



---

**Fachbereich WD 8**

---

**Wirkungen von Windkraftanlagen auf Mensch und Umwelt**

Stand der Wissenschaft zur Lärmauswirkung, zum Kollisionsrisiko, zu Verdrängungseffekten und zu Mikroplastik

**Wirkungen von Windkraftanlagen auf Mensch und Umwelt**

Stand der Wissenschaft zur Lärmauswirkung, zum Kollisionsrisiko, zu Verdrängungseffekten und zu Mikroplastik

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 055/25  
Abschluss der Arbeit: 26.11.2025  
Fachbereich: WD 8: Gesundheit, Familie, Bildung und Forschung, Umwelt

---

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Wirkungen von Windkraftanlagen auf den Menschen</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Wirkungen von Windkraftanlagen auf die Fauna</b>	<b>7</b>
3.1.	Infraschall und Lärm	7
3.2.	Kollisionsgefahren für Vögel, Fledermäuse und Insekten	8
3.3.	Verdrängung und Attraktion von Tierarten durch Windkraftanlagen in definierten Ökosystemen	11
3.3.1.	Lebensraum Wald	11
3.3.2.	Lebensraum Meer	12
<b>4.</b>	<b>Windkraftanlagen als potenzielle Emittenten von Mikroplastik</b>	<b>14</b>

---

## 1. Einleitung

Wie jedes infrastrukturelle Vorhaben ist auch der Bau von Windparks mit *indirekten Effekten* auf die Biodiversität und mit einer Veränderung der ökologischen Integrität verbunden – vor allem durch den damit verbundenen Flächenverbrauch, die Zerstörung von Lebensraum und die indirekten Folgen der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung. Solche Auswirkungen können abhängig von den Bilanzgrenzen in Lebenszyklusanalysen sichtbar werden. Im Fokus der politischen Debatten und auch der wissenschaftlichen Untersuchungen stehen jedoch vorrangig direkte Effekte auf die Lebensumwelt während des Baus sowie des Betriebs von Windkraftanlagen, etwa durch Lärm oder Kollisionen aviärer Tierarten.

Gefragt wurde nach den negativen Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Tier und Mensch. Dem ist voranzustellen, dass der Mensch immer auch Nutznießer seiner eigenen Infrastrukturobjekte ist. So wirkt sich eine kohlendioxidarme Energieversorgung günstig auf die planetare Gesundheit und damit wiederum auf die vom Menschen bewohnbaren Lebensräume aus, da sie die anthropogene Erderwärmung verlangsamt. Die Windenergie gilt seit Ende der 1970er Jahre weltweit als eine der wichtigsten Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen. Sie hat das Potenzial, 0,2 Gigatonnen Kohlendioxidäquivalenten pro Jahr zu reduzieren, und wird vom Weltklimarat als entscheidend für die Erfüllung der Klimaziele eingestuft.<sup>1</sup>

In dieser Arbeit wird erläutert, welche selektiv nachteiligen Effekte von Windparks auf Menschen und bestimmte Tierarten in der Fachliteratur erörtert werden. Bevorzugt werden sogenannte fachwissenschaftliche Review-Artikel ausgewertet, die ihrerseits die wissenschaftlichen Einzelstudien entsprechend ihrer Aussagekraft und Belastbarkeit zusammenfassen.

## 2. Wirkungen von Windkraftanlagen auf den Menschen

In einer groß angelegten epidemiologischen Erhebung aus den Niederlanden wurden die Gesundheitsdaten einer landesweiten Stichprobe von 350.000 bis 560.000 Anwohnern im Umkreis von fünf Kilometern von Windkraftanlagen ausgewertet. Dafür wurden Daten von 2012 bis 2021 herangezogen. Die Autoren konnten keinen Zusammenhang zwischen Gesundheitsrisiken und dem Wohnen in der Nähe von Windkraftanlagen feststellen.

Ein kleiner Teil der Stichprobe lebte innerhalb von 500 Metern Entfernung zu Windkraftanlagen und war höheren Lärmpegeln ausgesetzt. Lärm oberhalb von 42 Dezibel wurde mit der Verschreibung von Schmerzmitteln in späteren Jahren in Verbindung gebracht, wobei die Ergebnisse nicht statistisch signifikant waren.<sup>2</sup>

---

1 Brandao, Isabel et al. (2023), Effects of offshore wind farms on suspended particulate matter derived from satellite remote sensing, in: Science of The Total Environment, 866, 161114, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722082171>. Dieser und alle weiteren Links wurden zuletzt abgerufen am 24. November 2025.

2 Baliatsas, Christos et al. (2025), Health problems near wind turbines: A nationwide epidemiological study based on primary healthcare data, in: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 216, 115642, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115642>.

---

Das Schweizer Bundesamt für Umwelt ließ 2021 eine Übersicht über die Studien zu den Auswirkungen von Windkraftanlagen auf die Gesundheit der Anwohner erneuern. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die gesundheitlichen Auswirkungen von Niederfrequenzlärm<sup>3</sup> und Infraschall<sup>4</sup> gelegt. Ebenso wurden Studien zu Schlafstörungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Stoffwechselbeeinträchtigungen sowie zu psychischen und kognitiven Auswirkungen einbezogen. Außerdem wurde untersucht, was über die visuelle Belästigung von Windkraftanlagen bekannt ist. Aus der Literaturstudie ging hervor, dass Lärmbelästigung die wichtigste Folge ist: Je lauter das Geräusch der benachbarten Anlage in Dezibel ist, desto stärker ist die Belästigungsreaktion. Der Begriff der Lärmbelästigung<sup>5</sup> stammt aus der Lärmforschung und bezieht ein, dass sowohl die objektiv messbare Lautstärke als auch das subjektive individuelle Empfinden maßgeblich sind. Niederfrequenzlärm führt indes nicht zu einer erhöhten Belästigung. Die Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen zu anderen gesundheitlichen Auswirkungen seien den Autoren zufolge entweder nicht verfügbar oder widersprüchlich, sodass kein Zusammenhang zu Windkraftanlagen belegt werden könne. Auffallend ist weiterhin, dass die Einstellung der Betroffenen die Auswirkungen verändert: Die empfundenen Beeinträchtigungen durch Windkraftanlagen fallen geringer aus, wenn Anwohner am Standortauswahlprozess teilhaben konnten. Die Bedenken der Anwohner sollten frühzeitig berücksichtigt und in den Planungs- und Entscheidungsprozess einbezogen werden, leiten die Autoren der Studie daraus ab.<sup>6</sup>

Eine im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführte Zusammenschau des Forschungsstandes zu Infraschall kommt 2024 ebenfalls zu dem Schluss, dass die bisherigen Studien einen Mangel an konsistenter Evidenz von Gesundheitsschäden infolge von Infraschall berichten, die über die Lärmbelästigung und berichtete Schlafstörungen hinausgehen. Obwohl es vielfältige natürliche und anthropogene Infraschallquellen gebe, nehmen die meisten Veröffentlichungen Bezug auf Windenergieanlagen als emittierende Quelle. Mit dem Ausbau der Windparks in Deutschland nehmen Klagen besorgter Anwohnender zu.<sup>7</sup>

- 
- 3 Als Niederfrequenzlärm werden Schallwellen mit Frequenzen unter 50 Hertz bezeichnet. Diese nimmt der Mensch nur als Vibration oder als undefiniertes Brummen wahr. Die chronische Belastung mit tieffrequentem Schall kann jedoch zu Schlafstörungen und empfundenem Stress führen. Tieffrequenter Lärm tritt sowohl natürlich etwa bei Wind und infolge der Meeresbrandung auf, wird aber auch bei menschlichen Aktivitäten erzeugt: zum Beispiel beim Betrieb von Motoren, Rotoren, Generatoren, Kompressoren und Transformatoren.
  - 4 Als Infraschall werden Schallwellen bezeichnet, die in einem Frequenzbereich von 1 bis 16 bzw. 20 Hertz liegen. Diese können unspezifisch über die Druckänderung oder über eine hohe Gehörsensibilität wahrgenommen werden.
  - 5 Umweltbundesamt, Lärmbelästigung, 6. Juni 2025, online abrufbar <https://www.umweltbundesamt.de/themen/laerm/laermwirkungen/laermbelaestigung>.
  - 6 van Kamp, Irene; van den Berg, Frits (2021), Health Effects Related to Wind Turbine Sound: An Update, in: International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(17), 9133, online abrufbar <https://doi.org/10.3390/ijerph18179133>.
  - 7 Belke, Christin et al. (2024), Abschlussbericht Aufklärungskonzept zu Infraschall und dessen Wirkungen, UBA-Texte 2024/111, August 2024, online abrufbar [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/111\\_2024\\_texte\\_infraschallkommunikation.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/111_2024_texte_infraschallkommunikation.pdf).

---

In einer Zusammenschau bis 2022 erschienener Studien befasst sich auch die in Griechenland tätige Umweltforscherin Karasmanaki mit den Gesundheitswirkungen von Windkraftanlagen. Konvergente quantitative, longitudinale und experimentelle Ergebnisse zeigten demnach Risiken für den Schlaf in direktem Umfeld der Anlagen auf. Die Einstellung gegenüber der Windkraft und das Ausmaß an wahrgenommener visueller Belästigung beeinflussen jedoch, wie störend der Lärm der Windkraftanlagen empfunden wird – ein Zusammenhang, der auch aus der Fluglärmforschung bekannt ist. Karasmanaki vertritt deshalb die Auffassung, dass objektive Informationen verhindern können, dass gesundheitliche Auswirkungen auf Lärm der Windkraftanlagen zurückgeführt werden. Anwohner von Windparks schreiben dem Windturbinenlärm teils negative Auswirkungen auf die Gesundheit zu, die über experimentelle und längsschnittliche Untersuchungen nicht belegt seien, und nutzten diese als Argument gegen Windparks. Die Forscherin fordert weitere Längsschnittstudien zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Windkraftanlagenlärm.<sup>8</sup>

In einem weiteren Review von 2023 wird der Frage nachgegangen, welches die häufigsten in der Forschung diskutierten Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Windkraftanlagen sind. In der PubMed-Datenbank für gesundheitsbezogene Forschungsliteratur wurden 141 relevante Einzelstudien identifiziert, von denen 22 den Qualitätskriterien genügten und näher betrachtet wurden. Die Autoren ziehen die Bilanz, dass die Lärmbelästigung das häufigste Problem für Menschen darstellte, die in der Nähe von Windkraftanlagen leben. Die Risikowahrnehmung und Einstellung gegenüber Windkraftanlagen spielten dabei eine wichtige Rolle. Mit allgemeinen Gesundheitssymptomen und einer beeinträchtigten Lebensqualität beschäftigen sich weitere Studien. Demnach sind Schlafstörungen, allgemeine Belästigung und Schattenwurf ebenfalls relevant.<sup>9</sup>

Erwähnt sei noch eine hochrangig publizierte ökonomisch orientierte Analyse, die die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf die Luftqualität und die damit verbundenen Belastungen für den Menschen in den USA untersucht und monetarisiert. Sie macht deutlich, wie vielfältig die wissenschaftlichen Perspektiven auf die Windkraft sein können: Die Windenergie habe den Autoren zufolge 2014 zu Gesundheitsvorteilen in Höhe von 2,0 Milliarden US-Dollar durch eine *verbesserte Luftqualität* geführt. Diese Schlussfolgerung rührt daher, dass Windkraftanlagen anders als andere Energiequellen nicht mit der Emission von Luftschadstoffen aus Verbrennungsprozessen wie Feinstaub, Stickoxiden und Schwefeloxiden einhergehen. Insgesamt 29 Prozent bzw. 32 Prozent dieser Gesundheitsvorteile seien ethnischen Minderheiten und einkommensschwachen Bevölkerungsgruppen zugutegekommen. Der Ausbau der Windenergie wurde den Autoren zufolge aber noch nicht optimal genutzt. Da bei optimaler Nutzung gesundheitlich be-

---

8 Karasmanaki, Evangelia (2022), Is it safe to live near wind turbines? Reviewing the impacts of wind turbine noise. In: Energy for Sustainable Development, 69, 87-102, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.05.012>.

9 Teneler, Asli Ata; Hassoy, Hur (2021), Health effects of wind turbines: a review of the literature between 2010-2020, in: International Journal of Environmental Health Research, 33, 143-157, online abrufbar <https://doi.org/10.1080/09603123.2021.2010671>.

nachteiligte Bevölkerungsgruppen besonders rasch mit Strom aus Windkraftanlagen zu versorgen wären, könnten die gesundheitlichen Vorteile dann auf bis zu 8,4 Milliarden US-Dollar betragen, berechnen die Autoren.<sup>10</sup>

Neben den genannten Gesundheitsauswirkungen wird in allgemeinen wissenschaftlichen Abhandlungen diskutiert, inwieweit Windkraftanlagen das Landschaftsbild in positiver oder negativer Weise verändern. Wie auch jeder andere menschliche Eingriff in Naturräume bewirkt der Bau von Windparks eine Transformation von Kulturlandschaften – äußert selten nur von Naturlandschaften, da der weitreichende ökologische Fußabdruck des Menschen dazu geführt hat, dass es nur noch in wenigen Erdteilen unberührte Naturräume gibt. Wie sich die sich verändernde Ästhetik auf den Menschen auswirkt, wird mithin generellen Überlegungen unterworfen. Systematische Bevölkerungserhebungen hierzu, die der Debatte ein wissenschaftliches Fundament verleihen könnten, konnten jedoch nicht identifiziert werden.<sup>11</sup>

Zwischenfazit: Die Übersichtsartikel decken sich mit älterer Fachliteratur, wonach die *Lärmbelästigung in unmittelbarer Umgebung von Windkraftanlagen* die bedeutsamste Auswirkung ist. Diese lässt sich nicht nur objektiv am Lärmpegel in Dezibel festmachen, sondern wird durch die Einstellung zur Windkraft und von der subjektiv empfundenen Belästigung beeinflusst.

### 3. Wirkungen von Windkraftanlagen auf die Fauna

#### 3.1. Infraschall und Lärm

Infraschall sind Schallwellen besonders langer Wellenlänge, die vom Menschen nicht gehört, aber über den Körper als Vibration wahrgenommen werden können. Die Schallwellen liegen im Frequenzbereich unter 20 Hertz. Dieser Schall kann aus anthropogenen Quellen wie dem Verkehr, von Baumaschinen oder von Kälte- und Klimaanlage herrühren oder natürlichen Quellen entspringen, wie etwa der Meeresbrandung, Stürmen oder Unwettern. Auch während des Betriebs von Windkraftanlagen entsteht unbestritten Infraschall, umso mehr, je größer die Rotorblattdurchmesser sind.

Während die Studienlage zur Wirkung von Infraschall aus Windkraftanlagen beim Menschen dahin tendiert, dass dieser für die meisten kein besonderes Risiko darstelle, deuten Studien darauf hin, dass Infraschall und Lärm von Windkraftanlagen bestimmte Tierspezies beeinträchtigen können.<sup>12</sup>

- 
- 10 Qiu, Minghao et al. (2022), Impacts of wind power on air quality, premature mortality, and exposure disparities in the United States, in: Science Advances, 8, 48, online abrufbar [www.doi.org/10.1126/sciadv.abn8762](https://www.doi.org/10.1126/sciadv.abn8762).
- 11 Wissenschaftliche Dienste (2023), Raumwirksamkeit von Windenergie- und Solarindustrieanlagen. Visuelle Umweltverschmutzung, WD 8 - 3000 - 048/23, Dokumentation vom 16. August 2023, online abrufbar <https://www.bundestag.de/resource/blob/968186/dd3c58518b0b5a7ec726935f591f8fcd/WD-8-048-23-pdf-data.pdf>.
- 12 Flemmer, Claire; Flemmer, Rory (2023), Wind turbine infrasound: Phenomenology and effect on people, in: Sustainable Cities and Society, 89, 104308, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104308>.

Eine Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2022 hält fest, dass Windturbinenlärm sich nachteilig auf die Tierwelt in der Umgebung auswirken kann. Bei bestimmten Arten würden auf diese Weise Überlebens-, Sozial- und Aufzuchtmechanismen beeinträchtigt.<sup>13</sup> Im Fokus der Forschung stehen Vögel, Fledermäuse und Wale, die aufgrund ihres empfindlichen Hörsinns durch bau- oder betriebsbedingten Lärm von Windkraftanlagen gestört oder vergrämt werden könnten. Allerdings sind die Auswirkungen komplex und weiterhin Gegenstand ökologischer Verhaltensforschung. So ließen Turbinengeräusche das Gesangsrepertoire und die Signalredundanz von Lerchen unbeeinflusst. Männchen geben jedoch komplexere Laute von sich, wenn sie Turbinengeräuschen ausgesetzt waren.<sup>14</sup> Lärm infolge neu errichteter Windkraftanlagen kann jedoch ein Vermeidungsverhalten bei Sing- und Zugvögeln auslösen, wie einige Studien belegen.<sup>15</sup>

Problematisch ist, dass sich die Wirkung des Lärms oft nur indirekt in Beziehung zu Verhaltensänderungen der Tiere setzen lässt. Oft bleibt unklar, ob die Auswirkungen auf Tierarten tatsächlich eine Folge der Geräusche oder vielmehr des veränderten Lebensraums oder des Kollisionsrisikos sind.

### 3.2. Kollisionsgefahren für Vögel, Fledermäuse und Insekten

Eine wesentliche Gefahr durch Windkraftanlagen, mehr noch als durch Straßenverkehr oder durch Fensterscheiben von Gebäuden<sup>16</sup>, geht für aviäre Tierarten von dem Kollisionsrisiko aus. Gefährdet sind Fledermäuse, Insekten und bestimmte Vogelarten.

Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)<sup>17</sup> benennt 15 kollisionsgefährdete Brutvogelarten, die in BNatSchG Anlage 1, Abschnitt 1 festgelegt sind. Dies sind Seeadler, Fischadler, Schreiadler, Rotmilan, Uhu, Steinadler, Wiesenweihe, Kornweihe, Rohrweihe, Schwarzmilan, Wanderfalke, Baumfalke, Wespenbussard, Weißstorch, Sumpfohreule.

Das Kollisionsrisiko wird durch gezielte Maßnahmen entsprechend dem BNatSchG vermindert, die bei der Genehmigung von den zuständigen Behörden festgelegt werden. Hierzu gehören seit längerem pauschale Abschaltungen von Windkraftanlagen über Nacht zum Schutz von Fledermäusen. Ebenso gebräuchlich sind pauschale Bewirtschaftungsabschaltungen während der Mahd und Ernte auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Windparks. Denn diese Tätigkeiten locken nachweislich bestimmte Groß- und Greifvögel an, die im umgebrochenen Boden leichter Beute

---

13 Teff-Seker, Yael (2022), Noise pollution from wind turbines and its effects on wildlife: A cross-national analysis of current policies and planning regulations, in: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 168, 112801, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112801>.

14 Gómez-Catasús, Julia et al (2022), Wind farm noise shifts vocalizations of a threatened shrub-steppe passerine, in: Environmental Pollution, 303, 119144, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119144>.

15 Lehnardt, Yael et al. (2023), Effects of wind turbine noise on songbird behavior during nonbreeding season, in: Conservation Biology, 38, 2, online abrufbar <https://doi.org/10.1111/cobi.14188>.

16 Weiterführende Literatur: Seewagen, Chad; Sheppard, Christine (2021), Bird Collisions with Glass: an annotated bibliography. American Bird Conservancy, Washington, DC. S. 68, online abrufbar [https://abcbirds.org/wp-content/uploads/2022/07/Glass-Collisions\\_Bibliography-July-2021.pdf](https://abcbirds.org/wp-content/uploads/2022/07/Glass-Collisions_Bibliography-July-2021.pdf).

17 Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG), BGBl. I 2022, 1365 – 1367.

finden. Die Windenergieanlagen werden dann für eine festgelegte Zeit in den sogenannten „Trudelmodus“ versetzt, um das Kollisionsrisiko zu vermindern.<sup>18</sup> Sie stehen nicht still, drehen sich aber mit ein bis zwei Umdrehungen pro Minute so langsam, dass Vogelarten ausweichen können. Neueren Datums sind so genannte Antikollisionssysteme, die kamerabasiert sich nähernde Vögel erkennen und die betreffende Windkraftanlage austrudeln lassen. Die genannten Maßnahmen setzen das Kollisionsrisiko für aviäre Tierarten herab und sind insoweit mit Blick auf die nachfolgend referierten Studien relevant.

Wie häufig bestimmte Tierarten Windkraftanlagen zum Opfer fallen, lässt sich nicht mit einfachen wissenschaftlichen Methodiken feststellen, da eine ganzjährige Rund-um-die-Uhr-Beobachtung der Windparks durch Ornithologen oder kundige Zoologen nicht realisierbar ist. Erst durch moderne kamerabasierte Antikollisionssysteme werden im Nebeneffekt belastbarere Informationen zum Flugverhalten der Arten und zur Anzahl der Rotordurchflüge gewonnen.

Bisherige wissenschaftliche Daten zur Frage der Zahl der „Schlagopfer“, so der Fachausdruck für Kollisionsereignisse, fokussieren sich vor allem auf die Meldung von Totfunden in Windparks durch kundige Personen. Es handelt sich jedoch um Zufallsfunde und größtenteils freiwillige Meldungen. So zählt die Schlagopferkartei der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten seit 2002 entsprechende tot aufgefundene Vögel, die nach Arten aufgeschlüsselt registriert werden, in Windparks in Deutschland. Bisher sind insgesamt 5.164 Schlagopfer dokumentiert (Stand: Februar 2025).<sup>19</sup>

Im deutschsprachigen Raum haben Forschende mit der sog. „Progress-Studie“ die wissenschaftliche Datenbasis erweitert, die hier aufgrund ihrer Relevanz erwähnt sei, obwohl sie vor der Einführung von angeordneten Abschaltungen (siehe oben) stattfand. Dafür wurde eine Suche nach Kollisionsopfern in fünf Feldsaisons von Frühjahr 2012 bis zum Frühjahr 2014 an 46 unterschiedlichen Windparks in Kampagnen durchgeführt (nicht täglich). Die Studie war auf Norddeutschland beschränkt. Es wurden insgesamt 291 tote Vögel gefunden. Die beiden häufigsten gefundenen Arten waren die weit verbreitete Ringeltaube und die Stockente. Unter den 15 am häufigsten gefundenen Arten befanden sich etwa der Mäusebussard und der Rotmilan. Wasservögel stellten zusammen fast die Hälfte der Funde. Im Mittel wurde alle 27 Kilometer ein Vogelkadaver aufgelesen. Zusammenfassend kamen die Autoren zu dem Schluss, dass Vogelkollisionen „eher seltene“ Ereignisse seien.<sup>20</sup>

- 
- 18 Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (2025), Die Abschaltung von Windenergieanlagen bei Bewirtschaftungsereignissen. Fragen der Umsetzung der Schutzmaßnahme. online abrufbar <https://www.naturschutz-energiewende.de/publikationen/abschaltung-von-windenergieanlagen-bei-bewirtschaftungsereignissen/>.
- 19 Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2025), Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse. online abrufbar <http://www.vogelschutzwarten.de/windenergie.htm>, im Weiteren: <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>.
- 20 Grünkorn, Thomas et al. (2024), Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen, 61, Online abrufbar [https://www.bioconsult-sh.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/2016/PROGRESS\\_Schlussbericht.pdf](https://www.bioconsult-sh.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/2016/PROGRESS_Schlussbericht.pdf).

Ungeachtet der lückenhaften wissenschaftlichen Datenlage ist sowohl die Behauptung zu lesen, es gebe überhaupt keine Kollisionen zwischen Tierarten und Windkraftanlagen, wie auch die Behauptung, es gebe Millionen getöteter Tiere, wobei schon der fehlende zeitliche und räumliche Bezugsrahmen die Frage nach der Belastbarkeit dieser Behauptung aufwirft. Das Kompetenzzentrum Energiewende und Artenschutz fasst den aktuellen Stand der Forschung wie folgt zusammen: *„Die Frage, wie viele Vögel an Windkraftanlagen kollidieren, kann gegenwärtig fachwissenschaftlich nicht absolut und abschließend beantwortet werden. Es liegen bisher keine bundesweit repräsentativen und im fachwissenschaftlichen Sinne belastbaren und repräsentativen Zahlen vor.“*<sup>21</sup>

Aufgrund ihrer wissenschaftlichen Wertigkeit sei eine neuere Publikation erwähnt, die Kollisionsrisiken an einem bestehenden Windpark in Indien untersuchte. Auch sie basiert auf dem Aufsuchen von toten Tieren zwischen Januar 2016 und Mai 2018. Die indischen Wissenschaftler berichten eine Mortalitätsrate von 0,26 Tieren je Windkraftanlage und Jahr. Sie beschreiben aber vor allem auch eine Verdrängung seltener Tierarten. Die Artenvielfalt veränderte sich. Die Häufigkeit und die Anzahl einzigartiger Vogel- und Säugetierarten wie Chinkara, Goldschakal und Dschungelkatze seien an Referenzstandorten häufiger als am Standort des Windparks.<sup>22</sup>

Neben bestimmten Vogelarten sind Fledermäuse – alle in Deutschland vorkommenden Arten sind geschützt – gefährdet, bei ihren nächtlichen Flügen mit Rotorblättern zu kollidieren. Die Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland beziffert die zentrale Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt in Brandenburg, Stand Februar 2025, auf 4.146 tot aufgefundene Fledermäuse.<sup>23</sup> In einer Studie an drei älteren Windkraftanlagen ohne nächtliche Fledermausabschaltung nahe Berlin weisen Forschende nach, dass es weiterhin zu vermeidbaren Fledermauskollisionen kommt. Sie fordern eine Überprüfung der Schutzmaßnahmen für ältere Anlagen. Im Zeitraum von August und September 2021 fanden sie 18 Kadaver und vermuten eine höhere Dunkelziffer.<sup>24</sup>

- 
- 21 Kompetenzzentrum Energiewende und Artenschutz (2019), Wissensstand von Schlagopferzahlen bei Vögeln und Fledermäusen durch Windenergieanlagen, online abrufbar <https://www.naturschutz-energiewende.de/fragenundantworten/253-wissensstand-schlagopferzahlen-windenergieanlagen-fledermaeuse-voegel/>.
- 22 Kumara, Honnavalli et al. (2022), Responses of birds and mammals to long-established wind farms in India, in: Scientific Reports, 12, 1339, online abrufbar <https://www.nature.com/articles/s41598-022-05159-1>.
- 23 Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2025), Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse, online abrufbar <http://www.vogelschutzwarten.de/windenergie.html>. Im Weiteren: <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>.
- 24 Voigt, Christian et al. (2022), Wind turbines without curtailment produce large numbers of bat fatalities throughout their lifetime: A call against ignorance and neglect, in: Global Ecology and Conservation, 37, e02149, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989422001512>.

---

Fraglos können auch Insekten von sich drehenden Rotoren erfasst werden, wobei die Datenlage hier noch weitaus lückenhafter ist als bei Vögeln und Fledermäusen. In einer Studie mit Insektenfallen am Boden fanden die Autoren keinen Unterschied zum Vorkommen von Bienen in einem Windpark im Vergleich zu einem Referenzstandort. Auch die generische Artenvielfalt veränderte sich mit der Entfernung zu den Windkraftanlagen nicht.<sup>25</sup>

Die Verdrängungs- ebenso wie Anziehungseffekte von Windkraftanlagen auf Tierarten wird in der neueren Forschungsliteratur als relevanter Umwelteffekt herausgestellt und im Folgenden getrennt nach Lebensräumen behandelt. So kann es in der Umgebung von Windparks zu einer veränderten Biodiversität kommen.

### 3.3. Verdrängung und Attraktion von Tierarten durch Windkraftanlagen in definierten Ökosystemen

#### 3.3.1. Lebensraum Wald

Wälder sind komplexe Ökosysteme, die den Lebensraum für verschiedene, auch bedrohte Arten bieten, sowie die wesentliche Grundlage für die menschliche Erholung und Naturerfahrung. Infolge des Baus von Windkraftanlagen in Wäldern kann es zu baubedingten, wie betriebsbedingten nachteiligen Auswirkungen kommen – etwa durch auftretende Lärmemissionen oder den erhöhten Flächenbedarf für Transportwege. In diesem Zusammenhang hob das Bundesamt für Naturschutz „die nicht unerhebliche Flächeninanspruchnahme“ von 2000 Quadratmeter bis zu einem Hektar pro Windkraftanlage hervor. Die notwendigen Zufahrtswege und Stromleitungen führten zudem zur Landschaftszerschneidung durch die Windkraftanlage.<sup>26</sup>

Ebenso rückt die Deutsche Wildtierstiftung die Verschlechterung der Habitatqualität infolge der Windenergienutzung in Waldgebieten in den Vordergrund. Sie vermutet nachteilige Effekte auf Fledermäuse und verschiedene Vogelarten sowie für empfindlich auf Störungen reagierende Wildtiere wie Wildkatzen oder Rothirsche.<sup>27</sup>

In einem 2023 abgeschlossenen Forschungsvorhaben zeigten Forschende der Universität Marburg, dass Singvögel- wie auch Fledermausgemeinschaften Windkraftanlagen im Wald im Umkreis von bis zu 450 Metern mieden, vor allem, wenn diese in Betrieb waren. Durch den Betrieb

---

25 Weschler, Michelle; Tronstad, Lusha (2024), Wind energy and insects: reviewing the state of knowledge and identifying potential interactions, in: PeerJ, 12:e18153, [www.doi.org/10.7717/peerj.18153](https://doi.org/10.7717/peerj.18153).

26 Bundesamt für Naturschutz, Windkraft über Wald, Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz, Juli 2011, online abrufbar [https://www.wattenrat.de/wp-content/uploads/2011/07/bfn\\_position\\_wea\\_ueber\\_wald.pdf](https://www.wattenrat.de/wp-content/uploads/2011/07/bfn_position_wea_ueber_wald.pdf).

27 Deutsche Wildtierstiftung, Windenergie und Artenschutz, Keine Windenergieanlagen im Wald, online abrufbar <https://www.deutschewildtierstiftung.de/naturschutz/windenergie-und-artenschutz>, Deutsche Wildtierstiftung, Windkraft und Naturschutz, August 2019, online abrufbar <https://www.deutschewildtierstiftung.de/naturschutz/windenergie-und-artenschutz/2019-08-dewist-publikation-windkraft-und-naturschutz.pdf>.

von Windkraftanlagen könne daher Lebensraum für Vögel und Fledermäuse verloren gehen, was durch einen Ausschluss strukturreicher Wälder zur Windenergienutzung vermieden oder durch Flächenkompensation ausgeglichen werden sollte, resümieren die Autoren.<sup>28</sup>

Dieselben Wissenschaftler haben zuletzt untersucht, ob Windanlagen im Wald zu einer Verdrängung von Fledermausarten führen. Sie stellten fest, dass die akustische Aktivität von Fledermäusen, die in engen Räumen nach Nahrung suchen, bei steigender Windgeschwindigkeit um 77 Prozent abnahm, wenn die Windkraftanlagen in Betrieb waren, während die Aktivität der Fledermäuse bei ausgeschalteten Anlagen von der Windgeschwindigkeit unbeeinträchtigt blieb. Die Forschenden vermuten, dass die zunehmenden Lärmemissionen von Windkraftanlagen mit steigender Rotordrehzahl auf bestimmte Fledermausarten eine vergrämende Wirkung haben.<sup>29</sup>

Allerdings gibt es auch Hinweise, dass bestimmte Fledermausarten von Windkraftanlagen regelrecht angezogen werden könnten, wobei unklar ist, weshalb es zur Attraktion kommt.<sup>30</sup>

Auswirkungen auf die Biodiversität können jedoch gegenläufig sein und sind abhängig von der jeweiligen Tierart. Windparks können bestimmten Tierarten durchaus auch Vorteile verschaffen. Darauf weist eine Studie zur Nestmortalität von Wildvogelarten hin. Eine Untersuchung aus den USA berichtet eine abnehmende Überlebenswahrscheinlichkeit des Geleges sowie der Brut des Großen Breitfußhuhns mit zunehmender Distanz zu Windkraftanlagen. Mit jedem Kilometer mehr habe die Nestmortalität um 7,1 und die Brutmortalität um 38,1 Prozent abgenommen. Die Autoren vermuten, dies habe mit einem veränderten Predationsdruck und der Fragmentierung des Lebensraums für Fressfeinde des Breitfußhuhns zu tun. Für das Breitfußhuhn selbst bedeutet das einen Überlebensvorteil im Umfeld von Windkraftanlagen.<sup>31</sup>

### 3.3.2. Lebensraum Meer

Es liegen derzeit keine Studien zur Verbreitung verschiedener Arten im Meer vor, die Veränderungen kausal auf Windparks vor der Küste zurückführen. Vielmehr sind Veränderungen der marinen Biodiversität bis heute wissenschaftlich schwer zu erfassen.

---

28 Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Berücksichtigung von biologischer Vielfalt und ökosystemarer Funktionsweise als Basis für eine nachhaltige Windenergieproduktion im Wald, Berichtszeitraum: 1. November 2019 – 28. Februar 2023, Marburg, 27. Juli 2023, online abrufbar [https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-34123\\_01-Hauptbericht.pdf](https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-34123_01-Hauptbericht.pdf).

29 Ellerbrok, Julia et al. (2024), Forest bat activity declines with increasing wind speed in proximity of operating wind turbines, in: *Global Ecology and Conservation*, 49, e02782, online abrufbar <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989423004171>.

30 Richardson, Suzanne et al. (2021), Peaks in bat activity at turbines and the implications for mitigating the impact of wind energy developments on bats, in: *Scientific Reports*, 11, 3636, online abrufbar <https://www.nature.com/articles/s41598-021-82014-9>.

31 Chad LeBeau, Jeffrey Beck, et al. (2014), Short-term impacts of wind energy development on greater sage-grouse fitness, in: *The Journal of Wildlife Management*, online abrufbar: <https://wildlife.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jwmg.679>.

---

Eine erste Analyse der Biodiversitätsveränderungen infolge von Offshore-Windparks in der Nutzung kommt zu dem Ergebnis, dass diese im Betrieb keine gravierenden Veränderungen auf benthische Gemeinschaften hervorrufen, die den ursprünglichen Sandboden bewohnen. Die Fundamente der Windturbinen und der Uferschutz ersetzen zwar oft weiche Sedimente durch harte Substrate, wodurch künstliche Riffe für sessile Bewohner, etwa Muscheln, entstehen. Diese könnten aber sogar zu einer Verdoppelung des Artenreichtums und einer Zunahme der Artenvielfalt um zwei Größenordnungen führen. Offshore-Windparks führen außerdem zu einem Rückgang der Grundsleppnetzfischerei, da diese Tätigkeit in vielen Parks verboten ist. Doch blieb es den Forschenden zufolge unklar, wie ausgeprägt der Nutzen dieses Rückgangs für die Artenvielfalt sei. Die Verdrängung weicher Sedimente führe auch zu geringfügigen Verlusten an biologischer Vielfalt in diesem Lebensraum. Insgesamt seien die langfristigen, kumulativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt der Meere noch weitgehend unbekannt, urteilen die Forschenden.<sup>32</sup>

Besser erforscht ist indes die Wirkung von Meereslärm auf Meeresbewohner, insbesondere auf Säugetiere. Die zunehmende Schifffahrt, Fischerei, die Suche nach Rohstoffen und Exploration von Lagerstätten, aber auch der Bau von Offshore-Windparks gehen mit einer erheblichen Geräuschkulisse einher. Verschiedene Forschende legten 2023 in der Zeitschrift „Science“ auf Grundlage einer Auswertung von rund 10.000 Studien dar, dass der zunehmende Lärm den Tieren erheblich schade. Denn die Tiere nutzen unter Wasser selbst Laute etwa zum Zweck der Navigation, zur Nahrungssuche, zur Revierverteidigung, zum Anlocken von Artgenossen und zur Fortpflanzung. Die Folgen seien bei 80 Prozent der Fische und Wirbellosen zu beobachten, bei Meeressäugern seien es sogar 90 Prozent. Die verfügbaren Daten lieferten zahlreiche Belege dafür, dass die Lärmbelastung das Hörvermögen beeinträchtigt, physiologische Veränderungen hervorruft und Ausweichmanöver und die Vertreibung von Meerestieren zur Folge habe. Gerade der Schweinswal gilt als besonders betroffen, da er einen ausgesprochen empfindlichen Hörsinn hat, den er sowohl zur Kommunikation und Orientierung als auch zum Aufspüren von Fressfeinden und zur Nahrungssuche benötigt. Die ökologischen Schäden ließen sich aber keineswegs isoliert auf die Offshore-Windpark-Bautätigkeiten zurückführen.<sup>33</sup>

Eine Untersuchung während des Baus eines Windparks vor der schottischen Küste konnte zwar beispielsweise nachweisen, dass Schweinswale während der Errichtungstätigkeit in einem Areal von 14 Kilometern rings um die Baustelle vertrieben wurden.<sup>34</sup> Es ist aber fraglich, ob die Tiere dauerhaft vertrieben werden und ob sich langfristige Auswirkungen auf ihren Bestand ergeben. Vielmehr wird diskutiert, ob die Meeresbewohner nach Abschluss der Bauarbeiten in ihre ange-

- 
- 32 Li, Chen et al. (2023), Offshore Wind Energy and Marine Biodiversity in the North Sea: Life Cycle Impact Assessment for Benthic Communities, in: Energy and Climate, 14. April 2023, 57, 16, online abrufbar <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.est.2c07797>.
- 33 Durate, Carlos et al. (2021), The soundscape of the Anthropocene ocean, in: Science, 5. Februar 2021, 371, 6529, online abrufbar <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aba4658>.
- 34 Van Geel, Nienke et al. (2023), Spatial Impact of Wind Farm Construction on Harbor Porpoise Detectability, 9. Juni 2023, in: The Effects of Noise on Aquatic Life, S. 1-24, online abrufbar [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-031-10417-6\\_14-1](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-031-10417-6_14-1).

stammten Gebiete zurückkehren. Eine begleitende Untersuchung über drei Jahre im Umfeld eines britischen Windparks zeigte, dass der Bestand an Delfinen und Schweinswalen in diesem Zeitraum nicht negativ beeinflusst wurde.<sup>35</sup>

Die Bedrohung der Meeresumwelt durch Lärm ist lange bekannt, und der Meereslärm beim Bau von Windparks auf See ist über Grenzwerte reguliert. So darf es beim Errichten einer Windkraftanlage in 750 Metern Entfernung nicht lauter als durchschnittlich 160 Dezibel und bis maximal 190 Dezibel sein. Dies legt das Bundesamt für Seeschifffahrt in seinen Zulassungsbescheiden beim Bau von Offshore-Windparks fest und überwacht zugleich die Unterwasserschallpegel während der gesamten Bauarbeiten. Die Daten werden an das Bundesamt für Seeschifffahrt übermittelt und seit 2017 zentral im Fachinformationssystem MarinEARS veröffentlicht. Es ist ein wissenschaftlich wichtiges Werkzeug, um die Überwachung der schallmindernden Maßnahmen beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen zu unterstützen. Denn den Bauunternehmen stehen verschiedene technische Möglichkeiten zur Verfügung, um den Unterwasserschall zu reduzieren. Dazu gehören Schallminderungssysteme und Technologie, die den Schall an der Ausbreitung im Ozean hindern, wie etwa der Blasenschleier.<sup>36</sup>

#### 4. Windkraftanlagen als potenzielle Emittenten von Mikroplastik

Mikroplastik in der Biosphäre stammt vor allem aus kunststoffhaltigen Konsumgütern wie Plastiktüten, Plastikverpackungen, Baumaterialien und Textilien, auch aus Zigarettenkippen. Im Meer emittieren zudem Schiffe Mikroplastik vorwiegend aus ihren kunststoffbasierten Anstrichen. Auch Fischereinetze sind eine weitere nennenswerte Quelle von Mikroplastik im Meer.<sup>37</sup>

Wie alle kunststoffhaltigen Konsumgüter, die über Wind und Witterung mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind und der natürlichen Alterung unterliegen, setzen auch die Rotoren von Windkraftanlagen Mikroplastik in die Umwelt frei. Zur Frage, wie viel Mikroplastik Windkraftanlagen emittieren, liegen nur wenige wissenschaftliche Daten vor, denn dies ist methodisch schwierig zu messen. Ein Fokus der Forschung der vergangenen Jahre lag auf der Quantifizierung des Reifenabriebs aus dem Straßenverkehr.

---

35 Potlock, Kelsey et al. (2023), Offshore construction using gravity-base foundations indicates no long-term impacts on dolphins and harbour porpoise, in *Marine Biology*, 15 Juni 2023, 170, 92, online abrufbar <https://link.springer.com/article/10.1007/s00227-023-04240-1>.

36 Bundesamt für Seeschifffahrt, Unterwasserschall, online abrufbar [https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Umweltpruefung/Unterwasserschall\\_MarinEARS/unterwasserschall-marinears\\_node.html](https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Umweltpruefung/Unterwasserschall_MarinEARS/unterwasserschall-marinears_node.html). Bundesverband Windenergie Offshore, Bau von Offshore-Windparks und Artenschutz, online abrufbar <https://bwo-offshore-wind.de/category/offshore-windenergie/natur-und-artenschutz/schallschutz/>.

37 Osman, Ahmad et al. (2023), Microplastic sources, formation, toxicity and remediation: a review, in: *Environmental Chemistry Letters*, 21, S. 2129–2169, online abrufbar <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01593-3>.

Die wenigen identifizierten Publikationen zu Mikroplastik aus Windkraftanlagen fokussieren sich ausschließlich auf Offshore-Windparks, da hier aufgrund der intensiveren mechanischen Beanspruchung etwas höhere Mikroplastikemissionen erwartet werden. Bei einem erheblichen Teil der Studien handelt es sich um theoretische Abschätzungen der Mikroplastikemission oder Modellversuche im Labor.

Beispielsweise untersuchten Bedulina et al. Auswirkungen der freigesetzten Partikel von Windkraftanlagen auf die Miesmuschel *Mytilus edulis*. Im Labor wurden Muscheln dafür sieben und vierzehn Tage lang künstlich unterschiedlichen Gehalten an Mikroplastikpartikeln ausgesetzt, die durch Mahlen von Rotorblattbeschichtungen und Kernmaterialien gewonnen wurden. Die hohen Gehalte an Partikeln stellten allerdings nur ein geringes bis gar kein Risiko für die Muscheln dar. Es seien aber weitere Untersuchungen erforderlich, um einen umfassenden Überblick zu erhalten, urteilen die Autoren.<sup>38</sup>

Niederländische Forschende haben kürzlich eine Hochrechnung vorgenommen, um den Eintrag von Mikroplastik von Offshore-Windkraftanlagen infolge der Erosion an den Vorderkanten der Rotoren, wo der Abrieb besonders ausgeprägt ist, abzuschätzen. Sie halten fest, dass in der Literatur zuverlässige und transparente Schätzungen zur Bildung und Emission von Mikroplastik durch Windkraftanlagen fehlen. Die Fachleute gelangen zu dem Schluss, dass die Mikroplastikemissionen einer modernen 15-Megawatt-Offshore-Windkraftanlage, die mit einem Schutzsystem für die Vorderkante auf Polyurethanbasis versehen ist, etwa 240 Gramm pro Jahr betragen. Anhand dieses Wertes würden sich die Mikroplastikemissionen aller in der niederländischen Nordsee installierten Windkraftanlagen auf 100 Kilogramm pro Jahr belaufen, etwa 1000-mal niedriger als die gesamten Offshore-Mikroplastikemissionen in den Niederlanden.<sup>39</sup>

Eine dänische Forschungsgruppe schätzt die Mikroplastikemissionen aus Windkraftanlagen infolge von Erosion der Rotorblattspitzen ab. Diese Studie stützt sich auf theoretische Daten, konkret auf Modelle und Daten zum Rotorblattwechsel, nicht auf Messungen. Ihr zufolge werden von jeder Windkraftanlage im Mittel zwischen 30 und 540 Gramm jährlich abgetragen. Anlagen an Land haben geringere geschätzte Mikroplastikemissionen mit 8 bis 50 Gramm Mikroplastik je Anlage. Für den gesamten Bestand an dänischen Windparks ermitteln die Autoren demnach Mikroplastikemissionen von etwa 1,6 Tonnen pro Jahr. Der Wert liegt um eine Größenordnung niedriger als der Mikroplastikabrieb aus Schuhsohlen und Fahrbahnmarkierungen. Verglichen mit den Emissionen aus Reifen im Straßenverkehr liegt der Wert um drei Größenordnungen niedriger, urteilen die Autoren. Sie empfehlen trotz der geringen Emissionen einen wirksamen Schutz der

---

38 Bedulina, Daria et al. (2024), Effect of particles from wind turbine blades erosion on blue mussels *Mytilus edulis*, in: Science of the Total Environment, 20, 957, 177509, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177509>.

39 Caboni, Marco et al. (2025), Estimating microplastic emissions from offshore wind turbine blades in the Dutch North Sea, in: Wind Energy Sciences, 10, 6, 1123–1136, online abrufbar <https://doi.org/10.5194/wes-10-1123-2025>.

---

Vorderkanten der Rotorblätter, regelmäßige Wartung und optimale Materialauswahl, um die Emissionen zu minimieren. Für die Emission aus Schuhsohlen liegen vergleichbare Vorschläge noch nicht vor.<sup>40</sup>

Studien, denen empirische Messungen von Mikroplastikpartikeln zu Grunde liegen, sind selten, da sie teils mit erheblichen methodischen Herausforderungen konfrontiert sind, wie die drei nachfolgend identifizierten Arbeiten verdeutlichen:

Chinesische Forscher untersuchten die Veränderungen der Mikroplastikbelastung während des dreijährigen Baus von Offshore-Windkraftanlagen in drei verschiedenen Arten von Meeresfrüchten, da deren Belastung eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellten. Die höchsten Belastungen traten in der frühen Bauphase auf, während nach Abschluss der Bauarbeiten eine Erholung zu beobachten war. Die durchschnittliche Häufigkeit von Mikroplastik war in den drei Spezies höher als in anderen Gebieten des südlichen Gelben Meers. Für die kurzfristig auftretenden negativen Effekte empfehlen die Autoren während des Bauprozesses eine kontinuierliche Überwachung und Bewirtschaftung.<sup>41</sup>

Wie komplex die Messung von Mikroplastikemissionen im Umfeld von Windparks ist, verdeutlicht eine weitere chinesische Erhebung aus dem Jahr 2016. Sie untersuchte die Mikroplastikfrachten im Meerwasser des Gelben Meeres in der Umgebung und außerhalb eines Offshore-Windparks. Die Mikroplastikgehalte am Windparkstandort waren geringer als außerhalb. Die mikroskopische Untersuchung der Mikroplastikteilchen erbrachte jedoch, dass es sich vorwiegend um faserige Rückstände handelte. Die Forschenden vermuten, dass diese aus Textilien oder Seilen stammen, die über das Abwasser eingetragen werden. Die Hydrodynamik des Meeres entscheide über die lokale Verteilung von Mikroplastik. Damit dominiert auch im Umfeld des Windparks Mikroplastik aus anderen anthropogenen Quellen. Es ist bekannt, dass Kläranlagen auch hierzulande wichtige Punktquellen für Mikroplastik darstellen, deren Ablauf über die Flüsse die Meere erreicht.<sup>42</sup>

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt eine schottische Studie, die ebenfalls auf Messungen beruht: Piarulli et al. folgten der Überlegung, dass Mikroplastik aus der Beschichtung der Rotorblätter aufgrund seiner hohen Dichte zu Boden sinken und in den Sedimenten am Windparkstandort nachweisbar sein sollte. Sie entwickelten eigens eine Methode zur Quantifizierung und Charakterisierung von Mikroplastik größer als 300 Mikrometern aus den Beschichtungen und in den Sedimenten. In den Sedimenten von fünfzehn schottischen Offshore-Windparks konnten sie Mikro-

---

40 Leon Mishnaevsky et al. (2024), Microplastics Emission from Eroding Wind Turbine Blades: Preliminary Estimations of Volume, in: *Energies*, 17, 24, 6260, online abrufbar <https://doi.org/10.3390/en17246260>.

41 He, Jincheng et al. (2025), The impact of wind farm construction on swimming animals in the South Yellow Sea: An evaluation based on the biodiversity and microplastics, in: *Environmental Research*, 265, 120462, online abrufbar <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120462>.

42 Sturm, Michael Toni (2024), Long-Term Monitoring of Microplastics in a German Municipal Wastewater Treatment Plant, in: *Microplastics 2024*, 3, 3, 492-502, online abrufbar <https://doi.org/10.3390/microplastics3030031>.

---

plastik nachweisen, darunter jedoch keinerlei Partikel, die sich auf die Beschichtungen von Rotorblättern zurückführen ließen. Es handelte sich um gängige thermoplastische Kunststoffpartikel in Form von Flocken, Folien, Fragmenten und Filamenten und damit aus anderen anthropogenen Quellen.<sup>43</sup>

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass Forschung mit negativen Ergebnissen – in der vorgenannten Studie ist das der nicht nachweisbare Zusammenhang zwischen Windpark und Mikroplastikvorkommen – generell seltener publiziert wird, ein Phänomen, das als „Beobachter-Bias“ in der Wissenschaft selbst bekannt ist und kritisch diskutiert wird.<sup>44</sup>

\* \* \*

---

43 Piarulli, Stefania et al. (2024), Assessment of microplastics in the sediments around Hywind Scotland Offshore Wind Farm, in: Journal of Physics: Conference Series, 2875, EERA DeepWind Conference 2024, online abrufbar <https://doi:10.1088/1742-6596/2875/1/012050>.

44 biases.de (2025), Observer Bias (Beobachter-Bias) einfach erklärt – Definition, Ursachen und Auswirkungen, online abrufbar <https://biases.de/observer-bias/>.