

Störende Geräusche effektiv vermeiden oder beseitigen.



Im beruflichen sowie im privaten Umfeld werden wir häufig mit lästigen Lärmimmissionen konfrontiert.

Häufig sind wir – z.B. als Betreiber technischer Anlagen – selber Verursacher, auf der anderen Seite – am Arbeitsplatz oder am Wohnort – auch Leidtragender. Im Sinne einer tragfähigen Konfliktbewältigung unter Bewahrung der Interessen aller Beteiligten ist es erforderlich, eine objektive Bewertung der Situation durchzuführen.

Im Anschluss gilt es, berechtigten Interessen nachzukommen, indem Verursacher lokalisiert und die Lärmstehungsmechanismen analysiert werden. Hierauf basierend ist die Planung gezielter Lärminderungsmaßnahmen möglich, um mögliche Betriebs- oder Nutzungseinschränkungen zu vermeiden.

Derartige Situationen können jedoch vermieden werden, wenn bereits in der Planungsphase geeignete Maßnahmen zur Ausbreitung von Luft- oder Körperschall ergriffen werden.

Mehr Informationen zum Thema lesen Sie in dieser Good Vibrations.

Ihr Dipl.-Ing. Bernd Fleischer
Geschäftsführer KCE Berlin

Inhalt

- **Raum für neue Ideen – Ein passender Aufhänger für das Power Transmission Center**
- **Vorhersehen statt nachbessern – Erschütterungsschutz in der Planungsphase eines BHKW.**
- **Klopfgeräusche in Wohnräumen – Ursachenanalyse und Minderungsmaßnahmen.**
- **9. Rheiner Windenergie-Forum 2017 am 22./23. März**
- **Eignen sich Smartphones für schalltechnische Messungen?**

Raum für neue Ideen – Ein passender Aufhänger für das Power Transmission Center

Unter dem Namen Power Transmission Center hat die KTR Systems GmbH in Rheine ein Technologiezentrum mit multifunktionaler Montagehalle in Betrieb genommen. Für die Forschung und Entwicklung (F&E) von Antriebs- und Hydraulikkomponenten stehen nunmehr hochmoderne hydraulisch und elektrisch betriebene Prüfstände zur Verfügung. Zwei große Durchgangsbereiche verbinden das F&E-Zentrum mit einer angrenzenden etwa 8.800 m² großen Montagehalle.



Abb. 1:
F&E-Zentrum nach dem Einbau der Absorber

Das F&E-Zentrum war überwiegend mit glatten Oberflächen (Glasfronten, Sichtbeton usw.) gestaltet. Die mittlere Nachhallzeit war entsprechend der DIN 18041:2016 („Hörsamkeit in Räumen“) für Aufenthaltsorte zum längerfristigen Verweilen wie z. B. für Labore mit $T_{60} = 3,2$ Sekunden deutlich zu lang. Von Nutzern werden Räume mit langer Nachhallzeit subjektiv als laut empfunden und führen zur Beeinträchtigung der Sprachverständlichkeit. Der Orientierungswert für eine optimale mittlere Nachhallzeit entspräche bei dem in der DIN 18041 empfohlenen Verhältnis von äquivalenter Absorptionsfläche zu Raumvolumen etwa $T_{60} = 1,2$ Sekunden.

KÖTTER Consulting Engineers (KCE) wurde beauftragt, die Raumakustik zu bewerten und auf Grundlage einer Simulationsberechnung die erforderlichen akustischen Maßnahmen zur Reduzierung der Nachhallzeit auszuarbeiten.

Fortsetzung auf Seite 2

KCE-Veranstaltungen 2017

- **Seminar Technische Akustik**
28. und 29. November 2017
Referent: Dipl.-Ing. Robert Missal

Weitere Informationen und Anmeldung unter: www.koetter-consulting.com

Fortsetzung von Seite 1

Grundsätzlich standen auf Wunsch des Auftraggebers die Wandflächen zum Anbringen von Absorbern nicht zur Verfügung. Im Deckenbereich waren das hausinterne Lüftungssystem sowie sämtliche Beleuchtungen mit Seilsystemen von der Decke abgehängt. Die nachträgliche Installation einer Akustikdecke war zwar generell denkbar, allerdings nur mit einem hohen baulichen Aufwand verbunden.

Um den bestehenden Charakter des F&E-Zentrums wiederzugeben, fiel die Wahl letztendlich auf einen Absorberkörper unter der Decke (Abb. 1). Die Aufhängung erfolgte wie bei dem Lüftungssystem und der Beleuchtung mit einem Seilsystem.

Da nicht der gesamte Deckenbereich für diesen Anwendungsfall zur Verfügung stand, wurde eine objektgetreue Simulationsberechnung der Nachhallzeit durchgeführt. Neben der Raumgeometrie und den Absorptionseigenschaften der

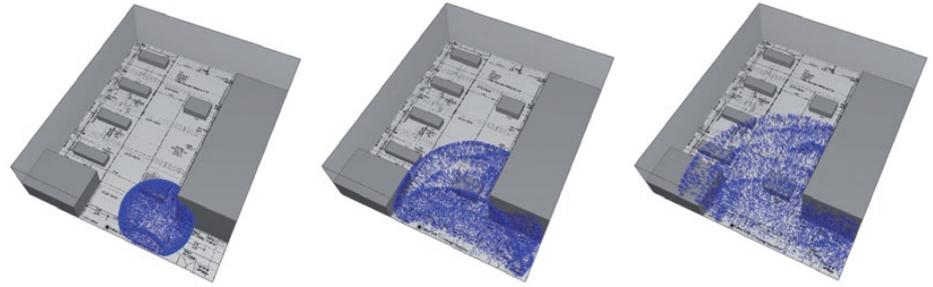


Abb. 2:
Schallausbreitung einer Punktschallquelle
nach $t = 0,01$ s (links), $t = 0,02$ s (Mitte)
und $t = 0,03$ s (rechts)

Raubegrenzungsflächen wurden sämtliche relevante Hindernisse und Streukörper im F&E-Zentrum berücksichtigt. Zur Visualisierung der Strahlenverfolgung wurde u. a. das sogenannte Teilchen-Ping-Pong angewandt (Abb. 2).

Die raumakustischen Berechnungen für die geplante Situation mit den Absorberkörpern ergaben für das F&E-Zentrum eine mittlere Nachhallzeit von $T60 = 1,5$ Sekunden. Gegenüber der Bestandsituation konnte die Nachhallzeit trotz der begrenzten Möglichkeiten zum Anbringen dieser Absorberkörper mehr als halbiert werden und liegt nahe am Orientierungs-

wert. Bereits während der Montage der zylinderförmigen Absorber wurde von den Nutzern eine signifikante Verbesserung festgestellt. Bei der abschließenden Nachmessung konnte zudem das Ergebnis der raumakustischen Berechnung bestätigt werden.



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

Vorhersehen statt nachbessern – Erschütterungsschutz in der Planungsphase eines BHKW.

Häufig kommt es nach der Inbetriebnahme von haustechnischen Anlagen wie z. B. Blockheizkraftwerken (BHKW) innerhalb von Wohngebäuden oder im angrenzenden Bereich zu störenden Geräuschen in den Wohnräumen. Ursachen hierfür sind u. a. falsche Schwingungsisolatoren, Luft- und Körperschallbrücken oder unzureichende Schalldämmmaße. Neben möglichen aufkommenden Streitigkeiten zwischen den Bewohnern und dem Betreiber oder Lieferanten der Anlage kommen oft noch hohe Kosten für die Ursachenanalyse und die nachträgliche Verbesserung der Geräuschsituation hinzu. Das folgende Projektbeispiel zeigt, was im Vorfeld bei der Planung solcher Anlagen berücksichtigt werden sollte, um einen optimalen Schall- und Schwingungsschutz zu erzielen.

Neben einem mehrstöckigen Wohngebäude wurde die Errichtung eines Gebäudeanbaus geplant, in welchem zur Energieversorgung im Kellergeschoss ein BHKW mit hoher Leistung installiert werden sollte. KÖTTER Consulting Engineers wurde beauftragt, eine optimale Schwingungsisolierung für die Aufstellung des BHKW auszuarbeiten, so dass keine störenden Schwingungen über das Erdreich zum unmittelbar benachbarten Wohnhaus übertragen werden.

Hierfür wurde ein auf Elastomere gelagertes Blockfundament ausgelegt, auf dem das BHKW federelastisch aufgestellt ist. Auf Grundlage des vom BHKW-Hersteller bereitgestellten Erregerfrequenzspektrums

konnten mittels der Finite-Elemente-Modell-Berechnungen die Erschütterungseinwirkungen am Fundament des benachbarten Bestandsgebäudes ermittelt werden.

Die Ergebnisse zeigten, dass spürbare Erschütterungsimmissionen auch unter Berücksichtigung der schwingungsverstärkenden Einflüsse der Baustruktur bei der Schwingungsübertragung vom Gebäudefundament in die Wohnungen der obersten Geschossebene (maßgeblichen Immissionsorte) nicht zu erwarten sind.

Je nach Frequenzverteilung der Erschütterungseinwirkungen und vorherrschendem Grundgeräuschpegel können Bauwerks-

schwingungen, die deutlich unterhalb der Fühlschwelle des Menschen liegen, durch den entstehenden sekundären Luftschall wahrgenommen werden. Daher erfolgte in einem zweiten Schritt eine Abschätzung des sekundären Luftschalls in den Wohnungen infolge der eingeleiteten Schwingungen für die maßgeblichen Betriebsfrequenzen des BHKW. Auch hier ergaben sich in den Wohn- und Schlafräumen Rauminnenpegel, die die Immissionsrichtwerte für den Nachtzeitraum deutlich unterschreiten.

Um Körperschallbrücken zwischen dem Bestandsgebäude und dem Gebäudeanbau zu vermeiden, wurde für die Umsetzung der baulichen Maßnahme zudem emp-

Klopfgeräusche in Wohnräumen – Ursachenanalyse und Minderungsmaßnahmen.

In der Erdgeschosswohnung eines mehrstöckigen Wohnhauses traten Klopfgeräusche auf, die von den Mietern als subjektiv stark störend wahrgenommen wurden. Orientierende Schalldruckmessungen in der Wohnung bestätigten das Vorhandensein der bemängelten Geräuscheinwirkungen, lieferten jedoch keine Erkenntnisse zu deren Ursache. Um die Mechanismen der Schallentstehung und -übertragung zu ermitteln und Minderungsmaßnahmen planen zu können, wurde KÖTTER Consulting Engineers vom Vermieter, einer kommunalen Wohnungsgesellschaft, mit einer umfassenden schall- und schwingungstechnischen Untersuchung beauftragt.

Die Häuserblöcke der in den 1980er Jahren errichteten Wohnsiedlung werden mit Fernwärme beheizt. Die Haupt-Versorgungsleitungen (Vor- und Rücklauf) und die zugehörigen technischen Anlagen befinden sich in den Kellerräumen. Nach Auskunft der Mieter habe das Klopfen nach der Modernisierung der Anlagen für die Fernwärmeversorgung eingesetzt und trete im Winter häufig, aber nicht permanent auf.

Messkonzept

Im Rahmen eines Ortstermins erfolgte die Abstimmung der Rahmenbedingungen für die Durchführung der Messungen und der Zugänglichkeit der Messorte mit dem Auftraggeber und den Mietern. Nachfolgend wurden im Heizungskeller und in der Erdgeschosswohnung jeweils ein Mikrofon, an zwölf Messpunkten (Rohre, Heizkörper, Aufzugsschacht) Schwingungsaufnehmer sowie an zwei Messpunkten (Hauptleitungen Vor- und Rücklauf Fernwärme) Temperatursensoren installiert. Für die zeitsynchrone Aufzeichnung aller Messdaten über insgesamt drei Tage kam ein Mehrkanal-Messsystem zum Einsatz. Es wurden verschiedene ergänzende Untersuchungen durchgeführt, wie beispielsweise die Messung der Luftschalldämmung zwischen dem Heizungskeller und der darüber befindlichen Wohnung bei Lautsprecheranregung.

Messergebnisse

Die Klopfgeräusche verursachten in der Wohnung Maximalpegel L_{AFmax} zwischen 20 dB(A) und 30 dB(A) (siehe exemplarisch das obere Diagramm in Abbildung 1). Der nach DIN 4109 in Wohn- und Schlafräumen zulässige Wert von $L_{AFmax} \leq 30$ dB(A) (Geräusche sonstiger haustechnischer Anlagen) ist damit eingehalten. Die baurechtlich vorgeschriebene Mindestanforderung an den baulichen Schallschutz wird erfüllt. Die Beurteilung der Fernwärmeversorgung als gewerbliche Anlage im Sinne von § 22 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) liefert in Bezug auf den Maximalpegel das gleiche Ergebnis. Der nach TA Lärm zulässige Spitzenpegel von 35 dB(A) wird nicht erreicht. Unbeschadet dessen verursachen die Klopfgeräusche subjektiv erhebliche Belästigungen, weil sie deutlich aus dem kontinuierlich einwirkenden Hintergrundgeräusch hervortreten.

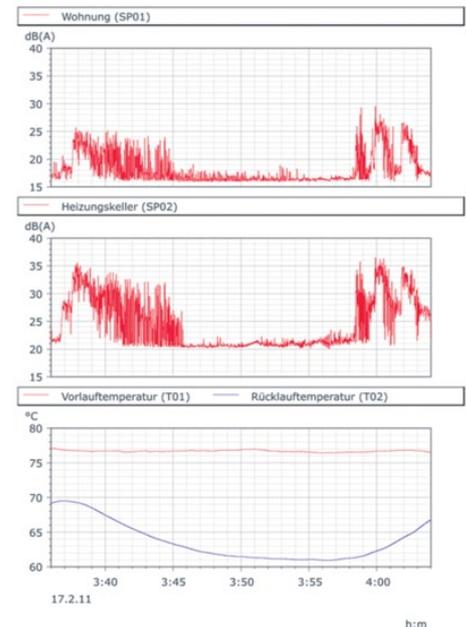


Abb. 1: Maximalpegel L_{AFmax} des Schalldrucks in der Wohnung und im Heizungskeller und Temperaturverlauf außen an den Hauptleitungen der Fernwärmeversorgung (Vor- und Rücklauf)

Die Maximalpegel im Heizungskeller sind nur etwa 5 dB höher als die zeitsynchron in der Erdgeschosswohnung gemessenen Werte (siehe mittleres Diagramm in Abbildung 1). Die Luftschalldämmung der Kellendecke ist erheblich größer als die für die Klopfgeräusche gemessene Pegeldifferenz. In Anbetracht dessen kann die Geräuschübertragung nur durch Körperschall erfolgen.

Den entscheidenden Hinweis auf die Quelle der Klopfgeräusche lieferte die Messung der Manteltemperatur der Fernwärme-Hauptleitungen. Während die Vorlauftemperatur weitgehend konstant bei rund 77 °C lag, schwankte die Rücklauftemperatur zyklisch zwischen 60 °C und 70 °C (siehe unteres Diagramm in Abbildung 1). Die Intensität der Klopfgeräusche nahm umso mehr zu, je größer der Temperaturgradient war. In Phasen mit nahezu konstanter Rücklauftemperatur trat kein Klopfen auf.

Minderungsmaßnahmen

Nachdem der Rücklauf der Fernwärme-Hauptleitung als Quelle der lästigen Klopfgeräusche identifiziert worden war und andere potentielle Quellen (z. B. Heizkörper, Aufzug) als ursächlich ausgeschlossen werden konnten, wurde

fohlen, alle medienführenden Leitungen elastisch vom BHKW zu entkoppeln und sämtliche starre Verbindungen zwischen dem BHKW und der Gebäudestruktur bzw. benachbarten Anlagenkomponenten elastisch auszuführen.

Das Beispiel zeigt, wie durch eine umfassende Berücksichtigung der Schall- und Schwingungssituation in der Projektplanungsphase eine optimale Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung des Bauvorhabens geschaffen wurde. So können nachträgliche und oft kostenintensive Maßnahmen zu Nachbesserung vermieden werden.



Dipl.-Ing. Patrick Waning
Telefon: +49 5971 9710-27
p.waning@koetter-consulting.com



Dipl.-Ing. Thomas Giemsa
Telefon: +49 5971 9710-52
t.giemsa@koetter-consulting.com

ein Lärminderungskonzept erarbeitet. Um die Übertragung der durch thermische Spannungen entstehenden Mantel-schwingungen in das Gebäudefundament zu unterbinden, musste zwischen Rohrleitung und Auflager eine elastische Trennlage als Körperschallisolierung eingebracht werden (siehe Abbildung 2). Die Maßnahme wurde für jedes der in einigen Metern Abstand vorhandenen Auflager umgesetzt, konnte sich jedoch auf den Rücklauf beschränken. Am Vorlauf waren keine Verbesserungen notwendig.

Fazit

Mit umfassenden schall- und schwingungstechnischen Untersuchungen können komplizierte Fragestellungen aus dem Bereich Bauphysik gelöst werden, bei denen die üblichen bauakustischen Messverfahren an Grenzen stoßen. Der zunächst höhere Mess- und Analyseaufwand relativiert sich vor dem Hintergrund, dass Minderungsmaßnahmen auf dieser Basis zielgenau und kostengünstig geplant und realisiert werden können. Zudem erleichtert der exakte Nachweis

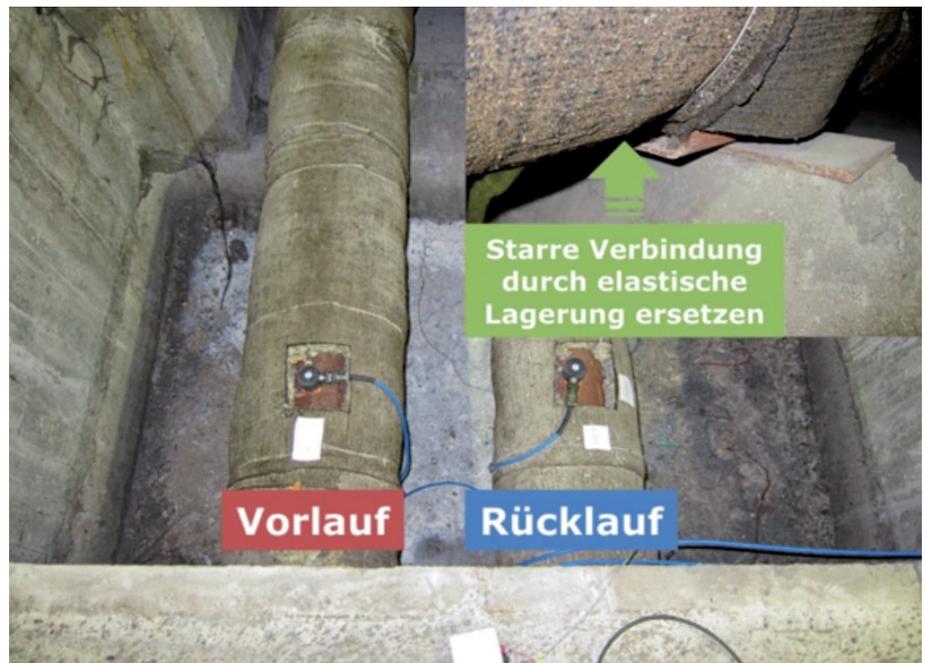


Abb. 2:
Haupt-Versorgungsleitungen (Vor- und Rücklauf Fernwärme) – Verlauf und Lagerung

der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge die Verhandlungen mit dem Verursacher der Störeinträge, hier dem Betreiber des Fernwärmenetzes, der die Minderungsmaßnahmen im vorliegenden Fall erfolgreich umgesetzt hat.



Dipl.-Ing. Jens Sachs
Telefon: +49 30 526788-12
j.sachs@koetter-consulting.com

9. Rheiner Windenergie-Forum 2017 am 22. und 23. März.

Mit rund 120 Teilnehmern konnte das 9. Rheiner Windenergie-Forum seine Besucherzahl noch einmal deutlich steigern. Die 2-tägige Veranstaltung mit dem Themenschwerpunkt „Windenergie & Schall“ brachte unter der Leitung von Herrn Oliver Bunk wieder zahlreiche unterschiedliche Akteure aus der Windbranche in Rheine zusammen.

In verschiedenen Fachvorträgen berichteten namhafte Experten über aktuelle Schallthemen, technische Innovationen sowie rechtliche und wirtschaftliche Entwicklungen in diesem Bereich. Die im Anschluss an jeden Vortrag eingeräumte Diskussionszeit nutzte das Fachpublikum

gerne, um die als Projektierer, Hersteller, Betreiber oder Behördenvertreter gewonnenen Kenntnisse und Erfahrungen untereinander auszutauschen. Bei den in den Pausen angebotenen Versuchen und Vorführungen konnten die Teilnehmer u.a. den Messaufbau von

Immissions- und Emissionsmessungen kennenlernen, sich in einer „Hörkabine“ die Geräusche von Windenergieanlagen anhören oder in einem (Selbst-)Versuch mehr über das Thema Infraschall erfahren.

Darüber hinaus blieb genügend Zeit, um neue Kontakte zu knüpfen oder die bestehenden Netzwerke zu pflegen. Am Ende des ersten Tages waren alle zu einer Abendveranstaltung eingeladen. Die „Zucchini Sistaz“ sorgten als Überraschungsgäste für musikalische Unterhaltung und einen kurzweiligen Abend! Den Inhalt des Vortragsprogramms finden Sie unter www.koetter-consulting.com/akademie. Den Tagungsband mit den Fachvorträgen zum 9. Rheiner Windenergie-Forum können Sie gegen eine Gebühr bei KÖTTER Consulting Engineers bestellen.



Abb.:
Hier erfahren die Teilnehmer alles Wissenswerte zum Messaufbau von Immissions- und Emissionsmessungen

Eignen sich Smartphones für schalltechnische Messungen?

Immer wieder greifen Anwohner nahe Windenergieanlagen oder Windparks selbst zum Smartphone, um mithilfe einer entsprechenden Applikation (App) die bei ihnen ankommenden Schalldruckpegel zu ermitteln. Eine scheinbar kostengünstige und schnelle Alternative – doch welche Qualität besitzen die Apps und welche belastbaren Aussagen lassen sich damit treffen? KÖTTER Consulting Engineers (KCE) hat sich dieser Frage angenommen und auf vier verschiedenen Smartphone-Typen mit den Betriebssystemen Windows, Android und Apple iOS jeweils fünf ausgewählte Apps getestet ¹.

Zunächst wurden mehrere Messreihen unter Laborbedingungen, d.h. ohne den Einfluss von Fremdgeräuschen, durchgeführt.

Bei einer ersten Messung ohne Kalibrierung mit einem Rauschsignal von konstanten 70 dB (A) ergaben sich über alle Testgeräte und -anwendungen Abweichungen im Bereich von - 13 dB bis + 23 dB gegenüber dem Referenzwert. Diese großen Unsicherheiten traten unabhängig vom Betriebssystem und der verwendeten App auf, so dass eine Messung ohne vorherige Kalibrierung grundsätzlich nicht zu empfehlen ist.

Es folgten drei weitere Messreihen in kalibrierten Zustand mit einer Beaufschlagung von jeweils 70 dB(A), 45 dB(A) und 30 bis 25 dB(A). Hierbei zeigt sich, dass im Bereich von 70 dB(A) bis 45 dB(A) Abweichungen von ca. 5 dB üblich sind. Werden jedoch Pegel von unter 35 dB(A) beaufschlagt, dem Immissionsrichtwert für reine Wohngebiete, treten die größten Abweichungen auf. Diese liegen

zwischen - 17 dB und + 19 dB. Damit bestätigt sich, dass die Messungen mit Smartphones für Werte unterhalb von 35 dB(A) nicht geeignet sind. Einzige Ausnahme war das iPhone 5s, das im Vergleich zu den anderen Geräten sehr gut abschnitt (s. Abb. 1).

Bei dem – messtechnisch am besten abschneidenden – iPhone 5s erfolgte noch ein Vergleich aller fünf ausgesuchter Apps untereinander. Abgesehen von den beiden nicht kalibrierbaren Apps zeigen diese für die mittleren mit 45 dB(A) und hohen Pegelbereiche mit 70 dB(A) sehr gute Ergebnisse. Lediglich eine App zeigte in allen Bereichen sehr gute Ergebnisse (s. Abb. 2).

Doch entscheidend ist die Frage, wie sich die Smartphones im Freifeld unter realen Messbedingungen verhalten! Für die Messung wurden die Smartphones einmal mit und einmal ohne Windschirm ausgestattet (s. Abb. 3). Die am Messtag aufgetretenen Windgeschwindigkeiten lagen im Bereich von 2 m/s bis 3 m/s. Im

Mittel traten bei den witterungsbedingt niedrigen Windgeschwindigkeiten Pegel zwischen 35 und 40 dB(A), vergleichbar einem nächtlichen Immissionsrichtwert für Wohngebiete, auf.

Als Ergebnis zeigt sich, dass bei Messungen ohne Windschirm auf den Smartphones die Windabrissgeräusche für höhere Windgeschwindigkeiten ab ca. 2 m/s nicht mehr verwendbar sind. Plattformübergreifend ergeben sich sehr unterschiedliche Resultate. So werden die Pegelabweichungen mit primärem Windschirm bei den beiden Smartphones mit Android-Betriebssystemen (Samsung Galaxy S4 und Kyocera KC S 701) sogar größer. Deutliche Verbesserungen zeigt das Microsoft Smartphone (Lumia 950 XL) auf. Für das Apple iPhone 5s ergeben sich kaum Veränderungen bei einer schon von Beginn an kleinen Abweichung.

Fortsetzung auf Seite 6

¹ Dieser Artikel stellt eine Zusammenfassung der KCE-Studie dar. Eine genaue Übersicht über die ausgewählten Smartphones und Apps sowie über die detaillierten Messergebnisse finden Sie in unserem Tagungsband-Beitrag zum 9. Rheiner Windenergie-Forum 2017.

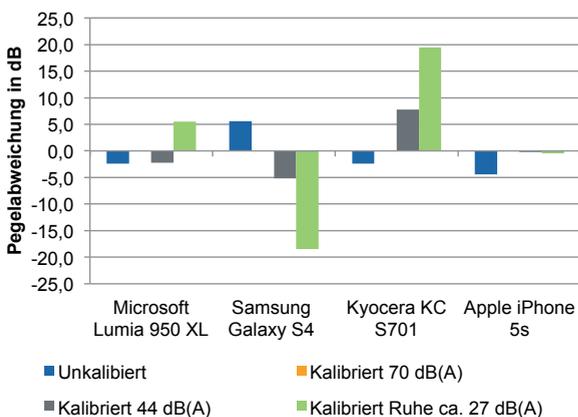


Abb. 1:

Pegelabweichung der auf allen Plattformen verfügbaren App „Sound Meter“ / „Decibel Meter HQ“ mit und ohne Kalibrierung im Labor (Schallraum) ohne Einfluss von Fremdgeräuschen

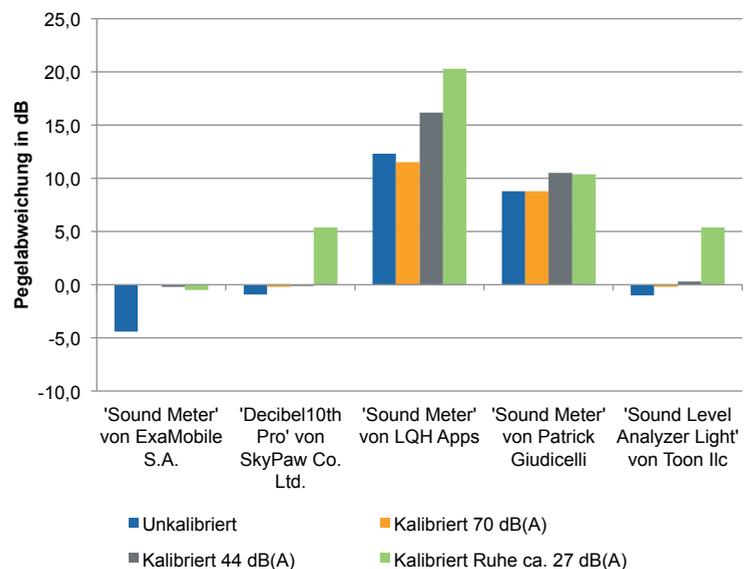


Abb. 2:

Pegelabweichung für ausgesuchte Apps auf iPhone 5s mit und ohne Kalibrierung im Labor (Schallraum) ohne Einfluss von Fremdgeräuschen

Fortsetzung von Seite 5

Zusammenfassend zeigen Messungen mit Smartphones grundsätzlich eine sehr hohe Unsicherheit. Ohne Kalibrierung und ohne Windschirm ist keine Messung im Freifeld mit vorherrschendem Wind zu empfehlen.

Die Messungen wurden bei niedrigen Windgeschwindigkeiten ausgeführt. Unsere Erfahrungen aus Immissionsmessungen an Windenergieanlagen oder Windparks zeigen immer wieder, dass ab einer Windgeschwindigkeit von 6 m/s in 10 m Höhe zwingend das Messequipment mit einem primären und sekundären Windschirm auszurüsten ist. Somit ist davon auszugehen, dass Messergebnisse mit Smartphones bei hohen Windgeschwindigkeiten nicht mehr zu verwenden sind.

Eine Übertragung der gewonnen Ergebnisse auf artverwandte Typen desselben Herstellers (z. B. von iPhone 5s auf iPhone 6s) sind nach unserer Auffassung nicht möglich. Denn es werden in den Smartphones nicht immer gleiche Bauteile, z. B. Mikrofon mit dem zugehörigen Vorverstärker, verbaut. Diese betreffen insbesondere die Empfindlichkeit und den Dynamikbereich des Mikrofons, da diese für die reine Sprachanwendung (Telefonieren, Spracheingaben) konzipiert sind.

Schalltechnische Messungen mit Smartphones stellen keine Alternative zu Immissionsmessungen (nach TA Lärm)



Abb. 3:

Versuchsaufbau im Freifeld mit geeichtem Pegelmessgerät XL2-TA und Smartphone Samsung Galaxy S4, beide mit primären Windschirm, sowie Klimagerät

dar. Zur Bildung eines belastbaren Beurteilungspegels muss die Messung mit geeichten Pegelmessern und entsprechender Aufnahme der Randbedingungen (Windgeschwindigkeit, Leistung WEA, Temperatur, Luftdruck etc.) erfolgen. Ergänzend möchten wir darauf hinweisen, dass Messungen ohne Bestimmung des Hintergrundgeräusches keine aussagekräftigen Ergebnisse liefern.



Dipl.-Ing. Oliver Bunk

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

Weitere Informationen über uns und andere interessante Projekte finden Sie im Internet unter www.koetter-consulting.com

Messehinweis

HUSUM Wind 2017
Besuchen Sie uns vom
12.-15. September 2017
auf der **HUSUM Wind!**

Wir würden uns freuen Sie persönlich kennenzulernen oder wieder zu treffen. Sie finden uns in Halle 1, Stand A12.

Gerne senden wir Ihnen eine kostenfreie Eintrittskarte zu.

Visit us in
Halle 1 / Stand A12



HUSUM Wind
The German
Wind Trade Fair
and Congress
12-15 Sept. 2017
Husum, Germany

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

www.koetter-consulting.com