Bundesamt für Naturschutz

# Erneuerbare Energien Report

## Die Energiewende naturverträglich gestalten!

NATURSCHUTZ UND ERNEUERBARE ENERGIEN
Forschung am BfN

## Impressum


### Herausgeber

Bundesamt für Naturschutz
Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Konstantinstraße 110
53179 Bonn
Telefon: 0228 8491-4444
E-Mail: presse@bfn.de
URL: www.bfn.de

### Redaktion

U. Bosch, B. Jessel, K. Ammermann

Mit Beiträgen von:
S. Balzer, S. Böttner, K. Erdmann, H. Flatter, O. Hendrischke, C. Hildebrandt, U. Hoffmann, F. Igel, M. Klein, J. Kötting, R. Petermann, J. Pöllath, J. Ponitka, U. Riecken, V. Scherfose, C. Schönhofer, C. Selig, S. Stenzel, C. Strauß, A. Weber

### Titelbild

Collage, u. a.  mit Bildelementen von ©nounours1 - stock.adobe.com (Landschaftsbild) und ©Kateina - stock.adobe.com (Solaralagen)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.



Gedruckt auf Recyclingpapier

Bonn - Bad Godesberg Februar 2019, 1. Auflage

## Inhaltsverzeichnis


**Inhaltsverzeichnis** 3

**0 Kernaussagen und Empfehlungen** 4

**1 Naturschutz und erneuerbare Energien: Ein Spannungsverhältnis zwischen Synergien und Konflikten** 6

**2 Aktueller Stand und Ausbauziele der erneuerbaren Energien** 8

2.1 Aktuelle Anlagenzahlen und räumliche Verteilung 8

2.2 Landnutzung und Flächeninanspruchnahme durch erneuerbare Energien 10

2.2.1 Flächeninanspruchnahme durch erneuerbare Energien 10

2.2.2 Schutzgebiete und erneuerbare Energien 12

2.3 Auswirkungen des Ausbaus auf Natur und Landschaft 12

2.3.1 Landschaft und erneuerbare Energien 14

2.3.2 Artenschutz und erneuerbare Energien 15

2.4 Gesellschaftliche Aspekte des Ausbaus erneuerbarer Energien 16

2.5 Ausblick auf die weitere Entwicklung 16

**3 Lösungsansätze und Zukunftsperspektiven** 19

3.1 Energielandschaften der Zukunft 19

3.1.1 Technische Perspektiven und Herausforderungen 19

3.1.2 Räumliche Verteilung und Anzahl von EE-Anlagen 21

3.1.3 Akzeptanz für den Landschaftswandel 22

3.2 Räumliche Steuerungsansätze 23

3.2.1 Landschaftsbild und Standortwahl 23

3.2.2 Artenschutz und Standortwahl 26

3.2.3 Steuernde Wirkung von Schutzgebieten 28

3.3 Naturverträgliche Ausgestaltung von EE-Anlagen 30

**4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für einen naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien** 35

4.1 Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen 35

4.2 Stellschrauben für die zukünftige Ausgestaltung einer naturverträglichen Energiewende 35

**5 Literaturverzeichnis** 38

**6 Abbildungsverzeichnis** 41

**7 Tabellenverzeichnis** 42

**8 Abkürzungsverzeichnis** 42

# 0 Kernaussagen und Empfehlungen

Der Erneuerbare Energien Report 2019 basiert auf Ergebnissen aus über 40 am **Bundesamt für Naturschutz (BfN)** bearbeiteten und laufenden Forschungsvorhaben zum naturverträglichen Ausbau erneuerbarer Energien. Dabei stehen neben dem Artenschutz vor allem die Aspekte „Fläche“ (d. h. sparsamer und effizienter Umgang mit der Ressource Fläche) und „Landschaft“ (stärkere Berücksichtigung des Schutzgutes Landschaft, auch unter Akzeptanzgesichtspunkten) im Mittelpunkt. Mit dem vorliegenden Report kommt das Bundesamt für Naturschutz seiner Aufgabe nach, über einzelne Vorhaben hinaus eine Synthese der Ergebnisse zu erstellen. Dabei stehen Lösungen und Lösungsansätze für ein Miteinander von Naturschutz und Energiewende im Fokus.

Der Umbau des Energieversorgungssystems hin zu erneuerbaren Energien ist vor dem Hintergrund des anstehenden Klimawandels und im Sinne des Klimaschutzes auch für die Erhaltung der biologischen Vielfalt und von Kulturlandschaften von großer Bedeutung. Der dezentrale Charakter des Ausbaus sowie die Vielzahl der notwendigen Anlagen verstärken aber andererseits den bereits laufenden Landnutzungs- und Landschaftswandel. Damit kann es durch den Ausbau der erneuerbaren Energien gleichzeitig zu Beeinträchtigungen von Arten, Lebensräumen und Landschaften kommen.

Ein Ziel der Nationalen Strategie der Bundesregierung zur biologischen Vielfalt (NBS) ist, dass die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien nicht zu Lasten der biologischen Vielfalt gehen darf (vgl. Kap. C8 der Strategie). Der weitere Ausbau ist daher gezielt so zu gestalten und zu steuern, dass er naturverträglich erfolgt und nicht auf Kosten von Natur und Landschaft verwirklicht wird. Daraus leiten sich die folgenden **Kernaussagen und Empfehlungen** ab:

Abbildung 1:
Holz ist aktuell die wichtigste erneuerbare Wärmequelle.
(Foto: Kathrin Ammermann)

Abbildung 2:
Der Ausbau der erneuerbaren Energien trägt zum Landschaftswandel bei.
(Foto: Ulf Hauke)

→ Die hohe und dezentral in der Landschaft verteilte **Flächeninanspruchnahme** durch erneuerbare Energien ist eine wesentliche Ursache für die vielfältigen Auswirkungen auf Natur und Landschaft. Sie ist daher zu minimieren. Fläche ist auch beim Ausbau der erneuerbaren Energien so sparsam und effizient wie möglich zu nutzen:

- Bei begrenzter Flächenverfügbarkeit sind die Umsetzung der im Energiekonzept der Bundesregierung vorgesehenen Effizienzmaßnahmen und Energieeinsparungen für eine naturverträgliche Ausgestaltung der Energiewende zwingende Voraussetzung.
- Strombasierte Anwendungen sind die effizientesten Optionen im Wärme- und Verkehrsbereich. Die Energiewende mit einer strategischen Neuausrichtung dieser Bereiche und dem Ausbau der Sektorkopplung ist daher voranzutreiben. Die erneuerbare Stromerzeugung wird somit auch zukünftig von zentraler Bedeutung sein.
- Technologien mit geringer Flächeninanspruchnahme sind zu bevorzugen. Für Bioenergie aus Anbaubiomasse, insbesondere Biogas, ergeben sich daher keine ausbaufähigen naturverträglichen Handlungsoptionen. Die Ursachen liegen in der hohen Flächenbeanspruchung und Konkurrenzen aus dem Bereich der stofflichen Nutzung begründet. Synergien zum Naturschutz wie die Verwertung von Landschaftspflegematerial sind in einer gewissen Größenordnung möglich. Auch Energieholz kann im aktuellen Umfang weiter genutzt werden, vorzugsweise nach einer stofflichen Kaskadennutzung.
- Eine naturverträgliche räumliche Verteilung und Lenkung des Zubaus der erneuerbaren Energien ist

bereits auf Bundesebene planerisch vorzubereiten. So könnten z. B. Korridore für regionale Mengen an erneuerbaren Energien erarbeitet werden. Das bietet auch den Vorteil einer besseren Koordinierung mit dem Netzausbau.

→ Das **Schutzgut Landschaft** ist bei Planung und Genehmigung sowie bei strategischen Überlegungen zur Energiewende stärker einzubeziehen:

- Die zielgerichtete Erhaltung regional wichtiger landschaftlicher Qualitäten ist unerlässlich, um die Akzeptanz der Menschen vor Ort für den Ausbau der erneuerbaren Energien zu erhalten. Ansätze zur Bewertung der Empfindlichkeiten von Landschaften gegenüber verschiedenen Formen der erneuerbaren Energien liegen vor. Nun gilt es, diese in die Planungs- und Entscheidungsprozesse einzubeziehen. Zudem bieten Bewertungsansätze zur Landschaftsästhetik in besonderem Maße Möglichkeiten, über Mitwirkungsprozesse und Anpassungen in der Ausgestaltung der Maßnahmen Akzeptanz zu fördern.
- Es müssen naturnah wirkende Landschaften ohne technische Überprägung, erhalten bleiben. Oft sind diese Flächen von besonderer Bedeutung für die Erhaltungs- und Entwicklungsziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Das sind neben Schutzgebieten z. B. auch Wälder mit altem Baumbestand oder Landschaften, die für die Erholungsnutzung besonders wertvoll sind oder die besondere ästhetische Qualitäten aufweisen.
- Zur Schonung der freien Landschaft und um zugleich die energiepolitischen Ausbauziele zu erreichen, ist die verstärkte Entwicklung und Nutzung der Solarenergie im bauplanungsrechtlichen Innenbereich bzw. auf bereits versiegelten Flächen dringend erforderlich. Ein vermehrter verbrauchsnaher Ausbau trägt auch zur Reduzierung der notwendigen Hochspannungsübertragungsnetze und zur Verbesserung der Akzeptanz bei. Zudem können städtische Räume so einen bedeutenden Beitrag zur Energiewende leisten. Konzepte wie das Mieterstrommodell im EEG unterstützen diese Entwicklung und sind weiter zu entwickeln und auszubauen.

→ Übergreifendes Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt ist es, den Rückgang der **Biodiversität** aufzuhalten und einen positiven Trend bei der Entwicklung der Artenvielfalt und der Vielfalt der Lebensräume zu erreichen. Das ist auch beim weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien zu beachten:

- Eine überlegte Standortwahl ist nach wie vor Grundlage, um mögliche Konflikte zwischen Artenschutz/Schutz der Lebensräume und EE-Anlagen zu vermeiden bzw. weitestmöglich zu minimieren. Weitergehende Forschung z. B. zu Artvorkommen, Populationsentwicklungen oder dem Zugverhalten von Vögeln und Fledermäusen ist dafür von Bedeutung.
- Die Erprobungs- und Begleitforschung zum Ausbau und Betrieb von EE-Anlagen ist auch unter Artenschutzaspekten zu intensivieren, um praktische Erfahrungen z. B. zu Vermeidungsmaßnahmen oder zum Verhalten von Arten an EE-Anlagen zu sammeln und für die Anwendung aufzubereiten.
- Vermeidungsmaßnahmen sind zu nutzen, um die Naturverträglichkeit der Anlagen zu verbessern und artenschutzrechtliche Konflikte zu minimieren. Von Bedeutung sind dabei die Nutzung von erprobten Maßnahmen und die Anpassung an den spezifischen Standort. Im Rahmen weitergehender Forschung sind neue Maßnahmen zu entwickeln, zu prüfen und in die Anwendungspraxis zu übertragen.

# 1 Naturschutz und erneuerbare Energien: Ein Spannungsverhältnis zwischen Synergien und Konflikten

Der Verlust von biologischer Vielfalt und der Klimawandel sind Herausforderungen von globaler Bedeutung. Beide Themen sind eng miteinander verknüpft. Und beide Entwicklungen sind durch menschliche Aktivitäten (mit)verursacht, wobei eine Trendumkehr für die Sicherung der Lebensgrundlagen essenziell ist.

Bereits heute befinden sich viele Arten in einem alarmierenden Zustand, wie der Artenschutzreport des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) aufzeigt (BfN 2015). Ein Drittel der in Deutschland vorkommenden Tier- und Pflanzenarten steht auf der Roten Liste und gilt damit als im Bestand gefährdet. Da die Arten auch immer für Lebensräume, Ökosysteme und deren Beziehungsgefüge stehen, spiegelt das den Zustand unserer Landschaften wider. Nach Finck et al. (2017) gelten inzwischen zwei Drittel der in Deutschland vorkommenden Biotoptypen als gefährdet. Die Ursachen dafür sind vielfältig. Zu den zentralen Treibern gehört aber der Landnutzungswandel mit einer Intensivierung der Nutzung, der Zunahme der Stoff- und Energieströme (Dünger, Pestizide u. v. m.) sowie die fortschreitende Flächeninanspruchnahme.

Auch der Klimawandel spielt hinsichtlich seiner direkten und indirekten Wirkungen auf die biologische Vielfalt eine immer größere Rolle. Für den Arten- und Biotopschutz und die Erhaltung unserer Kulturlandschaften ist deshalb auch der Klimaschutz ein zentrales Anliegen. So sind 10 % der Vegetation weltweit hochsensibel gegenüber Klimaveränderungen und von den weltweit bedrohten Pflanzenarten der IUCN-Roten Liste sind fast 1.200 (ca. 4 %) direkt durch den Klimawandel gefährdet (Willis 2017). Der Bericht zum Zustand der Natur in Europa zeigt ebenfalls, dass der Klimawandel zu den Bedrohungen unserer Artenvielfalt gehört (EEA 2015).

Mit der Verbesserung der Energieeffizienz und dem Ausbau der erneuerbaren Energien (EE) kann der Energiesektor einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Der Ausbau und die vorrangige Nutzung erneuerbarer Energien sind dabei nicht nur zur Begrenzung des Klimawandels notwendig, sondern auch aufgrund des beschlossenen Ausstiegs aus der Atomenergie. Dieses Ziel ist auch im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) festgehalten: „... dem Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung insbesondere durch zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien kommt eine besondere Bedeutung zu“ (§ 1 Abs. 3 Nr. 4 BNatSchG). Den erneuerbaren Energien wird jedoch keine Sonderrolle zugeschrieben.

Offensichtlich birgt der Ausbau der erneuerbaren Energien aber auch Konflikte für Natur und Landschaft. Deutlich wahrnehmbar verändert sich die Kulturlandschaft – der Energiebedarf wird durch den dezentralen Ausbau und die vielfältige Flächeninanspruchnahme in der Landschaft sichtbar. Zudem gehen damit Flächenverluste an Habitaten für Arten einher und bestimmte Arten und Artengruppen sind direkt betroffen, da ihre Lebensräume qualitativ verändert werden oder sie beispielsweise durch Kollisionen mit Windenergieanlagen direkt als Individuum gefährdet sind. Der Ausbau der erneuerbaren Energien muss daher entsprechend naturverträglich ausgestaltet werden.

Der Zielrahmen dafür wird neben der gesetzlichen Bestimmung des § 1 BNatSchG u. a. durch die Ziele der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt bestimmt, die als Umsetzung des internationalen Übereinkommens über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity; CBD) bereits 2007 von der Bundesregierung beschlossen wurde. In der Strategie ist als Ziel formuliert, dass die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien nicht zu Lasten der biologischen Vielfalt gehen darf. Zur Erreichung dieses Ziels sollen u. a. kooperative Konzepte und Strategien zur Konfliktvermeidung/-minderung zwischen Raumansprüchen beim Ausbau erneuerbarer Energien entwickelt und wo möglich Synergieeffekte unterstützt werden. Die Naturschutzoffensive der Bundesregierung als Handlungsprogramm zur Umsetzung der Biodiversitätsziele bis 2020 zeigt Wege zur Erreichung der Ziele auf, z. B. die Suche nach naturverträglichen Standorten über die räumliche Steuerung der EE-Anlagen und gleichzeitiges Freihalten von Vorranggebieten für Natur und Landschaft oder auch die Begrenzung des land- und forstwirtschaftlichen Anbaus von Energiepflanzen.

Die zunehmende Dezentralität ist eines der wesentlichen Merkmale der Energiewende und bedingt einen tiefgreifenden

**Abbildung 3:**
**Der Bau und Betrieb von Windenergieanlagen hat Einfluss auf die Kulturlandschaft und windenergiesensible Tierarten. (Foto: Ulf Hauke)**

Landschaftswandel. Die Energieversorgung durch erneuerbare Energien benötigt im Vergleich zu zentralen fossilen oder nuklearen Kraftwerken eine Vielzahl kleiner Anlagen. Zusammen mit der teilweise enormen Sichtbarkeit der Anlagen ergeben sich großräumige Wirkungen.

Neben dem qualitativen Schutz der Landschaft nach § 1 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG steht das quantitative Flächensparziel der Bundesregierung und die Umweltverträglichkeitsprüfung, die „Fläche“ explizit als eines der zu prüfenden Schutzgüter bestimmt (§ 2 Abs. 1 Nr. 3 UVPG). Bis zum Jahr 2030 soll die tägliche Flächeninanspruchnahme auf nur noch 30 ha pro Tag reduziert werden. Aktuell liegt dieser Wert noch bei etwa 66 ha pro Tag, zum Beispiel durch Versiegelung für Gebäude- und Betriebsfläche oder Verkehrsflächen meist zu Lasten landwirtschaftlicher Fläche. Allerdings ist seit Mitte der 1990er Jahre insgesamt eine deutlich positive Entwicklung zu beobachten. Zu dem Zeitpunkt lag die Flächenneuinanspruchnahme für Siedlung und Verkehr noch bei 120 ha/Tag (UBA 2017). Erneuerbare Energien-Anlagen werden zwar nicht zu der Flächenverbrauchsstatistik hinzugezählt, allerdings werden doch auch durch sie Acker- und Grünlandflächen in Anspruch genommen und teilweise versiegelt. Das Flächensparziel ist also auch hier anzuwenden.

Im vorliegenden Energiereport wird das Spannungsverhältnis aus Synergien und Konflikten zwischen Natur- und Klimaschutz näher beleuchtet, es werden basierend auf der aktuellen Forschung des BfN Lösungsansätze aufgezeigt. Nicht betrachtet werden die Themenkomplexe Netzausbau und Offshore-Windenergie. Dabei werden auch Handlungsoptionen beleuchtet, die über die originären Naturschutzzuständigkeiten hinausgehen, aber trotzdem eine hohe Relevanz für die Erhaltung von Natur und Landschaft aufweisen.

**Abbildung 4:**
**Der großflächige Anbau von Energiepflanzen wie Mais für den Einsatz in Biogasanlagen trägt zum Verlust der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft bei. (Foto: Ulf Hauke)**

## Zusammenfassung Kapitel 1

Zur Erhaltung von biologischer Vielfalt und von Kulturlandschaften ist der Klimaschutz von zentraler Bedeutung. Der Ausbau der erneuerbaren Energien trägt dazu einen wesentlichen Teil bei. Aufgrund des dezentralen Charakters der Energiewende gehen damit allerdings ein grundlegender Landschaftswandel und die Gefahr der Beeinträchtigung von Arten und Lebensräumen einher.

Dieser Report beleuchtet daher wichtige Diskussionspunkte und weist auf notwendige Ansätze für eine natur- und landschaftsverträgliche Energiewende hin.

# 2 Aktueller Stand und Ausbauziele der erneuerbaren Energien

## 2.1 Aktuelle Anlagenzahlen und räumliche Verteilung

Die erneuerbaren Energien sind für die Energiewende in Deutschland von großer Bedeutung. Sie leisten derzeit zur Stromerzeugung, im Wärmesektor und im Verkehrsbereich zusammen einen Beitrag von etwa 15 % am Endenergieverbrauch (Stand 2017). Die verschiedenen Nutzungspfade weisen jedoch einen sehr unterschiedlichen Ausbaustand auf. Über die Hälfte der erneuerbaren Energien entfielen auf die Stromerzeugung. So stieg bis zum Jahr 2017 der Anteil am Bruttostromverbrauch bereits auf 36,2 %. Im Wärme- und Kältebereich war der Anteil mit knapp 13 % noch deutlich geringer und im Verkehrsbereich sind es aktuell lediglich 5,2 %, die aus regenerativen Energiequellen bereitgestellt werden (BMWI 2018). Die jeweiligen Anteile der Energieträger für den Bereich der erneuerbaren Stromerzeugung sind in Abbildung 5 dargestellt.

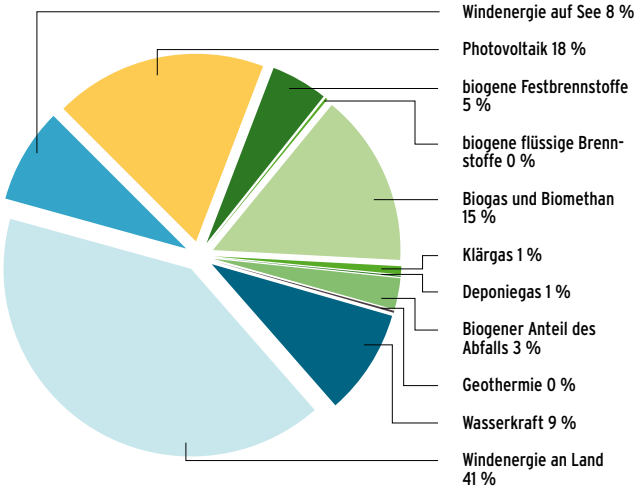



**Abbildung 5:**
**Anteile der erneuerbaren Energieträger an der Stromerzeugung aus EE (Eigene Abbildung nach BMWI 2018)**

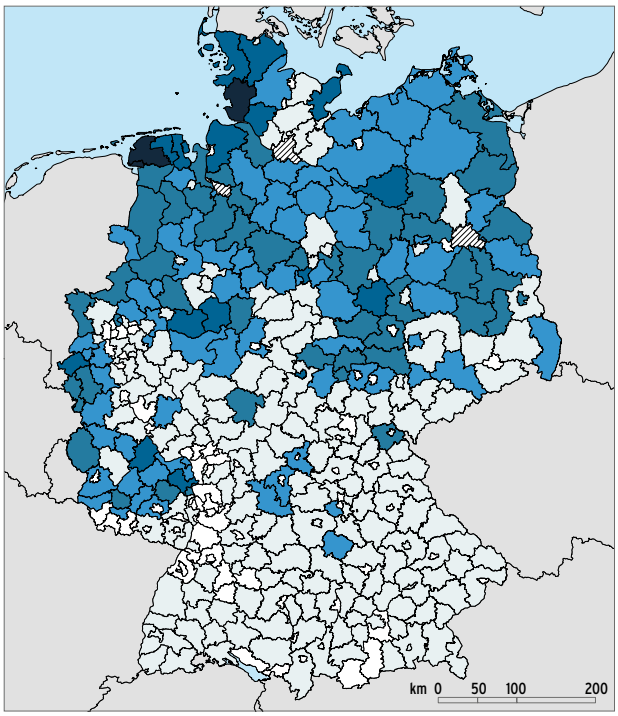
Holzenergie ist die traditionelle erneuerbare Energiequelle der Menschheit. Mittlerweile ist Bioenergie sowohl im Wärme-, im Strom- als auch im Verkehrssektor relevant. Die jeweils größte Bedeutung haben Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen im Stromsektor, die Holzfeuerung im Wärmebereich und Kraftstoffe auf Basis von Pflanzenöl (und Ethanol) im Verkehr. Aktuell gibt es etwa 8.700 Biogasanlagen in Deutschland, von denen sich mehr als die Hälfte in Niedersachsen, Bayern und Baden-Württemberg befinden (Daniel-Gromke et al. 2017). Die genaue Zahl der Biomasseanlagen im Wärmebereich ist nicht bekannt – der Bestand umfasst ca. 10 Millionen Einzelraumfeuerungen vor allem für Stückholz und in deutlich geringerem Umfang für Holzpellets und knapp 1 Million Biomassekessel (Lenz et al. 2015). Der Einsatz von Biomasse im Verkehrsbereich erfolgt maßgeblich über die Beimischungen zu fossilen Treibstoffen von vor allem Biodiesel und Bioethanol. Die Verwendung ist somit über den gesamten Verkehrssektor verteilt.

Die Wasserkraft ist wie auch die Windkraft ebenfalls eine bereits jahrhundertelang vom Menschen genutzte erneuerbare Energiequelle. Wurde diese früher vor allem zum direkten Antrieb von Maschinen genutzt, kommt die Wasserkraft seit etwas mehr als hundert Jahren bei der Stromerzeugung mittels Turbinen und Generatoren zum Einsatz. Aktuell sind bundesweit etwa 7.300 Wasserkraftanlagen in Betrieb. Die mit Abstand meisten Anlagen befinden sich in den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg. Kleinere Mengen Strom aus Wasserkraft werden in Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Hessen erzeugt (Keuneke et al. 2015). Davon werden ca. 3.500 Anlagen ohne angepasste ökologische Maßnahmen betrieben. Fast 90 % dieser Anlagen haben eine Leistung von < 100 kW und tragen damit nur in sehr geringem Maße zur Stromerzeugung bei.

Auch Photovoltaik leistet mit über 18 % einen relevanten Beitrag zur erneuerbaren Stromversorgung. Solarstrom wird sowohl durch Anlagen auf Dächern und an Fassaden als auch durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA), z. B. auf Äckern, Wiesen oder ehemaligen Brachflächen, produziert. Aktuell ist von über 10.500 PV-FFA auszugehen (Thrän et al., unveröffentlicht) (Stand 2016).

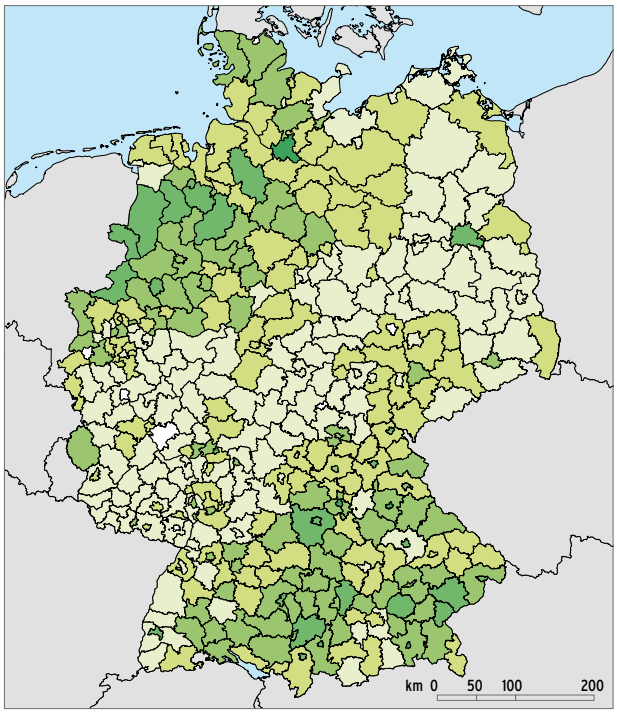
Den mit Abstand größten Anteil an der erneuerbaren Stromversorgung hat jedoch mit knapp 41 % die Windenergie an Land. Die meisten der insgesamt etwa 28.700 Windenergieanlagen (Stand 2017) befinden sich in den windreicheren Gebieten Deutschlands in Niedersachsen, Brandenburg, Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen (Deutsche Windguard 2018) (siehe auch Abbildung 6).

**Abbildung 6:**
**Räumliche Verteilung von EE-Anlagen in Deutschland, Stand 2015 (Thrän et al 2018)**



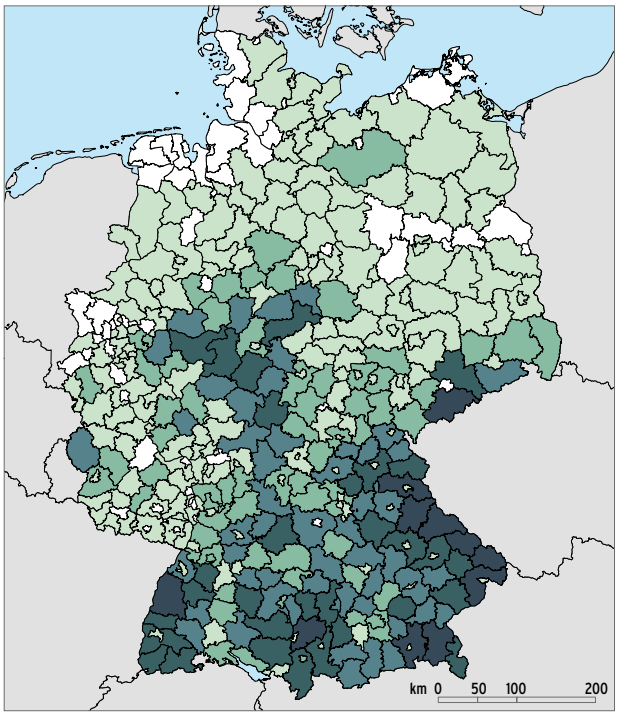

Anzahl der Windenergieanlagen in den Landkreisen im Jahr 2015

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 11-25 | 51-100 |
| 1-10 | 26-50 | 101-160 |



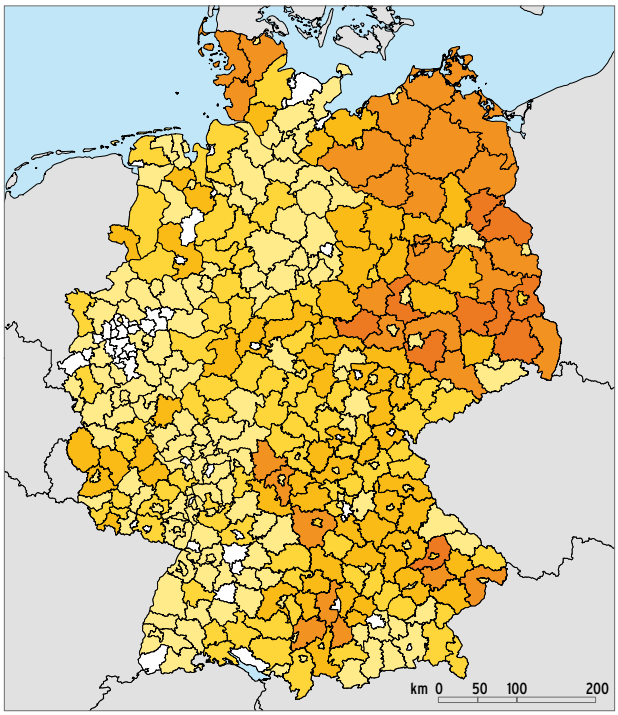

Dichte der Bioenergieanlagen in den Landkreisen im Jahr 2015

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 4-5 | 11-20 |
| 1-3 | 6-10 | 21-40 |




Anzahl der Wasserkraftanlagen in den Landkreisen im Jahr 2015

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 11-25 | 51-100 |
| 1-10 | 26-50 | 101-160 |




Flächen der Photovoltaik Freiflächenanlagen in den Landkreisen im Jahr 2015

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 0,3-0,5 | 1,6-3,0 |
| 0,1-0,2 | 0,6-1,5 | 3,1-9,0 |

## 2.2 Landnutzung und Flächeninanspruchnahme durch erneuerbare Energien

Neben den Anlagenzahlen ist vor allem die Flächeninanspruchnahme von Bedeutung, um Wirkung und Präsenz im Raum zu bewerten. Zu betrachten ist dabei nicht nur der konkrete Flächenbedarf, sondern auch die Art und Ausstattung der in Anspruch genommenen Fläche (Grünland, Wald, Schutzgebiet, Artvorkommen etc.) und die Empfindlichkeit der betroffenen Schutzgüter gegenüber der Art der Nutzung, den Einflüssen der Anlagen und des Anlagenbetriebs.

Hinzu kommen indirekte Effekte, die z. B. durch Verdrängung der ursprünglichen Nutzungen in andere Räume entstehen können, v. a. im Bioenergiebereich. Flächennutzungen, die zugunsten der Biomasseproduktion eingestellt wurden wie z. B. die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln, wurden z. T. verlagert. Die starke Ausweitung der Flächennachfrage führte zudem zu einer deutlichen Steigerung der Bodenwerte und Pachtpreise, was wiederum auch die Verfügbarkeit von Flächen für die Realisierung von Naturschutzanliegen z. B. im Vertragsnaturschutz erschwert.

### 2.2.1 Flächeninanspruchnahme durch erneuerbare Energien

Die verschiedenen erneuerbaren Energieträger haben technologiebedingt einen sehr unterschiedlichen Flächenbedarf bzw. Energieertrag pro Flächeneinheit. Die Flächeninanspruchnahme für die Gewinnung, die Verarbeitung und den Transport von Energieträgern bzw. der Energieanlagen inklusive deren Vorketten gestaltet sich daher sehr unterschiedlich. Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 7 den Energieertrag, der jährlich pro m² bereitgestellt werden kann. Die vereinfachten Beispiele geben einen Eindruck über die unterschiedlichen Flächenbedarfe zur Erzeugung der gleichen Strommenge. Dabei muss berücksichtigt werden, dass bei der Windenergie die Gesamtfläche eines Windparks betrachtet wird. So ergeben sich die relativ niedrigen Werte. Die Fläche zwischen den WEA kann mit gewissen Einschränkungen jedoch weiterhin anderweitig genutzt werden.

Für die Bewertung aus Sicht des Naturschutzes ist zudem nicht nur von Bedeutung, welche Flächen in Anspruch genommen werden, sondern auch, welche qualitativen Merkmale sie aufweisen und in welcher Art die Nutzung erfolgt. Deutlich wird das etwa bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA). Aufgrund der Vergütungsvorgaben im EEG wurden diese verstärkt auf Konversionsflächen und als Randstreifen an Infrastrukturanlagen errichtet. Militärische Konversionsflächen bieten allerdings oftmals wertvolle Rückzugsräume für seltene und bedrohte Arten, da diese Flächen in der Regel weniger intensiv genutzt werden und sich somit ungestörter entwickeln können. Umzäunte PV-FFA können als Barrieren in den Lebensräumen und Wanderkorridoren wirken. In intensiv landwirtschaftlich geprägten Bereichen können Anlagenstandorte im Einzelfall jedoch bei extensiver Bewirtschaftung Lebensräume und Trittsteinbiotope für Kleinsäuger, Insekten, Vögel und verschiedene Pflanzenarten bieten (Reich 2018).

Auch bei der Windenergie ist die Standortqualität entscheidend für die Bewertung aus Naturschutzsicht. Seit 2011 werden Windenergieanlagen zunehmend auch im Wald errichtet (siehe Abbildung 8). Ende 2017 waren bundesweit bereits etwa 1.850 WEA im Wald in Betrieb (FAW 2018). Aufgrund der notwendigen Infrastruktur wie Zuwegungen, Bereiche für den Kranstellplatz etc. ist der Flächenbedarf (bzw. die zu rodende und freizuhaltende Fläche) hier meist größer als im Offenland. Zudem können andere Konflikte mit Aspekten des Naturschutzes auftreten, als auf Acker- oder Grünlandstandorten, da andere Arten und Lebensraumstrukturen in Anspruch genommen werden.

Die Wirksamkeit und Wahrnehmbarkeit der verschiedenen Erneuerbaren Energien-Anlagen im Raum unterscheidet sich grundlegend. Aufgrund der vertikalen Struktur und Energieumwandlung in der Höhe nimmt beispielsweise die Windenergie zwar wenig Fläche direkt in Anspruch, ist aber im Raum deutlich stärker wahrnehmbar als bspw. Photovol-

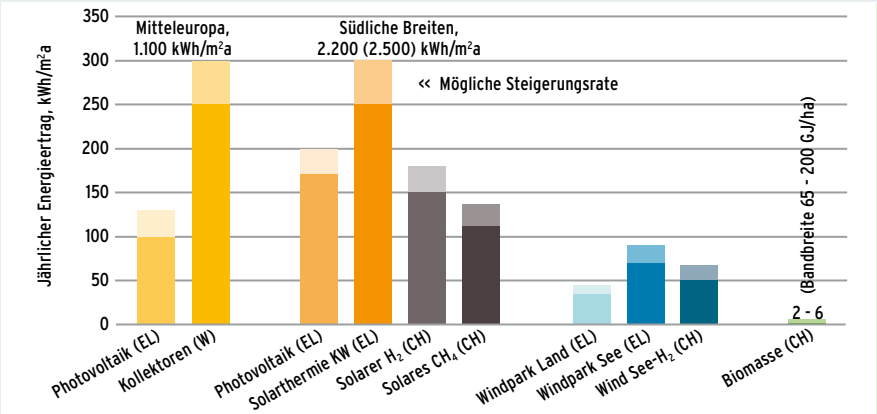



**Abbildung 7:**
Flächenerträge verschiedener erneuerbarer Energieträger (DLR et al. 2012)
(Wind entsprechend deutschen Verhältnissen, 5 MW-Anlagen, Aufstelldichte 20 MW/km²; Bezug auf gesamte Fläche; EL: Elektrizität, W: Wärme, CH: chemischer Energiespeicher; Solartechnologien: zwei typische Angebote der solaren Einstrahlung, 2500 kWh/m²a für solarthermische Kraftwerke)

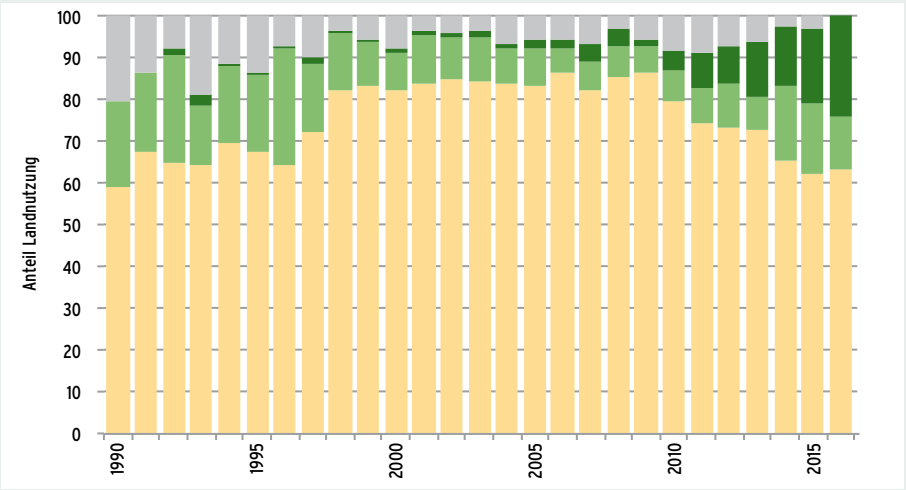



**Abbildung 8:**
Inanspruchnahme verschiedener Landnutzungsklassen am jährlichen Windenergiezubau (eigene Abbildung nach Thrän et al., unveröffentlicht)

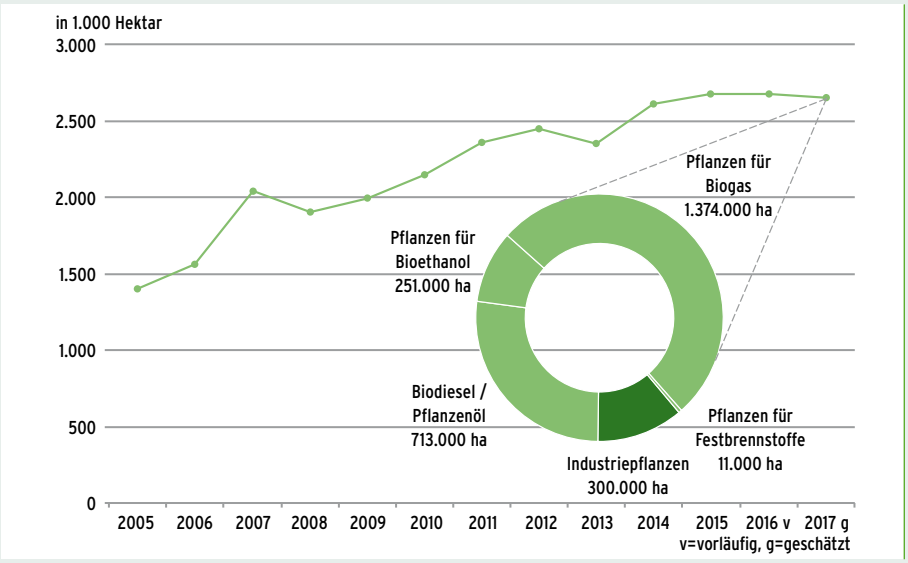



**Abbildung 9:**
Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (FNR 2018, Darstellung verändert)

taik-Freiflächenanlagen. Die Sichtbarkeit der Anlagen variiert stark nach Relief, Lage der Anlage und Witterungsbedingungen und kann mehrere Kilometer betragen. Daher ist auch die Wirkung auf das Schutzgut Landschaft/Landschaftsbild und die landschaftsgebundene Erholung von der Entfernung und den Sichtbeziehungen abhängig.

Im Gegensatz zu den anderen erneuerbaren Energieträgern sind der Flächenbedarf und die daraus resultierenden Wirkungen auf die Naturgüter bei der Bioenergie nicht anlagenbedingt, sondern ergeben sich aus der Biomassebereitstellung, insbesondere dem Anbau oder der Entnahme von nachwachsenden Rohstoffen. Aus diesem Grund sind Wirkungen und Herausforderungen sehr eng mit Naturschutzzielen im land- und forstwirtschaftlichen Sektor verknüpft. Aktuell werden auf 2,4 Mio. ha Ackerfläche Energiepflanzen angebaut. Dies entspricht einem Anteil von etwa 20 % der deutschen Ackerfläche. Davon werden über die Hälfte für den Anbau von Biogassubstraten, knapp ein Drittel für den Anbau von Pflanzen für Biodiesel (vor allem Raps) und kleinere Flächenanteile für die Bioethanolherstellung (Getreide, Zuckerrübe) genutzt. Hinzu kommt der über den Import von Biomasse verursachte Flächenbedarf im Ausland. Dieser spielte in den vergangenen Jahren vor allem im Biokraftstoffbereich eine große Rolle. Dies betrifft z. B. Raps oder Palmöl. Demnach wurden im Jahr 2016 bspw. 422.000 Tonnen Palmöl (entspricht einer Anbaufläche von etwa 115.000 ha) als Kraftstoff in Deutschland verwendet, das schwerpunktmäßig aus Malaysia importiert wurde (BLE 2017).

Holz ist der wesentliche feste Bioenergieträger und wird vor allem zur Wärmebereitstellung genutzt. Die Flächennutzung für feste Biomasse ist nur schwer zu beziffern, da unterschiedliche Sortimente auf der gleichen Fläche produziert werden und der Anteil der im Energiebereich genutzten Holzmengen von einer Vielzahl von Faktoren abhängt. Bereits heute übersteigt die Menge des Holzes, die im Energiebereich genutzt wird, aber die der stofflichen Nutzung.

### 2.2.2 Schutzgebiete und erneuerbare Energien

Die Ausweisung von Schutzgebieten ist ein wichtiges naturschutzrechtliches Instrument zur Erhaltung der biologischen Vielfalt und von (Kultur-)Landschaften. Allerdings werden auch Schutzgebiete für den Ausbau erneuerbarer Energien genutzt. Ob die Errichtung von EE-Anlagen im Einzelfall möglich ist, hängt ab von der Schutzgebietskategorie und dem jeweiligen Schutzzweck und richtet sich nach den gesetzlichen Bestimmungen des Bundesnaturschutzgesetzes, den Landesnaturschutzgesetzen sowie den entsprechenden Schutzgebietsverordnungen.

Das Bundesnaturschutzgesetz sieht in den §§ 21 ff. BNatSchG unterschiedliche Schutzgebietskategorien vor, die sich im Schutzzweck und den Zielmaßgaben unterscheiden. Darüber hinaus spielt der europäische Gebietsschutz eine entscheidende Rolle. Nach den Vorgaben der FFH- und Vogelschutzrichtlinie ist ein kohärentes europäisches ökologisches Netz besonderer Schutzgebiete (sog. Natura2000-Gebiete) zu errichten. FFH- und Vogelschutzgebiete unterliegen dem strengen Schutzregime der §§ 32 ff. BNatSchG. Maßgebend sind hier die jeweiligen Erhaltungsziele.

Insbesondere Windenergieanlagen können aufgrund ihrer anlage- und betriebsbedingten Wirkungen erhebliche Auswirkungen auf Natur und Landschaft haben, wenn sie sich in Schutzgebieten befinden, u. U. selbst dann, wenn sich der Standort außerhalb befindet. Zum Beispiel können sich Auswirkungen auf in einem Gebiet lebende Vogel- oder Fledermausarten ergeben. Dies erfordert aus Sicht des Naturschutzes eine sorgfältige schutzgebietsspezifische Prüfung. Gegenwärtig befinden sich rund 26 % aller Windenergieanlagen in Deutschland innerhalb von Schutzgebieten. Tabelle 1 führt die Anteile von Windenergieanlagen auf, die sich in den verschiedenen Schutzgebietstypen befinden. Naturparke, die mit etwa 28 % der Landesfläche Deutschlands den größten Flächenanteil unter allen Schutzgebietstypen einnehmen, werden am meisten in Anspruch genommen. Fast 12 % aller Windenergieanlagen stehen in diesem Schutzgebietstyp. Naturparke werden nur in einigen Bundesländern als Rechtsverordnung festgesetzt. Auch die Reichweite ggf. verankerter Verbotsregime ist unterschiedlich. Zudem sind sie nicht zu 100 % mit anderen Schutzgebietstypen wie LSG oder NSG untersetzt und unterliegen daher insgesamt häufig einem weniger strengen Schutzregime als andere Schutzgebiete.

PV-FFA werden ebenfalls in Schutzgebieten errichtet. Wie auch bei WEA werden vor allem Naturparke und Landschaftsschutzgebiete genutzt. Insgesamt sind etwa 25 % aller Anlagen bzw. etwa 17 % der gesamten Anlagenfläche in Schutzgebieten zu finden.

## 2.3 Auswirkungen des Ausbaus auf Natur und Landschaft

Der Ausbau erneuerbarer Energien und die Erhaltung von Natur und Landschaft sind auf vielfältige Weise miteinander verbunden. Die technische Überprägung durch den Bau erneuerbarer Energien-Anlagen auf die Kulturlandschaft bringt sichtbare Veränderungen der Landschaft mit sich und weckt die Sensibilität der Bevölkerung für den Landschaftswandel. Zudem hat die Errichtung und Nutzung erneuerbarer Energien vielfältige Auswirkungen auf die Naturgüter nach dem Bundesnaturschutzgesetz. Die Zielbestimmungen des § 1 BNatSchG bezwecken den Schutz der biologischen Vielfalt, der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes und der Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswertes von Natur und Landschaft. Die Nutzung der verschiedenen erneuerbaren Energien führt zu spezifischen Wirkungen und potenziellen Konflikten mit den Naturgütern. Tabelle 2 zeigt einen Überblick über mögliche Wirkungen, deren Intensität von den technischen und standortspezifischen Gegebenheiten abhängig ist.

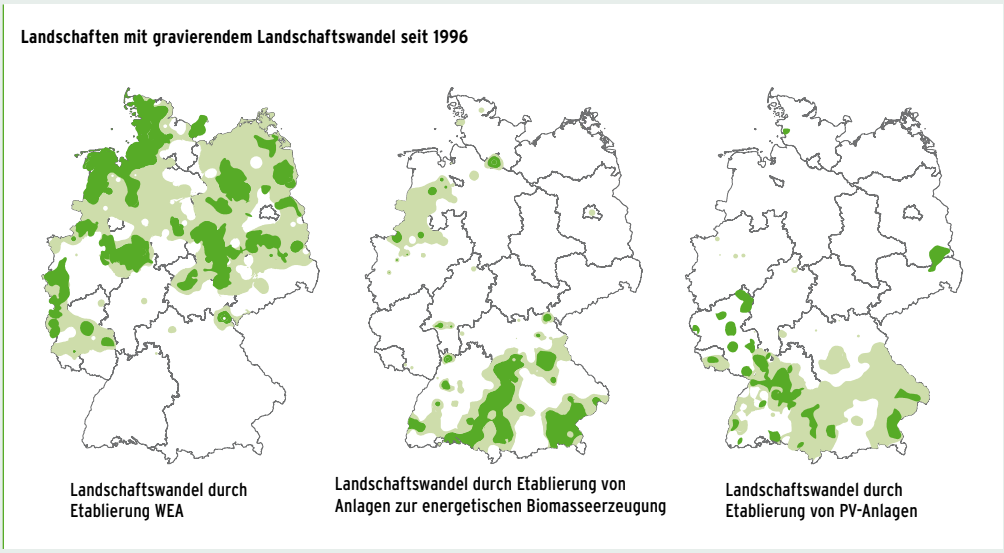
| Schutzgebietstyp | Anteil an der Landesfläche [%] | Anteil WEA im Schutzgebiet [%] |
|---|---|---|
| Naturschutzgebiet | 3,9 | 0,2 |
| Landschaftsschutzgebiet | 27,9 | 4,7 |
| Nationalpark | 0,6 | 0,0 |
| Naturpark | 27,9 | 11,6 |
| Biosphärenreservat | 3,7 | 0,04 |
| Vogelschutzgebiet (SPA) | 11,3 | 2,3 |
| FFH-Gebiet | 9,4 | 7,0 |

**Tabelle 1 (links):** Anteile von Windenergieanlagen in den Schutzgebietskategorien (Eigene Berechnung nach Thrän et al. 2018)

**Tabelle 2 (rechts):** Nicht abschließende Zusammenfassung potenzieller Wirkungen und Konflikte von EE-Anlagen auf Arten, Habitate und Landschaft (eigene Zusammenstellung basierend auf Peters et al. 2011 und Schmidt et al. 2018)

| EE-Träger | Potenzielle Wirkungen/Konflikte | | |
|---|---|---|---|
| | Arten | Habitate | Landschaft |
| Windenergie an Land | • Kollisionsrisiko von Vögeln und Fledermäusen<br>• Barotrauma durch Verwirbelungen und Druckunterschiede im Rotorbereich v. a. bei Fledermäusen<br>• Störwirkung bzw. Verlust von Lebensraum durch Meideverhalten (z. B. Goldregenpfeiffer, Wiesenweihe) | • Zerstörung und/oder Beeinträchtigung von Lebensräumen durch den Anlagenbau<br>• Barrierewirkung zwischen Teillebensräumen oder bei Migrationsbewegungen<br>• Störwirkung in Rast- und Brutgebieten | • Zerschneiden, Abgrenzen und Zergliedern durch die vertikale Struktur<br>• Veränderung bestehender optischer Beziehungen<br>• technische Überprägung der Landschaft<br>• Schattenwurf und Discoeffekt |
| Freiflächen-Photovoltaikanlagen | • Auswirkungen auf einzelne, am Lichtspektrum orientierte Insektenarten möglich, da diese die Photovoltaik-Freiflächenanlagen mit Wasserflächen verwechseln | • deutliche Veränderung der Standortbedingungen durch die teilweise Abdeckung bis hin zum Verlust von Lebensräumen<br>• Barrierewirkung und Fragmentierung von Habitaten durch Einzäunen<br>• bei extensiver Nutzung können auch Trittsteinbiotope und Lebensräume für Kleinsäuger, Vögel, Insekten und Pflanzen entstehen | • technische Überprägung der Landschaft besonders in Hanglagen<br>• Bandwirkung bei Anlagen entlang von Infrastruktur<br>• ggf. Lichtreflexe und Spiegelungen |
| Bioenergie | • Bewirtschaftungsabhängig negative Wirkungen auf Pflanzen und Tiere, z.B. Tötung von Bodenbrütern durch vorgezogene Erntetermine bei der Getreideganzpflanzernte oder häufige Mahd<br>• Einsatz von Pflanzenschutz und Düngemitteln kann vor allem Insekten und die Pflanzenartenvielfalt schädigen | • Verlust von Habitaten und Rückzugsräumen durch Verdrängung extensiverer Landnutzungen und Intensivierung der Flächenbewirtschaftung (z.B. Grünlandumbruch und Reaktivierung stillgelegter Flächen)<br>• intensive Waldbewirtschaftung kann z.B. durch die Entnahme von Stammabschnitten oder Baumteilen zum Verlust von Totholz als Lebensraum führen | • Wirkung v. a. durch Energiepflanzenanbau und Monotonisierung, Fragmentierung der Landschaft<br>• Zerschneidung von Sichtachsen durch hochwüchsige Kulturen wie Mais oder Kurzumtriebsplantagen |
| Wasserkraft | • erhöhtes Mortalitätsrisiko für Fische an Wasserkraftanlagen<br>• Veränderte Zusammensetzung der aquatischen Fauna und Flora infolge von Strömungsveränderungen und Sedimentablagerungen<br>• z. B. Abnahme flusstypischer, strömungsliebender Fischarten und Zunahme stillwasserliebender Arten.<br>• Lockwirkung auf Prädatoren (Fische/Vögel), die im Unterwasser von WKA auf Beutefische warten | • Defizite bei der Durchgängigkeit für Fische und andere aquatische Lebewesen während der Wanderungsbewegungen<br>• Änderung der Lebensraumbedingungen und Lebensraumverluste aufgrund von Strömungsveränderungen und Sedimentablagerungen<br>• Veränderungen im Sedimenthaushalt der Fließgewässer, mit der Folge verstärkter Eintiefung der Gewässersohle insbesondere bei Stauketten und nachfolgende Auswirkungen auf die Grundwasserstände,<br>• Veränderung der Baumzusammensetzung in Auwäldern | • Änderung des Fließgewässercharakters bis hin zu einer Kette von Teichen |

**Abbildung 10:**
Landschaften mit gravierendem Landschaftswandel durch erneuerbare Energien seit 1996 (Schmidt et al. 2016, Abbildung angepasst)




Die Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien werden jedoch nicht standardisiert erfasst und sind daher in ihrem konkreten Ausmaß in der Gesamtheit nicht bekannt. Die Entwicklung eines Monitoringinstrumentariums, in dessen Rahmen über verschiedene Indikatoren und Messgrößen die Auswirkungen der verschiedenen EE-Träger messbar gemacht werden sollen, wird aktuell im Rahmen des F+E-Vorhabens „Naturschutzfachliches Monitoring des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strombereich und Entwicklung von Instrumenten zur Verminderung der Beeinträchtigung von Natur und Landschaft“ (FKZ 3515 82 2700) erarbeitet, d. h. welche Messgrößen zu Einflussvariablen sowie zur Darstellung des daraus resultierenden Zustands von Natur und Landschaft erhoben werden könnten bzw. bereits verfügbar sind. Daraus sollen Indikatoren zu Auswirkungen der erneuerbaren Energien abgeleitet und Monitoringkonzepte zur standardisierten Datenerhebung entwickelt werden. Es muss hierbei darauf hingewiesen werden, dass es immer auch zu einer Überlagerung verschiedener Effekte z. B. aus der Forst- oder Landwirtschaft kommen kann, was eine Interpretation der Ergebnisse erschwert.

### 2.3.1 Landschaft und erneuerbare Energien

Landschaften unterliegen seit jeher Veränderungen, u. a. auch durch verschiedene Formen der Energiegewinnung. Relevant ist dabei die Geschwindigkeit, mit der landschaftliche Veränderungen stattfinden. Schreiten sie schleichend voran, bleiben sie längere Zeit oft sogar unbemerkt. In den letzten beiden Jahrzehnten haben insbesondere die Auswirkungen der Energiewende jedoch für einen deutlich sichtbaren Wandel in der Landschaft gesorgt. Nach § 1 Abs. 3 BNatSchG ist Ziel des Naturschutzes aber u. a. die dauerhafte Sicherung der Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswerts von Natur und Landschaft. Diese Zielbestimmung wird in § 1 Abs. 4 BNatSchG weiter konkretisiert. Daher sind beim Ausbau der EE nicht nur aus gesellschaftspolitischen Gründen die Veränderungen der Landschaften besonders im Blickfeld.

Bezeichnend für die Energiewende ist das außergewöhnlich hohe Tempo, mit dem die stark raum- und flächenwirksamen erneuerbaren Energieträger landschaftlich an Bedeutung zunehmen. Einige Landschaften in Deutschland sind bereits von einem modernen, mit technischen Elementen überformten Landschaftsbild geprägt (Schmidt et al. 2011). Solche neuen „Energielandschaften“ werden von der betroffenen Bevölkerung häufig als Bruch in der landschaftlichen Entwicklung, als Zerstörung der vertrauten Heimat wahrgenommen und mit entsprechender Skepsis belegt.

Im Bundesvergleich bestehen allerdings erhebliche räumliche Unterschiede zwischen den neuen Energielandschaften (siehe auch Abbildung 10). So ist der Landschaftswandel in Nord- und Ostdeutschland aufgrund der dortigen Windverhältnisse deutlich vom Ausbau der Windenergie geprägt. Zudem werden die Veränderungen mit den immer höher gebauten Windenergieanlagen auch in weiterer Entfernung sichtbar. Schwerpunkte der energetischen Verwertung von Biomasse liegen hingegen im Nordwesten und im Süden Deutschlands. Sie zeigen eine Überschneidung zu Regionen mit einer hohen Dichte an Viehhaltung. Die Photovoltaiknutzung dominiert landschaftlich vor allem in Südwestdeutschland. Dabei ist in dieser Region die Dichte an Dachflächenphotovoltaikanlagen besonders hoch, während in Ostdeutschland eher Freiflächenanlagen installiert sind (Schmidt et al. 2018).

In der Planung und Genehmigung von EE-Anlagen werden Belange der Schutzgüter Landschaft und Landschaftsbild aktuell nur unzureichend integriert. Eine qualifizierte Auseinandersetzung mit der Gestaltung der Kulturlandschaft und des Landschaftsbilds z. B. im Rahmen der Landschaftsplanung ist jedoch besonders für die Akzeptanz des weiteren Ausbaus von großer Bedeutung.

**Abbildung 11:**
Technische Überprägung des Landschafts- und historischen Ortsbildes durch die Dominanz der Windenergieanlagen (Foto: Ulf Hauke)

### 2.3.2 Artenschutz und erneuerbare Energien

Ein Ziel des Naturschutzes ist es, „wild lebende Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften sowie ihre Biotope und Lebensstätten auch im Hinblick auf ihre jeweiligen Funktionen im Naturhaushalt zu erhalten“ (§ 1 Abs. 3 Nr. 5 BNatSchG).

Je nach verwendeter Technologie sind Naturgüter von der Bautätigkeit, der Flächeninanspruchnahme dem Betrieb der Anlage oder in einigen Fällen von Barrierewirkungen betroffen, die zu Störungen und/oder zum Verlust von (Teil-)Lebensräumen und geschützten Arten führen. Grundlage für die Bewertung und Bewältigung von Konflikten sind die artenschutzrechtlichen Vorschriften des Bundesnaturschutzgesetzes. Besondere Relevanz haben die Vorschriften des besonderen Artenschutzes der §§ 44 ff. BNatSchG. § 44 Abs. 1 BNatSchG normiert Zugriffsverbote zugunsten der wild lebenden Tiere der besonders und streng geschützten Arten. Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist es u. a. verboten, wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten (vgl. § 7 Abs. 2 Nr. 13 BNatSchG) zu verletzen oder zu töten. Es ist auch untersagt, wild lebende Tiere der streng geschützten Arten (§ 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG) und europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG). Bei nach § 15 Abs. 1 BNatSchG unvermeidbaren Beeinträchtigungen liegt nach Maßgabe des § 44 Abs. 5 S. 2 Nr. 1 BNatSchG ein Verstoß gegen das Tötungs- und Verletzungsverbot auch bei streng geschützten Arten nicht vor, wenn die Beeinträchtigung durch den Eingriff oder das Vorhaben das Tötungs- und Verletzungsrisiko für Exemplare der betroffenen Arten nicht signifikant erhöht und diese Beeinträchtigung bei Anwendung der gebotenen, fachlich anerkannten Schutzmaßnahmen nicht vermieden werden kann.

Die Wirkungen auf Arten und Lebensräume sind bei den erneuerbaren Energieträgern sehr unterschiedlich. Die zentralen Konfliktpotenziale sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Errichtung und Betrieb von Windenergieanlagen können neben der Flächeninanspruchnahme und der damit verbundenen Lebensraumveränderung insbesondere zu Konflikten mit Fledermäusen und einigen Vogelarten führen. Vor allem die Kollisionsgefährdung an den Anlagen sowie mögliche Stör- oder Scheuchwirkungen sind artenschutzrechtlich relevant. Hinweise auf die Betroffenheit der unterschiedlichen Arten und Artengruppen gibt die Zentrale Fundkartei der Vogelschutzwarte Brandenburg, die Kollisionsopferfunde von Vögeln und Fledermäusen auflistet (Dürr 2018 und Dürr 2018a). An Wasserkraftanlagen kann es ebenfalls zu einer erheblichen Todesrate für Fische kommen, wenn der einzige Korridor für abwandernde Arten in der Passage der Turbinen besteht oder Fische aufgrund fehlender Aufstiegsmöglichkeiten in eine Sackgassensituation geraten.

Bei der Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sowie bei der Bioenergienutzung sind mögliche Habitatveränderungen von besonderer Relevanz. PV-FFA führen durch die teilweise Abdeckung des Bodens zu deutlich veränderten Standortverhältnissen, was je nach Ausgangssituation sowie des Flächenmanagements aus Naturschutzsicht positiv oder negativ sein kann. Im Fall der Bioenergienutzung ist die durch eine steigende Biomassenachfrage ausgelöste Landnutzungsänderung für die Bewertung entscheidend. Alles in allem ging diese mit einer Nutzungsintensivierung einher, v. a. im landwirtschaftlichen Bereich.

Die Ausweitung der Anbauflächen für die Biomasseproduktion fand demnach vielfach auf Flächen statt, die vorher extensiver bewirtschaftet worden waren und einen höheren Wert als Lebensräume hatten. Auch der unzureichende Schutz wertvoller Grünländer führte in den Jahren des Biomassebooms dazu, dass viele Gärsubstrat anbauende Betriebe Grünlandflächen in Ackerflächen umwandelten (Laggner et al. 2014).

Abbildung 12:
Eine Umzäunung von PV-FFA führt zu Barrieren in der Landschaft. (Foto: Ulf Hauke)

Abbildung 13:
Rotmilane kollidieren immer wieder mit Windenergieanlagen. (Foto: Nora Köcher)

Von Bedeutung ist zudem die Steigerung des Anfalls organischer Dünger in Regionen, in denen dieser nicht optimal verwertet werden kann. Demnach ist davon auszugehen, dass die hohe Konzentration der Gärsubstratproduktion in Regionen mit ohnehin intensivem Anfall von Wirtschaftsdüngern auch die Stickstoffproblematik deutlich verschärft hat. Diese Überlegungen verdeutlichen die Relevanz der hohen Flächeninanspruchnahme für Bioenergie bzw. deren Effekt auf die Landnutzung.

## 2.4 Gesellschaftliche Aspekte des Ausbaus erneuerbarer Energien

Die bisherigen Veränderungen stellen den Ausbauszenarien zufolge nur einen Anfang des Transformationsprozesses dar, der mit dem künftigen Ausbau der erneuerbaren Energien noch weiter voranschreiten wird. Der Mensch als Teil der Natur wird unter anderem durch die visuelle Beeinträchtigung des Landschaftsbildes betroffen.

Zudem ist auch der gesellschaftliche Rückhalt zum Schutz der biologischen Vielfalt mit über 70 % sehr hoch (BfN 2018). Es besteht also dringender Handlungsbedarf, sich weiterhin mit den Folgewirkungen der Energiewende auf Natur und Landschaft auseinanderzusetzen und einen ständigen gesellschaftlichen Diskurs um die damit einhergehenden Veränderungen zu führen. Dies ist auch vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Akzeptanz von Bedeutung. Abbildung 14 zeigt im Zeitvergleich, dass mit Stand 2017 61 % der Befragten eine überwiegende Versorgung aus erneuerbaren Energien für richtig halten (BfN 2018). Dieser Wert ist mit geringen Schwankungen seit der ersten Erfassung im Jahr 2011 auf einem weitgehend konstanten Niveau geblieben. Allerdings gestaltet sich die Zustimmung zur Energiewende sehr unterschiedlich, wenn man die verschiedenen gesellschaftlichen Milieus betrachtet: Sie schwankt hier zwischen 79 % (bei den „Liberal-Intellektuellen“) und nur 48 % (bei den sogenannten „Hedonisten“).

Die kritische Haltung gegenüber der Energiewende liegt oft in der Landschaftsveränderung begründet, die als direkte Auswirkung von der Gesellschaft besonders stark wahrgenommen wird. Vor allem Windenergieanlagen stehen durch ihre vertikale Dominanz und Wirkung auf Natur und Landschaft im Fokus der Debatte. Eine Untersuchung von 270 Bürgerinitiativen kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass der Schutz von Landschaft und Heimat als zentrales Argument gegen Windenergie ins Feld geführt wird (Abbildung 16) (Schmidt et al. 2018).

## 2.5 Ausblick auf die weitere Entwicklung

Neben dem aktuellen Stand zum Ausbau der erneuerbaren Energien ist es auch von Bedeutung, die zukünftigen Entwicklungen zu betrachten. So können mögliche Auswirkungen auf Natur und Landschaft abgeschätzt werden und Maßnahmen zur verträglicheren Ausgestaltung getroffen werden.

Die Klimaschutz- und EE-Ausbauziele der Bundesregierung sehen eine weitgehende Treibhausgasneutralität bis 2050 bzw. eine Einsparung von 80 bis 95 % der Treibhausgase gegenüber 1990 vor. 80 % des Stroms bzw. 60 % des Bruttoendenergieverbrauchs ist dann aus EE bereitzustellen (BMUB 2016). Um diese Ziele zu erreichen, will die Bundesregierung durch Erhöhung der Energieeffizienz und Einspa-

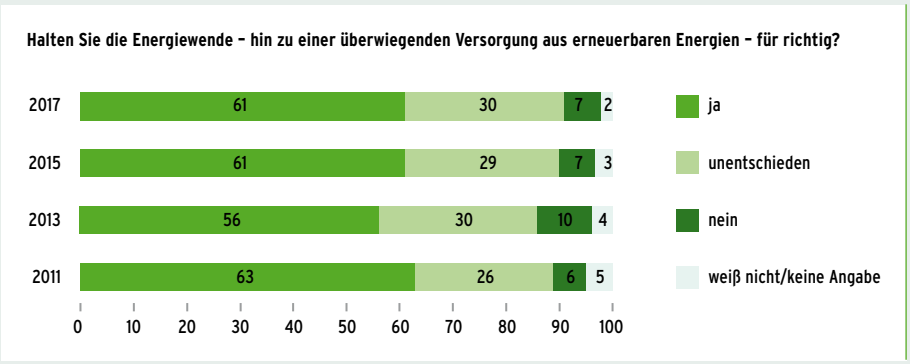



**Abbildung 14:**
Zustimmung zur Energiewende im Zeitvergleich (BMU & BfN 2018)

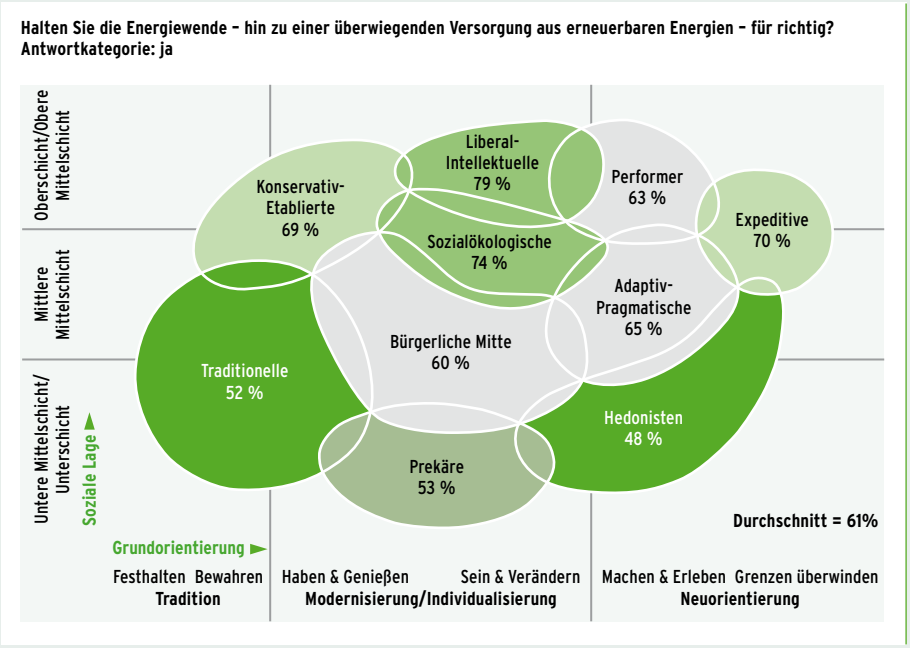



**Abbildung 15:**
Zustimmung zur Energiewende nach sozialen Milieus (Sinus-Modell) (BMU & BfN 2018)

- stark überrepräsentiert
- überrepräsentiert
- unterrepräsentiert
- stark unterrepräsentiert
- durchschnittlich

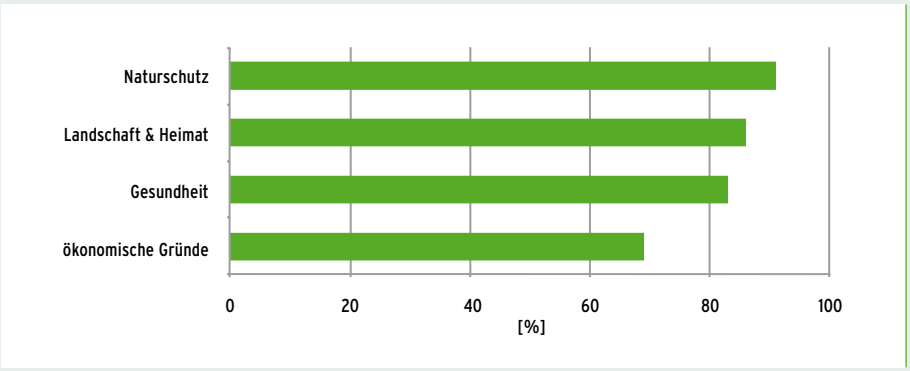



**Abbildung 16:**
Zentrale Argumente von Bürgerinitiativen gegen Windenergie (Kühne et al. in Schmidt et al. 2018)

rungen den Energiebedarf bis 2050 halbieren (CDU, CSU und SPD 2018). Dafür soll der Stromverbrauch gegenüber 2008 bis 2050 um 25 % reduziert werden. Die jährliche Sanierungsrate für Gebäude ist von derzeit 1 % auf 2 % zu verdoppeln und der Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich soll bis 2050 um 40 % gegenüber 2005 zurückgehen (Bundesregierung 2010).

In den Langfristszenarien (BMWI 2017) werden diese Vorgaben in verschiedenen Szenarien durchgespielt. Dabei wird deutlich, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien eine zentrale Säule bei der Dekarbonisierung der Stromerzeugung ist. Windenergie an Land stellt dabei die wichtigste erneuerbare Quelle dar. Der vorrangige Ausbau im Norden Deutschlands ist dabei aus wirtschaftlicher Sicht günstiger

als eine lastnahe Verteilung der WEA. Grundsätzlich wird Strom eine deutlich größere Rolle spielen als heute. Die erneuerbare Energieversorgung in den Bereichen Wärme und Verkehr wird ebenfalls zu großen Teilen strombasiert sein. Zusätzlich ist Effizienz von großer Bedeutung, um die Klimaziele zu erreichen und die knappen EE-Ressourcen nicht zu verschwenden. Teilweise ermöglicht ein Effizienzgewinn auch erst die Umstellung auf Strom und die Verdrängung von fossilen Brennstoffen (BMWI 2017).

Die Flächeninanspruchnahme durch EE wird deutlich zunehmen. Folgende flächenrelevante Trends – die immer auch mit (neuen) Auswirkungen auf Natur und Landschaft einhergehen, sind aktuell bereits zu beobachten:

- Der Bau von EE-Anlagen in naturnahen Räumen wird voraussichtlich weiter zunehmen. So wird es deutlich mehr Windenergieanlagen im Wald geben und auch der Druck, Anlagen in / am Rande von Schutzgebieten zu errichten, wird sich noch erhöhen. Eine Ursache dafür liegt auch in dem Trend, Anlagen immer weiter von der Wohnbebauung weg zu bauen.
- Die Entwicklung der Windenergieanlagen für das Repowering von Anlagen und spezifische Standortbedingungen wird vorangehen. Dazu zählen bspw. Schwachwindanlagen (i. d. Regel höher und nutzen bereits geringere Windgeschwindigkeiten), aber auch deutlich niedrigere Anlagen mit großen Rotorblättern für windreiche Gegenden.
- Der Bau von PV-FFA wird weiter zunehmen, da diese aus wirtschaftlicher Sicht in der Regel günstiger sind als Aufdachanlagen. Auch die Moduldichte pro Hektar und damit die Abdeckung der Fläche wird weiter steigen. Auch Solarthermieanlagen werden zunehmend auf der freien Fläche gebaut, z. B. für die Wärmeversorgung von Neubaugebieten.
- Die Konkurrenz um nachwachsende Rohstoffe wird zukünftig vermutlich weiter zunehmen, da diese auch für die stoffliche Nutzung verstärkt nachgefragt werden.
- Der zukünftige Ausbau wird sich vor allem auf die Windenergie und Photovoltaik fokussieren, da einige der wichtigen Technologiepfade (Biomasse und Wasserkraft) eine naturverträgliche Grenze bereits erreicht haben.

Die beschriebenen Ausbauziele und aktuellen Trends geben einen Ausblick auf die weitere Energiewende und ihre hohe Relevanz für landschaftliche Veränderungen und zeigen damit auch den Handlungsbedarf für eine naturverträgliche Ausgestaltung der Energiewende auf.

## Zusammenfassung Kapitel 2

Erneuerbare Energien leisten einen zunehmenden Anteil an der Energieversorgung in Deutschland, insbesondere an der Stromversorgung. Aufgrund ihres dezentralen Charakters sind damit eine erhebliche Flächeninanspruchnahme und Veränderung des Landschaftsbildes verbunden. Zudem kann es zu erheblichen Auswirkungen auf die Arten und Lebensräume kommen.

Die bisher erfolgten Veränderungen der Landschaft stellen dabei nur den Anfang eines tiefgreifenden Wandels dar. Denn um die bis 2030 bzw. 2050 gesetzten Ausbauziele zu erreichen, wird ein beschleunigter Ausbau der EE stattfinden müssen. Dies wird die bisher konstatierten Auswirkungen auf Arten und die Flächeninanspruchnahme weiter verstärken. Ebenso wird die Sichtbarkeit der Energieerzeugung in der Landschaft weiter erhöht und der Landschaftswandel hin zu Energielandschaften vorangetrieben.

Trotzdem ist der gesellschaftliche Rückhalt zur Energiewende nach wie vor groß. Um diese Akzeptanz zu erhalten, muss der Aspekt „Landschaft" stärker als Schutzgut in die Planung und Genehmigung von EE-Anlagen einbezogen werden.

# 3 Lösungsansätze und Zukunftsperspektiven

Aufbauend auf der Forschungsarbeit des BfN werden nachfolgend Handlungsoptionen für eine naturverträgliche Ausgestaltung der Energiewende und die Lösung von Konflikten aufgezeigt. Zu betonen ist dabei allerdings, dass die Naturverträglichkeit der Energiewende jedoch nicht nur auf einer entsprechenden Ausgestaltung des Ausbaus beruhen kann. Vielmehr sind eine effiziente Energienutzung und eine Senkung des Energieverbrauchs weitere entscheidende Voraussetzungen.

## 3.1 Energielandschaften der Zukunft

Ist eine naturverträgliche Gestaltung der Energiewende mit dem Ziel einer vollständigen Energieversorgung aus erneuerbaren Energien möglich? Zur Beantwortung der Fragestellung ist es hilfreich, sich ein Bild von der zukünftigen Energieversorgung und den entstehenden ‚Energielandschaften' zu machen. In zwei Forschungsvorhaben wurden verschiedene Szenarien zu möglichen Entwicklungen erarbeitet und wichtige Stellschrauben und Handlungsspielräume abgeleitet. So ließen sich beispielsweise – mit dem Fokus auf Naturschutzanforderungen – vorzügliche Energieversorgungspfade identifizieren wie z.B. eine deutliche Steigerung des Anteils gebäudegebundener Photovoltaik in einer „stromdominierten" zukünftigen Energieversorgung, Fortschritte in dieser Technik vorausgesetzt. Varianten der Standortwahl (Lastnähe, wirtschaftlichste oder naturverträgliche Standorte) wurden ebenfalls betrachtet und zeigen eine große Bandbreite an möglichen Entwicklungen und Handlungsoptionen auf.

Die Ergebnisse zeigen einmal mehr, dass die Begrenztheit der zur Verfügung stehenden Fläche sehr viel stärker in die Entscheidungen zur Auswahl von Pfaden zur Erreichung der Energiewende einzubeziehen ist. Betrachtet man z. B. die Windenergie, so sind relativ konfliktfreie Standortpotenziale z. B. aufgrund der Windhöffigkeit, des Abstands zu Siedlungen oder von Artenschutzaspekten nur in sehr eingeschränktem Maß vorhanden und bereits heute vielfach in der Nutzung.

### 3.1.1 Technische Perspektiven und Herausforderungen

Der größte Teil der gesellschaftlichen Herausforderung „Energiewende" liegt noch vor uns. Bei konstantem Verbrauch müsste die erneuerbare Energieerzeugung mehr als versiebenfacht werden, um die erforderliche Dekarbonisierung des Energiebereichs zu erreichen. Ein derartig massiver Ausbau wäre jedoch nicht im Einklang mit den Zielen zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Landschaft zu erreichen.

**Aktuelle F&E-Vorhaben**

→ 1 | FKZ 3515 82 4300
Naturverträgliche Energieversorgung aus 100 % erneuerbaren Energien 2050 (EE100)
Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung

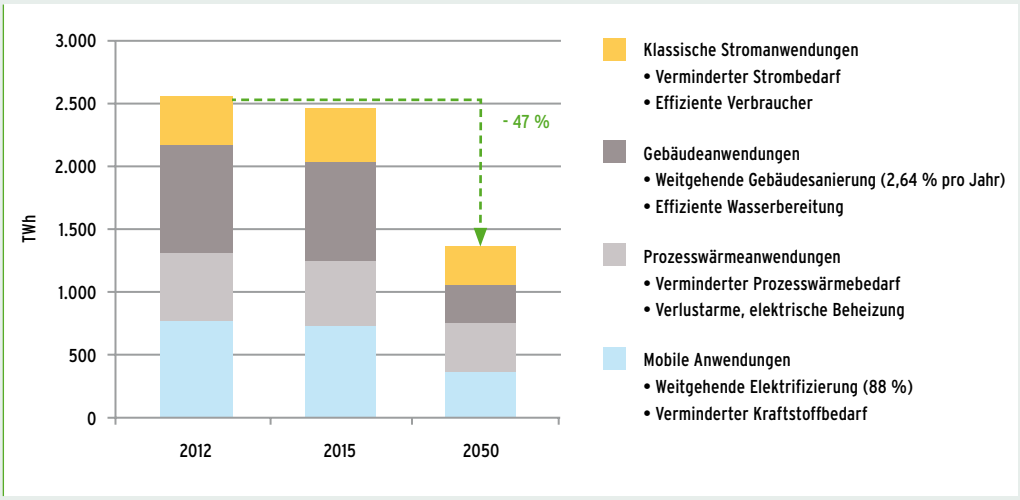
→ 2 | FKZ 3515 82 2900
Szenarien für den Ausbau der erneuerbaren Energien aus Naturschutzsicht
Hochschule Ostwestfalen-Lippe

→ 3 | FKZ 3516 83 0100
Akzeptanzfördernde Faktoren erneuerbarer Energien (ACCEPT EE)
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Zur Gewährleistung der Klimaschutzziele liegen wichtige Zukunftsaufgaben daher in einer konsequenten Verfolgung von Energieeffizienzsteigerungen und einer Senkung des Energieverbrauchs. Im Energiekonzept der Bundesregierung wird das Ziel formuliert, den Primärenergiebedarf im Jahr 2050 gegenüber 2008 um 50 % zu senken. Unterschiedliche wissenschaftliche Studien zeigen, dass dies unter konsequenter Verfolgung und Verstärkung der Anstrengungen möglich ist (AEE 2014). Ein Baustein dahin ist die Sektorkopplung, mit der durch eine gesteigerte Bedeutung von erneuerbar gewonnener Elektrizität im Wärme- und Verkehrsbereich auch eine deutliche Effizienzsteigerung zu erreichen ist. Im mobilen Bereich wird von einer weitgehenden Elektrifizierung des Personen- und Güterverkehrs auf Straße und Schiene ausgegangen, die mit einer deutlichen Effizienzsteigerung einhergeht. Der Endenergiebedarf in diesem Bereich kann so etwa halbiert werden. Ein deutlich reduzierter Raumwärmebedarf im Gebäudewärmebereich ist durch eine Sanierungsrate von über 2 % jährlich und weitere Effizienzmaßnahmen bei der Warmwasserzubereitung zu erreichen. Kessel und Öfen werden durch Wärmepumpen, die die Umgebungswärme nutzbar machen ersetzt. So kann der Endenergiebedarf für Gebäudewärme bis 2050 gegenüber 2015 mehr als halbiert werden.

Der zukünftige erneuerbare Energiemix sollte den umfassenden Ausbau von Photovoltaik, insbesondere auf bereits bebauten Flächen und Windenergie verfolgen und dabei die Entwicklung besonders effizienter und verträglicher Technologien fortsetzen (→1).

**Abbildung 17:**
Ambitionierte Zielsetzung für die Reduzierung des Energiebedarfs bis 2050 (Haaren et al. 2018, Darstellung verändert)




Wesentlich ist auch die Weiterentwicklung von Speichertechnologien. Diese werden in großem Maße notwendig, um die Unterschiede zwischen Erzeugung und Verbrauch insbesondere im Stromsektor sowohl kurzfristig als auch im Jahresverlauf auszugleichen. Großer Forschungsbedarf besteht neben der Erschließung weiterer Kostensenkungspotenziale zudem in der Dimensionierung und Integration der Speichersysteme auf den verschiedenen Netzebenen im Zusammenspiel mit einer intelligenten Vernetzung von Erzeuger, Verbraucher und Energieübertragung (Haaren et al. 2018).

Neben diesen eher systemrelevanten Veränderungen ist die Weiterentwicklung der vorhandenen EE-Technologien und Unterstützung der Forschung zur Steigerung der Naturverträglichkeit, Energieeffizienz und Speicherkapazität für die Erreichung der Ziele von großer Bedeutung. So sollten beispielsweise Ansätze für den naturverträglichen Betrieb von Windenergieanlagen weiterentwickelt werden. Positive Beispiele gibt es bereits, wie die zeitweise Abschaltung zur Reduzierung von Fledermausschlag (siehe Kapitel 3.3).

Unter dem Gesichtspunkt der Begrenztheit und Knappheit von Fläche und der Prämisse des Flächensparens ist es zudem entscheidend, den weiteren Zubau vor allem auf Erzeugungspfade zu fokussieren, die eine hohe Flächeneffizienz aufweisen. Technische Weiterentwicklungen sind vor allem im Bereich Photovoltaik und Windenergie zu erwarten. Bei der Photovoltaik sind weitere deutliche Steigerungen der Wirkungsgrade möglich. Damit ergeben sich auch weitere sinnvolle Anwendungsoptionen. Zukunftsaussichten bieten sich hier neben der weiteren Erschließung durch Aufdach-Anlagen z. B. in der Integration in die Gebäudehülle oder Verkehrswege. Solche Lösungen stellen aus Naturschutzsicht konfliktfreie Optionen dar, da sie nicht „in der Fläche“ verortet werden müssen und so die „freie“ Landschaft entlasten. Die weitere Technik- und Kostenentwicklung wird entscheidend dafür sein, ob die enormen Potenziale von Photovoltaik im Innenbereich auch genutzt werden. Diese Entwicklung sollte durch Maßgaben und Anreize unterstützt werden. Eine Förderung oder auch verpflichtende Installation von PV auf großen Flachdächern oder die Überdachung von Parkplätzen und Nutzung der entstehen-

**Abbildung 18:**
Optisch gelungene Integration von Photovoltaik im Gebäudebereich (Foto: Ulf Hauke)

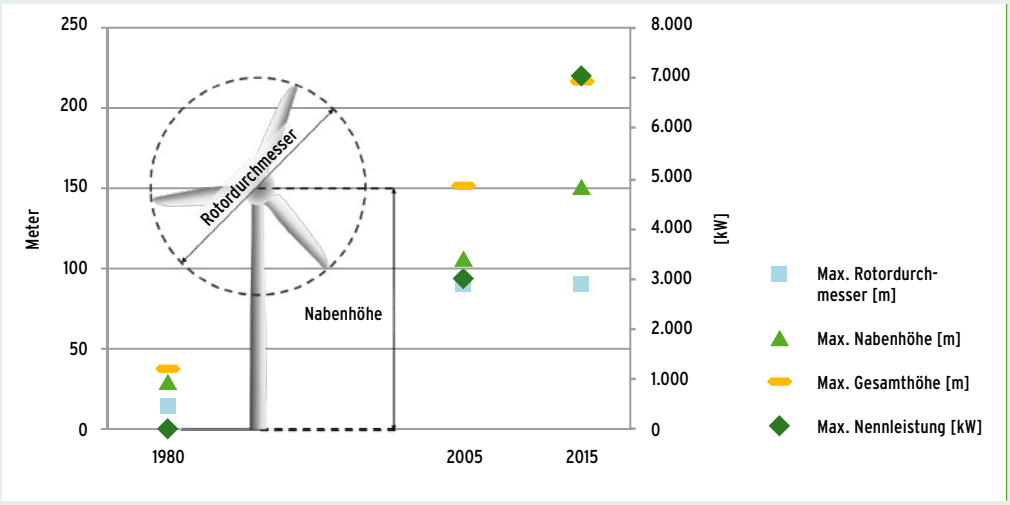



**Abbildung 19:**
Entwicklung der Anlagenhöhe und maximalen Nennleistung von Windenergieanlagen (eigene Darstellung nach BWE 2017)

den Dachfläche wären mögliche Ansätze. Als erste Kommune schreibt Tübingen z. B. vor, dass alle neuen Bauvorhaben mit einer PV-Anlage ausgestattet sein müssen (Enkhardt 2018).

Im Windenergiebereich setzt sich der Trend fort, die Effizienz der einzelnen Anlagen mittels Vergrößerung des Rotorbereichs und der Anlagenhöhe weiter zu steigern. Einzelne Anlagen können so mehr Strom produzieren, als heutige Standardanlagen, so dass die Anlagenzahl für die gleiche Strommenge reduziert werden kann. Die rasante Entwicklung der Anlagenhöhe und der maximalen Nennleistung von Windenergieanlagen für die zurückliegenden Jahrzehnte ist in Abbildung 19 dargestellt. Absehbar wird der Zubau auch weiterhin von Windrädern mit horizontaler Achse und drei Rotorblättern geprägt sein. Andere Typen wie Vertikalachser oder auf Zugdrachen basierende Systeme haben derzeit keine relevanten Marktanteile. Forschung in diesem Bereich wird aber immer wieder durchgeführt, sodass in den nächsten Jahrzehnten durchaus neuartige Modelle an Bedeutung gewinnen könnten. Hinsichtlich ihrer Naturverträglichkeit müssten die Systeme jedoch näher erforscht werden.

Biomasse aus nachwachsenden Rohstoffen hat, insbesondere vor dem Hintergrund anderer Nutzungskonkurrenzen, für die reine Stromerzeugung kein weiteres Ausbaupotenzial. Vielmehr liegt hier der Fokus auf einer Weiterentwicklung der bestehenden Bioenergieanlagen unter der Maßgabe ‚Klasse statt Masse'. Zukunftsfähige Konzepte sind eher darauf ausgerichtet, Leistungen zu erbringen, die mittel- bis langfristig nicht über effizientere Wege klimaneutral möglich sind (z. B. Biomethan für Hochtemperatur-Prozesse). Eine Erschließung kostengünstiger Reststoffe und Abfälle im Gegensatz zur umfangreichen Nutzung von Anbaubiomasse ist dabei vorzuziehen. In vielen Fällen wäre daher eine extensivere Betriebsweise wünschenswert (Flexibilisierung unter Reduktion der Bemessungsleistung).

Bei der Wasserkraft sind die vorhandenen Nutzungspotenziale, unter Berücksichtigung einer naturverträglichen Nutzung, weitestgehend ausgeschöpft und nur durch die Modernisierung und den Ausbau bestehender Wasserkraftanlagen über 1 MW installierter Leistung erschließbar. Aufgrund der hier jedoch im Verhältnis zum Stromertrag hohen Auswirkungen auf Naturschutzbelange, wäre mittelfristig der Rückbau von Kleinwasserkraftanlagen (< 500 kW) anzustreben.

### 3.1.2 Räumliche Verteilung und Anzahl von EE-Anlagen

Eine Besonderheit der vom BfN entwickelten Szenarien aus den Vorhaben → 1 und → 2 ist die Herstellung eines Bezugs zwischen dem denkbaren Ausbau und dessen Relevanz in der Fläche. Mit einem Blick nach 2050 wurde ein flächenbezogener Ansatz verfolgt, mit dem die verschiedenen Ansprüche in Abstimmung gebracht wurden. Zu berücksichtigen waren z. B. Abstände zu Siedlungen beim Windenergieausbau, Sicherheitsabstände zu Infrastruktur (z. B. Verkehr), Ziele der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt und die Empfindlichkeit der Naturgüter. Die Ergebnisse verdeutlichen die hohe Raumwirksamkeit des EE- Ausbaus – und die gleichzeitige Knappheit an wirklich konfliktfreier Fläche.

Mit Blick auf den Photovoltaikausbau wurde ein sehr hohes, dabei aber im Hinblick auf andere gesellschaftliche Ziele konfliktarmes Potenzial herausgearbeitet (→ 1). Demnach konnte dargestellt werden, dass bei Nutzung von geeigneten Dach- und Fassadenflächen im Innenbereich enorme Strommengen bereitgestellt werden könnten.

Zur räumlichen Verteilung von Windenergieanlagen ist Folgendes festzustellen (→ 2):

- Die Anzahl der benötigten Windenergieanlagen ist bei Platzierung an Standorten mit hohen Windgeschwindigkeiten und daraus resultierenden hohen Stromerträgen am geringsten. Die Folge ist eine Konzentration im Norden Deutschlands, wo mehr Starkwindstandorte verfügbar sind.
- Eine lastnahe Optimierung würde demgegenüber eine stärkere Inanspruchnahme auch des mittel- und süddeutschen Raumes und von Standorten mit geringeren Strom-

erträgen bedeuten. Zur Deckung des Strombedarfs sind dann allerdings mehr Windenergieanlagen notwendig.
- Das errechnete Gesamtkonfliktrisiko kann bei einer Optimierung der Anlagenverteilung unter Naturschutzgesichtspunkten (z.B. für windenergiesensible Vogelarten und das Landschaftsbild) deutlich verringert werden. Auch die Inanspruchnahme von Waldflächen ist geringer.
- Standorte mit hoher Effizienz liegen oft in für den Naturschutz konfliktträchtigen Gebieten wie Kuppenbereichen und Bergrücken. Wird aus Naturschutzsicht optimiert, müssten vermehrt Schwachwindstandorte in Anspruch genommen werden, was wiederum die notwendige Anlagenzahl erhöhen würde.

Damit werden die Schwierigkeiten und Handlungsoptionen aufgezeigt, mit der die Verteilung der Anlagen nach Lastnähe und -ferne bzw. Naturschutzoptimierung einhergehen (Riedl et al. 2018). Auch aus Naturschutzsicht ist die Entscheidung, welche Variante vorzuziehen ist, aktuell nicht eindeutig zu beantworten. Verfügbar sind jedoch nun Bewertungsansätze (v. a. aus → 2), um diese Fragen in strategische Ausbauüberlegungen einzuspeisen.

### 3.1.3 Akzeptanz für den Landschaftswandel

Da die Energiewende durch eine Vielzahl dezentraler Anlagen umgesetzt wird, ist sie besonders stark als Treiber eines raschen und raumgreifenden Landschaftswandels wahrnehmbar. Während sich in der Bevölkerung eine deutliche Mehrheit für eine Reform der hergebrachten Energieversorgung ausspricht, gibt es häufig kontroverse Diskussionen und Proteste zum Ob und Wo konkreter Projekte. Breite gesellschaftliche Akzeptanz ist jedoch die Grundlage für das Gelingen des Ausbaus erneuerbarer Energien und der Stromnetze.

Ein großer Teil der Bevölkerung unterstützt den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien. Studienergebnisse aus den Naturbewusstseinsstudien des BfN (2011, 2013, 2015, 2017) zeigen, dass die Bürgerinnen und Bürger grundsätzlich hinter der Energiewende stehen und belegen eine weitreichende Akzeptanz zu einzelnen Maßnahmen und technologischen Umsetzungsmöglichkeiten. Die Studien (2013, 2015) zeigen, dass die Zustimmung zu einer überwiegenden Versorgung aus erneuerbaren Energien abhängig vom Energieträger ist und für Windkraft und Photovoltaikanlagen am höchsten ausfällt. Als störend werden beispielsweise bei Windenergieanlagen vor allem die Sichtbarkeit in der Landschaft wahrgenommen sowie die Geräuschkulisse (Hübner 2015), nicht der vieldiskutierte Abstand zur Wohnbebauung. Um diesen Bedürfnissen besser gerecht zu werden, müssen Erfordernisse des Natur- und Landschaftsschutzes bei den Planungen ernst genommen werden und frühzeitig und schlüssig in die Entscheidungsfindung einfließen. Betroffene Anwohner sind im Zuge transparenter Verfahren als „lokale Experten“ nicht nur über die Konsequenzen der Maßnahmen für das Landschaftsbild wie auch für den Arten- und Biotopschutz zu informieren, sondern nach Möglichkeit aktiv zu beteiligen.

Da die Mitwirkung und Zustimmung der Bevölkerung von entscheidender Bedeutung für das Gelingen der Energiewende ist, werden im Rahmen des Vorhabens ACCEPT EE (→ 3) akzeptanzfördernde Faktoren erneuerbarer Energien im Kontext von Natur-, Landschafts- und Klimaschutz interdisziplinär analysiert, sowie Synergien zwischen Naturschutz und der Nutzung von erneuerbaren Energien dargelegt. Ziel des Projekts ist es, Synergien zwischen Naturschutz und der Nutzung erneuerbarer Energien darzustellen und die Akzeptanz für einen naturverträglichen Ausbau zu fördern. Im Fokus steht die Frage, ob ein natur- und umweltverträglicher Ausbau zu einer höheren Akzeptanz von erneuerbaren Energien führen kann.

#### Zusammenfassung Kapitel 3.1

Die Energiewende entfaltet bereits heute eine deutliche Flächen- und Raumwirksamkeit. Angesichts des absehbaren weiteren Ausbaus von erneuerbaren Energien ist die (Flächen-) Effizienz eines der zentralen Themen, dass es bei strategischen Entscheidungen stärker als bislang einzubeziehen gilt. Klar ist allerdings bereits heute, dass darüber hinaus große Anstrengungen zur Reduzierung des Energiebedarfs notwendig sind, um die Energiewende im Einklang mit Natur und Landschaft zu gestalten zu können. Diese sind sowohl technischer als auch gesellschaftlicher Art. Auch hierfür gilt es, Bewusstsein und Akzeptanz zu schaffen.

Um Konflikte zu minieren, sind beim Ausbau die aus Naturschutzsicht geeignetsten Standorte zu nutzen. Dazu gehört auch die wesentlich stärkere Nutzung von Dach- und Fassadenflächen bzw. versiegelten Flächen für den Ausbau der Photovoltaik im Innenbereich und damit die Reduzierung der Flächenbedarfe in der freien Landschaft. Die optimale räumliche Verteilung der EE-Anlagen, insbesondere von Windenergieanlagen, aus Naturschutz- und Effizienzgesichtspunkten ist noch zu diskutieren.

## 3.2 Räumliche Steuerungsansätze

Die Verteilung der EE-Anlagen im Raum ist für mehrere Aspekte von Bedeutung: Schutz von Landschaft, Biotopen und Arten, gesellschaftliche Fragen (Verfahrens- und Verteilungsgerechtigkeit, Netzausbaubedarfe, Akzeptanz allg.). Die Möglichkeiten zur räumlichen Steuerung der erneuerbaren Energien sind je nach Energieträger allerdings sehr unterschiedlich.

Potenzielle Windenergiestandorte werden in den meisten Bundesländern durch die Regionalplanung gesteuert (siehe z. B. BBSR 2015). Um der Windenergienutzung auf substanzielle Weise Raum zu verschaffen, erfolgt die Ausweisung je nach Länderregelung durch die planerischen Instrumente Vorrang-, Eignungs- und/oder Vorbehaltsgebiet. Einzelne Bundesländer, so z. B. Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und das Saarland, regeln dagegen die räumliche Steuerung in der Flächennutzungsplanung, sodass die flächendeckende und abschließende Planung der Windenergiestandorte Aufgabe der Gemeinde ist und damit die Regionalpläne keine Ausschlusswirkung gemäß § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB haben (Schmidt et al. 2018).

Anders als bei der Windenergieplanung erfolgt die Standortwahl von Freiflächenphotovoltaikanlagen auf kommunaler Ebene, in der Regel durch die Aufstellung eines Bebauungsplanes oder die Nutzung bereits bestehender Bebauungspläne. Der Anbau von Biomasse unterliegt weder Plan- noch Genehmigungsvorbehalt und ist damit derzeit grundsätzlich kaum räumlich steuerbar. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für Biogasanlagen hingegen hängen entscheidend von deren Größe und Standortwahl ab. Aufgrund der hohen Schwellenwerte unterliegen Biogasanlagen im Übrigen nur selten der UVP-Pflicht (Schmidt et al. 2018).

Die Genehmigung von Wasserkraftanlagen orientiert sich an der Gewässerordnung. Bei Gewässern 1. Ordnung obliegt die Zuständigkeit den Bundes- (Bundeswasserstraßen) und Landesbehörden, bei Gewässern 2. Ordnung den Kommunen. Die Antragstellung und Genehmigung erfolgt im Einzelverfahren auf Antrag. Je nach Vorhabengröße ist ein Raumordnungs- und ein Planfeststellungsverfahren oder nur ein Planfeststellungsverfahren notwendig.

Neben den klassischen Planungsinstrumenten hat auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) durch seine Vergütungsvoraussetzungen Einfluss auf die räumliche Verteilung der Anlagen. So ergibt sich ein Nord-Süd-Gefälle hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit von Windkraftanlagen und in sogenannten Netzausbaugebieten gelten Obergrenzen für den Zubau von Windkraftanlagen. Eine Steuerung auf naturverträgliche Standorte ist jedoch nicht explizites Ziel des EEG.

Bei der räumlichen Planung sind auch kumulative Wirkungen zu beachten. Diese treten auf, wenn mehrere Anlagen im räumlichen Zusammenhang errichtet werden. Aus mehreren unerheblichen Einzelwirkungen kann so durch die Summenwirkung eine Belastungsschwelle überschritten werden und sich ein erheblicher Eingriff ergeben. Im Rahmen der SUP und UVP sowie der FFH-Verträglichkeitsprüfung sind über einzelne Wirkfaktoren hinaus auch kumulative Wirkungen zu berücksichtigen. So ordnet § 34 Abs. 1 S. 1 BNatSchG im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung ausdrücklich auch die Einbeziehung kumulativ wirkender Pläne und Projekte an. Ziel ist die Bewertung der Gesamtbelastung des betroffenen Natura 2000-Gebietes zum Zeitpunkt des Planerlasses bzw. der Zulassungsentscheidung. Bagatellschwellen dürfen dabei nicht dazu führen, dass bei Mehrfachanwendung im Rahmen verschiedener Projekte relevante Auswirkungen nicht berücksichtigt werden (Wulfert et al. 2018).

Da für die Erfassung und Bewertung bislang keine Methodik/kein Standard vorliegt, ist der Umgang in der Praxis jedoch offen. Das F+E-Vorhaben „Kumulative Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft“ (→ 4) befasste sich mit der Problematik und entwickelte eine Methodik, mit der kumulative Wirkungen erfasst werden können. So können diese in abgegrenzten Gebieten kartografisch dargestellt werden und so in der Planung besser berücksichtigt werden. Eine umfassende und abschließende Bewertung ist allerdings auf dieser Basis nicht möglich (Schuler et al. 2017).

### Aktuelle F&E-Vorhaben

→ 4 | **FKZ 3512 83 0200**
Kumulative Wirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)

→ 5 | **FKZ 3515 82 3400**
Landschaftsbild und Energiewende
TU Dresden

→ 6 | **FKZ 3515 82 3100**
Modellhafte Erarbeitung regionaler und örtlicher Energiekonzepte unter den Gesichtspunkten von Naturschutz und Landschaftspflege
Technische Universität Berlin

### 3.2.1 Landschaftsbild und Standortwahl

Die landschaftliche Dimension der Energiewende (Landschaft und Heimat) ist ein zentrales Argumentationsmuster, das belegt auch eine Untersuchung von Bürgerinitiativen für und gegen Windkraft (vgl. Abb. 8). Gleichzeitig ergab die Auswertung zahlreicher Planungs- und Zulassungsverfahren, dass landschaftsästhetische Aspekte nur unzureichend erhoben, bewertet und bei Entscheidungen berücksichtigt werden. Dabei kann die Einbindung der erneuerbaren Energien in die Landschaft im Planungs- und Zulassungsverfahren wesentlich gesteuert werden. So sollten landschaftsästhetische

Aspekte bei der Errichtung von Windenergieanlagen insbesondere im Zuge der Konzentrationsflächenplanung bei der Aufstellung von Regional- oder Flächennutzungsplänen sowie im Rahmen der Umweltprüfung und der Eingriffsregelung stärkere Beachtung finden.

Auch wenn zur Nutzung der Windenergie dienende Anlagen nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB privilegiert sind, sind entsprechende Vorhaben im Außenbereich nur zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen. Windenergieanlagen dürfen insbesondere nicht den Darstellungen eines Landschaftsplans widersprechen, Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege oder die natürliche Eigenart der Landschaft und ihren Erholungswert beeinträchtigen oder das Landschaftsbild verunstalten (§ 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 2 und 5 BauGB). An die Einbeziehung landschaftsästhetischer Aspekte bei der Planung von Windenergieanlagen werden hohe Anforderungen gestellt. Es sind flächendeckende und rechtssichere Aussagen für ein bestimmtes Plangebiet zu liefern.

Die Einbindung landschaftsästhetischer Aspekte bei Planung und Zulassung von Freiflächenphotovoltaikanlagen erfolgt bei der Aufstellung von Bauleitplänen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB, § 1a Abs. 3 und 4 BauGB) sowie im Rahmen der Umweltprüfung und der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung gemäß §§ 14 ff. BNatSchG. Bestandteil der Umweltprüfung ist die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung von Auswirkungen eines Vorhabens oder Plans auf die Landschaft (§ 2 Abs. 1 Nr. 3 UVPG) und somit auf das Landschaftsbild. In der aktuellen Planungspraxis und Zulassung von Freiflächenphotovoltaikanlagen wird das Landschaftsbild sowohl in der Bebauungsplanung selbst als auch in der Umweltprüfung und Eingriffsregelung nur unzureichend betrachtet (Schmidt et al. 2018). Eine stärkere Berücksichtigung ist zu empfehlen. Hinweise dazu finden sich in der Infobox.

### Empfehlungen zur Berücksichtigung des Landschaftsbildes bei der Standortwahl für Windenergieanlagen (→ 5)

- **für die Konzentrationsflächenplanung sollte der Landschaftsrahmenplan bzw. Landschaftsplan detaillierte Aussagen zu folgenden Kriterien darlegen:**
  - o Landschaftsprägende Kuppen, Höhenrücken und Hangbereiche
  - o Wald in Abhängigkeit von seiner Waldfunktion
  - o Naturlandschaften ohne maßgebliche technische Überprägung
  - o Historisch gewachsene Kulturlandschaften
  - o Kumulative Sichtbeeinträchtigungen
- **fachlich nachvollziehbare Auswahl nachfolgender Räume innerhalb der vorbereitenden Planung und Einbindung dieser als weiche Tabuzonen in das Konzentrationsflächenkonzept**
  - o historisch gewachsene Kulturlandschaften
  - o naturnahe Landschaften
  - o Wald in Abhängigkeit von seiner Waldfunktion
  - o Kuppen, Höhenrücken und Hangbereiche
- **Berücksichtigung kumulativer Sichtbeeinträchtigungen bei der Bewertung von Potenzialflächen**
- **Anwendung von Szenarien in der Regionalplanung, in denen weitere Kriterien wie Mindestflächengröße, Abstandskriterien oder Anforderung an die Konfiguration von Windkonzentrationszonen exemplarisch ausgelotet werden können**
- **Erstellung einer einheitlichen vergleichenden und nachvollziehbaren Bewertung der Vorranggebiete und Konzentrationsflächen für Windenergie in der Umweltprüfung, zur Vermeidung einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes**

**(Schmidt et al. 2018a)**

### Empfehlungen zur Berücksichtigung des Landschaftsbildes bei der Standortwahl von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (→ 5)

- **Erstellung von Sichtraumanalysen**
  - o Detaillierte Bestimmung des Sichtraumes der geplanten Freiflächenphotovoltaikanlage
  - o in Abhängigkeit zur vorhandenen Landschaftsausstattung – Abgrenzung unterschiedlicher Landschaftsbildeinheiten innerhalb des Sichtraumes
  - o Vorbelastungen im Landschaftsbild sind auszuweisen und bei der Bewertung zu berücksichtigen
- **Auslotung von gestalterischen Alternativen bei der Aufstellung des Bebauungsplanes einer Freiflächenphotovoltaikanlage**
  - o Optimierung der Anlage unter landschaftsästhetischen Gesichtspunkten
- **Erstellung von Visualisierungen der geplanten Anlage**

**(Schmidt et al. 2018a)**

Bei der Bioenergieerzeugung spielen landschaftsästhetische Aspekte aufgrund der eingeschränkten Steuerungsmöglichkeiten derzeit eine sehr untergeordnete Rolle. Dabei kann der Substratanbau deutliche Veränderungen der landwirtschaftlichen Nutzung ganzer Regionen und damit auch des dortigen Landschaftsbilds nach sich ziehen.

Gegenwärtig ist eine Steuerung zum Landschaftsschutz bei der Errichtung von Bioenergieanlagen lediglich mittels Anwendung der Eingriffsregelung z.B. im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren und im Bebauungsplanverfahren möglich. Dabei sollten landschaftsästhetische

Abbildung 20:
Überprägung historisch gewachsener Kulturlandschaften durch WEA (Foto: Ulf Hauke)

Abbildung 21 (unten):
Energieträgerübergreifende Empfehlungen zum Landschaftsbild für die Planungspraxis (Eigene Abbildung auf Grundlage von Schmidt et al. 2018a)

Aspekte bei der Zulassung und Planung von Biogasanlagen stets auch mit Blick auf die landschaftlichen Auswirkungen des Biomasseanbaus berücksichtigt werden. Insbesondere auf der kommunalen Ebene besteht ein erhebliches Potenzial, vorsorgend Einfluss auf die Standortwahl von Biogasanlagen zu nehmen und dabei landschaftliche Sensibilitäten zu berücksichtigen. Für eine solch fundierte Standortwahl wären eine flächendeckende landschaftsbildbezogene Beurteilung von Biogasanlagen und Aussagen über deren benötigte Anbauflächen für Biogassubstrate im Landschaftsplan hilfreich.

Eine weitere Möglichkeit, Beeinträchtigungen des Landschaftsbilde s durch einen zu starken und einseitigen Biomasseanbau zu vermeiden, besteht über die Erarbeitung von eindeutigen Empfehlungen zur Aufnahme bzw. Nicht-Aufnahme von Biogasanlagen in der Umweltprüfung von Raumordnungs- oder Bauleitplänen. Diese sollten dann Aussagen zur Steuerung von Bioenergieanlagen enthalten, die nicht nur bestehende Schutzgebiete betreffen, sondern auch weitergehende landschaftsästhetische Kriterien beinhalten.

## ENERGIETRÄGERÜBERGREIFENDE EMPFEHLUNGEN ZUM LANDSCHAFTSBILD FÜR DIE PLANUNGSPRAXIS

### Planwerke

#### Formelle Planung

**Regionalplan**
- intensivere Auseinandersetzung mit landschaftsästhetischen Belangen
- in Abhängigkeit von der spezifischen Eignung und Empfindlichkeit der Teilräume eines Regionalplanes, Abwägung der Chancen und Grenzen der verschiedenen Energieträger

**Zielempfehlung:** energieträgerübergreifendes Gesamtkonzept, welches eine ausgewogene und nachhaltige räumliche Gesamtentwicklung der Region fördert.

**Landschaftsrahmenplan und Landschaftsplan**
- Qualifizierung in Bezug auf Kulturlandschaft und Landschaftsbild

#### Informelle Planung

**Regionales Energiekonzept**
- Erarbeitung eines Landschaftlichen Fachbeitrags zu Energiekonzepten
- Erarbeitung eines Konzeptes, in dem die naturräumlichen und kulturlandschaftlichen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für die Nutzung erneuerbarer Energien energieträgerübergreifend und zusammenfassend aufbereitet werden.
- Als informelles Konzept oder Bestandteil eines Landschaftsrahmenplanes

### Prüfinstrumente

**Eingriffsregelung**
- Bei argumentativen Bilanzierungsverfahren sollte darauf geachtet werden, dass in einer Gesamtbilanzierung die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes sowohl qualitativ als auch quantitativ der geplanten Kompensation gegenübergestellt wird.

Energie- und Klimaschutzkonzepte (→ 6) sind eine Möglichkeit der informellen Planung, Naturschutzaspekte beim Ausbau erneuerbarer Energien von Anfang an zu integrieren. Derartige Konzepte helfen u. a. dabei, das Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt umzusetzen, Konflikte zwischen Raumansprüchen beim Ausbau erneuerbarer Energien zu vermeiden bzw. zu vermindern und Synergieeffekte zu nutzen.

Obwohl auf lokaler und regionaler Ebene bereits häufig Energiekonzepte erstellt werden, sind Naturschutzaspekte nur zum Teil berücksichtigt. Dabei bieten sie die Chance, naturschutzfachliche Strategien und Hinweise für die konkrete Planung und Umsetzung von EE-Projekten einzubringen. So kann auf regionaler oder lokaler Ebene festgelegt werden, welche Flächenkategorien beispielsweise für Freiflächen-Photovoltaikanlagen infrage kommen. Diese Informationen sind als Grundlage für die formelle Planung der Regional- und Bauleitplanung nutzbar.

### Aktuelle F&E-Vorhaben

→ 7 | **FKZ 3515 82 0100**
Arten- und Gebietsschutz auf vorgelagerten Planungsebenen
Bosch & Partner GmbH

→ 8 | **FKZ 3514 82 3800**
Avifaunistische Methodenstandards für Windenergie-Genehmigungsverfahren
Ökotop GbR – Büro für angewandte Landschaftsökologie

→ 9 | **FKZ 3512 84 0200**
Untersuchung zur Minderung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse, insbesondere im Wald
Freiburger Institut für angewandte Tierökologie (FRINAT) GmbH

→ 10 | **FKZ 3512 86 0200**
Identifizierung von Fledermauswanderrouten und -korridoren
PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH

## 3.2.2 Artenschutz und Standortwahl

Die Standortwahl ist insbesondere bei der Windenergie und Freiflächenphotovoltaik die Grundlage für die Vermeidung und Minimierung von Konflikten zwischen Artenschutz und EE-Anlagen. Die Identifizierung und Berücksichtigung der Flächen mit Vorkommen potenziell gefährdeter Arten muss daher, auch aus Gründen der Rechts- und Planungssicherheit, auf den Planungsebenen möglichst frühzeitig und angemessen vorgenommen werden.

Das Erfordernis ergibt sich auch daraus, dass das besondere Artenschutzrecht den planerischen Vorgaben nicht entgegenstehen darf. Das gilt zum Beispiel für Windenergiekonzentrationszonen in Regionalplänen, für die sichergestellt werden muss, dass der Windenergie substanzieller Raum bereitgestellt wird und keine unüberwindlichen artenschutzrechtlichen Hürden die Planung infrage stellen. Allerdings ist auch festzustellen, dass sich artenschutzrechtliche Fragen im Rahmen der gestuften Planungsverfahren nur bedingt abschichten, also auf die nächste Planungsebene verlagern lassen. Je verbindlicher und konkreter die Planung auf den verschiedenen Ebenen ist, umso tiefgehender muss geprüft werden. Eine Operationalisierung der Prüfpflichten ist den artenschutzrechtlichen Bestimmungen allerdings nicht zu entnehmen, sondern wird durch die Rechtsprechung entwickelt (→ 7). Auf Landesebene werden daraus entsprechende Hinweise und Leitfäden entwickelt.

Zu den wichtigsten Standards gehören Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten (LAG VSW 2015) – das sog. Helgoländer Papier. Im Falle einer Nichteinhaltung ist eine tiefergehende Sachverhaltsermittlung erforderlich, für deren Methodik das Vorhaben „Avifaunistische Methodenstandards für WEA-Genehmigungsverfahren“ (→ 8) derzeit einen Vorschlag für eine bundesweit abgestimmte Fachempfehlung entwickelt. Dieser wird mit Vertretern der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten weiterentwickelt und enthält konkrete methodische Hinweise.

Im Rahmen der Forschung wurden die Anforderungen an die Standortwahl für verschiedene Arten und Artengruppen weiter spezifiziert. So wurde die Nutzung von Wäldern durch Fledermäuse bzw. die Funktion von Wäldern als Lebensraum erforscht, um Ableitungen für die Standortwahl von Windenergieanlagen in Wäldern treffen zu können (→ 9).

Es wurde auch untersucht, ob die Frühjahrs- und Herbstmigration ziehender Fledermausarten nur in bestimmten Korridoren oder als Breitfrontenzug stattfindet (→ 10). Da diese Arten besonders von Windenergieanlagen gefährdet sein können, ist das Wissen um die saisonale Migration und die Zugwege von großer Bedeutung. Die Ergebnisse zeigen, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit von einem Breitfrontenzug ausgegangen werden muss und auch Mittelgebirge nicht gemieden werden. Hohe Aktivitäten zeigten sich entlang von Flussufern, die vermutlich zur Nahrungssuche und der herbstlichen Paarung in den Rastgebieten genutzt werden und das Zuggeschehen an sich überlagern. Einzelne Talzüge scheinen keine herausragende Rolle zu spielen. Hinsichtlich dieses Kriteriums kann daher die Standortwahl zur Reduzierung der Schlagopferzahlen in Nächten mit hohem Zuggeschehen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Allerdings sind der Verzicht auf Windenergieanlagen in Rast- und Paarungsgebieten sowie ausreichende Abstände zu Wochenstuben dringend zu empfehlen. Diese sind jedoch erst teilweise bekannt (Meschede et al. 2017).

## Fledermäuse und Windenergie im Wald (→ 9)

Folgende Ausschlussgebiete werden für Standorte von Windenergieanlagen im Wald zum Schutz von Fledermäusen empfohlen:

- alte Laub- und Laubmischwälder mit Beständen > 100 Jahre,
- naturnahe Nadelwälder mit viel Quartierpotenzial,
- totholzreiche Wälder,
- Wälder in Natura 2000-Gebieten,
- 200 m-Puffer, in dem keine Eingriffe stattfinden, um nachgewiesene Quartiere/Quartierzentren sowie Meidung von potenziellen Quartieren und Jagdhabitaten.

Die unteren Rotorspitzen sollen einen möglichst großen Abstand zur Waldoberkante aufweisen, da der aktuelle Forschungsstand auf ein zunehmendes Kollisionsrisiko bei abnehmendem Abstand zur Rotorspitze hinweist. Daher wird ein Abstand von mind. 50 m zwischen Kronendach und unterer Rotorspitze empfohlen.

Als Ausgleichsmaßnahmen für mögliche Lebensstättenverluste, die sich durch die Standortwahl nicht vermeiden lassen, eignen sich besonders:

- Nutzungsaufgabe von Waldbeständen,
- die naturnahe Bewirtschaftung mit dem Erhalt von ausreichend Habitatbäumen und zukünftigen Habitatbäumen,
- Habitatvernetzung.

(Hurst et al. 2017)

Abbildung 22:
Der Große Abendsegler gehört zu den windenergiesensiblen Fledermausarten. (Foto: Hendrik Reers)

Abbildung 23:
In Reihe aufgestellte WEA können Barrieren zwischen Teillebensräumen oder für die Migrationsbewegungen darstellen. (Foto: Ulf Hauke)

Neben der großräumigen Planung von Gebieten für die EE-Nutzung ist auch die kleinräumige Steuerung von großer Bedeutung, um Auswirkungen einzelner Anlagen oder Anlagenparks zu reduzieren. Auf der Ebene der konkreten Vorhabenplanung kann die Anordnung von Anlagen z. B. in einem Windpark von Bedeutung sein. So ist in Bezug auf kollisionsgefährdete Greifvögel eine kompakte Anordnung der Windenergieanlagen sinnvoll, da die Kollisionsgefahr an den äußeren Anlagen in der Regel erhöht ist.

An Standorten mit regelmäßigen Migrationsbewegungen ist eine Barrierewirkung durch die Anlagen zu vermeiden. Das betrifft beispielsweise Windenergieanlagen, die Barrieren für Zugvögel darstellen können. Die Anordnung kann dementsprechend zum einen längs zur Hauptzugrichtung erfolgen, zum anderen besteht insbesondere für Arten wie z. B. den Kranich die Möglichkeit, den Abstand zwischen den WEA zu erhöhen, um das Kollisionsrisiko bei eventuellen Durchflügen des Windparks zu reduzieren. Auch Freiflächen-Photovoltaikanlagen können durch ihre Umzäunung Barrieren für wandernde Großsäuger darstellen. Hier empfehlen sich weite Korridore zwischen den PV-Standorten, die den Tieren eine ungehinderte Wanderung ermöglichen.

### 3.2.3 Steuernde Wirkung von Schutzgebieten

Der Gebietsschutz nach Bundesnaturschutzgesetz zählt zu den klassischen Instrumentarien im Naturschutz. Durch seine ausschließenden Wirkungen stellt er eine Möglichkeit zur ordnungsrechtlichen Lenkung von EE-Anlagen dar. Schutzgebiete können einen wesentlichen Beitrag zur räumlichen Lenkung von erneuerbaren Energien leisten. Durch die Ausgestaltung von Ge- und Verboten in den Schutzgebietserklärungen (häufig Schutzgebietsverordnungen) können ein kompletter Ausschluss oder eine Qualifizierung von Nutzungen und Anlagen erreicht werden, wo sie grundsätzlich schutzgebietsverträglich sind, z. B. über Maßgaben zur Anlagenausgestaltung oder für bodengebundene Nutzungen.

Eine räumlich steuernde Wirkung über Schutzgebiete ergibt sich über folgende Ansätze:

- Neuausweisung von Schutzgebieten,
- Änderung bzw. Anpassung von bestehenden Schutzgebietserklärungen einschließlich Zonierungen,
- Anwendung vorhandener Schutzgebietserklärungen,
- Nutzung vorhandener oder neu auszuweisender Schutzgebiete als Kulisse (z. B. in der Raumordnung).

Aufgrund der gesetzlichen Zweckbestimmungen sind die Schutzgebietserklärungen von Naturschutzgebieten (§ 23 BNatSchG), Nationalparken, Nationalen Naturmonumenten (§ 24 BNatSchG) und den Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten (§ 25 BNatSchG) so angelegt, dass sie gegenüber erneuerbaren Energien besonders restriktiv wirken. Bei Landschaftsschutzgebieten (§ 26 BNatSchG) kommt es sehr auf die jeweiligen konkreten Schutzzwecke und den Gebietscharakter an.

Schutzgebietsverordnungen bieten in der Regel gute und vielfältige Möglichkeiten, Maßgaben für erneuerbaren Energie zu entwickeln. Das betrifft nicht nur den konkreten Anlagenbau, sondern auch Regelungen zur land- und forstwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Diese Möglichkeiten werden in der Praxis jedoch bislang sehr verhalten eingesetzt (→ 11).

Für jedes Schutzgebiet mit seinen jeweiligen Qualitäten und Empfindlichkeiten ist eine individuelle Strategie zu entwickeln. Diese kann einen Ausschluss von erneuerbaren Energien, aber auch eine aktive Förderung einer dezentralen, natur- und landschaftsverträglichen Nutzung und Ausgestaltung beinhalten. Differenzierte Empfehlungen für die erneuerbaren Energieträger in verschiedenen Schutzgebietskategorien wurden in den Vorhaben → 11 und → 12 erarbeitet. Einige davon sind beispielhaft für die Windenergie in der Infobox aufgeführt.

#### Aktuelle F&E-Vorhaben

→ 11 | **FKZ 3513 82 0100**
Nationale Naturlandschaften (NNL) und Nutzung erneuerbarer Energien
Institut für Ländliche Strukturforschung (IfLS) an der Goethe-Universität Frankfurt/Main

→ 12 | **FKZ 3515 81 1000**
Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes, insbesondere von Landschaftsschutzgebieten unter besonderer Berücksichtigung erneuerbarer Energien
Universität Kassel, Fachgebiet für Landschaftsentwicklung/ Umwelt- und Planungsrecht

**Abbildung 24:**
**Unzerschnittene Natur- und Kulturlandschaften haben einen besonderen Wert z. B. für die Erholungsnutzung und können z. B. über das Schutzgebietsinstrumentarium erhalten werden. (Foto: Asja Weber)**

## Empfehlungen für Windenergie (→ 11, → 12)

- **Biosphärenreservate (→ 11) (Gehrlein et al. 2017a, S. 489 ff.)**
  - o Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten sowie angemessene Abstandsflächen zu diesen Zonen sind von Windenergie freizuhalten.
  - o In den Entwicklungszonen sollten Windenergieanlagen nur nach sorgfältiger Einzelfallprüfung in wenig sensiblen Gebieten und unter Einhaltung hoher Standards errichtet werden. Dazu ist ein planerisches Gesamtkonzept zu entwickeln. Entwicklungszonen, die bislang (weitgehend) frei von WEA sind und für die die Biosphärenreservatsverwaltung keine WEA befürwortet, sollten auch weiterhin freigehalten werden.
- **Naturparke (→ 11) (Gehrlein et al. 2017a, S. 489 ff.):**
  - o Einzelne, landschaftlich besonders hochwertige Naturparke sind vom Windenergieausbau auszuschließen.
  - o In den anderen Naturparken sind Zonierungskonzepte zu entwickeln und anzuwenden. Beispiele dafür sind u. a. der Naturpark Altmühltal oder der Naturpark Frankenhöhe.
  - o Liegt noch kein qualifiziertes planerisches Konzept für die WEA-Nutzung vor, ist auf einen Ausbau zunächst zu verzichten.
- **Landschaftsschutzgebiete (→ 12) (Mengel et al., unveröff., S. 382 ff.)**
  - o Da das Schutzgut Landschaft zumeist Teil des Schutzzweckes ist und bei WEA aufgrund ihrer Größe und Fernwirkung i. d. R. von einem negativen Einfluss auf das Landschaftsbild ausgegangen werden kann, sind über die Schutzgebietsverordnungen folgende Steuerungsmöglichkeiten denkbar:
    - **Vollständiger Ausschluss von Windenergieanlagen,**
    - **Erstellung eines Zonierungskonzeptes und Verankerung in der Schutzgebietsverordnung,**
    - **Aufnahme eines Genehmigungsvorbehalts für die Errichtung von WEA in der Schutzgebietsverordnung.**

## Zusammenfassung Kapitel 3.2

Die groß- und kleinräumige Verteilung der EE-Anlagen hat wesentlichen Einfluss auf ihre Naturverträglichkeit. Der Artenschutz wird bereits heute in die Standortplanung einbezogen, wobei die konkrete Ausgestaltung der zu betrachtenden Kriterien mit der laufenden Forschung und dem fortschreitenden Stand des Wissens immer wieder aktualisiert werden muss.

Das Landschaftsbild ist bislang noch nicht hinreichend in die räumliche Steuerung integriert. Als weiches, aber für die Akzeptanz sehr relevantes Kriterium, ist eine deutlich bessere Berücksichtigung zu empfehlen. Mittlerweile liegen Ansätze zur Bewertung der Empfindlichkeit von Landschaften gegenüber unterschiedlichen EE-Anlagen vor. Es besteht aber weiterer Forschungsbedarf, unter anderem zur Etablierung von fachlichen Standards und zur geeigneten Integration in die Planungsprozesse.

Der Gebietsschutz bietet die Möglichkeit der räumlichen Lenkung von erneuerbaren Energien. So können zum Beispiel über die Qualifizierung von Schutzgebietsverordnungen Steuerungsansätze geschaffen und der naturschutzfachliche Wert der Schutzgebiete erhalten bleiben.

## 3.3 Naturverträgliche Ausgestaltung von EE-Anlagen

Auch bei der Realisierung konkreter EE-Anlagen bieten sich zahlreiche Möglichkeiten zur Minimierung von negativen Auswirkungen auf Natur und Landschaft. Zu beachten sind insbesondere die über die naturschutzfachlichen Instrumente bestimmten vorhaben- bzw. maßnahmenbezogenen Vermeidungsgebote sowie die Möglichkeit von Nebenstimmungen in den Genehmigungen.

Das zentrale Prüfinstrument der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelungen (§§ 13 ff. BNatSchG) schreibt vor, dass vermeidbare Beeinträchtigungen zu unterlassen sind (§ 15 Abs. 1 S. 1 BNatSchG). Daher ist die Reduzierung der jeweiligen schutzgut- und maßnahmenspezifischen Auswirkungen von großer Bedeutung. Zum einen kann die Gestaltung der Anlagen zu einer verbesserten Naturverträglichkeit führen (z. B. Mastfußgestaltung an Windenergieanlagen, Flächenmanagement von PV-FFA). Zum anderen kann ihr Betrieb durch entsprechende Vermeidungsmaßnahmen auf die jeweiligen Gegebenheiten abgestimmt werden, um Konflikte zu verringern.

An **Windenergieanlagen** können solche Maßnahmen beispielsweise helfen, das Kollisionsrisiko von windenergiesensiblen Fledermaus- und Vogelarten zu verringern. Methoden zur Vermeidung von Fledermausschlagopfern an Windenergieanlagen wurden in den bundesweiten Forschungsvorhaben RENEBAT I bis III entwickelt. Eine einfache Umsetzung der Ergebnisse ermöglicht die Software ProBat, die für eine WEA einen standortspezifischen fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmus berechnet. Grundlage für die Berechnung sind Aktivitätsdaten aus einer akustischen Erfassung im Gondelbereich sowie Windgeschwindigkeits- und Temperaturdaten der entsprechenden WEA. Die Hinweise von Anwendern und neue Forschungsergebnisse werden anhand von Softwareupdates in ProBat integriert.

Neben der Bandbreite an Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen gibt es zudem eine hohe Variabilität der Standorte, des Artenspektrums und des artspezifischen/individuellen Verhaltens. Das Schutzkonzept muss daher in jedem Einzelfall im Zuge der Zulassung der Projekte abgeprüft werden und entsprechend der Anforderungen der jeweiligen Instrumente (artenschutzrechtliche Prüfung, naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, Gebiets- und Biotopschutz), den örtlichen Gegebenheiten angepasst und in Nebenbestimmungen festgelegt werden.

Es gibt weithin anerkannte und auf Studien basierende Maßnahmen, welche in den Leitfäden der Bundesländer bzw. den Artenschutzempfehlungen aufgenommen sind. Dies sind Maßnahmen wie zum Beispiel die tageweise Abschaltung der Anlagen bei bzw. nach Bewirtschaftungsereignissen, die Etablierung von Ablenkflächen, die temporäre Abschaltung bei Zugereignissen (z. B. Haupt- und Massenzugtagen von Kranichen) und fledermausfreundliche Betriebsalgorithmen.

Andere Maßnahmentypen sind bislang noch nicht ausreichend erprobt. Zur Verbesserung des Wissensstandes über die Wirksamkeit weiterer Vermeidungsmaßnahmen an Windenergieanlagen (Ablenkflächen, Abschaltung bei Bewirtschaftung) werden in einem weiteren Forschungsvorhaben Felduntersuchungen durchgeführt, um Empfehlungen zur notwendigen Ausgestaltung wie zum Beispiel Flächengrößen und Zeiträume geben zu können (→ 13, → 14).

### Aktuelle F&E-Vorhaben

→ 13 | **FKZ 3516 8227 00**
Methodenentwicklung für artenschutzrechtliche Untersuchungen zur Wirksamkeit von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zur Reduzierung der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Avifauna
BioConsult SH GmbH & Co. KG

→ 14 | **FKZ 3517 86 0200**
Durchführung von Feldversuchen zur Prüfung der Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen zur Reduzierung des Tötungsrisikos bei Windkraftanlagen
FöA Landschaftsplanung GmbH

→ 15 | **FKZ 3517 86 1600**
Entwicklung eines Konzepts zur Naturschutzbegleitforschung im Rahmen des WindForS-Windenergietestfelds Schwäbische Alb
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

→ 16 | **FKZ 3515 83 0200**
Berücksichtigung von Artenschutzbelangen bei der Errichtung von Kleinwindenergieanlagen
Michael-Otto-Institut im NABU

→ 17 | **FKZ 3515 83 0100**
Evaluierung von Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit § 35 WHG
Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH

→ 18 | **FKZ 3515 82 3300**
Naturschutzfachliche Fragen des Ausbaus der erneuerbaren Energien an überörtlichen Verkehrswegen und dessen Auswirkungen auf die Wiedervernetzung von Lebensräumen
Leibniz Universität Hannover

→ 19 | **FKZ 3512 83 0700**
Energiewende und Waldbiodiversität
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

→ 20 | **FKZ 3511 82 1500**
Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht
Universität Hohenheim

**Abbildung 25:**
**Greifvögel werden bei der Bearbeitung von landwirtschaftlichen Flächen angelockt. Räumlich benachbarte WEA sollten daher zeitweise abgeschaltet werden. (Foto: Nora Köcher)**

An einem Windtestfeld, das explizit zur Erforschung verschiedener Betriebsparameter errichtet wird, sollen neben wirtschaftlichen und technischen Fragestellungen auch Artenschutzmaßnahmen v. a. für Fledermäuse und Vögel getestet und ausgewertet werden (→ 15). Das Windtestfeld ermöglicht dabei die experimentelle Erprobung, die an wirtschaftlich betriebenen Windparks nicht möglich sind. Untersucht werden sollen unter anderem, wo, wann und wieso sich Fledermäuse und Vögel im Bereich der Windenergieanlagen aufhalten und wie sich Umweltparameter und Anlagenbetrieb auf die Aktivität und Kollisionsgefahr auswirken. Darauf aufbauend ist zu erproben, welche Vermeidungsmaßnahmen diese Risiken wirksam reduzieren können. Dazu gehören die technische Machbarkeit und Anforderungen des Naturschutzes an die artspezifische Erfassung und Umsetzungsregeln der Reaktionen (Abschaltung, Vergrämung).

Nicht neu, jedoch aktuell mit großem Interesse sowohl von Betreiberseite als auch aus Naturschutzsicht diskutiert, sind technische Vermeidungsmaßnahmen, welche über eine Erfassung/Erkennung einzelner Individuen bei Annäherung an die Anlage entweder ein Vergrämungssignal auslösen oder gezielt auch die Abschaltung der WEA einleiten sollen (z. B. DT-Bird). In einer wissenschaftlich begleiteten Erprobung des Anlagenbetriebs soll unter anderem der Machbarkeit von technischen Vermeidungsmaßnahmen nachgegangen werden. Ziel ist eine deutliche Senkung des Kollisionsrisikos. Hierbei stellt sich jedoch eine Vielzahl von Fragen, welche zu klären sind, bevor eine verallgemeinerte Empfehlung an die Praxis ausgesprochen wird, wie:

- die technische Machbarkeit und Anforderungen der zuverlässigen, artspezifischen Erkennung,
- Wirksamkeit der Vergrämung:
  - gezielt/artspezifisch möglich?
  - bestehen weitere Auswirkungen wie Habitatverlust, Scheuchwirkung, Gewöhnungseffekte,
  - Vereinbarkeit mit dem Störungsverbot,
  - Akzeptanz zusätzlicher Emissionsquellen (Schall, Licht),
- Überprüfbarkeit der Systeme und deren Wirksamkeit für Gutachter und Behörden,
- technische oder wirtschaftliche Zumutbarkeitsgrenzen insbesondere im Hinblick auf die Häufigkeit und Dauer von Abschaltungen.

Zur Verringerung der Auswirkungen auf das Landschaftsbild können ebenfalls Vermeidungsmaßnahmen angewendet werden. So sollte im Rahmen des Planungs- und Genehmigungsverfahrens Folgendes geprüft werden (à 5) (Schmidt et al. 2018a):

- mögliche Anwendung von bedarfsgerechter nächtlicher Befeuerung,
- Anpassung an vorhandene Strukturen/Texturen durch farbliche Gestaltung,
- Micrositing: gestalterisch nachvollziehbare Anlagenanordnung auf Grundlage der Gegebenheiten am Standort,
- harmonische Gesamtwirkung bei Erweiterung eines Windparks.

An **Kleinwindenergieanlagen** ergeben sich teilweise andere Aspekte, die bei der Errichtung berücksichtigt werden müssen. Für Vögel lassen sich aus den aktuellen Untersuchungen folgende Empfehlungen ableiten (→ 16):

- Die wesentliche Auswirkung von KWEA auf Vögel äußert sich durch – im Vergleich zur produzierten Strommenge – relativ häufige Kollisionen. Das Kollisionsrisiko hatte klare Bezüge zum Typ der Anlage und zum Standort. Kleinwindanlagen die Ansitz- und sogar Nistmöglichkeiten bieten, bewirken ein erhöhtes Kollisionsrisiko und sollten umgerüstet werden. Anlagentypen mit Abspannseilen stellen eine zusätzliche Gefahrenquelle dar.
- Das Schlagrisiko ließ sich relativ klar anhand der Standortparameter der Umgebung abschätzen. Hohe Anteile von Strukturen, die Siedlungs- und Waldvögel anziehen, wie Gebäude, Hofanlagen, Gärten, Gehölze und Hecken sowie Nistkästen und Vogelfütterungen und die Nähe zu viehhaltenden Betrieben, erhöhten das Kollisionsrisiko.
- Daher sollten vor der Installation von KWEA alle Möglichkeiten zur Standortwahl untersucht werden. Die dazu notwendigen Daten können vergleichsweise einfach durch die Auswertung von Luftbildern und einen Geländebesuch ermittelt werden.

Maßnahmen an **Wasserkraftanlagen** betreffen sowohl den Fischschutz, den Fischauf- und Fischabstieg, Gewässerstrukturmaßnahmen als auch die Anbindung der Auenbereiche zur Sicherung der Artenvielfalt in naturnahen Gewässer-Aue-Ökosystemen. Im Rahmen des Vorhabens „Evaluierung

von Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit § 35 WHG“ (→ 17) wird ein Forschungskonzept zur Herstellung und zur Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegseinrichtungen an den Wasserkraftstandorten (> 50 $m^3/s$ Turbinendurchfluss) Eddersheim und Griesheim am Main erarbeitet. Die Standorte sollen so als Forschungsstandorte zur Untersuchung von Wissensdefiziten zur Schädigung bzw. zum Verhalten bei der Wehr- oder Wasserkraftanlagenpassage, zur Wirksamkeit und Leitwirkung mechanischer Barrieren und Bypässe sowie zur Klärung technischer Fragestellungen an Wasserkraftstandorten mit Durchflüssen > 50 $m^3/s$ etabliert werden.

### Empfehlungen zur naturverträglichen Gestaltung von Wasserkraftanlagen (u. a. → 17)

Folgende Anforderungen sind aus Naturschutzsicht an Wasserkraftanlagen zu stellen:

- Gewährleistung der stromabwärts und stromaufwärts gerichteten Durchgängigkeit für Fische und andere aquatische Lebewesen durch Wanderhilfen,
- Zeitweise Staulegung bei erhöhten Abwanderungen wie z. B. von Aalen im Main,
- Installation von mechanischen Barrien (Feinrechen) und Bypasssystemen zum Schutz der Fische vor Turbinenschäden unter Berücksichtigung artspezifischer Erfordernisse (z.B. Größe, Schwimmleistung und Verhalten) der jeweiligen Zielarten und deren Ableitung in das Unterwasser,
- Anbindung und Erhaltung angrenzender Auenbereiche und Nebengewässer einschließlich der hierfür typisch und prägenden Wasserstandsschwankungen und -zyklen an das Hauptgewässer und dessen Abflussdynamik,
- Morphologische Maßnahmen zur Erhöhung der Habitatvielfalt des Gewässerbetts und des Ufers,
- Sicherung quasi natürlicher Grundwasserverhältnisse im Ober- und Unterwasserbereich des Querbauwerks,
- Sicherung der Standortdurchgängigkeit für Treibgut (Geschwemmsel) und Geschiebe,
- Beachtung von jahreszeitlichen und artenökologischen Kriterien bei der Festlegung des Mindestwasserabflusses in der Ausleitungsstrecke.

**Photovoltaikanlagen** sollten bevorzugt nur auf Dachflächen und bereits versiegelten Flächen errichtet werden, um so wenig Freifläche wie möglich in Anspruch zu nehmen. Neue technische Entwicklungen ermöglichen umfangreiche gestalterische Möglichkeiten.

### Empfehlungen zur naturverträglichen Gestaltung von PV-Freiflächenanlagen

Werden PV-FFA dennoch in der freien Fläche gebaut, können die Anlagen z. B. auf Ackerflächen entsprechender Gestaltung auch positive Wirkungen auf die Artenzahlen und Strukturvielfalt haben. Folgende Anforderungen ergeben sich an PV-FFA (u. a. → 18):

- Ausschluss von vielfältig strukturierten Flächen und Grünlandstandorten,
- Reduzierung der Barrierewirkungen durch Querungsmöglichkeiten für Großsäuger und entsprechende Gestaltung, so dass sie auch angenommen werden (50 m breit, sollten nicht direkt an der Straße enden, da sich sonst Wildunfälle häufen können),
- Gestaltung der Anlage auch nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten z. B. durch die Integration ortstypischer Elemente oder Sichtverschattung durch gezielte Eingrünung,
- Weitestgehender Verzicht auf zusätzliche Bodenversiegelung,
- Extensives Flächenmanagement z. B. durch ein- bis zweischüriges Mahdregime oder extensive Beweidung, Zulassen von natürlicher Sukzession auf geeigneten Teilflächen,
- Kompensation nicht vermeidbarer Beeinträchtigungen durch geeignete Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.

Im **Bioenergiebereich** bestehen Möglichkeiten eines nachhaltigen Anlagenbetriebes z. B. in einer naturverträglichen Biomassebereitstellung. Gegenüber dem aktuellen Stand muss insbesondere die Substratzusammensetzung für Biogasanlagen verbessert werden.

Dabei ist der aktuelle Kontext zu beachten: Bioenergie ist ein vergleichsweise teurer Pfad und steht derzeit unter einem hohen Transformationsdruck. Ein Aspekt ist dabei auch der hohe Flächenbedarf der Produktion nachwachsender Rohstoffe. Zudem stammen viele der aus Naturschutzsicht wünschenswerteren Substrate aus einer extensiven Bewirtschaftung und sind somit noch flächenintensiver und teurer in ihrer Bereitstellung. Ein Ersatz von Anbaubiomasse (insbesondere Mais) durch extensiv produzierte Substrate ist nur in sehr begrenztem Umfang ein Handlungspfad für die zukünftige Energiewende.

Aus Naturschutzsicht ist ein Weiterbetrieb von Anlagen vor allem dann sinnvoll, wenn die jeweilige Anlage kostengünstige Reststoffe und Materialen erschließen kann, die wenig in Konkurrenz zu anderen (hochwertigeren) Flächennutzungen stehen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass auch die Nutzung von Reststoffen mit Risiken verbunden sein kann, wenn

diese ebenfalls eine Funktion im land- oder forstwirtschaftlichen System (z.B. in dessen Nährstoffkreislauf) einnehmen.

Entgegen der in einigen Studien dargestellten ‚nachhaltigen' Potenziale von Wald„rest"holz konnte in einem F&E-Vorhaben herausgearbeitet werden, dass eine über das jetzige Maß hinausgehende Nutzung nur auf Kosten der stofflichen Nutzung und/oder der biologischen Vielfalt möglich ist (→ 19). Auch eine Ausweitung der Nutzung von Stroh ist mit Risiken verbunden, wenn Anreize geschaffen werden, gleichzeitig aber klare Rahmenbedingungen und Kriterien für eine naturverträgliche Nutzung fehlen. Aus diesem Grund ist auch die Verfügbarkeit von Reststoffen begrenzt (Ewald et al. 2017).

Dennoch kann es Materialien geben, deren Einsatz und Verwertung in Bioenergieanlagen auch aus Naturschutzsicht sinnvoll ist, wie z. B. Materialien aus einer hochwertigen Gestaltung ökologischer Vorrangflächen (d. h. bspw. mehrjährige Energiepflanzen anstelle von Zwischenfrüchten) oder auch aus der Landschaftspflege. Es ist allerdings wenig sinnvoll, wenn eine substratbezogene Energieförderung der zentrale Treiber ist und ein tatsächlicher Nutzen im Kontext einer zukunftsorientierten Landnutzung nicht sichergestellt ist.

Abbildung 26:
Fischtreppe (Foto: Friedhelm Igel)

## Zusammenfassung Kapitel 3.3

Im Rahmen der Forschung wurden zahlreiche Maßnahmen entwickelt, die artenschutzrechtliche Konflikte von EE-Anlagen reduzieren können, da eine naturschutzfachlich optimale Standortwahl nicht in allen Fällen möglich ist. So können beispielsweise durch die entsprechende Ausgestaltung von PV-FFA und ein extensives Flächenmanagement negative Auswirkungen auf Naturschutzbelange verringert werden.
Wesentlich ist, dass die Maßnahmen an den spezifischen Standort mit seinen Gegebenheiten und an die potenziellen Auswirkungen der EE-Anlage angepasst werden. Zudem sind ausschließlich erprobte Vermeidungsmaßnahmen zu nutzen und deren Wirksamkeit zu überprüfen. Im Rahmen weitergehender Forschung sind Vermeidungsmaßnahmen neu und weiterzuentwickeln und in die Praxis zu übertragen.
Bei der Bioenergie hingegen ist die Auswahl der eingesetzten Rohstoffe von Bedeutung. Zu beachten sind dabei die hohe Flächenintensität und Konkurrenzen aus dem Bereich stoffliche Nutzung. Synergien zum Naturschutz wie die Verwertung von Landschaftspflegematerial sind in einer gewissen Größenordnung möglich. Auch Energieholz kann im aktuellen Umfang weiter genutzt werden. Für die zukünftige Ausgestaltung der Energiewende ergeben sich so allerdings keine ausbaufähigen naturverträglichen Handlungsoptionen.

# 4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für einen naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien

Die Umsetzung der Naturschutzziele sowie der Energiewende gleichermaßen ist eine große ökonomische, ökologische, soziale und politische Herausforderung. Von weiten Teilen der Bevölkerung werden dabei die Energiewende wie auch der Schutz der biologischen Vielfalt jedoch gleichermaßen unterstützt (BfN 2018) und als vorrangige gesellschaftliche Aufgabe gesehen.

Die hohe Raumwirksamkeit und der Mangel an „konfliktfreier" Fläche erfordern eine Stärkung und frühzeitige Einbindung des Aspekts der Natur- und Landschaftsverträglichkeit im Rahmen des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien. Dies versteht sich aus Gründen der Konfliktminimierung und Rechtssicherheit, aber auch der Akzeptanz in der Bevölkerung. Die Berücksichtigung der Naturschutzanliegen kann daher nicht erst bei der Planung konkreter Flächen und Projekte erfolgen, sondern muss bereits auf strategischer Ebene (z. B. Ausbaupfade, Technologiewahl etc.) bedacht werden.

## 4.1 Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen

Auch wenn die Energiewende langfristig gedacht und umgesetzt werden muss, gibt es doch einige Maßnahmen, die bereits heute oder in kurzen Zeitspannen umgesetzt werden können. Dies ist umso relevanter, als dass EE-Anlagen auch für eine Lebensdauer von etwa 20 Jahren geplant werden, Wasserkraftanlagen haben sogar eine Lebensdauer von durchschnittlich 60–80 Jahren. Die Wirkungen des aktuellen Ausbaus sind zudem wichtige Weichenstellungen für die zugehörige Infrastruktur, z. B. für den Netzausbau, den Ausbau von Wärmenetzen etc.

Folgende Maßnahmenbereiche sind daher zu adressieren:

### → Naturschutzfachliche Optimierung der Standortwahl auf allen Ebenen der Planung und Genehmigung

- Konfliktarme/-freie Fläche ist nur in begrenztem Maße verfügbar. Bereits bei der grundsätzlichen und strategischen Ausrichtung der Energiewende (z. B. Ausbaupfade einzelner Energieträger) hat ein sparsamer Flächen- und Ressourcenverbrauch daher mitgedacht zu werden. Dieses kann beispielsweise über naturschutzfachlich qualifizierte Energie- und Klimaschutzkonzepte entwickelt und umgesetzt werden.
- Der Ausbau der erneuerbaren Energien muss gezielt auf Flächen gelenkt werden, die keine oder geringe Konfliktpotenziale mit dem Naturschutz aufweisen. Dazu zählt auch die deutlich intensivere Nutzung von Dachflächen und bereits versiegelten Flächen für Photovoltaikanlagen. Gerade in den städtischen Räumen wird dieses Potenzial noch viel zu wenig ausgeschöpft. Auch aktuelle gesetzliche Regelungen wie die Mieterstromregelung im EEG können und müssen dazu einen Beitrag leisten. Weitere Anreize wären über eine gesonderte Ausschreibung/Förderung von Dachflächen-PV-Anlagen gesetzlich möglich.
- Flächen mit besonderer Bedeutung für die Erhaltungs- und Entwicklungsziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege sind bei der Standortwahl auszuschließen. Dazu zählen u. a. bestimmte Schutzgebiete (Natura 2000, Naturschutzgebiete, Nationalparke, Nationale Naturmonumente, Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten), gesetzlich geschützte Biotope, Schutzwälder, Horstschutzzonen, naturnahe Wälder mit mehrstufig bzw. plenterartig ausgeprägten Beständen, Wälder mit altem Baumbestand, Wälder mit Bodenschutzfunktion und mit kulturhistorisch wertvollen oder landschaftsprägenden Beständen, Waldränder sowie Flächen, die für eine naturnahe oder natürliche Waldentwicklung genutzt werden sollen, Erholungsgebiete mit qualitativ hochwertigen Landschaftsbildern, Wanderkorridore von Vögeln und Fledermäusen und Gebiete mit Vorkommen gefährdeter bzw. störungsempfindlicher Arten.
- Wenn freie Flächen genutzt werden, z. B. für PV-FFA, sollten Aufwertungsmöglichkeiten auf diesen Flächen umgesetzt werden (z. B. im Sinne von Trittsteinen für eine Vernetzung von Lebensräumen).
- Der Ausbau der erneuerbaren Energien verändert zunehmend unsere Landschaften. Aspekte des Landschaftserlebens und des Landschaftsbildes finden jedoch in den einschlägigen Planungs- und Zulassungsverfahren kaum Beachtung. Dabei ist deren Berücksichtigung nach Auffassung eines Großteils der Bevölkerung sehr wichtig und für die Akzeptanz der Energiewende mit entscheidend. Aspekte des Landschaftsbildes und Landschaftserlebens sollten deshalb bei der Planung und Zulassung von EE-Anlagen künftig eine größere Rolle spielen und mit einer verstärkten Einbindung der Bürgerinnen und Bürger einhergehen.
- Sinnvoll ist eine bundesweite Standardisierung der Untersuchungsmethoden/-verfahren sowie die Qualifizierung und Zertifizierung von Gutachtern und Planern zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse mit dem Ziel der Verbesserung der Qualität der Verträglichkeitsprüfungen und damit einhergehender erhöhter Rechtssicherheit der Planungen.

### → Naturverträgliche Gestaltung der Anlagen und des Anlagenbetriebs

- Um standortbezogene Konflikte mit dem Artenschutz zu minimieren, müssen Vermeidungsmöglichkeiten genutzt werden. Dies betrifft gleichermaßen Vermeidungsmöglichkeiten im Rahmen der artenschutzrechtlichen Prüfung oder der naturschutzrechtlichen

Abbildung 27:
**Auch kleine Dachflächen können für die Erzeugung von Solarstrom genutzt werden. (Foto: Ulf Hauke)**

Eingriffsregelung wie auch Vermeidungsmöglichkeiten, die durch entsprechende Standortwahl und Ausgestaltung Auswirkungen auf das Landschaftsbild minimieren. Beispiele für entsprechende Maßnahmen sind in Kapitel 3.3 beschrieben.

- Bei neuen Systemen, wie technischen Erkennungssystemen (z. B. Kameras) in Kombination mit bedarfsgerechter Abschaltung, muss der Beleg für deren Wirksamkeit erst noch erbracht werden. Daher sind sie regelmäßig noch nicht einsetzbar.
- Je konfliktreicher ein Standort ist (z. B. mit Blick auf das Kollisionsrisiko an WEA) desto aufwändiger wird eine Vermeidung von Konflikten, bis hin zur Unrentabilität von Standorten bspw. durch lange Abschaltzeiten. Daher ist die Standortwahl entscheidend und hat bereits auf vorgelagerten Planungs- und Entscheidungsschritten entsprechend berücksichtigt zu werden.

### → Wissens- und Datenbasis stärken

- Die konkreten Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf Arten und Habitate sind aktuell noch nicht vollumfassend bekannt. Es sollte daher ein Monitoring der Energiewende aus Naturschutzsicht etabliert werden, das die Wirkungen der einzelnen erneuerbaren Energieträger dokumentiert. Eine Möglichkeit dafür stellt der Monitoring-Bericht zum EEG dar.
- Aufbauend auf dem aktuellen Wissensstand ist eine weitere Verbesserung des Wissens zu den Wirkzusammenhängen notwendig. Die intensive Forschungsarbeit der letzten Jahre macht deutlich, dass innovative Lösungsansätze gefunden werden können. Sie ist daher fortzusetzen und sollte insbesondere aktuelle Entwicklungen wie z. B. verbesserte Erfassungssysteme an Windkraftanlagen berücksichtigen und deren Einführung in die Praxis begleiten. Darüber hinaus sind Erhebungen zur Populationsentwicklung und Gefährdungsursachenanalysen betroffener Arten erforderlich. Auch die weitere Erforschung von Zugverhalten bei Fledermäusen und Vögeln ist von großer Bedeutung.
- Die Lösungsansätze aus zahlreichen Forschungsvorhaben zum Thema naturverträgliche Anlagengestaltung sind in die Praxis zu überführen und anzuwenden. Eine weitere Vernetzung von Wissenschaft und Praxis ist daher unerlässlich, um übergreifende Themenfelder, Synergien und Forschungsbedarf zu identifizieren, Forschungsergebnisse aufzubereiten und in die Praxis zu tragen. Sie ist daher fortzusetzen.
- Zur Bewertung von kumulativen Wirkungen des EE-Ausbaus ist eine Methodik zu entwickeln, die eine vergleichbare und handhabbare Nutzung in der Praxis ermöglicht. Auch eine weitere Verankerung kumulativer Wirkungsbewertungen in Raumplanung und Umweltprüfung ist aufgrund der zunehmenden Dichte von EE-Anlagen erforderlich.
- Die Erprobungs- und Begleitforschung an EE-Anlagen ist zu intensivieren. Durch die wissenschaftliche Begleitung z. B. an Testanlagen oder auch im regulären Anlagenbetrieb kann die Naturverträglichkeit bewertet werden. So ist beispielsweise auch die Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen zu evaluieren.

### → Technische Entwicklungen begleiten und unterstützen

- Die technische Weiterentwicklung von EE-Anlagen in Hinblick auf ihre Naturverträglichkeit und von technischen Vermeidungsmaßnahmen ist weiterzuführen (z. B. die automatische Abschaltung von WEA). Neue Systeme sind vor dem Einsatz auf ihre Naturverträglichkeit hin zu untersuchen.
- Maßnahmen zur Verringerung des Energiebedarfs müssen auch kurzfristig ambitioniert angegangen werden. Das gilt insbesondere für Bereiche, in denen Investitionen mit langfristiger Bindung getätigt werden wie der Gebäudewärmebereich. Aber auch im Mobilitätsbereich müssen z. B. Flottengrenzwerte für Neuwagen-PKWs und die Weiterentwicklung der Elektromobilität angegangen werden. Dies wäre aus Naturschutzsicht von größerer Bedeutung, als z. B. die Entwicklung und Förderung fortschrittlicher Biokraftstoffe, die das Risiko neuer Nutzungskonkurrenzen mit sich bringen.

## 4.2 Stellschrauben für die zukünftige Ausgestaltung einer naturverträglichen Energiewende

Für eine naturverträgliche Energiewende und den Klimaschutz ist der Ausbau der erneuerbaren Energien alleine nicht ausreichend. Für die langfristige Perspektive sind daher auch grundlegendere Änderungen im Energieversorgungssystem

anzustreben, um die Ziele im Natur- und Klimaschutz gleichermaßen erreichen zu können. Dabei sind folgende Aspekte relevant:

### → Energieeffizienz- und -einsparungsziele ehrgeizig umsetzen

- Die Erhöhung der Effizienz des gesamten Energieversorgungssystems ist unerlässlich. Möglich ist das unter anderem über den Ausbau der Sektorkopplung und Elektrifizierungen im Verkehrs- und Wärmebereich.
- Die Nutzung von Bioenergie geht mit einer hohen Flächenintensität und Nutzungskonkurrenzen einher. Insbesondere die intensiven Anbauflächen für die Biogaserzeugung sind aus Naturschutzsicht zu reduzieren.
- Bioenergie kann auch zu Synergien aus unterschiedlichen Zielbereichen führen, zum Beispiel aus der Landschaftspflege. Es ist jedoch fraglich, in welchem Maß die Förderung aus dem Energiebereich geeignet ist, solche Synergien tatsächlich zu erschließen und gleichzeitig trotzdem einen bezahlbaren Beitrag zum Energiesystem zu unterstützen.

### → Zukunftsfähige Technologien wählen und naturverträgliche Optionen zum Standard machen

- Die Weichen für den weiteren EE-Ausbau sind daher so zu stellen, dass Ausbaupfade mit geringer Flächenwirksamkeit deutlich forciert werden. So ist der bauplanungsrechtliche Innenbereich durch moderne gebäudenahe Technologien wie Photovoltaik, Solarthermie und Umwelt-/Erdwärme zu nutzen, die über klassische Auf-Dach-Anlagen hinausgehen. Dafür ist auch das EEG anzupassen. Hiermit verbundene höhere Investitionskosten sind gesamtgesellschaftlichen Kosten z. B. für weitere Flächenversiegelungen gegenüberzustellen.
- Ziel muss ein landschafts- und standortbezogener Mix aus effizienten EE-Anlagen mit den niedrigsten Auswirkungen auf Natur und Landschaft sein. Dafür sind auch neue Wege nötig wie die Kombination von großen und kleinen Windenergieanlagen an bestimmten Standorten.
- Die Einbindung von Speichertechnologien in das energetische Gesamtkonzept für Deutschland ist für eine Energieversorgung vor allem aus erneuerbaren Energien unerlässlich.

### → Naturschutzziele besser in die Gesetzgebung zum EE-Ausbau integrieren

- Gesetze und (Förder-)Instrumente müssen insbesondere unter dem Aspekt der Naturverträglichkeit weiterentwickelt werden, um Konflikte im Vorfeld zu vermeiden (z. B. EEG, EEWärmeG).
- Die verschiedenen naturschutzrechtlichen Schutzkategorien bieten differenzierte Instrumente für den Flächenschutz, die auch für die räumliche Lenkung von EE genutzt werden können. Die Förderung nach EEG sollte künftig auch an die Flächenkulisse gekoppelt werden.
- Die Naturschutzziele des Arten- wie des Landschaftsschutzes sind bei der Planung des weiteren EE-Ausbaus immer umfassend im Blick zu behalten und in Einklang zu bringen. Die Ziele der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt beinhalten beispielsweise die natürliche Waldentwicklung auf 5 % der Waldfläche, die Ausweitung des Schutzgebietsnetzes oder auch die Sicherung der Bestände gefährdeter Arten. Zu diskutieren ist eine übergeordnete räumliche Steuerung auf Bundesebene (z. B. über regionalisierte, an Naturschutzaspekte gebundene Ausschreibungsmengen), die geeignet ist, diese Interessen qualifiziert zu koordinieren und einen Flächenbezug zu den geplanten Ausbaumengen auf Bundesebene herzustellen.

### → Bürgerbeteiligung als Erfolgsbedingung zur Akzeptanzsteigerung besser nutzen

- Ohne gesellschaftliche Akzeptanz ist der naturverträgliche Ausbau erneuerbarer Energien und der Stromnetze gefährdet. Auch wenn Aspekte wie Artenschutz und Erhaltung des Landschaftsbildes nur einen Teil der Protestmotive ausmachen dürften, werden diese oft besonders öffentlichkeitswirksam und prägnant dargestellt, weshalb es gilt, genau diesen Teil besser in Planungsprozessen zu berücksichtigen. Darüber hinaus besteht folgender weitergehender Forschungsbedarf:
  - Die Evaluierung der bisherigen Partizipationsansätze und Erfolgsbewertung im Kontext Ausbau Windenergie und Netzausbau unter Berücksichtigung von Natur- und Landschaftsschutz ist voranzutreiben.
  - Die Wirkungsforschung von erneuerbaren Energien (positive, negative) auf den Menschen ist auszudehnen, z. B. in Form langfristiger Akzeptanzanalysen ist auszudehnen.
  - Es sind methodische Standards bzw. empirische Bewertungsgrundlagen von Bewertungsverfahren zum Thema erneuerbare Energien, Landschaftswandel und Akzeptanz zu entwickeln und zu validieren.
  - Positivbeispiele von EE-Projekten mit Mehrwert für Naturschutz und Landschaftsplanung sind zu analysieren, zu bewerten und zu einer Sammlung von Best-Practice-Beispiele zusammen zu stellen. Eine Evaluierung der Wirksamkeit von Kommunikationsarbeit (v. a. neue Medien) und akzeptanzsteigernden Maßnahmen bei der (Neu-)Planung von EE-Vorhaben ist durchzuführen.

# 5 Literaturverzeichnis


**Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) (2014):** Metaanalyse vergleicht Prognosen zum Energieverbrauch in Deutschland. (https://www.unendlich-viel-energie.de/metaanalyse-vergleicht-prognosen-zum-energieverbrauch-in-deutschland, abgerufen am 13.06.2018)

**Behr, Oliver et al. (2015).** Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). Umwelt und Raum Bd. 7, 368 S., Institut für Umweltplanung, Hannover.

**Brinkmann et al. (2018):** Unveröffentlichte Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben am Bundesamt für Naturschutz „Berücksichtigung von Artenschutzbelangen bei der Errichtung von KWEA II (in Süddeutschland)". FKZ 3517 86 0600.

**Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (2017):** Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2016. Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biomassekraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung. Bonn.

**Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2015):** Artenschutz-Report 2015. Tiere und Pflanzen in Deutschland. Bonn.

**Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2016):** Daten zur Natur 2016. Bonn - Bad Godesberg.

**Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2015):** Steuerung der Windenergie durch die Regionalplanung – gestern, heute, morgen. In: BBSR-Analysen KOMPAKT 09/2015. Bonn.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007):** Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt. Berlin. Bonn.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2016):** Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Berlin.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und Bundesamt für Naturschutz / BMU & BfN (2018):** Naturbewusstsein 2017. Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt. Berlin und Bonn.

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWI) (2018):** Zeitreihen zur Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-STAT). Stand Februar 2018.

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWI) (2017):** Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Modul 0: Zentrale Ergebnisse und Schlussfolgerungen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Karlsruhe, Aachen, Heidelberg.

**Bundesregierung (2010):** Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.

**Bundesverband Windenergie (BWE) (2018):** Themen – Technik. Technische Entwicklung. (https://www.wind-energie.de/themen/technik-anlagen, abgerufen am 16.05.2018)

**CDU, CSU und SPD (2018):** Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. Berlin.

**Daniel-Gromke, Jaqueline et al. (2017):** Anlagenbestand Biogas und Biomethan – Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. DBFZ Report Nr. 30. Leipzig.

**Deutsche Windguard (2018):** Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland.

**DLR, Fraunhofer IWES, IFNE (2012):** Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei der Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Schlussbericht BMU-FKZ 03MAP146.

**Dürr, Tobias (2018):** Vogelverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg im Landesamt für Umwelt Brandenburg. (http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_voegel_de.xls, abgerufen am 11.04.2018)

**Dürr, Tobias (2018a):** Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg im Landesamt für Umwelt Brandenburg. (https://lfu.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_fmaus_de.xls, abgerufen am 11.04.2018)

**Enkhardt, Sandra (2018):** Tübingen führt Photovoltaik-Pflicht ein. In: PV-Magazin. (https://www.pv-magazine.de/2018/07/05/tuebingen-fuehrt-photovoltaik-pflicht-ein/, abgerufen am 31.07.2018)

**European Energy Agency (EEA) (2015):** State of nature in the EU. Results from reporting under the nature directives 2007–2012. Luxembourg.

**Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2017):** Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen. (https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas/massebezogener-substrateinsatz-in-biogasanlagen.html, abgerufen am 12.04.2018)

**Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2017a):** Massebezogener Substrateinsatz Nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen 2015. (https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas/massebezogener-substrateinsatz-nachwachsender-rohstoffe-in-biogasanlagen.html, abgerufen am 12.04.2018)

**Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2018):** Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. (https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/anbau/anbauflache-fur-nachwachsende-rohstoffe.html, abgerufen am 09.04.2018)

**Fachagentur Windenergie an Land (FAW) (2018):** Entwicklung der Windenergie im Wald. Ausbau, planerische Vorgaben und Empfehlungen für Windenergiestandorte auf Waldflächen in den Bundesländern. Berlin.

**Finck, Peter et al. (2017):** Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen in Deutschland. Dritte fortgeschriebene Fassung 2017.

**Gehrlein, Ulrich et al. (2017):** Nationale Naturlandschaften (NNL) und erneuerbare Energien. Gesamtbericht zum gleichnamigen F+E-Vorhaben. Band 1. BfN-Skript 482, Bonn - Bad Godesberg.

**Gehrlein, Ulrich et al. (2017a):** Nationale Naturlandschaften (NNL) und erneuerbare Energien. Gesamtbericht zum gleichnamigen F+E-Vorhaben. Band 2. BfN-Skript 483, Bonn - Bad Godesberg.

**Haaren, Christina v. et al. (2018):** Naturverträgliche Energieversorgung aus 100 % erneuerbaren Energien 2050. BfN-Skript 501, Bonn - Bad Godesberg.

**Hübner, G., Pohl, J. (2015):** Mehr Abstand – mehr Akzeptanz? Ein umweltpsychologischer Studienvergleich. Berlin.

**Hurst, Johanna et al. (2016):** Fledermäuse und Windkraft im Wald. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 153, Bonn - Bad Godesberg.

**Keuneke et al. (2015):** Marktanalyse zur Vorbereitung von Ausschreibungen. Vorhaben IId, Wasserkraft. Im Auftrag des BMWI. (https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/marktanalysen-studie-wasserkraft.pdf?__blob=publicationFile&v=4, abgerufen am 11.04.2018)

**Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW) (2015):** Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogellebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten (Stand April 2015).

**Lenz, Volker et al. (2015):** Effiziente Wärme aus Biomasse – Stand, Herausforderungen und Perspektiven (http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Themenhefte/th2015/th2015_07_03.pdf, abgerufen am 12.07.2018)

**Mengel, A. et al. (2018):** Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete. Naturschutz und Biologische Vielfalt 166, Bonn - Bad Godesberg.

**Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (MUGV Brandenburg) (2014):** Leitfaden des Landes Brandenburg für Planung, Genehmigung und Betrieb von Windkraftanlagen im Wald. Potsdam.

**Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) (2018):** Welchen Flächenbedarf haben Windenergieanlagen? (https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/windenergie/faq-windenergie/welchen-flaechenbedarf-haben-windenergieanlagen/; abgerufen am 05.04.2018)

**Meschede, Angelika et al. (2017):** Wanderrouten der Fledermäuse. BfN-Skript 453, Bonn - Bad Godesberg.

**Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz (MULEFW) (2012):** Naturschutzfachlicher Rahmen zum Ausbau der Windenergienutzung in Rheinland-Pfalz. Artenschutz (Vögel, Fledermäuse) und NATURA 2000-Gebiete.

**Peters, Wolfgang et al. (2011):** Naturschutzstandards Erneuerbarer Energien. Schlussbericht (http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/index.php/infodatenbank, abgerufen am 14.05.2018)

**Reich, Michael et al. (2018):** Unveröffentlichte Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben am Bundesamt für Naturschutz „Naturschutzfachliche Fragen des Ausbaus der erneuerbaren Energien an überörtlichen Verkehrswegen und dessen Auswirkungen auf die Wiedervernetzung von Lebensräumen“. FKZ 3515 82 3300.

**Riedl, Ulrich et al. (2018):** Unveröffentlichte Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben am Bundesamt für Naturschutz „Szenarien für den Ausbau der erneuerbaren Energien aus Naturschutzsicht“. FKZ 3515 82 2900.

**Schmidt, Catrin et al. (2011):** Kulturlandschaften gestalten! Dresden.

**Schmidt, Catrin et al. (2016):** Monitoring Deutschland. (https://tu-dresden.de/bu/architektur/ila/lp/forschung/forschungsprojekte/abgeschlosseneforschungsprojekte/monitoring-kulturlandschaft-deutschland, abgerufen am 23.05.2018)

**Schmidt, Catrin et al. (2018):** Landschaftsbild und Energiewende. Ergebnisse des gleichnamigen Forschungsvorhabens FKZ 3515 82 3400 im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Band 1: Grundlagen. Dresden, Rottenburg (Neckar), Tübingen, Kassel.

**Schmidt, Catrin et al. (2018a):** Landschaftsbild und Energiewende. Ergebnisse des gleichnamigen Forschungsvorhabens FKZ 3515 82 3400 im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Band 2: Handlungsempfehlungen. Dresden, Rottenburg (Neckar), Tübingen, Kassel.

**Schuler, Johannes et al. (2017):** Kumulative Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft. BfN-Skript 463, Bonn - Bad Godesberg.

**Schliep, Rainer et al. (2017):** Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt. BfN-Skript 470, Bonn - Bad Godesberg.

**Thrän, Daniela et al. (2018):** Unveröffentlichte Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben „Naturschutzfachliches Monitoring des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strombereich und Entwicklung von Instrumenten zur Verminderung der Beeinträchtigung von Natur und Landschaft“, FKZ 3515 82 2700.

**Umweltbundesamt (UBA) (2017):** Flächensparen – Boden und Landschaft erhalten. (https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten#textpart-1, abgerufen am 04.04.2018)

**Willis, Katherine J. (Hrsg.) (2017):** State of the World’s Plants 2017. Report. Royal Botanic Gardens, Kew.

**Wulfert, Katrin et al. (2018):** Arten und Gebietsschutz auf vorgelagerten Planungsebenen. BfN-Skript 507, Bonn - Bad Godesberg.

# 6 Abbildungsverzeichnis


Abbildung 1: Holz ist aktuell die wichtigste erneuerbare Wärmequelle. (Foto: Kathrin Ammermann) 4
Abbildung 2: Der Ausbau der erneuerbaren Energien trägt zum Landschaftswandel bei. (Foto: Ulf Hauke) 5
Abbildung 3: Der Bau und Betrieb von Windenergieanlagen hat Einfluss auf die Kulturlandschaft und windenergiesensible Tierarten. (Foto: Ulf Hauke) 6
Abbildung 4: Der großflächige Anbau von Energiepflanzen wie Mais für den Einsatz in Biogasanlagen trägt zum Verlust der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft bei. (Foto: Ulf Hauke) 7
Abbildung 5: Anteile der erneuerbaren Energieträger an der Stromerzeugung aus EE (Eigene Abbildung nach BMWI 2018) 8
Abbildung 6: Räumliche Verteilung von EE-Anlagen in Deutschland, Stand 2015 (Thrän et al. 2018) 9
Abbildung 7: Flächenerträge verschiedener erneuerbarer Energieträger (DLR et al. 2012) 10
Abbildung 8: Inanspruchnahme verschiedener Landnutzungsklassen am jährlichen Windenergiezubau (eigene Abbildung nach Thrän et al., unveröffentlicht) 11
Abbildung 9: Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (FNR 2018) 11
Abbildung 10: Landschaften mit gravierendem Landschaftswandel durch erneuerbare Energien seit 1996 (Schmidt et al. 2016, Abbildung angepasst) 14
Abbildung 11: Technische Überprägung des Landschafts- und historischen Ortsbildes durch die Dominanz der Windenergieanlagen (Foto: Ulf Hauke) 15
Abbildung 12: Eine Umzäunung von PV-FFA führt zu Barrieren in der Landschaft. (Foto: Ulf Hauke) 16
Abbildung 13: Rotmilane kollidieren immer wieder mit Windenergieanlagen. (Foto: Nora Köcher) 16
Abbildung 14: Zustimmung zur Energiewende im Zeitvergleich (Sinus-Modell) (BMU & BfN 2018) 17
Abbildung 15: Zustimmung zur Energiewende nach sozialen Milieus (Sinus-Modell) (BMU & BfN 2018) 17
Abbildung 16: Zentrale Argumente von Bürgerinitiativen gegen Windenergie (Kühne et al. in Schmidt et al. 2018) 17
Abbildung 17: Ambitionierte Zielsetzung für die Reduzierung des Energiebedarfs bis 2050 (Haaren et al. 2018) 20
Abbildung 18: Optisch gelungene Integration von Photovoltaik im Gebäudebereich (Foto: Ulf Hauke) 20
Abbildung 19: Entwicklung der Anlagenhöhe und maximalen Nennleistung von Windenergieanlagen (eigene Darstellung nach BWE 2017) 21
Abbildung 20: Überprägung historisch gewachsener Kulturlandschaften durch WEA (Foto: Ulf Hauke) 25
Abbildung 21: Energieträgerübergreifende Empfehlungen zum Landschaftsbild für die Planungspraxis (Eigene Abbildung auf Grundlage von Schmidt et al. 2018a) 25
Abbildung 22: Der Große Abendsegler gehört zu den windenergiesensiblen Fledermausarten. (Foto: Hendrik Reers) 27
Abbildung 23: In Reihe aufgestellte WEA können Barrieren zwischen Teillebensräumen oder für die Migrationsbewegungen darstellen. (Foto: Ulf Hauke) 27
Abbildung 24: Unzerschnittene Natur- und Kulturlandschaften haben einen besonderen Wert z. B. für die Erholungsnutzung und können z. B. über das Schutzgebietsinstrumentarium erhalten werden. (Foto: Asja Weber) 28
Abbildung 25: Greifvögel werden bei der Bearbeitung von landwirtschaftlichen Flächen angelockt. Räumlich benachbarte WEA sollten daher zeitweise abgeschaltet werden. (Foto: Nora Köcher) 31
Abbildung 26: Fischtreppe (Foto: Friedhelm Igel) 33
Abbildung 27: Auch kleine Dachflächen können für die Erzeugung von Solarstrom genutzt werden. (Foto: Ulf Hauke) 35

# 7 Tabellenverzeichnis


| | | |
|---|---|---|
| Tabelle 1: | Anteile von Windenergieanlagen in den Schutzgebietskategorien (Eigene Berechnung nach Thrän et al., unveröffentlicht) | 12 |
| Tabelle 2: | Nicht abschließende Zusammenfassung potenzieller Wirkungen und Konflikte von EE-Anlagen auf Arten, Habitate und Landschaft (eigene Zusammenstellung basierend auf Peters et al. 2011 und Schmidt et al. 2018) | 13 |


# 8 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| BauGB | Baugesetzbuch |
| BfN | Bundesamt für Naturschutz |
| BNatSchG | Bundesnaturschutzgesetz |
| bspw. | beispielsweise |
| d. h. | das heißt |
| EE | Erneuerbare Energien |
| EEG | Erneuerbare-Energien-Gesetz |
| EEWärmeG | Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich |
| F+E | Forschung und Entwicklung |
| FFH | Flora-Fauna-Habitat |
| FKZ | Forschungskennzeichen |
| i. d. R. | in der Regel |
| IUCN | International Union for Conservation of Nature |
| LSG | Landschaftsschutzgebiet |
| NBS | Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt |
| NSG | Naturschutzgebiet |
| PV-FFA | Photovoltaik-Freiflächenanlage |
| SUP | Strategische Umweltprüfung |
| UVP | Umweltverträglichkeitsprüfung |
| UVPG | Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung |
| v. a. | vor allem |
| VGH | Verwaltungsgerichtshof |
| WEA | Windenergieanlage |
| WKA | Wasserkraftanlage |
| z. B. | zum Beispiel |
| z. T. | zum Teil |