

# Handlungsfeld Windenergie

## Schlussbericht

*des Vorhabens*

*„Innovative Ansätze zur umwelt- und sozialverträglichen Windenergieentwicklung*

*–*

*eine inter- und transdisziplinäre Handlungsfeldanalyse ‘*

*Fachgebiet Umweltprüfung und Umweltplanung*

*TU Berlin*

Stand: Januar 2018



Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen weitestgehend verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für jedes Geschlecht.

Ein besonderer Dank gilt unseren zahlreichen Gesprächspartnern sowie Teilnehmern am Konsolidierungsworkshop und DBU-Forum ‚Umwelt- und sozialverträgliche Windenergieentwicklung – Ergebnisse einer Handlungsfeldanalyse‘, durch deren Expertise und Anregungen diese Arbeit erheblich unterstützt und ermöglicht wurde. Nicht zuletzt erhielten wir von einigen Institutionen ausführliche Hinweise zum Schlussberichtsentwurf – auch hierfür herzlichen Dank!



*Projektleitung:*

Prof. Dr. Johann Köppel

*Bearbeitung:*

Juliane Biehl, Marike Hebrank, Jessica Weber

*Unter Mitarbeit von:*

Chiara Santuliana, Franziska Schuhmacher

Ansprechpartner:

**Technische Universität Berlin**

Fakultät VI Planen Bauen Umwelt

Fachgebiet Umweltprüfung und Umweltplanung

Kontakt:

Sekretariat EB 5

Straße des 17. Juni 145

10623 Berlin

Vorhaben:

AZ 33315/01

gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

<b>Inhalt</b>	
Inhalt	6
1 Zusammenfassung	8
1.1 Vorgehensweise	8
1.2 Wesentliche Ergebnisse	10
2 Einleitung	13
3 Vorgehensweise	16
3.1 Initiale Rahmenthemen	16
3.2 Expertengespräche	16
3.3 Konsolidierungsphase	21
4 Handlungsoptionen	23
4.1 Faktencheck	26
4.1.1 Metaanalysen und kumulative Wirkungen	26
4.1.2 Auswirkungen neuer Anlagendimensionen	29
4.1.3 EEG Novellen und Akteursvielfalt	32
4.1.4 Austauschformate (z. B. zu Planung und Rechtsprechung)	34
4.1.5 Wissenskommunikation & -verwertung	34
4.1.6 Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft	36
4.2 Modelle schaffen	38
4.2.1 Mit Unschärfen planen und betreiben	39
4.2.2 Problemlösungen auf höheren Skalen	42
4.2.3 Steuerungsansätze der Windenergie	44
4.2.4 Sektorkopplung, Kopplung von Raum- und Energieplanung	46
4.2.5 Sozialverträglichkeitsprüfung sinnvoll ergänzen	47
4.2.6 Ökosystemleistungen & Nachhaltigkeitsbewertung	48
4.3 Proof of Concept	49
4.3.1 Effektivität von Vermeidungsmaßnahmen (Artenschutz)	49
4.3.2 Populationsmodellierungen	53
4.3.3 Fortschreibung des Verfahrens- und Qualitätsmanagements	55
4.3.4 Testflächen für Forschungswindparks	57
4.3.5 Verteilungsgerechtigkeit verbessern	57
4.3.6 Fairness und Effektivität von Beteiligung	59

5	Die Handlungsoptionen im Überblick	62
6	Schlussbetrachtung	66
	Anhang I: Sammlung aktueller Hemmnisse aus Sicht eines Windenergieunternehmens	70
	Anhang II: Sammlung aktueller Hemmnisse aus Sicht einer Bürgerinitiative	72
	Literaturverzeichnis	73

## 1 Zusammenfassung

Weltweit wie auch in Deutschland zählt die Windenergie zu den am schnellsten wachsenden Energiesektoren und deckt dabei einen immer größer werdenden Teil des Energiebedarfs. Knapp 25 Jahre nach Verabschiedung der Klimarahmenkonvention und der Biodiversitätskonvention in Rio de Janeiro zeigt sich, wie herausfordernd es ist, beiden Nachhaltigkeitszielen gleichermaßen gerecht zu werden. Der Ausgleich der Ziele zum Schutz der Biodiversität sowie des Klimas durch den Ausbau Erneuerbarer Energien ist heute ein zentrales Anliegen auch in Deutschland. Die Energiemix-Umstellung und der damit verbundene Ausbau der Windenergie in Deutschland stehen jedoch mit anderen Belangen wie der Akzeptanz vor Ort oder des Artenschutzes (*green vs. green* Debatte) im Interessenkonflikt.

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) erarbeitete das Fachgebiet Umweltprüfung und Umweltplanung der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) eine Analyse des Handlungsfeldes Windenergie. Das einjährige Projekt ‚Innovative Ansätze zur umwelt- und sozialverträglichen Windenergieentwicklung – eine inter- und transdisziplinäre Handlungsfeldanalyse‘ verfolgte das Ziel, einen trans- und interdisziplinären Überblick über den Handlungsbedarf im Kontext der Windenergie aus Sicht relevanter Akteursgruppen zu schaffen. Es soll folglich mögliche Handlungsoptionen zur umwelt- und sozialverträglichen Windenergieentwicklung aufzeigen. Im Kern adressiert die vorliegende ‚Handlungsfeldanalyse Windenergie‘ die themengebundene Förderung der DBU zu Position 4 (Erneuerbare Energien) – ‚Entwicklung neuer Konzepte und technischer Lösungen zur umwelt-, gesundheits- und naturschutzverträglichen sowie sicheren Nutzung Erneuerbarer Energie‘ sowie ‚Entwicklung und Erprobung neuer Ansätze zu Qualifikation, Bildung, Beteiligung, Information und Wissenstransfer‘.

### 1.1 Vorgehensweise

Während der Antragsphase haben wir zunächst in Forschung und Praxis als neuartig und herausfordernd diskutierte Rahmenthemen in Abstimmung mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) eingeführt, wie Modellierungen und Auswirkungsprognosen, Vergrämung, Repowering und Planung, Kumulative Effekte, *Adaptive Management*, Sozialverträglichkeitsprüfung und Nachhaltigkeitsbewertung. Im Verlauf des Vorhabens wurden ca. 50 weitgehend offene, eher narrative Expertengespräche mit allen wesentlichen Akteursgruppen im Handlungsfeld der Windenergie durchgeführt (Abbildung 1). Die Auswahl der beteiligten Experten erfolgte nach dem Schneeballverfahren, wobei wir alle wesentlichen Akteursgruppen (mit Ausnahme der Gruppe der Banken/Finanziers) angesprochen haben.

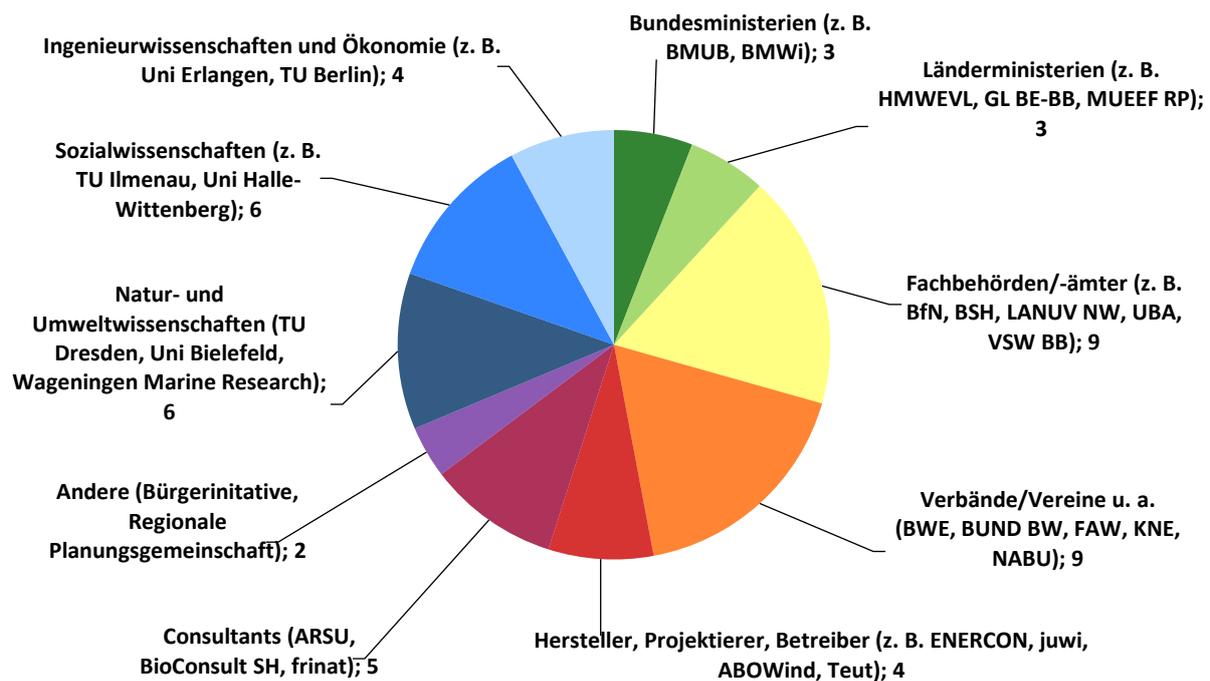


Abbildung 1: Verteilung der Expertengespräche (n = 51) und exemplarische Gesprächspartner

Stetig wurden im Zuge der Expertengespräche weitere Themengebiete durch die Teilnehmenden aufgezeigt, detailliert und modifiziert. Insgesamt konnten im Verlauf der Handlungsfeldanalyse ca. 20 Themengebiete identifiziert werden, denen etwaige Handlungsoptionen zugeordnet sind. Die Zusammenschau der identifizierten Handlungsfelder berücksichtigt in erster Linie die Sichtweise der beteiligten Experten sowie unsere eigene Einschätzungen und nimmt keine Gewichtung der einzelnen Themengebiete untereinander vor.

Die schließlich im Einzelnen identifizierten Handlungsoptionen haben wir zusammengetragen und anhand ausgewählter Kriterien typisiert. So konnten wir bestimmte Handlungsoptionen herausstellen, die z. B. durch eine Stiftung betreut werden könnten, da sie ein hohes Maß an ressortübergreifender Neutralität erfordern. Ebenso konnten wir Handlungsoptionen hervorheben, die einen Modellcharakter haben, d. h. sich nicht zu nahe an einzelnen Vollzugsvorhaben anlehnen. Entsprechend haben wir die Themengebiete in drei thematische *Cluster* gruppiert, ohne auszuschließen, dass auch andere Einteilungen im Überblick denkbar gewesen wären. Diese *Cluster* charakterisieren die größeren Strömungen des Handlungsbedarfs und bilden die drei im Folgenden verwendeten Kategorien: *Faktencheck*, *Modelle schaffen* und *Proof of Concept*.

- Im Cluster *Faktencheck* finden sich Themen wieder, bei denen eine Versachlichung bislang oft schwierig ist. Dabei mag es im Einzelfall an erforderlichen empirischen Erhebungen mangeln oder es bedarf noch einer verbesserten Kommunikation der Ergebnisse, etwa was ihre Aussagekraft aber auch Grenzen betrifft.
- Das Cluster *Modelle schaffen* beschreibt Handlungsoptionen, die Modelllösungen und die Entwicklung integrierter Lösungskonzepte erfordern, wobei häufig vielfältige Akteure für eine Umsetzung gefragt sind.

- Das Cluster *Proof of Concept* umfasst Themen, zu denen zwar (gerade auch international) bereits Fakten und Konzepte vorliegen. Häufig sind diese in Deutschland jedoch kaum praktisch erprobt und bedürften beispielsweise Machbarkeitsstudien und Demonstrationsprojekte.

Einen wesentlichen Teil der aufgezeigten Handlungsoptionen haben wir während eines Workshops im April 2017 vorgestellt und mit den teilnehmenden Experten verschiedener Akteursgruppen diskutiert. Während dieses Konsolidierungsworkshops wünschten sich einige Teilnehmer weiterhin, eine Umfrage zur Priorisierung des Handlungsbedarfs durchzuführen. Folglich hatten wir alle bis April 2017 beteiligten Experten eingeladen, an einer Online-Umfrage teilzunehmen. Die Teilnehmenden konnten die ca. 20 Themengebiete auf einer Skala (nachrangig – neutral – vorrangig) in ihrer Bedeutung einschätzen sowie ergänzende Kommentare (weitere Handlungsoptionen, Themengebiete und Anmerkungen) anfügen.

### 1.2 Wesentliche Ergebnisse

Auf Grundlage der initialen Rahmenthemen, der Expertengespräche, der Literaturanalyse und der Konsolidierungsphase konnten wir schließlich ca. 20 Themengebiete identifizieren (Abbildung 2). Die Abbildung zeigt auf der x-Achse die Zugehörigkeit eines Themengebietes zu einem Themencluster (*Faktencheck, Modelle schaffen, Proof of Concept*). Auf der y-Achse werden die Themengebiete den drei Handlungsfeldern Arten- und Naturschutz, Planung und Technologien sowie Kommunikation und Teilhabe zugeordnet.

	FAKTENCHECK	MODELLE SCHAFFEN	PROOF OF CONCEPT
NATUR- & ARTENSCHUTZ	4.1.1 Metaanalysen und kumulative Wirkungen	4.2.1 Mit Unschärfen planen und betreiben	4.3.1 Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen
	4.1.2 Auswirkungen neuer Anlagendimensionen	4.2.2 Problemlösungen auf höheren Skalen	4.3.2 Populationsmodellierungen
PLANUNG & TECHNOLOGIEN	4.1.3 EEG Novellen und Akteursvielfalt	4.2.3 Steuerungsansätze der Windenergie	4.3.3 Fortschreibung d. Verfahrens- & Qualitätsmanagements
	4.1.4 Austauschformate (z. B. zu Planung & Rechtsprechung)	4.2.4 Sektorkopplung (von Raum- & Energieplanung)	4.3.4 Testflächen für Forschungswindparks
KOMMUNIKATION & TEILHABE	4.1.5 Wissenskommunikation und -verwertung	4.2.5 Sozialverträglichkeit sinnvoll ergänzen	4.3.5 Verteilungsgerechtigkeit verbessern
	4.1.6 Integration von WEA in die Landschaft	4.2.6 Ökosystemleistungen & Nachhaltigkeitsbewertung	4.3.6 Fairness & Effektivität von Beteiligung

Abbildung 2: Themenmatrix identifizierter Themengebiete im Handlungsfeld Windenergie

Des Weiteren konnten wir erkennen und darlegen, welche Handlungsoptionen und Themengebiete bereits relativ gut bearbeitet sind. Im Wesentlichen offene Themengebiete werden im Folgenden für die drei Handlungsfelder Arten- und Naturschutz, Planung und Technologien und Kommunikation und Teilhabe zusammengefasst.

Im Handlungsfeld **Natur- und Artenschutz** wurden bereits viele Vorhaben und punktuelle Maßnahmen durchgeführt. Darüber hinaus bräuchte es jedoch Ansätze auf höheren Planungsebenen und Maßstäben, z. B. durch Schutz- und Entwicklungsprogramme für besonders relevante Arten auf (über-)regionaler bzw. Landschaftsebene – nicht zuletzt, um möglichst einer populationsrelevanten Kumulation von Anlagenstandorten zu begegnen. Auch anspruchsvolle Untersuchungen und Vorschläge zur Optimierung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen bleiben eine wichtige Handlungsoption. Dies umfasst auch die möglicherweise aufwändige Erprobung von international zunehmend untersuchten Vergrämungsmaßnahmen, die der Vertreibung von Individuen aus der Gefahrenzone von Windenergieanlagen dienen.

Beim Handlungsfeld **Planung und Technologien** reichen Handlungsoptionen von Fragen des adäquatesten räumlichen Steuerungsansatzes, über Ansätze zur Nachhaltigkeits- und Risikobewertung bis hin zur empirischen Erkundung von Auswirkungen des Repowerings<sup>1</sup> auf Landschaft *und* Anwohner und Besucher. Doch auch technische Neuerungen zur artenschutzrechtlichen Ertüchtigung von Windenergieanlagen sowie anpassungsfähige Planungs- und Managementstrategien scheinen in den Fokus zu rücken. Häufig zeigt sich ein Bezug zu den anderen Handlungsfeldern, da technische Maßnahmen, wie beispielsweise die aktuell v. a. in den USA untersuchten Vergrämungsmaßnahmen oder auch die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung von Windenergieanlagen, entwickelt wurden, um den Windenergieausbau umwelt- und sozialverträglicher zu gestalten. Hier bedarf es oftmals eines empirischen Nachweises der Wirksamkeit, etwa einer tatsächlichen verbesserten Akzeptanz durch die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung oder Repowering-Vorhaben sowie der artenschutzrechtlichen Belastbarkeit bestimmter Vermeidungs- und Vergrämungsmaßnahmen.

Auch im Handlungsfeld **Kommunikation und Teilhabe** erproben bereits viele Akteure und Institutionen sozialverträgliche und faire Maßnahmen zum Ausbau der Windenergie. Dennoch wurde wiederholt der Wunsch nach einem neutralen Informationsvermittler und geeigneten Formaten des Erkenntnis-transfers geäußert. Ansätze zum Ausgleich von Windenergieerträgen werden unter dem Aspekt der Verteilungsgerechtigkeit weiterhin thematisiert. Auch schutzgutübergreifende bzw. Ökosystemleistungs-übergreifende Bilanzierungsansätze könnten geschaffen werden, um beispielsweise die Wohlfahrtswirkungen der Windenergie, wie Klimaschutzeffekte, regionale Wertschöpfung und Arbeitsplatzeffekte in Nachhaltigkeitsbewertungen gleichzeitig besser messbar zu machen.

Im **Offshore-Bereich** wird u. a. durch einen aktuellen Überhang an bereits genehmigten Vorhaben in den kommenden Jahren der Fokus verstärkt auf den Bau und die Inbetriebnahme der Offshore-Windparks fallen. Ein weiteres Augenmerk lag zwischenzeitlich auf der Entwicklung des Schallschutzkonzeptes für die Ostsee, nachdem die Konzepterstellung für den Nordseebereich bereits abgeschlossen wurde. In den kommenden Jahren steht zudem ohnehin die Fortschreibung der Raumordnungspläne für die ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) in Nord- und Ostsee einschließlich Strategischer Um-

---

<sup>1</sup> Repowering meint die Installation einer Anlage neuerer Dimension (höhere Windenergieanlage mit größerer Leistung) sowie einen Abbau von einer oder mehreren Altanlagen am Standort.

weltprüfung (SUP) an. So haben wir uns im Zuge der Handlungsfeldanalyse überwiegend der Windenergie an Land gewidmet. Hier scheint eine integrierte Betrachtung der drei Handlungsfelder (Arten- und Naturschutz, Planung und Technologien, Kommunikation und Teilhabe) besonders gewinnbringend und vertiefbar. Insbesondere Akzeptanzfragen scheinen auf dem Meer weniger vordergründig als bei der Windenergie an Land eine Rolle zu spielen, zumal nachdem früh und bis heute bereits zur Sichtbarkeit der Anlagen von den (meist auch touristisch bedeutsamen) Küsten gearbeitet wurde.

Im Wesentlichen offene Handlungsoptionen werden im Folgenden für die drei Cluster *Faktencheck*, *Modelle schaffen*, und *Proof of Concept* zusammengefasst.

Im Cluster ***Faktencheck*** finden sich Themen wieder, bei denen eine Versachlichung bislang oft schwierig ist, weil es an dafür erforderlichen empirischen Erhebungen mangle sowie einer verbesserten Kommunikation der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft und ihrer Grenzen bedarf. Wiederholt wurde der Wunsch nach neutraler Informationsvermittlung geäußert (etwa jenseits von ressort-spezifischer Zuordnung). Unter den in diesem *Faktencheck*-Cluster zusammengefassten Themengebieten treten insbesondere drei hervor. Erstens ist das die Auseinandersetzung mit den Auswirkungen neuer Anlagendimensionen auf die Anwohner, Landschaft und gefährdeten Tierarten – eine Frage, die auch aufgrund des nicht einfachen Repowerings bedeutend ist. Zweitens gibt es vermehrt Rufe nach der Entwicklung adäquater Formate der Wissenskommunikation, welche alle Gesellschaftsschichten erreichen und einen sachlichen Austausch zwischen verschiedenen Positionen ermöglichen kann. Schließlich bieten auch Studien zur Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft wichtige Handlungsoptionen.

Das Cluster ***Modelle schaffen*** thematisiert Aspekte, die einen Bedarf an exemplarischen Modelllösungen und integrierten Lösungskonzepten deutlich erkennen lassen. Es lassen sich dabei drei Themenbereiche mit besonderem Handlungsbedarf ausmachen. So wird vielfach angeregt, Probleme auf höheren Skalen zu behandeln, beispielsweise Populationseffekte auf der Landschaftsebene zu betrachten. Auch die Frage nach den Steuerungsansätzen, ob die Windenergie etwa auf lokaler oder regionaler Planungsebene adäquater gesteuert werden kann, wird weiterhin als wichtig eingeschätzt. Handlungsoptionen im Feld der Nachhaltigkeitsbewertung werden verstärkt Zukunftsrelevanz zugeschrieben.

Das Cluster ***Proof of Concept*** setzt sich zusammen aus Themen, zu denen einerseits bereits Daten und Ansätze vorhanden sind. Andererseits steht eine hinreichende Erprobung zumeist noch aus oder diese erfolgte noch nicht im deutschen Kontext. Insbesondere in den zwei Themenbereichen *Effektivität von Vermeidungsmaßnahmen* und *Populationsmodellierungen* liegen Handlungsoptionen für Machbarkeitsstudien und Demonstrationsprojekte auf der Hand.

Abgerundet werden die einzelnen Handlungsfelder durch einige übergeordnete Hinweise, worauf bei DBU-Vorhaben in der Folge dieser Handlungsfeldanalyse besonders geachtet werden kann.

## 2 Einleitung

Weltweit wie in Deutschland zählt die Windenergie zu den am schnellsten wachsenden Energie-sektoren und deckt dabei einen immer größer werdenden Teil des Strombedarfs. Knapp 25 Jahre nach Verabschiedung der Klimarahmenkonvention und der Biodiversitätskonvention in Rio de Janeiro zeigt sich, wie herausfordernd es ist, beiden Nachhaltigkeitszielen gleichermaßen gerecht zu werden. Der Ausgleich der Ziele zum Schutz der Biodiversität sowie des Klimas durch den Ausbau Erneuerbarer Energien ist daher ein zentrales Anliegen [1]. Die Energiemix-Umstellung und der damit verbundene Ausbau der Windenergie in Deutschland steht im Kontext mit Belangen wie der Akzeptanz vor Ort [2], grundlegenden Auffassungen zur Energieversorgung und speziellen Fragen des Artenschutzes (*'green vs. green'* Debatte [3, 4]).

Die dichte und engmaschige Besiedlung sowie die vielfältigen Flächen mit Schutzstatus machen es heute bereits zu einer anspruchsvollen Aufgabe, der Windenergie in Deutschland substantiell Raum zu schaffen. Bürgerbegehren und -initiativen auf lokaler Ebene haben zugenommen, meist mit dem Ziel, die Windenergienutzung zu unterbinden bzw. wenden sich auch generell gegen das zugrundeliegende Erneuerbare-Energien-Gesetz. Die vorgebrachten Argumente umfassen in hohem Maße die Auswirkungen der Windenergieentwicklung v. a. auf den Arten-, Natur- und Landschaftsschutz. Mit einem kumulierten Gesamtbestand von ca. 27.914 installierten Windenergieanlagen mit Stand 30. Juni 2017 (ca. 48.024 MW [5]) und nach 17 Jahren Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) blickt Deutschland jedoch gleichzeitig auf ein hohes Erkenntnisniveau aus Praxis und Forschung zurück. Das betrifft etwa die räumliche Steuerung der Windenergie an Land und auf See, aber auch in Frage kommende Maßnahmen zur Verminderung unbeabsichtigter Nebenwirkungen der Windenergie vor Ort.

So konnten bereits zahlreiche Erkenntnisse zu den Auswirkungen der Windenergie im Zuge zahlreicher Forschungsvorhaben zum *Natur- und Artenschutz* gewonnen werden (z. B. Windkraft-Vögel-Lebensräume 2004-2011 [6]; Research at Alpha Ventus 2007-2012 [7]; Greifvögel und Windkraftanlagen 2007-2010 [8]; Bau und Betriebsmonitoring von Windenergieanlagen im Wald 2012 -2015 [9]; PROGRESS 2011-2015 [10]) sowie *Kommunikation und Teilhabe* (z. B. zur Hinderniskennzeichnung von Windenergieanlagen [11]; Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschemissionen von Windenergieanlagen [12]; Teilhabe [13]). Die langjährige ökologische Begleitforschung für Windenergieanlagen auf See sowie die betreffende Etablierung von Standarduntersuchungs-Konzepten (StuK [14]) stellten ebenso einen Meilenstein dar wie z. B. die RENEBAT-Vorhaben [15], die binnen weniger Jahre heute gängige Betriebsalgorithmen und Software zum Schutz von Fledermausarten für Windenergieanlagen entwickelten. Zugleich versuchten synoptische Analysen [16–18] Wissen um mögliche Auswirkungen der Windenergie zusammenzutragen und zu einer Standortbestimmung zu nutzen, hierbei ist auch die Etablierung der internationalen CWW Konferenzserie seit 2011 (2015 *Conference on Wind Energy and Wildlife* in Berlin) hervorzuheben. Auch der Aufbau intermediärer Institutionen, wie der Fachagentur Windenergie an Land e. V. (FA Wind) sowie des Kompetenzzentrums Naturschutz und Energiewende gGmbH (KNE) und die langjährige Befassung der Bund-Länder-Initiative Windenergie an Land (BLWE) mit aktuellen Herausforderungen im Handlungsfeld, tragen zu einem natur- und umweltverträglicheren Ausbau der Windenergie in Deutschland bei.

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) erarbeitete das Fachgebiet Umweltprüfung und Umweltplanung der Technischen Universität Berlin eine Analyse des Handlungsfeldes Windenergie. Das ca. einjährige Projekt verfolgte das Ziel, einen trans- und interdisziplinären Überblick über

den Handlungsbedarf im Kontext der Windenergie zu schaffen. Zukünftige Handlungsoptionen zur umwelt- und sozialverträglichen Windenergieentwicklung sollten identifiziert werden. Die nun vorliegende Analyse gründet sich auf ca. 50 weitgehend offene, narrative Expertengespräche mit allen wesentlichen Akteursgruppen im Handlungsfeld der Windenergie<sup>2</sup> und eine ergänzende Literaturanalyse. Wesentliche Handlungsoptionen wurden zwischenzeitlich auf einem Workshop im April 2017 sowie einer Abschlussveranstaltung im September 2017 mit den teilnehmenden Experten und der DBU diskutiert.

Die *Handlungsfeldanalyse Windenergie* charakterisiert gleichzeitig eine Umbruchsphase – einen Übergang in mehrfacher Hinsicht. Einerseits hat sich die Windenergiebranche der Umstellung des Förderregimes von festgelegten Vergütungssätzen auf ein wettbewerbsorientiertes Ausschreibungsmodell zu stellen. Andererseits kennzeichnet das Jahr 2017 auch eine Herausforderung hinsichtlich der Errichtung und Inbetriebnahme von den noch 2016 (nach vorigem Förderregime) genehmigten ca. 8.900 MW an Land [19]. Gemeinsam stehen wir nun vor den Herausforderungen, die Energiewende entsprechend des veränderten Förderregimes sowie einer steten Flächenknappheit umzusetzen. Eine jüngere vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) geförderte Studie verfolgte des Weiteren mögliche Entwicklungsperspektiven und Energiemix-Szenarien [20]. Hierbei betrachtet sie explorativ, ob und wie die Energiewende und die Naturschutzziele miteinander verbunden werden können.

Alle zurzeit in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen erhalten mindestens die Grundvergütung nach EEG. Auch vor dem Jahr 2000 installierten Windenergieanlagen wurde mit Inkrafttreten des EEG 2000 ein Vergütungsanspruch bis Ende 2020 zugesichert. Erstmals werden ab dem Jahre 2021 Windenergieanlagen vollständig aus der EEG-Vergütung herausfallen<sup>3</sup>. Es ist derzeit nicht auszuschließen, dass für eine Mehrzahl dieser Bestandsanlagen zu aktuellen Marktkonditionen<sup>4</sup> kein rentabler Weiterbetrieb nach 2020 möglich ist [21]. Der geplante Ausbaupfad für Windenergie an Land sieht einen jährlichen Brutto-Zubau von 2.800 MW in den Jahren 2017 bis 2019 sowie jeweils 2.900 MW pro Jahr ab 2020 vor [22]. Dieser Brutto-Zubau umfasst alle Neuanlagen, auch wenn diese Altanlagen ersetzen, d. h. ein Repowering durchgeführt wird [22]. Repowering meint die Installation einer Anlage neuerer Dimension (höhere Windenergieanlage mit größerer Leistung) sowie einen Abbau von einer oder mehreren Altanlagen am Standort. Nach dem EEG 2017 unterliegen auch Repowering-Anlagen der Ausschreibungspflicht. Bereits etablierte Standorte stehen damit eventuell einer weiteren Windenergienutzung nicht mehr zur Verfügung. Perspektivisch stellt sich also die Frage, ob in diesem Szenario die mögliche Diskrepanz zwischen Brutto- und Nettozubau überwunden werden kann, d. h. inwieweit die vom Netz gehenden Anlagen adäquat ersetzt werden können. Das Gelingen der Energiewende ist jedoch auch eine Frage des Zusammenspiels der verschiedenen Teile und Sektoren des Energiesystems – die sogenannte Sektorkopplung, d. h. die Verzahnung von Strom, Wärme und Mobilität, damit die Erneuerbaren Energien optimal genutzt und integriert werden können

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert modellhafte und lösungsorientierte Vorhaben zum Schutz der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung der mittelständischen Wirtschaft. Die Förderarbeit der DBU im Bereich der Erneuerbaren Energien zielt darauf ab, die dezentrale Wärmewende zu

---

<sup>2</sup> Mit Ausnahme der Gruppe der Banken/Finanziers.

<sup>3</sup> Laut Deutsche WindGuard sei anzunehmen, dass „der tatsächliche Anlagenbestand, der Ende 2020 aus der EEG-Vergütung“ falle, „in einer Größenordnung zwischen [...] 5.600 bis 7.000 Windenergieanlagen“ liege [21].

<sup>4</sup> Um einträglich Windstrom zu erzeugen, müssen durch den durchschnittlichen Marktpreis Weiterbetriebsinvestitionen (z. B. Gutachten, TÜV etc.) und Betriebskosten gedeckt und Erlöse erwirtschaftet werden.

forcieren, Bestandsanlagen zu optimieren, negative Umweltauswirkungen zu reduzieren und die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte zu gewährleisten [23]. Die DBU unterhält weiterhin in diesem Kontext in Frage kommende Stipendienprogramme, wie für Promotionsvorhaben. Im Kern adressiert die vorliegende *Handlungsfeldanalyse Windenergie* die themengebundene Förderung der DBU zu Position 4 (Erneuerbare Energien) – *„Entwicklung neuer Konzepte und technischer Lösungen zur umwelt-, gesundheits- und naturschutzverträglichen sowie sicheren Nutzung Erneuerbarer Energie“* sowie *„Entwicklung und Erprobung neuer Ansätze zu Qualifikation, Bildung, Beteiligung, Information und Wissenstransfer“*.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Initiale Rahmenthemen

Während der Antragsphase haben wir zunächst in Forschung und Praxis als neuartig und herausfordernd diskutierte Rahmenthemen eingeführt. Diese exemplarische Zusammenschau speiste sich aus der langjährigen Befassung des Fachgebiets Umweltprüfung und Umweltplanung mit der Energiewendethematik und der Erforschung und Beratung der umwelt- und sozialverträglichen Windenergieentwicklung. Ergebnisse aus verschiedenen Vorhaben, die Unterstützung der internationalen CWW Konferenzserie sowie die wissenschaftliche Begleitung der Bund-Länder-Initiative Windenergie (BLWE) ermöglichte es, in Abstimmung mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) initiale Rahmenthemen zu identifizieren, wie Modellierungen und Auswirkungsprognosen, Vergrämung, Repowering und Planung, Kumulative Effekte, *Adaptive Management*, Sozialverträglichkeitsprüfung und Nachhaltigkeitsbewertung.

#### 3.2 Expertengespräche

Im Verlauf des Vorhabens wurden sodann Expertengespräche im Handlungsfeld der Windenergie gemäß dem hier wiedergegebenem Akteurspektrum durchgeführt (Abbildung 3).

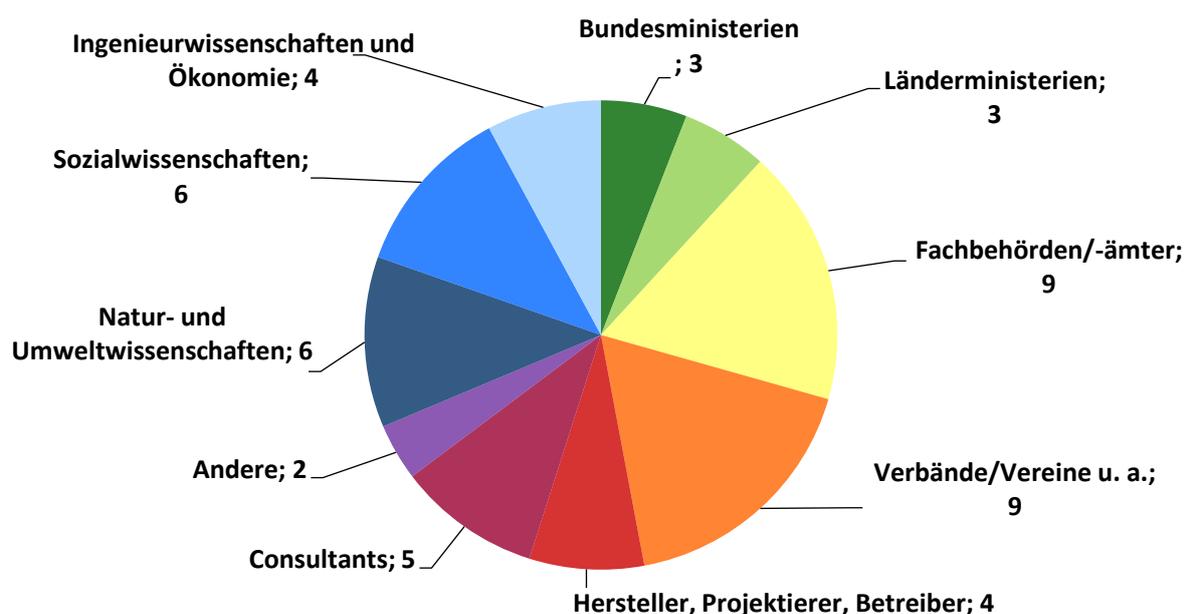


Abbildung 3: Verteilung der Expertengespräche (n = 51)

Die Auswahl der beteiligten Experten erfolgte nach dem Schneeballverfahren<sup>5</sup>, wobei wir alle wesentlichen Akteursgruppen (mit Ausnahme der Gruppe der Banken/Finanziers) angesprochen hatten (Tabelle 1). Zunächst kontaktierten wir bekannte Akteure der Bund-Länder-Initiative Windenergie (BLWE) sowie der Tagungsreihen *Conference on Wind Energy and Wildlife* (CWW) und des US-amerikanischen

<sup>5</sup> Das Schneeballverfahren ist ein freies Auswahlverfahren in den Sozialwissenschaften (*Convenience Sampling*), „bei dem der Forscher einen beliebigen Startpunkt für die Erhebung sucht und dann z. B. von bereits befragten Personen auf andere relevante Personen verwiesen wird [...]“ [24] S. 272.

NWCC<sup>6</sup> *Wind Wildlife Research Meeting*. Durch eine ergänzende Literaturrecherche sowie weiterführende Empfehlungen von Gesprächspartnern konnten wir den Expertenkreis schrittweise ausweiten (bis zur Kapazitäts- und Sättigungsgrenze an wesentlichen neuen Aspekten bei diesen ca. 50 Gesprächen).

Tabelle 1: Durchgeführte Expertengespräche (geordnet nach Akteursgruppe)

<b>Bundesministerien</b>	
1	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau & Reaktorsicherheit; Ref. KI I 4 [Klimaschutz & Energiewende]
2	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau & Reaktorsicherheit; Ref. N II 3 [Naturschutz & Energie]
3	Bundesministerium für Wirtschaft & Energie; Referat III B 5 [Erneuerbare Energien im Stromsektor]
<b>Länderministerien</b>	
4	Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg
5	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr & Landesentwicklung
6	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung & Forsten Rheinland-Pfalz
<b>Fachbehörden/-ämter</b>	
7	Bundesamt für Naturschutz
8	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
9	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
10	Landesamt für Umwelt Brandenburg, Technischer Umweltschutz
11	Landesamt für Umwelt Brandenburg, Naturschutzreferat
12	Norwegian Institute for Nature Research, NINA
13	Umweltbundesamt
14	eine Untere Naturschutzbehörde in Niedersachsen
15	Staatliche Vogelschutzwarte Buckow, Brandenburg
<b>Verbände/Vereine u. a.</b>	
16	Bat Conservation International (in USA)
17	Bundesverband für Fledermauskunde, BFV
18	Bundesverband Windenergie, BWE

<sup>6</sup> *National Wind Coordinating Collaborative.*

- 
- 19** Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Landesverband Baden-Württemberg, BUND BW
- 
- 20** Fachagentur zur Förderung eines natur- und umweltverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land e. V., FAW
- 
- 21** Institut für ZukunftsEnergieSysteme gGmbH, IZES
- 
- 22** Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende gGmbH, KNE
- 
- 23** Naturschutzbund Deutschland e. V., NABU
- 
- 24** Schweizerische Vogelwarte Sempbach

#### ***Hersteller/Projektierer/Betreiber***

- 
- 25** ABO Wind AG
- 
- 26** ENERCON GmbH
- 
- 27** juwi AG
- 
- 28** Teut GmbH

#### ***Wissenschaft/Forschung***

##### *Natur- und Umweltwissenschaften*

- 
- 29** Aalborg Universität, Department of Planning (Dänemark)
- 
- 30** Humboldt Universität Berlin, Fachgebiet Spezielle Zoologie
- 
- 31** Museum für Naturkunde Berlin, Leibniz Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung
- 
- 32** Technische Universität Dresden, Professur für Landschaftsplanung
- 
- 33** Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie, Fachgebiet Verhaltensforschung
- 
- 34** Wageningen Marine Research (Niederlande)

##### *Sozialwissenschaften*

- 
- 35** Hochschule Bochum, Fachgebiet Nachhaltigkeit mit sozialwissenschaftlicher Ausrichtung
- 
- 36** TU Berlin, Fachgebiet Methoden der empirischen Sozialforschung
- 
- 37** TU Berlin, Fachgebiet Denkmalpflege
- 
- 38** TU Ilmenau, Fachgebiet Empirische Medienforschung und politische Kommunikation
- 
- 39** University of Exeter, Geography College of Life and Environmental Sciences (Großbritannien)
- 
- 40** Universität Halle-Wittenberg, Institut für Psychologie

##### *Ingenieurwissenschaften und Ökonomie*

- 
- 41 Friedrich-Alexander-Universität Erlangen, Lehrstuhl Sensorik
- 
- 42 TU Berlin, Fachgebiet Planungs- und Bauökonomie/Immobilienwirtschaft
- 
- 43 TU Berlin, Fachgebiet Statik und Dynamik
- 
- 44 TU Berlin, Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik

**Consultants**

- 
- 45 Altamont Pass Consultant (USA)
- 
- 46 Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH
- 
- 47 BioConsult SH GmbH & Co. KG
- 
- 48 Büro für Umweltprüfungen und Qualitätsmanagement
- 
- 49 Freiburger Institut für angewandte Tierökologie GmbH

**Andere**

- 
- 50 Regionale Planungsgemeinschaft Havelland-Fläming
- 
- 51 Waldkleeblatt - Natürlich Zauche e.V.
- 

Stetig wurden im Zuge der Expertengespräche weitere Themengebiete aufgezeigt, detailliert und modifiziert. Insgesamt konnten im Verlauf der Handlungsfeldanalyse ca. 20 Themengebiete identifiziert werden, denen etwaige Handlungsoptionen zugeordnet sind. Eingangs als eventuell aufkommend gekennzeichnete Themen, wie die Frage, ob auch mit Gewöhnungseffekten von Tierarten gegenüber Windenergieanlagen zu rechnen sei, wurden im Verlauf der Handlungsfeldanalyse nicht weiter verfolgt. Im Zuge der abschließenden Kommentarchase wurde angemerkt, dass die Frage der Gewöhnung mit Blick auf das Störungsverbot<sup>7</sup> jedoch ein interessantes Themengebiet für windenergiesensible Vogelarten (z. B. Schwarzstorch, Kranich oder Rohrweihe) biete.

Die Zusammenschau der identifizierten Handlungsfelder berücksichtigt in erster Linie die Sichtweise der beteiligten Experten und nimmt zunächst keine Gewichtung der einzelnen Handlungsoptionen und Themengebiete vor. Dabei galt es die Balance zu wahren zwischen der persönlichen Anonymität unserer Gesprächspartner und der Quellenoffenlegung: Einzelne Ideen ließen sich bestimmten Gesprächspartnern zuordnen, doch haben wir uns auf mehrheitlichen Wunsch der Teilnehmer und Teilnehmerinnen bewusst für eine anonyme Darstellung und Zuordnung von Aussagen entschieden. Wir greifen auf indirekte Rede als stilistisches Mittel zur Kennzeichnung von persönlichem Gedankengut und Einzelmeinungen zurück. Aufgrund der heterogenen Hintergründe und Positionen der Experten werden innerhalb der thematischen Cluster nicht zwangsläufig konsistente Argumentationslinien wiedergegeben. Vielmehr kommt es auch zu einer Gegenüberstellung einzelner Positionen und Perspektiven der Experten zu einem Thema.

---

<sup>7</sup> § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG.

Die identifizierten Handlungsoptionen haben wir zusammengetragen und anhand ausgewählter Kriterien typisiert. So konnten etwa bestimmte Handlungsoptionen angesprochen werden, die z. B. gerade durch eine Stiftung gut betreut werden könnten, da sie ein substantielles Maß an Neutralität erfordern. Ebenso konnten wir Handlungsoptionen hervorheben, die einen Modellcharakter haben, d. h. sich nicht zu nahe an laufenden oder bereits konkret geplanten Vollzugsvorhaben orientieren. Im Ergebnis haben wir die Themengebiete in drei thematische Cluster gruppiert. Diese charakterisieren die größeren Strömungen des Handlungsbedarfs und bilden die drei eingängigen Kategorien: *Faktencheck*, *Modelle schaffen* und *Proof of Concept*.

- Im Cluster *Faktencheck* finden sich Themen wieder, bei denen eine Versachlichung bislang oft schwierig ist. Dabei mag es im Einzelfall an erforderlichen empirischen Erhebungen mangeln oder es bedarf noch einer verbesserten Kommunikation der Ergebnisse, etwa was ihre Aussagekraft aber auch Grenzen betrifft.
- Das Cluster *Modelle schaffen* beschreibt Handlungsoptionen, die Modelllösungen und die Entwicklung integrierter Lösungskonzepte erfordern, wobei häufig vielfältige Akteure für eine Umsetzung gefragt sind.
- Das Cluster *Proof of Concept* umfasst Themen, zu denen zwar (gerade auch international) bereits Fakten und Konzepte vorliegen. Häufig sind diese in Deutschland jedoch kaum praktisch erprobt und bedürften beispielsweise Machbarkeitsstudien und Demonstrationsprojekte.

Ergänzend wurden Themen genannt, die mit der Windenergieentwicklung nur mittelbar in Verbindung stehen, diese jedoch nachhaltig beeinflussen können. Diese Ansätze scheinen wieder stärker in den Fokus zu rücken, sodass einige Experten Handlungsbedarf darin sahen, auch grundlegende Fragen zur zukünftigen Energiestrategie in Deutschland nicht auszuschließen. Wiederholt wurde auch angesprochen, dass an die Windenergie erhöhte Standards (im Hinblick etwa auf den Natur- und Artenschutz oder Schallemissionen) angelegt würden. Systematische Quervergleiche mit anderen Vorhabentypen und Sektoren wurden im Kontext dieser Handlungsfeldanalyse allerdings nicht verfolgt.

Schließlich haben wir die genannten Handlungsoptionen in drei Kategorien (Box 1) eingestuft und zur Diskussion gestellt<sup>8</sup>. Hierbei unterschieden wir zwischen Fragestellungen, die durch jüngere Vorhaben bereits ergründet werden, sodass der zusätzliche Handlungsbedarf gering erscheint (◆). Eine zweite Kategorie kennzeichnet Fragestellungen, die zwar bereits aufgegriffen werden, jedoch nicht in allen Facetten bereits hinreichend betrachtet werden (◆). Hier besteht ergänzender Handlungsbedarf. Die dritte Kategorie beschreibt Fragestellungen, bei denen sich vertiefter Handlungsbedarf abzeichnet (◆). Hier erscheinen die Herausforderungen besonders groß, es befassen sich aktuell kaum Akteure mit diesen Themen bzw. in noch nicht ausreichendem Maße. Da häufig im Fließtext bereits auf den jeweiligen Erkenntnisstand eingegangen wird, finden sich Hinweise mit geringem Handlungsbedarf (◆) seltener in den zusammenfassenden Textboxen.

---

<sup>8</sup> Die Handlungsoptionen sind in den jeweiligen Textboxen nach thematischem Kontext gereiht – nicht nach Priorisierung.

*Box 1: Einstufung der Handlungsoptionen*

- 
- ◆ Wenig weiterer Handlungsbedarf (identifizierte Fragestellungen werden u. a. durch jüngere Vorhaben ergründet etc.)
  - ◆ Ergänzender Handlungsbedarf (z. B. Fragestellungen werden zwar bereits aufgegriffen, jedoch nicht in allen Facetten betrachtet)
  - ◆ Vertiefter Handlungsbedarf (d. h. aktuell kaum oder nicht hinreichend behandelt)
- 

### 3.3 Konsolidierungsphase

Einen wesentlichen Teil der aufgezeigten Handlungsoptionen hatten wir zwischenzeitlich während eines Workshops im April 2017 vorgestellt und mit den teilnehmenden Experten verschiedener Akteursgruppen (Abbildung 4) diskutiert.

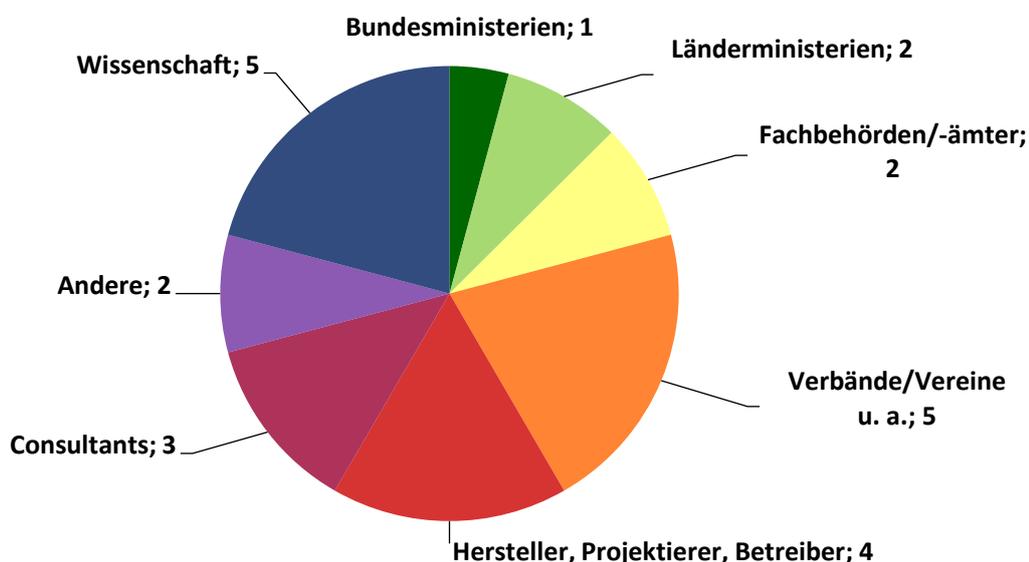


Abbildung 4: Verteilung der Workshop-Teilnehmenden (n = 24)

Während des Konsolidierungsworkshops wünschten sich einige Teilnehmer, eine Umfrage zur Priorisierung des Handlungsbedarfs durchzuführen. Folglich hatten wir ergänzend alle bis April 2017 beteiligten Experten eingeladen, an einer Online-Umfrage teilzunehmen. Die Teilnehmenden konnten die ca. 20 Themengebiete auf einer Skala (nachrangig – neutral – vorrangig) in ihrer Bedeutung einschätzen sowie ergänzende Kommentare (weitere Handlungsoptionen, Themengebiete und Anmerkungen) anfügen.

Ausgewählte Ergebnisse dieser Online-Umfrage betrachten wir textintegriert; da sich häufig kein eindeutiger Trend in den Ergebnissen feststellen ließ, verzichteten wir auf eine Volldokumentation der Umfrageergebnisse. Die Ergebnisse dieser Abfrage sind unter den folgenden Einschränkungen zu verstehen:

- Von 54 eingeladenen Teilnehmenden haben sich 23 an der Online-Umfrage beteiligt. Auch hier ist ein breites Spektrum an Akteuren vertreten.

- Individuelle Antworten einzelner Akteursgruppen haben somit einen maßgeblichen Einfluss auf das Gesamtergebnis.
- Das Umfragedesign hat die Nichtbeantwortung einer Frage oder Teilfrage zugelassen, sodass nicht jeder Teilnehmer jedes Themengebiet behandelte.

Demzufolge wäre eine Priorisierung des Handlungsbedarfs aufgrund unvollständiger Rückmeldungen sowie des eingeschränkten Teilnehmerspektrums kaum möglich. Anmerkungen aus der Konsolidierungsphase (Workshop, wenige schriftliche Stellungnahmen und Mitteilungen sowie Umfrageergebnisse) haben wir ebenso in den vorliegenden Schlussbericht eingearbeitet wie auch einige im Kontext der Abschlussveranstaltung im September 2017 eingegangene, teilweise ausführliche Hinweise. Auf der *Conference on Wind Energy and Wildlife 2017*<sup>9</sup> haben wir wesentliche Ergebnisse der Handlungsfeldanalyse vorgestellt (*Keynote: A Pioneer in Transition: A Horizon Scan of Emerging Issues in Sustainable Wind Energy Development*) und mit der internationalen Fachöffentlichkeit diskutiert.

---

<sup>9</sup> 06.-08.09. September, Estoril, Portugal.

## 4 Handlungsoptionen

Auf Grundlage der initialen Rahmenthemen, Expertengespräche, Literaturanalyse und der Konsolidierungsphase konnten wir darlegen, welche Handlungsoptionen und Themengebiete bereits relativ gut bekannt sind oder im Zentrum von Aktivitäten stehen. Im Wesentlichen offene Handlungsoptionen werden im Folgenden für die drei Handlungsfelder Arten- und Naturschutz, Planung und Technologien sowie Kommunikation und Teilhabe zusammengefasst.

Im Handlungsfeld **Natur- und Artenschutz** wurden bereits viele Vorhaben und punktuelle Maßnahmen vor allem auf der Mikroebene<sup>10</sup> durchgeführt. Darüber hinaus bräuchte es Ansätze auf höheren Planungsebenen und Maßstäben, z. B. durch Schutz- und Entwicklungsprogramme für besonders relevante Arten auf (über-)regionaler bzw. Landschaftsebene – nicht zuletzt, um möglichst einer populationsrelevanten Kumulation von Anlagenstandorten und Effekten mit anderen Infrastrukturobjekten zu begegnen. Auch anspruchsvolle Untersuchungen und Vorschläge zur Optimierung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen bleiben eine wichtige Handlungsoption. Dies umfasst die möglicherweise aufwändige Erprobung von international zunehmend untersuchten Vergrämungsmaßnahmen, die der Vertreibung von Individuen aus der Gefahrenzone von Windenergieanlagen dienen, sowie Technologien zur bedarfsgerechten Abschaltung.

Um die im wissenschaftlichen Diskurs stehenden Themenbereiche im Handlungsfeld Arten- und Naturschutz der jüngeren Zeit abzubilden, haben wir wesentliche Themen betrachtet, die auf der zweijährig stattfindenden CWW Konferenzserie von 2013 bis 2015 und des NWCC *Wind Wildlife Research Meeting XI 2016* präsentiert wurden. Umfasste das Themenspektrum auf der CWE 2013 (*Conference on Wind power and Environmental impacts*) auch soziale Auswirkungen und Wahrnehmungen, so wurde der Fokus 2015 (und auch 2017) auf Arten- und Naturschutzaspekte gelegt. Neue Themen wie *Adaptive Management* [25, 26], *Ecosystem services* [27] und *Population impacts and cumulative effects* [28, 29] rückten hierbei 2015 stärker in den Fokus. Zur CWW 2017<sup>11</sup> fanden sich etwa langjährige Monitoringergebnisse (z. B. zur Lebensraumbeeinflussung des Wolfes in Portugal und zu Verdrängungseffekten auf Seevögel und marine Säuger), gleichzeitig wurde der Blick weiter auf technische Neuerungen gelenkt, wie etwa Vorrichtungen, um die Verbleiberate von Schlagopfern, d. h. die *carcass persistence rate*, an Windenergieanlagen abzuschätzen (beispielsweise durch Fotofallen) oder die Sichtbarkeit der Rotorblätter für die Avifauna zu erhöhen.

Auf der US-amerikanischen NWCC *Wind and Wildlife*-Tagung wurden etwa Modellierungsansätze auf Landschaftsebene [30] vorgestellt (Plenumsthema: *Using modeling to inform siting of wind energy at a landscape scale*). Bei der Windenergie auf See richtete sich der Blick unter anderem auf Verdrängungseffekte von Seevögeln [31–33]. Doch auch statistische Methoden der Mortalitätsschätzungen wurden diskutiert; so stellte Bat Conservation International ein Vorhaben zur Erstellung eines sogenannten *generalized estimator* (GenEst) vor [34]. Dieses Vorhaben wird detaillierter in Kapitel 4.2.1 (S. 41) dargestellt. Weitere Themen befassten sich mit Vermeidungsmaßnahmen, wie etwa ultravioletter Beleuchtung, die die Fledermausaktivität an Windenergieanlagen senken könnte [35]. Auch das

---

<sup>10</sup> D. h. Vorhaben, die ähnlich wie das Greifvögel-Vorhaben von Hötter et al. [8] Wissen zu den Auswirkungen der Windenergie auf wildlebende Arten mehrten konnten und durch ihre anwendungsbezogenen Maßnahmenempfehlungen (z. B. Weglockung) in die Planungs- und Betriebspraxis aufgenommen wurden.

<sup>11</sup> <http://cww2017.pt/index.php/programme/conference-material>.

Potenzial stereo-optischer HD-Bildgebung wurde vorgestellt, um das Ausweichverhalten von Vögeln an Windenergieanlagen festzustellen [36].

Beim Handlungsfeld **Planung und Technologien** reichen Handlungsoptionen von Fragen des adäquatesten räumlichen Steuerungsansatzes, über Ansätze zur Nachhaltigkeits- und Risikobewertung bis hin zur empirischen Erkundung von Auswirkungen des Repowerings auf Anwohner und Besucher. Doch auch technische Neuerungen zur artenschutzrechtlichen Ertüchtigung von Windenergieanlagen sowie anpassungsfähige Planungs- und Managementstrategien scheinen in den Fokus zu rücken. Häufig zeigt sich bei Themengebieten zu *Planung und Technologien* ein Bezug zu den anderen Handlungsfeldern *Natur- und Artenschutz* sowie *Kommunikation und Teilhabe*, da technische Maßnahmen, wie beispielsweise die aktuell v. a. in den USA untersuchten Vergrämungsmaßnahmen oder auch die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung von Windenergieanlagen, entwickelt wurden, um den Windenergieausbau umwelt- und sozialverträglicher zu gestalten. Hier bedarf es oftmals eines empirischen Nachweises der Wirksamkeit, etwa einer verbesserten Akzeptanz durch die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung oder Repowering-Vorhaben sowie der artenschutzrechtlichen Belastbarkeit bestimmter Vermeidungs- und Vergrämungsmaßnahmen.

Auch im Handlungsfeld **Kommunikation und Teilhabe** erproben bereits viele Akteure sozialverträgliche und faire Maßnahmen zum Ausbau der Windenergie. Dennoch wurde wiederholt der Wunsch nach geeigneten Formaten für einen unabhängigen, sachgerechten Erkenntnistransfer geäußert. Ansätze zum fair(er)en Ausgleich von Windenergieerträgen werden unter dem Aspekt der Verteilungsgerechtigkeit weiterhin thematisiert. Auch übergreifende Bilanzierungsansätze könnten geschaffen werden, um auch die Wohlfahrtswirkungen der Windenergie, wie Klimaschutzeffekte, regionale Wertschöpfung und Arbeitsplatzeffekte transparenter zu machen (sog. *Co-Benefits* [37]).

Im **Offshore-Bereich** wird u. a. durch einen aktuellen Überhang an bereits genehmigten Vorhaben in den kommenden Jahren der Fokus verstärkt auf den Bau und die Inbetriebnahme der Offshore-Windparks fallen. Ein weiteres Augenmerk lag zwischenzeitlich auf der Entwicklung des Schallschutzkonzeptes für die Ostsee, nachdem die Konzepterstellung für den Nordseebereich bereits abgeschlossen wurde<sup>12</sup>. In den kommenden Jahren steht zudem ohnehin die Fortschreibung der Raumordnungspläne für die ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) in Nord- und Ostsee einschließlich Strategischer Umweltprüfung (SUP) an<sup>13</sup>. So haben wir uns im Zuge der Handlungsfeldanalyse überwiegend der Windenergie an Land gewidmet. Sie verfolgt das ursprüngliche Ziel einer dezentralen Energiewende. Zudem scheint eine integrierte Betrachtung der drei Handlungsfelder (Arten- und Naturschutz, Planung und Technologien, Kommunikation und Teilhabe) für die Windenergie an Land besonders vertiefbar.

Abbildung 5 stellt ca. 20 identifizierten Themengebiete dar. Hierbei zeigt sie auf der x-Achse die Zugehörigkeit eines Themengebietes zu einem Themencluster (*Faktencheck, Modelle schaffen, Proof of Concept*). Auf der y-Achse werden die Themengebiete den drei Handlungsfeldern Arten- und Naturschutz, Planung und Technologien und Kommunikation und Teilhabe zugeordnet.

---

<sup>12</sup> [https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/awz/Dokumente/schallschutzkonzept\\_BMU.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/awz/Dokumente/schallschutzkonzept_BMU.pdf).

<sup>13</sup> Prozessbegleitend wird ein wissenschaftlicher Begleitkreis einberufen.

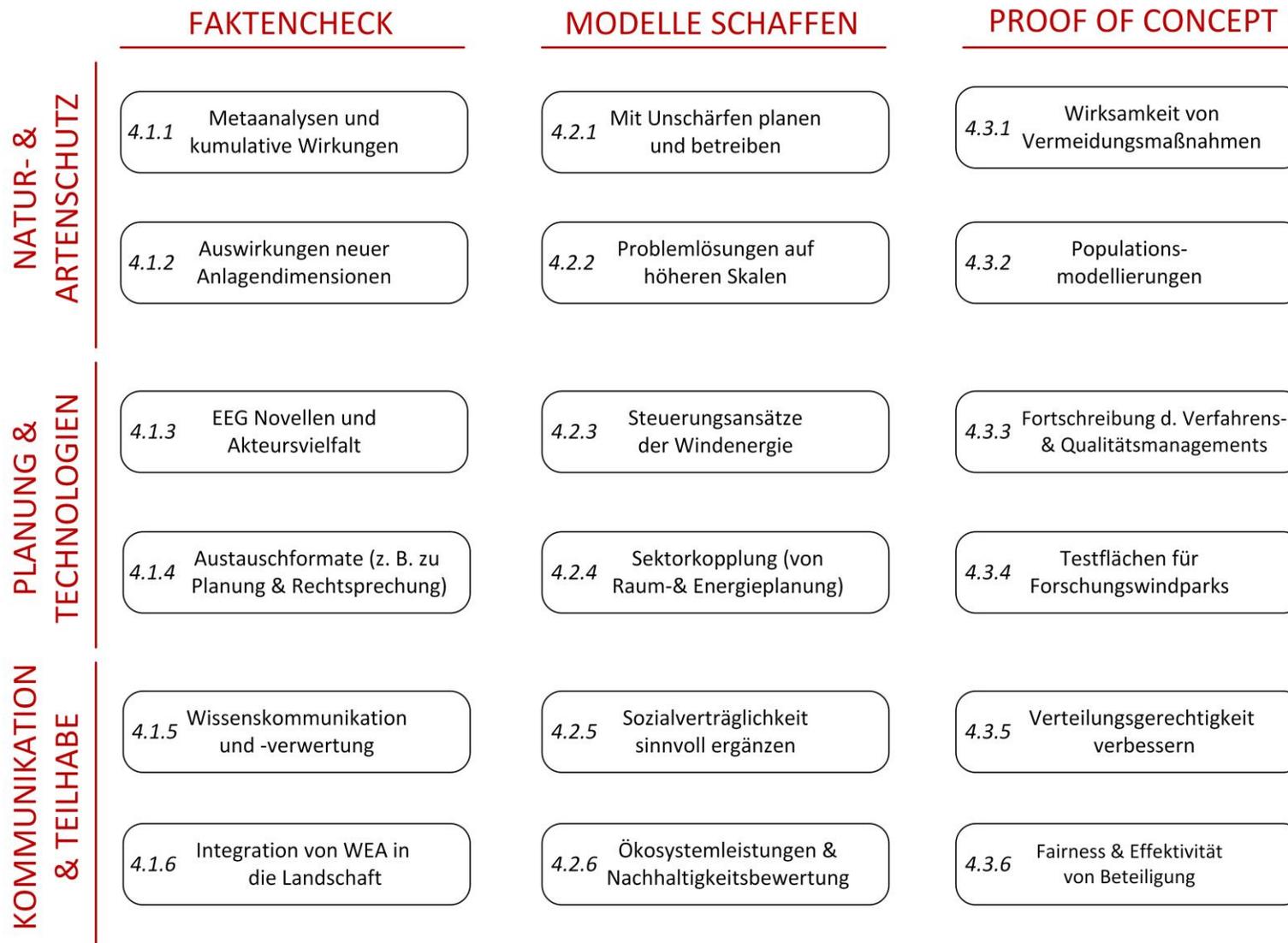


Abbildung 5: Themenmatrix identifizierter Themengebiete im Handlungsfeld Windenergie (x-Achse: Themencluster Faktencheck, Modelle schaffen und Proof of Concept; y-Achse: Handlungsfelder Natur- und Artenschutz, Planung und Technologien sowie Kommunikation und Teilhabe)

## 4.1 Faktencheck

Im Cluster *Faktencheck* finden sich Themen wieder, bei denen eine Versachlichung bislang oft schwierig ist, weil es an dafür erforderlichen empirischen Erhebungen mangelt sowie einer verbesserten Kommunikation der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft und ihrer Grenzen bedarf. Wiederholt wurde der Wunsch nach neutraler Informationsvermittlung geäußert (d. h. jenseits von ressort-spezifischer Zuordnung etwa). Unter den in diesem *Faktencheck*-Cluster zusammengefassten Themengebieten treten insbesondere drei hervor, da sich bei ihnen ein klarer Handlungsbedarf abzeichnet. Erstens ist das die Auseinandersetzung mit den Auswirkungen neuer Anlagendimensionen auf die Anwohner, Landschaft und gefährdete Tierarten – eine Frage, die insbesondere, aber nicht ausschließlich aufgrund des an Relevanz gewinnenden Repowerings bedeutend ist. Zweitens gibt es viele Rufe nach der Entwicklung adäquater Formate der Wissenskommunikation, welche alle Gesellschaftsschichten erreichen und einen sachlichen Austausch zwischen verschiedenen Positionen ermöglichen kann. Schließlich bieten auch Studien zur Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft wichtige Handlungsoptionen.

### 4.1.1 *Metaanalysen und kumulative Wirkungen*

#### *Data-Mining*

Die Errichtung einer Plattform zur Zusammenschau von Forschungsvorhaben zum Thema Windenergie wurde als eine Handlungsoption dargestellt. Eine solche Plattform könnte ebenso Gutachten, Monitorings, wissenschaftliche Publikationen und weitere Literatur, ähnlich der amerikanischen Tethys-Plattform<sup>14</sup> vorhalten und breit zugänglich sein. Ansätze hierzu zeige teilweise das Internet-Portal *EnArgus*<sup>15</sup>, welches eine Übersicht über laufende und abgeschlossene Forschungsvorhaben rund um das Thema *Energieforschung* bietet. Es sei sinnvoll, Vorhaben in diese bestehende Plattform einzuspeisen. Verschiedene Akteursgruppen zeigten Handlungsbedarf in der Zusammenführung und systematischen Auswertung von (Monitoring-)Daten auf. Die Anwendung auch statistischer Methoden auf große Datenbestände wird auch als *Data-Mining* bezeichnet und soll es ermöglichen, Trends und Muster zu identifizieren<sup>16</sup>. (Monitoring-)Daten werden nach aktueller Genehmigungslage von Projektierern und Betreibern erhoben und bei der zuständigen Genehmigungsbehörde eingereicht. Folglich werden derzeit bereits viele Daten erhoben, können jedoch nicht systematisch herangezogen werden, um übergeordnete Informationen zu Vogel- und Fledermausaktivitäten<sup>17</sup> oder etwa der Kollisionshäufigkeit und -ursache<sup>18</sup> zu gewinnen.

Die zentrale Fundkartei über Anflugopfer an Windenergieanlagen<sup>19</sup> der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg verfolgt das Ziel, die bisherigen Erkenntnisse zur Verdrängungswirkung von Windenergieanlagen auf Brut-, Zug- und Rastvögel sowie zur Gewöhnung einiger Arten um Erkenntnisse zur unmittelbaren Gefährdung einzelner Vogel- und Fledermausarten zu erweitern. Die Datenbank stellt jedoch keinen umfassenden Ansatz zur Datenerhebung dar; sie beinhaltet Zufallsfunde als auch einzelne

---

<sup>14</sup> <https://tethys.pnnl.gov/>.

<sup>15</sup> <https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/?op=enargus.eps2>.

<sup>16</sup> <https://www.merriam-webster.com/dictionary/data%20mining>.

<sup>17</sup> Beispielsweise durch Gondelmonitorings zur Aktivität von Fledermausarten an Windenergieanlagen.

<sup>18</sup> Z. B. bestimmte Anlagenparameter oder Landnutzungsarten.

<sup>19</sup> <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.321381.de>.

Daten aus stichprobenartigen Untersuchungen. Weiterer Handlungsbedarf wird darin gesehen, systematische Datenbank- und Analyseansätze zu fördern, um systematischere Analysen der Monitoring-Ergebnisse zu ermöglichen.

Die Datenbank des *American Wind Wildlife Institute (AWWI)*<sup>20</sup> verfügt über Monitoring-Berichte sowie graue Literatur (z. B. Forschungsberichte, Weißbücher, technische Berichte). Aktuell werden diese und auch unveröffentlichte, anonym behandelte private Daten im Kontext einer Metaanalyse gesichtet. Gleichzeitig wurde im Kontext der Handlungsfeldanalyse auf möglicherweise überzogene Erwartungen hingewiesen, die schon aufgrund heterogener Ausgangsdatenlagen schwer erfüllbar seien. Anlässlich des US-amerikanischen *Wind Wildlife Research Meeting XI* (Dezember 2016) stellte eine biostatistisch besonders ausgewiesene Teilnehmerin daher den Gedanken einer standardisierten Zufallsstichproben-Evaluation von Windenergieprojekten (> 30) als zielführenderen Ansatz für Metaanalysen heraus. In Deutschland wird ein solcher Ansatz jedoch rasch mit der bereits sehr aufwändigen PROGRESS-Studie [10] in Verbindung gebracht und daher als eine eher unwahrscheinliche Handlungsoption bezeichnet. Offenbar herrscht bisweilen auch großes Misstrauen, wenn Studien und Untersuchungen an Windenergieanlagen veröffentlicht werden (vgl. Weber et al., eingereicht [38]). Als mögliche Handlungsoption wurde hierfür ein transparenter Ansatz unter enger Kooperation von Gutachtern und kompetenten und unabhängigen Wissenschaftlern (*peer review*) herausgestellt.

In einer Pilotstudie für den Windenergiesektor auf See wird ein weiterer, ambitionierterer Ansatz aus Großbritannien – das *Industry Evidence Programme (IEP)* – erprobt. Dieser IEP-Ansatz zielt darauf ab, Daten zahlreicher UVP-Verfahren zusammenzuführen und durch Trendanalysen Erkenntnisse für nachfolgende *Scoping*-Phasen zu gewinnen. IEP<sup>21</sup> beabsichtigt v. a., sektorenspezifisch alle Umwelt- und Monitoringberichte (unter Konsultation und Konsens aller Akteure) zu sammeln, zu analysieren und zu vergleichen [40]. Mit solchen Metastudien erhofft man sich, zur Verbesserung der Planung und des Betriebs von Windenergieanlagen beizutragen [41, 42], indem einerseits ein Ansatz zur Ermittlung des kumulativen Fußabdrucks der Windenergie geschaffen und andererseits dazu beitragen wird, durch Lernschleifen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zu optimieren, aber auch redundante bzw. weniger entscheidungserhebliche Datenerhebungen womöglich einzuschränken.

#### *Kumulative Wirkungen*

Weiterer Handlungsbedarf bestehe im Monitoring von Offshore-Windpark-Clustern, insbesondere zur Betrachtung kumulativer Wirkungen mehrerer Windenergieanlagen und Windparks. Auch fehle es bislang an einer großräumigen, grenzüberschreitenden Auswertung von bereits vorhandenen (Monitoring-)Daten im Meeresraum. Aufgrund des verpflichtenden bau- und betriebsbegleitenden Monitorings sei dort die Datengrundlage zwar vergleichsweise komfortabel. Die großräumige, auch grenzüberschreitende Auswertung der Daten stelle jedoch eine ausstehende Handlungsoption dar. Dennoch fehle es noch an einer Systematik, um die Ergebnisse aus den Monitorings wissenschaftlich und möglichst grenzüberschreitend auswerten zu können.

Weiterhin wurde die Frage adressiert, inwieweit die kumulativen Wirkungen der Windenergie an Land, auch in Kombination mit anderen möglichen Todesursachen (z. B. Verkehr, Freileitungen, konventio-

---

<sup>20</sup> <https://awwic.nacse.org/library.php>.

<sup>21</sup> Die Analyse soll dazu beitragen, zukünftig signifikante Umweltauswirkungen besser zu beschreiben und Erkenntnisse aus Monitorings in neuere UVP-Prozesse einzuspeisen [39].

nelle Landwirtschaft), festgestellt werden könnten [vgl. auch 43]. Es wurde Handlungsbedarf dahingehend identifiziert, den rechtlichen und behördlichen Umgang mit kumulativen Wirkungen zu forcieren. Zwei Beispiele aus der Schweiz und den USA mögen dies veranschaulichen und als Modelle für ähnliche Studien in Deutschland dienen – sofern solche Studien akteursübergreifend konzipiert und begleitet würden:

Eine schweizerische Studie für eine Fläche von ca. 2.000 km<sup>2</sup> im Jura untersucht die kumulativen Wirkungen von 145 geplanten Windenergieanlagen auf die Populationsentwicklungen einiger bedrohter Vogelarten und zweier Fledermausarten<sup>22</sup>. Die Studie wurde u. a. von der Schweizerischen Vogelwarte unter Verwendung stochastischer Simulationsmodelle zu Populationsentwicklungen durchgeführt und stützt sich auf eine Datenbasis aus Literatur und Fachgutachten zu den betrachteten Tierarten. Die Modellierung wies darauf hin, dass die Errichtung und der Betrieb aller geplanten Windenergieanlagen im Untersuchungsgebiet erhebliche kumulative Wirkungen (Lebensraumverlust und Kollisionsrisiko) auf die Populationsentwicklung der untersuchten Arten haben würden [44].

Das US-amerikanische (behördliche) *Eagle Management* für Steinadler (*Aquila chrysaetos*) und Weißkopfeadler (*Haliaeetus leucocephalus*) schätzt die kumulativen Wirkungen für beide Arten in den USA ab [45, 46]. Populationsmodelle in Kombination mit Schätzungen besetzter Brutstandorte konnten einen Populationsanstieg für beide Arten feststellen. Darauf aufbauend wurden ein „konservatives“ und ein „liberales“ *Eagle Management* (zum Erhalt bzw. Anstieg der Population) vorgeschlagen, welche verschiedene maximal tolerable Störungs- und Mortalitätsraten (*take rates*) für beide Arten ansetzen [46] und spezifische Bestimmungen für die Erlangung eines *incidental take permits* (artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung in den USA) bei Windenergievorhaben festlegen [45].

Forschungsergebnisse des PROGRESS-Vorhabens in Deutschland lenkten den Blick auch auf die flächendeckend vorkommende Greifvogelart – den Mäusebussard (*Buteo buteo*). Anlässlich dieser neuen Erkenntnisse wurde eine exemplarische Analyse kumulativer Wirkungen verschiedener Landnutzungen (z. B. durch Straßen, Bahntrassen, Landwirtschaft, Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien und Stromleitungen) für diese und andere relevante Tierarten als Handlungsoption angeregt. In einem weiteren Schritt sei in einer Machbarkeitsstudie auch zu diskutieren, inwiefern Konsequenzen aus einer kumulierten Gefährdungslage relevant seien.

Auch eine (kumulativ angelegte) Studie zu Umfang und Zeitfenster forstlicher Arbeiten (z. B. Holzeinschlag) im Zusammenhang mit den Auswirkungen von Windenergieanlagen auf bestimmte Fledermausarten wurde angesprochen, um beeinflussende Faktoren für die Vorkommen von Großem (*Nyctalus noctula*) und Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) unter Berücksichtigung des Einflusses der Windenergienutzung zu analysieren. Um die Beeinträchtigungen mindern zu können, könnte ein schonenderes Forstmanagement entwickelt und erprobt werden.

Mit Blick auf erste Forschungserkenntnisse zum Insektensterben in deutschen Schutzgebieten [47] wurde auch darauf hingewiesen, dass etwa die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf wirbellose Tierarten (insbesondere Insektenarten) nahezu unerforscht blieben [vgl. 48]. Andererseits fehle es

---

<sup>22</sup> Rotmilan (*Milvus milvus*), Heidelerche (*Lullula arborea*), Auerhuhn (*Tetrao urogallus*), Uhu (*Bubo bubo*), Waldschnepfe (*Scolopax rusticola*), Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), Breitflügel-Fledermaus (*Eptesicus serotinus*).

hierfür bislang an Handlungsoptionen. Eine Annäherung biete sich möglicherweise mittels *environmental DNA*<sup>23</sup>, welche das genetische Material aus ökologischen Proben (Boden, Wasser, Sedimenten, Tierkadavern, etc.) beschreiben kann [49–51]. Eine hinreichende Entwicklung der Methode vorausgesetzt, könne das Verständnis über die betroffenen Insektenarten und möglichen Folgen für Beutetiere (so z. B. vermindertes Nahrungsangebot für Fledermausarten) wachsen.

Im Zuge der Handlungsfeldanalyse wurde eine weitere Handlungsoption zur Frage „*Inwiefern ist ein Ausbau von Erneuerbaren Energien möglich unter anspruchsvoller Berücksichtigung naturschutzfachlicher Belange?*“ benannt. Dies setze eine Analyse arten- und naturschutzfachlicher Belange in feinem Maßstab (z. B. unter detaillierter Anwendung der Abstände des Helgoländer Papiers [52] und möglicher Schutzabstände zu neuen Schutzgebietskategorien nach BNatSchG, wie Höhlen und Stollen [53] etc.) voraus.

*Box 2: Handlungsoptionen Metaanalysen*

- 
- ◆ Metaanalysen und *Upscaling* von Erkenntnissen auf einer Meso-Ebene (z. B. Plattform zur Gesamtschau von Erkenntnissen aus Gutachten und Monitorings)
  - ◆ *Peer review* Prozess zur ‚Veröffentlichung von Ergebnissen faunistischer Untersuchungen im Windpark‘ in Kooperation zwischen Gutachtern und Wissenschaftlern
  - ◆ Stichprobenevaluation von Windenergieprojekten zum Kollisionsrisiko – Zufallsstichproben zu den Auswirkungen von Windparks mit standardisierten Erhebungen
  - ◆ Monitoring von Windpark-Clustern zur Verfolgung und Bewältigung kumulativer Wirkungen mehrerer Windenergieanlagen und ihrer Wirkungen an Land und auf See
  - ◆ Potenzialstudie der Windenergie zu naturschutzfachlichen Belangen (Analyse arten- und naturschutzfachlicher Belange in feinem Maßstab, z. B. inkl. räumlicher Umgriff Helgoländer Papier)
- 

#### 4.1.2 Auswirkungen neuer Anlagendimensionen

Mit wachsenden Anlagendimensionen (höhere, raumgreifendere Strukturen, größere Rotoren) bedarf auch das Wissen über die Auswirkungen der Windenergie einer Fortschreibung. Bislang hinkt das in entsprechenden Genehmigungsverfahren jeweils erforderliche Wissen stets den tatsächlichen Auswirkungen neuer Anlagendimensionen hinterher. Dies sei zwar im Zuge von Forschungs-Windparks ggf. adressierbar, allerdings setzten solche Standorte dann auch relevante Artenvorkommen voraus. Erschwerend komme hinzu, mit der Innovationsgeschwindigkeit und Schnelligkeit, mit der neue Anlagen vom Markt angenommen werden, Schritt zu halten. Andererseits könne sich die Industrie allmählich einem technischen Optimum annähern.

Aufgrund der aktuellen Situation, v. a. auch hinsichtlich veränderter Artenschutz- und Planungsvorgaben gestaltet sich ein Repowering von Altanlagen aufwändig. Man erhofft sich z. B. positive Effekte,

---

<sup>23</sup> *Environmental DNA* (eDNA) bezeichnet Gen-Material, das aus Umweltproben, z. B. aus Boden, Sedimenten oder Wasser, extrahiert wird anstatt direkt von einem spezifischen Organismus. Es kann also Aufschluss darüber geben, welche Organismen sich in oder in der Nähe den untersuchten Proben aufgehalten haben. Diese Art der Analyse ist einfach zu standardisieren, kosteneffizient durchzuführen und nicht invasiv [49].

wie Entlastung des Landschaftsbildes durch Anlagenreduzierung und Drehzahlminimierung), einen Mehrwert für den Artenschutz (durch ggf. größere rotorfreie Bereiche und Zugschneisen) sowie eine Effizienzsteigerung.

Bestandsanlagen liegen nunmehr teilweise außerhalb von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten, was einen Weiterbetrieb bzw. ein Repowering nach Ablauf der Entwurfslebensdauer (d. h. nach ca. 20 Jahren) erschwere oder verhindere. Im Jahr 2014 waren die zurückgebauten Windenergieanlagen durchschnittlich 17 Jahre alt [54]. Aus Sicht einiger Projektierer könne sich ein Repowering mitunter jedoch auch früher rechnen, sobald die Windenergieanlage abbezahlt sei, beispielsweise nach ca. 10–12 Jahren für Windenergieanlagen in Norddeutschland. Wahrscheinlicher sei der Rückbau deutlich älterer Anlagen [54], insbesondere mit Hinblick auf das Ausschreibungsdesign im EEG 2017 und den in der Ausschreibung aufgerufenen Preisen. Handlungsbedarf äußere sich darin, dass es bislang kaum systematische und zugängliche Betrachtungen zu den Auswirkungen von Repowering-Vorhaben gibt [partielle Betrachtungen beispielsweise bei 8, 55].

Die bisher angenommenen Auswirkungen des Repowerings auf die Fauna unterscheiden sich artenspezifisch stark [56], wobei auch die Art des Repowerings entscheidend ist. Hierbei zeigte sich, dass sich insbesondere eine statistische Auswertung der im Verlauf von Begehungen und Monitorings erhobenen Daten unter Betrachtung verschiedener, sich verändernder Anlagenparameter (Anlagenhöhe, Rotordurchmesser, unterschiedliche Befeuereungsregimes<sup>24</sup>, umgebende Habitatstrukturen) neuerer Anlagendimensionen und -typen empfehle. Die Analyse dieser Daten sowie der Vergleich mit Ergebnissen aus Kollisionsopfersuchen könnte dazu beitragen, die Einflüsse der Anlagenparameter verschiedener Windenergieanlagen (wie auch dem Abstand der Rotorfläche zum Boden) und naturräumlichen Standortparameter auf das Kollisionsrisiko relevanter Tierarten zu erheben.

Darüber hinaus stellen sich neben den wirtschaftlichen Aspekten des Zubaus neuer Anlagen unterschiedlicher Dimensionen weitere Fragestellungen: Tragen Repowering-Projekte durch die Verringerung der Anlagenanzahl zur Akzeptanzsteigerung bei (wie z. B. von Twele und Liersch angenommen [57] S. 551)? Es stelle sich weiterhin die Frage, ob neue Anlagendimensionen eine bisher herrschende, prinzipielle Zustimmung in Windenergie-geprägten Regionen möglicherweise gefährden können. Neben der empirischen Erforschung dieser Fragestellung bietet diese Handlungsoption auch Anknüpfungspunkte zu Fragen der *Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft* (Kapitel 4.1.6) sowie *Steuerungsansätze der Windenergie* (Kapitel 4.2.3).

Mehrheitlich schätzten die Teilnehmenden an der Online-Umfrage das Themengebiet *Auswirkungen neuer Anlagendimensionen* als vorrangig ein (Abbildung 6). Hierbei dürfe jedoch nicht ausschließlich Repowering betrachtet werden, sondern beispielsweise auch die Errichtung von Multimegawatt-Turbinen an einem neuen Standort.

---

<sup>24</sup> Beispielsweise gedimmte, fehlende, stroboskopische und verschieden farbige Beleuchtung.

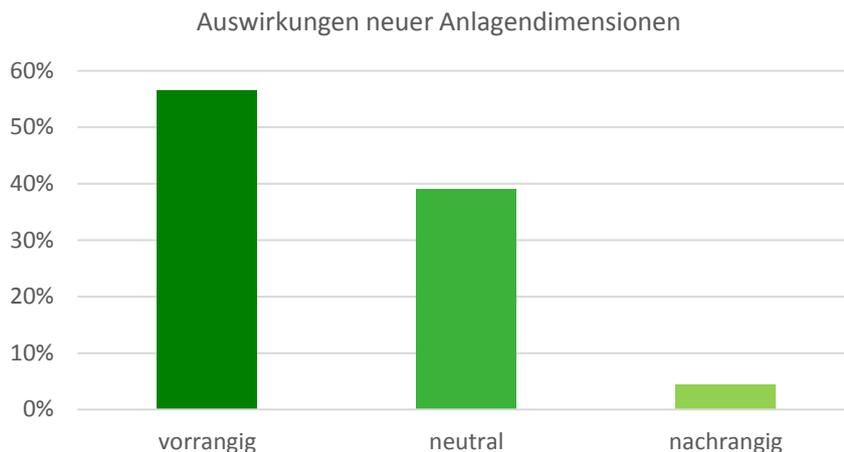


Abbildung 6: Einschätzung der Handlungsoptionen im Themengebiet Auswirkungen neuer Anlagendimensionen (Umfrageergebnisse; n= 23)

Auch im Offshore-Bereich werden bis zum Jahre 2025 größere Anlagendimensionen erwartet. Mit 10–12 MW-Anlagen sei zu rechnen, sodass sich neue ökologische Fragestellungen ergeben könnten. Ergebnisse des RAVE-Vorhabens<sup>25</sup> [7] sowie anderer laufender Projekte<sup>26</sup> seien dann ggf. mit Blick auf wachsende Anlagengrößen zu überarbeiten. So deute sich mitunter an, dass sich aufgrund der steigenden Anlagenhöhen (> 220 m) andere Sichtbezüge zwischen Offshore-Windparks und Inseln ergeben könnten.

Zukünftig könnten auch *End-of-Life*-Themen, wie beispielsweise das Recycling von schwer verwertbaren Verbundwerkstoffen<sup>27</sup> in den Rotorblättern und der Gondelverkleidung weiter in den Fokus geraten [58]. Hierzu listet unter anderem das Umweltbundesamt (UBA) in seinem Ressortforschungsplan 2017 [59] ein Projekt zur ‚*Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen für einen ressourcensichernden Rückbau von Windenergieanlagen*‘. Die Frage des Recyclings und Rückbaus von Windenergieanlagen gelte insbesondere auch für die Fundamente von Offshore-Windparks, wo man auf weit weniger Rückbaupraxis bereits zurückgreifen könne als bei Anlagen an Land. Für die Windenergie auf See wurde auch das Thema des Korrosionsschutzes von Infrastrukturen aufgeworfen, wie der Konverterstationen und der Anlagen selbst.

<sup>25</sup> <http://www.rave-offshore.de/>

<sup>26</sup> <http://www.forschungsjahrbuch-energie.de/projekt/1779>.

<sup>27</sup> Z. B. carbonfaserverstärkte Kunststoffe, CFK oder Glasfaserwerkstoffe, GFK.

*Box 3: Handlungsoptionen Auswirkungen neuer Anlagendimensionen*

- 
- ◆ Effektive und günstige Konstellationen für Repowering – Studie zu den Auswirkungen und Hindernissen des Repowerings (Artenschutz & Teilhabe/Akzeptanz), ggf. Ableitung von Handlungsoptionen, Vorschläge zur Erleichterung des Repowerings
  - ◆ Statistische Auswertung der im Verlauf von Begehungen und Monitorings erhobenen Daten unter Betrachtung verschiedener Anlagenparameter
  - ◆ Entwicklung von Recyclingstrategien und ganzheitlichen *Life Cycle Assessments* für Windenergieanlagen
  - ◆ Strategie für den Rückbau von (insbesondere) Offshore-Fundamenten
- 

#### 4.1.3 EEG Novellen und Akteursvielfalt

Im Zuge der jüngsten EEG-Novelle wurde erkannt, dass mit der Einführung des Ausschreibungssystems neue Kosten, Preis- und Pönalrisiken für kleine Akteure entstehen können [60]. Um insbesondere Bürgerenergie weiterhin zu ermöglichen, wurde in der EEG-Novelle 2017 eine entsprechende Sonderregelung eingeführt und nach der ersten Ausschreibungsrunde korrigiert. Insgesamt erteilte die Bundesnetzagentur (BNetzA) im Mai 2017 70 Zuschläge für 224 Windenergieanlagen an Land. Bürgerenergiegesellschaften erhielten 96 % der Zuschlagsmenge in der ersten EEG-Ausschreibungsrunde [61]. Im Zuge der zweiten Ausschreibungsrunde im August 2017 erhielten Bürgerenergiegesellschaften 95 % der Zuschläge<sup>28</sup> [62]. Belastbare Aussagen zur Realisierungsrate werden jedoch erst zu einem deutlich späteren Zeitpunkt möglich sein. Kritische Stimmen geben zu bedenken, „dass mit einer vollkommen neuen Definition von Bürgerenergie gearbeitet wurde“<sup>29</sup>. Es müsse geprüft werden, ob alle Unternehmen, die sich als Bürgerenergiegesellschaften in der Ausschreibung ausgewiesen haben, die Kriterien von Bürgerenergie (Demokratie, Mitsprache und Mitbestimmung der Menschen vor Ort) erfüllen. So könne es denkbar sein, „dass sich in Wahrheit Großinvestoren hinter Bürgerenergiegesellschaften verbergen“<sup>30</sup>. Es sei zu befürchten, dass die Vorgaben des EEG und die Ausschreibungsmodalitäten der BNetzA nicht den Missbrauch der Vergünstigungen für Bürgerenergiegenossenschaften verhindern können<sup>31</sup>. Abhängig von der Markt- und politischen Entwicklung können Vorhaben zum Erhalt der Akteursvielfalt folglich eine Handlungsoption bieten.

---

<sup>28</sup> Die bezuschlagten Projekte zeigen jedoch eine hohe Konzentration im Bereich der Windenergie-Projektierung, so könne der überwiegende Teil der Bürgerenergiegesellschaften einem einzelnen Projektierer zugeordnet werden (<http://www.iwr.de/news.php?id=34299>).

<sup>29</sup> <https://www.buendnis-buergerenergie.de/aktuelles/news/?newsid=229&cHash=46ddadb030-fd32fd4b4d3c888d162efe>.

<sup>30</sup> <https://www.buendnis-buergerenergie.de/aktuelles/news/?newsid=229&cHash=46ddadb030-fd32fd4b4d3c888d162efe>.

<sup>31</sup> Folglich hatte der Gesetzgeber die Regularien für Bürgergesellschaften im EEG 2017 mit der Änderung des Mieterstromgesetzes zum 17. Juli 2017 angepasst [63]: Für die kommenden Ausschreibungsrunden im Jahr 2018 (vierte und fünfte Runde) müssen nun auch Bürgerenergieprojekte eine Genehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz vorlegen, um an der Ausschreibung teilnehmen zu können. Bund und Länder erörtern aktuell den Änderungsbedarf.

Ergänzende Formate werden außerhalb des Ausschreibungsdesigns angeboten, wie beispielsweise durch die Bundesländer (z. B. Nordrhein-Westfalen<sup>32</sup>), um Bürgerenergiestrukturen zu schützen. Aktuell ist das UBA bereits mit der ‚*Entwicklung und der Umsetzung eines Monitoringsystems zur Analyse der Akteursstruktur bei Freiflächen-Photovoltaik und Windenergie an Land*‘<sup>33</sup> befasst und schafft eine konsistente Datengrundlage, auf deren Basis schließlich das Monitoring der Akteursvielfalt für die ersten Ausschreibungsrunden durchgeführt werden kann.

Auch die Fachagentur Windenergie an Land e.V. (FA Wind) führte von November 2016 bis Februar 2017 eine Seminarreihe zum Thema ‚*EEG 2017 Informationen zu ausschreibungsbedingten Neuerungen für Windenergieanlage*‘ durch und stellte den Ablauf des Ausschreibungsverfahrens im Einzelnen dar<sup>34</sup>. Diese Seminarreihe legte bereits einen besonderen Fokus auf das Segment der *kleinen Akteure*. Dies wurde auch im Zuge der Onlineumfrage bekräftigt (Abbildung 7).

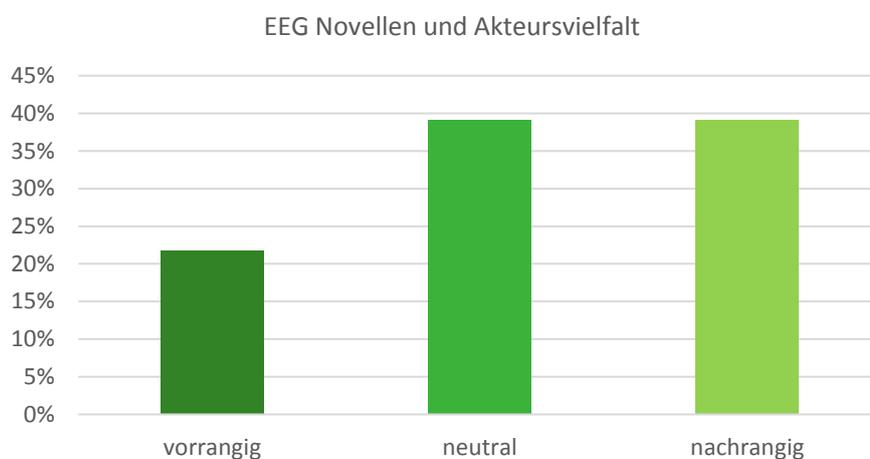


Abbildung 7: Einschätzung der Handlungsoptionen im Themengebiet EEG Novellen und Akteursvielfalt (Umfrageergebnisse; n=23)

Die Auswirkungen der erwarteten Marktberingung für örtlich gewachsene Strukturen wurden allerdings bislang nicht untersucht. So stelle sich beispielsweise die Frage, ob sich Wettbewerbsnachteile für kleine und mittelständige Unternehmen (KMU, so z. B. lokale Projektierer- und Betreiberfirmen) nachteilig auf die Akzeptanz der Windenergie erweisen könnten, da erfolgreiche Windprojekte häufig auf Vertrauen und lokal gewachsene Strukturen bauen. Hier zeigen sich Handlungsoptionen in der Analyse der Auswirkungen der Ausschreibungen nach EEG 2017 und der Ableitung möglicher Stellschrauben zur Bewahrung örtlich gewachsener Strukturen.

Box 4: Handlungsoptionen EEG Novellen und Akteursvielfalt

- ◆ Auswirkungen des Ausschreibungsdesigns auf örtlich gewachsene Strukturen (insbesondere KMU und deren lokaler Stellenwert) und Ableitung von möglichen Stellschrauben

<sup>32</sup> [http://www.energieagentur.nrw/windenergie/ausschreibungsverfahren\\_fuer\\_windenergie\\_an\\_land\\_workshop\\_fuer\\_b-uengerwindprojekte\\_paderborn](http://www.energieagentur.nrw/windenergie/ausschreibungsverfahren_fuer_windenergie_an_land_workshop_fuer_b-uengerwindprojekte_paderborn).

<sup>33</sup> <http://www.izes.de/fr/node/1835>.

<sup>34</sup> <http://www.fachagentur-windenergie.de/services/veranstaltungen/eeg-2017-ausschreibungsverfahren-fuer-windenergie-an-land.html>.

#### 4.1.4 Austauschformate (z. B. zu Planung und Rechtsprechung)

Insbesondere ein Austauschformat zwischen Planung und Rechtsprechung wurde als wichtige Handlungsoption benannt, um Verständnis für die jeweiligen Ansätze zu entwickeln. Die aktuelle Rechtsprechung beachte nicht immer die planerische Umsetzbarkeit und differenziere nicht ausreichend zwischen den regionalplanerischen und bauleitplanerischen Maßstäben und Abschichtungs-Erfordernissen. So ergeben sich eine stark ausdifferenzierte Rechtsprechung, sehr hohe Anforderungen und eine starke Eingrenzung der planerischen Abwägung – insbesondere „wenn das Planungsgebiet nur über wenige geeignete und konfliktarme Flächen verfüg[e]“ [vgl. 64]. Dies führe faktisch zu einem nicht mehr hinnehmbaren Maß der Verrechtlichung der Planungsmethoden. Der bereits durch die Fachagentur Windenergie (FA Wind) initiierte Runde Tisch ‚Windenergie und Recht‘<sup>35</sup> könnte beispielsweise diese Facetten weiter vertiefen. In diesem Format diskutieren Juristen und Planer die für die Windenergie relevantesten Gerichtsentscheidungen der letzten Monate. Das Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende gGmbH (KNE) führt (DBU-gefördert) eine Fachdialogreihe zum Thema ‚Energiewende in Landschaften mit UNESCO-Welterbe‘<sup>36</sup> durch, da vermehrt betreffende Sichtachsenveränderungen durch den Ausbau der Windenergie thematisiert wurden (z. B. Kloster Corvey, Schwäbische Eiseithöhlen und Oberes Mittelrheintal).

Box 5: Handlungsoptionen Austauschformate (z. B. zu Planung und Rechtsprechung)

- 
- ◆ Austauschformate zwischen Planung und Rechtsprechung ausbauen
- 

#### 4.1.5 Wissenskommunikation & -verwertung

Vermehrt wurde explizit auf Handlungsbedarf in der Analyse von und der Befassung mit Motiven von Windenergiegegnern hingewiesen. Hier bietet sich eine vertiefte Diskursanalyse an, um Engpässe und Klärungsbedarf zu identifizieren. Diese Analysen können zur Beantwortung der Frage beitragen, welche Hemmnisse das Handlungsfeld der Windenergie im Einzelnen beeinträchtigen und wie diese ggf. diskutiert werden können. Auch der Einfluss (lokaler) Medien könnte mittels einer solchen Analyse untersucht werden.

Einige Institutionen und Akteure befassen sich bereits mit der Kommunikation von Wissen durch Dritte: Seit 2014 ist die Fachagentur Wind u. a. mit der Auswertung windrelevanter Forschungsvorhaben im Kontext der Windenergie – beispielsweise zur Beteiligung – tätig und trägt damit zur Übermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis bei [65]. Auch beim Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE) sind zum Beispiel verschiedene Formen von Steckbriefen, Dossiers und Synopsen zu ausgewählten Themen in Bearbeitung oder liegen bereits vor [66–68]<sup>37</sup>. Darüber hinaus sondiert das KNE den Bedarf nach strukturiertem Austausch, zum Beispiel in Form von Fachgesprächen oder auch längerfristig ausgelegten Fachdialogen<sup>38</sup>. Die Faktenpapiere des Bürgerforums Energieland

---

<sup>35</sup> <http://www.fachagentur-windenergie.de/themen/rechtsprechung.html>.

<sup>36</sup> [https://www.dbu.de/projekt\\_33922/01\\_db\\_2409.html](https://www.dbu.de/projekt_33922/01_db_2409.html).

<sup>37</sup> So fassen Studien-Steckbriefe Forschungsergebnisse überblicksartig zusammen, ordnen diese in den jeweiligen fachlichen Kontext ein und stellen die Entscheidungsrelevanz der Ergebnisse dar. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden mit den Autorinnen und Autoren rückgekoppelt; bei Bedarf werden Statements weiterer Experten eingeholt.

<sup>38</sup> <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachdialog/>.

Hessen zu den Themen Natur- und Umweltschutz, Infraschall und Wirtschaftlichkeit [69–71] verstehen sich als ein Ansatz zur Vermittlung wissenschaftlichen Wissens in die Öffentlichkeit. Folglich zeigt sich, dass eine ganze Reihe von Institutionen (FA Wind, KNE, Stiftung Umweltenergierecht, Länder, Dialogforum Erneuerbare Energien und Naturschutz Baden-Württemberg<sup>39</sup>) bereits mit dem Thema befasst sind, sodass derzeit kaum weiterer Handlungsbedarf in der Drittkommunikation besteht.

Gleichzeitig ersetzt eine Drittkommunikation nicht die – verständliche – Ergebniskommunikation der Autoren von Studien selbst<sup>40</sup> [72, 73]. Insbesondere in Zeiten sogenannter alternativer Fakten und Falschmeldungen, die durch unseren heutigen Mediengebrauch schneller zirkuliert werden [74], wird der Direktkommunikation durch Experten und Wissenschaftler eine umso wichtigere Stellung zugesprochen [75]. Hier seien also neue Formate und modellhafte Unterstützung gefragt: Denn um die Deutungshoheit von Forschungsergebnissen wird zunehmend gerungen, wie etwa eine exemplarische Analyse in Folge des PROGRESS-Vorhabens verdeutlicht (vgl. Weber et al., eingereicht [38]).

Mit Formaten, wie z. B. der *Falling Walls* Tagung<sup>41</sup>, *Science Slams*<sup>42</sup> oder den *TED Talks*<sup>43</sup> präsentieren auch Wissenschaftler verschiedener Disziplinen ihre Studien- und Forschungsergebnisse der (Fach-)Öffentlichkeit. Weitere Formate mit dem Ziel, Studien- und Forschungsergebnisse unbefangen aus eigener Hand verständlich [76] vermitteln zu können, sind denkbar. Auch die Integration eines Wissenskommunikationsmoduls, d. h. eines eigenen Arbeitspakets auch in betreffende DBU-Vorhaben kann sich anbieten.

Expertengespräche mit einer Soziologin sowie einem Medien- und Kommunikationswissenschaftler deuteten des Weiteren darauf hin, dass die Energiewende keineswegs so breit gesellschaftlich abgesichert sein mag als es entsprechende Umfragen glauben machen<sup>44 45</sup>. Aktuelle Vorhaben betrachten nicht oder nur eingeschränkt alle sozialen Milieus, sodass Lösungsansätze insbesondere auf Akademiker fokussiert seien. Um zielgruppengerechte und alltagsnähere Kommunikationsstrategien ableiten und entwickeln zu können, müsse auch die sogenannte „schweigende Mehrheit“, d. h. vulnerable Gruppen aller sozialen Milieus, adressiert werden. Dahingegen verzeichneten Bürgerinitiativen (z. B. gegen den Netzausbau [79, 80]) eine breitere soziale Schichtung als manche politische Parteien. Wissenskommunikation solle folglich stärker zielgruppenorientiert ausgerichtet werden, so ein Hinweis zu dieser Handlungsoption. Grundlegenden Fragen, z. B. zur Zusammensetzung der Strompreise in Deutschland, könnte somit mehr Gewicht zukommen, um eine alltagsnähere und zielgruppengerechte Kommunikation zu ermöglichen.

Zunehmend stelle sich zudem die Frage, inwiefern die Energiewende gesellschaftlich und politisch abgesichert und gewollt sei. Widerständigen Konstellationen kann häufig kaum lokal begegnet werden,

---

<sup>39</sup> <https://baden-wuerttemberg.nabu.de/umwelt-und-leben/klima-und-energie/dialogforum-erneuerbare-energien/materialwindenergie.html>.

<sup>40</sup> So unterliegt jede Drittkommunikation auch zwangsläufig durch die unterliegenden Perspektiven und Deutungsmuster zumindest einer Prägung durch Dritte [vgl. 72].

<sup>41</sup> <http://falling-walls.com/>.

<sup>42</sup> <http://www.scienceslam.de/>.

<sup>43</sup> <https://www.ted.com/>.

<sup>44</sup> So sahen in einer vergleichenden Studie 74 % der befragten deutschen Bürger Windenergie an Land positiv, respektive 80 % Windenergie auf See und 87 % Solarenergie. Auf geringe Zustimmung als Energieträger stoßen in Deutschland hingegen Öl, Kohle und Kernkraft, die nur 28 %, 22 % bzw. 14 % positiv einschätzen [77].

<sup>45</sup> In einer Befragung des Meinungsforschungsinstituts Forsa forderte eine Mehrheit von 92 % der Befragten ein zumindest gleichbleibendes Engagement der künftigen Bundesregierung für die Umsetzung der Energiewende [78].

da häufig das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) selbst oder die Abschaffung der Privilegierung der Windenergie im Außenbereich betreffende Leitmotive darstellen [81]. Auch Akteure, die sich um umwelt- und sozialverträgliche Lösungen bemühen, sehen sich teilweise erheblichen Verunsicherungen gegenüber. Möglicherweise fehle hierzu ein Diskurs auf übergeordneter Ebene [vgl. auch 82] und stelle eine Handlungsoption dar, sofern die Energiewende als Ganzes auf dem Prüfstand erachtet werde.

Als mehrheitlich vorrangig schätzten die Umfrageteilnehmer Handlungsoptionen im Themengebiet *Wissenskommunikation* ein (Abbildung 8).

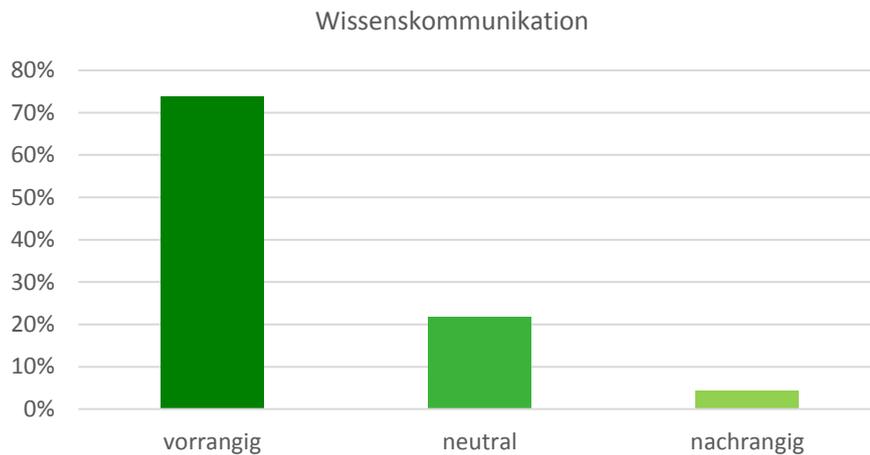


Abbildung 8: Einschätzung der Handlungsoptionen im Themengebiet Wissenskommunikation (Umfrageergebnisse; n=23)

Box 6: Handlungsoptionen Wissenskommunikation

- ◆ Ermittlung der Motive und Argumentationsmuster von Bürgerinitiativen gegen Windenergie und Initiierung einer systematischen Diskussion zu aufgeworfenen Fragen
- ◆ Welchen Einfluss haben Medien auf Entscheidungsprozesse?
- ◆ Entwicklung von Wissenskommunikations-Formaten, um eine alltagsnähere Information durch die Autoren von Studien zu ermöglichen
- ◆ Gründe für Nicht-Partizipation vulnerabler Bevölkerungsgruppen
- ◆ Integration aller sozialen Milieus in energiepolitische Diskurse

#### 4.1.6 Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft

Mit zunehmender Anzahl an Windenergieanlagen und im Laufe der Jahre stellt sich gleichzeitig die Frage, ab wann diese womöglich als zugehöriger Teil der Landschaft wahrgenommen werden. Diese Frage ist eng damit verknüpft, wie Menschen *das Davor* und *das Danach* (d. h. vor bzw. nach Errichtung von Windenergieanlagen) wahrnehmen und welche unterschiedlichen Wahrnehmungs- und Gewöhnungsmuster es gibt [vgl. 83]. Ebenso von Interesse ist, ob sich frühere Befürchtungen und Ängste der Betroffenen bestätigt oder relativiert haben. Die Analyse und der Vergleich solcher Nachuntersuchungen (*ex-post* Studien) können neue Erkenntnisse für die Planung und den Betrieb von Windenergieanlagen bringen und Informationen über Veränderungen der Akzeptanz der Windenergie (siehe hierzu

auch Umfrage von Masterstudierenden der TU Berlin<sup>46</sup> sowie die Umfrage zur Akzeptanz der Windenergie an Land 2016 der FA Wind [84]).

Landschaftsdiskurse und -narrative können helfen, die Beweggründe für und gegen Windenergie nachzuvollziehen [85]. Sie können auch darin unterstützen, Windenergieanlagen in die Landschaft zu integrieren. Hier bedürfe es Modellprojekte zu *neuen Energielandschaften* und ihren Wirkungen auf die Anwohner. Das BfN-Vorhaben *„Landschaftsbild und Energiewende“*<sup>47</sup> analysiert mögliche Entwicklungstendenzen in unseren Landschaften in den kommenden Jahren und zeigt Defizite und Handlungsbedarf beim planerischen Umgang mit der Energiewende auf.

Es stelle sich weiterhin die Frage, welche Parameter (Anzahl der Windenergieanlagen, Standortgestaltung, Integration in das Landschaftsbild und die -ästhetik) mögliche *Kipppunkte* beeinflussen können. Diese Kipppunkte beschreiben den Zeitpunkt der ästhetischen Transformation der Wahrnehmung. Eine methodische Annäherung an diese Fragestellung könne z. B. mittels Sichtachsenstudien und strukturierten Befragungen, sei es lokal oder von sogenannten berufsgruppenspezifischen *change agents*, erfolgen. Letztere seien beispielsweise Mediengestalter, da diese oftmals Kenntnisse über die Ästhetik einer Landschaft besitzen, diese in Szene zu setzen wissen und die Phantasie der Bevölkerung u. a. medial mobilisieren können. Eine Akzeptanzstudie aus Rheinland-Pfalz konnte für bereits hoch verdichtete Standorte zeigen, dass es eine hohe Toleranzschwelle der lokalen Bevölkerung geben könne – solange es gelinge, die Wohlfahrtswirkungen der Windenergie auf breite Teile der Bevölkerung zu verteilen [vgl. 86].

In einer Pilotregion wurden mit der betroffenen Bevölkerung am Beispiel von Windenergie- und Biomasseanlagen Elemente verbesserter Planungs- und Genehmigungsverfahren erarbeitet. Die gemeinschaftliche Festlegung der Rahmenbedingungen für Sichtbarkeitsanalysen (unbewegte Fotomontagen, 360° Panoramabilder und bewegte Bilder mit drehenden Rotoren sowie sich im Raum bewegenden Betrachtern) führte beispielsweise dazu, dass beide Parteien, sowohl Vorhabenträger als auch die örtliche Bürgerinitiative, die Bilder als glaubwürdig einstufte und im Verfahren anerkannte [87].

Ein weiteres BfN-Vorhaben – *„Szenarien für den Ausbau der erneuerbaren Energien aus Naturschutzsicht“*<sup>48</sup> – hat zum Ziel, verschiedene Szenarien des EE-Ausbaus im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf den Naturschutz und repräsentative Landschaftsräume zu bewerten und miteinander zu vergleichen. Die Ergebnisse könnten im Nachgang in standardisierte Methoden und einen Handlungsleitfaden einfließen.

Bislang fehle auch eine systematische Langzeitstudie zu Auswirkungen der Windenergie auf die menschliche Gesundheit [88] unter Betrachtung von mono- und multikausalen Immissionsquellen. Hier mangle es bislang an differenzierten Betrachtungen hinsichtlich der Planungsphasen (vor, während und nach Errichtung sowie im Betrieb der Windenergieanlage) und der Kumulationswirkung verschiedener Immissionsquellen (sowohl einer als auch verschiedener Quellen). Die Bedenken der Anwohnenden lassen sich bislang nicht durch die diversen, bereits existierenden Studien entkräften [88–90]. Aufgrund dessen greift das UBA auch das Thema im UFOPLAN-Projekt *„Lärmwirkungen von Infrastrahlmissionen“*<sup>49</sup> weiterhin auf und untersucht die möglichen Wirkungen tieffrequenten Schalls

---

<sup>46</sup> <http://lehre.umweltpruefung.tu-berlin.de/mapj2016/doku.php>.

<sup>47</sup> <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/landschaftsbild-und-energiewende/>.

<sup>48</sup> <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/ee-szenarien-aus-naturschutzsicht/>.

<sup>49</sup> UFORDAT Datenbank: FKZ 3714 51 1000.

von unterschiedlichen Geräuschquellen auf den Menschen. Des Weiteren wurde ein Projekt zu den generellen ‚Geräuschwirkungen bei der Nutzung von Windenergie an Land‘ ausgeschrieben<sup>50</sup>.

Handlungsoptionen im Themengebiet *Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft* wurden in der Onlineumfrage mehrheitlich als vorrangiges Handlungsfeld eingestuft (Abbildung 9).

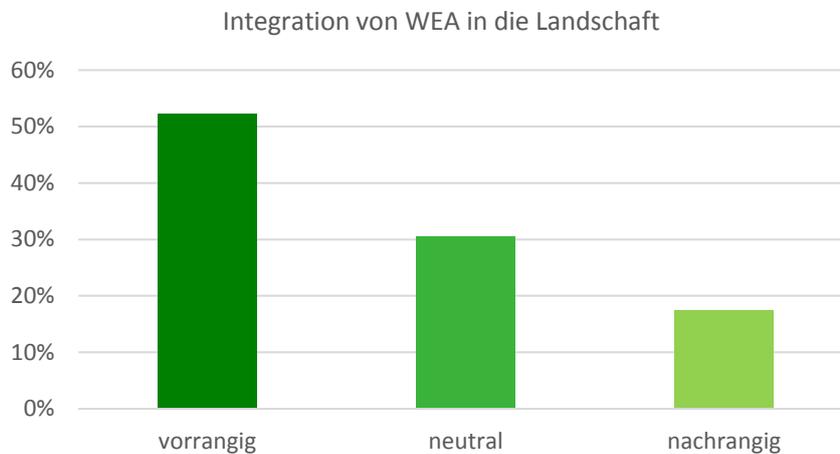


Abbildung 9: Einschätzung der Handlungsoptionen im Themengebiet *Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft* (Umfrageergebnisse; n=23)

Box 7: Handlungsoptionen *Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft*

- ◆ Treten Gewöhnungseffekte der Anwohner auf (oder haben sich vorab-Befürchtungen bestätigt)? – Wiederholungsuntersuchungen im Vergleich zu Voruntersuchungen
- ◆ Modellprojekte zu ‚neuen Energielandschaften‘ (Verwurzelung und Zugehörigkeit von Windenergieanlagen in der Landschaft)
- ◆ Standardisierungen in der Bewertung des Landschaftsbildes (z. B. mit Hilfe von Handlungsleitfaden)
- ◆ Studie zur Langzeitexposition und Auswirkungen mono- und multi-kausaler Immissionsquellen auf die menschliche Gesundheit

#### 4.2 Modelle schaffen

Das Cluster *Modelle schaffen* thematisiert Aspekte, die einen Bedarf an exemplarischen Modelllösungen und integrierten Lösungskonzepten deutlich erkennen lassen. Es lassen sich dabei drei Themenbereiche mit besonders deutlichem Handlungsbedarf ausmachen. So wird vielfach angeregt, Probleme auf höheren Skalen zu behandeln (also beispielsweise Populationseffekte auf der Landschaftsebene zu betrachten). Auch die Frage nach fortzuschreibenden Steuerungsansätzen, ob die Windenergie auf lokaler oder regionaler Planungsebene adäquater gesteuert werden kann, wird vermehrt als wichtig eingeschätzt. Handlungsoptionen im Feld der Nachhaltigkeitsbewertung werden verstärkt Zukunftsrelevanz zugeschrieben.

<sup>50</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/tab/ufoplan-0: FKZ 3717 43 110 0>.

#### 4.2.1 Mit Unschärfen planen und betreiben

##### *Best Available Science*

Bei der Prognose von Auswirkungen und Risiken im Planungs- und Genehmigungsprozess von Windenergieanlagen, insbesondere im Arten- und Naturschutz, werden stets gewisse Unsicherheiten verbleiben. Aufgrund der beobachteten Verrechtlichung der Planung sowie der offenkundigen Grenzen der naturschutzfachlichen Einschätzungsprärogative<sup>51</sup> [92, 93] bietet es sich gleichzeitig an, auf weiterführende Strategien, beispielsweise im Sinne von *Best Available Science*<sup>52 53</sup> zurückzugreifen [75]. In vielen gesetzlichen Regelungen zu Umweltschutz und -management in den USA<sup>54</sup> wird mit einem sogenannten Wissenschaftsmandat gefordert, dass die „besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse“ in der Politikgestaltung und bei behördlichen Entscheidungsfindungen eine Berücksichtigung finden müssen [94–96]. Seit der Etablierung in das US-amerikanische Umweltrecht gewann dies an Bedeutung, wie z. B. im *Endangered Species Act*, *Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act* und *Wild Bird Conservation Act* [94, 97].

*BAS*-Mandate verlangen von den (hier Naturschutz-)Behörden, die am besten verfügbaren wissenschaftlichen Daten zu nutzen, wissenschaftliche Berichte zu konsultieren und sich mit Wissenschaftlern zu beraten, um nachvollziehbare Entscheidungen im Umwelt- und Naturschutz zu treffen [95]. Da es sich allerdings auch beim *BAS*-Mandat um einen unbestimmten Rechtsbegriff handelt, wird das Konzept als Anlass für forcierte Diskurse und konkretisierende Regelungen und Leitfäden herangezogen [98]. Ein Beispiel hierfür sind die sogenannten *Information Quality Guidelines* des *US Fish & Wildlife Service* nach dem *Information Quality Act*, wobei die Behörde Standards für die Informations- und Datenverarbeitung in Entscheidungsfindungsprozessen sowie einen formalen *peer review*-Prozess für Dokumente entwickelte [99]. *BAS* wird folglich im behördlichen Umgang mit Informationen gefordert, wie z. B. bei der Bewertung der Qualität verfügbarer Quellen sowie zur Überprüfung der Objektivität und Nutzbarkeit von Informationen in Entscheidungsfindungsprozessen [99, 100]. Dabei nimmt der sogenannte Wissenschaftsprozess als Gütekriterium für Informationen eine Bedeutung ein, indem etwa auf eine quantitative Methodenverwendung und die Durchführung eines *peer review* geachtet werden sollte, um das *BAS*-Mandat zu erfüllen [75, 96].

Diese Beispiele deuten darauf hin, dass der Diskurs um den unbestimmten Rechtsbegriff *Best Available Science* in den USA zumindest offenkundiger als im europäischen Vergleich erscheint, obwohl mit der

---

<sup>51</sup> Naturschutzfachliche Einschätzungsprärogative: Der Genehmigungsbehörde wird „[b]ei ihrer Entscheidung über die Erteilung einer immissionsschutzrechtlichen Anlagengenehmigung“ ein Entscheidungsvorrang (auch Einschätzungsprärogative) eingeräumt für die Prüfung, ob artenschutzrechtliche Verbotstatbestände erfüllt sind. Dieses Vorrecht greife jedoch nur soweit, als „[...] sich zu ökologischen Fragestellungen noch kein allgemein anerkannter Stand der Fachwissenschaft herausgebildet [...]“ habe (Leitsatz BVerwG-Urteil [91]).

<sup>52</sup> *Best Available Science* (BAS): Ein sogenanntes *Wissenschaftsmandat* aus der US-amerikanischen Umweltgesetzgebung besagt, dass die „beste verfügbare Wissenschaft“ z. B. in der Politikgestaltung und behördlichen Entscheidungsfindungsprozessen Anwendung finden muss.

<sup>53</sup> “Scientists must often rely on incomplete information in offering their best expert advice. That is why scientists are obligated to articulate the limits of science and develop means for overcoming problems in communicating scientific information, assessing uncertainty in predictions, and evaluating risk in decision making.” [75] S. 463–464.

<sup>54</sup> Das *Best Available Science* Mandat ist bereits seit dem Jahr 1969 im amerikanischen Umweltrecht verankert und auch heute noch gängige Praxis auf den verschiedenen Ebenen des Mehrebenensystems.

Rechtsprechung zur Verwendung „der besten einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnisse“<sup>55</sup> im Gebietsschutz sowie der Prüfung „ausschließlich wissenschaftlicher Kriterien“ im Artenschutzrecht<sup>56</sup> ein ähnlicher Rechts- und Anwendungsrahmen für Behörden vorläge [101]. Aufgrund der oftmals komplexen Sachverhalte wird den Naturschutzbehörden in Deutschland gerichtlich eine naturschutzfachliche Einschätzungsprärogative eingeräumt<sup>57</sup>. Dieses Vorrecht reicht aber nur so weit, soweit sich zu ökologischen Fragestellungen noch kein allgemein anerkannter Stand der Fachwissenschaft herausgebildet hat<sup>58</sup>. Der durch die naturschutzfachliche Einschätzungsprärogative geschaffene Beurteilungsspielraum greife jedoch nur sofern, als sich keine bestimmte Methode (zur Bestandserfassung von Arten) oder ein bestimmter Maßstab (zur Risikobewertung) durchgesetzt habe und gegenteilige Meinungen nicht mehr als vertretbar angesehen werden können [91]. Die Behörde müsse also im Genehmigungsverfahren stets den aktuellen Stand der ökologischen Wissenschaft – gegebenenfalls durch Einholung fachgutachtlicher Stellungnahmen – ermitteln und berücksichtigen.

Eine bewusstere Untersetzung des *BAS*-Prinzips kann sich so auch für Deutschland empfehlen. Dies beträfe in der Praxis insbesondere die Länder-Leitfäden im Handlungsfeld und ihre Fortschreibungen, die helfen, den Stand des Wissens zu bündeln. Von zentraler Bedeutung gemäß *BAS* ist es weiterhin, eindeutig jeweils zwischen Experteneinschätzungen einerseits und empirischen Befunden und wissenschaftlichen Quellen andererseits zu unterscheiden und dies klar zu kennzeichnen. Für diese Handlungsoptionen sollten auch rechtliche Fragen beleuchtet werden. Es gebe bereits eine Diskussion mit anhängigen Verfassungsbeschwerden zu den Thematiken der ‚behördlichen Einschätzungs- und Prognosespielräume‘ sowie ‚gerichtlichen Überprüfung von Verwaltungsentscheidungen‘ – nicht zuletzt da diese Fragen die grundrechtlich gewährte Garantie des effektiven Rechtsschutzes<sup>59</sup> berühren. Zudem stellen sich auch demokratietheoretische und –praktische Fragen, da die Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse nicht selten normative Wertungen bedinge.

Ein stets strittiger Punkt bleibt die Definition einer signifikanten Erhöhung des Kollisionsrisikos. Das Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) hatte geurteilt, dass das Tötungsverbot<sup>60</sup> nur dann erfüllt sei, wenn durch ein beantragtes Straßenbauvorhaben das Kollisionsrisiko für die geschützten Tiere unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen inklusive vorgezogener Ausgleichsmaßnahmen „signifikant erhöht“ werde<sup>61</sup>. Diese Rechtsprechung wurde in den Folgejahren vermehrt auch für Verbotsstatbestände an Windenergievorhaben aufgegriffen. Das 2017 verabschiedete Gesetz zur Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes [53] reagierte auf die bisherige Rechtsprechung. Handlungsbedarf bestehe jedoch in der Konkretisierung und Operationalisierung des Signifikanzkriteriums für die Praxis, so ein vielfacher Hinweis auch im Zuge der Handlungsfeldanalyse.

---

<sup>55</sup> EuGH, Urteil vom 07.09.2004, C 262/2, Rn. 54.

<sup>56</sup> BVerwG, Urteil vom 09.07.2008, A 14.07, Rn. 6.

<sup>57</sup> BVerwG, Urteil vom 21.11.2013, 7 C 40.11.

<sup>58</sup> BVerwG Urteil hierzu: „Die behördliche Einschätzungsprärogative bezieht sich mithin nicht generell auf das Artenschutzrecht als solches, sondern greift nur dort Platz, wo trotz fortschreitender wissenschaftlicher Erkenntnisse weiterhin ein gegensätzlicher Meinungsstand fortbesteht und es an eindeutigen ökologischen Erkenntnissen fehlt“ [91].

<sup>59</sup> Aus Art. 19 Abs. 4 GG.

<sup>60</sup> § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG.

<sup>61</sup> Vgl. BVerwG, Urteil vom 9. Juli 2008, 9 A 14.07, "A 30, Bad Oeynhausen".

### *Adaptive Management*

Da Auswirkungsprognosen, aber auch eine Einschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen immer auch mit Unsicherheiten verbunden sind, bedürfe es letztlich einer Anpassung der aktuellen Planungs- sowie Genehmigungs- und Betriebsstrategien im Sinne einer *Adaptive Management*-Strategie<sup>62</sup>. In der Praxis fällt es jedoch noch schwer, die verbleibenden Unschärfen anzuerkennen und durch Lern- und Anpassungsprozesse bei Planung und Betrieb von Windenergieanlagen zu bewältigen [104]. Mit einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung wird stattdessen eine Entscheidung verlangt, die auf verbleibende Unsicherheiten nur bedingt eingehen kann. *Adaptive Management* kann dazu beitragen, Prognoseunsicherheiten möglicher Auswirkungen zu bewältigen [102] und nachträglich Vermeidungsmaßnahmen<sup>63</sup> anzupassen [105, 106].

In Deutschland wird AM (über Auflagenvorbehalte) jedoch bislang nur wenig praktiziert, unter anderem da der Spielraum der relevanten Rechtsnormen erst überprüft werden müsse [104] oder auch sehr weitreichende und einseitige Folgelasten auslösen könnte [107, 108]. Dennoch gibt es bereits teilweise eine betreffende Praxis, so Abschaltalgorithmen für Fledermäuse im Zuge des (bislang eher kurzfristigen) Gondelmonitorings<sup>64</sup>. *Dynamische* Genehmigungsbescheide sind also grundsätzlich möglich – wenn die Verhältnismäßigkeit gewahrt bleibt und es zu einer *Win-Win*-Situation kommt; erst das betreffende Risikomanagement (hier nachbesserbare Abschaltalgorithmen) ermöglicht den Betrieb von Windenergieanlagen in betreffenden Situationen. Genehmigungsbehörden müssten jedoch mit ausreichenden Kapazitäten ausgestattet werden, um ein *Adaptive Management* betreuen bzw. um dies beauftragen zu können. Ebenso benötigt eine *Adaptive Management*-Erprobung eine Vertrauensbasis zwischen allen Akteuren. Dies wird nur gelingen, wenn eine *Win-Win*-Strategie aller Beteiligten erzielbar ist, etwa in Modellprojekten [104].

### *Harmonisierung statistischer Schätzer (fatality estimators)*

Ein Forschungskonsortium aus den USA und Europa befasst sich mit den als im Resultat zu abweichend kritisierten Schätzverfahren für Kollisionsoffer an Windenergieanlagen [109]. Bat Conservation International stellte dar, dass die Schätzer nach Korner-Nievergelt et al. (2013), Huso (2012) und Shoenfeld (2004) weit auseinander liegen, sodass das Vorhaben beabsichtigt, einen sogenannten *generalized estimator* (GenEst) zu erstellen. Dieser *GenEst* soll es Nutzern ermöglichen, angenommene Eingabeparameter zu testen und den für die jeweilige Situation und vorhandene Daten geeignetsten Schätzansatz zu nutzen [110].

Diese Debatte spielt letztlich auch für Deutschland eine Rolle, da beispielsweise das *PROGRESS*-Projekt [10] mit derartigen Schätzverfahren (nach Korner-Nievergelt et al., 2013) arbeitete. Eine Herausforderung stellen z. B. unterschiedliche Landnutzungsformen und Topografie im Untersuchungsraum dar. Eine weitere Verbesserung der Schätzverfahren verspreche gesteigerte Effektivität und verminderte Kosten von Totfundanalysen, eine verminderte Verzerrung statistischer Ergebnisse sowie einheitlichere Totfundsuchen und Datenanalysen [110]. Die statistischen Schätzverfahren stellen auch eine

---

<sup>62</sup> Adaptive Management (AM): Strukturierter Entscheidungsfindungsprozess zur Reduktion von Unsicherheiten und Verbesserung des Managements einer natürlichen Ressource durch fortwährende Lern- und Anpassungsprozesse [102, 103].

<sup>63</sup> U. a. zur Senkung der durch Abschaltmaßnahmen generierten Kosten.

<sup>64</sup> Gewünscht wurde auch, unabhängige Wissenschaftler mit der Analyse und Überprüfung der Daten des Gondelmonitorings, wie etwa den Auswertungen von akustischen Monitorings, zu beauftragen.

wichtige Variable für Kollisionsrisikomodelle dar, welche regelmäßig in den US-amerikanischen Naturschutzbehörden praktische Anwendung finden, wie beispielsweise in *Habitat Conservation Plans* [111] oder beim *Eagle Management* [45].

*Box 8: Handlungsoptionen mit Unschärfen planen und betreiben*

- 
- ◆ Bewusstere Ausgestaltung von *Best Available Science* in Deutschland, Relevanz für Leitfäden insbesondere
  - ◆ Machbarkeitsstudie zu breiterer Etablierung von *Adaptive Management* (rechtliche Möglichkeiten analysieren, Strategien zum Umgang mit Unsicherheiten herausstellen), *Win-Win*-Optionen unter Einbezug aller Akteure untersuchen und erproben
  - ◆ *Generalized Estimators*-Anknüpfung in Deutschland – Anschluss an die Diskussion um passfähige Mortalitätsschätzer (*fatality estimators*)
- 

#### 4.2.2 Problemlösungen auf höheren Skalen

Des Weiteren solle sich auch den Auswirkungen von Windenergieanlagen auf bestimmte Tierarten auf überregionaler Ebene und geeigneten Handlungsoptionen zugewandt werden; darauf war auch bereits das PROGRESS-Vorhaben [10] eingegangen. Dabei stelle sich die Frage, welche Handlungsoptionen auf der Landschaftsebene vorhanden seien und wie diese entwickelt und erprobt werden könnten. Interessante Beispiele für (über-)regionale, strategische Ansätze stellen in den USA *Habitat Conservation Plans* (HCP) auf höheren Landschaftsebenen dar, so der HCP für den nördlichen Mittleren Westen [111]<sup>65</sup>. Dieser Bundesstaaten-übergreifende Ansatz bietet eine überregionale Lösung, um *Endangered Species Act*<sup>66</sup>-konform Windenergieanlagen zu planen und zu betreiben sowie die kumulative Wirkung mehrerer Einzelprojekte auf der Populationsebene abzuschätzen. Dabei werden im HCP zunächst Statusaufnahmen (Populationsgrößen, Aktivität, anderweitige Mortalitätsfaktoren etc.) angesprochen. Der HCP behandelt sodann Maßnahmen zur Populationsstärkung auf überregionaler Ebene sowie Schwellenwerte für maximal tolerable Störungs- und Mortalitätsraten (*incidental take rates*) streng geschützter Arten<sup>67</sup>. Für den Weißkopfseeadler (*Haliaeetus leucocephalus*) schlägt der HCP auf überregionaler Ebene die Ertüchtigung von Freileitungen und Strommasten<sup>68</sup> vor. Für baumnistende Fleermausarten, wie Indiana Mausohren (*Myotis sodalis*), nennt der HCP beispielsweise die gezielte Anpflanzung von Bäumen [111].

---

<sup>65</sup> In den USA werden zunehmend auch sogenannte *conservation pools* zum Vollzug des Artenschutzrechts nach US-amerikanischem *Endangered Species Act* (ESA) eingesetzt; dies kennen wir in Deutschland bislang nur beim Vollzug der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. Hierzu werden in den USA *Habitat Conservation Plans* angelegt und Kompensationsmaßnahmen festgelegt. Dabei soll ebenfalls vermehrt auf Landschaftsebene gearbeitet werden, also übergeordnete Artenschutzziele und der Habitatverbund beachtet werden.

<sup>66</sup> Gesetz zum Schutz gefährdeter Arten.

<sup>67</sup> Z. B. *incidental take* Schwellenwert für Indiana Mausohr (*Myotis sodalis*) – 0,014 Individuen/MW/Jahr unter Betrachtung der Weißnasenkrankheit (*White Nose Syndrome*).

<sup>68</sup> Für bestehende Freileitungen wird vorgeschlagen, die Mindestabstände zu Hochspannungs-Freileitungen und Erdbo-den sowie Gebäuden und zwischen dem Erdseil und den Leiterseilen zu vergrößern. Auch wird empfohlen, Abdeckhau-ben und Anstanz-Abweiser einzusetzen sowie eine Erdverkabelung von Stromleitungen durchzuführen [mit Verweis auf 112]. Mit diesen Maßnahmen kann das Stromschlagrisiko von Greifvögeln durch zufälligen Kontakt zu zwei leitenden

In einem kollaborativen Ansatz zum flächendeckenden Schutze des Beifußhuhns<sup>69</sup> (*Centrocercus urophasianus*) und seines Habitats (*sagebrush*-Steppe) konnte die Gefährdung in 90 % der Habitate verringert werden [113]. Diese Schutzstrategie<sup>70</sup> für das Beifußhuhn ist die bislang größte landschaftliche Schutzbemühung in der Geschichte der Vereinigten Staaten [115]. Das Programm<sup>71</sup> umfasst über 173 Millionen Hektar und wurde bis 2015 unter Mitwirkung der elf betroffenen westlichen Bundesstaaten, privaten Landeigentümern sowie Bundesbehörden zum Flächenmanagement erarbeitet [113]. Es beruht im Sinne des *Best Available Science* Mandates auf wissenschaftlichen Erkenntnissen [113, 114, 116, 117]. Durch einen gezielten Forschungsschwerpunkt der *National Wind Coordinating Collaborative (Sage-Grouse Research Collaborative)*<sup>72</sup> konnten Fördergelder aus Bundes- und Staatenmitteln sowie von der Windindustrie eingeworben und Studien zu den Auswirkungen der Windenergie auf das Beifußhuhn beauftragt werden [118].

Weiterhin bedürfe es im Kontext der Ausweisung von artspezifischen Dichtezentren in Deutschland einer weiteren Befassung mit rechtlichen Fragestellungen. So stelle sich etwa die Frage, ob außerhalb ausgewiesener Schwerpunkträume eine Art ‚erleichterte artenschutzrechtliche Ausnahme‘ in Betracht käme und inwiefern dies mit dem europäischen Artenschutzrecht vereinbar sei.

Ein weiterer Fokus von Hinweisen im Zuge der Handlungsfeldanalyse lag auf Ersatzgeldzahlungen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. Dabei wurde herausgestellt, dass insbesondere über den Verbleib der Zahlungen kaum Informationen vorliegen. Eine Machbarkeitsstudie, die prüfe, inwiefern Ersatzgeldzahlungen für die Artenschutzprogramme verschiedener Arten aufgewandt werden könnten, wurde als mögliche Handlungsoption vorgestellt. So könne geprüft werden, inwiefern auch Ersatzgeldzahlungen gebündelt eingesetzt werden könnten, um Populationen zu stärken oder an Schutzgebiete angrenzende Flächen miteinbezogen werden können [119].

Dabei sollten Modelle und Ansätze zur großräumigen Planung ergänzend zu im Einzelfall praktizierten Schutzmaßnahmen entwickelt und erprobt werden. So seien etwa Artenhilfsprogramme auf Landschaftsebene, sinnvollerweise unter Einbezug weiterer relevanter Landnutzer, wie beispielsweise Landwirtschaft, Straßenbau, Eisenbahn und Netzbetreibern, modellhafte Ansätze. Bislang verweisen die einzelnen Landnutzer jedoch eher wechselseitig als Verursacher des Populationsrückgangs einer Art aufeinander; faktisch handelt es sich jedoch um eine geteilte Verantwortung. Folglich bedürfe es eines guten Kooperationskonzeptes zwischen den verschiedenen Akteuren und Nutzergruppen, um Artenschutzprogramme auf (überregionaler) Landschaftsebene effektiv zu gestalten.

Auch die Teilnehmer der Online-Umfrage schätzten die Handlungsoptionen im Themengebiet *Problemlösungen auf höheren Skalen* eher vorrangig ein (Abbildung 10).

---

Seilen (Phase-zu-Phase) oder durch einen Erdschluss (Phase-zu-Erde) verringert werden. Neue Anlagen sind von vornherein vogelsicher zu bauen [111].

<sup>69</sup> Engl. *greater sage-grouse*; ein im westlichen Nordamerika beheimateter Hühnervogel aus der Familie der Fasanenartigen.

<sup>70</sup> U. a. Maßnahmenbeschreibungen für Windenergieanlagen (z. B. Auszäunung und Einhalten von ca. 1 km-Abständen zu bekannten Balzstätten [114, S. 52]) sowie Beschreibung der Gefährdungen je Bundesstaat (z. B. Erneuerbarer Energien-Ausbau und Wildpferde als Bedrohung für das Habitat der *Western Great Basin* Population Oregons [114, S. 83]).

<sup>71</sup> <https://blm-egis.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=49c197885cbc40d0ab0767c22396815f>.

<sup>72</sup> <https://www.nationalwind.org/research/collaboratives/sage-grouse/>.

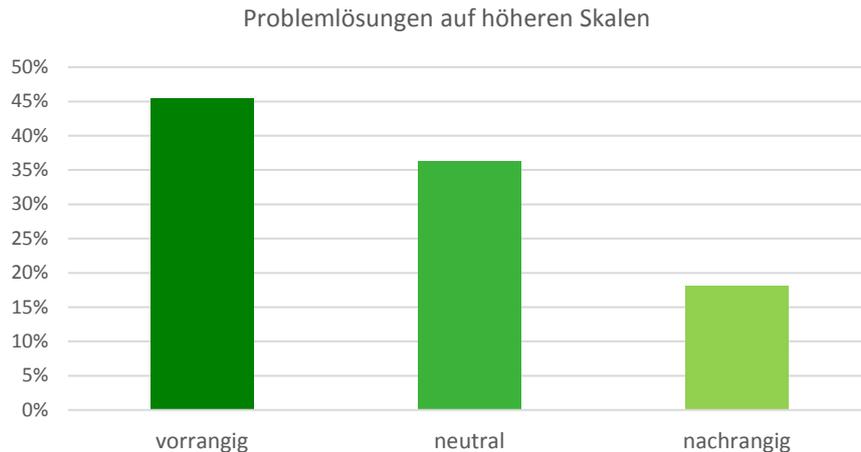


Abbildung 10: Einschätzung der Handlungsoptionen im Themengebiet Problemlösungen auf höheren Skalen (Umfrageergebnisse; n=22)

Box 9: Handlungsoptionen Problemlösungen auf höheren Skalen

- ◆ (Regionale, strategische, möglichst nutzerübergreifende) *Habitat Conservation Plans* auch für Deutschland – Machbarkeitsstudien und/oder großräumige Ansätze erproben (z. B. für Rotmilan, *Milvus milvus*)
- ◆ Machbarkeitsstudie zur nachvollziehbaren Verwendung von Ersatzgeldzahlungen für Artenschutzprogramme etc.

#### 4.2.3 Steuerungsansätze der Windenergie

##### Regionale Steuerung vs. kommunale Steuerung

Bislang ist empirisch weder nachgewiesen noch widerlegt, welche Vorteile und Nachteile die regionale Steuerung gegenüber der kommunalen Steuerung der Windenergie bringt (bzw. umgekehrt). Bis heute wird über Vor- und Nachteile beider Ansätze lebendig diskutiert, wie z. B. in Brandenburg<sup>73</sup>.

Vom Bundesverband Windenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg wurde ein Ampelsystem als Instrument der Regionalplanung vorgeschlagen, welches den kommunalen Planungswillen in höherem Maße berücksichtigen sollte. Das Modell schlägt dort mehr kommunale Selbstbestimmung vor, wo der Windenergieausbau tatsächlich gewünscht sei und sieht eine Berücksichtigung bereits auf der Ebene der Landesplanung vor: Hierbei sollte unterschieden werden zwischen Tabuzonen (Ausschluss der Windenergie, *rot*), Gebieten, die der Einzelfallprüfung unterliegen (d. h. Flächen, die einer kommunalen Planung vorbehalten sind, *gelb*) und Vorranggebieten (d. h. Flächen auf denen einer Ausweisung von Windenergieanlagen keine Kriterien entgegenstehen, *grün*) [120].

Aus diesem Diskurs ergeben sich mehrere Handlungsoptionen: Zum einen könne eine Studie die Vor- und Nachteile des jeweiligen Steuerungsansatzes ergründen (also auch möglichst empirisch belegen)

<sup>73</sup> <https://www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/region/berlin-brandenburg/2017-03-21-positionspapier-raumordnung-brandenburg-final.pdf>.

und fallspezifisch Handlungsempfehlungen ableiten. Hier seien die föderalen Strukturen und unterschiedlichen Voraussetzungen in den Bundesländern in die Betrachtung einzubeziehen. Auch die stärkere Integration von naturschutzfachlichen Belangen auf der Regionalebene wurde als Handlungsoption herausgestellt; bislang stünde diesem Ansatz allerdings eine eingeschränkte Datenverfügbarkeit auf dieser Ebene entgegen. Ziel sei dabei auch, kumulative Wirkungen bereits während der Ausweisung von Windeignungsgebieten besser zu beurteilen und eine kommunenübergreifende Steuerung zu verbessern. Vertreter von Naturschutzorganisationen seien dabei effektiver zu beteiligen, um die regional mangelnde Datengrundlage zu verbessern, so weitere Hinweise zu dieser Handlungsoption.

#### *Räumliche Konzentration vs. stärkere Streuung der Windenergie*

Ebenso diskutiert wird die Frage, welcher Ansatz zur räumlichen Verteilung (ausschließlich Konzentration oder doch auch Streuung von Windenergieanlagen) sich als der adäquatere erweisen könne. Ähnlich der vorangehenden Debatte können Vor- und Nachteile beider Ansätze erörtert und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Aus Arten- und Naturschutzgründen sei eine stärkere räumliche Konzentration von Windenergieanlagen einer Streuung vorzuziehen. Um der Stigmatisierung von Energielandschaften vorzubeugen und den Umgebungsdruck auf die Anwohner zu senken, bedürfe es jedoch womöglich einer stärkeren Streuung der Windenergieanlagen. Voraussetzung für derartige Analysen seien Modellregionen mit hoch verdichteten Standorten, wie sie beispielsweise in Rheinland-Pfalz vorkommen<sup>74</sup>. Dabei biete sich zum einen eine *ex-post* Analyse verschiedener Planungsansätze<sup>75</sup> an, weitere Formate zur Erörterung dieser Frage, beispielsweise in Form von Szenarien, sind ebenso denkbar.

#### *Multifunktionalität von Windparks*

Für die Windenergie auf See wurde vorgeschlagen, Windparks für beispielsweise die Erprobung Beifang-freundlicher Fischereimethoden oder/und Tauch- und Naturtourismus zu öffnen. Letztere könnten angestrebt werden, um die Wahrnehmung des Entwicklungspotentials der Windenergie auf See zu stärken und Erholungswerte zu schaffen. Auch eine Umwandlung eines Windparks auf See in ein Schutzgebiet aufgrund des bestehenden Ausschlusses von Fischerei und anderen Nutzungen sei denkbar. Offene Fragen betreffen dabei etwaige Unfallsituationen bzw. die Gewährleistung der Anlagensicherheit. Die Öffnungen der Offshore-Windparks ‚Baltic 1‘<sup>76</sup>, ‚Dan Tysk‘ und ‚Butendiek‘<sup>77</sup> zur Durchfahrt für Segler könnten hier erste Hinweise liefern, inwiefern eine Öffnung für andere Nutzungen in Frage kommen kann.

---

<sup>74</sup> Das Land biete seine Unterstützung für betreffende Untersuchungen an.

<sup>75</sup> Der Ansatz im Saarland z. B. der Windkraft mehr Raum zu verschaffen, wurde durch die Aufhebung der Ausschlusswirkung von Vorranggebieten 2011 [121] erzielt, da bis 2010 fast alle Vorranggebiete belegt wurden und der Ausbau der Windenergienutzung zum Stillstand zu kommen drohte. Des Weiteren verzichteten auch BW und NW auf den Einsatz von Gebietstypen mit Ausschlusswirkung. Somit werden die Steuerungsvorgaben in BW, NW und SL teilweise von der Regionalplanungsebene auf die Ebene der Bauleitplanung verschoben [122], sodass in diesen Bundesländern die Kommunen gefordert sind, durch die Aufstellung von Flächennutzungsplänen und die Festlegung von Ausschlusswirkungen die Standorte der Windenergieanlagen zu steuern.

<sup>76</sup> <https://www.elwis.de/BfS/Offshore-Windparks/Baltic-1.pdf>.

<sup>77</sup> Temporäre Öffnung vom 01. Mai bis 30. September für Fahrzeuge unter 24 Metern Länge für einige Windparks in der Nordsee, siehe z. B. <https://www.elwis.de/BfS/Offshore-Windparks/Butendiek.pdf>.

*Box 10: Handlungsoptionen Steuerungsansätze der Windenergie*

- 
- ◆ Empirischer Vergleich verschiedener Steuerungsansätze der Windenergie
  - ◆ Modellprojekt zur Wahrnehmung von Umgebungsdruck auf Anwohner
  - ◆ Erörterung integrativer Nutzungen und Machbarkeitsanalyse zur Öffnung von Offshore Windparks (Multifunktionalität)
- 

#### 4.2.4 Sektorkopplung, Kopplung von Raum- und Energieplanung

Das Gelingen der Energiewende ist auch eine Frage des Zusammenspiels der verschiedenen Teile und Sektoren des Energiesystems, d. h. der Verzahnung von Strom, Wärme und Mobilität – der sogenannten Sektorkopplung, damit die Erneuerbaren Energien optimal genutzt und integriert werden können. Nach der Erteilung einer Vielzahl an Genehmigungen im Jahr 2016 [123] stehen in den Folgejahren der Bau und die Inbetriebnahme dieser Anlagen an. Dabei rücken auch regionale Erzeugungs- und Abnahmestrukturen in den Fokus, um den erzeugten Strom vor Ort zu nutzen sowie die Netze und den Netzausbau zu entlasten. Hierbei könnten sich etwa Stadtwerke als wichtige Akteure erweisen. Ein BMUB/BfN-Vorhaben – ‚Naturverträgliche Energieversorgung aus 100 % erneuerbaren Energien 2050‘ – stellt bereits den besonderen Stellenwert der Verzahnung von Strom, Wärme, Mobilität, Stromspeicher und technischer Innovationen heraus [20].

Weiterhin können innovative Kombinationslösungen Beiträge leisten. Mit Hinblick auf integrierte Ausschreibungen wird das Pilotvorhaben zur gemeinsamen Ausschreibung von Solaranlagen und Windenergieanlagen in den Jahren 2018-2020 [124] Erkenntnisse zur Funktionsweise und Interaktion der technologieübergreifenden Ausschreibung liefern. Auch könne es z. B. interessant sein, den Verlauf des Pilotprojekts in Gaildorf (Baden-Württemberg) zu verfolgen, welches erstmals Windenergieanlagen mit einem Pumpspeicherkraftwerk kombiniert<sup>78</sup>. Darüber hinaus sollten insbesondere auch integrative Konzepte für einen schrittweisen Strukturwandel in Bergbaufolgelandschaften entwickelt werden [vgl. z. B. Berichten in der Presse, 125].

Strategische Ansätze, wie z. B. eine engere Verzahnung von Raum- und Energieplanung (dazu Beispiele aus Österreich<sup>79</sup>), könnten die Sektorkopplung weiterhin unterstützen ihr Ziel (d. h. den Aufbau eines nachhaltigen und energieeffizienten Gesamtenergiesystems [127]) zu erreichen. Die ‚Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land‘<sup>80</sup> des UBAs identifiziert Engpässe beim kurz- bis mittelfristigen Ausbau der Windenergie. Eine kombinierte Betrachtung verschiedener Energieträger stünde jedoch noch aus.

---

<sup>78</sup> <http://www.energiezukunft.eu/projekte/inland/windraeder-mit-wasserspeicher-sollen-kleinstadt-versorgen-gn104061/>.

<sup>79</sup> Die österreichische Energieraumplanung ist ein integratives Raumentwicklungskonzept und beschäftigt sich mit den räumlichen Dimensionen des Energieverbrauchs und der Energieversorgung. Dies soll unter anderem Flächenkonkurrenz und daraus folgende Konflikte zwischen erneuerbaren Energien und anderen Landnutzungen reduzieren. Dazu werden sowohl räumliche Analysen zu Einspar- und Energiegewinnungspotenzialen angestellt als auch die Potentiale und Hindernisse für die Nutzung Erneuerbarer Energien erhoben [126].

<sup>80</sup> UFORDAT Datenbank: FKZ 37EV161170.

*Box 11: Handlungsoptionen Sektorkopplung, Kopplung von Raum- und Energieplanung*

- 
- ◆ Analyse kumulativer Auswirkungen von mehreren, genehmigungspflichtigen Vorhaben (und ggf. Klärung der Zuständigkeiten und Schlussfolgerungen)
  - ◆ Entwicklung integrativer Konzepte für einen schrittweisen Strukturwandel in Bergbaufolgelandschaften
  - ◆ Bessere Kopplung von Energie- und Raumplanung, auch für beispielsweise regionale Direktvermarktung
- 

#### 4.2.5 Sozialverträglichkeitsprüfung sinnvoll ergänzen

Sozialverträglichkeitsprüfungen haben in der europäischen Union (inkl. Deutschland) momentan keine eigene rechtliche Grundlage. Zumindest auf Ebene der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) als auch im Zuge der Strategischen Umweltprüfung (SUP) müssen jedoch Auswirkungen der Windenergie auf *menschliche Gesundheit [...] Sachgüter* (z. B. Immobilien und -preise), *kulturelles Erbe*<sup>81</sup> *und Landschaft; Wechselbeziehung zwischen den [...] genannten Faktoren*<sup>82</sup> geprüft werden. Möglicherweise sollten sozialen Belangen in laufenden UVP-Verfahren mehr Gehör eingeräumt werden, u. a. um Kosten und Verzögerungen für Projektträger gering zu halten und Frustration sowie Opposition der Bevölkerung zu begegnen [129]. Hinsichtlich der Beteiligung der Zivilgesellschaft an Planungsprozessen sind methodisch zukünftig beispielsweise Geoinformationssystem (GIS)-gestützte Abfragen und Datenerhebungen denkbar [130]. Diese sogenannten PPGIS (*public participation GIS*) können lokales Wissen erheben und die Bevölkerung aktiv beteiligen, müssten jedoch für Anwendungen im Windenergiebereich erst noch erprobt werden und erreichen womöglich nicht alle sozialen Schichten.

Des Weiteren zeigte sich, dass einige soziale Auswirkungen (z. B. Auswirkungen auf kulturelle Güter und auf die menschliche Gesundheit wie Lärm) mehr geprüft werden als andere von der Bevölkerung ggf. als störend wahrgenommene Auswirkungen; letzteres betreffe beispielsweise den Erholungswert von Landschaften, aber auch die Immobilien- und Grundstückspreise o. ä. [129]. In der aktuellen Planungs- und Genehmigungspraxis könne dies dazu führen, dass solche als bedrohend wahrgenommenen Themen *getarnt* in Form des Arten- und Naturschutzes thematisiert werden, da diese Belange mehr rechtliche Relevanz aufweisen [87]. Dieses Phänomen wird auch mit dem Begriff *environmentification of arguments* beschrieben [129].

---

<sup>81</sup> U. a. auch DBU-Förderthema.

<sup>82</sup> UVP und SUP-RL: "Bevölkerung und menschliche Gesundheit [...] Sachgüter, kulturelles Erbe und Landschaft; Wechselbeziehung zwischen den unter den Buchstaben a bis d genannten Faktoren" [128].

*Box 12: Handlungsoptionen Sozialverträglichkeitsprüfung sinnvoll ergänzen*

- 
- ◆ Erarbeitung eines Konzeptes (zur ggf. auch weiterhin UVP-integrierten) Sozialverträglichkeitsprüfung (Kriterien-Indikatoren-Gerüst, Prozessablauf, Akteure etc.)
  - ◆ Geeignete Erfassung des Meinungsbildes in einer konkreten Planungssituation; ggf. Mithilfe moderner Technologien (Apps, PPGIS)<sup>83</sup>
- 

#### 4.2.6 Ökosystemleistungen & Nachhaltigkeitsbewertung

Sektoren-, Schutzgut- und Ökosystemleistungen-übergreifende Bilanzierungsansätze könnten geschaffen werden, um beispielsweise die *Wohlfahrtswirkungen* der Windenergie, wie Klimaschutzeffekte, regionale Wertschöpfung und Arbeitplatzeffekte, ebenso messbar zu machen. Der Mehrwert dieser Ansätze liegt in der Gesamtbetrachtung ökologischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Nutzen, um diese Effekte bewusster wahrzunehmen und wertzuschätzen [131]. Positive Klimaschutzeffekte werden bislang nicht hinreichend in Prüfverfahren gewürdigt, da diese vor allem auf Gefahrenabwehr ausgerichtet sind [vgl. 132].

Für die Windenergie könne eine Annäherung an Nachhaltigkeitsbewertungen eine sinnvolle Ergänzung darstellen. Bekannt seien jedoch auch mögliche Schwachstellen übergreifender Nachhaltigkeitsbewertungen, beispielsweise bei Biokraftstoffen, wie sich z. B. hinsichtlich der Mengenströme, Bilanzierungsansätze, Indikatoren- und Kriterienauswahl gezeigt hätte, so ein Hinweis zu dieser Handlungsoption. Auch eine sozio-ökonomische Abschätzung müsse keinen Rechtsbezug im Genehmigungsverfahren auslösen oder die etablierten Umweltverträglichkeits- und Artenschutzprüfungen nicht verdrängen; sie könne jedoch in der Gesamtbetrachtung Informationen für Planungsprozesse beisteuern.

Ziel sei eine auch weitergehende, vergleichende Technikfolgenabschätzung, welche ökonomische, soziale und ökologische Themen verschiedener Energieträger integriert betrachte. Die Befassung des UBA mit fortgeschriebenen Ökobilanzen von Windenergie und Photovoltaikanlagen innerhalb des Vorhabens *„Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technikentwicklungen“*<sup>84</sup> deckt einen Teil solcher Fragestellungen (in Form von ‘Life Cycle’ Ansätzen) ab. Andere Aspekte, wie der Einbezug von Ökosystemleistungen<sup>85</sup> bleiben damit u. a. noch offen. Das BMUB geförderte Projekt *„Umwelteffekte der Energiewende mit Fokus auf die Schlüsseltechnologien Windenergie, Photovoltaik und Stromnetze und die Umweltmedien Wasser, Boden und Luft“*<sup>86</sup> beinhaltet eine vergleichende Komponente zwischen den verschiedenen Formen der Energieerzeugung, lässt allerdings die Gegenüberstellung zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitszielen und fördernden und hemmenden Nachhaltigkeitseffekten eher unbeachtet.

Ein Review von 78 Publikationen stellt beispielhaft Ökosystemleistungen von Windenergieanlagen auf See zusammen [132]. Die Analyse weist darauf hin, dass negativen Auswirkungen (wie etwa die Rolle

---

<sup>83</sup> Hinsichtlich des Erkenntnisgewinns (insbesondere) zu Wahrnehmungsfragen, z. B. im Zuge eines Repowering-Vorhabens könnte die Anwendung von *Citizen Science* Elementen eine Rolle spielen.

<sup>84</sup> UFORDAT Datenbank: FKZ 37EV161190.

<sup>85</sup> Ökosystemleistungen: Bezeichnet die Nutzen, die Ökosysteme für Menschen bereitstellen. Eine gängige Systematisierung ist die Einteilung in unterstützende (z. B. Bodenbildung), bereitstellende (z. B. Nahrung), regulierende (z. B. Wasserhaushalt) und kulturelle Dienstleistungen (z. B. Erholung).

<sup>86</sup> UFORDAT Datenbank: FKZ 3716431040.

des Windparks im Transport invasiver Arten sowie die reduzierte Attraktivität der Meereslandschaft etc.) auch positiven gegenüberstehen können. Durch Muschelkolonien, die sich am Turmfundament ansiedeln, könne zumindest auch temporär Kohlenstoff gebunden werden. Neben dem künstlichen Riffeffekt wurden weitere positive Effekte, wie Erholungswerte für Touristen durch Vogel- und Tierbeobachtungen, angesprochen [132]. Dies kann jedoch eine weitere sorgfältige empirische Untersuchung solcher häufig bloß vermuteter Trends nicht ersetzen [133].

Nachhaltigkeitsbewertungen für Windenergieanlagen können also dazu beitragen, dem (kumulativen) *Fußabdruck* der Windenergie auch die Wohlfahrtswirkungen gegenüberzustellen [vgl. 134, 135]).

*Box 13: Handlungsoptionen Nachhaltigkeitsbewertung*

- 
- ◆ Erprobung eines Systems zur Nachhaltigkeitsbewertung, um den (kumulativen) Fußabdruck der Wind- (und Solar)-energie an Land und auf See (Wind) zu ermitteln
  - ◆ Machbarkeitsstudie zu schutzgutübergreifenden Bilanzierungsansätzen bzw. Ökosystemleistungen sowie zum Umgang mit Nachhaltigkeitskonkurrenzen
  - ◆ Methodenentwicklung und Bilanzierung der Wohlfahrtswirkungen der Windenergie, um z. B. Aspekte der regionalen Wertschöpfung mit zu erfassen
- 

### 4.3 Proof of Concept

Das Cluster *Proof of Concept* setzt sich zusammen aus Themen, zu denen einerseits bereits Daten und Ansätze vorhanden sind. Andererseits steht eine hinreichende Erprobung zumeist noch aus oder erfolgte noch nicht im deutschen Kontext. Insbesondere in den zwei Themenbereichen *Effektivität von Vermeidungsmaßnahmen* und *Populationsmodellierungen* liegen Handlungsoptionen für Machbarkeitsstudien und Demonstrationsprojekte quasi auf der Hand.

#### 4.3.1 *Effektivität von Vermeidungsmaßnahmen (Artenschutz)*

##### *Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen*

Obwohl ein breites Spektrum an Vermeidungsmaßnahmen zur Verhinderung des Eintritts von artenschutzrechtlichen Verbotstatbeständen<sup>87</sup> bekannt ist [136, 137], ist das Wissen um deren Wirksamkeit begrenzt. Projektierer und Betreiber aus der Windbranche zeigten sich interessiert an einer betreffenden Einordnung von Maßnahmen, wie beispielsweise der farblichen Gestaltung der unteren Rohrturmsegmente. Mitunter kann das Interesse und der Bedarf dieser Akteursgruppe an Langzeitstudien (z. B. *Before-After-Control-Impact* Studien, BACI-Studien) und Metaanalysen zum Nachweis der Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen auch begrenzt sein. Man müsse sich auf Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen, wie sie in (Artenschutz-)Leitfäden der Länder vorgeschlagen werden, schließlich verlassen können. Doch auch die in Leitfäden vorgeschlagenen Maßnahmen müssen belastbar sein, der Handlungsbedarf äußert sich folglich darin, die (Langzeit-)Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen zu überprüfen. Letztlich sind auch nur Maßnahmen, deren Wirksamkeit breit anerkannt ist, in Genehmigungs- und Gerichtsverfahren relevant.

---

<sup>87</sup> nach §44 BNatSchG.

Ein Expertenteam wurde bereits durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) beauftragt, ein Untersuchungskonzept zur Evaluierung der Wirksamkeit von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Avifauna zu entwickeln<sup>88</sup>. Praktische Untersuchungen werden durch dieses Vorhaben noch nicht durchgeführt; ein Folgevorhaben soll die Wirksamkeit von beispielsweise Nahrungsflächen zur Weglockung bestimmter Vogelarten aus dem Windpark überprüfen. Auch auf Bundesländerebene gibt es Ansätze, die Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen zu dokumentieren.

In Nordrhein-Westfalen wurde durch das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) eine Wirksamkeitsdokumentation von Maßnahmen in ein Methodenhandbuch zur Artenschutzprüfung integriert<sup>89</sup>. Doch zeichne sich gleichzeitig ab, dass die empirische Untersuchung der Effektivität weiterer Vermeidungsmaßnahmen größere Budgets benötigen dürfte. Anspruchsvolle Untersuchungen und Vorschläge zur Optimierung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen bleiben eine wichtige Handlungsoption. Hingewiesen wurde auch auf mögliche technische Schwächen etablierter Analysetools, da beispielsweise die Ergebnisse von Gondelmonitorings mit Batcordern nicht immer mit lokal-bodengebundenen Erkenntnissen zum Fledermauszug einhergingen. Angesichts der Tatsache, dass die empirischen Daten dennoch zu belastbaren Aussagen oftmals nicht ausreichen, sei weiterhin zu prüfen, inwieweit durch die Erarbeitung von Fachkonventionen eine bessere auch rechtliche Belastbarkeit in diesem Themenbereich herbeigeführt werden könne.

Handlungsbedarf wird auch dahingehend gesehen, das sogenannte Helgoländer Papier (Abstandsempfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten [52]) empirisch weiter zu untersetzen, so gebe es z. B. nennenswerte Unterschiede regionaler Populationsentwicklungen (Bsp. Uhu *Bubo bubo*, Rotmilan *Milvus milvus*), was pauschale Herangehensweisen erschwere. Eine weitere Handlungsoption biete ein ergebnisoffenes Pilotprojekt, welches die Entwicklung der (regionalen oder lokalen) Rotmilanpopulation unter zeitgleicher Betrachtung der installierten Windenergieanlagenanzahl analysiere<sup>90</sup>. Voraussetzung für eine solche Analyse sei jedoch die Verfügbarkeit vergleichbarer Datensätze und mögliche mittel- bis langfristige Analysezeiträume. Regional (oder lokal) wachsende Populationen behandeln US-amerikanische Ansätze auch im Kontext der Windenergie-Entwicklung, wie im Zuge des *Eagle Management* [45, 46] und des *Habitat Conservation Plan* des nördlichen Mittleren Westens [111]. Dieser trägt u. a. Informationen zur Populationsdynamik betreffender Arten zusammen und bietet eine transparente Entscheidungsgrundlage.

Prinzipiell stelle sich weiterhin auch die Frage nach den Kosten von Artenschutzmaßnahmen, weswegen es sich empfehle, den finanziellen Aufwand für Vermeidungs-, Minderungs-, Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen im Natur- und Artenschutz zu erheben. Beispielsweise beinhaltet die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), dass Maßnahmen für einen guten Gewässerzustand einer wirtschaftlichen Analyse zu unterziehen sind, um den geeignetsten Maßnahmenmix zu identifizieren<sup>91</sup> [138, 139]. Auch die durch die WRRL geforderte Betrachtung größerer Raumeinheiten könne ebenso auf den Themenkomplex Erneuerbare Energien übertragen werden.

---

<sup>88</sup> <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/wirksamkeit-vermeidungs-und-minderungs-massnahmen/>.

<sup>89</sup> <http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/downloads>

<sup>90</sup> , da mitunter von regional wachsenden Populationen berichtet werde, so ein Hinweis zu dieser Handlungsoption.

<sup>91</sup> Artikel 9 und Anhang III WRRL [138].

### Vergrämungsmaßnahmen

Ein weiterer aktueller Aspekt ist die in Deutschland lange verzögerte Debatte um den Einsatz und die Wirksamkeit sogenannter Vergrämungsmaßnahmen<sup>92</sup>. Insbesondere bei langlebigen Greifvogelarten mache die entsprechende Senkung des Kollisionsrisikos Sinn, trotz der mit der Vergrämung verbundenen Beeinträchtigungen. In Spanien werde akustische Vergrämung erfolgreich bei ziehenden Geiern eingesetzt.

Obwohl sich einige Bundesländer (z. B. Baden-Württemberg) interessiert an einer Erprobung des *DTBird*<sup>93</sup>-Systems zeigten<sup>94</sup>, steht diese Technik zur Vergrämung von Vogelarten aus dem Rotorbereich auch zu Testzwecken in Deutschland noch ganz am Anfang. Die Versagung der Genehmigung(en) gründet sich auf fehlende Nachweise der Wirksamkeit der Vergrämungsmaßnahmen [140]. In den USA wurde ein entsprechendes Erprobungs-Vorhaben bereits auf den Weg gebracht (*AWWI* und *DTBird*, gefördert durch das *Department of Energy, DoE*). Eine erste Analyse in Schweden wurde abgeschlossen [141]. Allerdings können diese Effektivitätsnachweise nur begrenzt auf den deutschen Raum übertragen werden, sodass ggf. ähnliche Vorhaben in Deutschland durchgeführt werden müssten. Hierfür gebe es Bemühungen aus einigen Bundesländern, Genehmigungen zu Testzwecken zu erwirken. Eine Herausforderung dabei sei, dass in Deutschland Grenzwerte der TA Lärm häufig schon erreicht werden, sodass Vergrämung durch zusätzlichen Lärm schon aus Lärmschutzgründen nicht zulässig sein könnte.

Auch Vergrämungstechnologien auf Ultraschallbasis zum Schutz von Fledermausarten werden in den USA erprobt [142]. Vorhaben zur Weiterentwicklung und Erprobung sollen technische Herausforderungen, wie die limitierte Reichweite der Signalgeber, möglichst überwinden; bislang konnten diese die Signale offenbar nicht hinreichend über die Rotorblattspitzen hinausstrahlen. Mit den Ergebnissen solle die Effizienz der Technologie beurteilt und gegebenenfalls in einem Folgeschritt breiter angewandt werden.

### Weiterentwicklung von Vermeidungsmaßnahmen

Intelligente und adaptive Steuerungsalgorithmen können Abschaltzeiten verringern, sodass es zu moderateren Einschränkungen und Ertragseinbußen kommen kann. Gerade in Deutschland entwickelte Maßnahmen zum Schutz von Fledermausarten, wie beispielsweise das *ProBat*<sup>95</sup>-Tool knüpfen an diesen Ansatz an, stehen jedoch vor weiteren technischen Herausforderungen (z. B. Stratifizierung der Fledermausaktivität und Anpassung der Toolparameter) zur Implementierung etwa in Mittelgebirgen und auf Windenergieanlagen neuerer Anlagendimensionen. Über eine Weiterförderung zur Pflege und Weiterentwicklung dieses *ProBat*-Tools wurde verhandelt. Ein weiterer Ansatz aus den USA, *ReBat*<sup>96</sup>, verknüpft Betriebsalgorithmen auch mit der tatsächlich im Einzelfall auftretenden Fledermausaktivität. So könnten pauschale Abschaltalgorithmen weiter situationsspezifisch verfeinert werden. Die Entwickler dieses Systems zeigten Interesse, diese Technologien auch in Deutschland zu erproben.

---

<sup>92</sup> Vergrämungsmaßnahmen: Vergrämung beabsichtigt durch akustische, elektromagnetische oder visuelle Impulse, Individuen, die sich im Rotorbereich aufhalten oder sich diesem nähern, aus dem Gefahrenbereich zu vertreiben. Dies soll mögliche Kollisionen vermeiden.

<sup>93</sup> <http://www.dtbird.com/>.

<sup>94</sup> Eine weitere Technik ist z. B. *IdentiFlight* aus den USA, <https://www.identiflight.com/>.

<sup>95</sup> <http://www.windbat.techfak.fau.de/>.

<sup>96</sup> [http://www.normandeau.com/pages/technology/rebat\\_about.asp](http://www.normandeau.com/pages/technology/rebat_about.asp).

Auch ein Forschungsvorhaben – ‚*B<sup>2</sup>Monitor*<sup>97</sup> – ist ein Deutschland aktuell damit befasst, permanent installierte Radarsensoren zu entwickeln und an einer 2 MW Windenergieanlage zu testen. Das Vorhaben verfolgt verschiedene Ziele: So sollen radarbasiert eine Rotorblattüberwachung entwickelt und Fledermäuse detektiert werden. Darauf aufbauend soll die Windenergiesteuerung optimiert werden [143]. Ein weiteres Vorhaben aus Deutschland – ‚*Flederwind*<sup>98</sup> – erforscht die Kollisionsursachen von Fledermäusen mit Windenergieanlagen. Darauf aufbauend sollen Risikominderungsmaßnahmen entwickelt werden.

Auch ein *Retrofit* für bestehende Windparks wurde adressiert. Dabei könnten beispielsweise Gelder aus Ersatzgeldpools aufgewandt werden, um einmalige Maßnahmen, wie etwa den Versatz einer Windenergieanlage bei ungünstiger Standortwahl (*Micro-Siting*) zu finanzieren<sup>99</sup>. Auch gelte es, die kumulativen Kostendimensionen verschiedener Abschaltgründe und -zeiten für Betreiber zu verstehen. Regelmäßig werden Windenergieanlagen nicht nur zur Betriebsregulierung zum Fledermausschutz sowie auch zum Schutz der Anwohner (Schall und Schattenwurf) abgeschaltet, hinzukommen zunehmend punktuelle Abschaltungen für Vogelarten [108].

Die Handlungsoptionen im Themengebiet *Effektivität von Vermeidungsmaßnahmen* wurde in der Online-Umfrage mehrheitlich als vorrangig eingestuft (Abbildung 11).

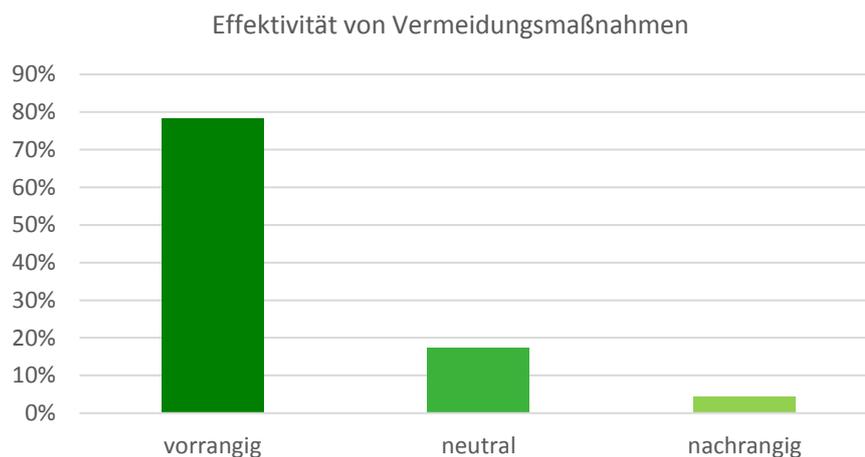


Abbildung 11: Einschätzung der Handlungsoptionen im Themengebiet *Effektivität von Vermeidungsmaßnahmen* (Umfrageergebnisse; n=23)

<sup>97</sup> <http://b2monitor.de/>.

<sup>98</sup> <https://www.haw-hamburg.de/themendienst/projekt-news-detail/artikel/forschungsprojekt-flederwind-windenergieanlagen-sollen-umweltvertraeglicher-fuer-fledermaeuse-gestaltet-werden.html>.

<sup>99</sup> Diese Handlungsoption sei insbesondere für standorttreue Arten als zielführend herauszustellen.

*Box 14: Handlungsoptionen Effektivität von Vermeidungsmaßnahmen*

- 
- ◆ Komplexe Erprobungsprojekte in Folge des BfN-Vorhabens: Evaluierung der Effektivität und Kontrolle von Vermeidungsmaßnahmen
  - ◆ Testphase und Nachweis der Effektivität von Vergrämungssystemen, Überprüfung unerwünschter Nebenwirkungen (akustische Vergrämung von Vögeln und Ultraschall-Vergrämung von Fledermäusen)
  - ◆ Quantifizierung der Abschaltzeiten – Verständnis der kumulativen Kosten von Abschaltungen und Diskussion von Handlungsempfehlungen
  - ◆ Pflege *ProBat* und Stratifizierung der Fledermausaktivität
  - ◆ Erprobung von z. B. *ReBat* – Verknüpfung von Betriebsalgorithmen mit tatsächlicher Fledermausaktivität
- 

#### 4.3.2 Populationsmodellierungen

*Intensivierung von Modellierungen*

Für fachlich belastbare Prognosen erhoffe man sich eine systematische Untersuchung (> 10 Jahre) der natürlichen Populationsdynamik und Mortalitätsfaktoren (Gesamtmortalität, verschiedene Todesursachen) Windenergie-sensibler Arten – unter Einbezug geeigneter Referenzflächen. Angestrebt wird so eine verbesserte Modellierbarkeit der Populationsentwicklungen (z. B. mit Hilfe von Szenarien bezüglich der Veränderung von einzelnen Mortalitätsfaktoren. Diese Ansätze könnten wiederum mit Artenschutzprogrammen auf höheren Landschaftsskalen verbunden werden [vgl. auch 144]. Sie erscheinen jedoch nur dann zielführend, wenn die Praxis unmittelbar mit lernen kann.

Nach wie vor besteht der klare Wunsch, zu belastbareren Auswirkungsanalysen zu kommen – etwa zur Raumnutzung- bzw. Funktionsraumanalyse von Vogelarten vor und nach der Errichtung von Windenergieanlagen. Dieser Handlungsbedarf bestehe auch, um *Worst-case*-Annahmen zu entlasten und die Eingangsparameter für Populationsmodelle zu verbessern. Derzeit würden Raumnutzungsanalysen für ein Jahr durchgeführt, eine Genehmigung für den Betrieb einer Windenergieanlage erstreckt sich jedoch auf einen deutlich längeren Zeitraum<sup>100</sup>. Um Populationsmodellierungen praktisch anzuwenden, müssten jedoch verschiedene Fragen (Zuständigkeiten<sup>101</sup>, populationsökologische Aspekte) zugrunde liegen und untersucht werden.

Um eine bessere Vergleichbarkeit von wirkungsbezogenen Studien zu gewährleisten, empfehlen sich Untersuchungen im *BACI-Design* (*Before-After-Control-Impact*). Betrachtet wird dabei die Windparkfläche sowohl vor als auch nach Errichtung der Anlage und vergleichbare Referenzflächen mit derselben Methodik [145]. Hierbei ist es von besonderer Bedeutung, die Möglichkeit von Nachuntersuchungen

---

<sup>100</sup> Unter der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben zu Standsicherheit und Auslegungsdaten und mit einem Gutachten zur Weiterbetriebseignung nach Auslauf der Typenprüfung [21].

<sup>101</sup> Beim Adlermanagement in den USA wurden Modellierungen durch die Naturschutzbehörden und den *Fish and Wildlife Service* durchgeführt.

bereits während der Voruntersuchungen mitzudenken [146]. Der Einsatz fortgeschrittener Telemetrie-technik<sup>102</sup> könne möglicherweise den zeit- und kostenintensiven Einsatz menschlicher Beobachter in solchen Vorher-Nachher-Studien künftig vermindern. Die Besenderung der Vögel müsse ggf. vorausschauend genau geplant werden, um ausreichende Vorher-Daten für den Vergleich zu erhalten. Hierfür bedürfe es jedoch entsprechender artenschutzrechtlicher Genehmigungen. Da die Erteilung dieser Genehmigungen für einfache BImSchG-Verfahren sehr restriktiv gehandhabt werde, sei zu prüfen, ob durch Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und den Landesumweltämtern hierfür eine günstigere Ausgangsposition erreicht werden könne.

Durch den zunehmenden Ausbau der Windenergie stünden auch weniger Flächen für Rast- und Zugvögel zur Verfügung. Dies könne sich u. a. auch zu Folgekonflikten mit Landwirten entwickeln, da sich der Fraßdruck pro Flächeneinheit erhöhen würde. Angeregt wurde daher eine Modellierung des Flächenverlustes und der Änderungen der Rast- und Zugverteilungen, u. a. um das Wissen über die Auswirkungen der Windenergie auf Rast- und Zugvögel zu verbessern.

#### *Verbesserung der Modellierungsgrundlagen*

Während der Planungsphase von Windparks, insbesondere vor dem Hintergrund von Raumnutzungsanalysen, seien lokale Brutpaare und Individuen illegaler Horstvernichtung, Tötung, Störung etc. ausgesetzt, um eine Anlagengenehmigung zu erlangen, Nachbeauftragungen zu umgehen und erhöhten Artenschutzmaßnahmen vorzubeugen<sup>103</sup>. Es stelle sich die Frage, ob es andere Möglichkeiten<sup>104</sup> gebe, um die Raumnutzungsanalysen zu ersetzen und den Druck auf die Individuen und Brutpaare mindern zu können.

Gleichzeitig stelle sich aufgrund der steigenden Flächennutzung durch Windenergieanlagen vermehrt die Frage, inwiefern ein Windpark auch ein Lebensraum sei. Für die Windenergie auf See wurde von Anfang an ein künstlicher Riffeffekt diskutiert. Inwiefern etwa Fischpopulationen im Windpark aufgrund des Ausschlusses der Fischerei zunehmen würden, stellt bis heute andererseits einen empirisch erst noch hinreichend zu klärenden Sachverhalt dar. Auch die begonnene Diskussion um mögliche Ökosystemleistungen von Offshore-Windparks bedürfen einer verlässlichen empirischen Basis [133].

Aktuelle Projekte auf See befassen sich vor allem mit der Datenerhebung zu Bewegungsmustern von Vögeln, Fledermäusen und Meeressäugern in der Nord- und Ostsee, um mögliche Konflikte mit Windenergieanlagen auf See beurteilen zu können. Hier sind zum Beispiel die BfN-Vorhaben ‚Auswirkungen von Offshore-Windparks auf den Fledermauszug über dem Meer‘ (BATMOVE)<sup>105</sup> und ‚Vogelzug über dem offenen Meer: Methoden, Raum-Zeit-Muster und Konflikte mit der Offshore-Windenergienutzung‘ (BIRDMOVE)<sup>106</sup> sowie das BMWi-geförderte Vorhaben ‚HELBIRD‘<sup>107</sup> zu den Anlockungs- und Meideeffekten von Offshore-Windparks für Seevögel und Meeressäuger zu nennen.

Handlungsoptionen im Themengebiet *Populationsmodellierungen* wurden in der Online-Umfrage mehrheitlich vorrangig eingestuft (Abbildung 12).

---

<sup>102</sup> <http://www.ornitela.com/>.

<sup>103</sup> Vermehrt werde etwa in Medienbeiträgen auf diese und ähnliche Gefährdungssituationen für Brutvögel geschützter Arten hingewiesen, wie beispielsweise [147–149].

<sup>104</sup> Z. B. durch Kennzeichnung von Nutzungsintensitäten in Form von Rastern- oder Wabenstrukturen.

<sup>105</sup> <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/batmove/>.

<sup>106</sup> <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/birdmove-vogelzug-und-offshore-wind/>.

<sup>107</sup> <http://www.forschungsjahrbuch-energie.de/projekt/1779>.

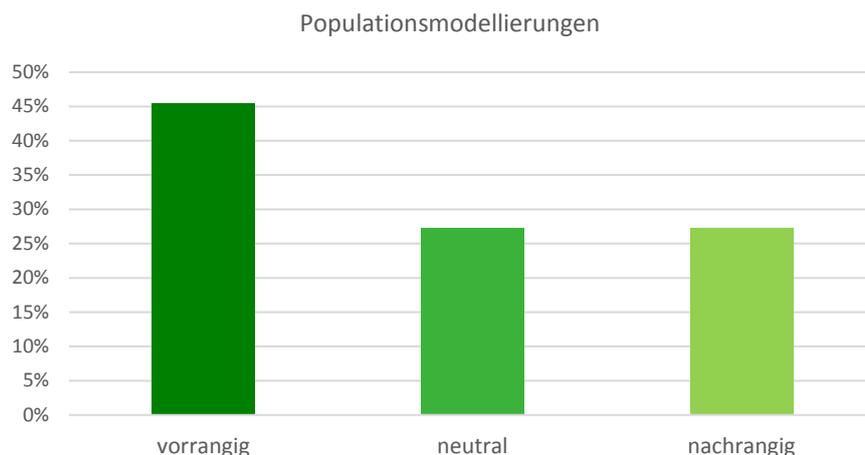


Abbildung 12: Einschätzung der Handlungsoptionen im Themengebiet Populationsmodellierungen (Umfrageergebnisse; n=22)

Box 15: Handlungsoptionen Populationsmodellierungen

- ◆ Systematische Vorher-Nachher Untersuchungen zu den projizierten und tatsächlichen Auswirkungen von Windenergieanlagen (BACI Studien)
- ◆ Follow-up Untersuchungen für die Windenergie an Land und auf See – Vorher-Nachher-Studien (Vergleichbarkeit und Verfügbarkeit der Rohdaten)
- ◆ Verbesserung der Modellierungsgrundlagen (z. B. Untersuchungen zur natürlichen Populationsdynamik), Populationsmodellierungen intensivieren
- ◆ Abschätzung des Flächenverlusts und der Änderungen der Rast- und Zugverteilungen durch Windparks
- ◆ Alternative Ansätze für Raumnutzungsanalyse entwickeln
- ◆ Weitergehende Untersuchungen zum künstlichen Riffeffekt und teilweise angenommenen Naturschutzcharakter von Offshore-Windparks

#### 4.3.3 Fortschreibung des Verfahrens- und Qualitätsmanagements

Der Verwaltungs- und Umsetzungsaufwand aufgrund zunehmender Einwendungen im Genehmigungsverfahren sowie der umfangreichen Beauflagung von Vermeidungs- und Monitoringmaßnahmen scheint immer noch zu steigen. Die Hemmnisse bei der Planung, Realisierung und dem Betrieb von Windenergieanlagen rücken in der Konsequenz die Planungs- und Verfahrensansätze selbst in den Fokus von Handlungsoptionen<sup>108</sup>. Anhang I bietet eine Zusammenschau aktueller Hemmnisse beim Ausbau der Windenergie aus Sicht eines Windenergieunternehmens (S. 70).

<sup>108</sup> Es zeichnet sich ab, dass Projektträger vermehrt auch gerne freiwillig förmliche Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung durchlaufen würden, dies jedoch von den Genehmigungsbehörden als nicht leistbar betrachtet werde.

Ein Vorhaben versucht, Defizite und Hemmnisse von immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen zu identifizieren und Verbesserungsvorschläge abzuleiten<sup>109</sup>. Ein weiteres BMWi-gefördertes Vorhaben<sup>110</sup> will ausgewählte Rechtsfragen bei der Flächenbereitstellung und Standortrealisierung für die Windenergie an Land eingehend untersuchen. Das Vorhaben widmet sich unter anderem Fragen aus dem Immissionsschutzrecht (z. B. Schallimmissionen, optische Wirkungen), dem Bauordnungsrecht (z. B. Standsicherheit) oder dem Luftverkehrsrecht (z. B. Bauschutzbereiche, Radaranlagen). Dieses Vorhaben – ‚*NeuPlan Wind*‘ – hat zum Ziel, die Flächenausweisung für die Windenergie zu erleichtern, eine vorausschauende und rechtssichere Planung zu unterstützen und rechtliche Spielräume aufzuzeigen [150].

Auch kooperative Ansätze könnten Handlungsoptionen bieten, um die Qualität der Prozesse und Gutachten zu verbessern. Hier bietet sich beispielsweise ein Blick auf die 9. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) an, wonach die Konsultation von und Unterstützung des Verfahrens durch einen externen Projektmanager auf Kosten des Antragsstellers ermöglicht wird. Da dies jedoch auch in einem sinnvollen Kosten-Nutzen-Verhältnis stehen müsse, rücken andere Ansätze ebenso in den Vordergrund. So erfährt z. B. die freiwillige Selbstverpflichtung zur Einhaltung der Leitlinienstandards für faire Windenergie – wie bereits in Thüringen praktiziert<sup>111</sup> – ein gesteigertes Interesse, auch bei Verbänden<sup>112</sup>.

Zudem gebe es Überlegungen, dass Zertifizierungen von Gutachtern und Consultants zu einer verbesserten und transparenteren Gestaltung des Planungs- und Betriebsalltags führen könnten, um ggf. Ressentiments (beispielsweise Befangenheit) entgegenwirken zu können. Dies könne sich jedoch als schwierig erweisen, da objektive Standards schwer zu setzen seien. Als Lösungsansatz wurde die Beauftragung von Fachgutachten und Gutachtern durch Behörden angeregt; auch hier könnten jedoch Befangenheiten bestehen. Eine Kooperation aller Beteiligten, um *gemeinsam* Gutachter<sup>113</sup> auszuwählen, könnte eine alternative Handlungsoption bieten; Modellprojekte zu solchen Überlegungen stellen eine Handlungsoption dar.

Weitere Maßnahmen zur Qualitätssicherung werden bereits durchgeführt, wie z. B. eine Seminarreihe der Leibniz-IZW-Akademie in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband für Fledermauskunde (BVF). Die Workshop-Reihe<sup>114</sup> richtete sich an Gutachter, Landschaftsplaner, Behördenvertreter sowie weitere Akteure und schulte für die Arbeit mit Fledermausarten (z. B. Schlagopferschätzung, Monitoring und Raumnutzungsanalysen).

*Box 16: Handlungsoptionen Fortschreibung des Verfahrens- und Qualitätsmanagements*

---

◆ Modellprojekt ‚kooperative Ansätze zur Gutachterausswahl‘ und ggf. Qualitätssiegel

---

---

<sup>109</sup> AGORA Energiewende.

<sup>110</sup> <http://stiftung-umweltenergierecht.de/projekte/neuplan-wind/>.

<sup>111</sup> <http://www.thega.de/bereiche/wind-gewinnt/service-fuer-unternehmen/leitlinien/>.

<sup>112</sup> <http://www.windkraft-journal.de/2016/12/30/38-Projektierer-tragen-siegel-faire-windenergie-thueringen/96143>.

<sup>113</sup> Auch Betrachtungen der FA Wind widmen sich dieser Frage, so räume bereits § 13 Abs. 2 S. 2 der 9. BImSchV ein, dass der Antragsteller den Gutachtenauftrag in Abstimmung mit der Behörde erteilen könne [vgl. 151].

<sup>114</sup> <http://www.izw-berlin.de/leibniz-izw-akademie.html>.

#### 4.3.4 Testflächen für Forschungswindparks

Der Bedarf an leistungsfähigen Windenergieanlagen, die gleichzeitig den Anforderungen an Arten- und Naturschutz entsprechen können, steigt. Für die Entwicklung neuer Techniken seien entsprechend Testflächen nötig, die eine weitreichende Erprobung ermöglichen und aufgrund ihres Standortes keine Störungswirkung auf Anwohner entfalten<sup>115</sup>. Dabei könnten zum Beispiel neuartige Flugerkennungs-systeme, z. B. Radarsysteme, getestet werden. Das BMWi-geförderte Projekt ‚DFWind‘ (Deutsche Forschungsplattform für Windenergie) des Forschungsverbundes Windenergie (FVWE) untersucht bereits verschiedene Modelle von Windenergieanlagen und widmet sich der Vermessung der Windfelder und der technischen Anlagenoptimierung<sup>116</sup>. Auch in Süddeutschland (bei Geislingen/Schwäbische Alb) wird ein Windenergie-Forschungscluster ‚WindForS‘<sup>117</sup> errichtet. Das Konzept sieht eine ökologische Begleitforschung durch das BfN vor<sup>118</sup>. Die Wissenschaftler erhalten dort „uneingeschränkten Zugriff auf die komplette Steuerungstechnik und die Konstruktionsdaten der Anlagen [...], um deren Verhalten genauestens analysieren zu können“<sup>119</sup>.

Weiterer Handlungsbedarf bestehe ebenso hinsichtlich der gleichzeitigen Erprobung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den Artenschutz. Dies setze ggf. voraus, dass sich die möglichen Standorte von Testanlagen mit dem Vorkommen sensibler Tierarten hinreichend decken sowie artenschutzrechtliche Genehmigungen zu erlangen wären.

*Box 17: Handlungsoptionen Testflächen für Forschungswindparks*

- 
- ◆ Etablierung geeigneter Forschungsflächen (u. a. zur Erprobung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen)
- 

#### 4.3.5 Verteilungsgerechtigkeit verbessern

Die Windenergieentwicklung löst weiterhin Verteilungsdebatten aus. Zum einen ist eine ‚Stadt-Land-Kluft‘ auszumachen. Wohlfahrtswirkungen ‚grünen Stroms‘ ergeben sich überwiegend für die Masse der Verbraucher in urbanen Ballungszentren, während belastend wahrgenommene Veränderungen der Landschaft vielfach Anwohner des ländlichen Raums betreffen<sup>120</sup>. Zum anderen kann auch eine Ungleichheit zwischen den Akteuren vor Ort festgestellt werden. So stehen sich oftmals finanziell von der Windenergie profitierende Landverpächter und jene Landbesitzer gegenüber, deren Flächen sich nicht für den Ausbau der Windenergie eignen. Während die ersteren teilweise beachtliche Einnahmen verzeichnen können, sehen sich letztere ausschließlich mit der Beeinträchtigung ihres vertrauten Landschaftsbildes konfrontiert. Dies kann zu lokal ausgeprägten Konflikten führen, ein Umstand, der unter anderem bereits von der Belletristik aufgegriffen wurde<sup>121</sup>. Aussicht auf wirtschaftliche Beteiligung

---

<sup>115</sup> Z.B. ausreichende Distanz zu Siedlungen, sodass die Forschungswindparks nicht durch immissionsbedingte Schutzradien eingeschränkt werden.

<sup>116</sup> [http://www.dlr.de/ft/desktopdefault.aspx/tabid-10501/18021\\_read-42497/](http://www.dlr.de/ft/desktopdefault.aspx/tabid-10501/18021_read-42497/).

<sup>117</sup> <http://www.windfors.de/testfeld.html#top>.

<sup>118</sup> <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projekt Datenbank/projekte/natforwinsent-naturschutz-im-windtestfeld/>.

<sup>119</sup> <https://www.beschaeftigte.uni-stuttgart.de/uni-aktuell/presseinfo/0a692a93-ff66-11e6-972f-000e0c3db68b/>.

<sup>120</sup> <http://lehre.umweltpruefung.tu-berlin.de/mapj2016/doku.php>.

<sup>121</sup> Vgl. Julie Zeh: Unterleuten, Luchterhand Literaturverlag, München, 2016.

kann die Unterstützung von lokalen Windprojekten offenbar teilweise verbessern [152]. In Deutschland existieren bereits einige Ansätze<sup>122 123</sup>, um die Einnahmen aus der Windenergie sozialverträglicher zu verteilen [154]. Allerdings sollten diese Beispiele stärker verbreitet und ihre Übertragbarkeit beleuchtet werden. Handlungsbedarf für einen Ausgleich zwischen den ‚Gewinnern‘ (z. B. Projektierer, Investoren und Landeignern) und den ‚Verlierern‘ (z. B. Anwohnenden, die von Schatten, Lärm oder einer veränderten Landschaft betroffen sind) der Windenergie ist unverkennbar [155].

Vorhaben, wie das Projekt ‚Energiekonflikte‘<sup>124</sup>, haben sich bereits mit dem generellen Widerstand gegen bzw. der Kritik an unter anderen Windenergieprojekten auseinandergesetzt. Die darin erarbeiteten Akzeptanzkriterien können zwar einen Ausgangspunkt zur weiteren Erörterung des Ausgleichs zwischen den ‚Verlierern und Gewinnern‘ der Windenergie bilden, doch bedürfte es einer vertiefenden Betrachtung dieses weiteren Themenfeldes.

Ein weiterer Aspekt im Zuge des Verteilungsdiskurses ist die Frage nach dem potentiellen Wertverlust von Immobilien im Umfeld von Windparks: Anwohner befürchten, dass sich die optische Präsenz, die mögliche Geräuschentwicklung oder der Schattenwurf der Windenergieanlagen negativ auf den Wert ihrer Immobilien und Grundstücke auswirken könnte. Dies kann wiederum zu einer geringeren Akzeptanz von Windenergieentwicklung bei Immobilienbesitzern führen [156–158]. In Deutschland liegen aktuell noch wenige Untersuchungen zum Wertverlust von Immobilien bzw. Grundstücken vor. Einzelne Untersuchungen (in den Kreisen Aachen und Steinfurt, Nordrhein-Westfalen) konnten basierend auf Anzahl und Preisentwicklung der Kaufverträge von sowohl bebauten als auch unbebauten Grundstücken keinen Einfluss<sup>125</sup> der Windenergieanlagen auf den Wert umliegender Immobilien feststellen [161, 162]. In Bezug auf landwirtschaftliche Bodenpreise in Brandenburg zwischen den Jahren 2000 und 2010 wurde neben allgemein preisbestimmenden Merkmalen<sup>126</sup> der Einfluss von Windenergieerzeugung gesondert berücksichtigt<sup>127</sup>. Es wurde ein preissteigernder Einfluss der Windkrafterzeugung angenommen [163]. Ein Faktencheck der EnergieAgentur.NRW fasst vorliegende Umfragen und Untersuchungen zum Thema Windenergie und Immobilienpreise zusammen und dokumentiert die Ergebnisse einer Informationsveranstaltung mit verschiedenen Experten der unterschiedlichen Fachbereiche [164].

---

<sup>122</sup> Im Rehborner Modell im Landkreis Bad Kreuznach (Rheinland-Pfalz) wurden zur Ausgestaltung eines fairen Ausgleiches die Pachteinnahmen wie folgt verteilt: Diese gehen zu je einem Drittel an die Grundstückseigentümer auf deren Land die Windenergieanlagen stehen, an einen Fond für angrenzende Landeigentümer und an die Gemeinde (<http://www.swr.de/zur-sache-rheinland-pfalz/rehborner-modell/-/id=7446566/did=13194546/nid=7446566/1ism02e/in-dex.html>).

<sup>123</sup> Das Bürger- und Gemeindebeteiligungsgesetz in Mecklenburg-Vorpommern verpflichtet den Vorhabenträger, die unmittelbaren Anwohner (5 km Radius um den Windpark) wirtschaftlich zu beteiligen. Dies kann entweder in Form von Anteilen, durch eine jährliche Ausgleichsabgabe an die Gemeinde oder Sparprodukte für die Bürger und Bürgerinnen geschehen [153].

<sup>124</sup> <http://energiekonflikte.de/index.php?id=52>.

<sup>125</sup> Auch einige Studien im nordamerikanischen Raum konnten keinen Zusammenhang zwischen Nähe zu Windparks und dem Wertverlust von Immobilien feststellen [159, 160].

<sup>126</sup> Beispielsweise: mögliche Preiseffekte für Lose im Berliner Umland; Niederschlagsverteilung; lokale Nachbarschaftsverhältnisse; regionaler durchschnittlich erzielte Preis des Vorjahres (Landkreis) etc. [163].

<sup>127</sup> Die Studie weist darauf hin, dass der genaue Umfang des Preiseffektes daten- und methodenbedingten Unsicherheiten unterliege. Die Analyse erfolgte mithilfe hedonischer Preisanalysen, welche grundsätzlich die Gefahr bergen, „Preisdeterninanten zu vernachlässigen, die mit den Erklärungsvariablen korreliert sind, was zu Verzerrungen der Schätzergebnisse führen“ könne [163, S. 12]. Des Weiteren bedinge eine unscharfe räumliche Zuordnung von verkauften Flächen sowie gebauten oder geplanten Windenergieanlagen und Ausgleichsflächen eine genaue Kausalanalyse des Preiseffekts [163].

Generell ist der Immobilienpreis das Ergebnis eines komplexen Zusammenspiels aus verschiedenen Faktoren, wie beispielsweise dem Zustand der Immobilie, dem zyklischen Geschehen des Marktes oder geltendem Baurecht. Dies erschwert die Identifizierung des Einflusses eines einzelnen Faktors [164]. Wie jedoch im Einzelnen ein Erhebungsdesign zur empirischen Überprüfbarkeit des Wertverlustes von Immobilien im Umfeld von Windenergieanlagen aussehen könnte, steht noch aus. Insbesondere die in ländlichen Regionen oft zu geringen Grundstücksveräußerungen erschweren empirische Ansätze. Methodisch konnte man sich u. a. in den Niederlanden dieser Frage annähern<sup>128</sup>; hier verfügten die Autoren der Studie über eine komfortable Datengrundlage [158]. Im benachbarten Dänemark hat die Debatte um den Wertverlust von Immobilien bereits einen Widerhall auf rechtlichem Gebiet erzeugt: Der *Promotion of Renewable Energy Act 2009* sichert eine individuelle Überprüfung und den monetären Ausgleich des Wertverlustes der Immobilie (durchschnittlich ca. 16.000 €) durch die Errichtung von Windkraftanlagen zu [165].

Eine Studie zur Preisentwicklung von Immobilien und Grundstücken im Umfeld von Windenergieanlagen biete eine Handlungsoption, um zur Versachlichung der Diskussion beizutragen und das Feld an betreffenden Handlungsoptionen zu vertiefen.

*Box 18: Handlungsoptionen Verteilungsgerechtigkeit verbessern*

- 
- ◆ Entwicklung und Verbreitung von Ansätzen zum Ausgleich zwischen ‚Gewinnern‘ und ‚Verlierern‘ der Windenergie (inkl. z. B. Stadt-Land-Ausgleich)
  - ◆ Studien zur Preisentwicklung von Immobilien und Grundstücken im Umfeld von Windenergieanlagen
- 

#### 4.3.6 Fairness und Effektivität von Beteiligung

Bislang sei nicht erwiesen, ob Beteiligungsmodelle die gesellschaftliche Akzeptanz Erneuerbarer Energien (insbesondere der Windenergie) nachhaltig erhöhen können. Auch hier bedürfe es einer verbesserten Erkenntnislage. Zusätzlich seien Erkenntnisse über die Wirkung von besserer wirtschaftlicher Teilhabe der Kommunen erstrebenswert. Dabei stelle sich die Frage, welche Wirksamkeit auch technische Maßnahmen, wie beispielsweise die (kostspielige) bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung oder auch das Repowering von Altanlagen entfalten können. Die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung wird bereits in einigen Bundesländern<sup>129</sup> praktiziert und werde u. a. von Gemeindevertretern und Anwohnern vermehrt im Planungsverfahren gefordert. Aus rechtlicher Sicht sei auch die Bedarfsgerechtigkeit bei der Bemessung von naturschutzrechtlichen Ausgleichszahlungen zu berücksichtigen, was mitunter zu einer Verringerung der Zahlungen führen könne. Weiterhin gelte es festzustellen, inwieweit eine

---

<sup>128</sup> Eine Studie aus den Niederlanden basiert auf Grundlage einer komfortablen Datengrundlage. So kommen die Autoren der Studie mit Hilfe statistischer Berechnungen (Differenz von Differenzen-Ansatz) zur Feststellung, dass niederländische Immobilienwerte um durchschnittlich 1,4 % im Umkreis von 2 km um eine Windenergieanlage sinken. Dieser Effekt trete bis zu 2 Jahre vor Inbetriebnahme ein und sei auch 10 Folgejahre noch statistisch signifikant [158].

<sup>129</sup> Von diesen neuen Regelungen macht derzeit gesetzlich ausschließlich Mecklenburg-Vorpommern Gebrauch, indem es die verpflichtende Installation der bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung ab dem 1. Januar 2017 für UVP-pflichtige Windparks vorsieht (§ 46 LBauO M-V). In Schleswig-Holstein erhalten Betreiber, die die bedarfsgerechte Befeuerung freiwillig einsetzen, einen Abschlag auf die übliche Ersatzzahlung für Eingriffe in das Landschaftsbild [166].

bedarfsgerechte Befuerung rechtlich verpflichtend eingeführt werden könne, ohne insbesondere Betreiber von Bestandsanlagen unverhältnismäßig zu belasten.

Eine weitere Handlungsoption erschließe sich zu wirtschaftlichen Beteiligungsmodellen hinsichtlich ihrer Finanz- und Wettbewerbssicherheit, um erfolgreiche und ‚korruptionsfreie‘ Beteiligungsmodelle herauszustellen. In diesem Kontext biete sich z. B. eine Studie zu einem ‚fortgeschriebenem Gewerbesteuer-splitting‘ an, um zu untersuchen inwiefern Gewerbesteuereinnahmen mit Kennzahlen der installierten Leistung von Windenergieanlagen verknüpft werden können. Aktuell sind diese an den Restwert der Windenergieanlagen geknüpft, doch könne eine Machbarkeitsanalyse wirksamere Konzepte herausstellen.

Ebenso wurden Fragen der Teilhabe am Planungsverfahren adressiert: Die Wahrnehmung, nicht ausreichend am Verfahrensablauf beteiligt worden zu sein, kann zu einem Eindruck von ungerechter Behandlung und lokalem Widerstand gegen ein Projekt führen [167–170]. Anhang II bietet eine Zusammenschau aktueller Hemmnisse beim Ausbau der Windenergie aus Sicht einer Bürgerinitiative gegen Windenergie (S. 72). Ein Verbundvorhaben ‚Offshore Windenergie Mecklenburg Vorpommern‘<sup>130</sup> (gefördert durch die DBU und das Land Mecklenburg-Vorpommern) widmet sich der optimierten Planungsbeteiligung und Akzeptanzanalyse großer Infrastrukturmaßnahmen auf See (insbesondere Offshore-Windparks).

Allerdings findet dieser gesamte Themenkomplex auch bereits viel Beachtung, u. a. durch die Ausbildung von und Unterstützung der Planungsprozesse durch Moderatoren (Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende, KNE) und weitere Akteure<sup>131</sup>. Einhergehend mit dieser Einschätzung wurden im Themengebiet *Fairness und Effektivität von Beteiligung* die Handlungsoptionen weniger als deutlich vorrangig eingestuft (Abbildung 13).

---

<sup>130</sup> [https://www.dbu.de/projekt\\_32668/01\\_db\\_2409.html](https://www.dbu.de/projekt_32668/01_db_2409.html) und <https://forschung-sachsen-anhalt.de/project/akzeptanz-erneuerbarer-energien-beteiligung-19534>.

<sup>131</sup> Eine kürzlich abgeschlossene UBA-geförderte Studie zu Mitwirkungsmöglichkeiten bei umweltrelevanten Projekten bietet Empfehlungen zu informellen und formellen Verfahren der Öffentlichkeitsbeteiligung [171]. Auch im Zuge der BMBF-geförderten Forschungsreihe ‚Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformationen des Energiesystems‘ wurden Stellschrauben und wichtige Elemente von Beteiligung identifiziert, die allerdings noch Eingang in die Praxis finden müssen, um effektiv zu werden.

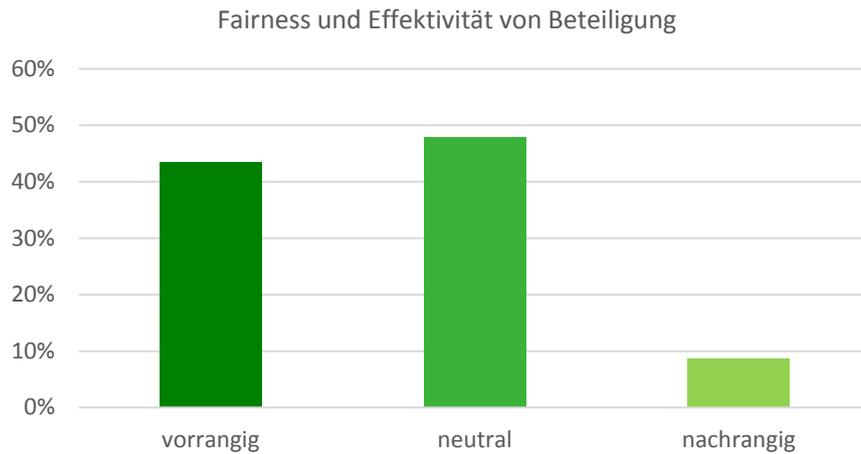


Abbildung 13: Einschätzung der Handlungsoptionen im Themengebiet Fairness und Effektivität von Beteiligung (Umfrageergebnisse; n=23)

Box 19: Handlungsoptionen Fairness und Effektivität von Beteiligung

- 
- ◆ Erstellung eines finanz- und wettbewerbssicheren Katalogs von Beteiligungsmodellen – Absicherung finanzieller Beteiligungsmodelle („korrupsionsfrei“)
  - ◆ Machbarkeitsstudie z. B. zur Verknüpfung der Gewerbesteuererinnahmen mit Kennzahlen der installierten Leistung statt Restwert der Windenergieanlagen etc.
  - ◆ Studie zur Wirksamkeit akzeptanzfördernd gemeinter Maßnahmen wie der bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung
-

## 5 Die Handlungsoptionen im Überblick

Tabelle 2: Synopse der identifizierten Handlungsoptionen im 'Handlungsfeld Windenergie'

Themengebiet	Handlungsoptionen
<b>Metaanalysen und kumulative Wirkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Metaanalysen und Upscaling von Erkenntnissen auf einer Meso-Ebene (z. B. Plattform zur Gesamtschau von Erkenntnissen aus Gutachten und Monitorings)</li> <li>◆ <i>Peer review</i> Prozess zur ‚Veröffentlichung von Ergebnissen faunistischer Untersuchungen im Windpark‘ in Kooperation zwischen Gutachtern und Wissenschaftlern</li> <li>◆ Stichprobenevaluation von WE-Projekten zum Kollisionsrisiko – Zufallsstichproben zu den Auswirkungen von Windparks mit standardisierten Erhebungen</li> <li>◆ Monitoring von Windpark-Clustern zur Verfolgung und möglichst Bewältigung kumulativer Auswirkungen mehrerer Windenergieanlagen und ihrer Wirkungen an Land und auf See</li> <li>◆ Potenzialstudie der Windenergie zu naturschutzfachlichen Belangen (Analyse arten- und naturschutzfachlicher Belange in feinem Maßstab, z. B. inkl. Umgriff Helgoländer Papier)</li> </ul>
<b>Auswirkungen neuer Anlagendimensionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Effektive und günstige Konstellationen für Repowering – Studie zu den Auswirkungen und Hindernisse des Repowerings (Artenschutz &amp; Teilhabe/Akzeptanz), ggf. Ableitung von Handlungsoptionen, Vorschläge zur Erleichterung des Repowerings</li> <li>◆ Statistische Auswertung der im Verlauf von Begehungen und Monitorings erhobenen Daten unter Betrachtung verschiedener Anlagenparameter</li> <li>◆ Entwicklung von Recyclingstrategien und ganzheitlichen Life Cycle Assessments für Windenergieanlagen</li> <li>◆ Strategie für den Rückbau von (insbesondere) Offshore-Fundamenten</li> </ul>
<b>EEG Novellen und Akteursvielfalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Auswirkungen des Ausschreibungsdesigns auf örtlich gewachsene Strukturen (insbesondere KMU und deren lokaler Stellenwert) und Ableitung von möglichen Stellschrauben</li> </ul>
<b>Austauschformate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Austauschformate zwischen Planung und Rechtsprechung ausbauen</li> </ul>
<b>Wissenskommunikation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Ermittlung der Motive und Argumentationsmuster von Bürgerinitiativen und Initiierung einer systematischen Diskussion zu aufgeworfenen Fragen</li> <li>◆ Welchen Einfluss haben Medien auf Entscheidungsprozesse?</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Entwicklung von Wissenskommunikations-Formaten, um eine seriöse und alltagsnähere Information durch die Autoren selbst von Studien zu ermöglichen</li> <li>◆ Gründe für Nicht-Partizipation vulnerabler Bevölkerungsgruppen</li> <li>◆ Integration aller sozialen Milieus in energiepolitischen Diskurs zur sozialen Schließung</li> </ul>
<b>Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Treten Gewöhnungseffekte der Anwohner auf (oder haben sich vorab-Befürchtungen bestätigt)? – Wiederholungsuntersuchungen im Vergleich zu Voruntersuchungen</li> <li>◆ Modellprojekte zu ‚neuen Energielandschaften‘ (Verwurzelung und Zugehörigkeit von Windenergieanlagen in der Landschaft)</li> <li>◆ Standardisierungen in der Bewertung des Landschaftsbildes (z. B. mit Hilfe von Handlungsleitfaden)</li> <li>◆ Studie zur Langzeitexposition und Auswirkungen mono- und multi-kausaler Immissionsquellen auf die menschliche Gesundheit (z. B. tieffrequenter Schall)</li> </ul>
<b>mit Unschärfen planen und betreiben</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Bewusstere Ausgestaltung von <i>Best Available Science</i> in Deutschland, Relevanz für Leitfäden insbesondere</li> <li>◆ Machbarkeitsstudie zu breiterer Etablierung von <i>Adaptive Management</i> (rechtliche Möglichkeiten, Strategien zum Umgang mit Unsicherheiten), <i>Win-Win</i>-Optionen unter Einbezug aller Akteure untersuchen und erproben</li> <li>◆ <i>Generalized Estimators</i>-Anknüpfung in Deutschland – Anschluss an die Diskussion um passfähige Mortalitätsschätzer (<i>fatality estimators</i>)</li> </ul>
<b>Problemlösungen auf höheren Skalen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ (Regionale, strategische, möglichst nutzerübergreifende) <i>Habitat Conservation Plans</i> auch für Deutschland – Machbarkeitsstudien und/oder großräumige Ansätze erproben (z. B. für Rotmilan, <i>Milvus milvus</i>)</li> <li>◆ Machbarkeitsstudie zur nachvollziehbaren Verwendung von Ersatzgeldzahlungen für Artenschutzprogramme etc.</li> </ul>
<b>Steuerungsansätze der Windenergie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Empirischer Vergleich verschiedener Steuerungsansätze der Windenergie</li> <li>◆ Modellprojekt zur Wahrnehmung von Umgebungsdruck auf Anwohner</li> <li>◆ Erörterung integrativer Nutzungen und Machbarkeitsanalyse zur Öffnung von Offshore Windparks (Multifunktionalität)</li> </ul>
<b>Sektorkopplung, Kopplung von Raum- und Energieplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Analyse kumulativer Auswirkungen von mehreren, genehmigungspflichtigen Vorhaben (und ggf. Klärung der Zuständigkeiten und Schlussfolgerungen)</li> <li>◆ Entwicklung integrativer Konzepte für einen schrittweisen Strukturwandel in Bergbaufolgelandschaften</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Bessere Kopplung von Energie- und Raumplanung, auch für beispielsweise regionale Direktvermarktung</li> </ul>
<b>Sozialverträglichkeitsprüfung sinnvoll ergänzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Erarbeitung eines Konzeptes (zur ggf. auch weiterhin UVP-integrierten) Sozialverträglichkeitsprüfung (Kriterien-Indikatoren-Gerüst, Prozessablauf, Akteure etc.)</li> <li>◆ Geeignete Erfassung des Meinungsbildes in einer konkreten Planungssituation; ggf. Mithilfe moderner Technologien, z. B. Apps oder PPGIS</li> </ul>
<b>Nachhaltigkeitsbewertung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Erprobung eines Systems zur Nachhaltigkeitsbewertung, um den (kumulativen) Fußabdruck der Wind- (und Solar-energie) an Land und auf See (Wind) zu ermitteln</li> <li>◆ Machbarkeitsstudie zu schutzgutübergreifenden Bilanzierungsansätzen bzw. Ökosystemleistungen sowie zum Umgang mit Nachhaltigkeitskonkurrenzen</li> <li>◆ Methodenentwicklung und Bilanzierung der Wohlfahrtswirkungen der Windenergie, um z. B. Aspekte der regionalen Wertschöpfung mit zu erfassen</li> </ul>
<b>Effektivität von Vermeidungsmaßnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Komplexe Erprobungsprojekte in Folge des BfN-Vorhabens: Evaluierung der Effektivität und Kontrolle von Vermeidungsmaßnahmen</li> <li>◆ Testphase und Nachweis der Effektivität von Vergrämungssystemen, Überprüfung unerwünschter Nebenwirkungen (akustische Vergrämung von Vögeln und Ultraschall-Vergrämung von Fledermäusen)</li> <li>◆ Quantifizierung der Abschaltzeiten – Verständnis der kumulativen Kosten von Abschaltungen und Diskussion von Handlungsempfehlungen</li> <li>◆ Pflege <i>ProBat</i> und Stratifizierung der Fledermausaktivität</li> </ul>
<b>Populationsmodellierungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Systematische Vorher-Nachher Untersuchungen zu den projizierten und tatsächlichen Auswirkungen von Windenergieanlagen (BACI Studien)</li> <li>◆ Follow-up Untersuchungen für die Windenergie an Land und auf See – Vorher-Nachher-Studien (Vergleichbarkeit und Verfügbarkeit der Rohdaten)</li> <li>◆ Verbesserung der Modellierungsgrundlagen (z. B. Untersuchungen zur natürlichen Populationsdynamik), Populationsmodellierungen intensivieren</li> <li>◆ Abschätzung des Flächenverlusts und der Änderungen der Rast- und Zugverteilungen durch Windparks</li> <li>◆ Alternative Ansätze für Raumnutzungsanalyse entwickeln</li> </ul>

	◆ Weitergehende Untersuchungen zum künstlichen Riffeffekt und teilweise angenommenen Naturschutzcharakter von Offshore-Windparks
<b>Verfahrens- und Qualitätsmanagement</b>	◆ Modellprojekt ‚kooperative Ansätze zur Gutachterausswahl‘ und ggf. Qualitätssiegel
<b>Testflächen für Forschungswindparks</b>	◆ Etablierung geeigneter Forschungsflächen (u. a. zur Erprobung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen)
<b>Verteilungsgerechtigkeit verbessern</b>	◆ Entwicklung und Verbreitung von Ansätzen zum Ausgleich zwischen Gewinnern und Verlierern der Windenergie (inkl. z. B. Stadt-Land-Ausgleich) ◆ Studien zur Preisentwicklung von Immobilien und Grundstücken im Umfeld von Windenergieanlagen
<b>Fairness und Effektivität von Beteiligung</b>	◆ Erstellung eines finanz- und wettbewerbssicheren Katalogs von Beteiligungsmodellen – Absicherung finanzieller Beteiligungsmodelle („korruptionsfrei“) ◆ Machbarkeitsstudie z. B. zur Verknüpfung der Gewerbesteuererinnahmen mit Kennzahlen der installierten Leistung statt Restwert der Windenergieanlagen etc. ◆ Studie zur Wirksamkeit akzeptanzfördernd gemeinter Maßnahmen wie der bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung

Legende:

- ◆ Es besteht ergänzender Handlungsbedarf, da aktuelle (Forschungs-)Vorhaben diese Fragestellungen noch nicht in allen Facetten betrachten
- ◆ Es besteht vertiefter Handlungsbedarf. Hier erscheinen die Herausforderungen besonders groß, es befassen sich aktuell kaum Akteure mit diesen Themen bzw. in noch nicht hinreichendem Maße.

## 6 Schlussbetrachtung

Allein schon der Ausgleich der Ziele zum Schutz der Biodiversität (SDG 14 ‚*Leben unter Wasser*‘ und SDG 15 ‚*Leben an Land*‘) sowie des Klimas durch den Ausbau Erneuerbarer Energien (SDG 7 ‚*Bezahlbare und saubere Energie*‘ und SDG 13 ‚*Maßnahmen zum Klimaschutz*‘) bleibt ein zentrales Anliegen und es verbleibt die Frage, wie Gesellschaft, Politik und Branche mit solchen auch internen Umweltkonkurrenzen umgehen können. Für verschiedene Themengebiete des Handlungsfelds Windenergie lassen sich zwei relevante Faktoren besonders herausstellen: Kooperation und Kollaboration (vgl. hierzu auch Befassungen des *Stockholm Resilience Centres* zu Umweltmanagementprozessen [172]). Auch Ansätze aus anderen Sektoren (Verkehr & Infrastruktur) wurden auf der Abschlussveranstaltung des Vorhabens (DBU-Forum ‚Umwelt- und sozialverträgliche Windenergieentwicklung – Ergebnisse einer Handlungsfeldanalyse‘, 21. September 2017) diskutiert und werden im Folgenden zusammengefasst und reflektiert.

Im Cluster *Faktencheck* wurden insbesondere Anforderungen an *Data-Mining* und *Metaanalysen* diskutiert. Kapitel 4.1.1 des vorliegenden Schlussberichtes beschreibt, wie Metaanalysen und *Big Data* Planungsvorhaben mit Informationen unterstützen können. Im Idealfall können künftige Planungen verschlankt werden und die Datenlage (Umweltinformationen, Populationsentwicklungen etc.) verbessert werden. So könne beispielsweise Wissen über (lokale) Populationen und -dynamiken generiert werden. Auch bislang ungelösten Fragestellungen könne sich durch *Data Mining*-Ansätze genähert werden, im Hinblick auf kumulative Wirkungen, Auswirkungen auf der Populationsebene oder Gewöhnungseffekte von windenergiesensiblen Tierarten. Eine Möglichkeit, diesen Bestrebungen gerecht zu werden, biete die gemeinsame Bereitstellung von Daten und Informationen in allgemein zugänglichen Datenbanken. Doch gelte es auch Herausforderungen zu bewältigen, um solche Metaanalyse-Ansätze zu etablieren. Einerseits sei die verfügbare Ausgangsdatenlage sehr heterogen, andererseits sei die Frage der Urheber- und Eigentumsrechte von Daten – insbesondere aufgrund der Akteursvielfalt in der Windbranche – nach wie vor nicht geklärt, wachsendes wechselseitiges Vertrauen sei erforderlich.

Im Sinne von *Due Diligence*<sup>132</sup> könne etwa eine Vereinbarung zur Datenübergabe zwischen verschiedenen Akteuren und Kooperationspartner getroffen werden. Mögliche Anknüpf- und Lösungsansätze können mit Blick auf andere Industriezweige gefunden werden: Lösungen, wie sie etwa die Automobilindustrie kürzlich finden musste<sup>133</sup>, umfassen z. B. freiwillige und kooperative Modelle<sup>134</sup> bei denen Eigentümer Daten gemeinsam in einen Datenpool einspeisen. Im Infrastrukturbereich entwickelte die Deutsche Bahn AG das ‚*Fachinformationssystem Naturschutz und Kompensation*‘ (FINK). Dieses kon-

---

<sup>132</sup> *Due Diligence* (engl. Beteiligungsprüfung, Informationsoffenlegung): Due Diligence bezeichnet eine Informationsoffenlegung im Kontext von Übernahme- und Transaktionsprozessen (insbesondere von Firmen). Hierbei können verschiedene Schwerpunkte in den sorgfältigen Due Diligence-Prüfungen gelegt werden, z. B. wirtschaftliche, technische, organisatorische oder Umwelt-Aspekte [173].

<sup>133</sup> Hierzu beispielsweise: <https://www.bigdata-insider.de/daten-revolutionieren-die-automobilindustrie-a-521360/>.

<sup>134</sup> Sogenannte *Data Lakes* ermöglichen es, im Big Data Umfeld des Internets der Dinge Daten ohne eine vorherige Normalisierung einzustellen (d. h. ohne sie vorher in eine einheitliche Form zu bringen). Mit dem open-Source Software Framework *Hadoop* können beispielsweise große Datenmengen auf verteilten Systemen in hoher Geschwindigkeit verarbeitet werden. *Hadoop*-Systeme erzeugen Metadaten und beschleunigen somit die Beantwortung von Fragen (*Data Mining*). Internet der Dinge (*Internet of Things*): Vision einer globalen Infrastruktur der Informationsgesellschaften, die es ermöglicht, physische (z. B. auch Windenergieanlagen) und virtuelle Gegenstände miteinander zu vernetzen und sie durch Informations- und Kommunikationstechniken kommunizieren und zusammenarbeiten zu lassen.]

zerninterne Tool diene der Dokumentation und Kontrolle von Kompensationsverpflichtungen. Kompensationsverpflichtungen der Bahn sollen zukünftig schon in der Planungsphase erfasst und während ihres gesamten Lebenszyklus fortlaufend aktualisiert werden [174]. Weitere Lösungsansätze und Handlungsoptionen seien denkbar, und erfordern in der Regel *kollaborative Herangehensweisen*<sup>135</sup>. Angelehnt an das FINK-System der DB AG wurden etwa die Potenziale einer Sammlung lösungswirksamer Tools zum Schutz von Fledermausarten an Windenergieanlagen diskutiert.

Beschleunigungen und Innovationen in verschiedenen Sektoren seien in den vergangenen Jahren vermehrt durch die Industrie selbst vorangebracht worden, so auch im Nachhaltigkeitsbereich. Viele Industriezweige haben bereits eine eigene *Nachhaltigkeitsstrategie* entwickelt. Auch die Erneuerbare Energien-Branche müsse sich dem Vergleich mit anderen Sektoren stellen und eine Nachhaltigkeitsstrategie ausarbeiten. Diese Initiative könne beispielsweise von der Windenergiebranche mittels kooperativer Ansätze ausgehen.

Im Cluster *Modelle schaffen* wurden besonders *Adaptive Management*-Ansätze hervorgehoben und diskutiert (vgl. Kapitel 4.2.1): *Adaptive Management* sieht vor, verbleibende Unschärfen anzuerkennen und durch Lern- und Anpassungsprozesse bei der Planung und Betrieb von Windenergieanlagen zu bewältigen. Großräumige Planungen<sup>136</sup> böten Handlungsimpulse. Hervorzuheben sei der Bedarf an Kooperation zwischen verschiedenen Akteuren und Nutzergruppen, um solche Modelle effektiv zu gestalten. Ein Beispiel biete die kollaborative Herangehensweise zwischen der Deutschen Bahn AG und Umweltverbänden zur Vermeidung des Vogeltods im Bahnverkehr. Gemeinsam habe man eine vogelsichere Konstruktion im Regelwerk entwickelt und installiere sogenannte *Animal Guards*, die das Aufsitzen und Überqueren von Vögeln und Kleintieren auf Isolatoren verhindern. Im Infrastrukturbereich strebe man an, eine „verkehrsträgerübergreifende Wissensplattform zum Umweltschutz [zu] schaffen und systematische Kartier- und Artendaten [zu] erfassen“ und „partnerschaftliche Zusammenarbeit [zu] stärken“ [175, 176].

Ähnliche kooperative Modelle ließen sich auch mit der deutschen Windenergiebranche entwickeln. Zur Annäherung an den *Adaptive Management*-Ansatz in Deutschland bedürfe es beispielsweise eines „Ortes des Vertrauens“. In den USA seien sogenannte Kollaborativen bereits etablierte Teile des Systems (z. B. *National Wind Coordinating Collaborative*, NWCC; *Bats and Wind Energy Cooperative*, BWEC sowie weitere *Collaboratives* auf Bundesstaaten-Ebene). Vorteile der partnerschaftlichen Zusammenarbeit umfassen den Zugang zu Projekten, zu Forschung und deren Zwischenergebnissen. Es bestehe die Möglichkeit zur gemeinsamen Mitteleinwerbung [177], so können z. B. durch beteiligte Projektpartner auch nicht-monetäre Ressourcen (Technologien, Eigenanteile etc.) eingebracht werden. Durch die Gründung einer Kollaborative werde auch der frühzeitige und regelmäßige Austausch gefördert. Sowohl Voraussetzung als auch Vorteil für eine erfolgreiche kollaborative Herangehensweisen sei es, eine gemeinsame Vertrauensbasis zu schaffen und ein gemeinsames Interesse über einen längeren Zeitraum partnerschaftlich zu verfolgen. Mithilfe kollaborativer Ansätze könne ein geschütztes Diskussionsforum geschaffen werden und glaubwürdige Ergebnisse entstehen [vgl. 172].

Im Cluster *Faktencheck* wurde wiederholt der Wunsch nach geeigneten Formaten des unabhängigen und sachgerechten Erkenntnistransfers geäußert. Kapitel 4.1.5 des vorliegenden Schlussberichtes be-

---

<sup>135</sup> Engl. *collaborative action*.

<sup>136</sup> Eng. *landscape-scale approach*.

schreibt beispielsweise, dass um die Deutungshoheit von Forschungsergebnissen zunehmend gerungen werde. Diverse Institutionen (FA Wind, KNE und Initiativen auf Länderebene) seien bereits mit dem Thema befasst, sodass derzeit kaum weiterer Handlungsbedarf in der Drittkommunikation bestehe. Gleichzeitig zeige sich, dass eine Drittkommunikation zumindest unvollständig bleibe, solange nicht die Autoren der Studien selbst – verständlich und ungefiltert – zu Wort kommen. Als zentral wurde auch eine transparentere Kommunikation der Energiepreise herausgestellt. So gelte es, versteckte Kosten vermeintlich günstigerer Energieträger für Verbraucher sichtbar zu machen. Zukünftig müsse selbstverständlich stärker in die Entwicklung von Speichertechnologien investiert werden, da eine Abregulierung von Windenergieanlagen vor Ort für Betroffene und Anwohner schwer verständlich sei.

Vor Ort habe es sich als zielführend erwiesen, ergänzende Austauschformate vor Ort anzubieten. Ein Beispiel guter Praxis, welches zeige wie ein lokales, ganzheitliches Konzept erarbeitet und realisiert wurde, finde sich südlich von Berlin: Im energieautarken Ortsteil Feldheim<sup>137</sup> der brandenburgischen Stadt Treuenbrietzen wurde ein Gesamtkonzept für eine dezentrale regenerative Energieversorgung verwirklicht. Der Erfolg dieses Projektes gründet auf der guten und partnerschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Privathaushalten und Kommunen.

Es zeige sich, dass Klima- und Naturschützer im selben „Nachhaltigkeits-“Boot säßen. Für die in der Handlungsfeldanalyse aufgezeigten Handlungsoptionen bedürfe es kooperativer, somit akteursübergreifender Umsetzungen. Partnerschaftliche Zusammenarbeit wie sie in den USA etwa bereits Anwendung finden, könne hierfür ein Modell bieten. Tabelle 3 fasst einige übergeordnete Hinweise zusammen, worauf bei DBU-Vorhaben in der Folge dieser Handlungsfeldanalyse besonders geachtet werden kann.

Tabelle 3: Übergeordnete Hinweise für künftige DBU-Vorhaben

<b>Kollaborative Ansätze (Kooperation und Kollaboration)</b>	Um unerwünschte Nachhaltigkeitskonkurrenzen zu behandeln und zu begrenzen, sollen stets kollaborative Ansätze zwischen Akteuren des Naturschutzes und den Erneuerbaren Energien angestrebt werden.
<b>Interdisziplinäre und integrative Ansätze</b>	Auch wenn die begrenzten DBU Mittel nur bedingt echt interdisziplinäre Vorhaben erlauben, so sind thematische Erweiterungen und verbindende Ansätze häufig hilfreich.
<b>Integration von Nachhaltigkeitszielen und planetaren Grenzen</b>	Vorhaben, deren Schwerpunkte sich auf einzelne Sustainable Development Goals (SDGs) und planetare Grenzen beziehen, sollten nachteilige Wechselwirkungen oder sogar Konkurrenzen mit anderen SDGs und planetare Grenzen berücksichtigen und zumindest begrenzen helfen.
<b>Frühzeitige Lösungsorientierung</b>	Auch wenn durch Vorhaben- und Projektideen eine bessere empirische Grundlage geschaffen werden soll, sollten sich abzeichnende Handlungsoptionen von Anfang an verdeutlicht werden. Dabei sollten Lösungsansätze verfolgt werden, welche die unabdingbaren Wechselwirkungen zwischen den SDGs und der planetaren Grenzen hinreichend berücksichtigen.

<sup>137</sup> <http://nef-feldheim.info/energieautarkes-dorf/>.

<b>Nutzen-Kosten-Verhältnisse</b>	Die Kosteneffektivität von Handlungsoptionen kann eine Rolle spielen, so sollen Maßnahmen und Lösungsansätze immer auch Kostenauswirkungen für Windenergievorhaben (und den ggf. entgehenden Klimanutzen) mitdenken und möglichst kalkulieren.
<b>Best Available Science Mandat</b>	Eine Anwendung des <i>Best Available Science</i> -Mandats empfiehlt sich. Hierbei bekennen sich Projekte zu Reproduzierbarkeit und damit auch zur Offenlegung von Daten. Die belastbare Reichweite der Ergebnisse sowie deren Grenze sind aufzuzeigen. Die Berücksichtigung internationaler Forschungserkenntnisse und die Durchführung eines <i>peer reviews</i> sind unerlässlich.
<b>Kommunikationsmodule</b>	Die verständliche und präzise Kommunikation von Ergebnissen sollte in die Planung von Vorhaben von vornherein integriert werden. Hierbei wird Wert auf die Kurzkommunikation durch die Autoren der Studien- und Gutachtenergebnisse selbst gelegt.

## Anhang I: Sammlung aktueller Hemmnisse aus Sicht eines Windenergieunternehmens

### Stimmungslage

- fehlende Akzeptanz
- schlechte Stimmung vor Ort
- Propaganda durch Bürgerinitiative
- schlechte Medienwirkung
- Auswirkungen auf alle am Verfahren beteiligten Stellen zu kritischer Einschätzung

### Landschaftsbild

- Denkmalschutz/Landschaftsbild
- Erhaltung von Sichtbeziehung
- Wahrnehmung der Windenergieanlage als Teil von Landschaft

### Wasserschutz

- Anforderung zur Nutzung von Teilgebieten von Wasserschutzgebieten/Vorranggebieten Wasserwirtschaft

### Unfallprävention

- Eisfall (von stehenden Anlagen)
- Fallweiten
- Verhütungs-, Schutz- und Informationsmaßnahmen
- Erforderliche Abstände, insbesondere zu Straßen und Wegen
- Risikobeurteilung
- Brandschutzaufgaben

### Natur- und Artenschutz

- Betriebszeitenbeschränkungen
- kontinuierliches Monitoring mit Androhung nachträglicher Anordnungen
- Verzögerungen durch enormen Kartieraufwand
- Umgang mit Beobachtungen der örtlichen Bevölkerung
- fehlende Beurteilungsmaßstäbe der signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos
- scheinbare Willkür der unteren Naturschutzbehörden
- Umsetzbarkeit von Ausgleichsmaßnahmen
- eine denkbare konfliktarme Koexistenz der Avifauna auch in Windparks wird durch Abstandsfordernungen und Abschaltkonzepte erschwert (Betreiber haben ein erhebliches wirtschaftliche Interesse, ihren Windpark möglichst vogelfrei zu halten, was für den Artenschutz deutlich negativere Auswirkungen haben dürfte als die potenzielle Gefährdung durch Kollisionen)

### Normen und Anforderungen

- stetig steigende Bürokratieanforderungen durch Einführung immer umfangreicherer Normen
- eigenwillige, z. T. extrem voneinander abweichende Auslegung der rechtlichen Anforderungen durch untere Bau- und Genehmigungsbehörden
- Anforderungen an Typenprüfung
- Variantenwechsel in langwierigen Verfahren

Flugsicherheit

- Höhenbegrenzungen durch die Flugsicherung (DFS/BAF)
- Radarschutzbereiche und Tieffluggebiete der Bundeswehr
- Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen
- kostengünstige Lösung einer bedarfsgerechten Befeuerung

Planungsaufwand

- Messaufwand in topographisch bewegtem Gelände
- Kostenrisiko vor Teilnahme an Ausschreibung

Strommarkt

- fehlende Anreize für die mittelfristig erforderliche Speichertechnik
- fehlendes Marktdesign für industrielle Eigenversorgung
- Verdrängungswettbewerb im Bereich Direktvermarktung
- fehlende Anreize zu angebotsoptimierten Strombezug

Repowering, Rückbau und Recycling

- Konzepte für die Entsorgung oder/und Wiederverwertung
- neue Standorte sind bei Ausschreibungen im Vorteil, da Kosten für Rückbau nicht im Projekt berücksichtigt werden müssen
- fehlende wirtschaftliche Anreize für Repowering führen zu verzögerter Realisierung
- kein rentabler Weiterbetrieb von Alt-Windenergieanlage nach 2020 zu aktuellen Marktkonditionen

## Anhang II: Sammlung aktueller Hemmnisse aus Sicht einer Bürgerinitiative

### Sinnhaftigkeit der „erneuerbaren“ Energien

- Zweifelhafte Grundlastfähigkeit von Sonnen- und Windenergie
- Speichertechnologien sind in absehbarer Zeit nicht verfügbar
- Infrastruktur (Netze) ist derzeit nicht für die Verbindung zwischen der Energieerzeugung im Norden und Energiebedarf im Süden Deutschlands ausgelegt

### Einflüsse auf menschliche Gesundheit / Infraschall

- Keine Daten über die Langzeitauswirkungen von Schallimmissionen auf die menschliche Gesundheit verfügbar

### Akzeptanz ist kein „wirtschaftliches“ Kriterium

- Akzeptanz hängt nicht nur von wirtschaftlicher Beteiligung ab
- Fragen der Akzeptanz werden häufig nur zwecks eines erfolgreichen Projektabschlusses abgehandelt

### Einflüsse auf Natur- und Umwelt

- Zu geringe Beachtung der negativen Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Natur- und Umwelt
- Ein aktuelles Beispiel hierfür ist die Änderung des § 44 BNatSchG. Diese weicht das „Tötungsverbot“ u. a. im Kontext der Errichtung von Windenergieanlagen auf

### Wirtschaftlichkeit von Windenergie

- Zweifelhafte Wirtschaftlichkeit von Windenergie nach dem Auslaufen der Förderung durch das EEG
- Wenige Volllaststunden der Windenergieanlagen pro Jahr, sodass nur ein 20%-er Wirkungsgrad erreicht wird
- Wirkungsgrad weiter reduziert durch hinzukommende Abschaltzeiten aus Lärmschutz- bzw. Natur-/Fledermausschutzgründen

### Missachtung der Planungshoheit der Kommunen

- Privilegierung der Windenergie im Außenbereich (§ 35 BauGB) untergräbt das gesetzlich garantierte Recht der Gemeinden alle Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft im Rahmen der Gesetze in eigener Verantwortung zu regeln

### Einflussnahme im Planungsprozess

- Unzulängliche Beteiligungsvorschriften für Planungsverfahren schließen z. B. alle Gemeinden mit weniger als 10.000 Einwohner aus (Regionalplanung Brandenburg)
- Geringe Gewichtung der Einwendungen von Betroffenen

### Langzeitschäden durch Verbleib der Fundamente, fehlende Recyclbarkeit

- Schwierig bis unmöglich die verwendeten Verbundmaterialien nach Abbau der Windenergieanlagen zu recyceln oder auch zu verbrennen

## Literaturverzeichnis

- [1] KÖPPEL, Johann: *Zu Nebenwirkungen der Windenergie-Nutzung - und dem Umgang mit ihnen*. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 49 (2017), Nr. 2, S. 36
- [2] ZILLES, Julia ; SCHWARZ, Carolin: *Bürgerproteste gegen Windkraft in Deutschland : Organisation und Handlungsstrategien*. In: *Informationen zur Raumentwicklung* (2015), Nr. 6, S. 669–679
- [3] BULLING, Lea ; KÖPPEL, Johann: Exploring the tradeoffs between wind energy and biodiversity conservation. In: GENELETTI, Davide (Hrsg.): *Handbook on Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment* : Edward Elgar Publishing, 2016, S. Ch. 10
- [4] GARTMAN, Victoria ; WICHMANN, Kathrin ; BULLING, Lea ; ELENA HUESCA-PÉREZ, María ; KÖPPEL, Johann: *Wind of Change or Wind of Challenges: Implementation factors regarding wind energy development, an international perspective*. In: *AIMS Energy* 2 (2014), Nr. 4, S. 485–504
- [5] DEUTSCHE WINDGUARD GMBH (Hrsg.): *Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland : 1. Halbjahr 2017*. 30.06.2017
- [6] ARBEITSGRUPPE FÜR REGIONALE STRUKTUR- UND UMWELTFORSCHUNG (ARSU) (Hrsg.); STEINBORN, Hanjo (Mitarb.); REICHENBACH, Marc (Mitarb.); TIMMERMANN, Hanna (Mitarb.) : *Windkraft - Vögel - Lebensräume : Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel*. Norderstedt : Books on Demand GmbH
- [7] BEIERSDORF, Anika (Hrsg.); WOLLNY-GOERKE, Katrin (Hrsg.): *Ecological research at the offshore windfarm „alpha ventus“ : Challenges, results and perspectives*. Wiesbaden : Springer, 2014
- [8] HÖTKER, Hermann ; KRONE, Oliver ; NEHLS, Georg: *Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge : Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)*. Bergenhusen, Berlin, Husum, 2013
- [9] REICHENBACH, Marc ; BRINKMANN, Robert ; KOHNEN, Annette ; KÖPPEL, Johann ; MENKE, Kerstin ; OHLENBURG, Holger ; REERS, Hendrik ; STEINBORN, Hanjo ; WARNKE, Michaela: *Bau- und Betriebsmonitoring von Windenergieanlagen im Wald- : Abschlussbericht 30.11.2015*. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. 2015
- [10] GRÜNKORN, Thomas ; RÖNN, Jan von ; BLEW, Jan ; NEHLS, Georg ; WEITEKAMP, Sabrina ; TIMMERMANN, Hanna ; REICHENBACH, Marc ; COPPACK, Timothy ; POTIEK, Astrid ; KRÜGER, Oliver: *Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS), Zusammenfassung*. 2016
- [11] HÜBNER, Gundula ; POHL, Johannes: *Akzeptanz und Umweltverträglichkeit der Hinderniskennzeichnung von Windenergieanlagen : Abschlussbericht zum BMU-Forschungsvorhaben (FKZ: 03MAP134)*. Halle, 2010
- [12] POHL, Johannes ; GABRIEL, Joachim ; HÜBNER, Gundula: *Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschemissionen von Windenergieanlagen und Ableitung übertragbarer Interventionsstrategien zur Vermeidung dieser : Abschlussbericht*. Halle, 2014
- [13] FORSCHUNGSGRUPPE UMWELTPSYCHOLOGIE (Hrsg.); INSTITUT FÜR ZUKUNFTSSTUDIEN UND TECHNOLOGIEBEWERTUNG (IZT) (Hrsg.); ZENTRUM TECHNIK UND GESELLSCHAFT DER TU BERLIN (Hrsg.); SCHWEIZER-RIES,

- Petra (Mitarb.); RAU, Irina (Mitarb.); ZOELLNER, Jan (Mitarb.); KEPPLER, Dorothee (Mitarb.); NOLTING, Katrin (Mitarb.); RUPP, Johannes (Mitarb.): *Aktivität und Teilhabe - Akzeptanz Erneuerbarer Energien durch Beteiligung steigern : Projektabschlussbericht*. FKZ: 0325052. 2010
- [14] BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE: *Standard : Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4)*. Hamburg, Rostock, 2013
- [15] OLIVER BEHR, ROBERT BRINKMANN, FRÄNZI KORNER-NIEVERGELT, MARTINA NAGY, IVO NIERMANN, MICHAEL REICH & RALPH SIMON: *Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II) : Ergebnisse eines Forschungsvorhabens*. Hannover, 2015 (Umwelt und Raum Band 7)
- [16] DAI, Kaoshan ; BERGOT, Anthony ; LIANG, Chao ; XIANG, Wei-Ning ; HUANG, Zhenhua: *Environmental issues associated with wind energy – A review*. In: *Renewable Energy* 75 (2015), S. 911–921
- [17] HÜBNER, Gundula ; POHL, Johannes: *Mehr Abstand - mehr Akzeptanz? : Ein umweltsychologischer Studienvergleich*. In: *Fachagentur Wind an Land* (2015)
- [18] SCHUSTER, Eva ; BULLING, Lea ; KOPPEL, Johann: *Consolidating the State of Knowledge: A Synoptical Review of Wind Energy's Wildlife Effects*. In: *Environmental Management* 56 (2015), Nr. 2, S. 300–331
- [19] FACHAGENTUR WINDENERGIE AN LAND; QUENTIN, Jürgen (Mitarb.); CREMER, Noelle (Mitarb.): *Ausbau-situation der Windenergie an Land im Jahr 2016*. Berlin, 2017
- [20] HAAREN, Christina von ; WIEHE, Julia; WALTER, Anna (Mitarb.); WIEHE, Julia (Mitarb.); SCHLÖMER, Gerrit (Mitarb.); ZUM HINGST, Jens (Mitarb.); HASHEMIFARZAD, Ali (Mitarb.); ALBERT, Ingrid (Mitarb.); HOFMANN, Ingrid (Mitarb.); HOFMANN, Lutz (Mitarb.); HAAREN, Christina von (Mitarb.) : *Naturver-trägliche Energieversorgung aus 100 % erneuerbaren Energien 2050 : Kurzfassung*. vorläufige Ergebnisdarstellung. 2017
- [21] DEUTSCHE WINDGUARD GMBH: *Weiterbetrieb von Windenergieanlagen nach 2020*. 2016
- [22] BANGE, J. ; GERHARD, N. ; BERGMANN, D. ; CERNUSKO, R. ; FAULSTICH, S.; DURSTEWITZ, Michael (Mitarb.); BERKHOUT, Volker (Mitarb.); CERNUSKO, Robert (Mitarb.); FAULSTICH, S. (Mitarb.); HAHN, Berthold (Mitarb.); HIRSCH, Johanna (Mitarb.); KULLA, Sebastian (Mitarb.); PFAFFEL, Sebastian (Mitarb.); ROHRIG, Kurt (Mitarb.); RUBEL, Kolja (Mitarb.); PRIESTERSBACH, Susann (Mitarb.) : *Windenergie Re-port Deutschland 2016*. Stuttgart, 2017
- [23] DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT (DBU) (Hrsg.): *Förderleitlinien*. 01.01.2016
- [24] AKREMI, Leila: Stichprobenziehung in der qualitativen Sozialforschung. In: BAUR, Nina; BLASIUS, Jörg (Hrsg.): *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden : Springer VS, 2014, S. 265–282
- [25] HULL, Cindy: Wind energy down under: what have we learnt? In: KÖPPEL, Johann; SCHUSTER, Eva (Hrsg.): *Conference on Wind energy and Wildlife impacts: Book of Abstracts*, 2015, S. 7
- [26] LAWRENCE, Deron ; MARTIN, Kevin: Eagle conservation plan and the NEPA environmental assess-ment: Permitting nexus of adaptive management and mitigation. In: KÖPPEL, Johann; SCHUSTER, Eva (Hrsg.): *Conference on Wind energy and Wildlife impacts: Book of Abstracts*, 2015, S. 44

- [27] MÖRTBERG, Ulla ; BABELON, Ian ; MALMGREN, Stella ; HOLMSTEDTM CECILIA: Wind power planning in Sweden – the treatment of biodiversity and ecosystem services. In: KÖPPEL, Johann; SCHUSTER, Eva (Hrsg.): *Conference on Wind energy and Wildlife impacts: Book of Abstracts*, 2015, S. 49
- [28] PLATTEEUW, Maarten ; ERKMAN, Aylin ; GRAAFLAND, Martine ; LEOPOLD, Mardik ; VAN DER WAAL, JAN TJALLING ; JONGBLOED, Ruud ; POOT, Martin: Towards an instrument for describing and assessing cumulative effects of offshore wind farms on birds, bats and marine mammals in the southern North Sea. In: KÖPPEL, Johann; SCHUSTER, Eva (Hrsg.): *Conference on Wind energy and Wildlife impacts: Book of Abstracts*, 2015, S. 54
- [29] REICHENBACH, Marc: Wind turbines and birds in Germany – a review of current knowledge, new insights and remaining gaps. In: KÖPPEL, Johann; SCHUSTER, Eva (Hrsg.): *Conference on Wind energy and Wildlife impacts: Book of Abstracts*, 2015, S. 57
- [30] BARTUSZEVICE, Anne ; TAYLOR, Kyle ; DANIELS, Alex ; CARTER, Michael: Using a Landscape Design Conservation Planning Process to Assess and Plan for Wind Energy Development in the Western Great Plains, USA. In: National Wind Coordinating Collaborative (NWCC); American Wind Wildlife Institute (AWWI) (Hrsg.): *Wind Wildlife Research Meeting XI : Meeting Proceedings*, 2017, S. 44–46
- [31] CARTER, Fraser: Exploring the Displacement of Seabirds from Offshore Wind Farms (OWFs). In: National Wind Coordinating Collaborative (NWCC); American Wind Wildlife Institute (AWWI) (Hrsg.): *Wind Wildlife Research Meeting XI : Meeting Proceedings*, 2017, S. 51–52
- [32] VALLEJO, Gillian ; GRELLIER, Kate ; NELSON, Emily ; MCGREGOR, Ross ; MCLEAN, Nancy: Responses of Marine Top Predators to an Offshore Wind Farm in UK Waters: Does Evidence Exist for Displacement? In: National Wind Coordinating Collaborative (NWCC); American Wind Wildlife Institute (AWWI) (Hrsg.): *Wind Wildlife Research Meeting XI : Meeting Proceedings*, 2017, S. 53–55
- [33] KELSEY, Emma ; ADAMS, Josh ; FELIS, Jonathan ; PEREKSTA, David: Collision and Displacement Vulnerability among Marine Birds of the California Current System Associated with Offshore Wind Energy Infrastructure. In: National Wind Coordinating Collaborative (NWCC); American Wind Wildlife Institute (AWWI) (Hrsg.): *Wind Wildlife Research Meeting XI : Meeting Proceedings*, 2017, S. 58–60
- [34] HEIN, Cris D. ; MICHAEL SCHIRMACHER, Michael ; HUSO, Manuela: Challenges with the Multitude of Fatality Estimators and the Need for a Generalized Estimator. In: National Wind Coordinating Collaborative (NWCC); American Wind Wildlife Institute (AWWI) (Hrsg.): *Wind Wildlife Research Meeting XI : Meeting Proceedings*, 2017, S. 70–72
- [35] CRYAN, Paul ; GORRESEN, P. Marcos ; DALTON, Dave ; WOLF, Sandy ; BONACCORSO, Frank: Ultraviolet Illumination as a Means of Reducing. In: National Wind Coordinating Collaborative (NWCC); American Wind Wildlife Institute (AWWI) (Hrsg.): *Wind Wildlife Research Meeting XI : Meeting Proceedings*, 2017, S. 149–150
- [36] ADAMS, Evan ; BURNS, Steve ; CONNELLY, Emily ; DORR, Christopher ; DURON, Melissa ; GILBERT, Andrew ; GOODALE, Wing ; MORATZ, Reinhard: Stereo-optic High Definition Imaging: A Technology to Understand Bird Avoidance of Wind Turbines. In: National Wind Coordinating Collaborative (NWCC); American Wind Wildlife Institute (AWWI) (Hrsg.): *Wind Wildlife Research Meeting XI : Meeting Proceedings*, 2017, S. 142–144

- [37] INTERNATIONAL INSTITUTE FOR APPLIED SYSTEMS ANALYSIS (IIASA) (Hrsg.): *Mobilizing the Co-Benefits of Climate Change Mitigation : Building New Alliances - Seizing opportunities - Raising Climate Ambitions in the new energy world of renewables*. Discussion Paper, 2017
- [38] WEBER, Jessica ; BIEHL, Juliane ; KÖPPEL, Johann: *Lost in Bias? Multifaceted discourses framing the communication of wind and wildlife research results – the PROGRESS case*. (eingereicht)
- [39] HOWARD, Rufus: *Industry evidence Programme (IEP) : Marine Management Organisation*. 02.08.2016
- [40] HOWARD, Rufus: *Proportionate EIA : Proportionality has been the watchword in EIA for the last few years*. In: *The Environmentalist* (2016-04-07)
- [41] MAY, Roel ; GILL, Andrew B. ; KÖPPEL, Johann ; LANGSTON, Rowena H. W. ; REICHENBACH, Marc ; SCHEIDAT, Meike ; SMALLWOOD, Shawn ; VOIGT, Christian C. ; HÜPPOP, Ommo ; PORTMAN, Michelle: *Future Research Directions to Reconcile Wind Turbine-Wildlife Interactions*. In: KÖPPEL, Johann (Hrsg.): *Wind Energy and Wildlife Interactions: Presentations from the CWW2015 Conference*. Cham : Springer International Publishing, 2017, S. 255–276
- [42] VOIGT, Christian C. ; LEHNERT, Linn S. ; PETERSONS, Gunars ; ADORF, Frank ; BACH, Lothar: *Wildlife and renewable energy : German politics cross migratory bats*. In: *European Journal of Wildlife Research* 61 (2015), Nr. 2, S. 213–219
- [43] AMERICAN WIND WILDLIFE INSTITUTE: *Documents Library*. URL <https://awwic.nacse.org/library.php>
- [44] KORNER-NIEVERGELT, Fränzi ; BROSSARD, Christophe ; FILLIGER, Roger ; GREMAUD, Jérôme ; LUGON, Alain ; MERMOUD, Olivier ; SCHAUB, Michael ; WECHSLER, Samuel: *Effets cumulés des éoliennes du Jura vaudois et des régions limitrophes sur l'avifaune et les chiroptères : Risque de collisions et de perte d'habitat pour quelques espèces d'oiseaux et de chiroptères*. Sempbach, 2016
- [45] DEPARTMENT OF THE INTERIOR (DOI); US FISH AND WILDLIFE SERVICE (USFWS): *Eagle Permits; Revisions to Regulations for Eagle Incidental Take and Take of Eagle Nests* (in Kraft getr. am 16. 12. 2016). In: *Federal Register* 81 (2016-12-16), Nr. 242, S. 91494–91554
- [46] U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE: *Bald and Golden Eagles: Population demographics and estimation of sustainable take in the United States, 2016 update*. Washington, D.C., 2016
- [47] HALLMANN, Caspar A. ; SORG, Martin ; JONGEJANS, Eelke ; SIEPEL, Henk ; HOFLAND, Nick ; SCHWAN, Heinz ; STENMANS, Werner ; MÜLLER, Andreas ; SUMSER, Hubert ; HÖRREN, Thomas ; GOULSON, Dave ; KROON, Hans de: *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*. In: *PloS one* 12 (2017), Nr. 10, S. e0185809
- [48] ELZAY, Sarah ; TRONSTAD, Lusha ; DILLON, Michael: *Terrestrial invertebrates : Chapter 4*. In: PERROW, Martin (Hrsg.): *Wildlife and Wind Farms - Conflicts and Solutions : Volume 1 Onshore: Potential Effects*. Exeter : Pelagic Publishing, 2017, S. 63–77
- [49] BIGGS, Jeremy ; EWALD, Naomi ; VALENTINI, Alice ; GABORIAUD, Coline ; DEJEAN, Tony ; GRIFFITHS, Richard A. ; FOSTER, Jim ; WILKINSON, John W. ; ARNELL, Andy ; BROTHERTON, Peter ; WILLIAMS, Penny ; DUNN, Francesca: *Using eDNA to develop a national citizen science-based monitoring programme for the great crested newt (Triturus cristatus)*. In: *Biological Conservation* 183 (2015), S. 19–28

- [50] BOHMANN, Kristine ; EVANS, Alice ; GILBERT, M. Thomas P. ; CARVALHO, Gary R. ; CREER, Simon ; KNAPP, Michael ; YU, Douglas W. ; BRUYN, Mark de: *Environmental DNA for wildlife biology and biodiversity monitoring*. In: *Trends in ecology & evolution* 29 (2014), Nr. 6, S. 358–367
- [51] THOMSEN, Philip Francis ; WILLERSLEV, Eske: *Environmental DNA – An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity*. In: *Biological Conservation* 183 (2015), S. 4–18
- [52] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT DER VOGELSCHUTZWARTEN: *Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten (Stand April 2015)*. 2015
- [53] BT-DRS. 18/12845: *Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (16. Ausschuss) : zu dem Gesetzesentwurf der Bundesregierung - Drucksache 18/11939 - Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes. Vorabfassung* (2017). URL <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/128/1812845.pdf>
- [54] DEUTSCHE WINDGUARD GMBH (Hrsg.); LÜERS, Silke (Mitarb.); WALLASCH, Anna-Kathrin (Mitarb.) : *Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland : Zusätzliche Auswertung und Daten für das Jahr 2014*. 2014
- [55] BERGEN, Frank ; GAEDICKE, Lars ; LOSKE, Carl Henning ; LOSKE, Karl-Heinz: *Modellhafte Untersuchung hinsichtlich der Auswirkungen eines Repowerings von Windkraftanlagen auf die Vogelwelt am Beispiel der Hellwegbörde : Abschlussbericht über ein Forschungsprojekt, gefördert unter dem AZ 27099 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt*. 2012
- [56] GARTMAN, Victoria ; BULLING, Lea ; DAHMEN, Marie ; GEIßLER, Gesa ; KÖPPEL, Johann: *Mitigation Measures for Wildlife in Wind Energy Development, Consolidating the State of Knowledge-Part 2 : Operation, Decommissioning*. In: *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* (2016), S. 1650014
- [57] TWELE, Jochen ; LIERSCH, Jan: *Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Windkraftanlagen*. In: GASCH, Robert; TWELE, Jochen (Hrsg.): *Windkraftanlagen : Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb*. 9., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2015. Wiesbaden : Vieweg+Teubner Verlag, 2005 (SpringerLink : Bücher), S. 519–557
- [58] ALBERS, Henning: *Handlungsbedarf beim Recycling von Rotorblättern aus Windkraftanlagen: Ableitung von Entscheidungsgrundlagen*, S. 529–532
- [59] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMUB) (Hrsg.): *Ressortforschung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit : Forschungsrahmen und Ressortforschungsplan 2017*. 2017
- [60] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE: *EEG-Novelle 2016 - Fortgeschriebenes Eckpunktetpapier zum Vorschlag des BMWi für das neue EEG*. 15.02.2016
- [61] BUNDESNETZAGENTUR FÜR ELEKTRIZITÄT, GAS, TELEKOMMUNIKATION, POST UND EISENBAHNEN (Hrsg.): *Hintergrundpapier Ergebnisse der Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land vom 1. Mai 2017*. Bonn, 19.06.2017
- [62] BUNDESNETZAGENTUR (BNetzA) (Hrsg.); Referat IT-gestützte Datenverarbeitung, Wahrnehmung der Aufgaben nach dem EEG (Mitarb.): *Hintergrundpapier : Ergebnisse der Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land vom 1. August 2017*. Bonn, 2017

- [63] BGBl. I NR. 49, 2532-2539: *Gesetz zur Förderung von Mieterstrom und zur Änderung weiterer Vorschriften des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 17. Juli 2017* (2017)
- [64] FACHAGENTUR WINDENERGIE AN LAND; GATZ, Stephan (Mitarb.); KIRSCHY, Jenny (Mitarb.) : *Anforderungen an die planerische Steuerung der Windenergienutzung in der Regional- und Flächennutzungsplanung*. Berlin, 2016
- [65] BÖNISCH, Bettina ; SONDRSHAUS, Frank: *Ergebnisse der anwendungsorientierten Sozialforschung zu Windenergie und Beteiligung : Auswertung von ausgewählten Forschungsvorhaben der FONA 2-Reihe*. 2017
- [66] KOMPETENZZENTRUM NATURSCHUTZ UND ENERGIEWENDE; SCHUSTER, Eva (Mitarb.); BRUNS, Elke (Mitarb.) : *Synopse der technischen Ansätze zur Vermeidung und Verminderung von potenziellen Auswirkungen auf Vögel und Fledermäuse durch die Windenergienutzung*. 2017
- [67] KOMPETENZZENTRUM NATURSCHUTZ UND ENERGIEWENDE; OHLENBURG, Holger (Mitarb.); BRUNS, Elke (Mitarb.) : *Studien-Steckbrief „Untersuchungen und Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen von Windenergieanlagen im Wald“ (Hurst et al. 2016)*. 2017
- [68] KOMPETENZZENTRUM NATURSCHUTZ UND ENERGIEWENDE; SCHUSTER, Eva (Mitarb.); BRUNS, Elke (Mitarb.) : *Studien-Steckbrief „Validierung von Methoden zur Bewertung von Vogelkollisionen“ - Die „PROGRESS-Studie“ (Grünkorn et al. 2016)*. 2017
- [69] HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE, VERKEHR UND LANDESENTWICKLUNG (HMWEVL) (Hrsg.): *Faktenpapier Windenergie in Hessen : Rentabilität und Teilhabe*. Bürgerforum Energieland Hessen (BFEH). 2016 (Faktenpapier Windenergie in Hessen)
- [70] HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE, VERKEHR UND LANDESENTWICKLUNG (HMWEVL) (Hrsg.): *Faktenpapier Windenergie in Hessen : Natur- und Umweltschutz*. Bürgerforum Energieland Hessen (BFEH). 2016 (Faktenpapier Windenergie in Hessen)
- [71] HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE, VERKEHR UND LANDESENTWICKLUNG (HMWEVL) (Hrsg.): *Faktenpapier Windenergie und Infraschall*. Bürgerforum Energieland Hessen. 2015 (Faktenpapier Windenergie in Hessen)
- [72] WOLTERS, Erika Allen ; STEEL, Brent S. ; LACH, Denise ; KLOEPFER, Daniel: *What is the best available science? : A comparison of marine scientists, managers, and interest groups in the United States*. In: *Ocean & Coastal Management* 122 (2016), S. 95–102
- [73] SULLIVAN, Brian L. ; PHILLIPS, Tina ; DAYER, Ashley A. ; WOOD, Christopher L. ; FARNSWORTH, Andrew ; ILIFF, Marshall J. ; DAVIES, Ian J. ; WIGGINS, Andrea ; FINK, Daniel ; HOCHACHKA, Wesley M. ; RODEWALD, Amanda D. ; ROSENBERG, Kenneth V. ; BONNEY, Rick ; KELLING, Steve: *Using open access observational data for conservation action : A case study for birds*. In: *Biological Conservation* (2016)
- [74] KRANE, Manuel: *Alternative Fakten kann jeder : Fake News entlarven*. In: *Der Tagesspiegel* (2017-06-20)
- [75] SULLIVAN, P. J. ; ACHESON, J. M. ; ANGERMEIER, P. L. ; FAAST, T. ; FLEMMMA, J. ; JONES, C. M. ; KNUDSEN, E. E. ; MINELLO, T. J. ; SECOR, D. H. ; WUNDERLICH, R. ; ZANATELL, B. A.: *Defining and Implementing Best Available Science for Fisheries and Environmental Science, Policy, and Management : Report: Best Science Committee*. In: *Fisheries* 31 (2006), Nr. 9, S. 460–465

- [76] GRIMM, Marie ; SCHIEROZEK, Marlene ; KOLLER, Maria ; KÖPPEL, J. ; ROELCKE, Thorsten: *Lesefreundliche Dokumente in Umweltprüfungen : Gefördert vom Umweltbundesamt im Rahmen des Vorhabens „Strategische Umweltprüfung und (neuartige) Pläne und Programme auf Bundesebene“*. Methoden, Verfahren, Rechtsgrundlagen, FKZ 371316100. Veröffentlichung in Vorbereitung
- [77] STEENTJES, K. ; PIDGEON, N. ; POORTINGA, W. ; CORNER, A. ; ARNOLD, A. ; BÖHM, C. ; MAYS, C. ; POU-MADÈRE, M. ; RUDDAT, M. ; SCHEER, D. ; SONNBERGER, M. ; TVINNEREIM, E.: *European Perceptions of Climate Change (EPCC) : Topline findings of a survey conducted in four European countries in 2016*. Cardiff, 2017
- [78] FACHAGENTUR WINDENERGIE AN LAND; SONDRERSHAUS, Frank (Mitarb.): *Umfrage zur Akzeptanz der Windenergie an Land - Herbst 2017*. Berlin, 2017
- [79] BRÄUER, Marco: *Energiewende und Bürgerproteste : eine Untersuchung der Kommunikation von Bürgerinitiativen im Themenfeld Netzausbau*. Ilmenau, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Medien. Dissertation. 2017
- [80] BRÄUER, Marco ; WOLLING, Jens: Protest oder Partizipation? : Die Rolle der Bürgerinitiativen im Themenfeld Netzausbau. In: Bundesnetzagentur (BNetzA) (Hrsg.): *Wissenschaftsdialog 2015 : Wirtschaft und Technologie, Kommunikation und Planung*. Bonn, 2015, S. 90–103
- [81] BRUNNENGRÄBER, Achim: Klimaskeptiker im Aufwind. Wie aus einem Rand ein breiteres Gesellschaftsphänomen wird. In: KÜHNE, Olaf; WEBER, Florian (Hrsg.): *Bausteine der Energiewende*. Wiesbaden : Springer VS, 2018 (RaumFragen: Stadt – Region – Landschaft), S. 271–292
- [82] ROßMEIER, Albert ; WEBER, Florian ; KÜHNE, Olaf: Wandel und gesellschaftliche Resonanz – Diskurse um Landschaft und Partizipation beim Windkraftausbau. In: KÜHNE, Olaf; WEBER, Florian (Hrsg.): *Bausteine der Energiewende*. Wiesbaden : Springer VS, 2018 (RaumFragen: Stadt – Region – Landschaft), S. 653–680
- [83] LINKE, Simone: Ästhetik der neuen Energielandschaften – oder: „Was Schönheit ist, das weiß ich nicht“. In: KÜHNE, Olaf; WEBER, Florian (Hrsg.): *Bausteine der Energiewende*. Wiesbaden : Springer VS, 2018 (RaumFragen: Stadt – Region – Landschaft), S. 409–430
- [84] FACHAGENTUR WINDENERGIE AN LAND; SONDRERSHAUS, Frank (Mitarb.): *Umfrage zur Akzeptanz der Windenergie an Land - Frühjahr 2016*. Berlin, 2016
- [85] BAILEY, Etienne ; DEVINE-WRIGHT, Patrick ; BATEL, Susana: *Using a narrative approach to understand place attachments and responses to power line proposals : The importance of life-place trajectories*. In: *Journal of Environmental Psychology* 48 (2016), S. 200–211
- [86] TNS INFRATEST POLITIKFORSCHUNG (Hrsg.); SPENGLER, Thorsten (Mitarb.): *Energie- und Klimaschutzpolitik in Rheinland-Pfalz : Eine Studie von TNS Infratest Politikforschung im Auftrag des Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung*. 2015
- [87] ROßNAGEL, Alexander ; BIRZLE-HARDER, Barbara ; EWEN, Christoph ; GÖTZ, Konrad ; HENTSCHEL, Anja ; HORELT, Michel-André ; HUGE, Antonia ; STIEB, Immanuel: *Entscheidungen über dezentrale Energieanlagen in der Zivilgesellschaft : Vorschläge zur Verbesserung der Planungs- und Genehmigungsverfahren*. Kassel, Hess : Kassel University Press, 2016 (Interdisciplinary Research on Climate Change Mitigation and Adaption 11)

- [88] UMWELTBUNDESAMT; BUNZ, M. (MITARB.); LÜTKEHUS, I. (MITARB.); MYCK, T. (MITARB.); PLAB, D. (MITARB.); STRAFF, W. (MITARB.): MÖGLICHE GESUNDHEITLICHE EFFEKTE VON WINDENERGIEANLAGEN : POSITION. DESSAU-ROßLAU, 2016
- [89] LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (Hrsg.); RATZEL, U. (Mitarb.); BAYER, O. (Mitarb.); BRACHAT, P. (Mitarb.); HOFFMANN, M. (Mitarb.); JÄNKE, K. (Mitarb.); KIESEL, K.-J. (Mitarb.); MEHNERT, C. (Mitarb.); SCHECK, C. (Mitarb.); WESTERHAUSEN, C. (Mitarb.); KRAPP, K.-G. (Mitarb.); HERMANN, L. (Mitarb.); BLAUL, J. (Mitarb.): *Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen : Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015*. 2. Aufl. Karlsruhe, 2016
- [90] HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE, VERKEHR UND LANDESENTWICKLUNG (HMWEVL) (Hrsg.): *Faktenpapier Windenergie und Infraschall : Bürgerforum Energieland Hessen*. 2015
- [91] BUNDESVERWALTUNGSGERICHT (BVerwG): BVerwG Urteil vom 21.11.2013, 7 C 40.11 7 C 40.11 (2013-11-21)
- [92] GELLERMANN, Martin: *Zugriffsverbote des Artenschutzrechts und behördliche Einschätzungsprärogative*. In: *Natur und Recht* 36 (2014), Nr. 9, S. 597–605
- [93] JACOB, Thomas ; LAU, Marcus: *Beurteilungsspielraum und Einschätzungsprärogative : Zulässigkeit und Grenzen administrativer Letztentscheidungsmacht am Beispiel des Naturschutz- und Wasserrechts*. In: *Neue Zeitschrift für verwaltungsrecht (NVwZ)* (2015), Nr. 5, S. 241–248
- [94] DOREMUS, Holly: *Listing Decisions under the Endangered Species Act: Why Better Science Isn't Always Better Policy*. In: *Washington University Law Quarterly* 75 (1997), Nr. 3
- [95] DOREMUS, H. ; TARLOCK, A. D.: *Science, Judgement, and Controversy in Natural Resource Regulation*. In: *Land & Resources* 1 (2005), Nr. 1. URL <http://scholarship.law.berkeley.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1599&context=facpubs>
- [96] SULLIVAN, P. J. ; ACHESON, J. M. ; ANGERMEIER, P. L. ; FAAST, T. ; FLEMMMA, J. ; JONES, C. M. ; KNUDSEN, E. E. ; MINELLO, T. J. ; SECOR, D. H. ; WUNDERLICH, R. ; ZANATELL, B. A.: *Defining and Implementing Best Available Science for Fisheries and Environmental Sciences, Policy, and Management*. 2006
- [97] MURPHY, Dennis D. ; WEILAND, Paul S.: *Guidance on the Use of Best Available Science under the U.S. Endangered Species Act*. In: *Environmental Management* 58 (2016), Nr. 1, S. 1–14
- [98] MURPHY, Dennis D. ; WEILAND, Paul: *The Route to Best Science in Implementation of the Endangered Species Act's Consultation Mandate: The Benefits of Structured Effects Analysis (PDF Download Available)*. In: *Environmental Management* 42 (2011), S. 161–172. URL [https://www.researchgate.net/publication/49686543\\_The\\_Route\\_to\\_Best\\_Science\\_in\\_Implementation\\_of\\_the\\_Endangered\\_Species\\_Act%27s\\_Consultation\\_Mandate\\_The\\_Benefits\\_of\\_Structured\\_Effects\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/49686543_The_Route_to_Best_Science_in_Implementation_of_the_Endangered_Species_Act%27s_Consultation_Mandate_The_Benefits_of_Structured_Effects_Analysis)
- [99] U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE: *Information Quality Guidelines and Peer Review : Guidelines issued by the U.S. Fish and Wildlife Service (FWS) for ensuring the quality, objectivity, utility, and integrity of information disseminated by FWS*. 2012
- [100] GLICKSMAN, Robert L.: *Bridging Data Gaps Through Modeling and Evaluation of Surrogates: Use of the Best Available Science to Protect Biological Diversity Under the National Forest Management Act*. In: *Indiana L.J.* 465 83 (2008), Nr. 2

- [101] WULFERT, Katrin ; LAU, Marcus ; WIDDIG, Thomas ; MÜLLER-PFANNENSTIEL, Klaus ; MENGEL, Andreas: *Standardisierungspotenzial im Bereich der arten- und gebietsschutzrechtlichen Prüfung. : FuE - Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz – FKZ 3512 82 2100*. 2015
- [102] BOND, Alan ; MORRISON-SAUNDERS, Angus ; GUNN, Jill A. E. ; POPE, Jenny ; RETIEF, Francois: *Managing uncertainty, ambiguity and ignorance in impact assessment by embedding evolutionary resilience, participatory modelling and adaptive management*. In: *Journal of Environmental Management* 151 (2015), S. 97–104
- [103] WILLIAMS, Byron K. ; BROWN, Eleanor D.: *Adaptive management: from more talk to real action*. In: *Environmental Management* 53 (2014), Nr. 2, S. 465–479
- [104] BULLING, Lea ; KÖPPEL, Johann: *Adaptive Management in der Windenergieplanung - Eine Chance für den Artenschutz in Deutschland?* In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 49 (2017), Nr. 2, S. 73–79
- [105] WILLIAMS, B.: *Passive and active adaptive management: Approaches and an example*. In: *Environmental Management* 92 (2011), Nr. 5, S. 1371–1378
- [106] IEA WIND TASK 34; HANNA, Luke (Mitarb.); COPPING, Andrea (Mitarb.); GEERLOFS, Simon (Mitarb.); FEINBERG, Luke (Mitarb.); BROWN-SARACINO, Jocelyn (Mitarb.); GILMAN, Patrick (Mitarb.); BENNET, Finlay (Mitarb.); MAY, R. (Mitarb.); KÖPPEL, Johann (Mitarb.); BULLING, Lea (Mitarb.); GARTMAN, Victoria (Mitarb.) : *Adaptive Management White Paper : Technical report*. 2016 (Assessing Environmental Effects (WREN))
- [107] SCHREIBER, Matthias; DEGEN, Axel (Mitarb.); FLORE, Bernd-Olaf (Mitarb.); GELLERMANN, Martin (Mitarb.) : *Abschaltzeiten für Windkraftanlagen zur Vermeidung und Verminderungen von Vogelkollisionen : Handlungsempfehlungen für das Artenspektrum im Landkreis Osnabrück*. 2016
- [108] SCHREIBER, Matthias: *Abschaltzeiten für Windkraftanlagen zur Reduzierung von Vogelkollisionen : Methodenvorschlag für das artenschutzrechtliche Ausnahmeverfahren*. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 49 (2017), Nr. 3, S. 101–109
- [109] HEIN, C.: *A generalized estimator for estimating bird and bat mortality at wind energy facilities: Why one is needed and what it will do* (Wind Wildlife Research Meeting XI). Broomfield, CO, 01.12.2016
- [110] HEIN, C. ; SCHIRMACHER, Michael R. ; HUSO, Manuela M. P.: Challenges with the multitude of fatality estimators and the need for a generalized estimator. In: *Wind Wildlife Research Meeting XI: Presentation Abstracts*, 21.11.2016, S. 14
- [111] U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE MIDWEST REGION DER STAATEN VON IOWA, ILLINOIS, INDIANA, MICHIGAN, MINNESOTA, MISSOURI, AND WISCONSIN AND THE AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION: *Midwest Wind Energy : Multi-Species Habitat Conservation Plan*. Public Review Draft. 2016
- [112] AVIAN POWER LINE INTERACTION COMMITTEE: *Reducing Avian Collisions with Power Lines : The State of the Art in 2012*. 2012
- [113] U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE: *Greater Sage Grouse - 2015 Endangered Species Act Finding*. URL <https://www.fws.gov/greatersagegrouse/findings.php>

- [114] U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE: *Greater Sage-grouse Conservation Objectives: Final Report 2013*. Denver, CO, 2013
- [115] DEPARTMENT OF THE INTERIOR: *Historic Conservation Campaign Protects Greater Sage-Grouse*. URL <https://www.doi.gov/pressreleases/historic-conservation-campaign-protects-greater-sage-grouse>. – Aktualisierungsdatum: 2017-05-10
- [116] DOHERTY, Kevin E. ; NAUGLE, David E. ; WALKER, Brett L.: *Greater Sage-Grouse Nesting Habitat : The Importance of Managing at Multiple Scales*. In: *Journal of Wildlife Management* 74 (2010), Nr. 7, S. 1544–1553
- [117] LEBEAU, Chad W. ; JOHNSON, Gregory D. ; HOLLORAN, Matthew J. ; BECK, Jeffrey L. ; NIELSON, Ryan M. ; KAUFFMAN, Mandy E. ; RODEMAKER, Eli J. ; McDONALD, Trent L.: *Greater sage-grouse habitat selection, survival, and wind energy infrastructure*. In: *The Journal of Wildlife Management* 81 (2017), Nr. 4, S. 690–711
- [118] NATIONAL WIND COORDINATING COLLABORATIVE: *Greater Sage-Grouse : Overview and Effects of Wind Energy Development*. September 2017
- [119] GEIBLER, Gesa ; KÖPPEL, Johann: *Upside down - Weiterentwicklung von US-amerikanischen Konzepten zur naturhaushaltlichen Kompensation*. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 44 (2012), Nr. 12, S. 346–370
- [120] BUNDESVERBAND WINDENERGIE E.V. (BWE) LANDESVERBAND BERLIN/BRANDENBURG (Hrsg.): *Bedeutung der Raumordnung für die Entwicklung der Windenergie in Brandenburg : Position*. 2017
- [121] LANDESREGIERUNG DES SAARLANDES: *Verordnung über die 1. Änderung des Landesentwicklungsplans, Teilabschnitt „Umwelt (Vorsorge für Flächennutzung, Umweltschutz und Infrastruktur)“ betreffend die Aufhebung der landesplanerischen Ausschlusswirkung der Vorranggebiete für Windenergie* (in Kraft getr. am 2011) (2011). URL [http://sl.juris.de/cgi-bin/landesrecht.py?d=http://sl.juris.de/sl/LEntwPlanUmwAendV\\_SL\\_1\\_Anlage-G3.htm](http://sl.juris.de/cgi-bin/landesrecht.py?d=http://sl.juris.de/sl/LEntwPlanUmwAendV_SL_1_Anlage-G3.htm)
- [122] BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG; ZASPEL-HEISTERS, B. (Mitarb.): *Steuerung der Windenergie durch die Regionalplanung – gestern, heute, morgen*. Bonn, 2015 (BBSR-Analysen KOMPAKT 9)
- [123] DEUTSCHE WINDGUARD GMBH: *Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland 2016*. 2017
- [124] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE: *Technologieübergreifende Ausschreibungen und Innovationsausschreibungen im EEG 2017* (1. Sitzung der AG 3 der Plattform Strommarkt). 08.12.2016. URL [http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/plattform-strommarkt-ag3-11-sitzung-praesentation-technologieuebergreifende-ausschreibungen-eeg-2017.pdf;jsessionid=EE2DAC084058357519B9F7E95C40BEA6?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/plattform-strommarkt-ag3-11-sitzung-praesentation-technologieuebergreifende-ausschreibungen-eeg-2017.pdf;jsessionid=EE2DAC084058357519B9F7E95C40BEA6?__blob=publicationFile&v=2)
- [125] METZNER, Thorsten: *Mit Energie : Auf dem Windkraft-Branchentag in Potsdam tritt Wirtschaftsminister Gerber auf - und provoziert mit seinen Forderungen nach mehr Ehrlichkeit beim Umgang mit Braunkohle Widerspruch*. In: *Potsdamer Neuste Nachrichten (PNN)* (2017-07-14), S. 12
- [126] ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ ; BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT: *Energieraumplanung : Ergebnispapier der ExpertInnen*. Wien, 2014

- [127] MATHIESEN, B. V. ; LUND, H. ; CONNOLLY, D. ; WENZEL, H. ; ØSTERGAARD, P. A. ; MÖLLER, B. ; NIELSEN, S. ; RIDJAN, I. ; KARNØE, P. ; SPERLING, K. ; HVELPLUND, F. K.: *Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions*. In: *Applied Energy* 145 (2015), S. 139–154
- [128] RICHTLINIE 2014/52/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES - VOM 16. APRIL 2014 - ZUR ÄNDERUNG DER RICHTLINIE 2011/92/EU ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG BEI BESTIMMTEN ÖFFENTLICHEN UND PRIVATEN PROJEKTEN: *RL 2014/52/EU* (2014)
- [129] LARSEN, Sanne Vammen ; HANSEN, Anne Merrild ; LYHNE, Ivar ; AAEN, Sara Bjørn ; RITTER, Eva ; NIELSEN, Helle: *Social Impact Assessment in Europe : A Study of Social Impacts in Three Danish Cases*. In: *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 17 (2015), Nr. 04, S. 1550038
- [130] STRICKLAND-MUNRO, Jennifer ; KOBRYN, Halina ; BROWN, Greg ; MOORE, Susan A.: *Marine spatial planning for the future : Using Public Participation GIS (PPGIS) to inform the human dimension for large marine parks*. In: *Marine Policy* 73 (2016), S. 15–26
- [131] NATURKAPITAL DEUTSCHLAND - TEEB DE: *Ökosystemleistungen in ländlichen Räumen : Grundlagen für menschliches Wohlergehen und nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung*. Hannover, Leipzig, 2016
- [132] HOOPER, Tara ; BEAUMONT, Nicola ; HATTAM, Caroline: *The implications of energy systems for ecosystem services : A detailed case study of offshore wind*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 70 (2017), S. 230–241
- [133] BAUER, J. ; KÖPPEL, Johann: *Auswirkungen der Offshore-Windenergie auf Seevögel, Fische und Benthos - Eine Synopse der aktuellen Fachliteratur*. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 49 (2017), Nr. 2, S. 50–62
- [134] HUANG, Yu-Fong ; GAN, Xing-Jia ; CHIUH, Pei-Te: *Life cycle assessment and net energy analysis of offshore wind power systems*. In: *Renewable Energy* 102 (2017), S. 98–106
- [135] NOORI, M. ; KUCUKVAR, M. ; TATARI, O.: *Economic Input–Output Based Sustainability Analysis of Onshore and Offshore Wind Energy Systems*. In: *International Journal of Green Energy* 12 (2015), Nr. 9, S. 939–948
- [136] BULLING, Lea ; SUDHAUS, Dirk ; SCHNITTKER, Daniel ; SCHUSTER, Eva ; BIEHL, Juliane ; TUCCI, Franziska: *Vermeidungsmaßnahmen bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen : Bundesweiter Katalog von Maßnahmen zur Vermeidung des Eintritts von artenschutzrechtlichen Verbotstatbeständen nach §44 BNatSchG*. 2015
- [137] BIEHL, Juliane ; BULLING, Lea ; GARTMAN, Victoria ; WEBER, Jessica ; DAHMEN, Marie ; GEIBLER, Gesa ; KÖPPEL, Johann: *Vermeidungsmaßnahmen bei Planung, Bau und Betrieb von Windenergieanlagen - Synoptische Auswertungen zum Stand des Wissens*. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 49 (2017), Nr. 2, S. 63–72
- [138] RL 2000/60/EG (WRRL): *RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik* (in Kraft getr. am 16. 12. 2001) (2001-12-16)

- [139] KASPERSEN, Bjarke Stoltze ; JACOBSEN, Torsten Vammen ; BUTTS, Michael Brian ; BOEGH, Eva ; MÜLLER, Henrik Gioertz ; STUTTER, Marc ; FREDENSLUND, Anders Michael ; KJAER, Tyge: *Integrating climate change mitigation into river basin management planning for the Water Framework Directive – A Danish case*. In: *Environmental Science & Policy* 55 (2016), S. 141–150
- [140] BAYERISCHER VERWALTUNGSGERICHTSHOF: Urteil vom 10.03.2016, Az. 22 B 14.1875 und 22 B 14.1876 22 B 14.1875 UND 22 B 14.1876 (2016-03-10)
- [141] LITSGÅRD, Frederik ; ERIKSSON, Alexander ; WIZELIUS, Tore ; SÄFSTRÖM, Therese: *DTBird system Pilot Installation in Sweden. Possibilities for bird monitoring systems around wind farms. Experiences from Sweden's first DTBird installation : Ecocom AB. 21-12-2016*. Englische Übersetzung durch DTBird. 2017
- [142] ARNETT, Edward B. ; HEIN, Cris D. ; SCHIRMACHER, Michael R. ; HUSO, Manuela M. P. ; SZEWCZAK, Joseph M.: *Evaluating the Effectiveness of an Ultrasonic Acoustic Deterrent for Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines*. In: *PloS one* 8 (2013), Nr. 6, S. e65794
- [143] SCHOLZ, Nikolas ; MOLL, Jochen ; MÄLZER, Moritz ; NAGOVITSYN, Konstantin ; KROZER, Viktor: *Random bounce algorithm : Real-time image processing for the detection of bats and birds*. In: *Signal, Image and Video Processing* 10 (2016), Nr. 8, S. 1449–1456
- [144] DIFFENDORFER, J. ; BESTON, J. ; MERRILL, M. ; STANTON, J. ; CORUM, M. ; LOSS, S. ; THOGMARTIN, W. ; JOHNSON, D. ; ERICKSON, R. ; HEIST, K.: *A Method to Assess the Population-Level Consequences of Wind Energy Facilities on Bird and Bat Species*. In: KÖPPEL, Johann (Hrsg.): *Wind Energy and Wildlife Interactions: Presentations from the CWW2015 Conference*. Cham : Springer International Publishing, 2017, S. 65–76
- [145] REICHENBACH, Marc ; STEINBORN, Hanjo: *Windkraft, Vögel, Lebensräume - Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel*. In: *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* (2006), Nr. 32, S. 243–259
- [146] SCOTTISH NATURAL HERITAGE: *Guidance on Methods for Monitoring Bird Populations at Onshore Wind Farms*. 2009
- [147] *Adlernester in der Uckermark zerstört*. In: *Potsdamer Neuste Nachrichten* (2017-06-07)
- [148] *In Mecklenburg-Vorpommern verschwinden immer mehr Greifvogelhorste*. *NORDDEUTSCHER RUNDFUNK (NDR) NDR 1 RADIO MV*. 2017-03-02
- [149] RUSSEW, Georg-Stefan: *Angriffe auf Adlerhorste : Werden in der Uckermark Adler wegen Windkraftanlagen vertrieben? Diesen Verdacht haben Naturschützer. Sie fordern mehr Schutz*. In: *Potsdamer Neuste Nachrichten (PNN)* (2017-07-01), S. 22
- [150] STIFTUNG UMWELTENERGIERECHT: *Frischer Wind: Stiftung startet Forschungsprojekt „NeuPlan Wind“*. Dezember 2017
- [151] FACHAGENTUR WINDENERGIE AN LAND (FA Wind) (Hrsg.); HELMES, Sebastian (Mitarb.); SCHWINTOWSKI, Hans-Peter (Mitarb.); SAUER, Mirko (Mitarb.) : *Rechtliche Anforderungen an ein Gütesiegel oder Prüfzeichen für die Planung von Windenergieanlagen*. Berlin, 2017
- [152] SCHWEIZER-RIES, Petra: *Energy sustainable communities : Environmental psychological investigations*. In: *Energy Policy* 36 (2008), Nr. 11, S. 4126–4135. URL <http://ac.els->

- cdn.com/S030142150800311X/1-s2.0-S030142150800311X-main.pdf?\_tid=5b884ffe-9b54-11e6-b720-00000aab0f02&acdnat=1477469909\_e81c618dd7b0c795ce3210065e651c97
- [153] LANDTAG MECKLENBURG-VORPOMMERN: *Gesetz über die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern sowie Gemeinden an Windparks in Mecklenburg-Vorpommern* (idF v. 18. 5. 2016) (2016-05-28). URL <http://www.landesrecht-mv.de/jportal/portal/page/bsmvprod.psml?showdoc-case=1&st=lr&doc.id=jlr-WindPB%C3%BCGemBGMVrahmen&doc.part=X&doc.origin=bs>
- [154] BUNDESVERBAND WINDENERGIE E.V.: *Windkraft - Eine Bürgerenergie*. Berlin, 2016
- [155] POTSDAM INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG E.V.; UNIVERSITÄT POTSDAM; RAUM & ENERGIE; CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL: *Kernergebnisse und Handlungsempfehlungen eines interdisziplinären Forschungsprojekts : Energiekonflikte. Akzeptanzkriterien und Gerechtigkeitsvorstellungen in der Energiewende*. Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems FKN: 01UN1217. 2016
- [156] JESSUP, Brad: *Plural and hybrid environmental values : A discourse analysis of the wind energy conflict in Australia and the United Kingdom*. In: *Environmental Politics* 19 (2010), Nr. 1, S. 21–44
- [157] WALKER, Chad ; BAXTER, Jamie ; MASON, Sarah ; LUGINAAH, Isaac ; OUELLETTE, Danielle: *Wind energy development and perceived real estate values in Ontario, Canada*. In: *AIMS Energy* 2 (2014), Nr. 4, S. 424–442
- [158] DRÖES, Martijn I. ; KOSTER, Hans R.A.: *Renewable energy and negative externalities : The effect of wind turbines on house prices*. In: *Journal of Urban Economics* 96 (2016), S. 121–141
- [159] BEN HOEN ; RYAN WISER ; PETER CAPPERS ; MARK THAYER ; AND GAUTAM SETHI: *Wind Energy Facilities and Residential Properties: The Effect of Proximity and View on Sales Prices*. In: *Journal for Real Estate Research* 33 (2011), S. 279–316. URL <https://www.igwindkraft.at/mmedia/download/2015.09.07/144163690815289.pdf>
- [160] VYN, Richard J. ; MCCULLOUGH, Ryan M.: *The Effects of Wind Turbines on Property Values in Ontario : Does Public Perception Match Empirical Evidence?* In: *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie* 62 (2014), Nr. 3, S. 365–392
- [161] HÜSKEN, Franz ; DIERKES, Christian: *Kreis Steinfurt - Windenergie und Grundstücksmarkt*. In: *Flächenmanagement und Bodenordnung (fub)* (2015), Nr. 3, S. 124–129
- [162] FACHBEREICH GEOINFORMATION UND BODENORDNUNG. KOMMUNALE BEWERTUNGSSTELLE: *Untersuchung: Hat der Windpark „Vetschauer Berg“ Auswirkungen auf den Grundstücksmarkt von Wohnimmobilien in den Ortslagen Vetschau und Horbach?* 2011
- [163] RITTER, Matthias ; HÜTTEL, Silke ; WALTER, Marian ; ODENING, Martin: *Der Einfluss von Windkraftanlagen auf landwirtschaftliche Bodenpreise*. In: *Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 93 (2015), Nr. 3. URL
- [164] ENERGIEAGENTUR.NRW GMBH (Hrsg.): *Faktencheck Windenergie und Immobilienpreise : Dokumentation der Veranstaltung*. Düsseldorf, 2017
- [165] ACT NO. 1392 FOLKETINGET: *Promotion of Renewable Energy Act. Inofficial Translation by GlobalDenmark Translations* (in Kraft getr. am Dezember 2008) (Dezember 2008)

- [166] BÖNISCH, Bettina ; PIETROWICZ, Marike: *Bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung von Windenergieanlagen*. Berlin, 2016
- [167] JOBERT, Arthur ; LABORGNE, Pia ; MIMLER, Solveig: *Local acceptance of wind energy : Factors of success identified in French and German case studies*. In: *Energy Policy* 35 (2007), Nr. 5, S. 2751–2760
- [168] BREUKERS, Sylvia ; WOLSINK, Maarten: *Wind power implementation in changing institutional landscapes : An international comparison*. In: *Energy Policy* 35 (2007), Nr. 5, S. 2737–2750. URL [http://ac.els-cdn.com/S0301421506004873/1-s2.0-S0301421506004873-main.pdf?\\_tid=a186a6be-a0e9-11e6-9b9a-00000aab0f26&ac-dnat=1478083778\\_1f8e64efd8366007f85ffe09637ad5b6](http://ac.els-cdn.com/S0301421506004873/1-s2.0-S0301421506004873-main.pdf?_tid=a186a6be-a0e9-11e6-9b9a-00000aab0f26&ac-dnat=1478083778_1f8e64efd8366007f85ffe09637ad5b6)
- [169] HILDEBRAND, Jan ; RAU, Irina ; SCHWEIZER-RIES, Petra: *Die Bedeutung dezentraler Beteiligungsprozesse für die Akzeptanz des Ausbaus erneuerbarer Energien : Eine umweltpsychologische Betrachtung*. In: *Informationen zur Raumentwicklung* (2012), 9/10, S. 491–501
- [170] WOLSINK, Maarten: *Planning of renewables schemes : Deliberative and fair decision-making on landscape issues instead of reproachful accusations of non-cooperation*. In: *Energy Policy* 35 (2007), Nr. 5, S. 2692–2704
- [171] BOCK, Stephanie ; REIMANN, Bettina; ABT, Jan (Mitarb.); LETTOW, Mareike (Mitarb.); VORWERK, Ulrike (Mitarb.) : *Beteiligungsverfahren bei umweltrelevanten Vorhaben : Abschlussbericht*. 2017 (Texte 37)
- [172] BODIN, Örjan: *Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems*. In: *Science (New York, N.Y.)* 357 (2017), Nr. 6352
- [173] CARTER, Nigel ; WILDE, Lorraine: *Environmental Due Diligence : The Role of ISO 14015 in the Environmental Assessment of Sites and Organizations*, 2004
- [174] ECONAUTEN (Hrsg.): *Projektbeispiel : Digitalisierung von Geschäftsprozessen im Umweltschutz bei der Deutschen Bahn*. 2016
- [175] BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR: *Strategie Planungsbeschleunigung*. Berlin, 2017
- [176] BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR: *Innovationsforum Planungsbeschleunigung : Abschlussbericht*. Berlin, 2017
- [177] SCOTT, Tyler ; THOMAS, Craig: *Unpacking the Collaborative Toolbox: Why and When Do Public Managers Choose Collaborative Governance Strategies?* In: *The Policy Studies Journal* 45 (2017), Nr. 1, S. 191–214. URL 10.1111/psj.12162