

Langzeitmessungen von Schallimmissionen

Das volle nächtliche Ertragspotenzial der Windenergieanlagen heben

März
2024



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Langzeitschallmessungen bei Windenergie nutzen	4
2.1	Nächtliches Energiepotenzial nutzen	4
2.2	Vorhandene Regularien nutzen	5
2.3	Langzeitschallmessungen nutzen.....	7
2.4	Anpassungsmöglichkeit der Genehmigung klarstellen.....	7
3	Ausführungshinweise für Langzeitmessungen bei Windenergie schaffen	8
4	Regulatorischen Rahmen für Dauerüberwachungsmessungen schaffen.....	8

Hinweis: Das vorliegende Positionspapier wurde im Fachausschuss Lärm des FGW e.V. fachlich diskutiert. Die daraus resultierenden Anmerkungen sind in das vorliegende Dokument mit eingeflossen.

1 Einleitung

Wie viel Strom eine Windenergieanlage produzieren kann, hängt in erster Linie vom Standort und den damit verbundenen Windverhältnissen ab. Ein ebenso wichtiger Faktor sind die in der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung definierten nächtlichen Schallreduktionen. Solche Reduktionen sind notwendig, um zu hohe Einwirkungen durch Geräuschimmissionen auf Mensch und Umwelt zu vermeiden.¹

Das vorliegende Positionspapier setzt sich mit der Umsetzung dieses Immissionsschutzes auseinander. Anlass ist die **Erkenntnis, dass in der Praxis der in der Schallprognose per Interimsverfahren (siehe 2.2) ermittelte Worst-Case-Pegel² die tatsächliche Immissionsbelastung regelmäßig überschätzt.** Bereits 2014 dokumentierte eine Studie des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen³ den relevanten Einfluss der Richtcharakteristik auf den immissionswirksamen Schalleistungspegel von hohen Windenergieanlagen, die im Interimsverfahren nicht berücksichtigt ist. Die Realität zeigt anhand zahlreicher, mit der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) konformen Langzeitmessungen⁴, dass standortabhängig die Messergebnisse teils mehrere Dezibel (dB) unter der Prognose nach Interimsverfahren lagen. **So geht ein gewaltiges Potenzial an nachts zu erzeugendem Strom verloren, da ein erheblicher Teil des Bestands an WEA in Deutschland nachts mehr oder weniger stark schallreduziert läuft.** Je nachdem, ob die Reduzierung nur leicht ist oder die Anlage sogar stillstehen muss, gehen nachts bis zu 100 % der Einspeisung von Windstrom verloren (siehe 2.1).

Um diesen Missstand zu beheben, müssen Berechnungsverfahren der Prognose (u.a. Richtcharakteristik und Berücksichtigung aller Windrichtungen) angepasst und grundlegende Regelungen der TA Lärm in den Fokus genommen werden. **Für die messtechnische Vorbelastungsbetrachtung nach TA Lärm liefern Langzeitmessungen neben den üblichen Prognosen eine aussagekräftige Betrachtung der Immissionsituation.** Es wird kein neues System geschaffen, sondern die grundsätzlichen Regelungen der TA Lärm⁵ genutzt. **Zusätzlich können Langzeitmessungen den Nachweis des genehmigungskonformen Betriebs in komplexen Windparksituationen erleichtern und beschleunigen.** Zukünftig sollten fortschrittliche immissionsseitige Regelungsmöglichkeiten (Dauerüberwachungsmessungen) definiert werden, was den Schutz der Anwohnenden vor unzulässigen Schallimmissionen sicherstellt.

Derzeit ist es nur in Ausnahmefällen möglich, eine behördliche Akzeptanz für Messergebnisse aus Langzeitmessungen der Immissionen zu erhalten, obwohl die rechtlichen Möglichkeiten grundsätzlich gegeben sind (siehe 2.2).

Vor diesem Hintergrund regen wir folgende Maßnahmen an:

¹ BWE-Informationspapier (2018): Schallimmissionen von Windenergieanlagen – [LINK](#).

² Im Bereich der Prognose vor Errichtung des Parks ist diese Praxis noch verständlich (auch wenn manche WEA hierdurch unwirtschaftlich werden), sorgen die Worst-Case-Annahmen doch dafür, dass es nach Inbetriebnahme die Überschreitung der Immissionsrichtwerte ausgeschlossen ist.

³ Uppenkamp und Partner (2014): Schalltechnischer Bericht – [LINK](#).

⁴ Z.B. der Firma deBAKOM an 22 Windparks in Deutschland.

⁵ Nach TA Lärm ist die Vorbelastung messtechnisch zu erfassen (Anhang A.3).

- **Überprüfung und Anpassung des Prognoseverfahrens** mit optionaler Berücksichtigung der Richtcharakteristik und Windstatistik z.B. im Rahmen des Normausschuss zur VDI 4101. Die bekannte Richtcharakteristik von Windenergieanlagen, deren Lärm zur Seite je nach Typ nur halb so groß ist wie vor und hinter der Anlage, sollte Berücksichtigung finden können.
- **Bestimmung der Vorbelastung sollte als Messung (Langzeitmessung) durchgeführt werden können, so wie es die TA Lärm grundlegend vorsieht (Option für Vorhabenträger*innen).** Dadurch kann die Realität direkt am Immissionsort präzise erfasst werden.
- **Schaffung von bundesweiten mit der TA Lärm konformen Ausführungshinweisen** für anbieterunabhängige Langzeitschallmessungen zur Bestimmung von Vorbelastung und Gesamtbelastung. Idealerweise werden diese in einem paritätisch besetzten Fachgremium aus Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft wie die FGW erarbeitet.
- **Aufnahme der Ausführungshinweise in die entsprechenden Anwendungserlasse** der einzelnen Bundesländer.
- **Erarbeitung der Grundlagen für die Anwendung einer ertragsoptimierten Regelung von Windenergieanlagen** durch ein paritätisch besetztes Fachgremium (Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien e.V.). Ziel ist die Überwachung der Geräusche am Immissionsort zum verbesserten Schutz der Anwohnerschaft.

2 Langzeitschallmessungen bei Windenergie nutzen

Die Bundesgesetzgebung hat sich im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) verpflichtet, den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis 2035 auf mindestens 80 Prozent zu steigern und möchte bis 2035 ein weitgehend klimaneutrales Stromsystem schaffen.⁶ Jede Drosselung von bestehenden Windenergieanlagen ist eine zusätzliche Herausforderung auf dem Weg der Zielerreichung.

2.1 Nächtliches Energiepotenzial nutzen

Im Zuge der Energiekrise im Jahr 2022 hat die deutsche Gesetzgebung bereits versucht, im Windbereich mit § 31 k Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) mehr elektrische Energie zu produzieren. Hierfür darf auf Antrag unter anderem von den Vorgaben zu nächtlichen Geräuschwerten⁷ abgewichen werden. Dabei darf der genehmigte Schalleistungspegel um maximal 4 dB erhöht werden, um in der Nachtzeit die Strommenge zu erhöhen.

Laut einer Betreiberumfrage führte dies zu einem Mehrertrag von ca. 2,38 Prozent.⁸ Da sich diese Regelung rein auf die erhöhte Emissionsleistung bezogen hat, erfolgte jedoch keine Differenzierung zwischen starker und schwacher zusätzlicher Belastung am Immissionsort. Gemäß einer internen

⁶ § 1 Abs.2 EEG; BMWK (2023): Ein Strommarkt für die Energiewende - [LINK](#).

⁷ Die Abweichung von Schattenwurfvorgaben ist tatsächlich kaum relevant, da das Deaktivieren des Schattenmoduls so teuer ist, dass der erzielte Mehretrag dies meist nicht ausgleichen kann.

⁸ Siehe auch BWE (2023): Stellungnahme zum Entwurf eines Eckpunktepapiers für eine Windenergie-an-Land-Strategie, S.17 – [LINK](#).

Umfrage unter Betreiber*innen des BWE sind keine Beschwerden aus der Anwohnerschaft bekannt. Bei den mittels der Langzeitmessungen nachgewiesenen Unterschieden am Immissionsort, kann der Mehrertrag pro schallreduzierter Anlage sogar noch höher ausfallen – und das, ohne die Anwohnerschaft über Gebühr zu belasten, da die tatsächlich nachgewiesene Belastung oft deutlich niedriger ausfällt. **§ 31 k BImSchG zeigt, wie ungenutztes Energiepotenzial an bereits bestehenden Windenergieanlagen nutzbar gemacht werden kann.**

2.2 Vorhandene Regularien nutzen

Der Schutz der Anwohnerschaft ist wichtiger Bestandteil des Immissionsschutzes. Hierbei beschreibt der Schallpegel die Schalleinwirkung (Schallimmission) auf einen bestimmten Ort. Die Messung und Beurteilung der Schallimmissionen von Windenergieanlagen⁹ richten sich nach der TA Lärm in der Fassung vom 26. August 1998 (letzte Änderung 2017) sowie den entsprechenden DIN-Vorschriften und VDI-Richtlinien, auf die verwiesen wird. Entscheidend ist der maßgebliche Wert des Beurteilungspegels.

Die Genehmigungsbehörden richten sich nach den Empfehlungen der LAI zum Schallprognoseverfahren vom 6. September 2017.¹⁰ Im Mittelpunkt steht hier das sogenannte Interimsverfahren zur Schallausbreitungsberechnung nach Nr. A 2 der TA Lärm, da die zuvor angewandte DIN-Vorschrift nur von bodennahen Anlagen ausgeht und ein Regelwerk für hochliegende Schallquellen wie Windenergieanlagen notwendig wurde. In den Bundesländern verweisen entsprechende Anwendungserlasse auf diese LAI-Empfehlungen und binden somit die Genehmigungsbehörden.

Langzeitmessung an den nächstgelegenen Immissionsorten von Windparks zeigen, dass die realen Situationen die Beurteilungspegel der Prognose teils deutlich unterschreiten. Die folgende Grafik zeigt die Ergebnisse von 22 Langzeit-Immissionsmessungen. Dargestellt wird die Differenz zwischen den Beurteilungspegeln der Messungen (farbige Kreise) und den Beurteilungspegeln der Schallprognosen der Genehmigungsverfahren auf Grundlage des Interimsverfahrens (rote Linie). Die Messwerte wurden nicht um das Fremdgeräusch korrigiert und liegen damit an der oberen Vertrauensbereichsgrenze. Die Messungen mit einer Messzeit von in der Regel 8 Wochen bis 6 Monaten erfolgten verteilt über das gesamte Bundesgebiet (Flachland, Tallage, Waldgebiete usw.) sowohl im Rahmen der Umweltbundesamtstudie zur Geräuschwirkung von Windenergieanlagen als auch im Rahmen von Gerichtsverfahren und Genehmigungsprozessen.

⁹ Genehmigungsbedürftige Anlagen nach der 4. BImSchV.

¹⁰ Diese wurde im Anschluss von der Umweltministerkonferenz zur Kenntnis genommen und auf der Webseite der LAI veröffentlicht - [LINK](#).

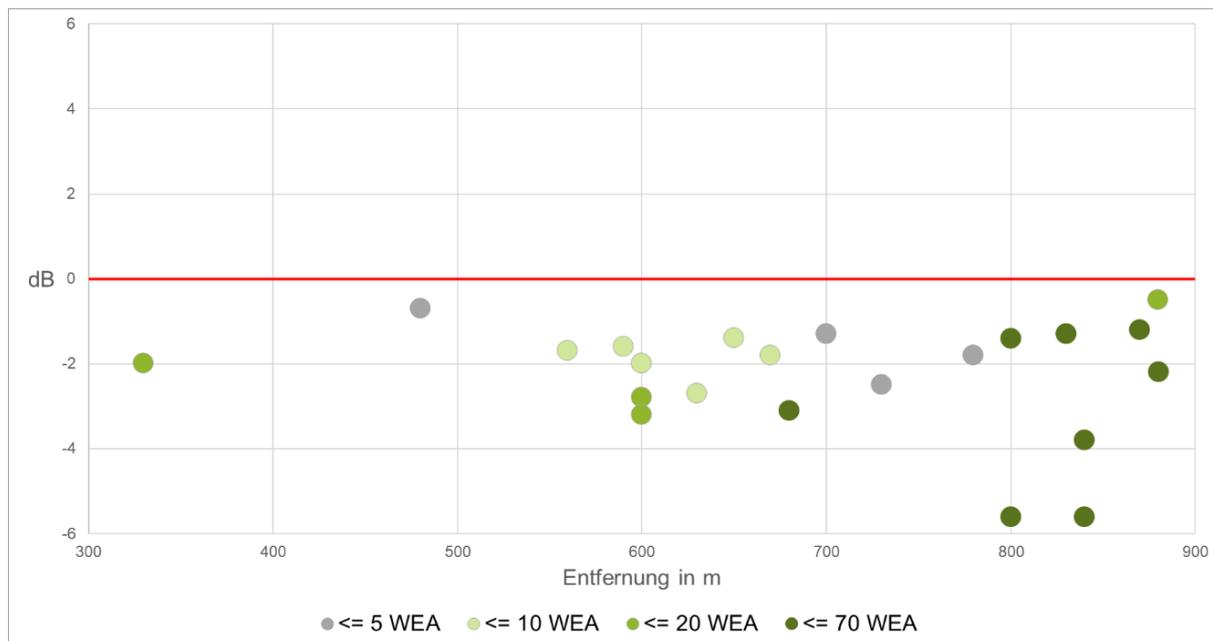


Abbildung 1: Differenz der Beurteilungspegel der Langzeitmessungen über alle Windrichtungen und den Beurteilungspegeln der Prognosen unter Berücksichtigung des Interimsverfahrens. Es wurde die Entfernung zur nächstgelegenen WEA berücksichtigt. Die Darstellung der Ergebnisse zur Langzeitmessung erfolgte als Mittelwert über längere Zeit (i.d.R. min. 8 Wochen) bei Nenndrehzahl der Windenergieanlagen („lautester“ Betriebszustand). Der mittlere Unterschied zwischen allen Windrichtungen und Mitwind beträgt 0.3 dB (deBAKOM GmbH).

Sowohl in den Prognosen als auch in den Messungen des Lärmpegels gibt es Unsicherheiten, die gemäß LAI-Hinweisen für die Prognose und gemäß VDI 3723 mit einem 90-Prozent-Vertrauensintervall für die Messung berücksichtigt wurden. Die Daten in Abbildung 1 zeigen, dass die Prognosen für die erfassten Parkkonstellationen die tatsächlichen Lärmpegel in der Regel um 1 dB bis 4 dB überschätzen. Dies ist umso beachtlicher, da eine konservative Herangehensweise der Messungen gewählt und keine Fremdgeräuschkorrektur durchgeführt wurde.

Die Prognosen entsprechend der LAI-Hinweise vom 30.06.2016 auf Basis des Interimsverfahrens stellen somit offenbar ein Worst-Case-Szenario dar, da weder die bekannte Richtcharakteristik von Windenergieanlagen¹¹ noch die Windstatistik Berücksichtigung finden. Zudem werden meist Unsicherheiten von ca. +2 dB aufgeschlagen. **Dies führt dazu, dass aufgrund von (nicht erforderlichen) schallbedingten Abregelungen bereits vorhandenes sowie geplantes Energiepotential in Deutschland nicht genutzt werden kann.**

Da bisher aber Langzeitschallmessungen von zahlreichen Bundesländern kritisch gesehen werden (sofern es sich um WEA und nicht um Industriebetriebe handelt), werden die Erkenntnisse aus Langzeitmessungen von den Genehmigungsbehörden nur in Einzelfällen für die Genehmigung berücksichtigt. **Die Nutzung von Langzeitschallmessungen und Dauermessungen nach aktuellem Stand der Technik bieten jedoch erhebliche Chancen für die Genehmigungspraxis: Der Schutz der Anwohnerschaft vor unzulässig hohen Schallimmissionen wird sichergestellt und der Energieertrag wird erhöht.** Hierbei soll die Langzeitmessung eine weitere Möglichkeit darstellen, z.B. zur Ermittlung

¹¹ Uppenkamp und Partner (2014): Schalltechnischer Bericht – [LINK](#).

der Vorbelastung. Je nach Komplexität der Umgebung und Betreiberstruktur kann eine Langzeitmessung in Kombination mit einer Prognoseberechnung zielführend sein.

2.3 Langzeitschallmessungen nutzen

Bei der Langzeitschallmessung werden für mindestens acht Wochen die Schallimmissionen an kritischen Immissionsorten gemessen, bis statistisch eine ausreichende Datenbasis für die Bildung des Beurteilungspegels zur Verfügung steht. Auch dieses Verfahren ist geeignet, den „worst case“ abzubilden, da in der Regel Nächte mit sehr guten Schall-Ausbreitungsbedingungen herangezogen werden. Diese Methode ist in der Windenergie seit ca. zehn Jahren im Einsatz, im Bereich allgemeinen Gewerbe-Lärms seit 40 Jahren.

Mit der Langzeitschallmessung kann die Vor- und Gesamtbelastung und je nach Aufgabenstellung auch die Zusatzbelastung durch Windenergieanlagen unterschiedlichen Typs zur Nachtzeit bestimmt werden.¹² **Mit Messdaten aus Langzeitschallmessungen, die auch die wesentlichen meteorologischen Größen enthalten, kann der maßgebliche Wert des Beurteilungspegels nach TA Lärm A 3.3.7 in Verbindung mit der DIN 45645-1, Ausgabe Juli 1996, 13 bestimmt werden.** Dies schließt die Quantifizierung der Fremdgeräuschpegel mit ein. Da die Schallimmissionen von der Windrichtung abhängen, sollte die Häufigkeiten der Windrichtung - wie bei allen anderen Industriebereichen auch - getrennt nach Tag- und Nachtzeit im langjährigen Mittel mit in die Bestimmung des maßgeblichen Wertes des Beurteilungspegels einbezogen werden können.

Hierbei besteht die Möglichkeit, bei messtechnisch ermittelter Unterschreitung der Immissionsrichtwerte einen schrittweisen Probetrieb in höheren Schallmodi bis zum Erreichen des höchstzulässigen Beurteilungspegels nachzuweisen.

2.4 Anpassungsmöglichkeit der Genehmigung klarstellen

Neben der genauen Bestimmung der realen Immissionen durch die Langzeitmessung ist auch ein klares Verwaltungsverfahren vonnöten, um auf Grundlage der Messergebnisse eine Anpassung der BImSchG-Genehmigung zu erreichen, sodass die WEA sowohl während der Messung als auch daran anschließend rechtssicher energieoptimiert zur Tag- und Nachtzeit betrieben werden kann. **In einem entsprechenden Erlass der Länder für die zuständigen Behörden soll klargestellt werden, dass mit Vorliegen eines belastbaren Messergebnisses, welches die Unterschreitung der Immissionsrichtwerte aufzeigt, die WEA abweichend zur ursprünglich genehmigten Betriebsweise im Rahmen der TA Lärm energieoptimiert betrieben werden darf.** Der für diesen energieoptimierten zulässigen Betrieb notwendige Schallmodus der WEA ist daraufhin im Rahmen eines vereinfachten Verfahrens, z.B. nach § 15 BImSchG, in der Genehmigung verbindlich festzuschreiben.

¹² Dazu gehört gegebenenfalls auch die Ton- und Impulshaltigkeit des Anlagengeräusches über den gesamten Leistungsbereich der Anlagen nach TA Lärm A 3.3.5 in Verbindung mit DIN 45681 (Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen) und die ständig einwirkenden Fremdgeräusche zu erfassen.

¹³ Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft.

3 Ausführungshinweise für Langzeitmessungen bei Windenergie schaffen

Eine Überarbeitung der LAI-Hinweise von 2017 ist notwendig. **Der zuständige Ausschuss PhysE der LAI sollte diese anpassen sowie die Anwendung der Langzeitschallmessungen unterstützen.** Aus unserer Sicht fehlen für den Bereich der Windenergie Ausführungshinweise, wie mit derartigen Langzeitmessungen umzugehen ist. Die TA Lärm und die dort zitierten VDI-Vorschriften und DIN-Normen halten für diese Art der Messung zwar ein umfangreiches Regelwerk bereit. Diese Regeln kommen derzeit aber nur bei Industrie- bzw. allgemeinem Gewerbelärm zur Anwendung. Entsprechende LAI-Empfehlungen können den zuständigen Behörden Orientierung geben und Planungs- sowie Rechtssicherheit für alle Beteiligten schaffen. Bereits jetzt können die Bundesländer in entsprechenden Anwendungserlassen¹⁴ Langzeitschallmessungen mit anschließender Änderungsgenehmigung für den Schallmodus beschreiben, ausdrücklich begrüßen und ihren zuständigen Immissionsschutzbehörden Orientierung bieten.

So sollten zunächst anhand der Schallprognose repräsentative, signifikant durch die WEA belastete Immissionsorte für die Messung ermittelt werden. Die in der Messung zu erfassenden Windrichtungen können anhand der Windstatistik am Ort bestimmt werden, sodass alle relevanten Haupt- und Nebenwindrichtungen abgebildet sind. Die notwendigen Windgeschwindigkeiten richten sich nach dem Leistungs- respektive Schallverhalten der WEA. Darüber hinaus sind in den Regelwerken, die von der TA Lärm in Bezug genommen werden (DIN 45645-1 und VDI 3723), statistische Verfahren und Vorgaben hinterlegt, wie die Ergebnisse der Messung nach Zeit und Windrichtung zu bestimmen sind.

Die überarbeiteten LAI-Hinweise sollten die Genehmigungspraxis vereinfachen und u.a. die Anwendung von Langzeitschallmessungen als zusätzliche Option ermöglichen.

4 Regulatorischen Rahmen für Dauerüberwachungsmessungen schaffen

Eine Weiterentwicklung der Langzeitmessungen stellt die sogenannte Akzeptor-bezogene Regelung von Windenergieanlagen (ARW) dar. Die ARW ist ein System, das kontinuierlich die tatsächlichen Lärmpegel an Standorten in der Umgebung eines Windparks erfasst (Dauermessung). Auf Basis der momentanen Lärmbelastung soll zukünftig der Betrieb eines Windparks so gesteuert werden, dass die vorgegebenen Lärmrichtwerte (Immissionsrichtwerte) gemäß der TA Lärm eingehalten werden. **So soll der Ertrag des Windparks noch wesentlich mehr optimiert werden als im Fall der Anwendung der Langzeitmessung. Gleichzeitig soll die kontinuierliche Einhaltung der Immissionsrichtwerte im Sinne des Anwohnerschutzes sichergestellt werden.** Für dieses System ist im Jahr 2024 eine erste Prototypenerprobung geplant.¹⁵

¹⁴ In Niedersachsen die Verwaltungsvorschrift, Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2019): Einführung der "Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)" der LAI- [LINK](#); in Nordrhein-Westfalen sowie Hessen genehmigen einige Behörden höhere Schallmodi nach Langzeitschallmessungen.

¹⁵ EnArgus (2023): AuReWi - Ertragsoptimierung schallkritischer Windenergie-Anlagen durch automatisierte Regelung von Betriebsmodi – [LINK](#).

Der Betrieb eines Windparks mit einem ARW-System setzt eigene Grundlagen voraus, die über die der Langzeitmessung hinausgehen. In technischer Hinsicht ist zum Beispiel eine automatisierte und jederzeit nachvollziehbare Bestimmung der Anlagen- wie auch der Fremdgeräusche vonnöten. In regulatorischer Hinsicht ist einerseits der rechtliche Rahmen für die neuen technischen Möglichkeiten zu nennen (wie z.B. die automatisierte Bestimmung von Anlagen- und Fremdgeräusch). Andererseits ist die Möglichkeit der Genehmigung der sich dynamisch verändernden Schallmodi der WEA (jeder Schallmodus nutzbar, solange die Immissionsrichtwerte eingehalten sind) von Bedeutung, die in bisherigen Genehmigungen statisch festgeschrieben sind. Die Rückfall-Lösungen des dynamisch betriebenen Systems sind dabei immer die ursprünglich genehmigten Schallmodi.

Um diesen neuen Ansatz voranzubringen, wirbt der BWE um Unterstützung der Politik, der Wissenschaft, der Genehmigungsbehörden, der Betreiber, der Hersteller und der Messinstitute.

Impressum

Bundesverband WindEnergie e.V.
EUREF-Campus 16
10829 Berlin
030 21234121 0
info@wind-energie.de
www.wind-energie.de
V.i.S.d.P. Wolfram Axthelm

Foto

euroluftbild.de/Werner Riehm

Haftungsausschluss

Die in diesem Papier enthaltenen Angaben und Informationen sind nach bestem Wissen erhoben, geprüft und zusammengestellt. Eine Haftung für unvollständige oder unrichtige Angaben, Informationen und Empfehlungen ist ausgeschlossen, sofern diese nicht grob fahrlässig oder vorsätzlich verbreitet wurden.

Der Bundesverband WindEnergie e.V. ist als registrierter Interessenvertreter im Lobbyregister des Deutschen Bundestages unter der Registernummer R002154 eingetragen.

Den Eintrag des BWE finden Sie [hier](#).

Ansprechpartner

Moritz Röhrs

Fachreferent Planung und Naturschutz
m.roehrs@wind-energie.de

Autor*innen in alphabetischer Reihenfolge

Moritz Röhrs

Fachreferent Planung und Naturschutz

Hinweis: Das vorliegende Positionspapier wurde im Fachausschuss Lärm des FGW e.V. fachlich diskutiert. Die daraus resultierenden Anmerkungen sind in das vorliegende Dokument mit eingeflossen.

Datum

28. März 2024