Einleitung von so genanntem Körperschall in den Untergrund verhindert werden.

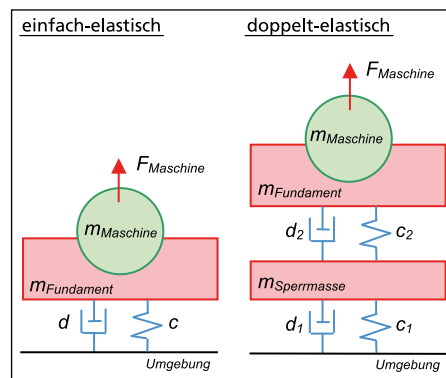
Eine wirksame Maßnahme zur Reduzierung von Körperschall ist die elastische Lagerung. In der Abbildung 1 links ist diese schematisch dargestellt. Eine Maschine wird dabei auf einen Rahmen oder ein Fundament aufgesetzt. Dieser Unterbau wird von Federn und ggf. sogar zusätzlich speziellen Schwingungsdämpfern getragen. Korrekt ausgelegt sind die dynamischen Kräfte, die in den Aufstellungsort eingeleitet werden, wesentlich geringer als die Erregerkräfte der Maschine selbst. Typische Federelemente einer solchen Isolierung sind Elastomere, Schraubenfedern, Metallgeflechte oder Luftfedern.

In vielen Fällen ist eine einfach-elastische Lagerung nicht ausreichend, wenn zum Beispiel aufgrund einer speziellen Schutzbedürftigkeit oder baulicher Besonderheiten besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Dann kann der Einsatz einer doppelt-elastischen Lagerung, die aus einer Sperrmasse und zwei bedämpften Federelementen besteht (Abbildung 1 rechts), eine sinnvolle Alternative sein.

In einem konkreten Fall fühlten sich Bewohner eines Wohnhauses durch Geräusche gestört. Als Quelle wurde eine im Dachgeschoss installierte Kälteanlage vermutet. Zur Beurteilung der Situation wurden zunächst kombinierte Luft- und Körperschallmessungen vor Ort durchgeführt.

Die Untersuchungen zeigten, dass über die verwendeten Gummipuffer unterhalb der Kälteanlage Körperschall auf das Bauwerk übertragen und in den Wohnungen als Luftschall abgestrahlt wurde. Der für den

Nachtzeitraum relevante Immissionsrichtwert nach DIN 4109/A1 wurde um bis zu 10 dB überschritten. Zudem wurde ein markanter Ton in den Wohnungen bei der Betriebsfrequenz der Kälteanlage festgestellt.



▲ **Abbildung 1:** Prinzipieller Aufbau einer Maschinenaufstellung

Zur Reduzierung der Körperschallübertragung wurde eine Optimierung der Schwingungsisolierung vorgeschlagen. Die eingebauten Gummipuffer des Verdichters sollten durch doppelt-elastische Lagerungen ersetzt werden. Der Vorteil gegenüber einer einfach-elastischen Lagerung besteht in einer wesentlich höheren Isolierwirkung, insbesondere bei höherfrequenten Schwingungen. Dies ist in Abbildung 2 in Form des theoretischen Frequenzganges dargestellt.

In dem beschriebenen Fall konnte durch die Sanierung der Aufstellung die Geräuschbelastigung beseitigt werden. Der beurteilungsrelevante Immissionsrichtwert wurde

Fortsetzung Seite 2 ▶

Frischer Wind

Die Windenergiebranche in Deutschland verzeichnete in 2014 einen Leistungszuwachs von fast 4.400 MW!

Diese Dynamik im Bereich Windenergieanlagen konnten auch wir in unserem Unternehmen spüren. Daher haben wir im vergangenen Jahr unser Leistungsportfolio um den Bereich „Schattenwurfprognosen“ erweitert und mit Herrn Thomas Schmatloch, M.Sc. unser Team verstärkt.

Der Windsaison 2015 schauen wir somit optimistisch entgegen und laden Sie herzlich ein, an unserem 8. Rheiner Windenergie-Forum im März teilzunehmen.



Mehr aus dem Fachgebiet Windenergie finden Sie auf den Seiten 2 und 3.

Ihr
Dr.-Ing. Johann Lenz

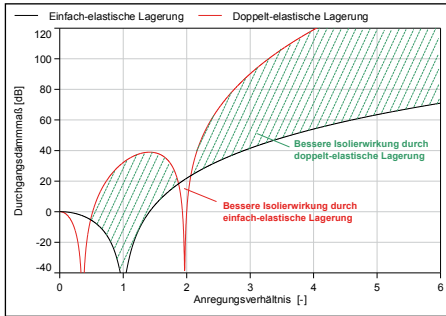
▶▶▶ INHALT ▶▶▶

- ▶ **Einfache Lösung mit doppelter Isolierung**
- ▶ **DAKs Akkreditierung**
- ▶ **Schattenwurfprognose erweitert das Aufgabenfeld im Bereich Windenergie**
- ▶ **Masterarbeit zur Richtcharakteristik von Windenergieanlagen im Fernbereich fertiggestellt**
- ▶ **Unterbringung auf "höchstem Niveau"**

Phantasie ist wichtiger als Wissen, denn Wissen ist begrenzt.

Albert Einstein

Fortsetzung von Seite 1 ▶



▲ **Abbildung 2:** Vergleich des Frequenzganges einer einfach- und einer doppelt-elastischen Lagerung

nach Umsetzung der Maßnahmen deutlich unterschritten. Beschwerden der Bewohner durch den übertragenen Körperschall gehören damit der Vergangenheit an. Gerne stehen wir Ihnen in allen Fragen zur Schwingungsisolierung zur Seite. Rufen Sie uns an.



Dipl.-Ing.
Thomas Giemsa
thomas.giemsa@
koetter-consulting.com

DAkKS Akkreditierung

Seit Dezember 2014 ist KCE ein durch die DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium für die Ermittlung von Geräuschen und Erschütterungen (Emissionen und Immissionen).

Als bekanntgegebene Messstelle nach § 26 BImSchG hatte sich KÖTTER Consulting Engineers (KCE) bereits in der Vergangenheit als zuverlässiger Partner etabliert. Notwendige Voraussetzung hierfür ist mittlerweile eine Akkreditierung durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkKS), die als unabhängige Einrichtung die fachliche Kompetenz von Laboratorien, Inspektions- und Zertifizierungsstellen begutachtet, bestätigt und überwacht. KCE hat diese Akkreditierung nun erfolgreich abgeschlossen.

Zudem haben wir seit 2014 unser Arbeitsschutzmanagementsystem (AMS) eingeführt und hinsichtlich internationaler Standards erweitert. Hierzu wurde das Unter-

nehmen von der VBG geprüft und erhielt im Januar 2015 die Bestätigung über die Erfüllung der AMS-Standards.

Mit diesen Maßnahmen wurden weitere Bausteine im Bereich der Qualitätssicherung gelegt. KCE verfügt in all seinen Leistungsbereichen über ein etabliertes Qualitätsmanagement. Die verschiedenen Qualifikationen und Zertifikate sind Ausdruck der hohen Standards, nach denen unsere Ingenieure arbeiten und mit denen wir unseren Kunden ein Höchstmaß an Qualität zusichern.

Mehr Informationen zum Thema finden Sie auch unter www.koetter-consulting.com in der Rubrik „Unternehmen“.



Schattenwurfprognose erweitert das Aufgabenfeld im Bereich Windenergie

Als Bestandteil des Genehmigungsprozesses für Windenergieprojekte werden anhand von Schattenwurfprognosen die optischen Einwirkungen der geplanten Anlagen auf den Menschen überprüft. Mit der Aufnahme in das Bearbeitungsportfolio erweitert KÖTTER Consulting Engineers (KCE) das Aufgabenfeld im Fachgebiet Windenergie.

Durch Windenergieanlagen können laut Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) optische Wirkungen entstehen, die durch periodischen Schattenwurf der Rotorblätter zu störenden Beeinträchtigungen führen können. Daher fordern die Genehmigungsbehörden ein Schattenwurfgutachten zur Überprüfung dieser Schattenzeiten, um dadurch Gegenmaßnahmen zu veranlassen.

immissionen (LAI), wird die astronomisch maximal mögliche Schattendauer für betroffene Immissionsorte berechnet. Dabei dürfen die Grenzwerte von 30 Minuten pro Tag und 30 Stunden pro Jahr für einen Immissionsort nicht überschritten werden.

Für die geplanten WEA untersucht KCE anhand der Standortgegebenheiten die Schattenwurfzeiten auf die umliegenden Immissionsorte. Ist eine Vorbelastung am Standort gegeben, werden für die geplante Zusatzbelastung die Restkontingente der Schattenzeiten ermittelt.

Anhand von Ortsterminen werden die Immissionsorte fotografisch aufgezeichnet, um daraus die betroffenen Fassaden zu ermitteln. Zudem gibt KCE Empfehlungen zu Abschaltstrategien.



▲ **Abbildung:** Beispielhafte Schattenwurfaustrahlung von sechs WEA (blau = Vorbelastung, rot = Zusatzbelastung) mit Darstellung der Grenzwerte 30 h/a (Raster) und 30 Minuten/Tag (Linie)

Bei Fragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Thomas
Schmatloch, M.Sc.
thomas.schmatloch@
koetter-consulting.com



Die astronomisch maximal mögliche Schattendauer wird für betroffene Immissionsorte ermittelt.

Im Rahmen der Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen vom Länderausschuss für Immissionsschutz, Arbeitskreis Licht-

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.

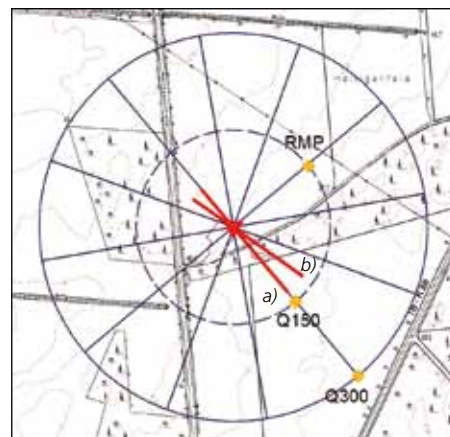
Im Rahmen der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse wurden nun insgesamt vier Windenergieanlagen (WEA) mit unterschiedlichen Typen und Betriebsweisen schalltechnisch vermessen. Die Anlagen weisen eine installierte Nennleistung im Bereich von 2 MW bis 3 MW auf. Zudem sind einige WEA mit schallreduzierten 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 (Mitwindssituation) 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 $\Delta L = -2,0$ 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 $\Delta L = -1$ dB liegt, teilweise nur bis zu einer bestimmten Windgeschwindigkeit.

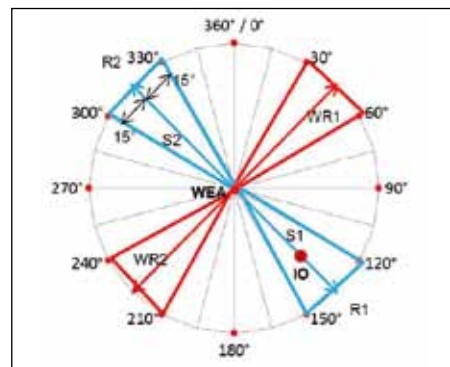
Das Potential einer Leistungserhöhung mit Anwendung der Richtcharakteristik hängt stark von der geographischen Verteilung der Immissionsorte (IO) ab. Müssen für eine Optimierung mehrere IO berücksichtigt werden, wird vorab der größtmögliche Schallsektor bestimmt, bei dem die Immissionsrichtwerte beider 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



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

und WR2 als Orthogonalen mit den daraus resultierenden Schallsektoren S1 und S2 abgebildet werden.

Als Beispiel der Ausnutzung der vermessenen Richtcharakteristik von $\Delta L = -2,0$ 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.



▲ **Abbildung 2:** Messaufbau Querwindssituation im Fernbereich (Rot: Windsektor, Blau: Schallsektor)

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.

Thomas Schmatloch, M.Sc.
thomas.schmatloch@koetter-consulting.com

Werte nachts in dB(A)					
Immissionsort	Immissionsrichtwert	Beurteilungspegel GB	Richtwertüberschreitung GB	Pegeldifferenz $\Delta L_{90\%}$	Richtwertüberschreitung 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

Unterbringung auf "höchstem Niveau" Eröffnung der Komfortstation 6A der Raphaelsklinik Münster

Ein Blick durch die Fenster der sechsten Etage eröffnet das traumhafte Innenstadtpanorama von Münster, mit Dom, St. Lamberti oder den historischen Giebeln des Prinzipalmarkts. Hier an höchster Stelle der Raphaelsklinik können seit November die Patienten der neuen Komfortstation 6A in einer ganz besonderen Umgebung auf eine baldige Genesung hoffen.

Dem Grundsatz folgend, dass sich die Umgebung heilend auf den Genesungsprozess des Menschen auswirkt, wurden bereits im Planungsprozess wesentliche Aspekte der sogenannten *heilenden Architektur* berücksichtigt. Die barrierefreien 17 Einbettzimmer der Station bieten einen gehobenen Hotel-Standard, u.a. mit Kühlschrank, freiem W-LAN und geräumigen Badezimmern.

Die ausgearbeiteten Maßnahmen zur **Bau- und Raumakustik** steigern das Wohlbefinden der Patienten: sie sichern die Privatsphäre durch Reduzierung des Schallpegels und bieten eine gute akustische Behaglichkeit. Eine besondere Herausforderung beim Schallschutz bestand darin, die erhöhten Anforderungen im Hinblick auf die Schalldämmung der Außenbauteile



► **Abbildung:** Patientenzimmer mit Panoramablick und Empfangsbereich

Die Zielsetzung einer hohen Unterbringungsqualität wird durch eine Vielzahl von Faktoren, wie Orientierung, Licht, Farbe, Geräusche sowie Raumklima beeinflusst. Mithilfe der bauphysikalischen Beratungsleistung von KÖTTER Consulting Engineers (KCE) konnte dieses Ziel erreicht werden.

und zwischen den Zimmern unter Berücksichtigung einer aus statischen Gründen erforderlichen Leichtbauweise zu erfüllen.

Im Bereich **Wärmeschutz** galt es, thermisches Wohlfühlgefühl und Energieeffizienz in Einklang zu bringen. Mit einer optimierten

Auslegung der Gebäudehülle für Winter- und Sommertage gelingt es dem Klinikum, ein optimales Raumklima zu schaffen und die Energiekosten zu senken.

KCE wünscht den Patienten der „Panoramastation“ eine hohe Aufenthaltsqualität und baldige Genesung!



Dipl.-Ing.
Helmut Hinkers
helmut.hinkers@
koetter-consulting.com

**Termin
vormerken!**

13. bis 17. April 2015



Besuchen Sie uns auf unserem
Messestand in Halle 27,
Stand E40!

KCE-Seminare

Windenergie & Schall

Tag 1: Grundlagen | Tag 2: Vertiefung
29. und 30. September 2015
mit Versuchsvorführungen und
Hörbeispielen

Referent: Dipl.-Ing. Oliver Bunk,
Fachgebietsleiter Windenergieanlagen

Technische Akustik

Teil 1 + 2

25. und 26. November 2015
Referent: Dipl.-Ing. Robert Missal
Fachgebietsleiter Technische Akustik

Mehr Informationen und Anmeldung
unter: www.kce-akademie.de

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG

Bonifatiusstraße 400
D-48432 Rheine
Tel. +49 5971 9710-0
Fax +49 5971 9710-43
E-Mail: info@koetter-consulting.com

Handelsregister Steinfurt HRA 4948
Ust-IDNr.: DE 814 561 321
Komplementär:
KÖTTER Consulting Engineers Verw.-GmbH
Geschäftsführer: Margret Grobosch, Dr.-Ing. Johann Lenz

www.koetter-consulting.com

KÖTTER Beratende Ingenieure Berlin GmbH

Balzerstraße 43
D-12683 Berlin
Tel. +49 30 526788-0
Fax +49 30 5436016
E-Mail: berlin@koetter-consulting.com

Handelsregister Berlin HRB-Nr. 44230
Ust-IDNr.: DE 157 53 44 94
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Bernd Fleischer

www.kbi-berlin.de

