

## Der Klang macht die Musik.



Ganz gleich, ob es um die Klangoptimierung eines Produktes oder um die akustische Parameterbestimmung einer

Konzertgalerie geht – wir haben für beide Anliegen ein offenes Ohr.

Unser neu errichteter Bauakustik-Prüfstand, den wir Ihnen auf Seite 4 vorstellen, bietet beste Möglichkeiten, ohne äußeren Störeinfluss die akustischen Eigenschaften eines Produktes zu bestimmen und gezielt Veränderungen daran vorzunehmen.

Doch nicht alles lässt sich in einem Prüfstand analysieren. Zur akustischen Beurteilung der historischen Konzertgalerie Bagno und dem Vergleich mit anderen klassischen Konzertsälen haben wir erstmalig eine messtechnische Untersuchung „live“ vor Ort mit Publikum durchgeführt.

Mehr über dieses Projekt erfahren Sie auf Seite 2.

Ihr Dr.-Ing. Johann Lenz

## Inhalt

- Mehrzweckraum im Appartementhaus – havelbau FERIENLOFTS.
- Musik trifft Technik.
- Viel hilft viel, aber zu viel ist beim Gehörschutz nicht ratsam!
- Fertigstellung des neuen bauakustischen Prüfstands.
- Schalltechnische Messungen von Windenergieanlagen im Wald.
- Erste Erfahrungen mit dem Interimsverfahren.

## Mehrzweckraum im Appartementhaus – havelbau FERIENLOFTS.

Durch den Brandenburger Architekten Detlef Delfs wurde eine im Jahr 1879 errichtete Kammgarnspinnerei einer neuen Bestimmung zugeführt. So entstanden z. B. aus der historischen Sheddachhalle hochwertige, unmittelbar an der Havel befindliche Eigentumswohnungen sowie aus der zu DDR-Zeiten errichteten Produktionshalle im 1. Bauabschnitt ein Verbrauchermarkt. In einem weiteren Bauabschnitt entsteht derzeit eine Kindertagesstätte. Ein weiteres Gebäude wurde zu Ferienlofts bzw. einem Appartementhaus umgebaut.

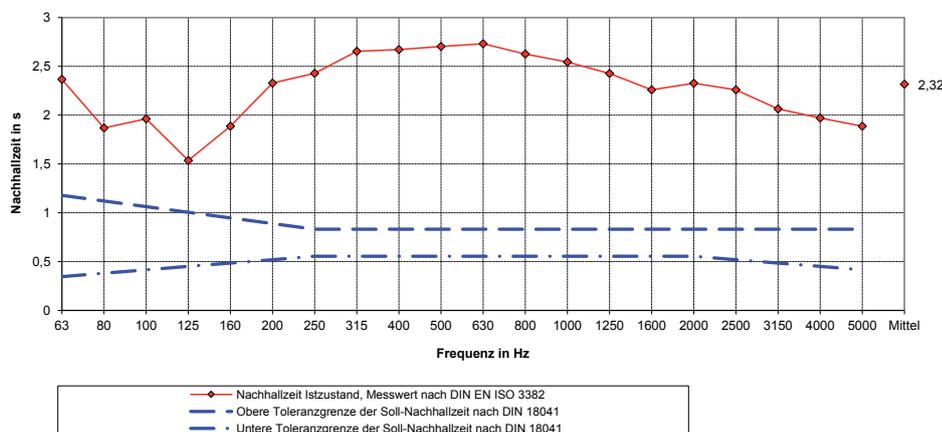


Abb. 1: Frequenzverlauf der im geplanten Tagungsraum gemessenen Nachhallzeit (ohne Personen).

Im Kopfbau des Appartementhauses sollte ein bestehender Raum zur Nutzung für Feierlichkeiten, Events und Tagungen mit bis zu 50 Personen umgebaut werden. Aufgrund der (schall-)harten Raumbegrenzungsflächen wies der Raum im Bestand eine hohe Halligkeit auf, welche für die Realisierung der Nutzung reduziert werden musste.

Als Grundlage der Auslegung von raumakustischen Maßnahmen erfolgten Messungen zur Nachhallzeit des Raumes im Bestand nach DIN EN ISO 3382-2. Für die Optimierung der Raumakustik wurden die Anforderungen der DIN 18041 zugrunde gelegt sowie die baulichen Gegebenheiten und die geplante Raumausstattung berücksichtigt. Die Messung ergab den in Abbildung 1 dargestellten frequenzbezogenen Nachhallzeitverlauf.

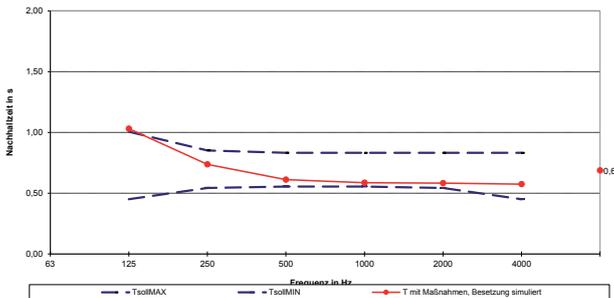
Die Berechnungen erfolgten anhand eines raumakustischen Modells, welches auf Basis der Nachhallzeitmessungen erstellt wurde.

Als raumakustische Maßnahme kamen in Abstimmung mit dem Architekten, unter Berücksichtigung des Gestaltungskonzeptes mit einer sichtbaren Bestandskonstruktion, von der Decke abgehängte schallabsorbierende Industrie-Kuben zur Anwendung (s. Abb. 3 nach Realisierung). Simulationsrechnungen unter Berücksichtigung der Bestandssituation sowie den Einbau von 60 Akustik-Kuben ergaben den in Abbildung 2 dargestellten Frequenzverlauf der Nachhallzeit.

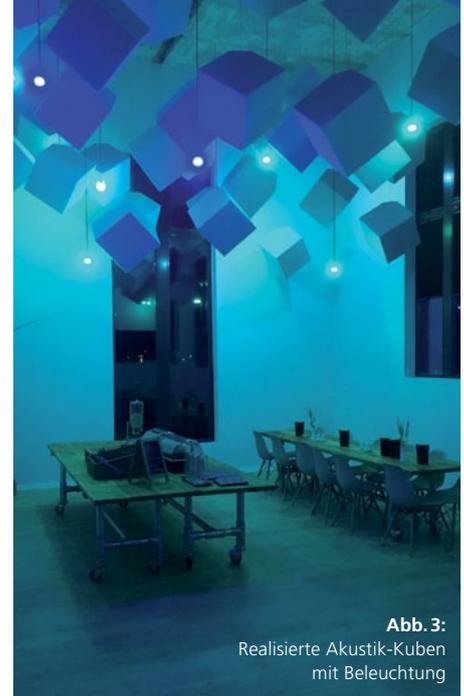
Fortsetzung von Seite 1

Der unter Berücksichtigung der raumakustischen Maßnahmen rechnerisch ermittelte Nachhallzeitverlauf liegt zwischen 125 Hz und 4 kHz im nach DIN 18041 zulässigen Toleranzbereich.

Nach Durchführung erster Events und Tagungen wurde vom Architekten und Gästen ausnahmslos eine hervorragende



**Abb. 2:** Frequenzverlauf der im geplanten Tagungsraum rechnerisch zu erwartenden Nachhallzeit bei Einbau von Akustik-Kuben.



**Abb. 3:** Realisierte Akustik-Kuben mit Beleuchtung



**Dipl.-Ing. Bernd Fleischer**  
Telefon: +49 30 526788-16  
b.fleischer@koetter-consulting.com

## Musik trifft Technik.

### Schalltechnische Vermessung der Bagno-Konzertgalerie

Der VDI Münsterländer Bezirksverein feierte in diesem Jahr sein 70-jähriges Bestehen mit einem besonderen Projekt. Zusammen mit KÖTTER Consulting Engineers (KCE) wurde die Akustik der Bagno Konzertgalerie in Steinfurt vermessen. Die Konzertgalerie ist der älteste freistehende Konzertsaal in Europa. Stuck, Skulpturen, die Fenster, die Bestuhlung, all dies hat Auswirkungen auf die Akustik. Die Messungen mit und ohne Bestuhlung

(s. unteres Bild) wurden bereits im Juli vorgenommen. Jetzt fehlte noch die Messung bei vollem Haus. Daher hat der VDI seine Jubiläumsveranstaltung am 16.11.18 unter das Motto: „Musik trifft Technik“ gestellt. Rund 200 Gäste erlebten also nicht nur ein Konzert, sondern auch die schalltechnische Vermessung des Bagno.

Unter der Leitung von Sven Rechenberger, Projektleiter für Technische Akustik und

Immissionen bei KCE und unserem Dr. Johann Lenz, wurde die Messung erfolgreich durchgeführt. Mit generierten Hörbeispielen und dem bisher aufgezeichneten akustischen Fingerprint des Bagno wurden vorab die wichtigsten Parameter und seine Auswirkungen auf das Publikum vorgestellt und diskutiert.

Nach Auswertung der Messungen soll ein Vergleich mit anderen Konzertgalerien veröffentlicht werden.

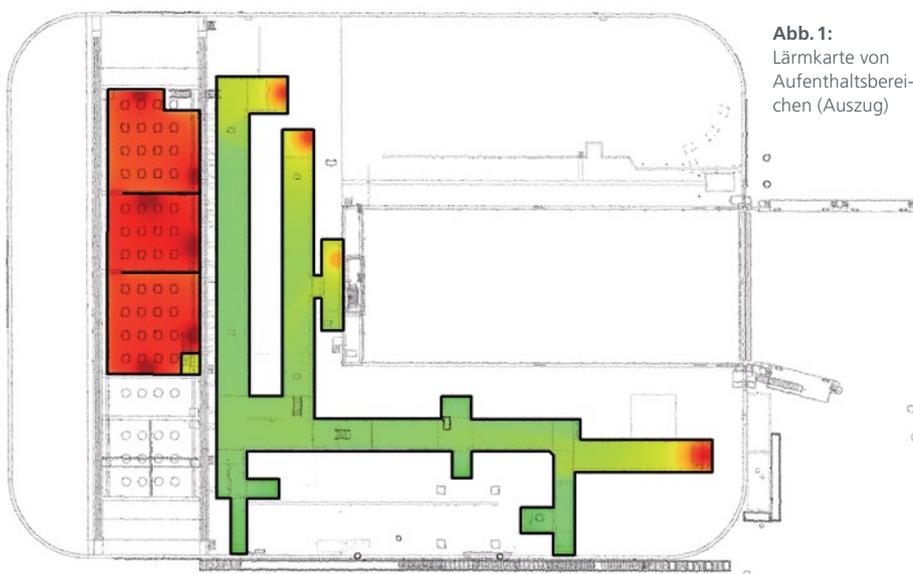


# Viel hilft viel, aber zu viel ist beim Gehörschutz nicht ratsam!

Lärmschwerhörigkeit ist eine in Deutschland anerkannte Berufskrankheit. Daher sind Arbeitgeber verpflichtet, alle Mitarbeiter vor den Folgen hoher Lärmbelastung zu schützen. Um Lärmschwerhörigkeit vorzubeugen, stellen viele Unternehmen ihren Mitarbeitern Gehörschutz zur Verfügung. Allerdings kann die Verwendung eines falschen Gehörschutzes neue Gefahren hervorrufen. Das folgende Projektbeispiel zeigt, wie Risiken durch die Auswahl von geeignetem Gehörschutz vermieden werden können.

Die DEA Deutsche Erdoel AG betreibt in der deutschen Nordsee, etwa 7 km vom schleswig-holsteinischen Festland entfernt, die Bohr- und Förderinsel Mittelplate. Sehr hohe Sicherheitsstandards lassen hier unter besonderen Auflagen die Ölförderung zu. In diesem Zusammenhang wird regelmäßig die Lärmsituation auf der Bohrplattform Mittelplate kontrolliert. Grenzwerte über unzulässigen Lärm am Arbeitsplatz sind in der Lärm-VibrationsArbSchV gesetzlich verankert und wurden von KÖTTER Consulting Engineers durch orts- und personenbezogene Schallmessungen im Außenbereich und in den Produktionshallen überprüft. Bei personenbezogenen Messungen wird die individuelle Geräuschbelastung eines einzelnen Probanden mittels eines Lärmdosimeters (ein am Körper getragenes Schallpegelmessgerät) in seiner Arbeitsschicht erfasst. Ortsbezogene Schallmessungen eignen sich zur Visualisierung der Lärmsituation in unterschiedlichen Arbeitsbereichen.

Die farbliche Darstellung der Lärmsituation (Abb. 1) ermöglicht es dem Auftraggeber, gezielt Lärmbereiche zu lokalisieren und diese als solche zu kennzeichnen.

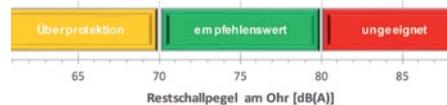


**Abb. 1:**  
Lärmkarte von Aufenthaltsbereichen (Auszug)

**Tabelle 1:**  
Auszug aus den Berechnungsergebnissen

Bereich	ortsbezogener Expositionspegel [dB(A)]	Restschallpegel unter Verwendung von Otoplastiken [dB(A)]				
		Filter A SNR = 31 dB	Filter B SNR = 27 dB	Filter C SNR = 23 dB	Filter D SNR = 15 dB	Filter E SNR = 11 dB
Bereich A	102	78	81	84	91	96
Bereich B	99	72	76	81	89	94
Bereich C	96	71	75	78	86	90
Bereich D	94	72	75	76	83	88
Bereich E	92	69	72	74	81	86
Bereich F	90	68	71	73	79	84
Bereich G	89	63	67	71	79	83
Bereich H	88	62	67	70	77	82
Bereich I	87	60	64	69	77	80
Bereich J	86	63	67	69	75	80
Bereich K	86	65	67	68	75	80

In Bereichen mit ortsbezogenen Expositionspegeln von > 85 dB(A) zieht dies Präventionsmaßnahmen nach sich. Eine Möglichkeit ist die Bereitstellung einer persönlichen Schutzausrüstung in Form von Gehörschützern. Bei der Auswahl des Gehörschutzes sind neben akustischen Eigenschaften auch ergonomische



**Abb. 2:**  
Schema zur Bewertung der Schutzwirkung von Gehörschützern

Faktoren und die Arbeitsumgebung zu berücksichtigen. Am Ohr des Mitarbeiters ist bei Benutzung des Gehörschutzes ein Restschallpegel von 70 bis 80 dB(A) anzustreben. Eine zu hohe Schalldämmung (Überprotektion) muss jedoch vermieden werden, da sonst die Sprachverständlichkeit am Arbeitsplatz stark beeinträchtigt wird. Insbesondere die fehlende Wahrnehmbarkeit von Störfallsignalen erhöht das Risiko schwerer Arbeitsunfälle!

Dieses Risiko war dem Kunden bewusst, sodass im Rahmen der Projektbearbeitung die Möglichkeit zur Verwendung von Gehörschutzotoplastiken überprüft wurde. Otoplastiken sind individuell an das Ohr des Trägers angepasste Formstücke, deren akustische Eigenschaften durch verschiedene Filterelemente eingestellt werden können. Zur Auswahl standen mehrere Filter mit frequenzabhängig unterschiedlichen Schalldämmwerten (SNR-Werte).

Die Berechnungsergebnisse nach der Oktavband-Methode in Tabelle 1 zeigten, dass es keinen universellen Gehörschutz gibt, welcher die Anforderungen für alle Lärmbereiche erfüllt: Die Otoplastik mit der höchsten Schutzwirkung (Filter A) erfüllt die Anforderungen des Arbeitsschutzes, erhöht aber durch starke Überprotektion das Risiko mangelhafter Wahrnehmung von Sprache und Warnsignalen. Otoplastiken mit geringerer Schalldämmung (Filter D und E) erlauben gute Wahrnehmbarkeit, können aber den Anforderungen des Arbeitsschutzes nicht gerecht werden. Diese Erkenntnis floss in die Gefährdungsbeurteilung des Arbeitgebers ein.

Das beschriebene Projektbeispiel zeigt, dass der Gehörschutz mit den höchsten Schalldämmwerten nicht zwangsläufig auch der beste sein muss. Halten Ihre Mitarbeiter sich im Lärmbereich auf? Planen Sie Lärminderungsmaßnahmen zur Verbesserung der Lärmsituation? Zögern Sie nicht, rufen Sie an.



**Dipl.-Ing. Frank Henkemeier**  
Telefon: +49 5971 9710-12  
f.henkemeier@koetter-consulting.com

# Fertigstellung des neuen bauakustischen Prüfstands.

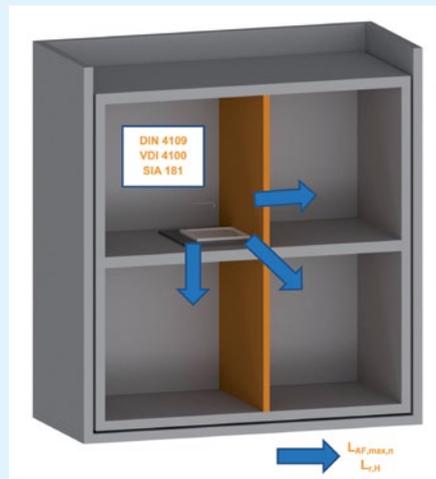
## Messung von Installations- und Benutzungsgeräuschen an haustechnischen Anlagen

Geräusche durch das Wasserprasseln, die z.B. beim Duschen in angrenzenden schutzbedürftigen Räumen auftreten, ob in Mehrfamilienhäusern oder in Hotels, können nerven. Die maximal zulässigen Schalldruckpegel sind in Deutschland in der DIN 4109, die im Januar 2018 neu erschienen ist, festgelegt. Erhöhte Anforderungen können auf der Grundlage der VDI 4100 festgelegt werden, in der für drei Schallschutzstufen zugehörige Anforderungswerte angegeben sind.

In der Schweiz ist die SIA 181 in Entsprechung der DIN 4109 einzuhalten. Ergänzend zu den Funktionsgeräuschen sind in der Schweiz zudem, anders als in Deutschland, Anforderungen an sogenannte Benutzungsgeräusche festgelegt. Dies sind Geräusche, deren Höhe beeinflussbar durch den Nutzer, also nutzerabhängig sind. Dazu zählen z. B. das Schließen von WC-Deckeln, das Rutschen in Badewannen u.s.w.. Zur Objektivierung der Messergebnisse wird zur Simulation von Benutzungsgeräuschen der EMPA Pendelfallhammer verwendet, mit dem die jeweilige haustechnische Anlage oder sonstige feste Einrichtung (wie z.B. Duschtasse) angeregt wird.

Neben der baulichen Situation wie Deckenstärken und flächenbezogene Masse der Wände sowie der räumlichen Zuordnung „schutzbedürftiger Raum“ zu Bad sind vor allem die akustischen Eigenschaften der Duschtasse bzw. des Duschelement-Aufbaus für die Höhe der auftretenden Geräusche durch Wasserprasseln sowie durch die vom Pendelfallhammer induzierten Geräusche verantwortlich. Diese Geräusche lassen sich nicht konkret vorherberechnen. Die einzige Möglichkeit zur Bestimmung der Geräusche ist eine messtechnische Baumusterprüfung.

Die vorhandenen bauakustischen Prüfstände bei KÖTTER Consulting Engineers wurden nun dahingehend erweitert, dass eine typische Musterbausituation mit der Raumanordnung Bad über Bad mit jeweils angrenzendem Wohnraum („schutzbedürftiger Raum“) zur Verfügung steht. So können die Schalldruckpegel im Raum neben dem Bad, unter dem Bad und diagonal unter dem Bad ermittelt werden. Die gesamte Einheit ist in einer Raum-in-Raum-Bauweise errichtet, durch die mögliche Störgeräusche optimal isoliert werden.



**Abb.:**  
Querschnitt durch den neuen bauakustischen Prüfstand

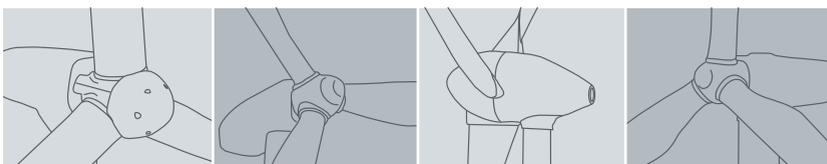
Neben der Messung an Duschwannen können an weiteren Sanitärgegenständen wie z.B. an Badewannen (Füllgeräusche, Benutzungsgeräusche) und an Toiletten (Spülvorgang) Messungen durchgeführt werden. Die Messungen erfolgen im Rahmen von Produktentwicklungen bzw. -optimierungen sowie zur Erstellung von Prüfzeugnissen. Die Entwicklung und Optimierung zielt in der Regel nur auf eine Minimierung der Störpegel in der Nachbarwohnung ab. Mittlerweile besteht aber z.B. bei Duschköpfen oder Waschbecken sowie bei vielen anderen Produkten der Wunsch, das akustische Design zu optimieren, um so Wettbewerbsvorteile zu generieren.

Die neuen Prüfstände stehen in Kürze zur Prüfung entsprechender Sanitärgegenstände oder zur akustischen Produktoptimierung zur Verfügung. Rufen Sie uns gerne an, wenn Sie Fragen haben oder wir auch für Sie Messungen in unserem neuen Prüfstand durchführen dürfen.



**Dipl.-Ing. Helmut Hinkers**  
Telefon: +49 5971 9710-14  
h.hinkers@koetter-consulting.com

Bestellen Sie jetzt unseren aktuellen **Flyer zum Bauakustik-Prüfstand!** Senden Sie eine E-Mail an: [nyhuis@koetter-consulting.com](mailto:nyhuis@koetter-consulting.com)



## KCE-Veranstaltungen 2019

■ 10. Rheiner Windenergie-Forum 2019 am 27. und 28. März 2019

Weitere Informationen und Anmeldung unter:  
[www.koetter-consulting.com/windenergie-forum-2019](http://www.koetter-consulting.com/windenergie-forum-2019)

Das Ganze sehen.

ERWEITERUNG UNSERES BAUAKUSTIK-PRÜFSTANDS

**Wir bieten Ihnen:**

- Akustische Abnahmemessungen
- Unterstützung bei Ihrer Produktentwicklung
- Planungssicherheit!

Mehr Möglichkeiten für den richtigen Schallschutz

- Wandprüfstand zur Bestimmung von Schalldämm-Maßen
- Prüfstand für Freischallmessungen an Bauteilen
- Prüfstand zur Messung von Installationsgeräuschen

# Schalltechnische Messungen von Windenergieanlagen im Wald.

Durch die unterschiedlichen Entwicklungen der letzten Jahre, wie beispielsweise die Einführung von Mindestabständen zwischen Windenergieanlagen (WEA) und Immissionsorten, das überarbeitete Berechnungsverfahren bei Schallimmissionsprognosen (LAI Hinweise) oder die Überarbeitung der aktuellen Regionalpläne, werden Projektierer von Windenergieanlagen zunehmend vor größere Herausforderungen gestellt, geeignete Standorte für neue Windparks zu finden.

Der Ausbau der Windenergie ist jedoch nach wie vor ein wichtiger Bestandteil für die Energiewende und das Erreichen der Klimaziele in der Bundesrepublik Deutschland. Aus diesem Grund sind die Bundesländer dazu übergegangen das bisherige Tabu der Errichtung von Windenergieanlagen in Wäldern zu lockern (siehe hierzu bspw. Ministerialblatt Niedersachsen vom 24.02.2016, Windenergieerlass Nordrhein-Westfalen vom 04.11.2015 oder Dritte Teilfortschreibung LEP IV, Rheinland-Pfalz vom 20.07.2017).

Diese nun möglichen Standorte im Wald führen jedoch zu zunehmenden Herausforderungen bei schalltechnischen Abnahmemessungen.

Bäume versperren durch ihre Größe eine direkte Sichtverbindung vom Messpunkt zur WEA, welche insbesondere bei FGW-konformen Emissionsmessungen erforderlich ist. Die wenigen Flächen, die hiervon ausgenommen sind, sind in der Regel Kranstellflächen oder einige Zuwegungen. Zusätzlich bewegen sich Bäume und Büsche in unmittelbarer Nähe zu den möglichen Messpunkten im Wind und führen durch ein Rascheln und Rauschen zu einer allgemein hohen Störgeräuschsituation.

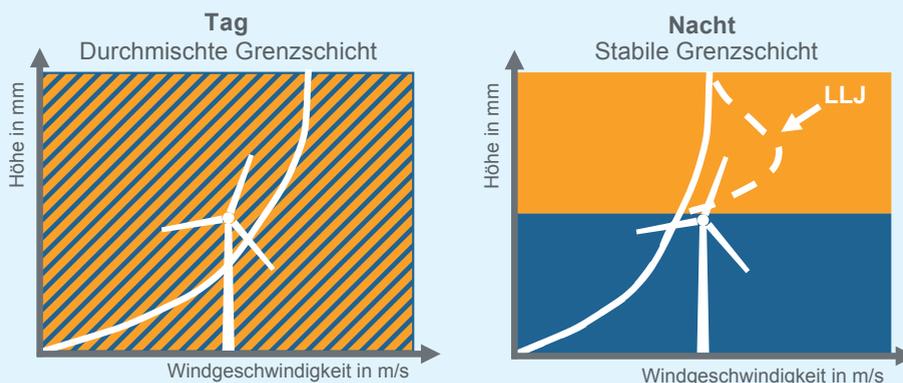


Abb. 1: Schematischer Vergleich des Windprofils bei Tag und Nacht

Um dennoch schalltechnische Messungen an Waldstandorten durchführen zu können, bedient sich KÖTTER Consulting Engineers eines Grenzschichteffekts innerhalb der Atmosphäre: Im Tageszeitraum ist die unterste Luftschicht, die sogenannte Grenzschicht, durchmischt und das logarithmische Windprofil, das die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit steigender Höhe beschreibt, verläuft deutlich flacher als im Nachtzeitraum.

Im Nachtzeitraum wird die Grenzschicht aufgrund der fehlenden Sonneneinstrahlung stabil, sodass im Verhältnis zum Tageszeitraum bodennah niedrigere Windgeschwindigkeiten auftreten, wohingegen in zunehmender Höhe es zu einem stärkeren Anstieg der Windgeschwindigkeit kommt. Hieraus ergeben sich verhältnismäßig niedrige bodennahe Windgeschwindigkeiten (0,5 m/s bis 4 m/s) welche zu deutlich weniger windinduzierten Störgeräuschen während der Messung führen. Zeitgleich herrschen an der Windenergieanlage in Nabenhöhe ausreichende Windgeschwindigkeiten zum Erreichen des lautesten Betriebszustandes um beispielsweise eine vollständige FGW-konforme Emissionsmessung durchzuführen.



Abb. 2: FGW-konforme Emissionsmessung auf einer Zuwegung an einem Waldstandort

Zusätzlich können Windgeschwindigkeitsmaxima in Nabenhöhe und darüber, sogenannte „Low Level Jets“ (kurz: LLJ) bzw. „Nocturnal Jets“ auftreten, die beispielsweise auf Inversionswetterlagen oder geografische Gegebenheiten zurückzuführen sind und zu einer weiteren Erhöhung der Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe und damit zu einer erhöhten Chance auf die Durchführung einer erfolgreichen Messung beitragen.

Durch Platzierung der Messpunkte auf der Zuwegung, den Kranstellflächen oder anderen Lichtungen mit Sichtverbindung zur WEA sowie der Ausnutzung der genannten Effekte lässt sich trotz unmittelbarer Nähe zu Bäumen oder Büschen ein ausreichender Störgeräuschabstand generieren, sodass beispielsweise eine FGW-konforme Emissionsmessung erfolgreich im Wald durchgeführt werden kann.



M. Sc. Tobias Nienaber  
Telefon: +49 5971 9710-59  
t.nienaber@koetter-consulting.com



B. Sc. Matthias Humpohl  
Telefon: +49 5971 9710-78  
m.humpohl@koetter-consulting.com

# Erste Erfahrungen mit dem Interimsverfahren.

Nach Abschluss des Forschungsprojektes „Schallausbreitung hoher Windenergieanlagen“ des Landes NRW im November 2014 wurde seitens des DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) das „Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen für Windkraftanlagen“, umgangssprachlich nur als das Interimsverfahren bezeichnet, im Mai 2015 veröffentlicht. Das Interimsverfahren ist nun Bestandteil der neuen LAI-Hinweise vom Oktober 2017 und muss bis auf wenige Ausnahmen (Bundeslandspezifische Regelungen) für alle Schallimmissionsprognosen verbindlich angewendet werden.

Das Interimsverfahren, welches keine eigenständige Berechnungsmethode darstellt, sondern eine Ergänzung bzw. Anleitung für die nach wie vor gültige DIN ISO 9613-2 (Akustik-Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien) unterscheidet sich im wesentlichen gegenüber den bislang zur Anwendung gekommenen „alternativen Verfahren“ in der Verwendung von Oktavbandspektren für die Schallquellen, dem Fehlen der meteorologischen Korrektur  $C_{met}$  sowie der fehlenden Bodendämpfung  $A_{gr}$ .

Diese Punkte führen bei Verwendung des Interimsverfahrens gegenüber der herkömmlichen Berechnung nach dem „Alternativen Verfahren“ bei gleichem Modell aber unterschiedlicher Berechnungsbasis nicht immer nur zu Erhöhungen der berechneten Schalldruckpegel an den untersuchten Immissionspunkten. So entscheidet die Aufstellungscharakteristik, insbesondere die Abstände über die ermittelten Pegel an den Wohnhäusern. Veröffentlichungen auf Webseiten, welche von Erhöhungen von 6 bis 9 dB(A) gegenüber dem „Alternativen Verfahren“ sprechen sind nicht korrekt. Es zeigt sich, bezogen auf die Häufigkeit der Erhöhungen beim Vergleich beider Ausbreitungsmodelle, eine Mehrheit im Bereich  $\Delta L = 1,5$  bis 2,0 dB(A).

Zu nennen ist auch der erhebliche Mehraufwand zur Erstellung der Prognosen.

Für die Quelldaten sind nun Oktavspektren zu verwenden. Dies ist besonders für die Vorbelastungs-WEA sehr aufwendig, da ausführliche Rechercharbeiten im Vorfeld der Berechnungen zu leisten sind. Und Messbericht ist nicht gleich Messbericht – liegen für eine WEA-Typ in der gewünschten Betriebsweise gleich mehrere Messberichte vor, ist zu entscheiden welcher der Messberichte verwendet werden soll. Denn wenn die Messberichte unterschiedliche Oktavbanddaten ausweisen, und das tun sie in der Regel, sind unterschiedliche Ergebnisse für ein und dieselbe Anlage vorprogrammiert.

Neben der uneinheitlichen Regelung der einzelnen Bundesländer spielen auch die unterschiedlichen Kenntnisstände der Behörden eine weitere Rolle. So ist die

Abstimmung des Instituts mit den Behörden für eine reibungslose Erstellung einer Schallimmissionsprognose unerlässlich. Insbesondere die Klärung der Datenlage der Vorbelastung stellt manche Behörden vor eine Mammutaufgabe.

Die oben ausgeführten Punkte und weitere Erkenntnisse werden derzeit von KÖTTER Consulting Engineers gesammelt sowie weiter untersucht und auf dem 10. Rheiner Windenergie-Forum im März 2019 vorgestellt.



Dipl.-Ing. Oliver Bunk

Telefon: +49 5971 9710-31  
o.bunk@koetter-consulting.com

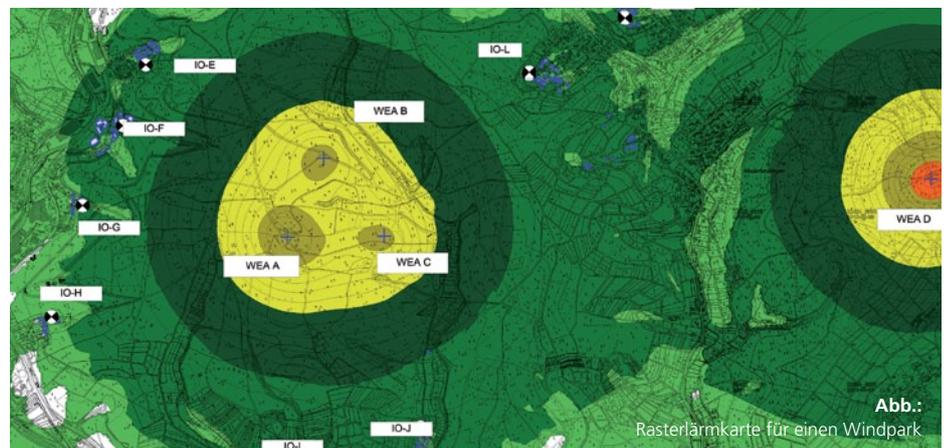


Abb.:  
Rasterlärnkarte für einen Windpark

Weitere Informationen über uns und andere interessante Projekte finden Sie im Internet unter [www.koetter-consulting.com](http://www.koetter-consulting.com)

KÖTTER Consulting Engineers GmbH & Co. KG  
Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine  
Telefon: +49 5971 9710-0 · Telefax: +49 5971 9710-43  
rheine@koetter-consulting.com

KÖTTER Consulting Engineers Berlin GmbH  
Balzerstraße 43 · 12683 Berlin  
Telefon: +49 30 526788-0 · Telefax: +49 30 5436016  
berlin@koetter-consulting.com