

Nr. 01 / Februar 2019

AKUSTIK JOURNAL



Überreichweiten ■ Schallausbreitung von Windenergieanlagen ■ Soundscape – Fortschritte in der Standardisierung auf internationaler Ebene ■

Preisträger der DEGA 2019 ■ Jahrestagung DAGA 2019 ■ ICA 2019 / EAA Euroregion ■ International Symposium on Music Acoustics (ISMA 2019) ■ DEGA-Akademie: Kurs „DEGA-Schallschutzausweis“ ■ Wettbewerb „So klingt meine Welt“ ■ Tag gegen Lärm 2019 ■





SQuadriga II

Die Zukunft der mobilen Messsysteme

Die neueste Generation der SQuadriga-Familie bietet im gewohnt kompakten Format ein nie dagewesenes Spektrum an Funktionen, Usability und Flexibilität – ohne auf bewährte Features zu verzichten.

www.head-acoustics.de

Editorial

30 Jahre DEGA

Liebe Leserinnen und Leser,

die DEGA feiert ihr 30-jähriges Bestehen. Auch wenn die Akustik eines der ältesten Fachgebiete der Wissenschaft ist, gab es hierzulande bis in die 80er Jahre keine eigenständige Fachgesellschaft für Akustik. Stattdessen wurde in Westdeutschland ab 1970 von der damaligen „Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik (DAGA)“ die DAGA-Tagung veranstaltet. In der ehemaligen DDR waren die Akustiker im Fachverband Akustik der Physikalischen Gesellschaft organisiert. In den Folgejahren wurde der Wunsch nach persönlichen Mitgliedschaften und internationaler Einbindung jedoch immer deutlicher spürbar, zumal die Gründung der EAA bevorstand, des europäischen Dachverbands nationaler akustischer Gesellschaften.

Die Gründung der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA) erfolgte schließlich am 6. Dezember 1988 in Bad Honnef. Durch das Engagement des ersten Vorstands (F. Mechel, G. Sessler, J. Herbertz) konnten die weiteren vereinsrechtlichen Schritte (u. a. Satzung, Beitritt zu internationalen Dachverbänden, Einrichtung einer Geschäftsstelle, erste Mitgliederversammlung) zügig angegangen werden. Bereits bei der DAGA 1989 in Duisburg wurden auf Anhieb 190 neue Mitglieder gewonnen.

Die folgenden Jahre waren u. a. gekennzeichnet durch die Etablierung von Fachausschüssen und die Übernahme der DAGA-Tagungsorganisation durch die DEGA. Besonders erwähnenswert ist die Einbindung des Fachverbands Akustik der DDR, der Ende 1990 aufgelöst wurde und dessen Mitglieder ihre Aktivitäten in der DEGA fortsetzen konnten. Weitere Meilensteine bis heute waren die erste Helmholtz-Medaille (1991), der erste Lothar-Cremer-Preis (1992), der erste Tag gegen Lärm (1997), der erste Kurs der DEGA-Akademie (2004), das erste DEGA-Symposium (2007), die Gründung der Fachgruppen „Arbeitsring Lärm der DEGA“ (2009) und „junge DEGA“ (2017) sowie die Herausgabe des ersten „Akustik Journal“ (2018).

Heute hat die DEGA etwa 2.000 persönliche Mitglieder und 76 Fördermitglieder, Tendenz weiterhin steigend. Auch die DAGA-Tagung erfreut sich eines ständigen Wachstums. Aufgrund dieser erfolgreichen Entwicklung hat es die DEGA offenbar verstanden, in den zurückliegenden Jahren die richtigen thematischen Schwerpunkte zu setzen und attraktive Plattformen für den fachlichen Austausch anzubieten. Dies geht einher mit einer prosperierenden Akustik-Branche, beispielsweise in den Bereichen Bauwesen, Fahrzeugbau oder Lärmschutz.

Daraus resultiert die Aufgabe, auch in Zukunft zeitgemäße Fragen aufzugreifen und Aktivitäten auszubauen. So muss sich die DEGA weiterhin dafür einsetzen, dass hochqualifizierte Fachkräfte an unseren Hochschulen ausgebildet und gefördert werden. Ferner sind Fortbildungsangebote auszubauen. Auch muss das Engagement für einen besseren Schutz vor Lärm weitergeführt werden. Die Normung auf dem Gebiet der Akustik muss



*Michael Vorländer
Präsident der DEGA*

unterstützt werden. Neue Formen der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sind auszubauen, damit die Akustik als innovatives Fachgebiet in Wissenschaft und Öffentlichkeit stets präsent bleibt.

So wünschen wir uns, dass die DEGA auch in Zukunft einen positiven Beitrag zur Stärkung der Akustik zum Wohl der Gesellschaft leistet. Und schließlich ist es der DEGA eine große Ehre und große Aufgabe, in diesem Jahr eine der weltweit größten Fachkonferenzen für Akustik zu veranstalten. Somit lade ich Sie alle herzlich ein, im September an der ICA 2019 / EAA Euroregion in Aachen teilzunehmen!

Ihr
Michael Vorländer

Inhalt

Akustik Journal Nr. 01 / Februar 2019

- **5 Aktuelles**
- **7 Fachartikel**
 - 7 **Überreichweiten – Über Zonen abnormaler Hörbarkeit und Zonen des Schweigens**
Karl-Wilhelm Hirsch
 - 16 **Schallausbreitung von Windenergieanlagen**
Dietrich Kühner
 - 36 **Soundscape – Fortschritte in der Standardisierung auf internationaler Ebene**
André Fiebig, Brigitte Schulte-Fortkamp
- **44 Ehrungen der DEGA**
 - 44 **Preisträger 2019**
- **45 Menschen**
 - 45 **Ehrungen, Gratulationen, Personalien und Nachrufe**
- **48 Veranstaltungen**
 - 48 **Veranstaltungshinweise**
 - 48 Wettbewerb „So klingt meine Welt“
 - 48 DEGA-Akademie: Kurs „Grundlagen der Technischen Akustik“
 - 49 DAGA 2019
 - 50 DEGA-Akademie: Kurs „Bauakustik – von den Grundlagen zur Anwendung“
 - 51 DEGA-Akademie: Kurs „DEGA-Schallschutzausweis“
 - 51 Tag gegen Lärm 2019
 - 52 ICA 2019 / EAA Euroregion
 - 53 International Symposium on Music Acoustics (ISMA 2019)
 - 54 **Veranstaltungsrückblick**
 - 54 24. DEGA-Workshop Physikalische Akustik
 - 55 **Veranstaltungskalender**
- **57 DEGA**
 - 57 **Nachrichten und Mitteilungen aus der Fachgesellschaft**
 - 57 Einladung zur DEGA-Mitgliederversammlung
 - 57 Neue Mitglieder des DEGA-Vorstandsrats gewählt
 - 57 Reisekostenzuschüsse „DEGA Young Scientist Grants“
 - 58 **Fachausschüsse / Fachgruppen**
 - 63 **Mitglieder / Fördermitglieder**
- **64 Normen / Richtlinien**
 - 64 **Neue Regelwerke zu den Themen Akustik und Lärminderung (Okt. 2018 – Jan. 2019)**
- **66 Publikationen**
 - 66 **Zeitschriften, Tagungsbände, Empfehlungen und Memoranden, Broschüren etc.**
 - 68 **Buchrezension**
- **70 Impressum**

Aktuelles

Nachrichten aus der Akustik

■ DAGA 2019 – 45. Deutsche Jahrestagung für Akustik



Die 45. Deutsche Jahrestagung für Akustik wird vom 18. bis 21. März 2019 in Rostock stattfinden. Alle weiteren Informationen zur Tagung finden Sie auf den Seiten 49f oder unter <http://2019.daga-tagung.de/> ■

■ Memorandum zur Durchführung und Dokumentation von Audio-Produktionen

Die DEGA-Fachausschüsse Virtuelle Akustik, Musikalische Akustik und Hörakustik haben im November 2018 ein Memorandum zur Durchführung und Dokumentation von Audio-Produktionen für wissenschaftliche Anwendungen in der Akustik herausgegeben. Es ist unter der Bezeichnung DEGA VA 1201 erschienen und kann unter <https://www.dega-akustik.de/publikationen/online-publikationen> heruntergeladen werden. Das Memorandum soll einen Beitrag zur besseren (Wieder-)Verwertbarkeit von Audioproduktionen für wissenschaftliche Anwendungen leisten. Es enthält Leitlinien für die Dokumentation des Produktionsprozesses, es zeigt verschiedene Optionen für eine Regelung der Nutzungsrechte im wissenschaftlichen Kontext auf und gibt Empfehlungen für die elektronische Publikation, um den dauerhaften Zugang und die Referenzierbarkeit der Daten zu gewährleisten. ■

■ DAGA-Posterpreis: Bewerbungen bis 11.03.2019

Bei der diesjährigen DAGA-Tagung in Rostock wird es wieder eine Auszeichnung der besten Poster geben. Wie im letzten Jahr erfolgt die Bewertung durch eine Jury, und die Preisträger(innen) werden vor dem Plenarvortrag am Donnerstag, den 21.03.2019, bekannt gegeben. Für einen ausreichenden zeitlichen Vorlauf werden alle interessierten Poster-Autor(inn)en gebeten, ihr Poster in Form einer PDF-Datei bis spätestens Montag, den 11.03.2019 per E-Mail an die DEGA-Geschäftsstelle zu senden (dega@dega-akustik.de).

Voraussetzung ist, dass das Poster während der DAGA-Tagung auch tatsächlich präsentiert wird. ■

■ Tag gegen Lärm - International Noise Awareness Day 2019



Bald ist es wieder soweit!

Am 24. April 2019 findet der 22. Tag gegen Lärm – International Noise Awareness Day statt.

Unser Motto: „Alles laut oder was?“

Weitere Informationen zum diesjährigen Tag gegen Lärm erhalten Sie auf Seite 51 oder unter <http://www.tag-gegen-laerm.de>. ■

■ ICA 2019 / EAA Euroregio



Vom 9. bis zum 13. September 2019 findet in Aachen der „23rd International Congress on Acoustics“ (ICA 2019) statt. Als Besonderheit schließt die ICA 2019 auch den „4th EAA Euroregio“ Kongress mit ein.

Alle Informationen zur Anmeldung, zum Programm und zu Special Events finden Sie auf den Seiten 52f oder unter <http://www.ica2019.org/>. ■

■ DEGA-Akademie

Kurs „Grundlagen der Technischen Akustik“

06.–08. März 2019, Berlin

Kurs „Bauakustik – von den Grundlagen zur Anwendung“

01.–03. April 2019, Braunschweig

Kurs „DEGA-Schallschutzausweis“

10. April 2019, Aachen

Ausführliche Informationen zu den Kursen (Programm, Gebühren, Anmeldung) finden Sie ab Seite 48 oder unter <https://www.dega-akustik.de/>. ■



Schallimmissionsschutz

Mit dem 4,3" Farb- und Touchscreen, vielseitigen Marker- und Kommentarfunktionen, integriertem GPS-Empfänger und der internen Kamera ist der Nor150 der ideale Schallpegelmesser für Schallimmissionschutzmessungen / -Beurteilungen (z.B. nach AVV Baulärm, TA-Lärm, etc.). Der Webserver bzw. die App ermöglicht die Fernsteuerung über beliebige mobile Endgeräte wie Tablet oder Smartphone. Mit NorCloud bieten wir optional eine Cloud-Lösung für das Datenmanagement an.



Bauakustik und Raumakustik

Der Schallpegelmesser Nor150 (1- oder 2-kanalig) ist das Multitool schlechthin für alle Akustiker. Neben der generellen Funktionalität des Schallpegelmessers bietet der Nor150 auch ein internes Modul für Bau- und Raumakustikmessungen (ISO 16283 / ISO 3382 / DIN 18041). Die Steuerung der Messung kann alternativ auch über die Software Nor850 erfolgen.

Als DAkkS-akkreditiertes Kalibrierlabor (nach DIN EN ISO/IEC 17025) sind wir für viele Kunden ein anerkannter Partner für die Messmittelüberwachung. Für eichpflichtige Schallpegelmesser können wir auch die Abwicklung der Eichung für Sie übernehmen.

Überreichweiten

Über Zonen abnormaler Hörbarkeit und Zonen des Schweigens

Karl-Wilhelm Hirsch

Überreichweiten führen bei der Schallausbreitung über große Entfernungen abwechselnd zu „Zonen abnormaler Hörbarkeit“ und „Zonen des Schweigens“, wie es in ersten wissenschaftlichen Untersuchungen umschrieben wird. Ihre Ursache im großskaligen Maßstab (100 km und mehr) sind hochreichende nicht monoton verlaufende Temperaturschichten oder der Jet-Stream. In kleinskaligen Entfernungen sind es eher sich bildende oder auflösende Inversionswetterlagen oder so genannte „Low-Level-Jets“. Überreichweiten in diesen kleinskaligen Entfernungen können Berichte von Lärmbetroffenen erklären, in denen von „sehr lauten Ereignissen“ die Rede ist. Deshalb kann das Wissen über die Häufigkeit des Auftretens von Überreichweiten ein interessantes Kalkül im Beschwerdemanagement der Verwaltungsakustik sein.

Auf der Grundlage von stundenspezifischen Profilprognosen der Windgeschwindigkeit und -richtung und der Temperatur wird das Auftreten von Überreichweiten phänomenologisch erklärt und statistisch analysiert. Es zeigt sich, dass Überreichweiten in der zweiten Nachthälfte und in den Morgen- und Abendstunden häufiger auftreten als über Tag. Die Untersuchung stellt die Abhängigkeit des Auftretens von Überreichweiten von der Jahreszeit dar und dokumentiert die Richtungsabhängigkeit.

Einleitung

Der Begriff „Überreichweite“ ist in der Funktechnik gebräuchlich. Er bezeichnet die besonderen Situationen, in denen Funksignale in deutlich größeren Entfernungen als üblich und beabsichtigt zu empfangen sind. Der Begriff ist in der Akustik nicht gebräuchlich; wird hier aber genauso eingeführt. Die besonderen Situationen sind in der Akustik natürlich Wettersituationen. In der älteren einschlägigen Literatur spricht man bei Überreichweiten von „Zonen abnormalen Hörens“, die sich mit „Zonen des Schweigens“ abwechseln.

In der auf den Immissionsschutz gerichteten „Lärmakustik“, die technische Modelle der Schallausbrei-

Overreach – Abnormal Sound Propagation Conditions

It is well-known that particular weather conditions can establish so-called „abnormal“ propagation of sound yielding alternating zones of silence and audibility. Under such conditions the atmosphere works like a wave guide: The sound is bound to a certain layer where the geometric spreading is not proportional to $1/r^2$ but to $1/r$. In addition, there are no ground reflections that normally contribute significantly to the attenuation of sound. It cannot be ruled out that under such condition sound can reach receiver points at far distances with unexpected high levels.

On a large scale (100 km and more), varying temperature and wind profiles in the upper atmosphere establish a condition of abnormal long-range sound propagation. On a small scale, relevant for noise prediction purposes, the reasons for such conditions are for instance profiles that occur during the beginning and ending of a period of temperature inversion.

After a brief introduction into the principal acoustics of sound propagation through refracting atmospheres that can cause such zones, hourly predictions of the wind profiles and the temperature profiles available over a whole year are used to analyze the frequency of occurrence of such abnormal sound propagation situations. As a result, these situations occur more frequently during the second half of the night and during the morning and evening hours. The analysis also considers the seasonal influences and indicates the dependency on the cardinal direction.

tung zur Prognose der Lärmbelastung im Immissionsschutz nutzt, sind solche Phänomene nicht bekannt.

Die Beschreibung der Schallausbreitung im Freien erfolgt dort zunächst textlich. Man spricht von Mitwind-, Gegenwind- und Querwindausbreitung und von Inversion, als Ausprägungen von schallausbreitungsgünstigen, -ungünstigen bzw. -neutralen Bedingungen. Implizit beziehen sich diese klassierten Aussagen auf bodennahe Verhältnisse in der Atmosphäre, also auf eine Schicht bis ca. 10 m. Für diese Schicht werden Angaben zur Windstärke, zur Windrichtung, zur Temperatur und zur Luftfeuchte gemacht. Implizit wird aber auch unterstellt, was häufig übersehen wird, dass mit dieser Klassierung auch die

Annahme monotoner Schallgeschwindigkeitsprofile verbunden ist. Erst diese Annahme führt zu einfachen Brechungsverhältnissen bei der Schallausbreitung. Die klassierenden Aussagen gelten also für die bodennahe Schallausbreitung, wie sie für niedrige Quellen und Empfänger typisch und im Regelfall pegelbestimmend zu sein scheint.

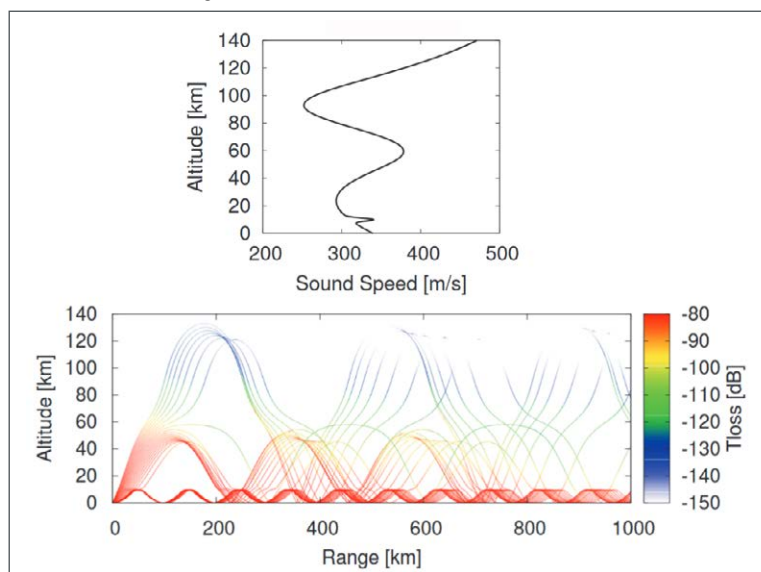
Sobald aber diese Monotonie des Schallgeschwindigkeitsprofils gerade in den darüberliegenden Schichten der Atmosphäre nicht mehr gilt, beeinflusst die Schallausbreitung dort auch die Pegel in Bodennähe. Dann kann es zu Überreichweiten kommen, zu Zonen des Schweigens, die sich mit Zonen abnormaler Hörbarkeit abwechseln.

Überreichweiten sind also weder schallausbreitungsgünstig noch neutral: Überreichweiten sind ortsabhängig abwechselnd ungünstig und günstig. Die Überreichweite gehört also als eigene Klasse zur Beschreibung der Schallausbreitungsbedingungen hinzu, gerade wenn es um Voraussagen über größere Entfernungen geht.

Nach einem kurzen Abriss der Geschichte zum Thema Überreichweiten wird zunächst erläutert, welche Voraussetzung in der Atmosphäre erfüllt sein müssen, um Überreichweiten entstehen zu lassen. Schwerpunkt ist dann eine statistische Analyse zu folgenden Fragen:

- Wie häufig kommen Überreichweiten vor?
- Wie hängt ihr Auftreten von der Tageszeit und von der Jahreszeit ab?
- Gibt es bevorzugte Himmelsrichtungen?
- Wie breit sind die Zonen des Schweigens und die Zonen der abnormalen Hörbarkeit?

Abb. 1: Profil und daraus folgende Schallstrahlen über größte Entfernungen in östlicher Richtung, nach [4]



Geschichtlicher Abriss

Schilderungen von Überreichweiten bei der Schallausbreitung im Freien reichen bis weit in das 17. Jahrhundert zurück [1], [2, S. 200]. Damals berichteten Ohrenzeugen immer häufiger über die Hörbarkeit von Kanonenfeuer in Entfernungen von mehreren hundert Kilometern. Die Schlacht von Verdun war 1916 bis weit nach Deutschland hinein zu hören. Osteroth [3] nennt es in einem Beitrag in der „Zeit“ 2016 eine „... merkwürdige kleine Geschichte der Kriegsakustik. Wer immer die Artillerie aus der Ferne hörte, bekam eine Vorstellung vom modernen Krieg mit seinem technischen Großgerät. Es war wie eine Liveübertragung, ein makabres Faszinosum.“

Erste Erklärungsversuche [1] vermuten als Ursache die Reflexion der Schallwellen am Übergang der inneren Lufthülle zu einer darauf schwimmenden Schicht mit sehr hohem Wasserstoffanteil. Dies war eine damals weitverbreitete Vorstellung von der Atmosphäre. Whipple wies 1923 in einem Beitrag in der Zeitschrift Nature wohl als erster darauf hin, dass die Ursache von Überreichweiten in der Temperaturverteilung in der Atmosphäre liegen könnte. Dies wurde in den 1950er Jahren durch Messungen bestätigt, vgl. [2, S. 202].

Heute kann man das Phänomen der Überreichweiten besser verstehen und beschreiben. Moderne numerische Methoden können die Differentialgleichung der Schallausbreitung durch bewegte Medien hinreichend zuverlässig lösen. Ihre Voraussagen können die akustischen Messungen „nachrechnen“, wenn man eine sachgerechte Atmosphäre vorgibt.

In [4] geht es um Infraschall und seine Ausbreitung über hunderte Kilometer. In diesen Fällen erreichen die Schallstrahlen Höhen von zig Kilometern. In Abbildung 1 starten die Strahlen in östliche Richtungen in eine bodennahe Schicht, in der sie nach oben gebrochen werden. Der Jetstream in ca. 8 km Höhe bricht sie wieder nach unten. Es ergibt sich ein Kanal, der die Strahlen im Bereich 40 km wieder in die Nähe der Erdoberfläche führt.

Die Strahlen in Abbildung 1 werden nach einer Differentialgleichung der Schallausbreitung in bewegten Medien berechnet, die auch im Rahmen dieser Studie in ähnlicher Tiefe gelöst wird. Aus Abbildung 1 ist auch zu entnehmen, dass jeweils nur Strahlen aus einem bestimmten Bereich des Abstrahlwinkels in die Kanäle eintreten. Diese Beobachtung wird sich auch unten für bodennähere Ausbreitung bestätigen.

Der Stand des Wissens zum Thema Überreichweiten wird zurzeit wohl durch die Proceedings der Reihe „Symposium on Long Range Sound Propagation“, [5] repräsentiert, die online frei verfügbar sind. Die bei den dortigen Autoren enthaltenen Zitate liefern einen vollständigen Überblick über die Erkenntnis-

fortschritte der letzten Jahrzehnte.

Bisher ging es stets um Überreichweiten, bei denen sich die Ausdehnung der Zonen des Schweigens und der Zonen der abnormalen Hörbarkeit in zig Kilometern messen lassen, also auch um Schallstrahlen, die 10 km und mehr Höhe erreichen. Das Phänomen Überreichweite ist im Hinblick auf die Schallausbreitung der „Lärmakustik“ noch nicht diskutiert worden. Dabei liegt es auf der Hand, dass auch in niedrigeren Höhen dieselbe Differentialgleichung gilt wie in großen Höhen: Es muss bei entsprechenden bodennäheren Atmosphären zu Überreichweiten kommen, die in Entfernungen ab wenigen hundert Metern auftreten können.

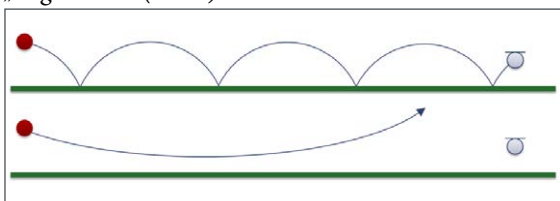
Man kann durchaus vermuten, dass Überreichweiten auch für Beobachtungen von unvorhersehbar, außergewöhnlich hohen Immissionspegeln verantwortlich sind; Pegel von Geräuschquellen beispielsweise, die in der betrachteten Entfernung längst irrelevant sein sollten oder eben im Nahbereich nach Maßgabe des technischen Regelwerks viel zu niedrig sind. Man kann auch vermuten, dass in vielen Fällen Überreichweiten den relativ großen Schwankungsbereich der Pegel im Gegenwind- oder Querwindbereich erklären können.

Das Phänomen Überreichweite und seine Kenngrößen

Abbildung 2 zeigt oben für Mitwind und Inversion den erwarteten Verlauf der Schallstrahlen. Dabei wird angenommen, dass der Wind (bzw. die Temperatur) mit der Höhe gleichmäßig und monoton zunimmt. Diese Annahme führt zu kreisförmigen, nach unten gebrochenen Strahlen, weil die effektive Schallausbreitungsgeschwindigkeit (die Summe aus Schallgeschwindigkeit in Luft und der Windgeschwindigkeit) mit der Höhe größer wird.

Die in Mitwindrichtung gelegenen Immissionsorte werden durch mehrere Strahlen mit Schallenergie versorgt. Je stärker die Zunahme des Windes oder der Temperatur ausfällt, umso kleiner ist der Radius. Starke Zunahmen von Windgeschwindigkeit bzw. Temperatur vergrößern deshalb die Anzahl der Strahlen. Das führt aber auch dazu, dass jeder einzelne Strahl mehr Bodenreflexionen erleidet und deshalb stärker gedämpft wird. Die Schallausbreitung

Abb. 2: Schallstrahlen bei „Mitwind“ (oben) und bei „Gegenwind“ (unten)



Anmerkung:

Es ist keineswegs so, dass große Schallgeschwindigkeitsgradienten zu hohen Pegeln führen. Starke Zunahme des Windes oder „starke“ Inversion ist kein Maßstab für Immissionspegel. Die Bodenreflexionen und damit die Bodeneigenschaften haben einen erheblichen Einfluss auf die Schallausbreitung.

wird deshalb u. U. stark abhängig von den Bodeneigenschaften.

Abbildung 2 zeigt unten die Ausbreitung in Gegenwindrichtung. Hier wird die effektive Schallausbreitungsgeschwindigkeit mit der Höhe kleiner, die Strahlen werden nach oben gebrochen. Die Folge: Schallstrahlen erreichen bodennahe Immissionsorte nicht mehr. Es entstehen Schallschatten in Bodennähe.

Bei Querwind werden die Strahlen weder bevorzugt nach oben noch nach unten gebrochen. Diese Ausbreitungsbedingung ist eigentlich ein Übergang, in dem Pegel nennenswert schwanken können.

Mitwind, Inversion, Gegenwind und Querwind sind erschöpfend formulierte Klassen der akustischen Atmosphäre, wenn man davon ausgeht, dass sich das Windfeld und das Temperaturfeld monoton und gleichförmig mit der Höhe ändern. Dies ist die verbreitete Vorstellung von „mittleren“ Profilen. Solange man solche Profile in die physikalischen Ausbreitungsmodelle einsetzt, wird man eine der oben beschriebenen Ausbreitungssituationen erhalten.

Anmerkung:

Die Annahme „mittlerer Profile“ ist in der Akustik der Schallausbreitung im Freien weit verbreitet. Das hat drei wesentliche Gründe: (1) In der Luftreinhaltung sind diese Profile Grundlage erfolgreicher Immissionsprognosen. Warum sollte sich das „akustische Wetter“ davon unterscheiden? (2) Die Profile lassen sich aus einfachen Modellen der Meteorologie grundsätzlich bestätigen. Der Einsatz weiter entwickelter Modelle der Meteorologie würde deren Komplexität in die Ausbreitungsrechnung eintragen und in der Praxis zu ungeheuren Rechenzeiten führen. (3) Es steht in der Regel einfach nichts Genaueres zur Verfügung.

(1) Die Annahme „mittlerer Profile“ sind in der Luftreinhaltung erfolgreich, weil die Ausbreitung von Partikeln in der Luft integral von ihnen abhängt: Zeitliche Schwankungen und Turbulenzen spielen eine untergeordnete Rolle; die Ausbreitung im Mittel wird tatsächlich durch das mittlere Windprofil geprägt. Die Schallausbreitung hängt aber nicht vom Windprofil und vom Temperaturprofil direkt ab, sondern von ihren Gradienten. Also ja, das akustische Wetter unterscheidet sich massiv vom Wetter der Luftreinhaltung.

In (2) wird auf komplexere meteorologische Modelle hingewiesen. Das Erdgrenzschichtprofil des Windes kann zeitliche Änderungen in unterschiedlichen Zeitskalen und Wirbelskalen abhängig von Bebauung, Geländeform und beispielsweise Vegetation einführen. Da das „mittlere Wetter“ nicht zum Mittelungspegel führt, muss jede konkrete Ausprägung in diesem Modell akustisch berechnet werden, um über die Pegelmittelung der Ausprägungen schließlich zu einer mittleren Pegelprognose zu kommen.

Die in (3) angesprochene Verfügbarkeit meteorologischer Eingangsdaten für Ausbreitungsmodelle stellt eine letztlich unlösbare Aufgabe dar. Für

eine zuverlässige Schallausbreitungsrechnung wäre die Kenntnis des Zustands der Atmosphäre in allen Höhen und Richtungen über den gesamten Ausbreitungspfad erforderlich.

An dieser Stelle muss also darauf hingewiesen werden, dass alle nachfolgend vorgestellten Ergebnisse massive Näherungen über den Zustand der Atmosphäre anwenden (müssen). Es wird nicht nur eine geschichtete Atmosphäre angenommen. Die nur durch wenige Abtastpunkte festgelegten Profile des Windes und der Temperatur werden zudem durch ein Interpolationsverfahren ergänzt, das in Bodennähe zwar sinnvolle Werte ergibt, das aber selbst kaum validiert werden kann.

Und dennoch: Trotz der massiven Näherungen ist die Nutzung von Profilprognosen eines anerkannten Wetterdienstes (s.u.), der auf dem Stand Technik der Wettermodelle diese Prognosen erwirtschaftet, ein wesentlicher Schritt, um in der akustischen Ausbreitungsrechnung über die Langzeit-Wetterprofile der Luftreinheit hinauszuweisen.

Abbildung 3 skizziert exemplarisch eine Atmosphäre, in der die Schallgeschwindigkeit mit der Höhe zunächst kleiner wird, um dann in einen Höhenbereich einzutreten, in dem sie wieder zunimmt. Ab einer gewissen Höhe nimmt sie dann wieder ab. Eine solche Atmosphäre führt zur Situation Überreichweite. Diese Atmosphäre wird sich ausbilden, wenn eine nächtliche Inversionswetterlage durch die ersten Sonnenstrahlen aufgelöst wird. Dabei wird sich zunächst die bodennächste Schicht erwärmen, weil sich der Boden durch die Sonneneinstrahlung erwärmt. In der unteren Bodenschicht bildet sich dann eine Standard-Ausbreitungssituation aus, eine „normale“ Situation mit Mitwind- und Gegenwindausbreitungsphänomenen. In dieser Phase bleibt aber eine Schicht mit Inversion in mittlerer Höhe noch eine Zeitlang bestehen, bis auch dort die Erwärmung durchgreift.

In diese Phase sieht eine Schallausbreitung gegen den aufkommen Wind in Bodennähe aus wie Abbildung 4 skizziert. Der Schallstrahl wird in der bodennahen Schicht nach oben gebrochen, um dann in der übrig gebliebenen Inversion doch wieder zurückgebrochen zu werden. Er kann nicht wieder ganz bis zum Erdboden durchdringen, weil er wieder in den bodennahen Gegenwindbereich eintritt. Die Konsequenz ist die Ausbildung eines Ausbreitungskanals, in dem sich der Schall ohne dämpfende Bodenrefle-

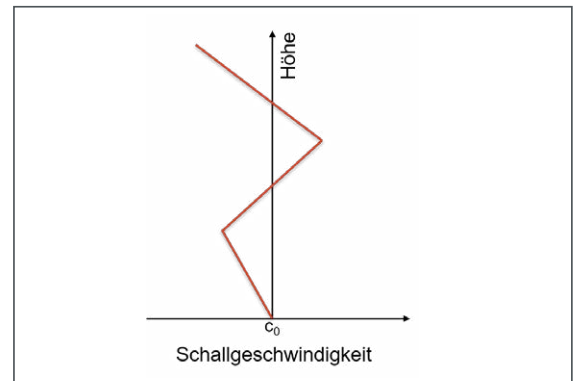


Abb. 3: Profil der Schallgeschwindigkeit mit Potential zur Überreichweite

xion in Gegenwindrichtung ausbreiten kann. Dies geschieht so lange, wie die Atmosphäre entlang seines Ausbreitungspfad einen solchen Zustand aufrechterhält.

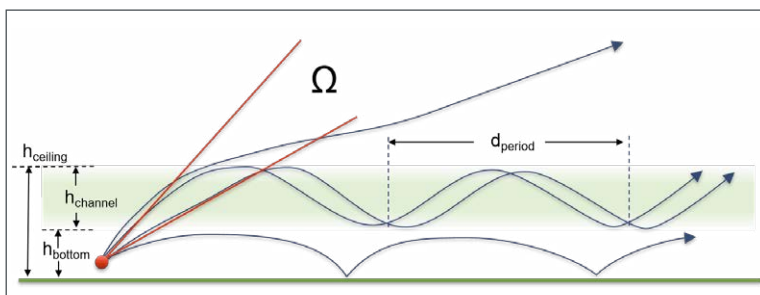
Die Frage, ob eine Atmosphäre Überreichweiten erlaubt, ist allein auf der Basis der lokalen Profilprognose zu beantworten. Dazu ist eine geschichtete Atmosphäre mit den gegebenen Profilen anzunehmen (das bedeutet, die Profile gelten ortsunabhängig) und eine Schallausbreitungsrechnung durchzuführen. Falls es Strahlen gibt, die von der Quelle aus in einen Kanal eintreten und dort verbleiben können, gibt es die Option Überreichweite. Da mit einer geschichteten Atmosphäre gerechnet wird, gilt das dann für alle Abstände.

Für die zweite – und natürlich ebenfalls entscheidende – Frage, wie lang solche Kanäle sind, hängt die Antwort nicht allein vom lokalen Profil ab. Entscheidend ist, über welche Abstände diese Atmosphäre stets die gleichen bzw. vergleichbaren Verhältnisse anbietet, damit die Annahme einer geschichteten Atmosphäre zutrifft.

Die erste Frage nach der Tendenz zu Überreichweiten kann also für ein gegebenes Wetterprofil durch eine Schallausbreitungsrechnung qualitativ beantwortet werden. Folgende Hypothese führt zu einer Quantifizierung: Je breiter der Kanal ist, bzw. je größer der Winkelbereich, der von der Quelle abgehenden Strahlen ist, umso wahrscheinlicher wird es sein, dass in den Kanälen auch signifikant akustische Energie transportiert werden kann. Es werden folgende Kenngrößen eingeführt, vgl. Abbildung 4:

- Boden- und Deckenhöhe des Überreichweitenkanals als Abmessungen des Kanals
- Überreichweitenindex als ein Maß für den Winkelbereich des Abgangswinkels der Schallstrahlen von der Quelle, die in diesen Kanal eindringen können
- Kanalperiode als Abstand zwischen den Orten, bei denen die Schallstrahlen wieder die Bodennähe erreichen.

Abb. 4: Zur Definition der Kenngrößen von Überreichweiten



Der Überreichweitenindex ist der Anteil des Schalls des Winkelbereichs, der in den Überreichweitenkanal bezogen auf den gesamten Winkelbereich von -90° bis 90° der Abgangswinkel von einer Punktquelle, multipliziert mit dem Faktor 1.000, eintritt. Aus dem Überreichweitenindex folgt der Winkelbereich selbst durch Multiplikation mit $0,18^\circ$. Einem Überreichweitenindex von 20 entspricht ein Winkelbereich von $3,6^\circ$.

Berechnung von Überreichweiten

Die folgende statistische Analyse beruht auf 8.712 stundenspezifischen Prognosen des jeweiligen Wind- und Temperaturprofils für einen Ort im Münsterland für 364 Tage im Zeitraum August 2016 bis August 2017 als Grundgesamtheit. Solche Profilprognosen werden im Zusammenhang mit der Prognose des so genannten Schallwetters benötigt. In [6] werden die Grundlagen hierzu erläutert, vgl. auch [7], [8], [9]. Die Auswahl des Ortes und des Zeitraums erfolgte ohne besondere Auswahlkriterien aus dem Katalog des zur Verfügung stehenden Datenbestandes. Die Stärkewindrose in Abbildung 5 dokumentiert die für diese Lage in Deutschland typische Häufigkeit von südwestlichen Winden.

Beispiel einer Schallausbreitungssituation mit Überreichweite

Der Vorstellung der Auswertung der Statistik von Überreichweiten wird die Diskussion eines Beispiels vorangestellt. Dazu wurde eine Stundenprognose aus der Grundgesamtheit gewählt, die zu einer typischen Situation mit einer bodennahen Überreichweite in die gewählte nord-östliche Himmelsrichtung von 30° führt. Der Wind ist eher schwach, dreht aber signifikant mit der Höhe von Ost nach Südost, Abbildung 6. Gleichzeitig zeigt das Temperaturprofil, Abbildung 7, eine sich auflösende Inversionswetter-

Abb. 6: Windgeschwindigkeitsprofil (Blau), Windrichtungsprofil (Rot) und Windgeschwindigkeitskomponente (Grün) in 30° Himmelsrichtung am 10.11.2016, 7 Uhr

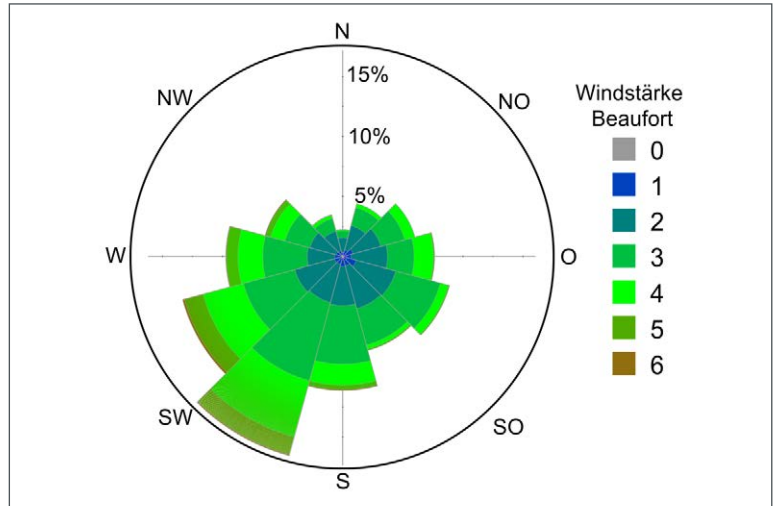
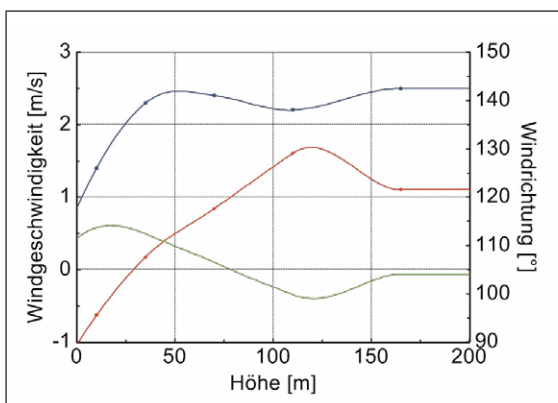


Abb. 5: Stärkewindrose der Grundgesamtheit in der 30° Auflösung in der nominellen Höhe 10 m

Anmerkung:

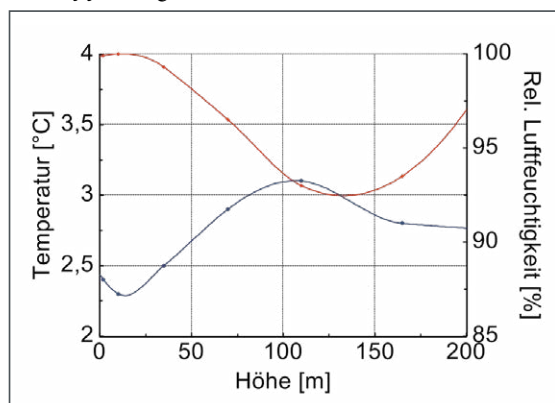
Die Berechnungen wurden mit dem Programm SoundWeather der Cervus Consult GmbH durchgeführt. Dieses Programm ist für wissenschaftliche Zwecke frei verfügbar.

lage. Bis ca. 15 m Höhe fällt die Temperatur bereits mit der Höhe; darüber herrscht noch Inversion bis zu einer Höhe von mehr als 100 m. Nach einer wohl klaren Nacht mit Inversion werden der Erdboden und damit die bodennahen Luftschichten durch die einsetzende Sonneneinstrahlung erwärmt, während die bodenferneren Schichten noch eine Inversion zeigen. Die Inversion löst sich also vom Boden ansteigend auf.

Für die Brechung in der Atmosphäre ist das effektive Schallgeschwindigkeitsprofil bzw. dessen Gradient (bzgl. der Höhe) verantwortlich. Abbildung 8 stellt diese Profile einerseits in der Profilrichtung der Stundenprognose und andererseits projiziert auf die Himmelsrichtung von 30° dar.

Den sich in dieser Atmosphäre unter der Himmelsrichtung von 30° ausbildenden Überreichweitenkanal

Abb. 7: Temperaturprofil (Blau) und Profil der relativen Luftfeuchtigkeit (Rot) am 10.11.2016, 7 Uhr



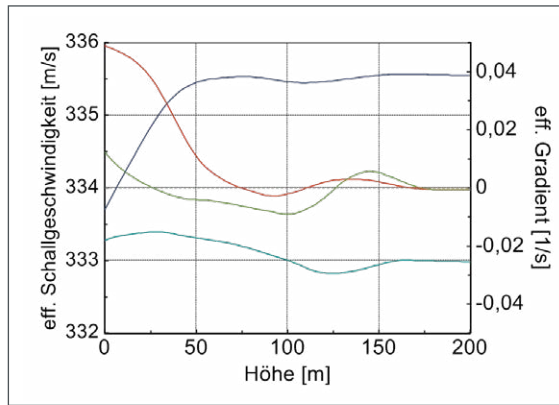


Abb. 8: Effektive Schallgeschwindigkeit und ihr Gradient am 10.11.2016, 7 Uhr
Profilprognose (Blau bzw. Rot) und unter 30° Himmelsrichtung (Cyan bzw. Grün)

nal dokumentiert Abbildung 9. Dargestellt sind nur die Strahlen, die in den Kanal hineinführen. Dies ist der Winkelbereich von $-1,5^\circ$ bis $1,3^\circ$, der hier mit einer Auflösung $0,1^\circ$ abgetastet wird.

Die Höhe des Ausbreitungskanals beträgt auf der Basis der hier gezeigten Strahlen ungefähr 25 m. Seine Kanalperiode kann aus der Periodizität der Strahlenverläufe auf 2.600 m abgeschätzt werden. Man kann erkennen, dass die Kanalperiode im hier eingeführten Sinne als Erwartungsorte für die Abfolge nächster Erdbodennähe kein eindeutig definierbarer Parameter ist.

Anmerkung:

Die Periodizität ist eine notwendige Folge der Annahme einer geschichteten Atmosphäre, die durch ortsunabhängige Profile gekennzeichnet ist.

Die Strahlenschar für negative Abgangswinkel unterscheidet sich von der Schar mit positivem Abgangswinkel. Es ist eher die Aussage gerechtfertigt, dass im Bereich von 1.000 m bis 1.800 m kaum mit Schallbeiträgen aus dem Kanal zu rechnen ist, weil alle Strahlen höher als 14 m verlaufen. Gäbe es nur diese Strahlen, lägen in diesem Bereich Immissionsorte tiefer als 14 m in einem Schallschatten. In dem Bereich 2.000 m bis 3.600 m verlaufen alle Strahlen unterhalb von 10 m. Dort ist mit Beiträgen in Immissionsorten von 4 m bis 10 m aus dem Kanal zu rechnen.

Anmerkung:

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass dies trotz der „bekannten“ Atmosphäre und der zuverlässig prognostizierten Strahlen eine praxisferne Betrachtung ist. Die Wetterbedingungen werden nicht über die relevanten Entfernungen gleich sein. Die Annahme einer geschichteten Atmosphäre ist für jeden Einzelfall eine zu grobe Annahme.

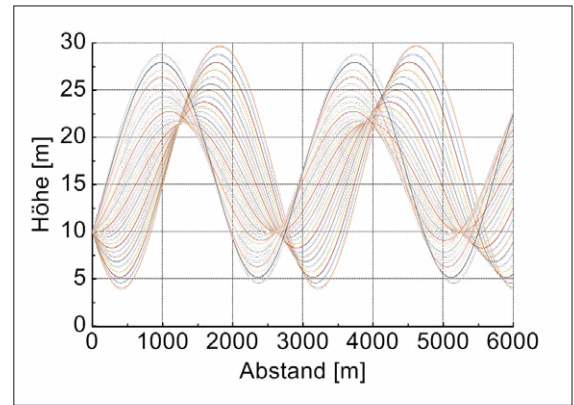


Abb. 9: Strahlenverlauf 10.11.2016, 7 Uhr unter 30° Himmelsrichtung
Quellhöhe 10 m, Abgangswinkel $-1,5^\circ$ bis $1,3^\circ$ mit einer Schrittweite von $0,1^\circ$

Ergebnisse

Die Auswertung nach Tagesstunden beantwortet die Frage, zu welcher Tageszeit Überreichweiten auftreten. Falls die Hypothese richtig ist, dass Inversionswetterlagen eine maßgebliche Rolle spielen, ist zu erwarten, dass solche Situationen vermehrt in der Nacht und am Morgen auftreten.

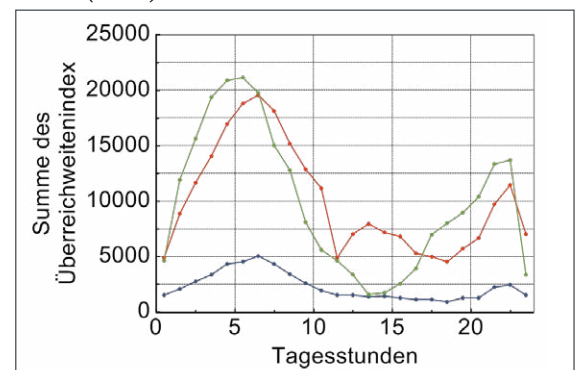
In den Abbildungen zu dieser Auswertung werden die Ergebnisse für die hier untersuchten drei Quellhöhen (1 m, 10 m und 100 m) gemeinsam dargestellt. Diese Gegenüberstellung ermöglicht jeweils den direkten Vergleich und somit eine Analyse des Einflusses dieses Parameters.

Als Kenngröße der „Stärke“ der Überreichweite werden die Summen des Überreichweitenindex der einzelnen Stunden dargestellt. Diese Summe ist ein indirektes Maß für die Energie, die in die Überreichweite (in den sich bildenden Überreichweitenkanal) abgestrahlt wird.

Betrachtet man unter diesem Aspekt die in Abbildung 10 dargestellten Ergebnisse für die drei Quell-

Abb. 10: Summe des Überreichweitenindex in den Tagesstunden

Datenbasis: Grundgesamtheit (364 Tage); Quellhöhe 1 m (Blau), Quellhöhe 10 m (Rot) und Quellhöhe 100 m (Grün)



höhen, wird die Bedeutung der Überreichweiten gerade für die späten Nachtstunden und die Morgenstunden signifikant belegt. Weiterhin ist zu erkennen, dass an Überreichweiten von bodennahen Quellen weniger Energie beteiligt ist als bei größeren Quellhöhen.

In Abbildung 11 wird die gleiche Auswertung wie in Abbildung 10 gezeigt. Datenbasis ist nun nicht mehr die Grundgesamtheit, sondern sind nur noch die Situationen, die einen Überreichweitenindex von mehr als 20 aufweisen. Aus Abbildung 11 geht wegen der Skalierung nicht hervor, dass es auch für die Quellhöhe von 1 m tatsächlich eine Situation (19 Uhr) gibt, die einen Überreichweitenindex von 22,2 aufweist. Es kommt allerdings klar zum Ausdruck, dass „energiereiche“ Überreichweiten signifikant von der Quellhöhe abhängen. Es kann daraus auch abgeleitet werden, dass energiereiche Überreichweiten bei bodennahen Quellen tatsächlich äußerst selten sein werden.

Es wird allgemein angenommen, dass in den Sommermonaten weniger Wettersituationen mit Temperaturinversion auftreten. Deshalb werden im Folgenden die Ergebnisse nach Maßgabe ihrer Zugehörigkeit zu den Jahreszeiten dargestellt. Für die Jahreszeiten gelten die meteorologischen Definitionen: Winter = Monate 12, 1 und 2, Frühling = Mo-

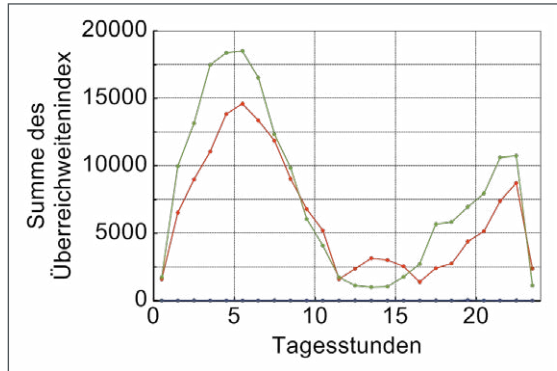


Abb. 11: Summe des Überreichweitenindex in den Tagesstunden

Datenbasis: Grundgesamtheit, Überreichweitenindex > 20; Quellhöhe 1 m (Blau), Quellhöhe 10 m (Rot) und Quellhöhe 100 m (Grün)

nate 3 bis 5, Sommer = Monate 6 bis 8 und Herbst = Monate 9 bis 11. Die Ergebnisse in Abbildung 12 erlauben eine Antwort auf die oben gestellte Frage: Die Hypothese lässt sich so nicht halten. Es ist eher so, dass sich die Überreichweiten über die Stunden anders verteilen. Im Winter reichen die Stunden mit ausgeprägten Überreichweiten im Mittel weiter in den Tag hinein. Eine Erklärung dafür liefert der frühere Sonnenaufgang im Sommer, der deutlich früher

Das Ganze sehen.



Ihre unabhängigen Experten für das ganze Spektrum der Schall- und Schwingungstechnik

Messung · Planung · Berechnung · Beratung · Gutachtenerstellung · Troubleshooting

Maschinendynamik:

- Anlagenschwingungen
- Dauerüberwachung
- Schwingungsisolierungen

Strömungstechnik:

- Pulsationen
- Mengemessfehler
- Strömungssimulation

Pulsationsstudien:

- Rohrleitungsschwingungen
- Kolben- und Turbokompressoren
- Kolbenpumpen

Technische Akustik:

- Forschung & Entwicklung
- Technischer Schallschutz
- Konstruktionsakustik

Erschütterungen:

- Bauwerksdynamik
- Rammarbeiten
- Dauerüberwachung

Immissionsschutz:

- Lärminderungsplanung
- Verkehrslärm
- Gewerbe-/Freizeitlärm

Windenergie:

- Prognosen (Schall & Schattenwurf)
- Schalltechnische Messungen
- Konstruktionsakustik

Bauphysik:

- Bauakustik
- Raumakustik
- Bauteilprüfung



SoundCam macht die Welt leiser

Scan mich
und finde heraus warum
SoundCam die Welt leiser macht



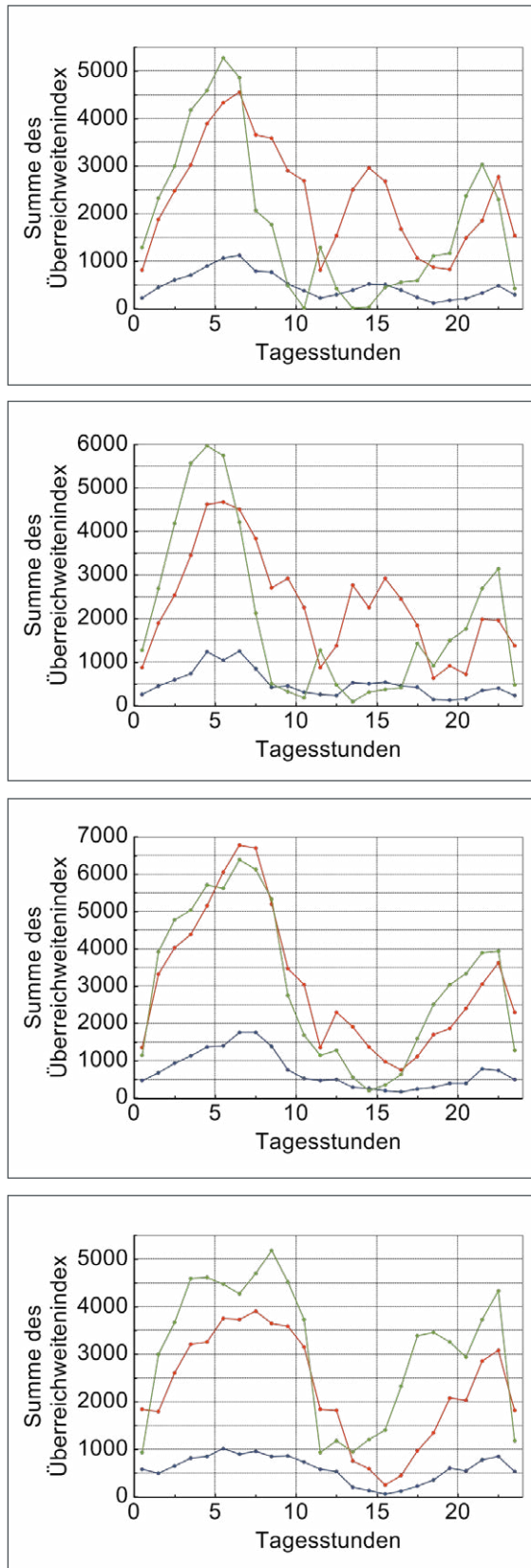


Abb. 12: Summe des Überreichweitenindex in den Tagesstunden

Datenbasis: jeweilige Jahreszeit in der Grundgesamtheit (von oben nach unten: Frühling, Sommer, Herbst und Winter);

Quellhöhe 1 m (Blau), Quellhöhe 10 m (Rot) und Quellhöhe 100 m (Grün)

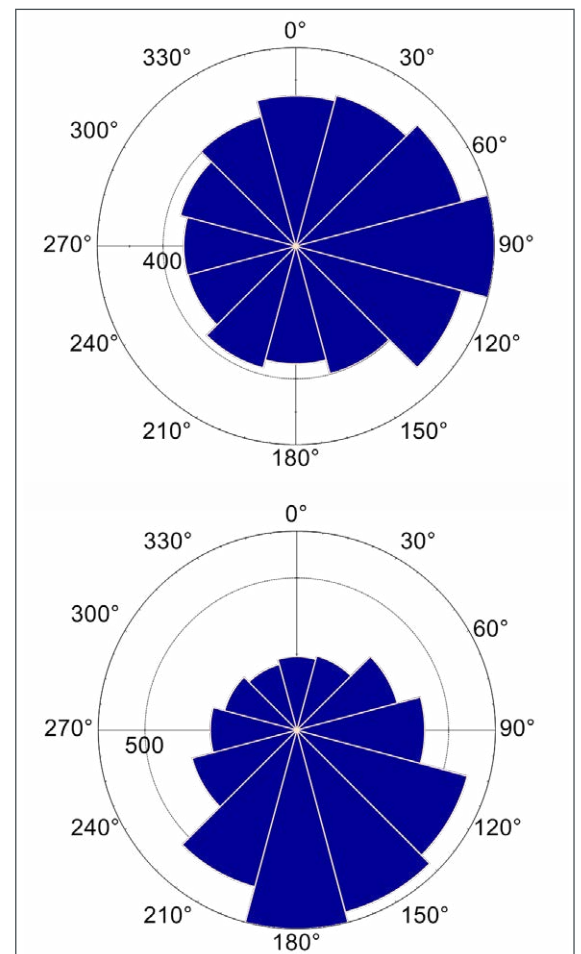
nächtliche Inversionen ausräumt als im Winter.

Bei der Darstellung des Überreichweitenindex unterscheidet sich der Sommer ebenfalls von den drei anderen Jahreszeiten bei der Form der Verteilung. Überreichweiten sind ausgeprägt (hoher Überreichweitenindex) in der zweiten Nachthälfte, insbesondere zwischen 6 Uhr und 7 Uhr. Absolut gesehen unterscheidet sich der Überreichweitenindex im Sommer rund um die Mittagszeit aber nicht von den übrigen Jahreszeiten.

Überreichweitesituationen und ihre Einschätzung über Häufigkeit und Signifikanz sind abhängig von der Himmelsrichtung. Exemplarisch stellt Abbildung 13 eine besondere Analyse vor. Sie belegt, dass sich Überreichweiten in den Tagesstunden, hier definiert als der Zeitraum von 6 Uhr bis 18 Uhr, im Mittel in andere Richtungen ausprägen, als in den Nachtstunden, hier definiert als der Zeitraum von 18 Uhr bis 6 Uhr.

In den Tagesstunden, hier 6 Uhr bis 18 Uhr, stimmt die Richtung der Überreichweiten eher mit der vor-

Abb. 13: Rose der Anzahl der Tage mit Überreichweite
Datenbasis: Grundgesamtheit (364 Tage), gefiltert nach Tagesstunden, Quellhöhe 1 m
oben: Stunden 6 Uhr bis 18 Uhr,
unten: Stunden 18 Uhr bis 6 Uhr



herrschenden Windrichtung überein, vgl. Abbildung 5. In den übrigen Stunden herrschen südöstliche Richtungen vor.

Die Kanalperiode gibt Hinweise darüber, in welchem Abstand damit zu rechnen ist, dass schon leichte Störungen in der Atmosphäre dazu führen können, dass der Schall doch den Boden wieder erreicht. Abbildung 14 zeigt die Verhältnisse für alle Stunden der Grundgesamtheit. Die Kanalperiode ist nicht gleichverteilt, sondern hat für die 1 m-Quellhöhe ein Maximum bei 600 m bis 800 m. In Überreichweiten-situationen ist es also dort am wahrscheinlichsten, dass der Schall wieder zu Immissionen am Boden beiträgt.

Mit der Quellhöhe wächst die Periode deutlich an. Bei 100 m-Quellhöhe liegt das Verteilungsmaximum zwischen 3 km und 4 km.

Schlussfolgerungen

- Der Einsatz weit entwickelter, physikalischer Schallausbreitungsmodelle in Verbindung mit realen (aber immer noch prognostizierten) Wetterprofilen kann nachweisen, dass es bei der Schallausbreitung im Freien zu Überreichweiten kommen muss.
- Überreichweiten sind nicht, wie zunächst vermutet, „selten“. Sie kommen sogar recht häufig vor. (Ungefähr an einem Drittel aller Tage)
- Überreichweiten sind richtungsselektiv. Das heißt, dass eine Überreichweitesituation in der Regel auf einen Winkelbereich kleiner 60° beschränkt ist.
- Misst man die „Stärke“ einer Überreichweite mit dem Überreichweitenindex, wird eine Quantifizierung der Wahrscheinlichkeit solcher Situationen möglich.
- Überreichweiten treten häufig nachts eher in Querwindrichtungen, am Tage eher in der vorherrschenden Windrichtung auf.
- Durch die Kanalperiode lässt sich zumindest abschätzen, in welchen Abständen und Höhen Beiträge aus den Überreichweitenkanälen zur Immission zu erwarten sind.
- Überreichweiten sind stark tageszeitabhängig. Sie treten häufiger in der zweiten Nachthälfte und in den Morgenstunden auf, als am Tage.

Literatur

- [1] unbekannter Autor: Die Hörweite des Kanonendonners. Naturwissenschaften Band 3(33), S. 434, 1916.
<https://doi.org/10.1007/BF01546181>
- [2] Trendelenburg, F.: Einführung in die Akustik. Springer-Verlag 1950. ISBN 987-3-642-53261-0
- [3] Osteroth, R.: Verdun: Das große Dröhnen.

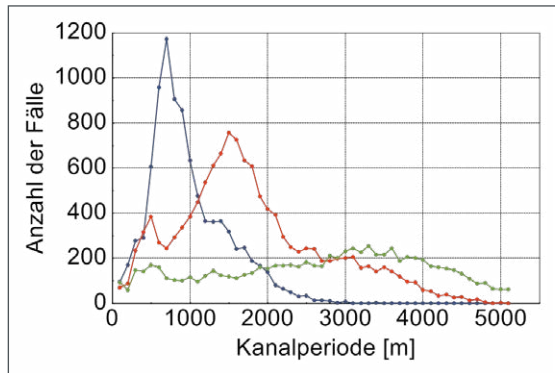


Abb. 14: Verteilung der Kanalperiode des Überreichweitenkanals

Datenbasis: Grundgesamtheit; Quellhöhe 1 m (Blau), Quellhöhe 10 m (Rot) und Quellhöhe 100 m (Grün)

Zeitschrift DIE ZEIT, Nr. 9, 3. März 2016.

- [4] Waxler, R.: An Overview of Infrasound Propagation. Proceedings Internoise 2016, Hamburg.
- [5] Proceedings „Symposium on Long Range Sound Propagation“. <https://ncpa.olemiss.edu/long-range-sound-propagation-lrsp/>
- [6] Hirsch, K.-W.: Grundlagen und Anwendungen des Schallwetters. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 9 (2014), Nr. 6, S. 267–275
- [7] Hirsch, K.-W.: Schallwetter. In: Fortschritte der Akustik – DAGA 2014, 40. Jahrestagung für Akustik, Oldenburg, S. 842f
- [8] Hirsch, K.-W.: Schallwetter – oder wie laut es morgen wird. Vortrag auf dem 9. ExtremWetter-Kongress, Hamburg, 2014.
- [9] Hirsch, K.-W.: Sound weather – methods and applications. Proceedings Internoise 2016, 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, pp. 1.911–1.917, Hamburg. ■



**Dr.-Ing.
Karl-Wilhelm
Hirsch**

Freier Mitarbeiter
der Cervus Consult
GmbH, Willich

Schallausbreitung von Windenergieanlagen

Dietrich Kühner

Mit Langzeitmessungen über 6 Monate an zwei Windkraftanlagen, die nachts gesteuert ein- und ausgeschaltet werden konnten, wurden bis 1.000 m Abstand für 6 Leistungsstufen bis Vollast die Schallimmissionen gemessen. Für Mit- und Querwind wurde gezeigt, dass es relevante Einflüsse durch gerichtete Abstrahlung an der Quelle gibt, und dass die vertikale und horizontale Richtcharakteristik mit Monopol- und Dipoltermen auf den Flügeln beschrieben werden kann. Es wurde gezeigt, dass das Interimsverfahren im Nahbereich unterschätzt und ab 800 m überschätzt wird. Ausgehend von LiDAR-Messungen vor und hinter einer Anlage, wurde messtechnisch nachgewiesen, dass die Schallimmissionen bei gleicher elektrischer Leistung bis zu 3 dB von dem Grad der momentanen atmosphärischen Stabilität abhängen. Ausgehend davon können mit einem Strahlenmodell, das den Wirkungsgrad der Anlage für die jeweilige Leistungsstufe und die meteorologische Stabilität einbezieht, Schallimmissionspegel in Abhängigkeit vom Grad der Stabilität prognostiziert werden.

Einleitung

Vom 15.11.2016 bis zum 15.05.2017 wurden mit vier automatisch arbeitenden Schallmessanlagen an zwei Windenergieanlagen (WEA) in der Nähe von Gütersloh im Auftrag der Firma WRD GmbH, Aurich Schallimmissionsmessungen durchgeführt. Die Durchführung der Messungen und deren Auswertungen sind in [1] ausführlich beschrieben. Im Rahmen des Projektes wurde geprüft, ob mit dem so

Sound propagation from wind turbines

Using emission measurement of a wind turbine under down wind and crossing wind conditions it could be shown that the vertical as well as the horizontal directivity can be described using a monopole and dipole term for the sources positioned on the wings. Two wind turbines, which could be switched off and on during night time, were used for long term measurements of the reception noise levels within 6 power classes up to full power. It could be shown that a simple straight line ray model underestimates the ambient level at close ranges between 400 and 800 m and beyond starts to overestimate. Using LiDAR-measurements in front and behind a wind turbine it is shown, that the L_{eq} of the ambient level differs up to 3 dB depending on the degree of the atmospheric stability. Using this observation together with the data for energy efficiency of the wind turbine a ray model could be developed, which allows to estimate the down wind ambient levels under different meteorological stability conditions.

genannten Interimsverfahren [2] oder dem alternativen Verfahren nach ISO 9613-2 [3] die Schallimmissionen ausreichend genau prognostiziert werden können. Bei beiden Verfahren wird angenommen, dass die Schallemission einer Windkraftanlage mit einer Punktquelle in Nabenhöhe beschrieben werden kann. Das Interimsverfahren geht davon aus, dass die Schallausbreitung wie in einer homogenen, ruhenden Atmosphäre über schallhartem Boden erfolgt,

Abb. 1: Übersicht der Messpunkte mit Position WEA1 und 2 und LiDAR L1, L2. (Quelle: Google Earth)



während das alternative Verfahren meteorologische Einflüsse und Bodenabsorption einbezieht. Beide Verfahren gehen davon aus, dass wegen der Turbulenz der Strömung hinter den Anlagen Interferenzen durch die Bodenreflektion nicht auftreten. Weiter gehen beide Verfahren in Übereinstimmung mit der DIN EN 61400-11 [4], in der die Messung der Schalleistungen von WEA festgelegt ist, davon aus, dass die vertikale Abstrahlung ungerichtet erfolgt. Mit den vorliegenden Messungen wurde geprüft, ob die genannten Annahmen insbesondere für das Interimsverfahren verifiziert werden können, bzw. welche Alternativen sich dazu aus den Messungen ergeben

Schallimmissionsmessungen

Die Positionen der WEA und die Messorte sind in Abbildung 1 dargestellt. Das Gelände in der Umgebung der WEA ist weitestgehend eben. In der näheren Umgebung der Messanlagen ist die Fremdgeräuschsituation nur wenig durch Verkehrsgläusche in der Nachtzeit beeinflusst. Am Tage kommen vereinzelt lokale Fremdgeräusche durch die angrenzende Landwirtschaft hinzu. Die Messanlage am Messpunkt MP 3 wurde am 09.04.2017 an die Position MP 5 gesetzt, die bis dahin unbesetzt war.

Um Aussagen über die Ausbreitungsbedingungen von einer Anlage zu erhalten, wurde in der Nacht (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) die westliche Anlage (WEA 1) abgeschaltet. Die Abschaltung wurde ab dem 07.12.2016 eingerichtet. Zusätzlich wurde ab dem 11.02.2017 in der Nacht ein Abschaltkonzept für die WEA 2 eingeführt, welches wie folgt umgesetzt wurde:

1. Nacht: 0 Uhr bis 2 Uhr
2. Nacht: 1 Uhr bis 3 Uhr
3. Nacht: 2 Uhr bis 4 Uhr
4. Nacht (wie 1. Tag): 0 Uhr bis 2 Uhr
5. Nacht (wie 2. Tag): 1 Uhr bis 3 Uhr
6. Nacht (wie 3. Tag): 2 Uhr bis 4 Uhr

Ab dem 11.04.2017 wurde die WEA 2 nachts abgeschaltet und die WEA 1 entsprechend gefahren.

Weiter wurden an zwei Orten LiDAR-Anlagen aufgestellt, mit denen in 8 Höhen die Windgeschwindigkeit gemessen wurde.

Die folgenden Daten wurden kontinuierlich gemessen und sekundlich aufgezeichnet:

- Windrichtung,
- Windgeschwindigkeit,
- rel. Feuchte,
- Temperatur,
- Luftdruck,
- Regen,
- Schmalbandspektren (Frequenzauflösung 2,93 Hz) und
- Schalldruckpegel.

Tab. 1: Messpunktentfernungen (horizontale Entfernung in m vom MP zum WEA Fuß)

Messpunkt	Entfernung zu WEA 1	Entfernung zu WEA 2	Mikrofonhöhe	Messdaten
MP 1	755 m	442 m	6 m	L ¹ , S ² , M ³
MP 2	852 m	540 m	6 m	L ¹ , S ² , M ³
MP 3	845 m	535 m	1 m	L ¹ , S ² , M ⁴
MP 4	1093 m	778 m	6 m	L ¹ , S ² , M ³
MP 5	326 m	43 m	6 m	L ¹ , S ² , M ³
MP 5_met	749 m	438 m	keine	M ⁵

¹ Schalldruckpegel, Perzentilpegel, Maximal- und Minimalpegel.

² Schmalbandspektren (Auflösung 2,93 Hz), Perzentilspektren.

³ Meteorologie 40 cm unterhalb der Mikrofonhöhe: Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung.

⁴ Meteorologie in 2,2 m über Boden: Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung.

⁵ Meteorologie (3D) in 4 m über Boden: Temperatur, Luftfeuchte, horizontale und vertikale Windgeschwindigkeit, 3D Windrichtung.

Die 10-Minuten-Mittelwerte aus den Schalldruckpegeln, die Schmalbandspektren und die meteorologischen Daten wurden zusätzlich zu den kontinuierlichen Audioaufzeichnungen gespeichert.

Die Firma ENERCON GmbH lieferte die Anlagendaten in 10-Minutenabschnitten. Dazu gehören Gondelposition, Rotordrehzahl, elektrische Leistung, Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, Temperatur und die LiDAR-Daten. Insgesamt stehen für die einzelnen 10-Minuten-Takte bis zu 500 Messdaten zeitgleich von unterschiedlichen Sensoren und Messgeräten zur Verfügung. Diese wurden zeitsynchron über die gesamte Messzeit in einer Datenbank abgespeichert. Die akustischen 1-s-Daten wurden separat gespeichert.

Die Schallmessungen an MP 1 bis 4 sowie die Windmessung an MP 5_met starteten am 15.11.2016. Insgesamt stehen 8.322 Messzyklen in der Nacht vom 16.11.2016 bis 15.05.2017 zur Verfügung. Davon können 5.908 Messzyklen der WEA 2 zugeordnet werden, wobei 1.484 Zyklen den Mitwindsektor (240°–300°) beschreiben. Um einen Überblick über die elektrische Leistungsverteilung zu bekommen, sind in Abbildung 2 die Häufigkeiten für Tag und Nacht für die WEA 2 am Standort innerhalb der Messzeit dargestellt.

Die elektrischen Leistungen über 2.050 kW treten nachts in 1,4 % der Messzeit auf, über das Jahr 2017 nachts in 0,5 % und 2016 in 1,0 % und können daher im Sinne der TA Lärm, Nr. 7.2 als seltene Ereignis

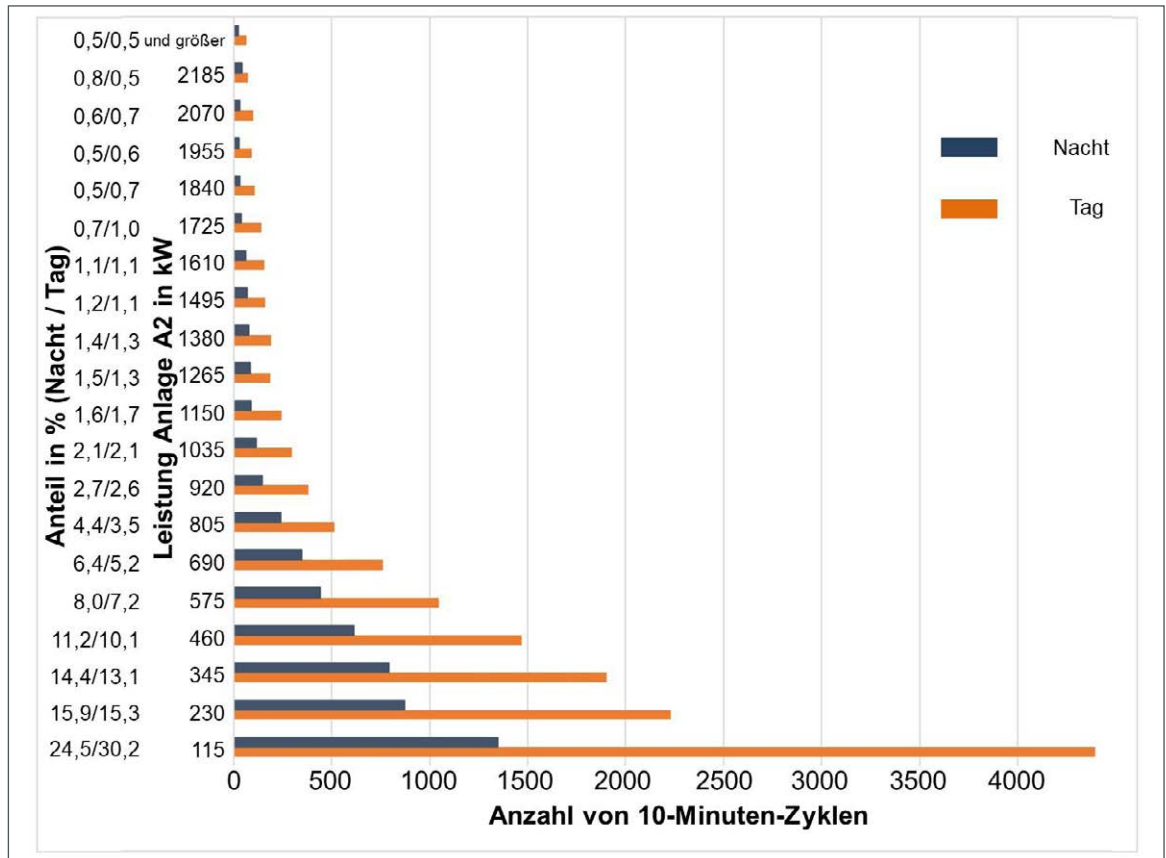


Abb. 2: Leistungsverteilung innerhalb der Messzeit

nisse eingestuft werden. Ausgehend davon wurden 6 Leistungsbereiche (LB 1 bis LB 6) beginnend bei 250 kW mit jeweils einer Klassenbreite von 300 kW gebildet, für die jeweils die Messergebnisse für die Schallimmissionen dargestellt werden. Weiter ist anzumerken, dass die Leistungsbereiche LB 4 bis LB 6 von 1.150 kW bis 2.050 kW im Jahre 2016 in rund 5 % der Nachtzeit auftraten.

Richtcharakteristik der Windenergieanlagen

In der Zeit vom 24.02.2017 bis 01.03.2017 wurden rund um die WEA 2 Emissionsmessungen in 8 unterschiedlichen Richtungen entsprechend der DIN IEC 61400-11 [4] bei einer Entfernung von 150 m durch die WRD GmbH durchgeführt (Rev_0). Ergänzend dazu wurden in Mitwindrichtung an weiteren 4 Messpunkten in Entfernungen von 190 m, 240 m, 290 m und 320 m die Schallemissionen bestimmt. Im Folgenden sind diese Emissionsmesspunkte mit „EMP“

Tab. 2: Messabstände und Einstrahlwinkel bezogen auf die Horizontale für die Emissionsmesspunkte und die Immissionsmesspunkte bei Betrieb der WEA 2 Ost oder WEA 1 West

Emissionsmesspunkte			WEA 2 Ost			WEA 2 West		
Emission	Abstand	Winkel	Immission	Abstand WEA 2	Winkel	Immission	Abstand WEA 1	Winkel
Rev_0	150 m	33.2°	MP 1	442 m	11.8°	MP 1	755 m	6.9°
EMP 7	190 m	27.3°	MP 2	540 m	9.7°	MP 2	852 m	6.2°
EMP 8	240 m	22.2°	MP 3	535 m	10.4°	MP 5	326 m	15.8°
EMP 9	290 m	18.7°	MP 4	778 m	6.7°	MP 4	1093 m	4.8°
EMP 10	320 m	17.0°						

Tab. 3: Oktavpegeldifferenzen (Basis 50-Perzentsilspektren, $v_g = 5.5 \text{ m/s}$) der A-bewerteten Schallpegel und Abstrahlwinkel (Quellenhöhe 98 m) relativ zum Rev_0, EMP 7, EMP 8, EMP 9 und EMP10

MP	62,5 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	L_w	Diff.W
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	°
Rev_0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EMP 7	1,2	1,4	1,2	0,6	0,3	0,0	0,6	3,3	5,9
EMP 8	2,0	1,8	1,7	0,8	1,0	0,2	0,6	5,2	11,0
EMP 9	2,3	2,5	2,3	2,2	2,3	0,8	1,5	6,9	14,5
EMP 10	2,9	2,4	2,6	3,4	3,7	2,3	5,0	8,5	16,2

gekennzeichnet, die Immissionsmessorte mit „MP“. Die Abstände und die Abstrahlwinkel von der Horizontalen ausgehend von der Nabenhöhe können der Tabelle 2 (siehe S. 18) entnommen werden.

Aufgrund der an der Vegetation durch den Wind insbesondere bei höheren Windgeschwindigkeiten erzeugten Geräusche wurde die Bestimmung der vertikalen Richtcharakteristik auf das 50 Perzentil bzw. den arithmetischen Mittelwert der am Boden gemessenen Schallpegel eingeschränkt. Nach der DIN IEC 61400-11 [4] wird als Quelle ein Punkt auf Nabenhöhe der WEA angenommen. Von den gemessenen Pegeln wird jeweils über den Abstand auf einen Schallleistungspegel der Quelle zurückgerechnet. Dabei dient der Rev_0 als Referenzmesspunkt. Um eine Richtungsabhängigkeit zu bestimmen, werden die Pegeldifferenzen für die mit verschiedenen Emissionsmesspunkten bestimmten Schallleistungen betrachtet, wie es beispielsweise in Tabelle 3 bei einer Windgeschwindigkeit von $v_g = 5,5 \text{ m/s}$ in Gondelhöhe dargestellt ist.

In Tabelle 3 sind die Differenzen der berechneten Schallleistungen für EMP_7, EMP_8, EMP_9 und EMP_10 zur Schallleistung für Rev_0 dargestellt. Ein Teil des Anstiegs im A-Schallpegel resultiert von windinduzierten Fremdgeräuschen. Der starke Anstieg bei 4 kHz wird, wie sich bei Betrachtung der Schmalbandspektren ergibt, ebenfalls durch windinduzierte Fremdgeräusche, insbesondere bei den EMP 8 bis 10, durch die Nähe zu einer Baumreihe erzeugt.

In der Tendenz ist aus Tabelle 3 unmittelbar abzulesen, dass der Schallleistungspegel in den Oktaven in Richtung EMP 7 bis EMP 10 zunimmt bei einer Abnahme des Abstrahlwinkels zur Horizontalen gegenüber Rev_0 um 5,9° (EMP 7) bis 16,2° (EMP 10). Das bedeutet eine Zunahme des Schalldruckpegels in vertikale Richtung.

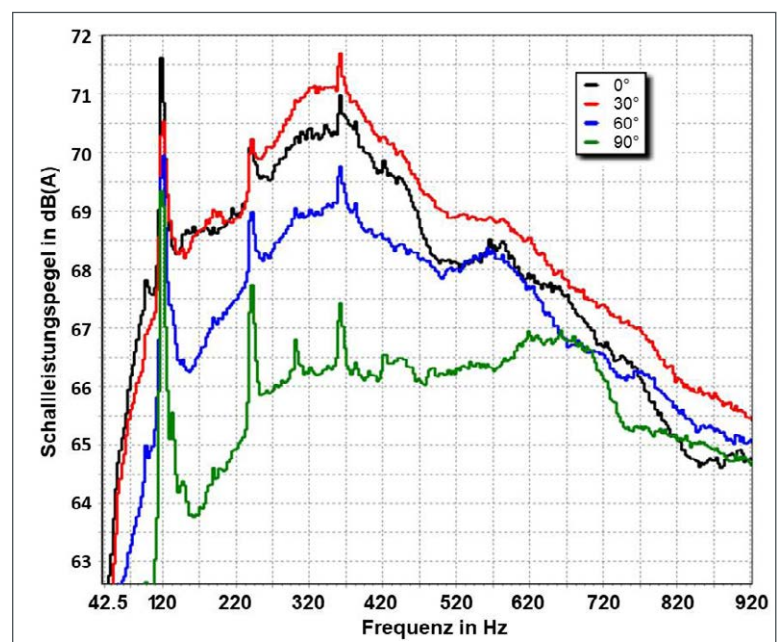
Die horizontale Richtcharakteristik wurde mit Messung in 150 m Abstand und 0°, 30°, 60° und 90° horizontal zur Windrichtung untersucht. Dabei wurde

ebenfalls eine deutliche Winkelabhängigkeit gefunden, wie es sich beispielsweise bei 10 m/s Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe von 40 Hz bis 920 Hz ergibt.

Abbildung 3 zeigt, dass die Richtungsabhängigkeit zwischen 50 Hz und 570 Hz bei horizontaler Drehung stark ausgeprägt ist und Werte bis 4 dB erreicht. Weiter zeigen die Spektren die Nutenfrequenz-Linie bei 120 Hz, die am Generator erzeugt wird und über Körperschall vorwiegend von den Rotoren abgestrahlt wird und erkennbar eine geringere Winkelabhängigkeit zeigt.

Die Emissionsmessungen zeigen, dass die Richtcharakteristik sowohl eine vertikale als auch eine horizontale Winkelabhängigkeit aufweist. Dies legt nahe, dass es sinnvoll ist, für die Abstrahlung Rotations-symmetrie um die Drehachse des Rotors anzunehmen und die Abstrahlung mit einem Multipolansatz

Abb. 3: Spektren der Schallleistungspegel berechnet aus den Messungen in 150 m Abstand über einer schallharten Platte am Boden, Leistung 1.600 kW.



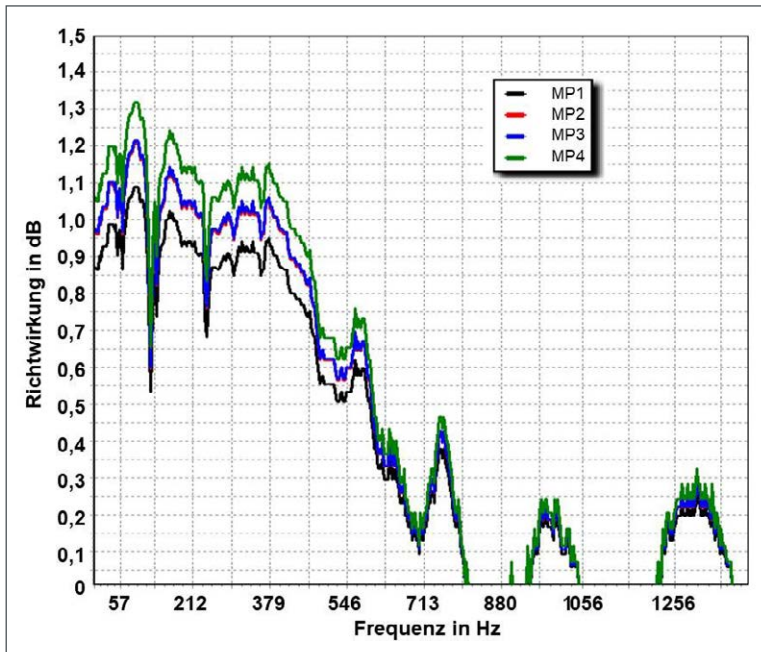
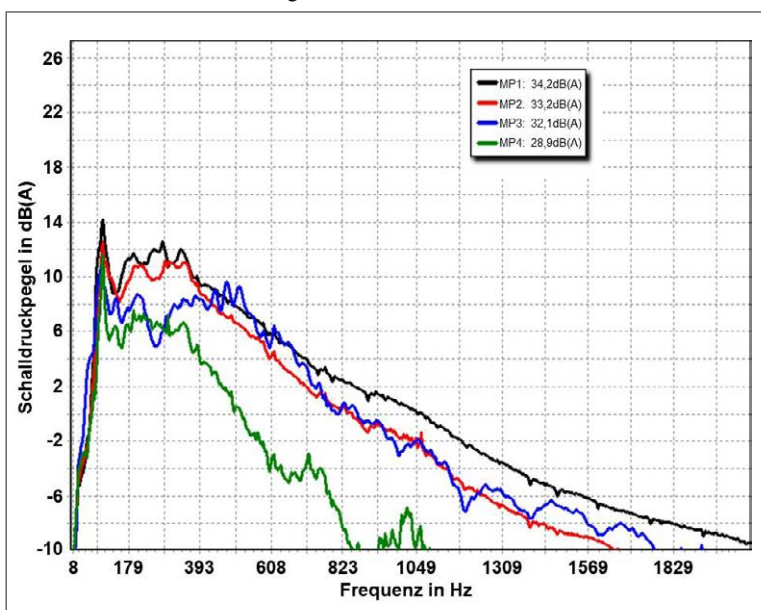


Abb. 4: Änderung der vertikalen Richtcharakteristik zwischen dem Emissionsmesspunkt in 150 m Abstand in vertikaler Richtung 33° zu den Messpunkten MP 1 (schwarz, 11.8°), MP 2 (rot, 9.7°), MP 3 (blau, 10.4°) und MP 4 (grün, 6.7°). Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe: 10 m/s.

zu beschreiben. Nimmt man in Anlehnung an Vargas [5] und Oerlemans [6] weiter an, dass die momentane Abstrahlung von den Rotorblättern mit einem Monopol- und einem Dipolterm beschrieben werden kann, dann lässt sich die horizontale und vertikale Richtcharakteristik damit approximieren. Dazu wird die Abstrahlung von den Flügeln beispielsweise für alle 1° -Drehungen für den jeweiligen Aufpunkt berechnet und über die 360° -Drehung summiert. Da die Messungen stets über eine deutlich längere Zeit

Abb. 5: Fremdgeräuschkorrigierte Spektren der WEA 2 an MP 1 bis MP 4 von 250 bis 550 kW Leistung – Mitwind 240° bis 300°



erfolgen als die Dauer einer $1/3$ Drehung des Rotors, kann angenommen werden, dass damit die mittlere Richtcharakteristik ausreichend beschrieben wird. Die Änderung der Pegel zwischen 0 bis 90° in 150 m Abstand erlaubt es den Dipolterm direkt zu bestimmen. Bei der Berechnung ist zu berücksichtigen, dass die Rotorachse in Windrichtung um 5° nach oben gedreht ist. Dies wurde durch eine Anhebung der Rotorachse um 10 m approximiert.

Ausgehend davon kann für die 4 Messorte bei der Anlage WEA 2 Ost in Betrieb die vertikale Richtcharakteristik bezogen auf Rev_0 unmittelbar als Funktion der Frequenz dargestellt werden. Dies ist für eine Nabewindgeschwindigkeit von 10 m/s in Abbildung 4 dargestellt. Der spektrale Verlauf stellt die Änderung des Schallleistungspegels durch die Richtcharakteristik als Funktion der Frequenz für die 4 Messpunkte relativ zum Messpunkt Rev_0 bei $v_g = 10$ m/s dar. Die Minima in der Nutenfrequenz (ca. 120 Hz) und der 1. Harmonischen (ca. 240 Hz) gehen nicht gegen 0 dB, da in diesen Frequenzbereichen auch Anteile vorliegen, die durch die Turbulenz der Strömung an den Rotoren entstehen. Die Körperschallabstrahlung der Nutenfrequenz legt nahe, dass diese und deren 1. Harmonische ungerichtet abgestrahlt werden, wie aus Abbildung 4 abzulesen ist. Das bedeutet, dass aus der horizontal gemessenen Richtcharakteristik anhand des Monopol- und Dipolansatzes eine vertikale Richtcharakteristik plausibel beschrieben wird. Dies wird sowohl durch das Interimsverfahren als auch bei der Anwendung des alternativen Verfahrens vernachlässigt und führt zu systematischen Abweichungen auch in Mitwindrichtung, da mit zunehmendem Abstand der Dipolterm zu einer Erhöhung der abgestrahlten Schallleistung führt. Weiter ist in Abbildung 4 erkennbar, dass die Richtcharakteristik unter 450 Hz den Schallleistungspegel am MP 1 um bis zu 1 dB und in Richtung MP 4 um bis zu 1,3 dB anhebt. Diese 1,3 dB gelten auch für Immissionsorte in größeren Entfernungen. Auch legt die Analyse nahe, wesentlich über 1 kHz hinausgehend keine Richtcharakteristik anzunehmen. Die dargestellten Werte korrespondieren mit den Werten, die an den Messpunkten EMP 7 bis EMP 9 in den Oktaven bis 1 kHz bestimmt wurden.

Immissionsmessungen

Die Auswertung der Immissionsmessungen wurde für Mitwind durchgeführt, wobei Mitwind durch die Windrichtung von $270^\circ \pm 30^\circ$ definiert ist. Die Messungen wurden in sechs Leistungsbereiche (LB) für die Zeit von 0 bis 4 Uhr unterteilt. Die Klassenbreite von 250 kW wurde gewählt, um in jeder Klasse eine ausreichende Anzahl von Messungen zur Verfügung zu haben (siehe Abb. 2). Da Leistungen über 2.050 kW in der Zeit von 0 bis 4 Uhr zu selten waren, um eine

Tab. 4: Mittelungspegel des Anlagengeräusches WEA 2 nach Fremdgeräuschkorrektur bei 250 bis 550 kW elektrischer Leistung und Mittelungspegel nach dem Interimsverfahren;

NFP – Nutenfrequenzpegel, Mess-Int. – Pegeldifferenz Messung Interim, ΔL_{1x} – Pegeldifferenz MP 1-MP 1, MP 1-MP 2, MP 1-MP 3 und MP 1-MP 4, V.B. – Vertrauensbereich, N – Messzeit

Leistungsbereich 1: 350/550 kW alle WEA 2							
MP	Messung				Interimsverfahren mit Richtcharakteristik		
	L_{eq} dB(A)	NFP dB	N s	V.B. dB	L_{eq} dB(A)	ΔL_{1x} dB	Mess-Int. dB
MP 1	34,2	18,7	115.440	0,06	34,6	0,0	-0,4
MP 2	33,2	16,1	113.997	0,08	32,8	1,8	0,4
MP 3	32,1	14,7	113.753	0,06	32,9	3,7	-0,8
MP 4	28,9	16,0	114.106	0,07	29,4	5,2	-0,5

Fremdgeräuschtrennung durchzuführen, wurde dieser Leistungsbereich nicht weiter betrachtet.

Die Spektren der WEA 2 für den LB 1, 250 bis 550 kW, werden in Abbildung 5 dargestellt. Diese zeigt bei 100 Hz das Pegelmaximum der Nutenfrequenz. Weiter ist für den MP 3 (blau), dessen Mikrofonhöhe 1 m beträgt, deutlich ein Interferenzeinbruch gegenüber dem MP 2 (rot) in nahezu gleicher Entfernung mit bis zu 5 dB zu erkennen. Bei 600 Hz liegt die Pegelanhebung bei bis zu 2 dB. Insgesamt liegt die resultierende Pegelminderung durch Interferenz bei etwa 1,1 dB.

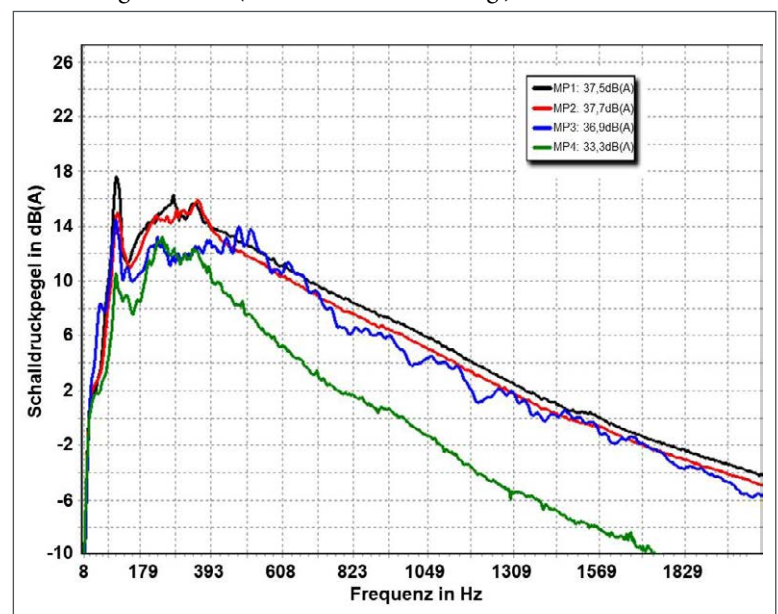
Um klären zu können, ob aus den Messungen eine Zusatzdämpfung abzuleiten ist, wird die aus den Emissionsmessungen abgeleitete Richtcharakteristik bei der Berechnung nach dem Interimsverfahren einbezogen. Werte für die Oktave und die Nutenfrequenzpegel (NFP) können in Tabelle 4 abgelesen werden.

Der Vertrauensbereich ergibt sich nach der VDI3723-1 [7] aus der Streuung der Pegel in den unterschiedlichen Windklassen auf der Basis des Mittelungspegels in den einzelnen Windklassen. Für die Abschätzung des Vertrauensbereichs wurde angenommen, dass von statistischer Unabhängigkeit erst nach 300 s ausgegangen werden kann und der Stundenfaktor 2 beträgt. Aus der Tabelle 4 wird ersichtlich, dass für MP 1 und MP 3 eine etwas geringere Unsicherheit besteht als für die Messpunkte 2 und 4. Im Ergebnis ergibt sich aus den Messungen im Vergleich mit dem Interimsverfahren ein um 0,4 dB höherer Pegel am MP 1 und ein um 0,3 dB höherer Pegel am MP 4 (siehe Spalte Mess-Int.). Im Mittel sind die Werte 0,6 dB höher. Im Ergebnis ändert sich nach dem Interimsverfahren inklusive Richtcharakteristik der Pegel der Nutenfrequenzkomponente zwischen

MP 1 und MP 4 rechnerisch um 4,7 dB, nach der Messung um lediglich 2,7 dB.

Spektren für den Leistungsbereich 2 mit 550 bis 850 kW werden in Abbildung 6 dargestellt. Die Struktur der Spektren entspricht weitgehend dem Leistungsbereich 1 unter Ausnahme der Nutenfrequenz. Für diesen Fall liegen die Vertrauensbereiche nach der Geräuschtrennung unter 0,4 dB. Das Interimsverfahren prognostiziert im Mittel über die 4 Messpunkte 0,8 dB niedrigere Werte. Die gemessene Pegelabnahme MP 1 nach MP 4 in der Nutenfrequenz beträgt 7,8 dB gegenüber 4,8 dB nach dem Interimsverfahren. Der Unterschied zum LB 1 mit 2,7 dB legt Interferenz für diesen Frequenzbereich für den LB 2 nahe.

Abb. 6: Fremdgeräuschkorrigierte Spektren der WEA 2 an MP 1 bis MP 4 im Leistungsbereich 2 (550 bis 850 kW Leistung) – Mitwind 240° bis 300°



Tab. 5: Mittelungspegel des Anlagengeräusches WEA 2 nach Fremdgeräuschkorrektur bei 550 bis 850 kW elektrischer Leistung und Mittelungspegel nach dem Interimsverfahren; Erläuterungen: siehe Tabelle 4

Leistungsbereich 2: 550/850 kW alle WEA 2							
	Messung				Interimsverfahren mit Richtcharakteristik		
MP	L _{eq}	NFP	N	V.B.	L _{eq}	ΔL _{1x}	Mess-Int.
	dB(A)	dB	s	dB	dB(A)	dB	dB
MP 1	37,5	22,6	27.886	0,31	37,8	0,0	-0,3
MP 2	37,7	19,8	28.020	0,11	36,0	1,8	1,7
MP 3	36,9	19,0	27.980	0,10	36,0	1,8	0,9
MP 4	33,3	14,8	28.007	0,07	32,5	5,3	0,8

Tab. 6: Mittelungspegel des Anlagengeräusches WEA 2 nach Fremdgeräuschkorrektur bei 850 bis 1.150 kW elektrischer Leistung und Mittelungspegel nach dem Interimsverfahren; Erläuterungen: siehe Tabelle 4

Leistungsbereich 3: 850/1.150 kW alle WEA 2							
	Messung				Interimsverfahren mit Richtcharakteristik		
MP	L _{eq}	NFP	N	V.B.	L _{eq}	ΔL _{1x}	Mess-Int.
	dB(A)	dB	s	dB	dB(A)	dB	dB
MP 1	41,1	25,4	20.973	0,27	40,0	0,0	1,1
MP 2	39,1	23,2	21.247	0,03	38,2	1,8	0,9
MP 3	38,0	20,5	21.250	0,27	38,2	1,8	-0,2
MP 4	34,8	20,2	21.300	0,09	34,7	5,3	0,1

Tab. 7: Mittelungspegel des Anlagengeräusches WEA 2 nach Fremdgeräuschkorrektur bei 1.150 bis 1.450 kW elektrischer Leistung und Mittelungspegel nach dem Interimsverfahren; Erläuterungen: siehe Tabelle 4

Leistungsbereich 4: 1.150/1.450 kW alle WEA 2							
	Messung				Interimsverfahren mit Richtcharakteristik		
MP	L _{eq}	NFP	N	V.B.	L _{eq}	ΔL _{1x}	Mess-Int.
	dB(A)	dB	s	dB	dB(A)	dB	dB
MP 1	40,9	26,4	19.247	0,08	41,3	0,0	-0,4
MP 2	40,4	24,1	20.332	0,07	39,5	1,8	0,9
MP 3	39,4	20,7	20.277	0,06	39,6	1,7	-0,2
MP 4	36,0	20,2	20.279	0,04	36,0	5,3	0,0

Die Spektren für den Leistungsbereich 3 werden in Abbildung 7 dargestellt. Die spektralen Strukturen mit dem ausgeprägten Interferenzeinbruch am MP 3 entsprechen denen der Leistungsbereiche 1 und 2. Das Interimsverfahren unterschätzt im Mittel um 0,5 dB, die Pegelabnahme in der Nutenfrequenz differiert um 0,1 dB.

Abbildung 8 zeigt die Spektren für den Leistungsbereich 4. Auch hier ist gegenüber den bisherigen Auswertungen lediglich erkennbar, dass ab 600 Hz der MP 2 deutlich oberhalb von MP 3 liegt und sich die Spektren von MP 1 und MP 2 oberhalb von 1.500 Hz annähern.

Das Interimsverfahren stimmt im Mittel mit den Messungen überein, in der Nutenfrequenz wird eine um 1 dB höhere Pegelabnahme gemessen.

Die Spektren, die sich für den Leistungsbereich 5 ergeben, können Abbildung 9 entnommen werden. Die Überschneidung der Spektren des MP 1 und MP 2, die schon im Leistungsbereich 4 beobachtet wurde, verstärkt sich etwas, die Interferenzeinbrüche am MP 3 scheinen sich bis 1.500 Hz fortzusetzen.

Das Interimsverfahren mit Richtcharakteristik überschätzt um 0,2 dB im Mittel. Aus den Oktavpegeln ist die Tendenz erkennbar, dass die Überschätzung mit zunehmender Entfernung zunimmt. Die Pegelabnahme für die Nutenfrequenzpegel wird entsprechend um 0,4 unterschätzt.

Die Spektren für den Leistungsbereich 6 werden in Abbildung 10 dargestellt. Der Interferenzeinbruch bei 170 Hz am MP 3 wird durch die Geräuschtrennung verstärkt. Die Tendenz der Überschneidung der Spektren MP 1 und MP 2 wird noch ausgepräg-

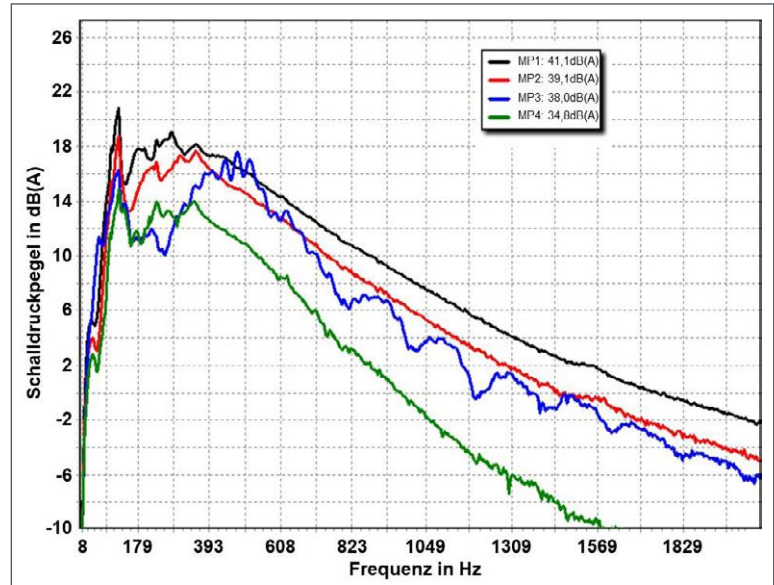


Abb. 7: Fremdgeräuschkorrigierte Spektren der WEA 2 an MP 1 bis MP 4 im Leistungsbereich 3 von 850 bis 1.150 kW Leistung – Mitwind 240° bis 300°

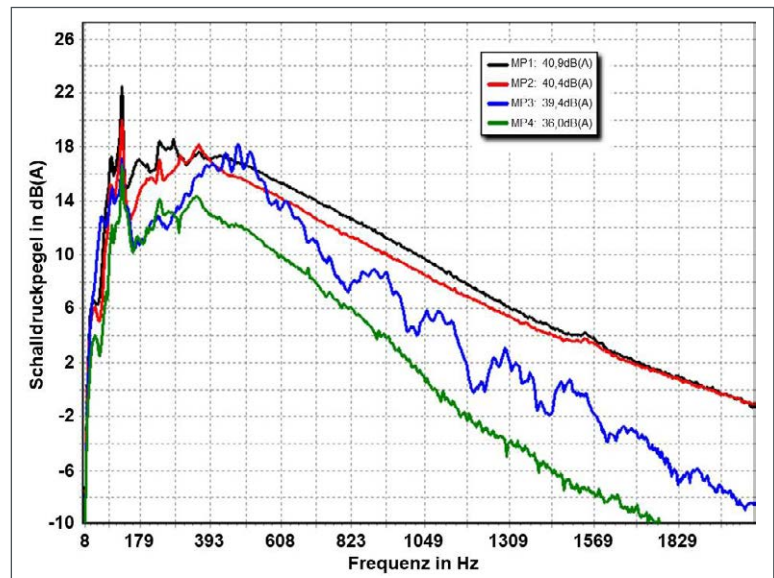


Abb. 8: Fremdgeräuschkorrigierte Spektren der WEA 2 an MP 1 bis MP 4 im Leistungsbereich 4 von 1.150 bis 1.450 kW Leistung – Mitwind 240° bis 300°

Tab. 8: Mittelungspegel des Anlagengeräusches WEA 2 nach Fremdgeräuschkorrektur bei 1.450 bis 1.750 kW elektrischer Leistung und Mittelungspegel nach dem Interimsverfahren; Erläuterungen: siehe Tabelle 4

Leistungsbereich 5: 1.450/1.750 kW alle WEA 2							
MP	Messung				Interimsverfahren mit Richtcharakteristik		
	L_{eq} dB(A)	NFP dB	N s	V.B. dB	L_{eq} dB(A)	ΔL_{1x} dB	Mess-Int. dB
MP 1	42,2	27,9	16.725	0,04	42,4	0,0	-0,2
MP 2	41,3	25,7	17.848	0,06	40,6	1,8	0,7
MP 3	39,6	22,0	19.726	0,30	40,7	1,7	-1,1
MP 4	36,6	22,4	19.846	0,10	37,2	5,2	-0,6

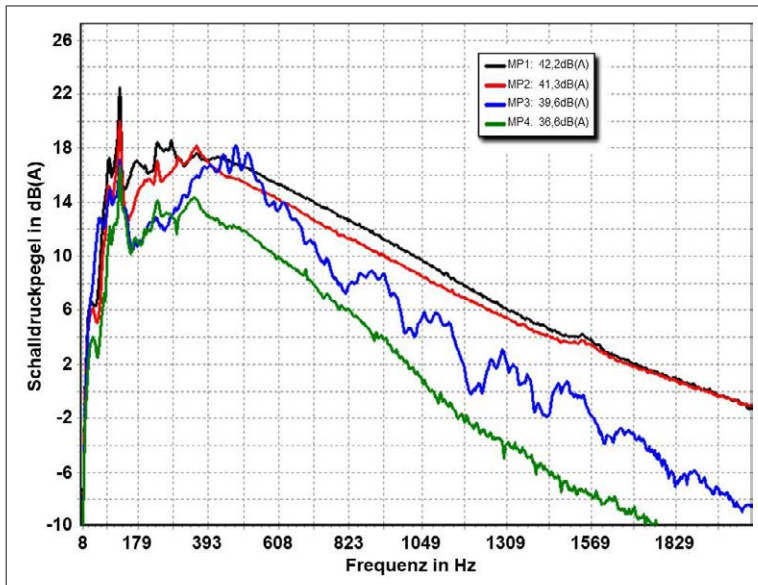
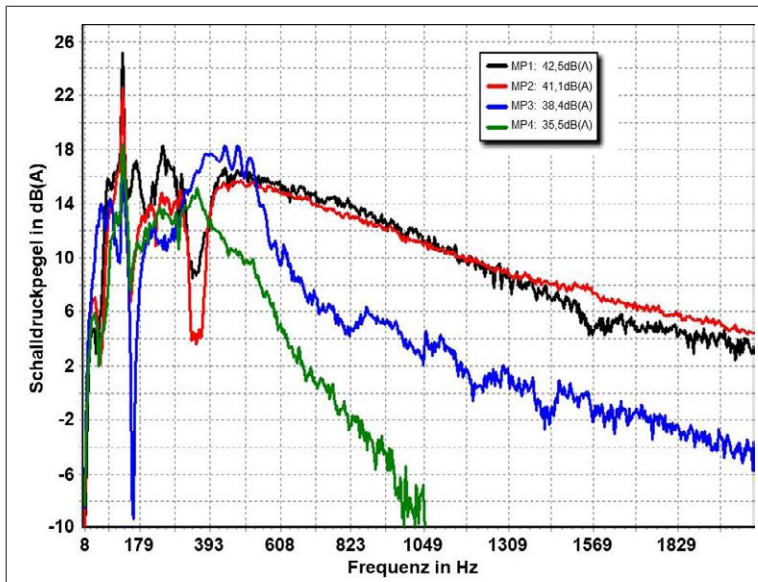


Abb. 9: Fremdgeräuschkorrigierte Spektren der WEA 2 an MP 1 bis MP 4 im Leistungsbereich 5 von 1.450 bis 1.750 kW Leistung – Mitwind 240° bis 300°



ter. Die Einbrüche bei 380 Hz für die Messpunkte MP 1 und MP 2 werden wohl ebenfalls durch die Geräuschtrennung verstärkt.

Die Differenz der Pegel zwischen MP 1 und MP 4 beträgt 7,0 dB, nach dem Interimsverfahren mit Richtcharakteristik 5,2 dB, d.h. das Interimsverfahren überschätzt um 1,8 dB im Mittel. Die entsprechende Differenz der Pegel in der Nutenfrequenz liegt bei 6,2 dB gegenüber 4,8 dB nach dem Interimsverfahren. Die mittlere Überschätzung durch das Interimsverfahren mit Richtcharakteristik liegt bei 1 dB, mit der erkennbaren Tendenz der Zunahme der Überschätzung für den MP in 778 m Abstand.

Für die WEA 1 West stehen lediglich für den Leistungsbereich 1 eine ausreichende Anzahl von Messdaten zur Verfügung.

Die einzelnen Frequenzlinien in dem Immissionspektrum am MP 5, der am nächsten zur WEA 1 liegt, sind auch noch am MP 1 erkennbar. Ihre Herkunft ist unklar. Der Gesamtpegel wird dadurch nicht relevant beeinflusst. Die Pegeldifferenz MP 5 zu MP 4 liegt bei 13,4 dB gegenüber dem Interimsverfahren mit 11,3 dB ohne Richtcharakteristik. Mit Richtcharakteristik erhöht sich die Differenz. Die Differenz im Nutenfrequenzpegel ist wegen der genannten Linien nicht eindeutig zu bestimmen.

Die Messergebnisse bei Betrieb der WEA 2 Ost lassen sich im Vergleich mit dem Interimsverfahren mit Richtcharakteristik wie folgt zusammenfassen, wobei ein negatives Vorzeichen bedeutet, dass das Interimsverfahren einen höheren Wert liefert als die Messungen ergeben haben. Im Mittel über alle Leistungsbereiche sind die Unterschiede gering.

Abb. 10: Fremdgeräuschkorrigierte Spektren der WEA 2 an MP 1 bis MP 4 im Leistungsbereich 6 von 1.750 bis 2.050 kW Leistung – Mitwind 240° bis 300°

Tab. 9: Mittelungspegel des Anlagengeräusches WEA 2 nach Fremdgeräuschkorrektur bei 1.750 bis 2.050 kW elektrischer Leistung und Mittelungspegel nach dem Interimsverfahren; Erläuterungen: siehe Tabelle 4

Leistungsbereich 6: 1.750/2.050 kW alle WEA 2							
MP	Messung				Interimsverfahren mit Richtcharakteristik		
	L_{eq}	NFP	N	V.B.	L_{eq}	ΔL_{1x}	Mess-Int.
	dB(A)	dB	s	dB	dB(A)	dB	dB
MP 1	42,5	28,7	5.253	0,38	42,4	0,0	0,1
MP 2	41,1	26,3	7.806	0,65	40,6	1,8	0,5
MP 3	38,4	21,5	12.943	0,49	40,7	1,7	-2,7
MP 4	35,5	22,5	13.084	0,59	37,2	5,2	-1,7

Nach dem Interimsverfahren sollte der Pegel in der Nutenfrequenz um 4,8 dB zwischen MP 1 und MP 4 abnehmen. Wie oben gezeigt wurde, kann für die Nutenfrequenz angenommen werden, dass keine Richtcharakteristik vorliegt, da die Abstrahlung überwiegend über die Rotorblätter erfolgt. Das bedeutet, dass der Pegel deutlich stärker abnimmt als es mit $1/r^2$ vor der Nabenhöhe anzunehmen ist. Der niedrige Wert von 2,7 dB im Leistungsbereich 1 ist auf die Interferenzauslöschung am MP 1 zurückzuführen, wie er für Frequenzen unter 100 Hz aus Abbildung 5 abzulesen ist. Für den Leistungsbereich 2 liegt eine entsprechende Erhöhung vor (siehe Abb. 6). Über die 6 Leistungsbereiche gemittelt sind es 5,6 dB, im höchsten Leistungsbereich 6,2 dB.

Tab. 10: Mittelungspegel des Anlagengeräusches WEA 1 West nach Fremdgeräuschkorrektur bei 200 bis 450 kW elektrischer Leistung und Mittelungspegel nach dem Interimsverfahren; Erläuterungen: siehe Tabelle 4

WEA 1 West Leistungsbereich: 200/450 kW alle WEA 1 West							
MP	Messung				Interimsverfahren mit Richtcharakteristik		
	L_{eq} dB(A)	NFP dB	N s	V.B. dB	L_{eq} dB(A)	ΔL_{1x} dB	Mess-Int. dB
MP 1	27,8	7,1	8.967	1,51	25,3	7,5	2,5
MP 2	25,2	6,9	8.967	0,09	24,1	18,8	1,1
MP 3	34,5	18,9	8.968	0,24	32,8	0,0	1,7
MP 4	21,1	-0,6	8.967	0,30	21,5	11,3	-0,4

Tab. 11: Zusammenfassung der Messungen im Vergleich zum Interimsverfahren mit Richtcharakteristik Mit Δ werden die Differenzen zwischen Messung und Berechnung bezeichnet. $\Delta NFP_{1,4}$ gibt die gemessene Pegeldifferenz in der Nutenfrequenz zwischen MP 1 und MP 4 an

WEA 2 Ost	Leistung	ΔL_1	ΔL_2	ΔL_3	ΔL_4	$\Delta NFP_{1,4}$
	kW	dB	dB	dB	dB	dB
1	250–550	-0,4	0,4	-0,8	0,5	2,7
2	550–850	-0,3	1,7	0,9	0,8	7,8
3	850–1.150	1,1	0,9	-0,2	0,1	5,2
4	1.150–1.450	-0,4	0,9	-0,2	0,0	6,2
5	1.450–1.750	-0,2	0,7	-1,1	-0,6	5,5
6	1.750–2.050	0,1	0,5	-2,3	-1,7	6,2
Mittelwert		0,0	0,9	-0,6	-0,2	5,6

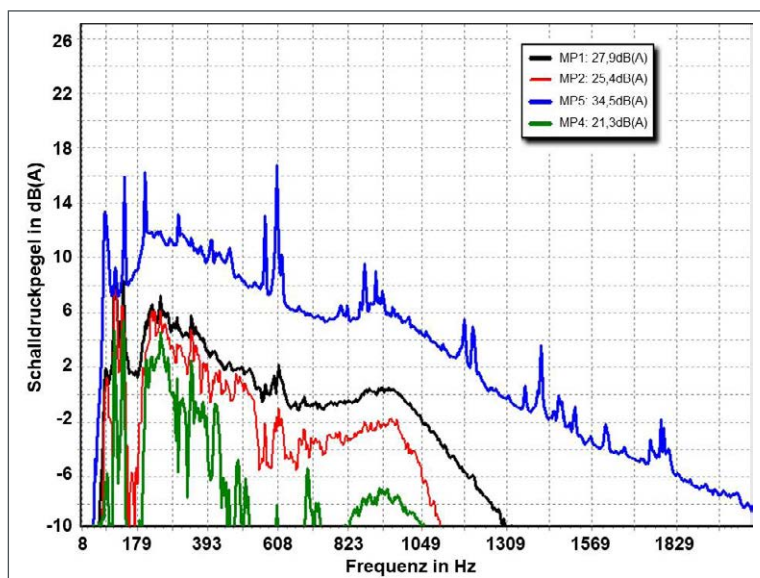


Abb. 11: Fremdgeräuschkorrigierte Spektren der WEA 1 West an MP 1 bis MP 4 bei 200 bis 450 kW Leistung – Mitwind 240° bis 300°

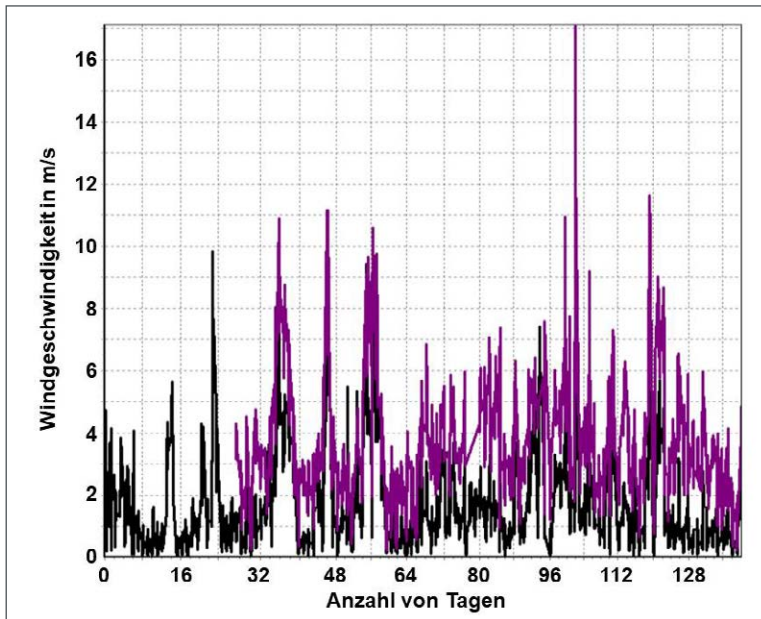
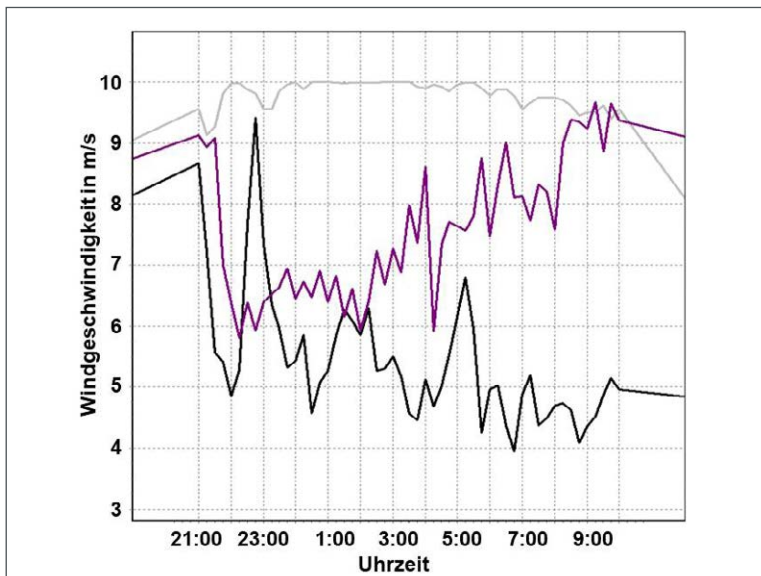


Abb. 12: Gegenüberstellung der unterschiedlich gemessenen Windgeschwindigkeiten – MP 1 in 6 m Höhe und LiDAR 1 (in 40 m Höhe ab 13.12.), Zeitausschnitt 137 Tage

Mittelt man über die Leistungsbereiche 2 bis 6, erhält man ebenfalls 6,2 dB oder eine Zusatzdämpfung um 1,4 dB zwischen 420 und 778 m.

Betrachtet man die Differenzen am MP 4, sieht es so aus, als bestünde ein Trend, dass mit zunehmender Leistung die Differenz zwischen Interimsverfahren und gemessenem Pegel zunimmt und damit von einer Zusatzdämpfung bei Mitwind auszugehen ist, die ca. 2 dB bei 800 m Abstand beträgt. Diese Zusatzdämpfung kompensiert den Beitrag aus der Richtcharakteristik bei Anwendung des Interimsver-

Abb. 13: Windgeschwindigkeit MP 1 (schwarz) und LiDAR 1 (40 m, violett) und Windrichtung als 10-fachen Cosinus der Abweichung von Mitwindrichtung 270° (grau), Gesamtzeit ca. 13 h in der Nachtzeit vom 11.01.2017 bis 12.01.2017 im Zeitraum von 21:00 Uhr bis 10:00 Uhr



fahrens ohne Richtcharakteristik.

Wendet man das Interimsverfahren ohne die zusätzliche Richtcharakteristik an, dann kommt es am MP 1 in den oberen Leistungsbereichen zu Unterschätzungen um 1 dB.

Atmosphärische Stabilität

Westlich und nordöstlich der Anlage WEA 2 war jeweils eine LiDAR-Anlage positioniert (siehe Abb. 1), um in unterschiedlichen Höhen die Windgeschwindigkeit zu messen. Die LiDAR 1-Messungen begannen am 30.11.2016 und endeten am 06.04.2017. Die Messungen mit LiDAR 2 begannen am 16.01.2017 und endeten am 08.04.2017. Die Messhöhen waren bei 40 m, 55 m, 76 m, 96 m, 117 m, 137 m, 169 m und 200 m.

In Abbildung 12 ist der Verlauf der Windgeschwindigkeit am MP 1 (schwarz) und der LiDAR-Anlage 1, Höhe 40 m (violett) über 137 Tage dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass die Windgeschwindigkeit vor der Anlage in 40 m Höhe häufig in der gleichen Größenordnung liegt, wie am MP 1 in 6 m Höhe.

Dies wird in dem zeitlichen Ausschnitt in Abbildung 13 deutlicher, in dem auch die Mitwindabweichung δ von 270° (Mitwindrichtung) mit $10 \cdot \cos(\delta)$ (grau) dargestellt ist.

Die Abbildung 13 zeigt, dass bei Mitwind 270° ($\cos(\delta) \approx 1$) in Bodennähe auch Windgeschwindigkeiten ($> 8,5$ m/s, grau) unter der Anlage in 400 m Abstand auftreten, die höher sind als in 40 m Höhe und in 300 m Abstand vor der Anlage. Bei Mitwind in Richtung der LiDAR 2 sind je nach Wetterlage auch 300 m hinter der WEA 2 in 117 m Höhe zeitweise höhere Windgeschwindigkeiten zu beobachten:

Ein anderes Beispiel wird in den Abbildungen 14 und 15 dargestellt. Diese zeigen, dass in Mitwindrichtung über eine Entfernung von mehr als 300 m auch Situationen gemessen wurden, bei denen in gleicher Höhe hinter der Anlage Windgeschwindigkeiten auftreten, die kurzzeitig höher sein können als vor der Anlage. Das Auftreten solcher Situationen legt nahe, eine Differenzierung vorzunehmen, die es erlaubt, die unterschiedlichen Profile der Windgeschwindigkeiten mit einem Parameter zu beschreiben. Ein solcher Parameter ist der Stabilitätsindex m_L [8], mit dem das Windgeschwindigkeitsprofil mit der Höhe z wie folgt approximiert wird:

$$v(z) = c_1 \cdot (z / d_0)^{m_L} \quad , \quad d_0 = 1 \text{ m} \quad (1)$$

Der Exponent m_L und c_1 wurden anhand der LiDAR-Windgeschwindigkeit-Messungen in 40 m und 55 m unmittelbar bestimmt.

Nach Etling „Theoretische Meteorologie“ [8] liegt bei

$m_L \geq 0,3$ eine stark stabile Schichtung,

$0,3 > m_L \geq 0,14$ eine stabile Schichtung,

$0,14 > m_L > 0,05$ eine labile Schichtung vor.

Mit den aus den LiDAR-Daten gewonnenen 10-Minuten-Werten für den Faktor m_L lässt sich eine Trennung der Schallimmissionsmessungen durchführen und die jeweiligen gemessenen Immissionspegel für eine stark stabile Schichtung mit $m_L > 0,3$ und für eine stabile Schichtung $m_L < 0,3$ gegenüberstellen (bei Mitwind und beide LiDAR-Anlagen in Betrieb). Die Pegelunterschiede zwischen den stark stabilen und stabilen Wetterlagen sind außer im LB 6 $m_L < 0,3$ für MP 1 und MP 2 statistisch signifikant und lassen sich für die A-bewerteten Schalldruckpegel und die Nutenfrequenzpegel wie folgt zusammenfassen, siehe Tabelle 12.

Im Leistungsbereich 1 ist nach den Messungen der Immissionspegel am MP 1 bei stark stabilen Bedingungen rund 2 dB höher als bei stabilen Bedingungen. Mit zunehmendem Leistungsbereich reduziert sich dies über alle 4 Messpunkte und kehrt, beginnend im LB 3, im LB 4 das Vorzeichen vollständig um. Danach nehmen die Differenzen wieder zu und erreichen im LB 6 Werte zwischen 1,7 und 3,7 dB. Ähnlich sind auch die Differenzen im Nutenfrequenzpegel. Es kann aus diesen Resultaten unmittelbar abgeleitet werden, dass bei stark stabilen Wetterlagen mit höheren Immissionspegeln mit zunehmender Entfernung zu rechnen ist als bei stabilen Wetterlagen, wobei mit zunehmender Windgeschwindigkeit die Häufigkeit der stark stabilen Wetterlagen abnimmt, wie unmittelbar aus der Sekundendauer n abgelesen werden kann. So ist im LB 1 die stark stabile Schichtung 18 mal häufiger als die stabilen. Im LB 3 beträgt das Verhältnis nur noch 2 zu 1 und im LB 6 ungefähr 1 zu 1. Die relative Häufigkeit von LB 6 von Mitte Januar bis Anfang April lag bei circa 1,6 %, über das Jahr 2017 bei 0,5 % und 2016 bei 0,9 %. Berücksichtigt man, dass die TALärm auf die jeweilige Nachtstunde mit dem höchsten Immissionspegel abstellt, dann wird deutlich, dass nicht nur Windgeschwindigkeit und -richtung, sondern auch die Stabilität der atmosphärischen Schichtung wesentlich ist und in die Bewertung einzubeziehen ist, wobei wie Tabelle 12 zeigt, der Zusammenhang sich komplex darstellt. Dies ist insbesondere kritisch für die Interpretation von Einzelmessungen, die die Stabilität nicht berücksichtigen und legt nahe, die Schallausbreitung in 10-Minuten-Intervallen näher zu betrachten, um den messtechnischen Befund zu verallgemeinern.

Krümmungsradien

Die obigen Auswertungen legen nahe, die Stabilität in eine Prognose einzubeziehen. Eine physikalisch

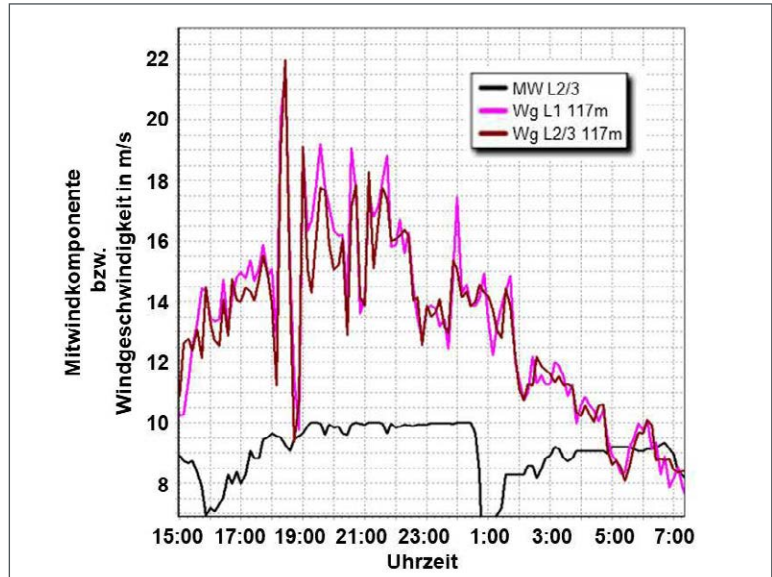
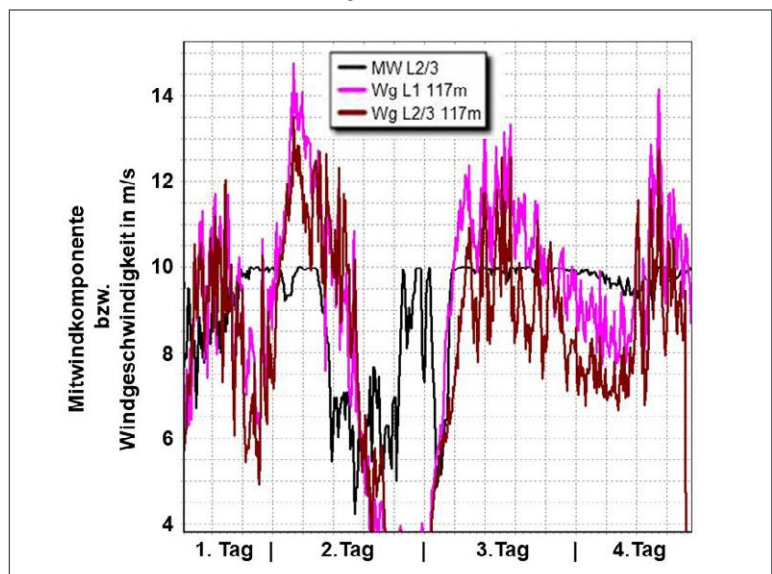


Abb. 14: Mitwindkomponente $10 \cdot \cos(wr-240^\circ)$ (schwarz) und Windgeschwindigkeit LiDAR 1 (117 m, lila) und Windgeschwindigkeit LiDAR 2 (braun), Gesamtzeit über 16 h vom 23.02.2017 bis 24.02.2017 im Zeitraum von 15:00 Uhr bis 07:00 Uhr

zentrale Größe für die Schallausbreitung ist die Krümmung der Schallstrahlen bei der Schallausbreitung, die mit Krümmungsradien beschrieben werden [9,10] kann. Diese ergeben sich aus den Schallgeschwindigkeiten (höhenabhängig von der Temperatur) einschließlich der Überlagerung mit der ebenfalls höhenabhängigen Windgeschwindigkeit und -richtung. Dabei ist die Änderung der Krümmungsradien mit der Höhe neben der Bodenabsorption für die Zusatzdämpfung entscheidend, die die Pegeldifferenz zur Schallausbreitung in einer konstanten Atmosphäre beschreibt. Für die vorlie-

Abb. 15: Mitwindkomponente $10 \cdot \cos(wr-240^\circ)$ (schwarz) und Windgeschwindigkeit LiDAR 1 (117 m, lila) und Windgeschwindigkeit LiDAR 2 (braun), Zeitausschnitt über 3 Tage



Tab. 12: Differenzen der Mittelungspegel und Nutenfrequenzpegel zwischen stark stabilen und stabilen Wetterlagen

stark stabil – stabil	Δ A-bewertete Schalldruckpegel				Δ Nutenfrequenzpegel			
	in dB				in dB			
LB	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
1	2,3	1,5	2,0	3,4	3,1	4,6	1,5	9,5
2	1,7	0,1	-0,6	1,5	2,2	0,2	-0,1	0,7
3	-0,4	-2,6	-1,8	0,4	0,8	0,2	0,4	1,6
4	-0,6	-1,6	-1,7	-1,0	0,8	-0,3	-0,5	1,0
5	0,1	1,1	3,4	3,7	2,6	1,7	2,1	3,8
6	1,7	2,2	3,6	3,7	5,0	4,4	2,6	1,2

gende Auswertung wurde für die Temperaturverteilung die für mitteleuropäische Verhältnisse typische Abnahme von 1 Kelvin pro 100 m für die Nachtzeit unterstellt. Die von der Höhe z abhängige Schallausbreitungsgeschwindigkeit $c_v(z)$ in der Ausbreitungsrichtung φ_0 ergibt sich aus:

$$c_v(z) = c(z) + v(z) \cdot \cos(\alpha(z) - \varphi_0) \text{ m/s} \quad (2)$$

Mit $v(z)$ der höhenabhängigen Windgeschwindigkeit, $\alpha(z)$ der höhenabhängigen Windrichtung, und $c(z)$ der Schallgeschwindigkeit, die von der Temperatur und damit auch von der Höhe abhängig ist:

$$c(z) = 331,4 + 0,6 \cdot T_B - 0,006 \cdot z \text{ m/s} \quad (3)$$

mit T_B : Temperatur am Boden in °C.

Regupur®

REGUPUR® AUSGLEICHSSCHÜTTUNG

Regupur® comfort S1 » wasserfreier Einbau »
nachhaltig » gesundheitlich unbedenklich »
schnell und kostensparend » trittschalldämmend



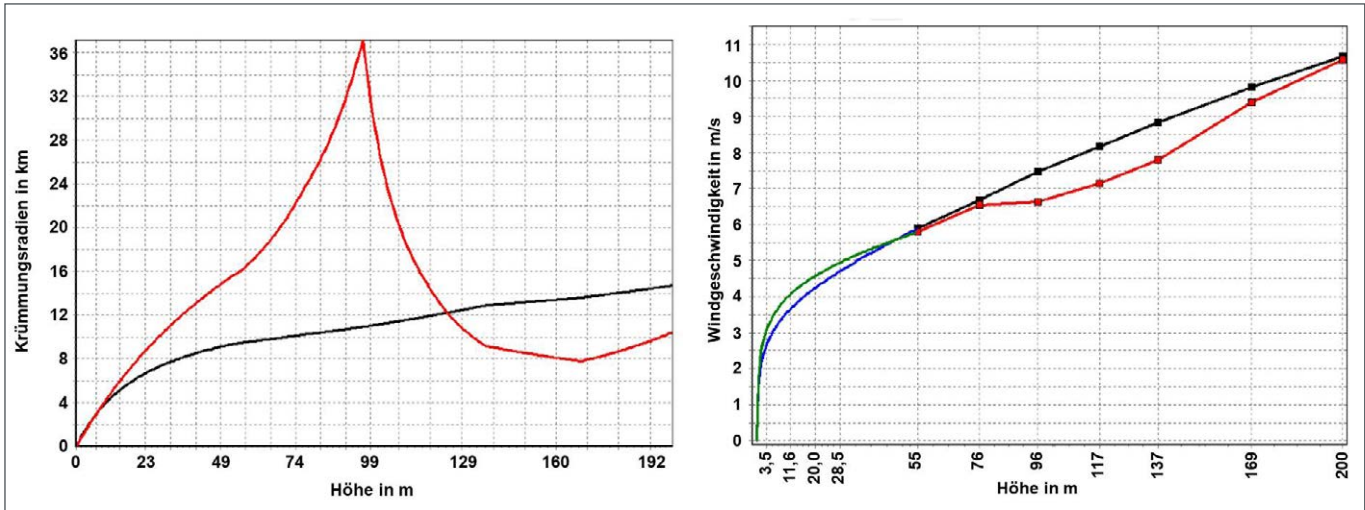


Abb. 16: Links: Krümmungsradien in Abhängigkeit von der Höhe nach LiDAR 1 (schwarz) vor WEA 2 und nach LiDAR 2 (rot) hinter der WEA 2, bestimmt durch Interpolation der rechts dargestellten Geschwindigkeitsänderung und adiabatischen Temperaturabnahme.

Messparameter: Nutenfrequenz = 65 Hz, Windgeschwindigkeit an MP 1 = 2,9 m/s, Windrichtung = 210°, elektrische Leistung $L_w = 344$ kW, Windgeschwindigkeit an der Gondel $v_g = 6,7$ m/s, Stabilitätsindex $m_L = 0,36$.

Turbulenz ausgedrückt durch die Varianz der Windgeschwindigkeiten in den Höhen 40, 55, 76, 96, 117, 137, 169 m links aus LiDAR 2: 2,30/2,47/2,68/3,14/2,51/2,42/1,44 m²/s²

rechts aus LiDAR 1: 1,27/1,52/1,28/1,25/1,08/1,03/1,03 m²/s² und

die jeweiligen vertikalen Windgeschwindigkeiten

links aus LiDAR 2: -0,33/-0,32/-0,24/-0,17/-0,12/-0,12/0,03 m/s und

rechts aus LiDAR 1: 0,00/-0,01/-0,02/-0,04/-0,08/-0,10/-0,06 m/s.

Aus der Wegdifferenz des Schalls in benachbarten Höhen, die sich aus Gleichung 2 ergibt, leitet sich die Winkeländerung der lokalen Wellenfront pro Zeiteinheit ab. Mit einem Schallstrahlenmodell kann dies mit einem infinitesimalen Kreisbogen beschrieben werden, den der lokale Schallstrahl ausführt. Aus der Winkeländerung der Wellenfront pro Zeiteinheit und der während dieser Zeit zurückgelegten Weglänge ergibt sich rein geometrisch der Krümmungsradius Kr des Kreisbogens als Funktion der Höhe z zu:

$$Kr(z) = (cv(z)) / (\Delta cv(z) / \Delta z) \quad (4)$$

Zur Bestimmung der jeweiligen Differenzen aus den Messdaten wurde zwischen den zur Verfügung stehenden LiDAR-Messebenen linear interpoliert. Der durch die adiabatische Temperaturschichtung entstehende Krümmungsradius beträgt 56,2 km bei 10°C. Nimmt die Windgeschwindigkeit von Null am Boden auf 10 m/s bei 100 m in der Höhe zu, so beträgt der Krümmungsradius ca. +4 km für Mitwind, dabei nimmt der Cosinus-Term in Gleichung 2 den Wert 1 an. Die LiDAR-Anlagen stehen in Richtung von 240° bzw. bei 60° für die WEA 2 Ost hintereinander. Dies legt nahe, für die relativ häufigen Windrichtungen zwischen 210° und 270° die Windgeschwindigkeiten in der Position der LiDAR 1 denen hinter WEA 2 Ost positionierten LiDAR 2 für Zeiten

gegenüberzustellen, in denen beide Positionen mit LiDAR besetzt waren. Mitwind wird für die LiDAR-Messungen mit 240° angenommen.

Im Leistungsbereich LB 1 ergeben sich beispielsweise am 26.02.2017 zwischen 2:00 Uhr und 2:10 Uhr die in Abbildung 16 dargestellten Krümmungsradien.

Der Stabilitätsindex m_L beträgt 0,36. Da die LiDAR-Messungen zeigen, dass die Windgeschwindigkeiten unter der Anlage gegenüber vor der Anlage zunimmt, wird dieser Teil mit einem TA-Luft-Profil [11, 12] abgeschätzt:

$$v(z) = c_1 \cdot \ln(z/r_0) + c_2 \cdot (z - z_0) \quad (5),$$

wobei c_1 und c_2 aus v_{40} und v_{55} bei einer Bodenrauigkeit r_0 mit 0,05 m für winterliche Gras- und Ackerböden bestimmt wird [11, 12].

Zwischen 76 m und 96 m erfolgt hinter der Anlage ein geringerer Anstieg der Windgeschwindigkeit als vor der Anlage. Die Geschwindigkeitsdifferenz beträgt in Nabenhöhe 0,8 m/s. Die an der Gondel gemessene Windgeschwindigkeit v_g mit 6,7 m/s stimmt gut mit dem in 96 m Höhe mit der LiDAR 2 gemessenen Wert von 6,6 m/s überein. Die Windgeschwindigkeitsreduzierung mit 0,8 m/s entspricht dem Wertebereich, der sich aus dem Wirkungsgrad c_p der Leistungskennlinie der WEA von 0,46 bei 321 kW mit 1,2 m/s ergibt, wie Tabelle 13 zu entnehmen ist.

Tab. 13: Leistungskennlinie ENERCON E-82 E2 2.3 MW mit Windgeschwindigkeit v_g vor der Anlage in Nabenhöhe und die mittlere v_n hinter der Anlage und deren mittlere Änderung Δv

Windgeschwindigkeit v_g in Nabenhöhe vor der Anlage	Leistung	Wirkungsgrad der Anlage	Mittlere Windgeschwindigkeit hinter der Anlage	Differenz Δv vor und hinter der Anlage
m/s	kW	c_p	m/s	m/s
1	0	0,00	1,0	0,0
2	3	0,12	1,9	0,1
3	25	0,29	2,7	0,3
4	82	0,4	3,4	0,6
5	174	0,43	4,2	0,8
6	321	0,46	4,8	1,2
7	532	0,48	5,7	1,3
8	815	0,49	6,5	1,5
9	1.180	0,5	7,3	1,7
10	1.580	0,49	8,1	1,9
11	1.890	0,44	9,2	1,8
12	2.100	0,38	10,4	1,6
13	2.250	0,32	11,6	1,4
14	2.350	0,26	12,8	1,2
15	2.350	0,22	15,0	1,0
17	2.350	0,15	16,3	0,7
20	2.350	0,09	19,8	0,2

Die mittlere Windgeschwindigkeit v_n ergibt sich aus:

$$v_n = \left(\frac{2 L_e (1 - c_p)}{c_p \cdot \rho \cdot F} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (6)$$

mit F der Kreisfläche des Rotors, ρ der Luftdichte und L_e der elektrischen Leistung.

Die Tabelle verdeutlicht, welche mittleren Änderungen im Bereich der Rotorfläche hinter der WEA bezüglich der Windgeschwindigkeit zu erwarten sind. Dabei ist hervorzuheben, dass bei Erreichen der Volllast das Δv stark abnimmt. Bei 95 % der Volllast liegt der Wert bei 1,4 m/s und nimmt danach bis 0,2 m/s ab. Diese Daten stehen für alle WEA zur Verfügung. Nach Abbildung 16 hat der Stabilitätsexponent m_L den Wert 0,36. Damit liegt eine stark stabile Schichtung vor. Dies spiegelt sich in den negativen Werten der vertikalen Windgeschwindigkeiten vor der Anla-

ge wieder, die nach den vorliegenden Zahlenwerten in der Abbildung 16 (rechte Seite, Titelzeile 3) durch die WEA 2 Ost noch verstärkt wird (siehe links). Weiter zeigen die Turbulenzwerte aus den LiDAR-Daten (siehe Abb. 16, Titelzeile 2) hinter der Anlage in Nabenhöhe ein Maximum, während vor der Anlage die Turbulenz mit zunehmender Höhe abnimmt. Die Abbildung 16 (linke Seite) zeigt, dass der Krümmungsradius K_r vor der Anlage kontinuierlich von 3,5 km in 10 m Höhe auf 14 km in 200 m Höhe ansteigt. Das Verhalten hinter der Anlage weicht davon deutlich ab. Von 4 km in 10 m Höhe steigt der Krümmungsradius bis Nabenhöhe auf 33 km, nimmt dann wieder ab und schneidet bei 123 m den Wert vor der Anlage mit 12 km. Dann erreicht er bei 200 m Höhe über Grund nach Durchlaufen eines Minimums mit 8 km die 10 km und liegt dabei bei 200 m immer noch unter den 15 km vor der Anlage. Es stellt sich

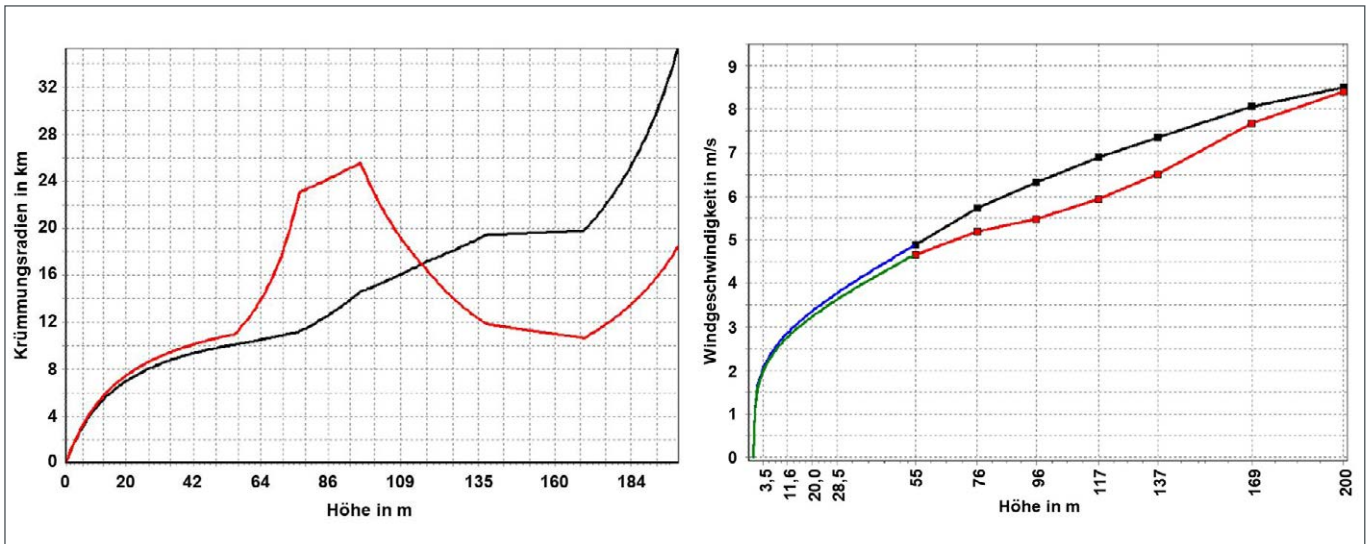


Abb. 17: Links: Krümmungsradien in Abhängigkeit von der Höhe nach LiDAR 1 (schwarz) vor WEA 2 und nach LiDAR 2 (rot) hinter der WEA 2, bestimmt durch Interpolation der rechts dargestellten Geschwindigkeitsänderung und adiabatischen Temperaturabnahme.

Messparameter: Nutenfrequenz = 91 Hz, Windgeschwindigkeit an MP 1 = 1,5 m/s, Windrichtung = 210°, elektrische Leistung $L_w = 448$ kW, Windgeschwindigkeit an der Gondel $v_g = 6,6$ m/s, Stabilitätsindex $m_L = 0,41$.

Turbulenz:

links aus LiDAR 2: 1,27/1,27/1,81/2,08/2,19/2,06/1,41 m²/s²

rechts aus LiDAR 1: 1,14/1,08/1,14/1,05/1,11/1,21/1,31 m²/s² und

jeweilige vertikale Windgeschwindigkeiten:

links aus LiDAR 2: -0,24/-0,27/-0,32/-0,23/-0,13/-0,08/-0,01 m/s und

rechts aus LiDAR 1: -0,22/-0,17/-0,07/0,03/0,06/0,08/0,07 m/s.

Abb. 18: Links: Krümmungsradien in Abhängigkeit von der Höhe nach LiDAR 1 (schwarz) vor WEA 2 und nach LiDAR 2 (rot) hinter der WEA 2, bestimmt durch Interpolation der rechts dargestellten Geschwindigkeitsänderung und adiabatischen Temperaturabnahme.

Messparameter: Nutenfrequenz = 107 Hz, Windgeschwindigkeit an MP 1 = 3,9 m/s, Windrichtung = 242°, elektrische Leistung $L_w = 766$ kW, Windgeschwindigkeit an der Gondel $v_g = 7,6$ m/s, Stabilitätsindex $m_L = 0,24$.

Turbulenz:

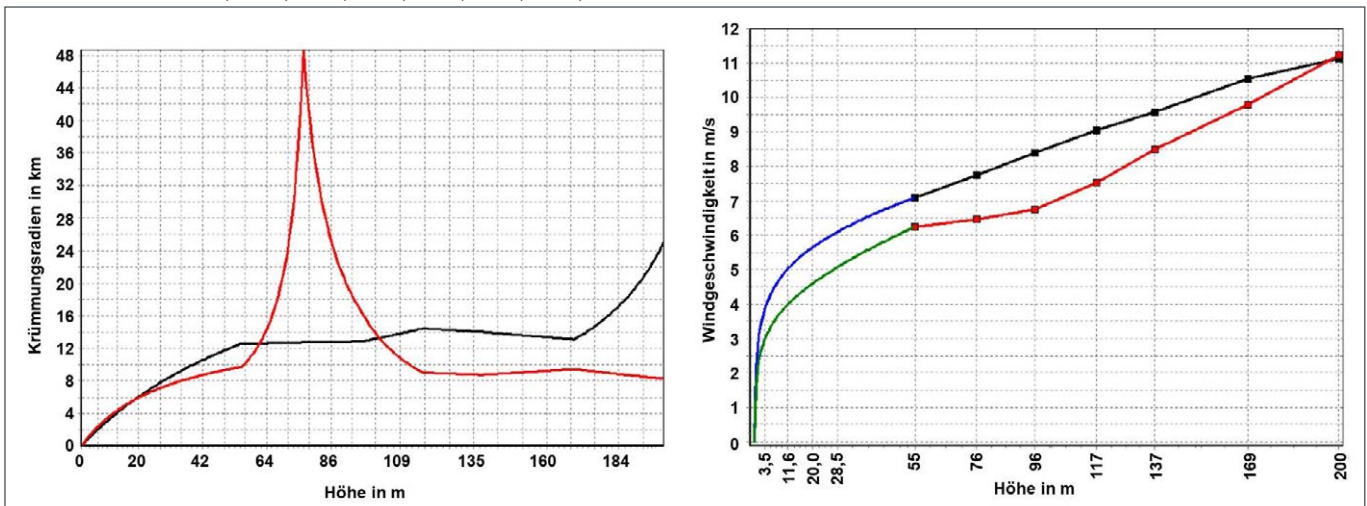
links aus LiDAR 2: 2,71/4,30/5,86/6,97/6,89/5,74/4,25 m²/s²

rechts aus LiDAR 1: 2,81/2,96/2,84/2,90/2,95/2,89/3,01 m²/s² und

jeweilige vertikale Windgeschwindigkeiten:

links aus LiDAR 2: 0,41/0,45/0,45/0,86/0,83/0,99/1,08 m/s und

rechts aus LiDAR 1: 0,97/0,89/1,00/1,01/1,01/0,97/0,92 m/s.



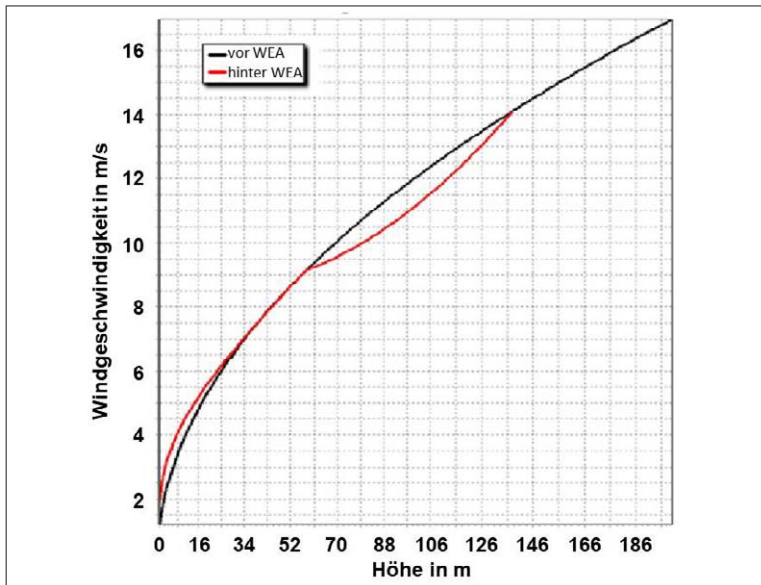


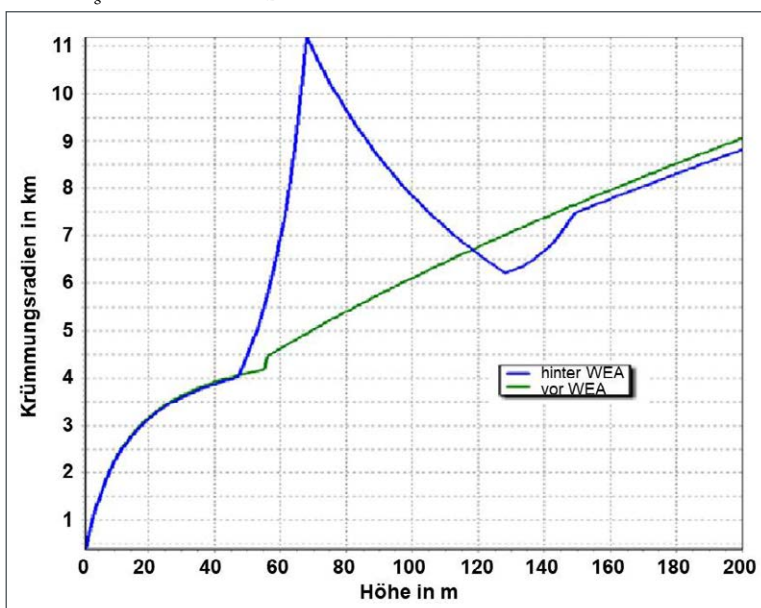
Abb. 19: Verlauf der Windgeschwindigkeit vor der Anlage (schwarz) und hinter der Anlage (rot) als Funktion der Höhe mit $v_g = 12 \text{ m/s}$ und $m_L = 0,5$

somit die Frage, ob dieser Verlauf ein Einzelfall oder für die Mitwindsituation exemplarisch ist. In Abbildung 17 ist die Situation einige Tage später für eine ähnliche elektrische Leistung dargestellt.

Der Schnittpunkt der Krümmungsradien liegt bei 116 m Höhe. Die Änderung der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe liegt bei 1 m/s und ist etwas niedriger als der Wert nach Abbildung 16. Weiter liegt die an der Gondel gemessene Windgeschwindigkeit mit 6,6 m/s ca. 1 m/s über dem Wert in 96 m Höhe hinter der Anlage. Der grundsätzliche Verlauf ist ähnlich wie bei Abbildung 16.

Der Leistungsbereich 2 ist in Abbildung 18 dargestellt. Der Exponent m_L ist mit 0,24 kleiner 0,3. Es

Abb. 20: Krümmungsradien für der WEA (grün) und hinter der WEA (blau), $v_g = 12 \text{ m/s}$ und $m_L = 0,5$ für stark stabile Wetterlage



liegt tendenziell eine stabile Schichtung vor. Entsprechend sind die vertikalen Windgeschwindigkeiten positiv und die Turbulenz erhöht. Der Krümmungsradius K_r vor der Anlage steigt bis 55 m Höhe auf 12 km an und ändert sich nur geringfügig bis 168 m. Der K_r hinter der WEA liegt bei 55 m bei 10 km und steigt bis 75 m auf 40 km steil an, geht dann wieder zurück und schneidet den Wert vor der Anlage in Nabenhöhe und sinkt auf 9 km bis 120 m Höhe ab und bleibt konstant um 9 km. Der grundsätzliche Verlauf ist ähnlich, obwohl die vertikalen Windgeschwindigkeiten und die Turbulenz sich signifikant von vorherigen Situationen unterscheiden. Die nachfolgenden 10-Minuten-Intervalle zeigen ähnliche Strukturen. Die dargestellten Ergebnisse aus den LiDAR-Messungen legen eine vereinfachte Modellierung der Windprofile vor und hinter der Anlage nahe. Vor der Anlage wird anhand der Windgeschwindigkeiten in 40 und 55 m Höhe, die sich mit dem Wert m_L und der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe nach Tabelle 13, Spalte 1 für die jeweilige Leistungsstufe ergibt, das Windprofil entsprechend Gleichung 5 berechnet. Nach der Anlage nimmt die Windgeschwindigkeit bis 55 m Höhe die Form nach Gleichung 1 an. Ab 55 m Höhe durchläuft die Windgeschwindigkeit einen Anstieg bis zur Nabenhöhe auf einen Wert, der sich aus Tabelle 14 für v_n im Mittel ergibt und danach bis 160 m einen Anstieg auf die Werte vor der Anlage. Der Anstieg errechnet sich durch Subtraktion der Windgeschwindigkeitsänderung an der Nabe multipliziert mit dem Abstand zur Rotormitte durch den Rotorradius entsprechend:

$$\left(1 - \frac{\text{Abst. zur Rotormitte}}{\text{Rotorradius}}\right) \cdot \Delta v = \vartheta(\text{Abst. Rotormitte}), (7)$$

wobei Δv die Differenz aus Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe vor und hinter der Anlage ist und ϑ die resultierende Änderung der Windgeschwindigkeit gegenüber den Werten vor der Anlage.

Ausgehend davon lässt sich mit einem Strahlenmodell die Schallausbreitung aus den verschiedenen Höhen bestimmen.

Strahlenmodell

In Abbildung 19 ist für die Nabenwindgeschwindigkeit von 12 m/s bei einer elektrischen Leistung von 2.100 kW nach Tabelle 13 entsprechend der obigen Beschreibung die Höhenabhängigkeit der Windgeschwindigkeiten vor und hinter der Anlage dargestellt: Die Krümmungsradien werden mit Gleichung 4 bestimmt (siehe Abb. 20). Es ist deutlich erkennbar, dass die Radien erheblichen Änderungen unterliegen. Um die Verläufe etwas zu glätten, wurden die Krümmungsradien hinter der Anlage ab 40 m über ± 10 Höhenmeter jeweils mit $1/R_k$ gleitend gemittelt. Der grundsätzliche Verlauf der aus dem Modell an-

satz resultierenden Krümmungsradien ist vergleichbar mit den Krümmungsradien, die sich aus den LiDAR-Daten ableiten lassen.

Abbildung 21 zeigt den Verlauf der Windgeschwindigkeit bei stabiler Wetterlage mit $m_L = 0,2$.

Mit einem Strahlenmodell (SM) mit variablen Krümmungsradien in Anlehnung an [9, 10] kann unmittelbar die meteorologisch bedingte Zusatzdämpfung Z_d berechnet werden. Dabei wird in Schichten mit 1 m Höhe der jeweilige Krümmungsradius konstant angenommen. Weiter wird, um die Verteilung der Schallquellen über die Höhe mit 16 Drehwinkeln ($11,25^\circ$ Drehwinkel) 17 Punktquellen über den Höhenquerschnitt von 139 m bis 58 m verteilt approximiert. Die Berechnung der Ausbreitungsdämpfung erfolgt für 6 Entfernungen entsprechend Rev_0 in 0 m Höhe und für die MP 1, MP 2 und MP 4 und zwei weitere Punkte in 1.000 m und 1.500 m Abstand mit einer Immissionshöhe von 6 m.

Die Zusatzdämpfung Z_d ist die Differenz zwischen dem Ansatz Interimsverfahren (Quelle in Nabenhöhe ohne Bodenreflektion) und dem Strahlenmodell (ebenfalls ohne Bodenreflektion). Dies ist in Tabelle 14 für Nabewindgeschwindigkeiten zwischen 6 und 13 m/s und $m_L = 0,5$ zusammengefasst.

Die berechneten Zusatzdämpfungen für die Mess-

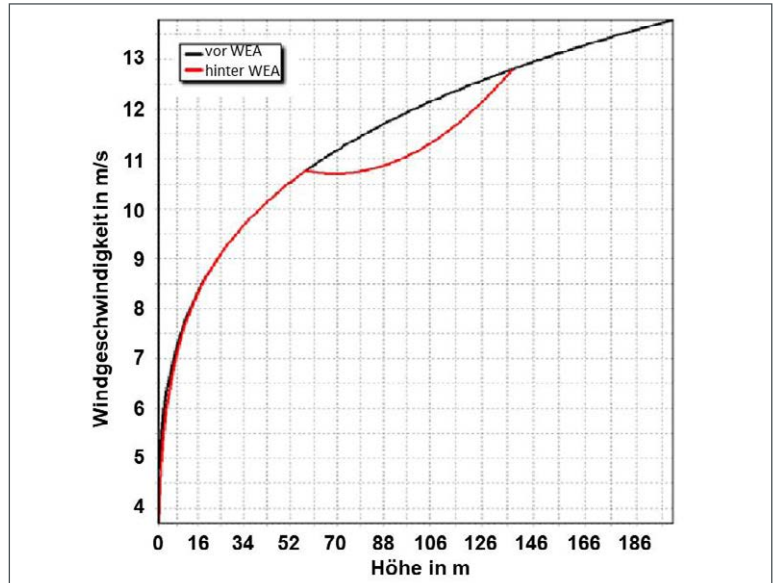


Abb. 21: Verlauf der Windgeschwindigkeit vor der Anlage (schwarz) und hinter der Anlage (rot) als Funktion der Höhe mit $v_g = 12$ m/s und $m_L = 0,2$

punkte zeigen eine stetige Zunahme mit dem Abstand für alle Werte der Nabewindgeschwindigkeit v_g . Mit zunehmenden Werten für v_g flacht die Zunahme bis 1.000 m Abstand ab. Am MP 4 liegt die maximale Zunahme bei 1,7 dB und nimmt für $v_g = 13$ m/s wieder auf 1,1 dB ab. In 1.000 m Abstand wird 2,2 dB bei

Für mehr Umgebungs-Ruhe

iac acoustics
making the world a quieter place



Akustikjalousien zum Schutz vor Umweltlärmbelästigung.

Zertifiziert und leistungsstark. Für alle Arten von Gebäuden.
Schlüsselfertige Lösungen in verschiedensten Ausführungen.

deutschland@iac-gmbh.de
www.iac-noisecontrol.com

Tab. 14: Zusatzdämpfung Z_d in Abhängigkeit von $v_g = 7$ bis 13 m/s, $m_L = 0,5$, bei Verteilung der Schallquellen von 58 m bis 138 m entsprechend gleicher Änderungen der Drehwinkel um $11,25^\circ$

v_g	Rev_0	MP 1	MP 2	MP 4	1.000 m	1.500 m
m/s	dB	dB	dB	dB	dB	dB
7	0,1	0,8	0,9	1,3	1,8	2,2
8	0,1	0,9	1,0	1,4	2,0	2,1
9	0,1	0,9	1,0	1,6	2,1	1,9
10	0,1	0,9	1,1	1,7	2,2	1,8
11	0,1	0,9	1,0	1,6	1,8	1,4
12	0,1	0,5	1,0	1,3	1,4	1,7
13	0,1	0,5	0,9	1,1	1,2	2,1

Tab. 15: Zusatzdämpfung Z_d in Abhängigkeit von $v_g = 7$ bis 13 m/s, $m_L = 0,2$, bei Verteilung der Schallquellen von 58 m bis 138 m entsprechend gleicher Änderungen der Drehwinkel

v_g	Rev_0	MP 1	MP 2	MP 4	1.000 m	1.500 m
m/s	dB	dB	dB	dB	dB	dB
7	0,1	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5
8	0,1	0,8	0,9	1,1	1,2	2,8
9	0,1	0,9	0,9	1,1	1,2	2,4
10	0,1	0,9	1,0	1,2	1,2	2,7
11	0,1	1,0	1,1	1,4	1,7	2,9
12	0,1	1,1	1,2	1,7	2,3	3,4
13	0,2	1,1	1,3	2,0	2,7	3,9

v_g zwischen 8 und 11 m/s erreicht und geht dann auf $1,2$ dB zurück. In 1.500 m Abstand liegt das Maximum mit $2,2$ dB bei $v_g = 7$ m/s, durchläuft dann ein Minimum mit $1,4$ dB bei 11 m/s und steigt wieder auf $2,1$ dB bei $v_g = 13$ m/s an.

Entsprechend ergeben sich für $m_L = 0,2$ übereinstimmend mit dem messtechnischen Befund höhere Zusatzdämpfungen bei Volllast (siehe Tab. 15).

Die Zusatzdämpfung erhöht sich am Rev_0 für $v_g = 13$ m/s um $0,1$ dB gegenüber Tabelle 14 und zeigt einen minimalen diesbezüglichen meteorologischen Einfluss. Entsprechend den Messungen sind die Zusatzdämpfungen für die Messorte bei stabilen Wetterlagen etwas höher als bei stark stabilen Wetterlagen, wenn auch die Änderungen geringer sind, als die, die bei den Messungen gefunden wurden. Die Tendenz

wird deutlich für die 1.000 m und 1.500 m Entfernung. Für die mittleren Leistungen ist die Zusatzdämpfung ähnlich, wie dies auch aus den Messungen abzulesen ist. Die Berechnungen zeigen, dass für die höheren Leistungsbereiche bei stabilen Wetterlagen die Zusatzdämpfung insbesondere für größere Entfernungen höher ist als bei stark stabilen Wetterlagen.

Mit den Messungen wurde weiter gezeigt, dass die Pegeldifferenz in der Nutenfrequenz zwischen MP 1 und MP 4 bei WEA 2 Ost deutlich höher ist als die $4,8$ dB, die sich nach dem Interimsverfahren ergeben. Eine getrennte Berechnung mit Bodenreflektion entsprechend Tabelle 14 und Tabelle 15 für die Nutenfrequenz liefert Zusatzdämpfungen Z_d von $0,4$ dB bis $0,8$ dB, entsprechend Pegeldifferenzen von $5,1$ dB bis $5,7$ dB, wie sie messtechnisch gefunden wurden, wobei die niedrigsten Werte bei $v_g = 7$ m/s und die höchsten bei $v_g = 13$ m/s gefunden werden. Weiter lassen sich die gemessenen Interferenzeffekte mit einem Turbulenzparameter reproduzieren, welcher proportional zum Weg des reflektierten Strahls, vom Boden zum Aufpunkt, ist.

Zusammenfassung

Die Annahme des Interimsverfahren und des alternativen Verfahrens, dass die Windkraftanlagen in vertikaler Richtung ungerichtet abstrahlen, ist anhand von Emissionsmessungen im Nahbereich widerlegt. Die vertikale und horizontale Richtcharakteristik kann mit einem Monopol- und Dipolterm aus Messungen im Nahbereich direkt bestimmt werden. Anzumerken ist, dass das alternative Verfahren die Berücksichtigung der Richtcharakteristik grundsätzlich vorsieht, wie meteorologische Zusatzdämpfungen. Die Immissionsmessungen zeigen, dass für Immissionshöhen unter 3 m Interferenzeffekte festzustellen sind, die zu zusätzlichen Pegelminderungen um 1 bis 2 dB führen. Darüber hinaus ist die Annahme eines akustisch harten Bodens physikalisch nicht begründbar und durch die Messungen widerlegt.

Die Verteilung der gemessenen Schallimmission bei Mitwind über die 6 Leistungsstufen zeigt, dass die Zusatzdämpfung von der jeweiligen Leistungsstufe abhängt. Werden die Immissionsmessungen nach der atmosphärischen Stabilität in der jeweiligen Leistungsstufe differenziert, zeigen sich deutlich unterschiedliche Zusatzdämpfungen für stark stabile und nur stabile Wetterlagen, wobei die Häufigkeit der unterschiedlichen Stabilitätsgrade mit den Leistungsstufen eng verknüpft ist, wie anhand der mit zwei LiDAR-Anlagen gemessenen Windprofilen gezeigt wurde. Für die hohen Leistungsstufen nimmt die Häufigkeit der stark stabilen Nachtstunden soweit ab, dass bei Volllast nachts über das ganze Jahr für den Standort eher überwiegend stabile Schichtung anzunehmen ist. Aus-

gehend davon wurde dargestellt, dass mit einer vorgegebenen Stabilität anhand der Leistungsdaten für die jeweilige Nebenwindgeschwindigkeit die Windprofile vor und hinter der Anlage prognostiziert werden können. Mit den daraus resultierenden Krümmungsradien kann mit einem Strahlenmodell unter Einschluss der Bodenreflektion und der Turbulenz die Zusatzdämpfung unter Einschluss von Interferenz berechnet werden. Die Modellrechnungen wie die Messungen zeigen, dass das Interimsverfahren im Nahbereich zwischen 400 und 600 m unterschätzt und jenseits von 800 bis 1.500 m um 4 bis 6 dB überschätzt. Sowohl bei der Anwendung des alternativen Verfahrens als auch des Interimsverfahrens ist grundsätzlich der Einschluss der horizontalen Richtcharakteristik zulässig. Jedoch wird bei Vernachlässigung dieser Richtcharakteristik davon ausgegangen, dass der so berechnete Immissionspegel den energetisch gemittelten Pegel über alle Windrichtungen liefert, wie er zur Beurteilung der Gesamt- oder Vorbelastung der Schallimmission nach TA Lärm [13] heranzuziehen ist. Dabei werden der ausgeprägte Effekt der Richtcharakteristik insbesondere für Querwind mit -4 bis -5 dB nicht berücksichtigt und die durch die unterschiedlichen Windprofile entstehenden Zusatzdämpfungen vernachlässigt.

Danksagung

Für die vielen Hinweise und gute Zusammenarbeit möchte ich Herrn Steve Schröder WRD GmbH, Aurich danken. Weiter gilt mein Dank den Mitarbeitern der Firma deBAKOM in Odenthal und ted, Bremerhaven, die die Messungen durchgeführt haben und bei der Datenauswertung behilflich waren, wie auch Herrn Dr. Till Kühner für die kritische Durchsicht und die vielen inhaltlichen Anmerkungen.

Literatur

- [1] Kühner, D.; Hemmer, D., Dittmar, F.: Abschlussbericht über die Durchführung von akustischen Messungen in Harsewinkel. WRD GmbH Innovationszentrum, Aurich. Messbericht Nr. 2016110018-4_S_2484-III vom 06.06.2018.
- [2] NALS im DIN und VDI: Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen, Berlin: Beuth, Fassung 2015-05.1.
- [3] DIN ISO 9613-2: Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Berlin. Beuth-Verlag, Oktober 1999.
- [4] DIN EN 61400-11: Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012), Berlin. Beuth Verlag, 09.2013.
- [5] Vargas, L.F.: Wind Turbine Noise Prediction. L.F. da Conceicao Vargas Dissertation. Instituto superior técnico, Nov 2008.
- [6] Oerlemans, S.: NLR Wind turbine noise. Primary noise sources, Report no. NLR-TP-2011-066.
- [7] VDI 3723 Blatt 1:1993-05: Anwendung statistischer Methoden bei der Kennzeichnung schwankender Geräuschimmissionen. 1993.
- [8] Etling, D.: Theoretische Meteorologie. Springer-Verlag, 2008.
- [9] Wempen, J.: Schallausbreitung über Erdboden. Messung und Interpretation des Wellenfeldes über realen Erdböden (Dissertation.). Universität Oldenburg, 1990.
- [10] Attenborough, K.; Li, K.M.; Horoshenkov, K.: Predicting Outdoor Sound. Taylor & Francis, 2007.
- [11] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.07.2002 (GMBL S. 511).
- [12] VDI 3783 Bl. 8: Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. April 2017.
- [13] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26.08.1998. (GMBL 1998, Nr. 26, S. 503). ■

Dietrich Kühner
Odenthal

Soundscape - Fortschritte in der Standardisierung auf internationaler Ebene

Die ISO 12913 legt den Grundstein für die fachübergreifende Zusammenarbeit im Bereich Soundscape

André Fiebig, Brigitte Schulte-Fortkamp

Umgebungs­lärm mit seinen vielfältigen gesundheitlichen Auswirkungen ist seit vielen Jahren ein gravierendes Problem. Klassischer Lärmschutz betrachtet bislang vornehmlich die Einhaltung von Grenzwerten auf Basis von Mittelungspegeln als Strategie zur Bewältigung der akustischen Belastungen. Im Gegensatz dazu fordert das Konzept 'Soundscape', Umgebungs­lärm aus der Sicht der wahrnehmenden Personen zu analysieren und zu bewerten, um adäquate Veränderungen vorzuschlagen. Die steigende Anzahl an publizierten Soundscape-Untersuchungen zeugen von der zunehmenden Popularität dieser wahrnehmungsbezogenen Herangehensweise. Basierend auf aktuellen internationalen Standardisierungen können jetzt technische Messverfahren und Befragungen zur Untersuchung von akustischen Umgebungen mit dem Konzept 'Soundscape' harmonisiert eingesetzt werden. Insbesondere Soundwalks werden verstärkt angewendet, bei denen bei der Begehung eines Gebietes akustische Umgebungen in-situ erfahren und bewertet werden. Lokale Expertise durch ortskundige Beteiligte eingebracht, bringen dabei wesentliche Informationen über bewertungsrelevante Aspekte. Diese Form der gezielten Partizipation wurde bei der Umgestaltung eines Platzes in Berlin gewählt. Durch die Expertise verschiedener Akteure wurden geeignete Maßnahmen identifiziert und erfolgreich umgesetzt. Die anhaltende positive Resonanz der Anwohnerinnen und Anwohner belegt den Erfolg des Ansatzes. Ähnliche Projekte wurden unter Nutzung des Konzepts 'Soundscape' auch in anderen europäischen Städten erfolgreich realisiert.

Einleitung

Umgebungs­lärm ist seit vielen Jahren ein gravierendes Problem, das gesamtgesellschaftlich multidimensionale Konsequenzen mit sich bringt. Die vielfältigen negativen Auswirkungen auf die Gesundheit durch Lärm sind unbestritten; aber eine erhebliche Verbesserung der Situation ist aktuell leider nicht zu erwarten [1]. In den neuen Leitlinien der WHO

Soundscape – Progress in standardization on an international level

For many years environmental noise and its harmful effects is a significant problem. When it comes to protection against noise established noise protection strategies mainly focus on the compliance with noise limits based on energy-equivalent sound pressure levels. In contrast to it, the soundscape concept demands to analyze and to evaluate environmental noise from the perspective of the perception of human beings based on their expertise with respect to the problems to be solved. The increase of publications about soundscape investigations illustrates the growing popularity of the perception-focused approach. Based on the current progress in standardization on an international level it is possible to apply in a harmonized way measurements and interviews for the investigation of acoustical environments using the soundscape approach. In particular, the soundwalk method is frequently used that implies a walk in an area with a focus on listening to and evaluating of the acoustic environment in-situ. Local residents take part in such soundwalks, because as local experts they can provide valuable information about relevant issues for noise assessment with regard to changes. This method of participation was applied in a project in Berlin, where a public place was redesigned. By means of the participation of different actors appropriate interventions were identified and successfully realized. The lasting positive response of the residents shows the success of this approach. Similar projects using the soundscape approach were successfully realized in many European cities.

für Umgebungs­lärm für die Europäische Region wird Lärm nach wie vor zu den führenden umweltbedingten Gesundheitsrisiken gezählt [2]. Auch in Deutschland fühlt sich die Mehrheit der Bevölkerung durch Verkehrsgeräusche belastigt, wie aktuelle Befragungsergebnisse des Umweltbundesamtes zeigen [3]. Die möglichen gesundheitlichen Langzeitfolgen und Wirkungen bei chronischer Belastung durch

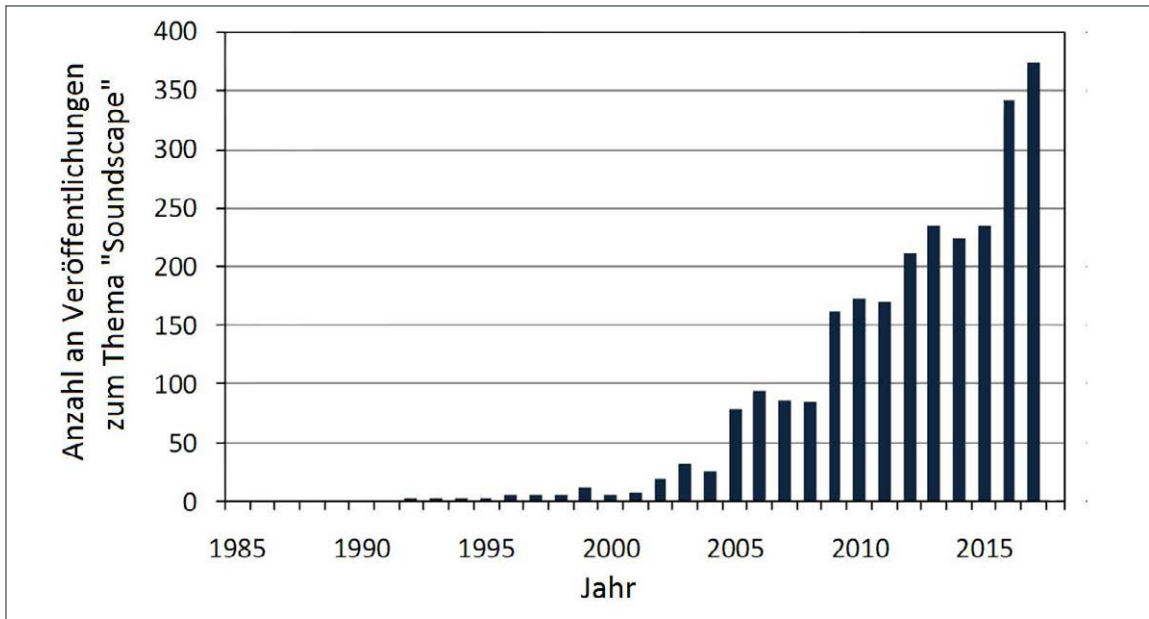


Abb. 1: Veröffentlichungen zum Thema „Soundscape“ über die letzten 30 Jahre (nach [8])

massive Verkehrsgerausche und hohem Belästigungsniveau sind vielfältig. Die Gesetzgebung zur Wahrung eines ausreichenden Lärmschutzniveaus begegnet dieser Problematik vornehmlich mit der Festlegung von Immissionsgrenzwerten, d.h. mit physikalisch messbaren oder berechneten Mittelungspegel. Bei Unterschreitung dieser Immissionsrichtwerte wird angenommen, dass belästigende Wirkungen und gesundheitliche Schäden vermieden werden.

Jedoch werden einerseits vielerorts Grenzwerte regelmäßig überschritten, wodurch Betroffene einem erhöhten Gesundheitsrisiko ausgesetzt sind, und andererseits scheint die Bewertung von Umweltgeräuschen durch den Menschen nicht unweigerlich einer vereinfachten Logik des Schalldruckpegels zu folgen. Beispielsweise verweist Lercher et al. [4] auf die vielfache Unterschätzung der Belästigung in Situation komplexen Gesamtlärms mit geringem Mittelungspegel von 40 bis 50 dB(A) und schlägt den Einsatz von erweiterten Erhebungsverfahren zur Ermittlung der mehrdimensionalen Zusammenhänge bezüglich des Phänomens Lärmbelästigung vor [4]. Viele Maßnahmen und Aktionen zur Bekämpfung von Umgebungslärm zeigen aufgrund fehlender Erkenntnisse über Ursache und Wirkungen daher oftmals nicht den erwarteten Erfolg. Bereits vor 30 Jahren beobachtete man, dass die Verringerung der Belästigung und Geräuschbeeinträchtigung beim Bau einer Lärmschutzwand nicht mit der Reduktion des Schalldruckpegels konform ist, sondern deutlich geringer ausfällt als die Pegelreduktion es erwarten ließe [5]. Die Bewertung von Umgebungsgerauschen ist folglich nicht nur eine Funktion des Mittelungspegels, sondern obliegt der Beeinflussung durch diverse Moderatoren. Auch die DIN 1320 definiert „Lärm“ als komplexe Größe, d.h.

als Schall, der für die Menschen, auf die er wirkt, unerwünscht ist, und Beeinträchtigungen bewirken kann, die psychischer, physischer, sozialer und ökonomischer Art sein können [6].

Um derartige Zusammenhänge von Geräuschausprägungen und deren Wirkungen auf den Menschen zu explorieren, werden verschiedene Verfahren und Ansätze verfolgt. Beispielsweise werden weitere akustische Größen, die häufig aus dem Bereich der Psychoakustik kommen, zur Erfassung von spezifischen auditiven Empfindungen herangezogen. Damit lassen sich die Wirkungen von spezifischen Geräuschen auf den Menschen zuverlässiger prognostizieren. Neben wohn- und umweltpsychologischen Ansätzen fand vor allem auch das Konzept „Soundscape“ besondere Beachtung und schloss Wissenslücken der konventionellen Lärmbewertung [7]. Wie bei To et al. gezeigt [8], ließe sich die zunehmende Bedeutung des Konzepts „Soundscape“ zur Bewertung von Umgebungsgerauschen auch anhand des beständigen Anstieges der Anzahl von Veröffentlichungen zum Thema ‘Soundscape’ verdeutlichen (siehe Abb. 1). Das Konzept „Soundscape“ wird vor allem vielfach herangezogen, um wesentliche situative und kontextuelle Faktoren zu erfassen. Schon seit längerer Zeit wurde das Potential dieses Ansatzes zur holistischen Betrachtung von Umweltgeräuschen erkannt und die Relevanz für die Bewertung der Lärmbelästigung im kommunalen Bereich thematisiert (vgl. [9]). Der Anspruch einer holistischen Betrachtung ist hier als Versuch zu verstehen, einen Gegenstandsbereich durch die wechselseitigen Beziehungen der einzelnen Elemente zueinander vollständig zu erfassen. Bereits die Alltagserfahrung zeigt, dass Geräusche nicht per se angenehm oder unangenehm sind;

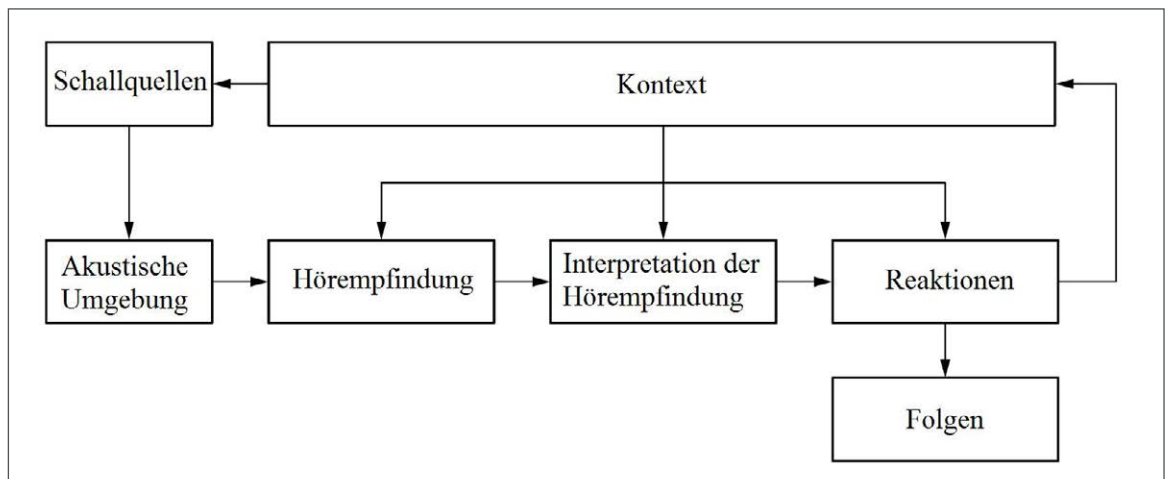


Abb. 2: Elemente im Wahrnehmungskonstrukt 'Soundscape' nach DIN ISO 12913-1

Geräusche werden je nach Situation als mehr oder weniger angemessen bewertet. Demnach gilt es, eine gute Qualität einer Klanglandschaft auch nicht schlicht mit der Abwesenheit von lästigen Geräuschen gleichzusetzen [10]. Auch durch das gezielte Einbringen erwünschter Geräusche kann eine akustische Umgebung verbessert werden [11].

Gerade im Bereich der „ruhigen Gebiete“, die ein zentrales Ziel der EU-Umgebungsärmrichtlinie darstellen und in denen Wirkungen und Störungen durch Lärm vermieden werden sollen, zeigt sich, dass die Limitation auf einfache Schalldruckpegelindikatoren der Thematik und der Zielsetzung „ruhiger Gebiete“ oft nicht gerecht wird. So schlussfolgert Hintzsche, dass für die Identifizierung und Auswahl ruhiger Gebiete neben der reinen Lärmbelastung auch nicht-akustische Faktoren von Bedeutung seien und schlägt unter anderen eine Evaluierung durch Nutzerinnen und Nutzer der jeweiligen Gebiete vor [12]. Diese einfache Feststellung und Herangehensweise spiegelt das Grundverständnis des Soundscape-Ansatzes wider.

Das Konzept „Soundscape“

Das theoretische Konzept „Soundscape“ fordert, dass die Betrachtung der Wirkung von Umgebungsgeräuschen nicht (allein) aus einer physikalischen Perspektive erfolgen dürfe, sondern stets aus der Sicht der wahrnehmenden Personen vorzunehmen sei [13]. Denn Soundscape existiere erst durch die menschliche Wahrnehmung einer akustischen Umgebung [14]. Soundscape ist in der DIN ISO 12913-1 definiert, als die „akustische Umgebung, die durch eine Person oder durch eine Gruppe von Menschen im Kontext wahrgenommen, erfahren und/oder begriffen wird“. Das übergeordnete Ziel dieser Norm ist es, ein breites internationales Verständnis der Definition von „Soundscape“ zu ermöglichen und somit den Grundstein für eine fachübergreifende Kommunikation und Zusammenarbeit zu legen [14].

Wie die Definition des Begriffes „Soundscape“ in der DIN ISO 12913-1 erklärt, ist nicht das akustische Ereignis Gegenstand der Betrachtung, sondern grundsätzlich die durch das akustische Ereignis ausgelöste Wahrnehmung, die in Abhängigkeit des Kontexts unterschiedlich ausfallen kann. Um die Perzeption von Geräuschen adäquat zu verstehen, sei es demnach notwendig, die Beziehungsaspekte von Geräuschen und Menschen zueinander und ihre Wechselwirkungen in konkreten Kontexten und Zusammenhängen zu explorieren [15]. Der Kontext, so definiert die DIN ISO 12913-1, umfasst die wechselseitige Beziehung zwischen Person, Aktivität und Ort im Raum [14]. Dieses Verständnis stellt einen Paradigmenwechsel in der Lärmbewertung und im Lärmschutz dar. Die Betrachtung der physikalischen Gegebenheiten der akustischen Umgebung rückt in den Hintergrund, die Wahrnehmung der (akustischen) Umgebung bildet den primären Fokus. Das Konzept „Soundscape“ fordert also schlicht die Wahrnehmung von Geräuschen unter Berücksichtigung der kontextuellen Bedingungen aus Perspektive der Betroffenen zu eruieren [7]. Grundsätzlich gilt, dass Menschen ihre Umwelt bewusst und unbewusst bezüglich relevanter und nützlicher Informationen verarbeiten und sich somit die (akustische) Umgebung vergegenwärtigen. Je nach Interpretation der Hörempfindungen werden unmittelbare Reaktionen und Emotionen ausgelöst und können in langfristige Konsequenzen, wie Einstellungen, Gewohnheiten und Handlungen, resultieren (siehe Abb. 2). Diese Faktoren und Einflüsse, die in Abbildung 2 in ihren jeweiligen Verknüpfungen dargestellt sind, gilt es nachzuvollziehen und bezüglich der Ableitung notwendiger Maßnahmen adäquat einzuordnen. Dem Element „Kontext“ kommt dabei eine besondere Rolle zu, denn das Zusammenwirken verschiedener Faktoren in einer Situation beeinflusst maßgeblich die Empfindung, Wahrnehmung und Interpretation

von Geräuschen sowie die dadurch provozierten Reaktionen. Der akustische Reiz ist nur für einen Teil dieser Wirkungen verantwortlich. Auch das Aufkommen von Schallquellen kann durch einen spezifischen Kontext forciert werden.

Für Schafer – dem Begründer des Konzepts „Soundscape“ und der akustischen Ökologie – ist die akustische Umgebung als Indikator der sozialen Situation und ihrer Verursacher in einer Gesellschaft zu verstehen und vermittelt wichtige Informationen über immanente Entwicklungen einer Gesellschaft [16]. Nach Schafer müsse man sich daher nicht abfinden, dass Umgebungsgeräusche zufällige Kompositionen sind, sondern sollten – wie Komponisten ihre Musik gestalten – gezielt angepasst werden [17].

Dieses Grundverständnis impliziert – im Kontrast zum konventionellen Verständnis von Lärmschutz – dass auch durch das gezielte Hinzufügen von Geräuschquellen eine akustische Umgebung verbessert werden kann. Das Einbringen einer weiteren Geräuschquelle in eine bestehende Geräuschsituation bewirkt zwar grundsätzlich eine Erhöhung des Schalldruckpegels des Gesamtgeräusches. Ob aber Geräusche als angenehm oder unangenehm wahrgenommen werden, hängt nicht nur von deren Lautstärke ab. Durch das gezielte Überlagern von unerwünschten Geräuschen kann die Belästigung punktuell verringert werden. Beispielsweise stellt das Maskieren von Verkehrsgeräuschen durch Springbrunnen an öffentlichen Plätzen eine häufig vorgeschlagene und auch umgesetzte Intervention dar [18]. Auch das lokal kontrollierte Einbringen von Musik in spezifischen Aufenthaltsbereichen wurde mehrfach als Intervention realisiert und der positive Effekt, zum Beispiel zur Verringerung von antisozialem Verhalten, validiert [19, 20].

Die praktische Anwendung des Konzepts „Soundscape“

Geräusche werden nach dem konzeptionellen Verständnis von Soundscape nicht nur eindimensional als lediglich mehr oder weniger lästig wahrgenommen. Geräusche können diverse Empfindungen, Emotionen und Gefühle auslösen. Sie können aufregend, unpassend, angenehm, beruhigend, erholsam, störend oder monoton sein. Durch die akustischen Eigenschaften der Geräusche und dem zugeordneten Bedeutungsinhalt werden diverse Wahrnehmungen bzw. Interpretationen der auditiven Empfindungen ausgelöst [21]. Diese Erkenntnis führt dazu, entsprechende Erhebungsinstrumente zur Ermittlung der verschiedenen Dimensionen der Geräuschwahrnehmung in einem spezifischen Kontext zu entwickeln und zu validieren.

Die ISO/TS 12913-2 „Acoustics-Soundscape-Part 2:

Data collection and reporting requirements“ schlägt grundsätzlich verschiedene informative Methoden zur Untersuchung der Wahrnehmung einer akustischen Umgebung mit Hilfe des Konzepts „Soundscape“ vor. Technische Messverfahren, Fragebögen und narrative Interviews werden detailliert definiert, die beispielsweise bei der Durchführung von Soundwalks Anwendung finden können. Ein Soundwalk (siehe Abb. 3) ist eine Methode, bei der mittels Begehung eines bestimmten Gebietes eine bzw. mehrere akustischen Umgebungen in-situ erfahren und bewertet werden. Dabei werden in der Regel ortskundige Personen, d. h. Anwohner, einbezogen, da diese als „lokale Experten“ [22] wesentliche Informationen über bewertungsrelevante Aspekte einbringen können.

Im Rahmen der Datenerhebung werden beispielsweise unipolare kontinuierliche Kategorienskalen zur Ermittlung der Lautheit, Unangenehmheit und der Angemessenheit der erlebten Geräusche in einer Umgebung in der ISO/TS 12913-2 vorgeschlagen. Bei einem Soundwalk geht es im Wesentlichen darum, dass eine Person die akustische Situation im Kontext (bewusst) erlebt und in-situ verschiedene Skalenbewertungen vornimmt. Dabei besteht ebenfalls die Möglichkeit für den Teilnehmer bei einem Soundwalk, freie Kommentare und Anmerkungen einzubringen. Auf Basis einer derartigen in-situ Erhebung könne man ökologisch valide Daten sammeln. Nach der ISO/TS 12913-2 wird die Bedeutung dieser Felddaten wie folgt herausgestellt: „This enhances the investigator’s sensitivity to the unique features of the examined areas“ [22].

Neben der systematischen Sammlung von Daten bezüglich der Perzeption von akustischen Umgebungen wird die Anwendung verschiedener psycho-

Abb. 3: Soundwalk, bei dem mehrere Personen an definierten Orten in-situ Bewertungen bezüglich verschiedener Aspekte vornehmen



akustischer Parameter, wie der psychoakustische Parameter „Lautheit“ nach der ISO 532-1 [23], zur näheren Deskription der akustischen Situation vorgeschlagen sowie der Einsatz von Binauralmesstechnik zur gehörrichtigen Aufnahme, Dokumentation und späteren Analyse der akustischen Umgebung gefordert [24]. Untersuchungen zur Reliabilität der technischen Messverfahren, Fragebögen und narrative Interviews, die in-situ angewendet werden, zeigen eine verhältnismäßig hohe Reproduzierbarkeit von perceptiven und akustischen Messergebnissen, sofern repräsentative Messsituationen und Messzeiträume gewählt wurden [25].

Grundsätzlich begegnet das Konzept „Soundscape“ mit der immanenten Beteiligung von Betroffenen zur Bestimmung der spezifischen Wahrnehmung der akustischen Situation in einem Gebiet den aktuellen Forderungen der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie nach Einbeziehung der Öffentlichkeit bzw. aktiver Bürgerbeteiligung (vgl. [26]). Viele Studien in der Soundscape-Forschung sowie konkrete Anwendungsprojekte zeigen nicht nur die Bedeutung des Expertenwissens von Betroffenen, sie verdeutlichen vielmehr auch, dass Maßnahmen, die durch partizipative Kommunikation entstanden sind, Zufriedenheit und Akzeptanz bei Betroffenen schaffen [7]. Diese Vorgehensweise greift die grundsätzliche Forderung nach Bürgermitwirkungsverfahren auf, bei denen konsensfähige Maßnahmen durch die mitwirkende Öffentlichkeit identifiziert und initiiert werden sollen.

Aktuelle Standardisierungsaktivitäten im Bereich „Soundscape“

Die Arbeitsgruppe WG 54 der ISO/TC 43/SC 1 arbeitet aktuell an der Ausarbeitung des dritten Teils der ISO 12913 (Acoustics. Soundscape). Hier steht insbesondere die detaillierte Auswertung der qualitativen und quantitativen Daten, die auf der Basis der in der ISO 12913-2 beschriebenen Erhebungsverfahren und -methoden erhoben wurden, im Mittelpunkt. Wesentlich ist, dem allgemeinen Anspruch des Standards ISO 12913 gerecht zu werden, und relevante Faktoren zur Messung und Dokumentation bereitzustellen ebenso wie Vorgehensweisen zur Planung, zum Design und Management von Soundscapes aufzuzeigen und damit handhabbar zu machen für die Gruppen, die an Planungsverfahren beteiligt sind. Auch die nationale Übernahme der ISO 12913-2 ist als DIN ISO 12913-2 im Arbeitskreis NA 001-01-02-12 AK „Soundscape – Wahrnehmungsbasierte Beurteilung der Qualität von Umgebungsgeräuschen“ beschlossen worden und wird aktuell umgesetzt. Diese Standardisierungsaktivitäten belegen die wachsende Nachfrage an Verfah-

ren zur parallelen Berücksichtigung von akustischen Messungen, perceptiven Bewertungen und städtebaulichen Planungsspielräumen.

Der Nauener Platz in Berlin – Ein Soundscape-Projekt

Die Umgestaltung des Nauener Platzes in Berlin, Ortsteil Wedding stellte eine gezielte und systematische Anwendung des Konzepts „Soundscape“ dar. Das Projekt „Nauener Platz – Umgestaltung für Jung und Alt“ war ein Modellvorhaben im Forschungsprogramm Experimenteller Wohnungs- und Städtebau des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung in Kooperation mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Forschungsfeld Innovationen für familien- und altengerechte Stadtquartiere (BBR). Der in etwa 5.000 m² große Nauener Platz war neben der außergewöhnlich hohen Schallbelastung bezogen auf seine Sozialverträglichkeit stark negativ belastet. Der Berliner Senat beschrieb den Nauener Platz vor seiner Umgestaltung als „wenig einladend“ und konstatierte nach der Umgestaltung, dass Dank der frühzeitigen und engagierten Zusammenarbeit aller Projektträger und Akteure, unterstützt von vielen Anwohnerinnen und Anwohnern sowie Kindern und Jugendlichen, ein neuartiges Gestaltungs- und Nutzungskonzept entstehen konnte. Alle Schritte der Umgestaltung wären von unterschiedlichen Fachleuten moderierend begleitet worden [27].

Die Partizipation von Anwohnerinnen und Anwohnern sowie der Projektbeteiligten und weiteren Interessensgruppen bezüglich der gezielten Umgestaltung des Platzes führten zur Identifikation geeigneter Veränderungen und Maßnahmen. Dafür wurden Soundwalks, Diskussionsgruppen und Workshops vor Ort durchgeführt. Durch das Einbeziehen von Anwohnerinnen und Anwohnern konnten wertvolle Informationen bezüglich der allgemeinen Nutzung des Platzes, der Interaktionen zwischen den Besuchern und den affordanten Anforderungen an den öffentlichen Raum ermittelt werden [28].

Audioringe und Hörbänke, die den Charakter von Hörinseln haben, wurden installiert. Grundlage für diese Installationen waren gemeinsame Beratungssitzungen mit den lokalen Expertinnen und Experten. Darüber hinaus wurden im Rahmen von Hörversuchsreihen vor Ort mit 80 Beteiligten die Geräusche für die Hörinseln ausgewählt. Auf Knopfdruck in der jeweiligen Hörinsel können temporär Vogelstimmen oder Bachplätschern aufgerufen werden, die nur in den Hörinseln wahrnehmbar sind. Zudem wurden basierend auf den Vorschlägen der lokalen Expertinnen und Experten die Begrünung neu gestaltet und Sportgeräte installiert sowie ein Rosengarten ange-



Abb. 4: Unter Anwendung des Konzepts „Soundscape“ umgestalteter Nauener Platz in Berlin-Wedding. Links und rechts im Bild sind Audioringe als Sitzgelegenheiten zu erkennen. Foto: Planung. Freiraum

legt, um die wesentlichen Aufenthaltsorte entfernt vom Straßenverkehrslärm zu etablieren. Zusätzlich wurde eine lärmindernde Gabionenwand gebaut, um insbesondere den Spielbereich für Kleinkinder zu schützen. Dabei wurde die Gabionenwand nicht nur bezüglich der größtmöglichen geräuschkindernden Wirkung ausgelegt, sondern es wurde die passende Positionierung und Höhe auch unter Berücksichtigung des Gesamtkonzepts speziell bezogen auf die Sicherheit auf dem Platz durchgesetzt.

Der mittel- und langfristige positive Nutzen dieser Interventionen wurde durch nachgelagerte wissenschaftliche Arbeiten untersucht und konnte validiert werden [29, 30].

Insgesamt wurde das Konzept „Soundscape“ detailliert mit dem Anspruch umgesetzt, die Partizipation der Betroffenen in den Vordergrund zu stellen und ihre lokale Expertise prozessual einzubeziehen. Der Erfolg dieser Partizipationsstrategie beschreibt der Senat, indem dieser von neuartigen generationsübergreifenden Spiel- und Aufenthaltselementen, innovativen Klang- und Lichtelementen und von der Erfüllung von speziellen Bedürfnissen der Nutzergruppen berichtet, wodurch wieder eine verstärkte Nutzung des Platzes erreicht werden konnte. Ähnliche Projekte zur Umgestaltung bzw. Neuentwicklung städtischen Raumes wurden unter Nutzung des Konzepts „Soundscape“ auch bereits international in verschiedenen Städten erfolgreich umgesetzt, z. B. in Antwerpen [31], Bilbao [32] oder in Sheffield [33].

Zusammenfassung

Die zunehmende Standardisierung spezifischer Aspekte zur Erhebung von Bewertungsdaten und zum Einsatz technischer Messverfahren erhöht weiter die Akzeptanz und die Bereitschaft, neue Verfahren, wie das Konzept „Soundscape“, im Bereich der Stadtplanung und Stadtentwicklung einzusetzen. Es gilt, das wachsende Interesse an Verfahren zur koordinierten Anwendung von akustischen Messungen, perzeptiven Bewertungen und städtebaulichen Planungsspielräumen zu fördern und nachhaltig weiterzuverfolgen. Diese Entwicklungen sollen durch die aktuellen Standardisierungsaktivitäten unterstützt werden, da in näherer Zukunft die nationale Übernahme der ISO/TS 12913-2 und die Erstellung der ISO 12913-3, die sich mit der Datenauswertung von Soundscape-Projekten auseinandersetzen wird, erwartet werden.

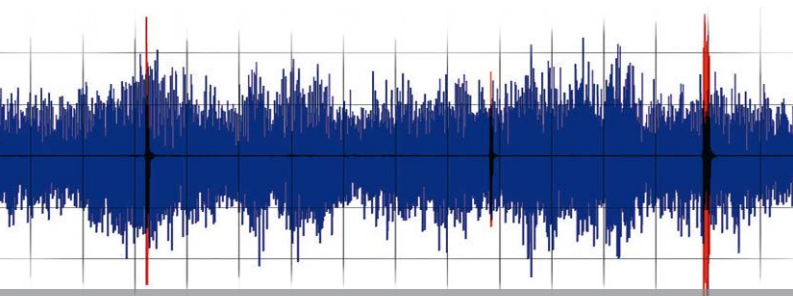
Literatur

- [1] World Health Organization: Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Kopenhagen, Dänemark, 2011.
- [2] World Health Organization: Noise guidelines for the European Region. Kopenhagen, Dänemark, 2018.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Umweltbewusstsein in Deutschland 2016. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage, 2017.

- [4] Lercher, P.; De Coensel, B.; Dekonink, L.; Botteldoorn, D.: Community response to multiple sound sources: Integrating acoustic and contextual approaches in the analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, p. 663, 2017.
- [5] Penn-Bressel, G.: Subjektive Wirksamkeit von Lärmschutzmaßnahmen. *Fortschritte der Akustik, DAGA 1988*, Braunschweig.
- [6] DIN 1320:2009-12: Akustik – Begriffe. Beuth Verlag, 2009.
- [7] Schulte-Fortkamp, B.; Fiebig, A.: Soundscape – Ein Ansatz zur Bewertung von Umweltgeräuschen. *DIN-Mitteilungen*, Beuth Verlag, März 2018, 2018.
- [8] To, W.M.; Chung, A.; Vong, I.; Ip, A.: Opportunities for soundscape appraisal in Asia. *Euronoise 2018, Proc.*, Kreta, 2018.
- [9] Lercher, P.; Schulte-Fortkamp, B.: Die Relevanz der Soundscape Forschung für die Bewertung von Lärmbelastigung im kommunalen Bereich. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 6, Springer Verlag, 2003.
- [10] Nilsson, M. E.; Berglund, B.: Soundscape quality in suburban green areas and city parks. *Acta Acustica united with Acustica*, Vol. 92 (6), pp. 903–911, 2006.
- [11] Cerwén, G.: Urban soundscapes: a quasi-experiment in landscape architecture. *Landsc. Res.* 2016.
<http://dx.doi.org/10.1080/01426397.2015.1117062>
- [12] Hintzsche, M.: Der Schutz ruhiger Gebiete – Ein Beitrag zur Stadtentwicklung. In: *UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst*, Nr. 02/2014, S. 44–54, 2014.
- [13] Kang, J.; Schulte-Fortkamp, B. (ed.): *Soundscape and the built environment*. Taylor & Francis incorporating Spon. London, 2016.
- [14] DIN ISO 12913-1:2018-02: Akustik – Soundscape – Teil 1: Definition und Rahmenkonzept. Beuth Verlag, 2018.
- [15] Schafer, R. M.: *Klang und Krach. Eine Kulturgeschichte des Hörens*. Frankfurt am Main: Athenäum, 1988.
- [16] Schafer, R. M.: *The soundscape: Our sonic environment and the tuning of the world*. Rochester: Destiny Books, USA, 1977.
- [17] Schafer, R. M.: *Die Ordnung der Klänge. Eine Kulturgeschichte des Hörens*. Schott Music GmbH & Co. KG, 2010.
- [18] Jeon, J. Y.; Lee, P. J.; You, J.; Kang, J.: Perceptual assessment of quality of urban soundscapes

HEAD-Genuit-Stiftung

Gemeinsam gegen Schmerz



VERBESSERUNG DER LEBENSQUALITÄT: EIN ZIEL – ZWEI WEGE

Verminderung der Lärmbelastigung durch zeitgemäße technische Verfahren: Paradigmenwechsel in der Entwicklung

Entwicklung und Förderung neuer Ansätze im Bereich der Schmerztherapie: Perspektivenwechsel bei der Therapie

Die HEAD-Genuit-Stiftung fördert:

- Personen, Projekte, Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung,
 - die sich für eine verbesserte akustische Umwelt einsetzen
 - die sich für eine patienten- und gesundheitsorientierte Schmerztherapie einsetzen
- Entwicklung technischer Verfahren, die die Lärmbelastigung eindämmen
- Weiterentwicklung des psychoakustischen Ansatzes
- Entwicklung therapeutischer Einstellungs- und Verhaltensweisen
- Individualisierte Therapie, orientiert an Person und Situation

[soni.eK]

AUDIO VIDEO MEDIENTECHNIK
Planung | Beratung | Sachverständigenbüro

soniek.com

- with combined noise sources and water sounds. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 127(3), pp. 1.357–1.366, 2010.
- [19] Lavia, L.; Witchel, H.J.; Kang, J.; Aletta, F.: A preliminary soundscape management model for added sound in public spaces to discourage anti-social and support pro-social effects on public behaviour. *Fortschritte der Akustik*, S. 1.339–1.342, DAGA 2016, Aachen.
- [20] Steele, D.; Tarlao, C.; Bild, E.; Guastavino, C.: Evaluation of an urban soundscape intervention with music: quantitative results from questionnaires. *Internoise 2016*, pp. 6-844–6.854. Hamburg.
- [21] Genuit, K.: The need for transdisciplinary actions – Psychoacoustics, Sound Quality, Soundscape and Environmental Noise. *Internoise 2013*, Innsbruck.
- [22] ISO/TS 12913-2: 2018. Acoustics. Soundscape, Part 2: Data collection and reporting requirements. International Standardization Organization, Genf, Schweiz, 2018.
- [23] ISO 532-1:2017. Acoustics. Methods for calculating loudness. Part 1: Zwicker method. International Standardization Organization, Genf, Schweiz, 2017.
- [24] Genuit, K.: Standardization of soundscape: Request of binaural recording. *Eurnoise 2018*, Kreta.
- [25] Fiebig, A.: Reliability of in-situ measurements of acoustic environments. *Fortschritte der Akustik*, S. 1.335–1.338, DAGA 2016, Aachen.
- [26] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Brüssel, 2002.
- [27] http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/stadtgruen/kinderspielplaetze/de/spielaetze/mitte/nauener_platz/index.shtml (Stand: 29.11.2018).
- [28] Kang, J.; Aletta, F.; Gjestland, T.T.; Brown, L.A.; Botteldooren, D.; Schulte-Fortkamp, B.; Lercher, P.; Kamp, I.v.; Genuit, K.; Fiebig, A.; Bento Coelho; J.L., Maffei, L., Lavia, L.: Ten questions on the soundscapes of the built environment. *Building and Environment*, Vol. 108, Nov. 2016, pp. 284–294, 2016.
- [29] Piwonski, M.; Schulte-Fortkamp, B.: Audio-Islands am Nauener Platz – eine technische Validierung. *Fortschritte der Akustik*, S. 265–267, DAGA 2011, Düsseldorf.
- [30] Acloque, V.; Schulte-Fortkamp, B.: Validation of the psychoacoustic infrastructure of a public space in Berlin, based on the concept of soundscape. *Fortschritte der Akustik*, S. 263f, DAGA 2011, Düsseldorf.
- [31] De Coensel, B.; Botteldooren, D.: Acoustic design for early stage urban planning. *Proceedings of the International Conference on Designing Soundscapes for Sustainable Urban Development*. Stockholm, Sweden, 2010.
- [32] García Pérez, I.; Aspuru Soloaga, I.: Sound islands: Bilbao municipality policy to improve citizens quality of life through soundscape. In: Kang, J.; Chourmaouziadou, K.; Sakantamis, K.; Wang, B.; Hao, Y.: *Soundscape of European Cities and Landscapes*. Oxford, 2013.
- [33] Kang, J.; Hao, Y.: *Waterscape and soundscape in Sheffield. COST Action TD0804, Soundscape Examples in Community Context*. Brighton, UK, 2011. ■



Prof. Dr. André Fiebig,
Projektleitung ISO
TS 12913-3

Prof. Dr. Brigitte Schulte-Fortkamp,
Projektleitung ISO
TS 12913-2

Ehrungen der DEGA

Preisträger 2019

Die DEGA verleiht im Rahmen der Jahrestagung DAGA 2019 die folgenden Preise:

- die **Helmholtz-Medaille** an *Prof. Dr. ir. Diemer de Vries* für sein Lebenswerk zur Raumakustik und Elektroakustik, insbesondere für seine Arbeiten zur Wellenfeldsynthese,
- den **Lothar-Cremer-Preis** an *DI Dr. Robert Baumgartner* für seine innovativen und wegweisenden Arbeiten auf den Gebieten der Audiologie und des räumlichen Hörens,
- zwei **DEGA-Studienpreise** an *M.Sc. Florian Muralter* für seine Masterarbeit „Analysis tools for multiexponential energy decay curves in room acoustics“ an der Technischen Universität Graz und *Dipl.-Ing. Jonathan Nowak* für seine Diplomarbeit „Schallquellenortung an rotierenden Systemen“ an der Technischen Universität Wien.

Die Preisverleihungen finden im Anschluss an die Eröffnung der DAGA 2019 am

Dienstag, den **19. März 2019**
um **9:00 Uhr**
im **Saal 1**
der **Stadthalle Rostock**

statt.

Ausführliche Informationen zu den Preisträgern und ihren DAGA-Vorträgen finden Sie im Tagungsprogramm der DAGA 2019. ■




DAkkS Kalibrierung und Eichung von Schallpegelmessern



Kostengünstiges Gesamtpaket:

- ✓ Akustische sowie elektrische Kalibrierung inklusive Eichkennzeichnung

Akustische Freifeld & Druckkammerkalibrierung:

- ✓ Kalibrierung im akustischen Freifeld im Bereich 125 Hz ... 20 kHz
- ✓ Kalibrierung von Mess- und Oberflächenmikrofonen im Bereich 31,5 Hz ... 16 kHz mit SPEKTRA Kuppler SQ-4.2
- ✓ Tiefstfrequenzkalibrierung ab 0,1 Hz für Messmikrofone und Schallpegelmesser



DAGA 2019 - Besuchen Sie uns!
18. - 21. März 2019 in Rostock / Stand-Nr.: 30
Tel.: +49 351 400 24 0 · E-Mail: sales@spektra-dresden.com
www.spektra-dresden.com

Menschen

Ehrungen, Gratulationen, Personalien und Nachrufe

Wallace Clement Sabine Award 2018 für Prof. Michael Vorländer



Die „Wallace Clement Sabine Medal“ der Acoustical Society of America (ASA) wird seit 1957 an Wissenschaft-

ler verliehen, die sich in den Bereichen Raum- und Bauakustik besondere Verdienste erworben haben. Diese Ehrung wurde bei der letzten ASA-Tagung im November 2018 an den Präsidenten der DEGA, Prof. Dr. Michael Vorländer, von der Präsidentin der ASA, Lily Wang (links im Bild) verliehen. Die Laudatio hielten Prof. Ning Xiang aus Troy (USA) und Prof. Lauri Savioja aus Aalto (FIN); diese kann unter <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.5068246> heruntergeladen werden. ■

Wir gratulieren

zum 80. Geburtstag (Oktober 2018): Prof. Dr. Peter Költzsch, Träger der Helmholtz-Medaille (2009), Mitglied des DEGA-Vorstands (1995–1998), Verfasser der DEGA-Schriftenreihe „Geschichte der Akustik“

zum 70. Geburtstag (November 2018): Prof. Dr. Michael Möser, Träger der Helmholtz-Medaille (2014), Leiter der Tagungen „Forum Acusticum/ASA 1999“ und DAGA 2010 ■

Personalien

Prof. Dr. Gerhard M. Sessler (Ehrenmitglied der DEGA und Träger der Helmholtz-Medaille) wurde im November 2018 von der ITG (Informationstechnische Gesellschaft im VDE) mit dem Wissenschaftspreis der Informations- und Kommunikationstechnik ausgezeichnet. Seitens der DEGA sei ihm herzlich gratuliert!

Prof. Dr. André Fiebig ist seit Januar 2019 Gastprofessor für das Fachgebiet Psychoakustik am Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik der Technischen Universität Berlin. Die Gastprofessur wird durch die HEAD-Genuit-Stiftung finanziert.

Prof. Dr. Sabine C. Langer leitet seit Januar 2019 das neu gegründete Institut für Akustik an der Technischen Universität Braunschweig.

Prof. Dr. Sabine Schlittmeier hat seit September 2018 die Professur für Psychologie mit dem Schwerpunkt Auditive Kognition am Institut für Psychologie der RWTH Aachen inne. Es handelt sich hierbei um eine Stiftungsprofessur der HEAD-Genuit-Stiftung. ■

Nachruf Prof. Judith Lang

*09.10.1925 +17.11.2018



Am 17. November 2018 ist unsere Kollegin Frau Professor Dipl.-Ing. Dr. Judith Lang im Alter von 93 Jahren verstorben. Frau Lang hat einen beachtlichen beruflichen Weg zurückgelegt, der den Bereichen Bauphysik, Bauakustik und Lärmschutz gewidmet war. Eine Beschreibung ihrer Lebensleistung kann nur unvollständig gelingen. Frau Lang studierte zunächst in Wien Technische Physik. Danach war sie 42 Jahre lang in der Staatlichen Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik am Technologischen Gewerbemuseum in Wien tätig, die letzten 16 Jahre davon als Leiterin. Ihre Promotion mit dem Thema „Messung und Bewertung von Verkehrslärm“ stellte erstmals das Konzept

des „energie-äquivalenten Dauerschallpegels“ und der Pegelstatistik vor, das weltweit in die Schallschutz-Regelwerke übernommen wurde. Nebenher hielt Frau Lang als Honorarprofessorin Vorlesungen an den Universitäten Graz und Wien. Sie war außerdem Geschäftsführerin des Österreichischen Arbeitsrings für Lärmbekämpfung sowie Leiterin der Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung schalltechnischer Messungen“ im österreichischen Umweltbundesamt. In der österreichischen, der europäischen und der internationalen Normung gab es unter den bedeutenden Arbeitsgruppen keine, die nicht von ihrer Mitarbeit profitiert hätte. Bei uns würde man sagen, sie war „bekannt wie ein bunter Hund“. Immer wieder war ihr Rat als ‚short time consultant‘ für die World Health Organisation (WHO) gefragt. Frau Lang selbst hatte in ihrer Vita angeführt, sie habe „zahlreiche“ Beiträge in Tagungsbänden und Fachzeitschriften verfasst. Tatsächlich waren es im Jahre 2011 bereits über 250 Vorträge und mehr als 150 Veröffentlichungen – Zahlen, die sie nur ungern nannte, um nicht den Eindruck der Aufschneiderei zu erwecken.

Judith Lang wurde 2011 von der Deutschen Gesellschaft für Akustik mit der Helmholtz-Medaille für ihr Lebenswerk

ausgezeichnet. Das ist einerseits die höchste Auszeichnung, die diese Gesellschaft zu vergeben hat, andererseits war Frau Lang mit 86 Jahren ja ersichtlich zu diesem Zeitpunkt noch gar nicht fertig mit ihrem Lebenswerk. Aber offensichtlich war das bis dahin Erreichte für diese Auszeichnung schon mehr als genug. In der Ankündigung zur Preisverleihung gerieten die Kollegen ins Schwärmen: „herausragendes Lebenswerk“ stand da, „international hoch geachtete Fachfrau“, „exzellente Forschungsarbeiten“, „außerordentlich verdient“, „international renommiert“, „eine große Ehre für die DEGA, ihre Liste der Helmholtz-Preisträger mit solch einer Expertin schmücken zu können“. Und außerdem stand da: „erstmal eine Akustikerin“.

Ein bedeutender Betrag von Frau Lang zum Lärmschutz all derer, die in Wohnungen den Geräuschen von Nachbarn, von technischen Anlagen und von Industrie und Verkehr ausgesetzt sind, war gegen Ende der 1980er Jahre die Erarbeitung einer entsprechenden Österreichischen Norm (ÖNORM B 8115), die für viele andere Länder zum Vorbild wurde. Da diese Norm Gegenstand sehr gegensätzlicher Interessen von Bewohnern und Herstellern von Gebäuden war und ist, haben wir Kollegen uns oft gefragt: „wie hat sie das denn gemacht!?“ Wer sie kannte, wusste, dass es an ihrer Person lag. Sie selbst berichtete einmal von einem Gespräch mit einem deutschen Kollegen: „Damals sagte Prof. Lübcke zu mir: ‚Sie haben’s leicht, was Sie in Österreich vorschlagen, das gilt und wird eingeführt‘. Da musste ich dann antworten ‚ja, dafür habe ich dann aber auch die ganze Verantwortung allein.“

Neben diesem Verantwortungsbewusstsein war es ihre absolute Hingabe an ihre Arbeit – um den Austausch mit den Kollegen zu pflegen, war sie zum Beispiel bereit, Reisen zu Sitzungen aus eigener Tasche zu bezahlen. Auch hatte sie immer einen ausgewogenen Blick für die wirtschaftlichen Auswirkungen ihres Tuns, womit sie sich das Vertrauen aller am Schallschutz Beteiligten erwarb. Nicht zuletzt hatte Frau Lang ein bewundernswert offenes Verhältnis zu neuen

Ideen. Als ich einmal vorschlug, Luft- und Trittschall in Gebäuden nicht wie bisher gegensätzlich, sondern der Logik entsprechend analog zu behandeln, hatten die jüngeren Akustikkollegen ob der Änderung große Schmerzen. Die rund 40 Jahre ältere Frau Lang hingegen mailte mir einfach: „Etwas überrascht haben Sie mich schon mit dem neuen R_{impact} . Ich bin nicht sehr begeistert dafür, kann mich aber damit auch durchaus anfreunden, wenn die gesamte WG (Working Group) das auch will.“

Zu ihrem 90. Geburtstag im Jahre 2015 haben wir uns gewünscht, möglichst viel von diesen Eigenschaften zu erben. Nun ist sie gegangen. Was uns fehlen wird, werden wir erst allmählich ermessen. Es ist wie ein Bild, das viele Jahrzehnte im Wohnzimmer hing, und plötzlich bemerkt man, dass es einer abgehängt hat. Wer das Bild kannte, wird sich genau erinnern, wie es aussah und wird es immer vor seinem geistigen Auge sehen können. Die nächste und übernächste Generation wird den hellen Fleck an der Tapete sehen und fragen: „was hing denn da für ein Bild?“ Und dann können wir versuchen, es zu beantworten.

Wir wissen nicht, wer das Bild abgehängt hat und wo es nun gelagert ist. Aber so, wie Frau Lang gelebt hat, wird es wohl jetzt an einem guten Platz verwahrt sein. ■

Werner Scholl

■ Nachruf Prof. Lothar Gaul

*17.11.1946 +18.12.2018



Die Mitglieder der DEGA trauern um Prof. Dr.-Ing. habil. Lothar Gaul. Er verstarb, für alle überraschend, am 18. Dezember 2018.

Kaum einer, der Lothar Gaul nicht als einen exzellenten Wissenschaftler, ausgezeichneten Vortragenden, interessierten Zuhörer oder teilnahmevollen Freund kannte. Er war ein fester Bestandteil der großen Familie der Technischen Mechanik und Akustik. Erst im Jahr 2015 wurde er mit der Helmholtz-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Akustik ausgezeichnet, als Anerkennung für sein herausragendes Lebenswerk auf den genannten Gebieten.

Nach seinem Diplom, seiner Promotion und seiner Habilitation an der TU Hannover, der heutigen Leibniz-Universität, übernahm Lothar Gaul bereits 1981 als Professor die Leitung des Instituts für Mechanik an der Universität der Bundeswehr Hamburg. 1993 wechselte er als Professor für Mechanik an das Institut A für Mechanik der Universität Stuttgart, welches im Jahr 2006 in „Institut für Angewandte und Experimentelle Mechanik“ umbenannt wurde. Auch nach seiner Pensionierung war er weiterhin wissenschaftlich sehr aktiv.

Lothar Gauls langjährige Forschungstätigkeiten waren geprägt durch sein großes Interesse an verschiedensten Teilgebieten der Mechanik, wobei ihn von Anfang an die numerischen Berechnungsverfahren besonders in den Bann gezogen haben. Es steht außer Frage, dass Lothar Gaul hier weltweit zu den Pionieren zählte: Zahlreiche Formulie-

rungen der Finite-Elemente-Methode, der Boundary-Elemente-Methode und der Hybriden Randelementmethode gehen auf ihn zurück, wobei er stets auch die validierenden Messungen und den praktischen Einsatz der neuen Methoden im Auge behielt. Maßgeblich hat er dazu beigetragen, dass heute gerade auch in der Fahrzeug- und Maschinenakustik sowie in der Lärmbekämpfung numerische Verfahren weit verbreitet sind. Seine beachtlichen Verdienste auf den Gebieten der Fügstellendämpfung, der aktiven/passiven Schwingungsbeflussung sowie der zerstörungsfreien Schadenserkennung werden die Nachwelt noch lange prägen.

Zu Lothar Gauls großen Leidenschaften zählten zahlreichen Kontakte im In- und Ausland, die er teilweise durch seine Zusammenarbeit mit verschiedenen Humboldt-Preisträgern oder durch eigene Gastaufenthalt und Besuche intensiv pflegte. Wir werden die vielen gemeinsamen Stunden sehr vermissen.

Die Liste der Verdienste von Lothar Gaul ist extrem lang. Er ist Autor zahlreicher Publikationen und bedeutender Fachbücher, er bekleidete eine Vielzahl von Ehrenämtern und hat zahlreiche Nachwuchswissenschaftler zur Promotion und zu Habilitation geführt. Zu den Auszeichnungen, die für ihn eine besondere Bedeutung hatten, zählten, neben der Helmholtz-Medaille, der Ehrenring und die Ehrenplakette des VDI, die JIME AWARD MEDAL des Japan Institute of Marine Engineering sowie der ICCES Lifetime Achievement Award. Die DEGA hat mit Lothar Gaul nicht nur einen äußerst geschätzten und international sehr anerkannten Fachkollegen verloren, sondern auch ein Familienmitglied, das wir schmerzlich vermissen werden. ■

Otto von Estorff

MBBM
MÜLLER-BBM GROUP

Beratung | Dienstleistungen | Produkte



Kompetenz in Akustik und Schwingungen

Schallschutz | Sound Design | Raum- und Bauakustik | Messtechnik | Bauphysik | Forschung
Industriekustik | Lärmbekämpfung | Messungen | Schwingungsreduktion | Psychoakustik
Prüfeinrichtungen | Medientechnik | Strukturdynamik | Schallschutzsysteme

Messung | Analyse | Lösung | Innovation

www.mbbm.de

Veranstaltungen

■ Veranstaltungshinweise

01.02.2019–31.07.2019

Wettbewerb zum Tag gegen Lärm 2019
„So klingt meine Welt“



Wer kann mitmachen?

Jede Schülerin und jeder Schüler der Klassen 1-6; egal, ob alleine oder in einer Gruppe. Gerne könnt ihr auch als Klasse teilnehmen.

Worum geht es?

Geräuschdetektive gesucht!

Welche Töne und Geräusche hört ihr jeden Tag? Da sind bestimmt welche dabei, die ihr mögt und andere, die ihr überhaupt nicht hören wollt. Egal, ob laut oder leise. Findet heraus, welche Klänge für euch wichtig sind.

Warum ist das wichtig?

Geräusche können Spaß machen oder beruhigen. Manchmal können sie aber auch nerven oder sogar Schäden anrichten. Wenn ihr das wisst, dann könnt ihr Geräusche genießen oder wenn diese zu laut sind, euch davor schützen.

Wie könnt Ihr mitmachen?

Entweder:

Gestaltet ein Bild! Ihr könnt malen, kleben, drucken, ... – ganz wie ihr wollt. Alles ist möglich!

Oder:

Dreht ein Video. Dabei müsst ihr aufpassen, dass man Personen auf eurem Video nicht erkennen kann.

Schickt eure Bilder und Videos als pdf- oder jpg-Datei (die eingescannten Bilder) oder im MP4- oder AVI-Format (die Videos) an die DEGA.

Wann ist der Einsendeschluss?

Alle Einsendungen, die uns bis spätestens 31. Juli 2019 erreichen, nehmen teil.

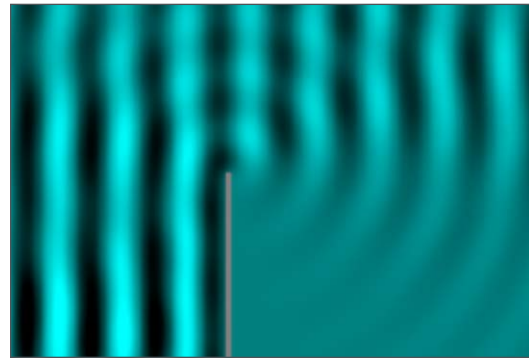
Informationen und Teilnahmebedingungen:

Alle wichtigen Informationen zum Wettbewerb sowie die detaillierten Teilnahmebedingungen findet Ihr auf der Webseite des Wettbewerbs unter <http://www.so-klings-meine-welt.de>. ■

06.–08.03.2019

DEGA-Akademie

Kurs „Grundlagen der Technischen Akustik“



Der Kurs „Grundlagen der Technischen Akustik“ findet vom 6. bis 8. März 2019 in Berlin statt. Er richtet sich an Mitarbeiter(innen) von Industriefirmen, Beratungsbüros und Behörden, die im Bereich Akustik tätig sind und ihre Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich der Grundlagen der Technischen Akustik festigen wollen. Außerdem sind alle diejenigen angesprochen, die über mathematisches und technisches Grundwissen verfügen, aber in ihrer Tätigkeit erstmals mit Fragestellungen der Technischen Akustik konfrontiert sind und sich deshalb eingehender mit diesem Gebiet befassen wollen.

Veranstaltungsort:

Technische Universität Berlin (Gebäude EN)
Einsteinufer 17c
10587 Berlin

Leitung und Referent(inn)en:

- Dr.-Ing. Judith Galuba (Müller-BBM GmbH, Berlin)
- Prof. Dr.-Ing. Ennes Sarradj (TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik)

Hinweis:

Zum Redaktionsschluss war der Kurs bereits ausgebucht; Anmeldungen sind leider nicht mehr möglich. Weitere Informationen finden Sie auf der DEGA-Webseite <http://www.dega-akustik.de>. ■

18.–21.03.2019

DAGA 2019

45. Deutsche Jahrestagung für Akustik



Einladung

Im Namen der Universität Rostock, der Tagungsleitung und aller Veranstalter möchten wir Sie herzlich einladen, zur DAGA 2019 die Hansestadt Rostock zu besuchen.

Die Hansestadt Rostock zusammen mit seinem Seebad Warnemünde ist ein beliebtes Urlaubsziel an der Ostsee und eine Stadt mit langer Historie. Im Jahr 2018 feierte Rostock sein 800-jähriges Bestehen. In diesem Jahr darf nun auch die Wissenschaft, die ebenfalls auf eine lange Tradition in Rostock zurückblicken kann, einen runden Geburtstag begehen – 1419 gegründet, ist die Volluniversität Rostock die älteste Universität im Ostseeraum. Wir freuen uns, die DAGA zum 600-jährigen Jubiläum der Universität das erste Mal in Rostock ausrichten zu dürfen.

Anmeldung zur Teilnahme

Die Anmeldung zur Teilnahme ist weiterhin möglich über das Online-Anmeldeformular auf <http://www.daga2019.de/anmeldung>

Programm

Das vollständige Programm zur Tagung finden Sie hier als PDF-Broschüre sowie in der DAGA-App: <http://www.daga2019.de/programm/>

Strukturierte Sitzungen zur DAGA 2019

- Analyse und Synthese der Richtwirkung von Musikinstrumenten
- Augmented Acoustic Reality
- Baulärm – Immissionsschutzrechtliche Probleme und aktuelle Fortentwicklung des Minderungsinstrumentariums
- Betrachtung von Unsicherheiten in der Vibro- und Aeroakustik
- Evaluation of 3D audio reproduction of static and moving sources: Psychoacoustic methods and results
- Lärm am Arbeitsplatz
- Luftultraschall
- Meeresakustik und Wasserschall
- Open Science and Reproducibility in Acoustics
- Noise emission of wind turbines and turbomachinery systems
- Philosophie in der Akustik

- Sprache und Audio im KFZ
- Sprach- und Audioqualität
- Strukturintensität – Berechnung, Messung, Nutzen
- Überströmte Schallabsorber

Interaktive Postersitzung

Als besonderes Sitzungsformat wird zum Thema „Open Science and Reproducibility in Acoustics“ eine interaktive Postersitzung gestaltet. Die Beiträge werden parallel an den Stationen am PC präsentiert. Dabei kann der Vortragende besonders gut auf Fragen und Interessen der Zuhörenden eingehen. (Dienstag, 14 Uhr in Saal 7)

Postersitzungen

Posterbeiträge sind ausdrücklich erwünscht und sollen gemäß der Linie aus den letzten Jahren aufgewertet werden. Die Poster werden im Balkon-Foyer im ersten Obergeschoss zentral präsentiert und werden die gesamte Konferenzdauer hindurch hängen. Für die Präsentation und Diskussion der Poster sind an jedem Konferenztag eigene Zeitabschnitte reserviert, zu denen es keine parallelen Veranstaltungen gibt (Dienstag und Mittwoch, 16:00–16:40 Uhr). Im Programmheft und im Tagungsband wird einer Poster-Präsentation der gleiche Umfang eingeräumt wie einem mündlichen Beitrag.

Zur Förderung der Diskussion wird es für Posterbeiträge gesonderte Postersitzungen geben. Besonders herausragende Posterbeiträge werden zudem prämiert. Bewerbung sind bis 11. März möglich, siehe <http://www.daga2019.de/autoren/hinweis-poster/>.

Vorkolloquien

Am Montag, den 18. März 2019, finden zwei Vorkolloquien und ein Workshop statt.

Die Themen sind:

- Akustik von Strömungsmaschinen (Organisation: Frank-Hendrik Wurm)
- Räumliche Wiedergabeverfahren (Organisation: Sascha Spors)
- Workshop EARS II: Perception and impact of infrasound on humans (Organisation: Christian Koch, PTB)

Kirchenrallye mit Orgelkonzerten

Unter dem Titel „10 Minuten Orgel – Kirche für akustische Gourmets“ finden am Dienstagabend 3 Orgel-Kurzkonzerte in historischen Rostocker Kirchen statt, die durch eine Stadtführung miteinander verbunden werden. Die Teilnahme ist für alle DAGA-Teilnehmenden frei und ohne Anmeldung möglich. Treffpunkt und weitere Informationen finden Sie in Kürze unter <http://www.daga2019.de/> im Unterpunkt Exkursionen, in der DAGA-App und vor Ort im Tagungsbüro.

Geselliger Abend

Als besonderes Highlight möchten wir Sie zu einem geselligen Abend in das Kreuzfahrtterminal in Warnemünde einladen. Der freie Blick auf die Hafeneinfahrt bietet die Gelegenheit

zum abendlichen Beobachten des regen Schiffsverkehrs. Der Abend wird musikalisch gestaltet durch die Rostock Cowboys und die traditionelle Jam-Session der DAGA-Allstars. An der Jam-Session interessierte Mitspieler melden sich zur Koordination bitte bei Malte Kob: kob@hfm-detmold.de

Exkursionen



Auch zur DAGA 2019 werden verschiedene Exkursionen angeboten. Voraussichtlich führen diese zu:

- Marinesoft
- Nordex
- Leuchtturm Warnemünde

Weitere Informationen finden Sie in Kürze auf der DAGA-Webseite im Unterpunkt Exkursionen, in der DAGA-App und vor Ort im Tagungsbüro.

Tagungsbegleitende Ausstellung

Die wissenschaftliche Tagung wird von einer Firmenausstellung begleitet, welche die Kontaktvernetzung zwischen Theorie und Praxis pflegt und Unternehmen die Möglichkeit bietet, ihre Produkte und Dienstleistungen vorzustellen. Sie ist von Dienstag, den 19.03.2019 (10:00 Uhr) bis Donnerstag, den 21.03.2019 (14:00 Uhr) geöffnet.

<http://www.daga2019.de/ausstellung>

Aktivitäten der jungen DEGA

- Icebreaker (18. März, 15:00–17:00 Uhr)
- Kneipenabend (18. März, 19:30; Kneipe „Zum alten Fritz“)
- Fachgruppensitzung (19. März, 12:30–14:00 Uhr)
- Infomesse in der Ausstellung (20. März, ab 12:30 Uhr)

Tagungsticket inbegriffen

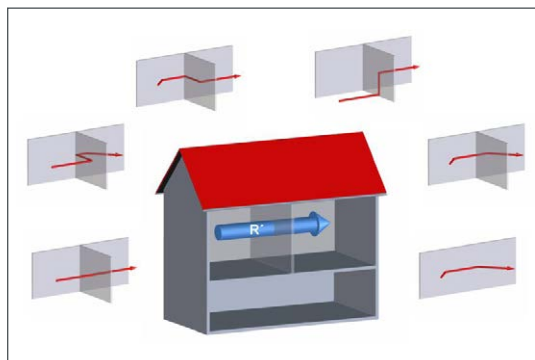
Ihr Tagungsausweis gilt im Zeitraum vom 18.–21. März 2019 als Fahrausweis in der Tarifzone Rostock. Diese schließt die Stadt Rostock und damit auch Warnemünde ein. ■

*Sascha Spors
Frank-Hendrik Wurm
(Tagungsleitung)*

01.–03.04.2019

DEGA-Akademie

Kurs „Bauakustik – von den Grundlagen zur Anwendung“



Der Kurs „Bauakustik – von den Grundlagen zur Anwendung“ findet das nächste Mal vom 1. bis 3. April 2019 in Braunschweig statt. Er richtet sich insbesondere an Mitarbeiter(innen) von Beratungsbüros, Architekten und Bauingenieure, die sich mit diesem Thema intensiver auseinandersetzen wollen.

Leitung und Referenten:

- Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz (TU Braunschweig / TAC-Technische Akustik, Grevenbroich, Leitung)
- Dr.-Ing. Volker Wittstock (PTB Braunschweig)

Veranstaltungsort:

Haus der Wissenschaft Braunschweig
Pockelsstraße 11
38106 Braunschweig
<http://www.hausderwissenschaft.org>

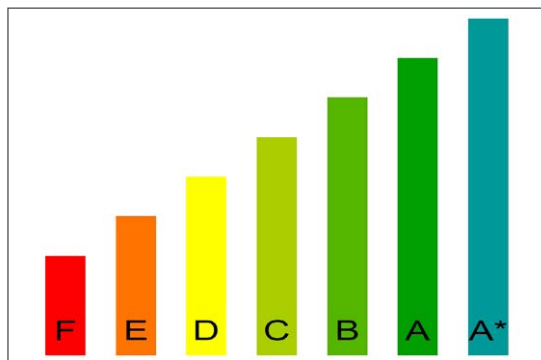
Hinweis:

Zum Redaktionsschluss war der Kurs bereits ausgebucht; Anmeldungen sind leider nicht mehr möglich. Weitere Informationen finden Sie auf der DEGA-Webseite <http://www.dega-akustik.de>. ■

10.04.2019

DEGA-Akademie

Kurs „DEGA-Schallschutzausweis“



Der Kurs „DEGA-Schallschutzausweis“ findet das nächste Mal am 10. April 2019 in Aachen statt. Er richtet sich an alle Interessierten, die ihre Fachkenntnis zur Anwendung bzw. Ausstellung von DEGA-Schallschutzausweisen erweitern wollen und sich über Details zur überarbeiteten DEGA-Empfehlung (<https://www.dega-akustik.de/publikationen/online-publikationen/dega-empfehlung-103/>) informieren möchten.

Leitung und Referent:

- Dipl.-Ing. Christian Burkhardt (Akustikbüro Schwarzenberger und Burkhardt, Pöcking)

Veranstaltungsort:

Hotel Ibis Marschierter
Friedlandstr. 6-8
52064 Aachen

Programm, Leistungen, Gebühren und Anmeldung:

siehe <http://www.dega-akustik.de> ■

24.04.2019

Tag gegen Lärm 2019

www.tag-gegen-laerm.de

Bald ist es wieder soweit:

Am 24. April 2019 findet der 22. Tag gegen Lärm – International Noise Awareness Day statt.

Unser Motto: „Alles laut oder was?“

In diesem Jahr wird die Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA e.V.) im Rahmen des „Tag gegen Lärm“ die am 10. Oktober 2018 veröffentlichten Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region der Weltgesundheitsorganisation

(WHO) in den Fokus der Diskussion rücken. Ziel der WHO-Leitlinien ist die Empfehlung von Zielwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor den Belastungen durch verschiedene Arten des Umgebungslärms (u. a. Verkehrslärm, Freizeitlärm oder Lärm von Windenergieanlagen).

Eine Umsetzung der WHO-Leitlinien in der Praxis stellt Lärmpolitik und Lärmmanagement vor große Herausforderungen. Während ein vergleichsweise umfangreiches technisches Wissen über die Möglichkeiten der Verringerung von Schallimmissionen, dargestellt in der Abnahme des Schalldruckpegels vorliegt, ist über die Gesundheitswirkung von Lärmschutzmaßnahmen deutlich weniger bekannt. Die Expositions-Wirkungsbeziehungen zwischen Geräuschbelastung und Gesundheitswirkung sind komplex, so dass die unmittelbare Vorhersage der Wirkung von Maßnahmen kompliziert ist. Künftig sollen Lärmschutzmaßnahmen insbesondere bezüglich ihrer Gesundheitswirkungen bewertet werden. Die Herausforderungen, die sich aus den WHO-Leitlinien für Umgebungslärm ergeben, erfordern ein gemeinsames Handeln von Politik, Verwaltung, Verursachenden und Betroffenen.

Die DEGA hat deshalb Expertinnen und Experten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz eingeladen, um über die Leitlinien und die sich daraus ergebenden Lärmschutzmaßnahmen zu diskutieren. Es ist geplant, die Ergebnisse der Diskussion im Nachgang zu veröffentlichen.

Darüber hinaus haben auch in diesem Jahr Schulen, Verbände oder andere öffentliche Einrichtungen die Möglichkeit,

- sich den Lärmkoffer „Lärmdetektive – Dem Schall auf der Spur“ auszuleihen und diesen im Unterricht, an Projekt- oder Aktionstagen einzusetzen

- und/oder einen Aktionstag mit dem Lärmkoffer zu buchen.

Als besonderes Highlight für Schulen führt die DEGA in diesem Jahr den Wettbewerb „So klingt meine Welt“ für Schülerinnen und Schüler der Klassen 1-6 durch. Nähere Informationen erhalten Sie auf S. 48 oder unter <http://www.so-klings-meine-welt.de/>.

Weitere und aktuelle Informationen rund um den Tag gegen Lärm finden Sie auf unserer Webseite www.tag-gegen-laerm.de. Ab Ende Februar können Sie dort auch Ihre Aktionen anmelden und die diesjährigen Plakate, Flyer und Magnetbuttons bestellen bzw. herunterladen.

Machen Sie mit beim 22. Tag gegen Lärm – International Noise Awareness Day! ■

Evelin Baumer

Brigitte Schulte-Fortkamp

André Fiebig

09.–13.09.2019
ICA 2019 / EAA Euroregio
in Aachen



23rd International Congress on Acoustics
 integrating 4th EAA Euroregio 2019

Einladung

Die DEGA lädt Sie herzlich zum „23rd International Congress on Acoustics“ (ICA 2019) ein, der vom 9. bis zum 13. September 2019 in Aachen stattfinden wird. Als Besonderheit schließt die ICA 2019 auch den „4th EAA Euroregio“ Kongress mit ein. Zur ICA 2019 erwarten Sie international besetzte Vortrags- und Postersessions mit ca. 200 strukturierten Sitzungen (siehe <http://www.ica2019.org/program/technical-sessions/>), hochkarätige Plenarvorträge sowie mehrere Satellitensymposien. Die Konferenzsprache ist englisch.

Special events

Neben dem umfangreichen wissenschaftlichen Hauptprogramm werden verschiedene zusätzliche Events angeboten. So wird es beispielsweise eine Diskussionsrunde zum Thema Wissenschaftskommunikation mit eingeladenen Experten geben, die aktuelle Fragestellungen behandeln.

In der „5 minute thesis slam session“ können alle Teilnehmenden ihr aktuelles wissenschaftliches Projekt in Form eines kurzweiligen und informativen 5-minütigen Vortrages darbieten. Die drei besten Beiträge erhalten einen Preis.

Weitere Events sind geplant und werden demnächst hier veröffentlicht: <http://www.ica2019.org/program>

Rahmenprogramm

Feierliche Eröffnung der Tagung

Die ICA wird am Montag, den 9. September 2019 in einer feierlichen Zeremonie eröffnet. Als besonderer Musik-Act wird Lily Dahab mit ihrer Band auftreten. Ihre Musik vereint Tango, Folklore und poetische Sprachkraft mit argentinischem Rock und Pop. Die Eröffnungsfeier ist für Teilnehmende und Begleitpersonen inklusive.

Orgelkonzert im Aachener Dom

Der Aachener Dom mit seiner bedeutsamen Geschichte und Architektur ist seit 1978 Teil des Weltkulturerbes der UNESCO.

Als Rahmenprogramm zur ICA wird der Domorganist

Michael Hoppe ein Orgelkonzert für die Teilnehmenden im Aachener Dom gestalten.

Abendveranstaltung im Ludwig Forum



Das Ludwig Forum vereint als modernes Kunstmuseum die verschiedenen Stilrichtungen seit den 1980er Jahren.

Hier wird die Abendveranstaltung zur ICA 2019 stattfinden. Sie wird umrahmt von einer internationalen Jam Session aus Jazz, Blues, Rock und weiteren Musikstilen, wie es auch bei der DAGA zur gern gesehenen Tradition geworden ist. Auch diese Veranstaltung ist für ICA-Teilnehmende und Begleitpersonen inbegriffen.

Weitere Informationen finden Sie unter <http://www.ica2019.org/social-program/social-evening/>.

EAA Summer School



Die EAA Summer School ist insbesondere für junge Akustiker*innen geeignet und findet vom 6. bis 8. September in Leuven in Belgien statt. Zur Summer School werden fünf durchgängige Kurse angeboten:

- Introductory Course – Approaching Acoustics (insbesondere für Studienanfänger)
- Hot Topic 1 – Computational modeling in physiological and psychological acoustics
- Hot Topic 2 – Smart city sound
- Hot Topic 3 – Acoustic metamaterials and sonic crystals
- Hot Topic 4 – Acoustic imaging (laser, beamforming, time reversal, photoacoustics)

Anmeldung und weitere Informationen:

<http://www.ica2019.org/eaasummer-school>

weitere Satellites zur ICA

- EAA Spatial Audio Signal Processing Symposium in Paris (6. bis 7. September), siehe <https://sasp2019.ircam.fr>
- ISRA 2019 – “International Symposium on Room Acou-

stics" in Amsterdam (15. bis 17. September),
siehe <http://www.isra2019.eu>

- ISMA 2019 – "International Symposium on Music Acoustics" in Detmold (13. bis 17. September),
siehe Seite 53 und <http://www.isma2019.de>

Hotels und Tourismus

Nützliche Informationen zu Ihrem Aufenthalt in Aachen finden Sie auf der Webseite <http://www.ica2019.org/about-aachen>.

Im Unterpunkt „accommodation“ ist das Hotelkontingent zur Tagung bereitgestellt.

Informationen zu Aachens kulturellem und touristischen Angebot bietet die Seite <https://www.aachen-tourismus.de>

Anmeldung zur ICA

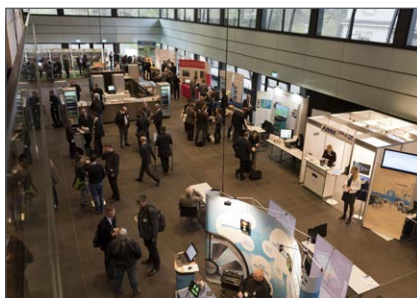
Über die Tagungswebseite haben Sie die Möglichkeit, sich online für die Konferenz zu registrieren.

Neben der Registrierung für Konferenzteilnehmende ist hier auch die Anmeldung für Begleitpersonen zur Tagung sowie für die Summer School möglich.

Die Online-Anmeldung, Teilnahmegebühren und die enthaltenen Leistungen finden Sie hier:

<http://www.ica2019.org/registration>

Ausstellung und Sponsoring



Die ICA 2019 wird begleitet von einer internationalen Ausstellung mit Vertretern aus Industrie und Forschung. Informationen zu Standflächen, Ausstattung, Preisen und Anmelde-modalitäten finden Sie auf der Webseite <http://www.ica2019.org/exhibition-sponsorship>.

Firmen sind eingeladen, die ICA 2019 durch Sponsoring zu unterstützen oder Werbeleistungen in Anspruch zu nehmen.

Kontakt:

Teresa Lehmann / Julia Schneiderheinze
contact@ica2019.org
Tel. 030 / 340 6038-03 ■

13.–17.09.2019

International Symposium on Music Acoustics (ISMA 2019)

in Detmold



Als "Satellite Symposium" findet im unmittelbaren Anschluss an die ICA-Tagung das International Symposium on Music Acoustics 2019 unter Leitung von Prof. Dr. Malte Kob statt, ebenfalls veranstaltet von der DEGA.

Termin:

13. bis 17. September 2019

Veranstaltungsort:

Detmolder Sommertheater
Neustadt 24
32756 Detmold

Letzter Termin zur Einreichung von Beiträgen:

01.03.2019

Auf diesem Symposium werden Vorträge und Poster zu verschiedensten Themen der Musikalischen Akustik präsentiert. Zusätzlich werden die Präsentationsarten „Demo“ (Vorstellung eines wissenschaftlichen Exponats oder Software-Tools) und „Live Stream“ (Vortrag von auswärts via Beamer-Projektion) angeboten. Zu Beginn des Symposiums werden Leonardo Fuks, Yuri Landmann und Lucas Heidemann einen "Hands-on-Workshop" zum Bau von Blas- und Saiteninstrumentenbau durchführen.

Als Rahmenprogramm werden u. a. Konzerte – auch der Teilnehmenden – sowie eine Exkursion zu einem nahegelegenen Freilichtmuseum angeboten. Für die Anreise nach Detmold am 13.09.2019 wird ein Bus-Shuttle von Aachen eingerichtet, der im Zuge der Anmeldung reserviert werden kann.

Alle weiteren Informationen sowie ein Online-Anmeldeformular finden Sie auf der Webseite <http://www.isma2019.de>. Sie sind herzlich eingeladen, am Symposium ISMA 2019 teilzunehmen!

Programm, Leistungen, Gebühren und Anmeldung:

siehe <http://www.isma2019.de> ■

■ Veranstaltungsrückblick

18.–19.10.2018

Rückblick auf den 24. DEGA-Workshop Physikalische Akustik, Bad Honnef

Der 24. DEGA-Workshop Physikalische Akustik fand am 18./19.10.2018 in der gewohnten beeindruckenden Kulisse des Physikzentrums Bad Honnef (PBH) statt. Insgesamt 24 Teilnehmende lauschten mit großem Interesse den 16 Vorträgen zum übergeordneten Thema „Impulsschall/Transientschall“, die sich grob in die Unterthemen „Schieß- und Sprenglärm“, „numerische Methoden im Zeitbereich“, „Anwendungen in der Bauakustik“, „Energiegewinnung und Exploration“ sowie „Stoßwellen in der Medizintechnik“ gruppieren ließen und zum Teil engagiert diskutiert wurden.

Eine Besonderheit dieses Workshops war der Umstand, dass er zum Teil gemeinsam mit dem seit vielen Jahren parallel im PBH tagenden Arbeitskreis Energie (AKE) der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) organisiert und durchgeführt wurde: Die drei Vorträge von Stephan Lippert, Michael Riedel und Jan Henniges zum Unterthema „Energiegewinnung und Exploration“ fanden im großen Wilhelm und Else Heraeus-Hörsaal statt, wobei die Zuhörerschaft sowohl aus AKE- als auch aus DEGA-Mitgliedern bestand. Auch beim unmittelbar anschließenden geselligen Beisammensein im Lichtenberg-Keller waren erfreulicherweise viele „gemischte“ Tische zu beobachten, d.h. AKE- und DEGA-Mitglieder kamen ins Gespräch und tauschten sich interdisziplinär zu Energie- und Akustik-Themen aus. Ein ganz herzliches Dankeschön an dieser Stelle an den AKE-Vorsitzenden, Herrn Professor Hardo Bruhns, und die drei Vortragenden für die tatkräftige Unterstützung bei der Organisation und Durchführung dieses gemeinsamen Workshopteils!

Ferner konnten wir in Form eines kleinen Sektumtrunks das Jubiläum „25 Jahre DEGA-Workshop Physikalische Akustik“ würdig begehen. Im Jahre 1993 wurde der DEGA-Fachausschuss Physikalische Akustik gegründet und bereits im November 1993 fand auf Betreiben von Fridolin Mechel der erste DEGA-Workshop Physikalische Akustik statt. Somit hätte im Oktober 2018 ja eigentlich bereits der 26. DEGA-Workshop Physikalische Akustik stattfinden müssen. Aufgrund der großen thematischen Nähe zu einer strukturierten Sitzung wurde aber der (eigentlich) 6. DEGA-Workshop in die Euronoise 1998 in München integriert und der (eigentlich) 21. DEGA-Workshop im Oktober 2014 wurde als 8. DEGA-Symposium zum Thema „Messverfahren in der Akustik“ veranstaltet. Somit sind wir also in der glücklichen Lage, im Oktober 2019 noch einmal anstoßen zu können, dann nämlich auf den 25. DEGA-Workshop!

Die Titel und Vortragenden der 16 Vorträge des 24. DEGA-Workshops lauteten wie folgt:

- Physikalische Aspekte der Schießgeräusche (Karl-Wilhelm Hirsch)
- Sprengungen als impulsartige Schallquelle unter Wasser (Edgar Schmidtke)
- Bewertung komplexer Druckstoßausbreitung im urbanen Raum (Kai Fischer)

- Effiziente Randlelementmethoden im Zeitbereich für Schallemission und Schallausbreitung (Heiko Gimperlein)
- Impulsantworten über Impedanzböden (Martin Ochmann)
- Indirekte Messung von transienten Kräften beim Gehen auf Holzdecken (Wolfgang Kropp)
- Stoßgeräusche bei Scheinfugen auf Betonoberflächen (Wolfgang Kropp)
- Unterwasser-Rammschall – Eine Herausforderung bei der Errichtung von Offshore-Windparks und für die numerische Simulation (Stephan Lippert)
- Geophysikalische Untersuchungen zu maritimen Gashydratvorkommen (Michael Riedel)
- Neue Möglichkeiten für geophysikalische Exploration und Monitoring mit ortsverteilten akustischen Messungen (Jan Henniges)
- Aspekte der anhaltenden Notwendigkeit von F&T-Aktivitäten hinsichtlich Schießlärm aus Sicht der Bundeswehr (Thomas Weßling)
- Vergleich von Zeitbereichsmodellen für das Rad-Schiene-Rollgeräusch (Ina Richter)
- Numerische Simulation der Blasenkollapsdynamik und -interaktion mit fluidischen Gewebegrenzflächen (Jakob Kaiser)
- Impulsübertragung und Trägheit, Mechanismen der Steinertrümmerung durch Stoßwellen (Othmar Wess)
- Stoßwellen und Druckpulse in der Medizin – Normung im Spagat zwischen medizinischer Anwendung und technischer Umsetzung (Friedrich Ueberle)
- Limitationen der Übertragbarkeit technischer Stoßwellenparameter auf die mechanobiologische Wirkung (Matias de la Fuente Klein)

Diese Vorträge finden Sie auch auf der DEGA-Homepage unter <https://www.dega-akustik.de/fachausschuesse/pa/>, allerdings sind auf Wunsch der Vortragenden nahezu alle PDF-Dateien mit einem Passwort gegen unbefugtes Öffnen geschützt und nur den Workshop-Teilnehmenden zugänglich. Sollten Sie Interesse an einem der Vorträge haben, so wenden Sie sich bitte direkt an die oder den Vortragende/n – bei Bedarf kann der Fachausschussleiter gern den Kontakt herstellen.

Der 25. DEGA-Workshop Physikalische Akustik wird am 17./18.10.2019 ebenfalls im PBH stattfinden, dann allerdings mit internationaler Ausrichtung und Beteiligung in englischer Sprache zum Thema „Underwater Acoustics“. Die wissenschaftlich-inhaltliche Organisation des 25. Workshops liegt in den Händen von Anton Homm und Jan Abshagen. ■

Joachim Börs

■ Kalender

- **06.–08.03.2019 in Berlin:**
DEGA-Akademie-Kurs „Grundlagen der Technischen Akustik“, siehe Seite 48 und <https://www.dega-akustik.de/aktuelles/>
- **18.–21.03.2019 in Rostock:**
Jahrestagung DAGA 2019, siehe Seite 49f und <http://www.daga2019.de>
- **01.–03.04.2019 in Braunschweig:**
DEGA-Akademie-Kurs „Bauakustik – von den Grundlagen zur Anwendung“, siehe Seite 50 und <https://www.dega-akustik.de/aktuelles/>
- **10.04.2019 in Aachen:**
DEGA-Akademie-Kurs „DEGA-Schallschutzausweis“, siehe Seite 51 und <https://www.dega-akustik.de/aktuelles/>
- **24.04.2019 bundesweit:**
22. Tag gegen Lärm, siehe Seite 51 und <http://www.tag-gegen-laerm.de>
- **16.–19.06.2019 in Madrid (E):**
Inter-Noise 2019, siehe <http://www.internoise2019.org>
- **06.–07.09.2019 in Paris (F):**
EAA Spatial Audio Signal Processing Symposium, siehe <https://sasp2019.ircam.fr/>
- **06.–08.09.2019 in Leuven (B):**
EAA Summer School, siehe Seite 52 und <http://ica2019.org/eea-summer-school/>
- **09.–13.09.2019 in Aachen**
23rd Int. Congress on Acoustics (ICA 2019) / EAA Euroregio, siehe Seite 52f und <http://ica2019.org>
- **13.–17.09.2019 in Detmold:**
International Symposium on Music Acoustics (ISMA 2019), siehe Seite 53 und <http://isma2019.de>
- **15.–17.09.2019 in Amsterdam:**
International Symposium on Room Acoustics (ISRA 2019), siehe <http://isra2019.eu>

Weitere Termine (International) finden Sie im Newsletter „EAA Nuntius“:
<http://euracoustics.org/news/eea-newsletter> ■

Dämmen mit ISOVER.

Mehr Lebensqualität,
mehr Komfort.



www.isover.de



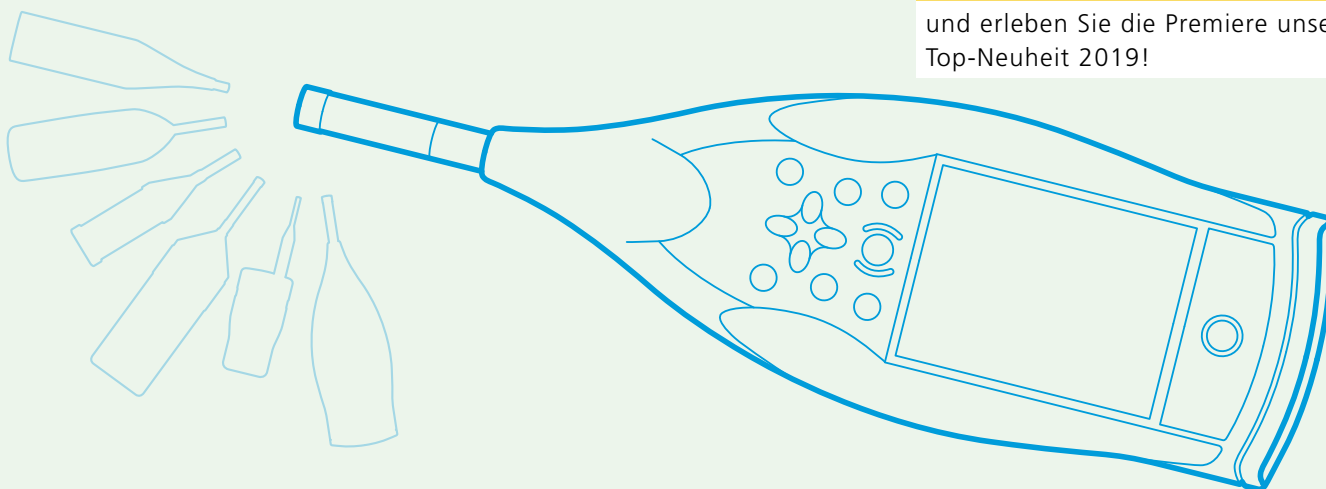
MIT DIESER EINTAUSCHAKTION ERHALTEN SIE EINEN DER BEKANNTTESTEN TRAGBAREN SCHALLPEGELANALYSATOREN



DAGA 2019, Rostock – 18.-21. März

BESUCHEN SIE UNS AUF STAND 25

und erleben Sie die Premiere unserer
Top-Neuheit 2019!



**€ 1,250
RABATT**

TAUSCHEN
SIE IHR
ALTES
GERÄT
IN EINEN
TYP 2270



**€ 900
RABATT**

TAUSCHEN
SIE IHR
ALTES
GERÄT
IN EINEN
TYP 2250



**€ 900
RABATT**

TAUSCHEN
SIE IHR
ALTES
GERÄT
IN EINEN
TYP 2250
LIGHT



UNIVERSELLE SCHALLPEGELMESSER TYP 2270, 2250 UND 2250 LIGHT

- Geeignet für fast jede 1- oder 2-Kanal Schall- oder Schwingungsmessung
- Software zur Nachbearbeitung und Auswertung (z. B. Umweltlärmmessungen) im Lieferumfang
- Für viele industrielle Anwendungen geeignet
- Ein Jahr Nachbearbeitungsoption mit Measurement Partner Suite jetzt kostenlos zu allen neuen Geräten

Wenn Sie bei der Beurteilung von Umwelt- und Arbeitsplatzgeräuschen oder bei industrieller Qualitätskontrolle und -entwicklung unübertroffene Leistung wünschen, nehmen Sie jetzt unser Inzahlungnahmeangebot wahr.

Tauschen Sie alte Schallpegel- oder Schwingungsmessgeräte gegen einen neuen Typ 2270, Typ 2250 oder Typ 2250 Light der Klasse 1 ein.

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.bksv.com/de-DE/SLM-trade-in.

Oder wenden Sie sich an Ihr Brüel & Kjær-Vertriebsbüro, und teilen Sie uns mit, welche Geräte Sie eintauschen möchten.

Die Gutschrift für die Inzahlungnahme ist nicht in Bargeld auszahlabar. Dieses Angebot kann nicht mit anderen Angeboten kombiniert werden. Die Aktion läuft vorerst bis zum 30.06.2019. Die Altgeräte müssen uns innerhalb von 30 Tagen zugehen. Brüel & Kjær kann dieses Angebot ohne Angabe von Gründen vorzeitig beenden oder verlängern. Das Angebot gilt nur bei Annahme der Konditionen für Inzahlungnahme des Altgerätes im Zuge dieser Kampagne. Sollten wir kein Altgerät innerhalb der Frist von 30 Tagen erhalten, wird der volle Preis berechnet. Für weitere Fragen zu dieser Kampagne und deren Bedingungen wenden Sie sich bitte an Ihr Brüel & Kjær Büro.

Nachrichten und Mitteilungen aus der Fachgesellschaft

■ Einladung zur DEGA-Mitgliederversammlung

Wie in den zurückliegenden Jahren findet auch in diesem Jahr die jährliche Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Akustik im Rahmen ihrer Jahrestagung, der DAGA 2019, statt. Alle Mitglieder sind herzlich eingeladen, an dieser Versammlung

am Montag, den **18. März 2019**

um **17:00 Uhr**

im **Saal 3 der Stadthalle Rostock,**

Südring 90, 18059 Rostock

teilzunehmen.

Vorläufige Tagesordnung:

1. Begrüßung
2. Genehmigung der Tagesordnung
3. Bericht des Vorstands und der Geschäftsstelle
4. Finanzbericht
5. Bericht der Rechnungsprüfer
6. Entlastung des Vorstands
7. Wahl der Rechnungsprüfer
8. Berichte aus den Fachausschüssen und Fachgruppen
9. Verschiedenes
10. Termin der nächsten Mitgliederversammlung

Wir würden uns freuen, viele DEGA-Mitglieder auf dieser Versammlung zu treffen! ■

*Michael Vorländer
Präsident der DEGA*

■ Neue Mitglieder des DEGA-Vorstandsrats gewählt

Die Mitglieder der DEGA haben per Briefwahl 14 Mitglieder des Vorstandsrats neu gewählt.

Zur Information: Der Vorstandsrat bestimmt über alle wichtigen Fragen des Vereins und wählt den Vorstand. Neben den Leiterinnen und Leitern der Fachausschüsse, den Mitgliedern des Vorstands und den ehemaligen Präsidenten gehören dem Vorstandsrat 14 direkt gewählte Mitglieder an.

Die Wahlunterlagen wurden am 17.08.2018 an alle DEGA-Mitglieder verschickt. Am 24.10.2018 wurden die eingegangenen Wahlbriefe durch den Wahlausschuss (Prof. Dr. Tobias Merkel, Prof. Dr. Martin Ochmann, Dr. Martin Klemenz) ausgezählt. Weitere Angaben zur Wahldurchführung können dem Akustik Journal 01/18 (Februar 2018) entnommen werden.

Die folgenden Kandidatinnen und Kandidaten sind in den Vorstandsrat neu bzw. wiedergewählt worden und haben die Wahl angenommen:

- Prof. Dr. Stefan Becker, Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen
- Dr. Gottfried Behler, RWTH Aachen
- Prof. Dr. Matthias Blau, Jade Hochschule, Oldenburg
- Dipl.-Ing. Christian Burkhart, Akustikbüro Schwarzenberger und Burkhart, Pöcking
- Prof. Dr. Bastian Epp, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby (Dänemark)

- Prof. Dr. Klaus Genuit*, HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath
- Dr. Regina Heinecke-Schmitt, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden
- Dr. Christian Koch, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
- Prof. Dr. Detlef Krahé, Bergische Universität Wuppertal
- Prof. Dr. Wolfgang Kropp, Chalmers University of Technology, Göteborg (Schweden)
- Prof. Dr. Joachim Scheuren, Müller-BBM GmbH, Planegg
- Prof. Dr. Brigitte Schulte-Fortkamp*, Technische Universität Berlin
- M.Sc. Maike Wehmeyer, SONUS GmbH, Ettlingen
- Prof. Dr. Stefan Weinzierl, Technische Universität Berlin

* Hinweis: Bei Mitgliedern des Vorstands der DEGA erfolgt der Amtsantritt gemäß §16(3) der DEGA-Wahlordnung nur dann, falls das Mitglied nach der kommenden Wahl (Frühjahr 2019) zum 01.07.2019 aus dem Vorstand ausscheiden sollte. Die Amtszeit der restlichen 12 Mitglieder hat bereits begonnen und endet im Herbst 2021.

Wir wünschen den neuen bzw. wiedergewählten Mitgliedern viel Erfolg bei der Mitarbeit im Vorstandsrat! ■

Der Wahlausschuss

■ Reisekostenzuschüsse „DEGA Young Scientist Grants“

Um jungen Akustiker(inne)n die aktive Teilnahme an internationalen Tagungen mit dem Schwerpunkt Akustik zu ermöglichen, vergibt die DEGA Reisekostenzuschüsse. Es können Reisen gefördert werden, in deren Rahmen die Antragstellerin / der Antragsteller einen Vortrag oder ein Poster mit Veröffentlichung präsentiert.

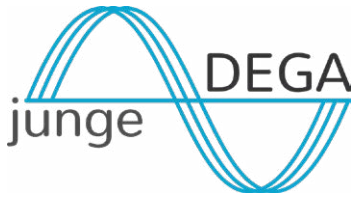
Ein Merkblatt mit sämtlichen Details und Anforderungen finden Sie hierzu auf der Seite <https://www.dega-akustik.de/preise-grants/ys-grants/>

Auch für die Teilnahme an der Tagung ICA 2019 / EAA Euroregion (<http://ica2019.org>) werden „DEGA Young Scientist Grants“ vergeben (begrenzt auf zehn Personen). Für ICA-Teilneh-

mende, die in Deutschland studieren/promovieren, ist eine DEGA-Mitgliedschaft hierbei nicht zwingend erforderlich; ansonsten gelten die o. g. Richtlinien unverändert. ■

■ Fachausschüsse / Fachgruppen

Fachgruppe „junge DEGA“



Vorsitzender:

B.Sc. Martin Heroldt, Uppenkamp und Partner GmbH, Berlin
martin.heroldt@web.de

Liebe junge Akustiker/innen und Interessierte der jungen DEGA, in diesem Jahr haben wir wieder ein interessantes Programm für die DAGA 2019 in Rostock organisiert.

Am Montag, den 18.03. laden wir ab 15:00 Uhr zum Icebreaker in die Stadthalle Rostock ein. Zum alljährlichen Kneipenabend treffen wir uns ab 19:30 Uhr im Braugasthof Zum alten Fritz.

Zudem findet

am Dienstag, den **19. März 2019**
von **12:30 bis 14:00 Uhr**
im **Saal 3**

unsere Fachgruppensitzung mit vielen Infos zur jungen DEGA und der Weiterführung unserer Arbeit statt. Auch die Wahl der neuen Fachgruppenleitung wird in dieser Sitzung durchgeführt. Hierzu sind alle herzlich eingeladen. Außerdem werden kleine Snacks und Getränke bereitgestellt.

Am Mittwoch, den 20.03. wird ab der Mittagspause ein Infostand zu Studien- bzw. PhD-Arbeiten, Unternehmen aus der Branche und Jobangeboten für junge Akustiker/innen angeboten.

Zu allen Aktivitäten der jungen DEGA sind alle jungen und jung gebliebenen Akustiker/innen eingeladen. ■

Martin Heroldt

Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD)



Vorsitzender:

Dipl.-Ing. Michael Jäcker-Cüppers, Berlin
m.jaecker-cueppers@ald-laerm.de

Einladung zur 12. Mitgliederversammlung des ALD

Im Rahmen der DAGA 2019 in Rostock wird

am Donnerstag, den **21. März 2019**
von **12:45 bis 14:15 Uhr**
im **Saal 5-b**

die jährliche Mitgliederversammlung des ALD stattfinden. Alle Mitglieder und Gäste sind herzlich eingeladen. Teilnehmer ohne DAGA-Registrierung melden sich bitte vorab bei der ALD-Leitung zum Erhalt eines Gästerausweises (ausschließlich für diese Versammlung). Es wird die folgende Tagesordnung vorgeschlagen:

1. Begrüßung
2. Prüfung der Beschlussfähigkeit
3. Genehmigung der Tagesordnung
4. Genehmigung des Protokolls der 11. Mitgliederversammlung (Versand am 08.05.2018)
5. Bericht der ALD-Leitung
6. Planung der Arbeiten und Projekte 2019
7. Verschiedenes
8. Zeit und Ort der nächsten Mitgliederversammlung

Strukturierte Sitzung des ALD

Im Rahmen der DAGA 2019 lädt der ALD wieder zu einer Strukturierten Sitzung ein. Sie wird sich mit dem Baulärm befassen. In vier Vorträgen werden die europäischen, deutschen und österreichischen Geräuschvorschriften und Rechtsfragen zum Baulärm sowie die Möglichkeiten und Grenzen von Baulärmprognosen behandelt. Alle Interes-

sierten sind eingeladen, an der Sitzung teilzunehmen, die am 21. März 2019 von 10:40 bis 12:00 Uhr im Hörsaal 5-b stattfindet. ■

*Christian Beckert
Michael Jäcker-Cüppers
Dirk Schreckenber*

Fachausschuss Bau- und Raumakustik



Vorsitzender:

M. Sc. Martin Schneider, Hochschule für Technik Stuttgart
martin.schneider@hft-stuttgart.de

Der Fachausschuss Bau- und Raumakustik traf sich am 11. September 2018 zu seiner 53. Sitzung. Tagungsort war das Informationszentrum der Fa. Fermacell in Bad Grund.

Am Vormittag fand wieder eine Diskussionsrunde zum fachlichen Austausch statt. Hierfür wurden von den Mitgliedern im Vorfeld aktuelle Fragen eingereicht, aus denen sich Themenfelder, die vom Fachausschuss weiter betrachtet werden sollen, ergaben. Die tieffrequente Trittschallübertragung bei schwimmenden Estrichen auf Massivdecken wurde dabei als sehr dringlich betrachtet. Diese tieffrequente Schallübertragung wird von Gutachtern bei Beschwerden sehr unterschiedlich beurteilt. Hierzu wurde ein Arbeitskreis eingerichtet, der zu diesem Thema eine Stellungnahme erarbeitet und an den Fachausschuss verteilte. Die eingegangenen Einsprüche zu dem Entwurf wurden gesichtet und bewertet. Eine Überarbeitung ist angedacht und soll beim Treffen auf der DAGA 2019 thematisiert werden. Weitere Themen wurden vor allem in Bezug zur Auslegung der neuen DIN 4109 diskutiert, wie beispielsweise

die Trittschallübertragung bei Bodenplatten in darüber liegende Wohnräume. In einem Raumakustikblock berichteten Herr König und Herr Kelz (beide Büro Taubert und Ruhe) über Messungen und Simulationen zur Raumakustik in Großraumbüros. Am Nachmittag erläuterte Henning Alphei (Akustikbüro Göttingen), wie frühe Reflexionen in Veranstaltungsräumen mit der akustischen Kamera analysiert werden können. Im abschließenden Block zur Bauakustik mit Konstruktionen des Leichtbaus berichtete Martin Schneider (Hochschule für Technik Stuttgart) über die Berechnungsverfahren zur Flankenübertragung bei Leichtbauteilen im Skelettbau und bei Mischkonstruktionen und Georg Sponfeldner (Fa. Fermacell) über Messergebnisse zur Luftschalldämmung von Fertigteil Estrichen. Abschließend wurde von Henning Alphei kurz der Stand der Arbeiten zur Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen dargestellt.

Die ca. 55 Teilnehmer hatten im Anschluss an die Sitzung die Möglichkeit, die Produktion von Gipsfaserplatten im Rahmen einer Werksbesichtigung in Seesen zu erleben.

Die 54. Sitzung des DEGA-Fachausschusses findet im Rahmen der DAGA 2019 in Rostock

am Dienstag, den **19. März 2019**
von **12:30 bis 14:00 Uhr**
im **Saal 5-b**

statt. ■

Martin Schneider

Fachausschuss Elektroakustik



Vorsitzender:

Dr.-Ing. Daniel Beer, Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT
beer@idmt.fraunhofer.de

Liebe Mitglieder des FA Elektroakustik, hiermit lädt die Fachausschussleitung herzlich zur kommenden Mitgliederversammlung ein. Diese findet während der DAGA 2019,

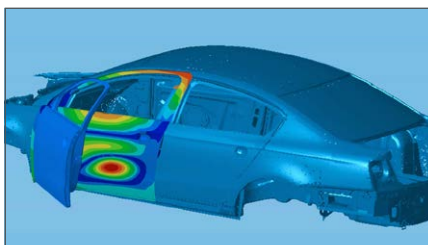
am Donnerstag, den **21. März 2019**
von **12:45 Uhr bis 14:15 Uhr**
im **Saal 6** (2. Obergeschoss)

der Rostocker Stadthalle, statt.

Ein wesentlicher Agendapunkt wird die Wahl der Fachausschussleitung (Vorsitz und Stellvertreter) für die nächste Periode sein. Da der Fachausschuss erst ab einer Beteiligung von mindestens einem Drittel der Mitglieder beschlussfähig ist, bitten wir um zahlreiches Erscheinen. Wer nicht kommen wird, gebe bitte vorab Bescheid. ■

Daniel Beer
Tilman Koch

Fachausschuss Fahrzeugakustik



Vorsitzender:

Prof. Dr. M. Ercan Altinsoy, Technische Universität Dresden
ercan.altinsoy@tu-dresden.de

Der Herbstworkshop des Fachausschusses Fahrzeugakustik fand erfolgreich am 25.–26.09.2018 in Dresden statt. An dem Workshop nahmen insgesamt 42

Mitglieder teil. In insgesamt 11 spannenden Vorträgen wurden verschiedene Aspekte der Fahrzeugakustik diskutiert.

Nächste Sitzung des FA Fahrzeugakustik auf der DAGA 2019 in Rostock:

am Mittwoch, den **20. März 2019**
von **13:00 bis 14:00 Uhr**
im **Saal 2**

Mitglieder und Interessenten sind herzlich eingeladen. ■

Ercan Altinsoy

Fachausschuss Hörakustik



Vorsitzende:

Prof. Dr. Janina Fels, RWTH Aachen
Janina.Fels@akustik.rwth-aachen.de

Ankündigung der Sitzung des FA Hörakustik auf der DAGA 2019 in Rostock

Mitglieder und Interessierte sind herzlich zur Sitzung des Fachausschusses Hörakustik während der DAGA 2019 eingeladen.

Die turnusmäßige Sitzung des Fachausschusses Hörakustik auf der DAGA 2019 findet am

Mittwoch, den **20. März 2019**
von **12:30 bis 13:30 Uhr**
im **Saal 3**

statt.

Die Tagesordnung umfasst folgende Punkte:

1. Feststellung der Tagesordnung
2. Genehmigung des Protokolls der letzten Mitgliederversammlung
3. Bericht über die Aktivitäten des vergangenen Jahres
4. Diskussion zu möglichen DEGA-Projekten des FA Hörakustik:
 - 4.1: Sammlung und Implementierung akustischer Illusionen als Demonstrationsmaterial
 - 4.2: Terminologie: Psychoakustische Begriffe in der virtuellen Akustik

5. Vorschläge für Strukturierte Sitzungen auf der DAGA 2020 in Hannover
6. Termine und Aktivitäten ■

*Janina Fels
Bastian Epp*

Fachausschuss Lärm: Wirkungen und Schutz



Vorsitzender:
Prof. Dr. André Fiebig, Technische Universität Berlin
andre.fiebig@tu-berlin.de

Wir laden herzlich alle Mitglieder und Interessierte des FA Lärm zur turnusmäßigen Fachausschusssitzung im Rahmen der DAGA ein. Die Sitzung wird zu Beginn der DAGA 2019 in Rostock stattfinden, d.h.

am Dienstag, den **19. März 2019**
von **13:15 bis 14:00 Uhr**
im **Saal 5-a**.

Die Tagesordnung ist wie folgt geplant:

1. Vorstellung und Beschluss der Tagesordnung
2. Bericht über die Aktivitäten des vergangenen Jahres
3. Informationen zum „Tag gegen Lärm 2019“
4. Besprechung des Entwurfs einer Geschäftsordnung für den FA Lärm
5. Termine und Planung von Veranstaltungen des FA Lärm
6. Wahl zur Leitung des FA Lärm
7. Verschiedenes

Wir freuen uns sehr auf Ihre Teilnahme. ■

*André Fiebig
Silvester Siegmann*

Fachausschuss Lehre der Akustik



Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. Jörn Hübelt, Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences
huebelt@hs-mittweida.de

Einladung zur Mitgliederversammlung

Zur Mitgliederversammlung des Fachausschusses Lehre in der Akustik (FA Lehre) während der DAGA 2019 am
am Mittwoch, den **20. März 2019**
von **13:15 bis 14:00 Uhr**
im **Saal 8**

laden wir herzlich alle Mitglieder und Interessierten ein.

Folgende Themen sind als Tagesordnungspunkte geplant:

- Bericht der Aktivitäten des FA Lehre
 - Bericht über die bisherige Arbeit der AG „Geschichte der Akustik“
 - Abgleich der Bewertungsrichtlinien für Bachelor- und Masterarbeiten
- Selbstverständlich können noch weitere Themen in die Tagesordnung aufgenommen werden.

Bis zur DAGA 2019! ■

*Jörn Hübelt
André Gerlach*

Fachausschuss Musikalische Akustik



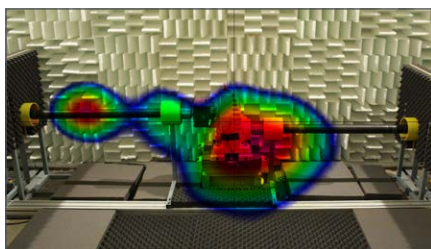
Vorsitzender:
Prof. Dr. Malte Kob, Hochschule für Musik Detmold
kob@hfm-detmold.de

Nächste Sitzung des Fachausschusses auf der DAGA 2019 in Rostock:
am Dienstag, den **19. März 2019**
von **13:15 bis 14:00 Uhr**
im **Saal 8**

Auch in diesem Jahr gibt es wieder Gelegenheit, mit Teilnehmerinnen und Teilnehmern der DAGA gemeinsam zu musizieren. Nach dem Konzert der Rostock Cowboys am Mittwochabend stehen Instrumente der Band zu einer Jam Session zur Verfügung. Es ist vorgesehen, eine kurze Anspielprobe und Set-Auswahl am Dienstagabend zu veranstalten. Wer Interesse hat, gemeinsam Jazz, Jazz-rock oder Blues zu spielen, bringe bitte das Instrument – soweit nicht schon vor Ort – mit und schicke bitte eine kurze E-Mail (Instrument, Wunschnoten) an Malte Kob (kob@hfm-detmold.de). ■

Malte Kob

Fachausschuss Physikalische Akustik



Vorsitzender:

Dr. Joachim BöS, Technische Universität Darmstadt

boes@sam.tu-darmstadt.de

24. DEGA-Workshop Physikalische Akustik am 18./19.10.2018 in Bad Honnef

Am 18./19.10.2018 fand im Physikzentrum Bad Honnef der 24. DEGA-Workshop Physikalische Akustik, diesmal zum Themenkomplex „Impulsschall/Transientenschall“ statt. Einen ausführlichen Bericht dazu finden Sie auf der Seite 54 in diesem Heft.

Fachausschusssitzung am 18.10.2018 im Rahmen des 24. DEGA-Workshops

Am 18.10.2018 fand im Rahmen des o. g. 24. DEGA-Workshops in Bad Honnef auch eine Fachausschusssitzung Physikalische Akustik statt. Themen waren u. a. die unter Beteiligung von Fachausschussmitgliedern organisierten Strukturierten Sitzungen der DAGA 2019 in Rostock und des ICA 2019 in Aachen, das Assoziierungsabkommen zwischen der DEGA und der DPG, die Termine und mögliche Themen für die nächsten DEGA-Workshops Physikalische Akustik (17./18.10.2019: „Underwater Acoustics“ mit internationaler Beteiligung; 15./16.10.2020: Thema wird noch festgelegt), Fachbeiträge aus dem Fachausschuss für das Akustik Journal sowie ein Ausblick auf die kommende Muster-Geschäftsordnung für DEGA-Fachausschüsse. Das Protokoll wurde am 19.12.2018 per E-Mail an alle Fachausschussmitglieder und Interessierten versandt.

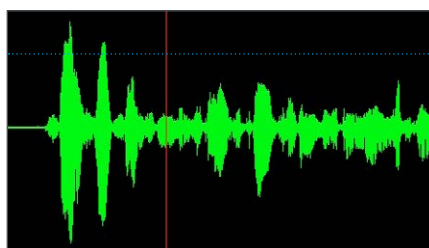
Nächste Fachausschusssitzung am 19.03.2019 im Rahmen der DAGA 2019 in Rostock

Die nächste Sitzung des Fachausschusses Physikalische Akustik wird am am Dienstag, den **19. März 2019** von **12:30 bis 13:15 Uhr** im **Saal 6**

im 2. Obergeschoss des Tagungsgebäudes (Stadthalle Rostock) stattfinden. Mitglieder und Interessierte des Fachausschusses, aber auch Gäste sind herzlich zur Sitzung und zur engagierten Mitarbeit eingeladen. ■

Joachim BöS

Fachausschuss Sprachakustik



Vorsitzender:

Dr. Janto Skowronek, Hochschule für Technik Stuttgart

janto.skowronek@hft-stuttgart.de

Nächste Sitzung des Fachausschusses auf der DAGA 2019 in Rostock:

am Donnerstag, den **21. März 2019** von **12:45 bis 13:30 Uhr** im **Saal 5-a** ■

Fachausschuss Strömungsakustik



Vorsitzender:

Prof. Dr. Manfred Kaltenbacher, Technische Universität Wien

manfred.kaltenbacher@tuwien.ac.at

Der FA Strömungsakustik veranstaltete den DEGA-Akademie-Kurs „Strömungsakustik – Grundlagen und Anwendungen“ vom 19. bis 21. September 2018 in Erlangen. Der Kurs vermittelte die Grundlagen experimenteller und numerischer Verfahren zur Bestimmung der aeroakustischen Lärmquellen, der Schallentstehung sowie Ausbreitung und dokumentiert deren momentanen Entwicklungsstand. Dieser Akademielehrgang konzentrierte sich auf Lüftungs- und Klimasysteme (von der Bauklimatisierung, dem Fahrzeugbau bis hin zu Anwendungen in der Kühlung von elektronischen und elektrischen Baugruppen). Zusätzlich gab es Labor-demonstrationen und Simulationsvorführungen. Dieser DEGA-Akademie-Kurs mit einem Rhythmus von 2 Jahren findet das nächste Mal im Jahr 2020 statt.

Bei der DAGA 2019 in Rostock ist der Fachausschuss mit zwei strukturierten Sitzungen vertreten: (1) Überströmte Schallabsorber (organisiert von Lars Enghardt und Stefan Becker); (2) Noise emission of wind turbines and turbomachinery systems (organisiert von Zeinab Gharibi, Bernhard Stoevesandt und Thorsten Lutz).

Die Sitzung des Fachausschusses auf der DAGA 2019 in Rostock, zu der wir alle Mitglieder des FA-Strömungsakustik sowie Interessenten herzlich einladen möchten, findet statt am

Mittwoch, den **20. März 2019** von **13:00 bis 14:00 Uhr** im **Saal 4**.

Hierzu schlagen wir folgende Tagesordnung vor:

1. Begrüßung, Feststellung der Beschlussfähigkeit, Vorstellung und Beschluss der Tagesordnung
2. Bericht des Vorsitzenden
3. Diskussion zum Bericht
4. Rückblick zu den Aktivitäten des Fachausschusses im Jahr 2018
5. Wahl der Leitung
6. Planung der nächsten Aktivitäten des Fachausschusses
7. Sonstiges

Wir freuen uns über eine rege Teilnahme sowohl an der FA-Sitzung als auch an den Vorträgen zur Strömungsakustik und wünschen allen eine angenehme Anreise zur DAGA 2019 in Rostock. ■

Manfred Kaltenbacher

Marc Schneider

Lars Enghardt

Fachausschuss Ultraschall



Vorsitzende:

Prof. Dr. Claus-Dieter Ohl, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
claus-dieter.ohl@ovgu.de

Nächste Sitzung des Fachausschusses auf der DAGA 2019 in Rostock:

am Mittwoch, den **20. März 2019**
 von **12:30 bis 13:30 Uhr**
 im **Saal 5-b** ■

Fachausschuss Virtuelle Akustik



Vorsitzender:

Dr. Franz Zotter, Kunstuniversität Graz
zotter@iem.at

Der Fachausschuss virtuelle Akustik lädt seine Mitglieder und Interessierte zur Teilnahme und Mitwirkung an der Fachausschuss-Sitzung

am Donnerstag, den **21. März 2019**
 von **13:30 bis 14:15 Uhr**
 im **Saal 8**

auf der DAGA in Rostock ein. Die Sitzung soll uns zur Diskussion möglicher Herbsttreffen und kommenden gemeinsamer Aktionen dienen. ■

Franz Zotter



Room Acoustics Software

Make better spaces

with the complete software solution for room acoustics

Elegant and user friendly interface

Fast and reliable simulations and measurements

Available as: **B** Basics, **I** Industrial, **A** Auditorium & **C** Combined

Start your free trial at
www.odeon.dk



■ Mitglieder / Fördermitglieder

Derzeit hat die Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.

- 1.960 persönliche Mitglieder
- und 76 Fördermitglieder (Stand Januar 2019).

Über alle Leistungen und Angebote, die mit einer Mitgliedschaft verbunden sind, können sich interessierte Akustiker(innen) und Firmen auf <http://www.dega-akustik.de/mitglieder-und-beitritt> informieren.

Die Arbeit der DEGA wird dankenswerterweise durch die Fördermitgliedschaft folgender Firmen besonders unterstützt:

- ACOEM GmbH, Hallbergmoos
- Akustikbüro Schwartzberger und Burkhart, Pöcking / Weimar
- ALN Akustik Labor Nord GmbH, Kiel
- AMC Schwingungstechnik, Asteasu (E) / Nürnberg
- Amorim Deutschland GmbH, Delmenhorst
- BASF SE, Ludwigshafen
- Baswa AG, Baldegg (CH)
- Bayer Bauphysik Ingenieurgesellschaft mbH, Fellbach
- Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg
- Bertrandt Technikum GmbH, Ehningen
- BeSB GmbH, Berlin
- Brose Fahrzeugteile GmbH, Oldenburg
- Brüel & Kjaer GmbH, Bremen
- CADFEM GmbH, Grafing
- CAE Software und Systems GmbH, Gütersloh
- Carcoustics TechConsult GmbH, Leverkusen
- Cervus Consult GmbH, Willich
- Cirrus Research plc Deutschland, Frankfurt/M.
- Comsol Multiphysics GmbH, Göttingen
- DataKustik GmbH, Gilching
- deBAKOM GmbH, Odenthal
- Ecophon Deutschland, Lübeck
- EM Plan, Neusäß
- ESI Engineering System International GmbH, Eschborn
- FAIST ChemTec GmbH, Worms
- Gardner Denver Deutschland GmbH, Bad Neustadt/Saale
- Gesellschaft für Sonder-EDV-Anlagen mbH, Hofheim
- Getzner Werkstoffe GmbH, Bürs (A)
- GN Bauphysik Ingenieurgesellschaft mbH, Stuttgart
- G.R.A.S., Holte (DK)
- HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath
- HEAD-Genuit-Stiftung, Herzogenrath
- IAC Industrial Acoustics Company GmbH, Niederkrüchten
- IFB Ingenieure GmbH, Bad Teinach-Zavelstein
- Kötter Consulting Engineers GmbH & Co. KG, Rheine
- Kraiburg Relastec GmbH & Co. KG, Salzwedel
- Kurz und Fischer GmbH Beratende Ingenieure, Winnenden
- Lärmkontor GmbH, Hamburg
- Laird Bochum GmbH, Bochum
- Lairm Consult GmbH, Bargeheide
- Lehrstuhl Strömungsmaschinen, Universität Rostock
- Lignotrend Produktions GmbH, Weilheim-Bannholz
- Metecno Bausysteme GmbH, Blankenhain
- Microflow Technologies BV, Arnhem (NL)
- Microtech Gefell GmbH, Gefell
- Möhler + Partner Ingenieure AG, München
- Müller-BBM Gruppe, Planegg bei München
- Norsonic Tippkemper GmbH, Oelde-Stromberg
- Novicos GmbH, Hamburg
- NTi Audio GmbH, Essen
- Odeon A/S, Lyngby (DK)
- PCB Synotech GmbH, Hückelhoven
- Peiker acoustic GmbH, Friedrichsdorf
- P+Z Engineering GmbH, München
- Renz Systeme GmbH, Aidlingen
- Rockwool Rockfon GmbH, Gladbeck
- Röchling Automotive SE & Co. KG, Worms
- Saint-Gobain Isover G+H AG, Ladenburg
- Schaeffler Gruppe, Herzogenaurach
- Schöck Bauteile GmbH, Baden-Baden
- Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark
- Siemens Industry Software GmbH, München
- Sinus Messtechnik GmbH, Leipzig
- solaris Ingenieur-Consult GmbH, Chemnitz
- Sonatech GmbH & Co. KG, Ungerhausen
- soni.eK Planung Beratung SV-Büro, Bamberg
- SoundPLAN GmbH, Backnang
- Soundtec GmbH, Göttingen
- Spektra Schwingungstechnik und Akustik GmbH, Dresden
- Stapelfeldt Ingenieure GmbH, Dortmund
- Steffens Systems GmbH, Köln
- Sto SE & Co. KGaA, Stühlingen
- Verlagsgesellschaft R. Müller GmbH & Co. KG, Köln
- Wölfel Gruppe, Höchberg
- Xarion Laser Acoustics GmbH, Wien (A)
- ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen

Normen/Richtlinien

Neue Regelwerke zu den Themen Akustik und Lärminderung (Okt. 2018 – Jan. 2019)

Bezeichnung	Titel	Preis*
Fachgebiet Audiologie / Medizintechnik		
E DIN EN ISO 14708-7, VDE 0750-20-7	Chirurgische Implantate – Aktive implantierbare medizinische Geräte – Teil 7: Besondere Anforderungen an Cochlea-Implantat-Systeme (ISO/DIS 14708-7:2018); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 14708-7:2018	Print: 57,00 €
Fachgebiet Bau- und Raumakustik		
DIN 14676-1	Rauchwarnmelder für Wohnhäuser, Wohnungen und Räume mit wohnungsähnlicher Nutzung – Teil 1: Planung, Einbau, Betrieb und Instandhaltung	96,00 €
DIN EN ISO 16283-2	Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau – Teil 2: Trittschalldämmung (ISO 16283-2:2018); Deutsche Fassung EN ISO 16283-2:2018	130,80 €
E DIN 18055/A1	Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1	68,30 €
E DIN 4109-34/A1	Schallschutz im Hochbau – Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen	47,60 €
E DIN 4109-35/A1	Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden	89,00 €
E DIN 8989	Schallschutz in Gebäuden – Aufzüge	96,00 €
Fachgebiet Elektroakustik / Messgeräte		
DIN VDE V 0833-4-1, VDE V 0833-4-1	Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall – Teil 4-1: Aktivlautsprecher	Print: 93,29 €
E DIN EN IEC 60068-3-3, VDE 0468-3-3	Umgebungseinflüsse – Teil 3-3: Leitfaden – Seismische Prüfverfahren für Geräte (IEC 104/806/CDV:2018); Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 60068-3-3:2018	Print: 35,30 €
Fachgebiet Lärmschutz		
DIN EN 1793-5	Lärmschutzvorrichtungen an Straßen – Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften – Teil 5: Produktspezifische Merkmale – In-situ-Werte der Schallreflexion in gerichteten Schallfeldern; Deutsche Fassung EN 1793-5:2016+AC:2018	147,20 €
DIN EN 71-1	Sicherheit von Spielzeug – Teil 1: Mechanische und physikalische Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 71-1:2014+A1:2018	334,30 €
E DIN EN 1794-2	Lärmschutzvorrichtungen an Straßen – Nichtakustische Eigenschaften – Teil 2: Allgemeine Sicherheits- und Umweltaanforderungen; Deutsche und Englische Fassung prEN 1794-2:2018	89,00 €
E DIN EN ISO 17201-3	Akustik – Geräusche von Schießplätzen – Teil 3: Berechnung der Schallausbreitung (ISO/FDIS 17201-3:2018); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 17201-3:2018	153,40 €

Bezeichnung	Titel	Preis*
Fachgebiet Maschinen- und Fahrzeugakustik		
DIN EN IEC 61265	Elektroakustik – Geräte zur Messung des Geräuschs von Luftfahrzeugen – Anforderungen an die Eigenschaften von Systemen zur Messung von Schalldruckpegeln bei der Zertifizierung von Luftfahrzeugen (IEC 61265:2018); Deutsche Fassung EN IEC 61265:2018	89,00 €
DIN IEC/TS 60034-32, VDE V 0530-32	Drehende elektrische Maschinen – Teil 32: Messung von Wickelkopfschwingungen an Formspulen im Ständer (IEC/TS 60034-32:2016)	Print: 97,34 €
DIN ISO 11093-8	Papier und Pappe – Prüfung von Wickelkernen aus Hülsenkarton – Teil 8: Bestimmung der Eigenfrequenz und des Elastizitätsmoduls durch experimentelle Schwingungsanalyse (ISO 11093-8:2017)	61,70 €
DIN ISO 20816-4	Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen – Teil 4: Gasturbinen über 3 MW mit Gleitlagern (ISO 20816-4:2018)	96,00 €
DIN ISO 20816-5	Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen – Teil 5: Maschinensätze in Wasserkraft- und Pumpspeicheranlagen (ISO 20816-5:2018)	147,20 €
DIN ISO 20816-8	Mechanische Schwingungen – Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen – Teil 8: Hubkolbenkompressoren (ISO 20816-8:2018)	114,10 €
E DIN 14630	Akustische Warngeräte und Kennleuchten für bevorrechtigte Wegebenutzer – Anforderungen und Funktionsprinzip (Einspruchsfrist: 16.03.2019)	40,80 €
E DIN EN 60704-2-17	Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Prüfvorschrift für die Bestimmung der Luftschallemission – Teil 2-17: Besondere Anforderungen an Roboter für die Trockenreinigung für den Hausgebrauch (IEC 59F/341/CD:2017); Text Deutsch und Englisch	89,00 €
E DIN EN 60704-3/AA	Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Prüfvorschrift für die Bestimmung der Luftschallemission – Teil 3: Verfahren zur Bestimmung und Nachprüfung angegebener Geräuschemissionswerte; Deutsche und Englische Fassung prEN 60704-3:2018/prAA:2018	61,70 €
E DIN EN ISO 28927-8/A2	Handgehaltene motorbetriebene Maschinen – Messverfahren zur Ermittlung der Schwingungsemission – Teil 8: Sägen, Feilen und Maschinen für Poliernadeln mit hin- und hergehender Bewegung sowie kleine Sägen mit Schwing- oder Drehbewegung – Änderung 2 (ISO 28927-8:2009/DAM 2:2018); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 28927-8:2009/prA2:2018	47,60 €
E DIN EN ISO 7096	Erdbaumaschinen – Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen des Maschinenführersitzes (ISO/DIS 7096: 2018); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 7096:2018	96,00 €
E VDI 4552	Reduzierung der Stoßauswirkungen bei einzelnen und periodisch wiederkehrenden Stößen auf schwingungsfähige Systeme (Einspruchsfrist: 31.03.2019)	63,90 €
Fachgebiet Ultraschall / Hydroakustik		
DIN EN 14236	Ultraschall-Haushaltsgaszähler; Deutsche Fassung EN 14236:2018	175,40 €

*) Download

Bezug aller o.g. Regelwerke über den Beuth Verlag (<http://www.beuth.de>); Quelle: DIN e.V. (Perinorm); ohne Anspruch auf Vollständigkeit; Preise ohne Gewähr

Publikationen

Übersicht

- Alle Online-Publikationen sind auf <https://www.dega-akustik.de/publikationen> frei verfügbar.
- Gedruckte Publikationen (außer ⁶⁾) können bei der DEGA-Geschäftsstelle bestellt werden (Preise inkl. MwSt; zzgl. Versand; Zahlungsbedingungen siehe <https://www.dega-akustik.de/publikationen/tagungsbaende/zahlung>)

	Name	gedruckt	online
Zeitschrift	Akustik Journal (drei Ausgaben pro Jahr)	0 € ¹⁾	X
	Acta Acustica united with Acustica	X ²⁾	X ³⁾
Tagungsbände	DAGA-Tagungsbände „Fortschritte der Akustik“ (1970–2018)		X ⁴⁾
	Proceedings ICA / INTER-NOISE		X ⁵⁾
Empfehlungen und Memoranden	DEGA-Empfehlung 101: Akustische Wellen und Felder		X
	DEGA-Empfehlung 102: Mindestkanon Akustik in der Bachelor-Ausbildung		X
	DEGA-Empfehlung 103: Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis		X
	Memorandum „Die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Bauakustik“		X
	Memorandum „Schallschutz im eigenen Wohnbereich“		X
	Memorandum zur Durchführung und Dokumentation von Audio-Produktionen für wissenschaftliche Anwendungen in der Akustik		X
Schriftenreihe „Geschichte der Akustik“	Heft 1: Von der Antike bis in das 20. Jahrhundert	10,- €	
	Heft 2: Akustisches Wissen auf den Transferwegen	10,- €	
	Heft 3: Preisträger europäischer Wissenschaftsakademien	10,- €	
	Heft 4: Sondhauß-Röhre, Seebeck-Sirene	15,- €	
	Heft 5: Von den Äolstönen bis zur Strouhal-Zahl	12,- € ⁶⁾	
	Heft 6: Von der Luftsirene bis zur russischen Aeroakustik	12,- € ⁶⁾	
	Heft 7: Lord Rayleigh, Sir Horace Lamb, Sir James Lighthill	10,- € ⁶⁾	
	Heft 8: Große Wissenschaftler mit Beiträgen zur Akustik	14,- € ⁶⁾	
	Heft 9: Kundt, Waetzmann, Schuster	12,- € ⁶⁾	

	Name	gedruckt	online
Fachgebiet Lärm	Broschüre „Lärm im Alltag“		X
	ALD-Broschüre „Straßenverkehrslärm“	2,- €	X
	Hörbeispiele und Geräuschsituationen		X
	ALD-Broschüre „Energiewende und Lärmschutz“	2,- €	X
	ALD-Broschüre „TEchnologies of NOise Reduction (TENOR)“		X
	ALD-Broschüre „Schienenverkehrslärm – Ursachen, Wirkungen, Schutz“	2,- €	X
Fachgebiet Musikalische Akustik	Tagungsband (2015) „Musikalische Akustik zwischen Empirie und Theorie“		X
	Tagungsband (2013) „Nuancen in der musikalischen Akustik“		X
	Literaturdatensammlung Musikalische Akustik		X
Fachgebiet Lehre der Akustik	Dissertationsregister Akustik		X
	Studienführer „EAA Schola“		X
Fachgebiet Hörakustik	Kompodium zur Durchführung von Hörversuchen in Wissenschaft und industrieller Praxis (Entwurf)		X

¹⁾ für Mitglieder

²⁾ jährlich zzgl. 60,- € für DEGA-Mitglieder

³⁾ ohne Aufpreis für DEGA-Mitglieder

⁴⁾ die zugehörigen CD-/DVD-/Buchprodukte (sofern vorhanden) können weiterhin käuflich erworben werden

⁵⁾ Anleitung für den Zugang unter <https://www.dega-akustik.de/dega/aktuelles/ica-und-inter-noise/>

⁶⁾ Bestellungen ausschließlich online über <http://www.book-on-demand.de>

■ **Buchrezension**

Jürgen Hellbrück, Rainer Guski
 Lauter Schall: Wie Lärm in unser Leben eingreift
 264 Seiten,
 ISBN 978-3-534-27041-5
 Verlag: wbg Academic
 Preis: ab 39,99 €



Die beiden Universitätsprofessoren, Umweltpsychologen und Lärmwirkungsforscher Jürgen Hellbrück und Rainer Guski legen mit „Lauter Schall“ ein reichhaltiges, vielschichtiges und dabei wohl komponiertes Buch zum Thema Lärm vor. Der Bogen, den die beiden Autoren dabei spannen, wird bereits durch den Untertitel „Wie Lärm in unser Leben eingreift“ angedeutet.

Zunächst wird der Leser in den ersten beiden Kapiteln eingeladen über kultur- und zeitspezifische sowie gesellschaftliche Aspekte der akustischen Umwelt und des Themas Lärm zu reflektieren. In Kapitel 3 führen die Autoren allgemeinverständlich in die physikalischen und psychoakustischen Grundlagen von Schall und Lärm ein und in intuitiv schwerlich zugängliche Maße, wie das Dezibel und den A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel. Auch die rechtlich relevante Unterscheidung von Immissionsrichtwerten und -grenzwerten wird dargestellt. Fundiert und anschaulich informieren die Kapitel 4 bis 8 (die knapp die Hälfte des Buches ausmachen) über die verschiedenen au-

ralen und extraauralen Wirkungen von Lärm. Dabei stehen neben der Lärmschwerhörigkeit als einer auralen Lärmwirkung mögliche negative Effekte von Lärm auf kognitive Leistungen in Schulen und Büros, auf Schlaf und Gesundheit sowie auf Lebensqualität im Sinne von Belästigung im Vordergrund.

Im Laufe des Lesens des Buches wird deutlich, dass die beiden ausgewiesenen Lärmexperten und Wissenschaftler die Zeit und die Muße gefunden haben ein in mehrerlei Hinsicht herausragendes Sachbuch über Lärm vorzulegen. So beantworten die Autoren auch naheliegende Fragen (z.B. ob man sich an Lärm gewöhnen kann) und sparen brisante Aspekte nicht aus (z.B. Kapitel 8 „Was uns der Lärm kostet – unsere Gesundheit und unser Vermögen“), die sie im Licht aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse reflektieren. Ebenso scheuen sie sich auch nicht davor über den Rand der nach wissenschaftlichen Standards belegten Erkenntnisse hinauszublicken und in persönlichen Einschätzungen, die immer als solche explizit gekennzeichnet sind, Stellung zu beziehen.

„Lauter Schall“ von Jürgen Hellbrück und Rainer Guski ist ein wissenschaftlich fundiertes und zugleich allgemein verständliches, reichhaltiges und doch kurzweiliges, prägnantes und dabei anregendes Sachbuch zu einem hochrelevanten Thema, das uns alle – Laien wie Experten – angeht. Ich habe es mit großer Begeisterung gelesen und in vollen Zügen genossen. ■

*Sabine Schlittmeier
 RWTH Aachen*

23RD INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS

INTEGRATING EAA EUROREGIO 2019



AACHEN, GERMANY
SEPTEMBER 09 - 13, 2019
WWW.ICA2019.ORG

Invitation

The German Acoustical Society (Deutsche Gesellschaft für Akustik, DEGA) is pleased to invite you to the 23rd International Congress on Acoustics in the beautiful and historical city of Aachen in September 2019. The technical program will include plenary, distinguished, invited, contributed, and poster papers covering all fields of acoustics. There will be an extensive technical exposition highlighting the latest advances in acoustical products.

The congress will integrate the conference EUROREGIO of the European Acoustics Association, EAA, with invited papers focusing on European projects, educational programs, standards, and legislation. The conference will include a FORUM for Young Acousticians and platforms for discussion and joint activities in the student committees of DEGA student council and the EAA Young Acousticians Network.

Satellite Events

ISRA 2019, *International Symposium on Room Acoustics*, held at Concertgebouw Amsterdam, The Netherlands (September 15 to 17) www.isra2019.eu

ISMA 2019, *International Symposium on Music Acoustics*, held at Hochschule für Musik, Detmold, Germany, (September 13 to 17) www.isma2019.de

SASP, *EAA Spatial Audio Signal Processing Symposium*, held at Sorbonne Université, Paris (September 6 to 7) <https://sasp2019.ircam.fr>



Social Events

- Opening ceremony with special musical guest Lily Dahab
- Social Evening at Ludwig Forum with jam session
- Organ concert at Aachener Dom
- Several tours and technical visits (partly with add. fee)

EAA Summer School

The Summer School of the European Acoustics Association will be held in Leuven, Belgium. It is especially of interest to Young Acousticians and takes place from 6 to 8 September 2019.

Updated information is provided at
www.ica2019.org/eaasummer-school



Source of Photographs:
(1) (2) © davis / fotolia.com;
(3, bottom) © Karl Bruninx

Impressum

Akustik Journal Nr. 01 / Februar 2019

Herausgeber

**Deutsche Gesellschaft
für Akustik e.V. (DEGA)**

eingetragen ins Vereinsregister am
Amtsgericht Berlin-Charlottenburg, VR
26648 B

Geschäftsstelle:

Alte Jakobstraße 88
10179 Berlin

E-Mail: dega@dega-akustik.de

Tel.: +49 (0)30 - 340 60 38-00

Fax: +49 (0)30 - 340 60 38-10

Web: www.dega-akustik.de

ISSN

2569-1597 (Print)

2569-1600 (Online)

Chefredaktion

Prof. Dr.-Ing. Detlef Krahé

E-Mail: chefredaktion-aj@dega-akustik.de

Redaktionsbeirat

Prof. Dr.-Ing. habil. Ercan Altinsoy

Dr. rer. nat. Judit Angster

Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Becker

Prof. Dr. phil. André Fiebig

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Kletsch-
kowski

ao. Univ.-Prof. Dr. med. Peter Lercher

Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra

Redaktionsassistentz

Dipl.-Ing. Evelin Baumer

Dr.-Ing. Martin Klemenz

Anzeigen

Julia Schneiderheinze (M.A.)

E-Mail: jschneiderheinze@dega-akustik.de

Layout und Satz

Dipl.-Ing. Evelin Baumer

E-Mail: ebaumer@dega-akustik.de

Gestaltungskonzept

Heilmeyer und Sernau Gestaltung

Web: www.heilmeyerundserнау.com/

Druck

Laserline GmbH

Web: www.laser-line.de

Bildnachweise

S. 1 – Titelseite © ENERCON GmbH; S. 5 – Aktuelles: DAGA 2019, Logo © Ina Platte, inani-design.de; S. 5 – Aktuelles: ICA 2019 / EAA Euroregion, Logo © Ina Platte, inani-design.de; S. 45 – Menschen: Wallace Clement Sabine Award 2018 für Prof. Michael Vorländer © mit freundlicher Genehmigung der Acoustical Society of America; S. 48 – Veranstaltungen: Wettbewerb zum Tag gegen Lärm 2019, Plakat © Julia Echterhoff, julustrationen.de; S. 48 – Veranstaltungen: DEGA-Akademie „Grundlagen der Technischen Akustik“ © Ennes Sarradj, Berlin; S. 49 – Veranstaltungen: DAGA 2019, Logo © Ina Platte, inani-design.de; S. 50 – Veranstaltungen: DAGA 2019, Strandpromenade im Rostocker Ortsteil Warnemünde © René Legrand, Rostock; S. 52 – Veranstaltungen: ICA 2019 / EAA Euroregion, Logo © Ina Platte, inani-design.de; S. 52 – Veranstaltungen: ICA 2019 / EAA Euroregion, Ludwig Forum: © Carl Brunn, Ludwig Forum Aachen; S. 52 – Veranstaltungen: ICA 2019 / EAA Euroregion, Leuven Rathaus © Karl Bruninx, Leuven Town Hall; S. 53 – Veranstaltungen: ICA 2019 / EAA Euroregion, Ausstellung © mit freundlicher Genehmigung des Eurogress Aachen; S. 53 – Veranstaltungen: ISMA 2019, Logo © mit freundlicher Genehmigung von Prof. Malte Kob, Detmold; S. 58 – Fachausschuss Bau- und Raumakustik © Silvia Crisman / fotolia.com; S. 59 – Fachausschuss Elektroakustik © U.P.images / fotolia.com; S. 59 – Fachausschuss Fahrzeugakustik © Novicos GmbH, Hamburg; S. 59 – Fachausschuss Hörakustik © psdesign1 / fotolia.com; S. 60 – Fachausschuss Lärm: Wirkungen und Schutz © A.F.X. Süß, Berlin; S. 60 – Fachausschuss Lehre der Akustik © kasto / fotolia.com; S. 60 – Musikalische Akustik © Artem Furman / fotolia.com; S. 60 – Fachausschuss Physikalische Akustik © SAM, TU Darmstadt; S. 61 – Fachausschuss Sprachakustik © SpeechRecorder, IPS, LMU München; S. 61 – Fachausschuss Strömungsakustik © Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Braunschweig; S. 62 – Fachausschuss Ultraschall © romaset / fotolia.com; S. 62 – Fachausschuss Virtuelle Akustik © Bernhard Seeber, TU München, Professur für Audio-Signalverarbeitung

Stadt - Lärm - Luft

Am 28. + 29. März 2019 im Hotel Hafen Hamburg

Themen + Vortragende

„Wiener Lärm“ - Der Klang der Großstadt

MMag. Dr. Peter Payer

Historiker & Stadtforscher, Wien

Wohnen an der Reeperbahn!?

Ulrica Schwarz

STRABAG Real Estate GmbH, Hamburg

(Bau-)„Lärminderung“ durch offene Kommunikation

Margit Bonacker

konsalt GmbH, Hamburg

Die neuen WHO-Leitlinien für Umgebungslärm in Europa

Jödis Wothge

Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

Tempo 30 + Co. im Fokus der Lärmbilanz(en)

Matthias Hintzsche

Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

VGH Baden-Württemberg: Lärmaktionspläne sind umzusetzen!

Prof. Dr. Dominik Kupfer

W2K-Rechtsanwälte, Freiburg/Stuttgart

Luftreinhaltung in Hamburg

Jörg Lüthmann

Behörde für Umwelt und Energie,
Hamburg

Luftreinhaltung in Baden-Württemberg - wie kommen wir schnellstmöglich ins Ziel?

Dr. Udo Weese

Ministerium für Verkehr
Baden-Württemberg, Stuttgart

Wirkung von Maßnahmen zur NO₂-Minimierung

Dr.-Ing. Dietmar Brandt

Volkswagen AG, Wolfsburg

2025 ist alles gut! Ist 2025 alles gut?

Heinz Steven

HS Datenanalysen und Gutachten,
Heinsberg

Luftverschmutzung + Lärm = erhöhtes Herzinfarktrisiko

Prof. Dr. Martin Röösli

Schweizerisches Tropen- und Public
Health-Institut, Basel



Stadt – Land – Fluss, das ist ein Spiel besonders für Kinder, um die Heimat- und Erdkundekenntnisse auf den Prüfstand zu stellen. Mit *Stadt – Lärm – Luft* soll die Lebensqualität in unseren Städten unter Lärm- und Luftschadstoffgesichtspunkten etwas genauer betrachtet werden.

Wir steigen mit einem Rückblick auf Wien ein, um dann mit einem Sprung auf die Reeperbahn und zum immer aufdringlicher werdenden (Bau-)Lärm im Jetzt und Heute zu landen. In diesem Kontext wird über die jüngsten Empfehlungen der WHO zum Schutz vor gesundheitsgefährdendem Lärm ebenso berichtet, wie über den Verwaltungsgerichtshof in Mannheim, der ein wegweisendes Urteil zur Verbindlichkeit von Lärmaktionsplänen gefällt hat.

Der zweite Tag startet mit der Luftreinhaltungsplanung in Hamburg und Baden-Württemberg, um dann zu zeigen, wie ein großer Automobilhersteller dazu beitragen will, die NO₂-Emissionen zu senken. Ob dies überhaupt nötig ist, wird ein Blick in die Zeit nach dem Jahr 2025 klären.

Den Abschluss bildet ein Vortrag, der die gemeinsame Wirkung von Luftschadstoffen und Lärm auf die Menschen unter die Lupe nimmt.

Weitere Informationen und das aktuelle Tagungsprogramm finden Sie unter

tagung.laermkontor.de

Telefon: 040 / 38 99 94 0 - tagung@laermkontor.de



LÄRMKONTOR GmbH

Altonaer Poststraße 13 b

22767 Hamburg

Telefon: +49 40 - 38 99 94.0

www.laermkontor.de

**Jetzt bestellen zum attraktiven
Einführungspreis**

SINUS
Messtechnik GmbH



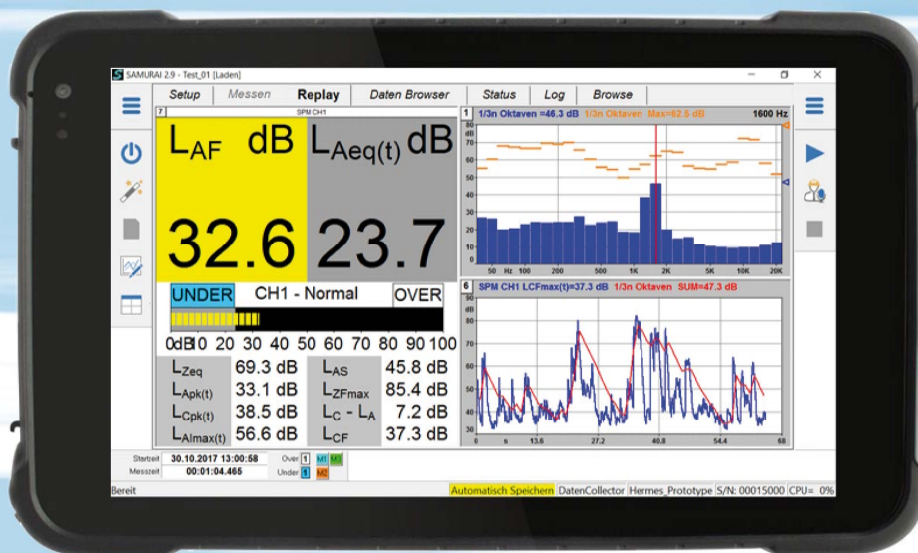
NEU: NoisePAD™

NoisePAD ist ein eingetragenes Warenzeichen der SINUS Messtechnik GmbH

NoisePAD ist unser innovativer 4-Kanal Schallpegelmesser / Echtzeit-Analysator für Akustik und Vibration. Die Kombination aus robustem 8" Tablet-PC (IP67) und Analysator erfüllt die MIL 810. Die neue Tablet-Version der Software **SAMURAI™ 3.0 Acoustic Bundle** bietet je Kanal:

- Signalrecorder: Audioaufzeichnung DC ... 20 kHz
- Schallpegelmesser: Klasse 1 nach IEC 61672 und Messung der Nachhallzeiten
- Frequenzanalysator: 1/1 und 1/3 Oktaven nach IEC 61260 und FFT-Analysator

Für die Schwingungsmessung bieten wir alternativ das neue SAMURAI 3.0 Vibro Bundle.



SAMURAI Optionen:

- Building Acoustics
- Building Vibration
- Data Collector
- Easy Listening
- Envelope Analysis
- Fractional Octaves
- Human Vibration
- Multi Generator
- NoiseCam Video
- Order Tracking
- Post Processing
- Room Acoustics
- Sound Intensity
- TCP/IP Interface
- Tonality
- Transfer FRF
- Vibration Meter
- Virtual Tacho
- Weather Station
- Zoom FFT ...

Technische Spezifikation

Eingänge	4 Kanäle 24 bit @ 51.2 kHz, ICP / direct, 2 Trigger-/Tacho-Kanäle
Ausgang	1 Ausgangskanal
Tablet PC	8" Industrie - Tablet, Intel ATOM Cherrytrail, 4 GB RAM, 128 GB SSD, Windows10
Display	Touchscreen - Display
Mechanik	IP 67, MIL810, Temperatur -20°C ... +50°C
Dimensionen	226 x 156 x 28 mm, 900 g mit Akku
Autonomie	>10 Stunden
Interfaces	2x USB, SD, WiFi, 4G, GPS, Bluetooth, 2x Kamera

Kontakt

SINUS Messtechnik GmbH

Föpplstrasse 13
04347 Leipzig

• Tel.: +49 341 24429-0
• Fax.: +49 341 24429-99

• www.soundbook.de
• info@soundbook.de