Michael Koch

Ausbau der Windenergie – Möglichkeiten und Probleme der Umsetzung

Expansion of Wind Energy – Opportunities and Problems Connected to the Implementation

Zusammenfassung

Die sogenannte Energiewende hat eine vielseitige und teilweise kontroverse Diskussion auf politischen, fachlichen und gesellschaftlichen Ebenen ausgelöst. Am Beispiel der Windkraftnutzung werden Chancen und Schwierigkeiten bei der Umsetzung politischer Ziele aufgezeigt, die Anlass geben, über Konzepte, Methoden der Umweltprüfung und Maßstäbe der Zulassung zu diskutieren. Es besteht ein großes Ungleichgewicht in der Anwendung von Methoden und der Genehmigung von Windkraftanlagen auf See (Offshore) und an Land (Onshore). Zudem bestehen große Unterschiede in den Anforderungen an Genehmigungsunterlagen bei den einzelnen Bundesländern bzw. Genehmigungsbehörden. Im Vergleich mit der Genehmigungspraxis von Vorhaben anderer Nutzungen wie dem Verkehr beispielsweise werden Diskrepanzen in der Bewertung der Umweltverträglichkeit der Windenergie angesprochen. Es wird die Notwendigkeit einer fachlich fundierten Diskussion über angemessene Methoden und Bewertungsmaßstäbe, einer besseren Koordination von Forschungen und einer Harmonisierung von Untersuchungsstandards aufgezeigt. Die Energiewende kann nur gelingen, wenn die Bedingungen zur Nutzung der erneuerbaren Energien, insbesondere der Windkraft, allgemein gültigen Standards bei Planung und Genehmigung entsprechen. Hiervon ist die Praxis derzeit weit entfernt.

Abstract

The turnaround in energy policy has unleashed a wide-ranging and controversial discussion. Using the example of wind energy, opportunities and problems encountered in the implementation of political aims are dealt with which give cause to discuss concepts and methods of environmental assessment and criteria for decision-making. There is an imbalance between the application of methods and development control of offshore and onshore projects. Furthermore, the requirements relating to the quality of the approval documents differ widely between federal states as well as authorisation authorities. Comparing the practice of other project types (e.g. traffic projects), discrepancies in the evaluation of environmental effects of wind energy projects is dealt with. The need to discuss suitable methods and assessment criteria, to coordinate research and to harmonise assessment standards is highlighted. A turnaround in energy policy can only be achieved if the requirements for the usage of renewable energies meet generally accepted standards. Currently, practice has still a long way to go to achieve this aim.

Schlagworte

Deutschland; Windenergie; Energiewirtschaft und Raumordnung; Energiewirtschaft, Umweltprobleme; Flächennutzungsplanung; Planungsrecht; Artenschutz; Lärmschutz

Keywords

Germany; Wind energy; Energy management and spatial planning; Energy management, environmental issues; Preparatory land-use planning; Planning law; Species protection; Noise protection

Schwerpunkt

Einleitung

Die Energiewende ist in aller Munde, ihre Umsetzung ist jedoch mit zahlreichen Problemen und Widerständen verbunden. Besonders deutlich wird dies bei der Nutzung der Windkraft. Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen werden u. a. durch fehlende planerische Vorgaben, unzureichende Daten und Kenntnisse über artenschutzrechtliche Belange, unterschiedliche Standards in den einzelnen Bundesländern und hohe Auflagen bei der Genehmigung erschwert. Hinzu kommt, dass die Akzeptanz in der Bevölkerung sehr unterschiedlich ist.

Seit der politisch eingeleiteten Energiewende ist ein starker Zeitdruck entstanden. Durch enorme Investitionen sowohl im Offshore- als auch im Onshore-Bereich entstehen große Engpässe bei Planung, Begutachtung und Prüfung bzw. Genehmigung sowie bei der Errichtung von Anlagen.

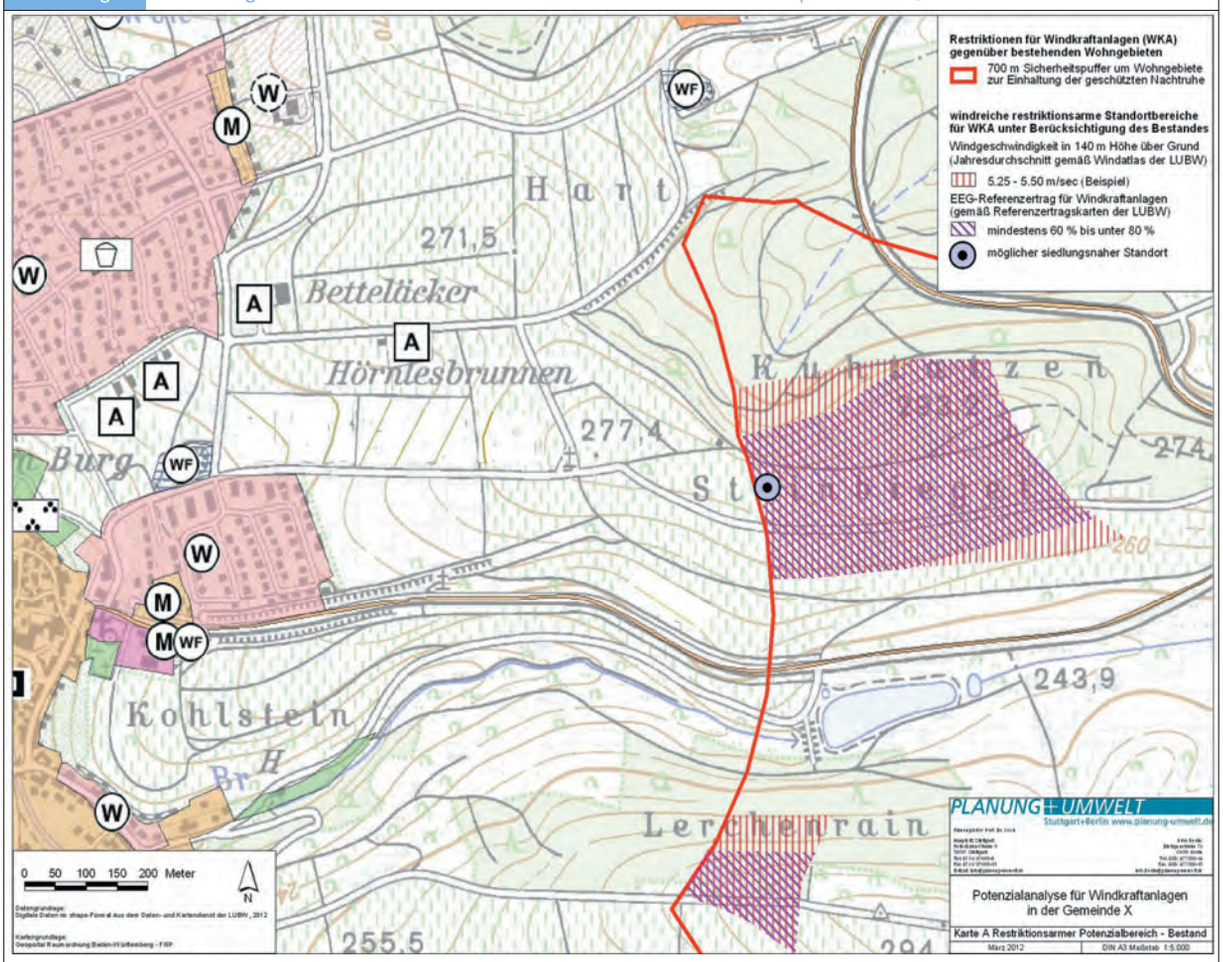
Das Thema ist sehr komplex, es können hier nur einige Aspekte exemplarisch heraus gegriffen werden. Auf weiterführende Literatur wird verwiesen.

Möglichkeiten der Windkraftnutzung

Wind gibt es überall, aber es gibt in Deutschland ein starkes Nord-Süd-Gefälle, die Potenziale sind hier sehr unterschiedlich verteilt. Die sogenannte Windhöffigkeit ergibt sich aus der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit (gemessen in m/sec) in verschiedenen Höhen; sie ist ein Maß zur Beurteilung der Nutzbarkeit des Winds unter technischen und ökonomischen Gesichtspunkten. An der Nordsee beträgt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit 9,3 m/sec, in Teilen von Süddeutschland, z. B. in Oberbayern, nur 5,09 m/sec.

Zur Nutzung der Windkraft werden unterschiedliche Techniken eingesetzt. Man unterscheidet zwischen Großanla-

Abbildung 1: Einhaltung eines Abstands einer WEA von 700 m zum Ortsrand (Beispiel Talheim, aus: PLANUNG+UMWELT 2013)



gen, wie sie sowohl im Offshore- als auch im Onshore-Bereich eingesetzt werden, und sogenannten Kleinanlagen, die je nach Größe ohne besondere Genehmigungsverfahren auch im Siedlungsbereich zum Einsatz kommen können. Über Kleinanlagen wird aber derzeit nur sehr selten diskutiert; sie führen ein Schattendasein, obwohl auch hier Potenziale vorhanden sind.

Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Windkraft hat in den letzten 20 Jahren stark zugenommen (1990: 71 MW/Mitte 2014: 36.861 MW, Ender 2014). Im Jahr 2011 wurden 46.500 GW/h elektrischer Strom durch Windkraft erzeugt. Dabei war die Entwicklung in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich, in Schleswig-Holstein, Niedersachsen oder Mecklenburg-Vorpommern wurde der Ausbau der Windkraftnutzung bereits in den 90er Jahren stark vorangetrieben, während Bundesländer wie Baden-Württemberg oder Bayern bis heute Schlusslichter sind. Aufgrund dieser zeitlich versetzten Entwicklung sind Vorgehensweisen und Standards bei Prüfung und Genehmigung von Windenergieanlagen in den Bundesländern sehr unterschiedlich.

Windenergienutzung Offshore

Die Offshore-Nutzung findet in der Regel außerhalb der 12-Meilen-Zone statt. Ziel der Bundesregierung ist die Installation von WEA mit einer Gesamtleistung von 15.000 MW bis zum Jahr 2030. Derzeit sind Anlagen mit einer Gesamtleistung von 628 MW installiert, weitere Anlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 2499 MW befinden sich im Bau (vgl. Lüer & Wallasch 2014; www.offshore-windenergie.net).

Bereits genehmigt sind weitere Anlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 9000 MW.

Künftige Entwicklung

Im Juni 2014 befanden sich Anlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 30.000 MW im Genehmigungsverfahren. Damit werden die ursprünglichen Ziele der Bundesregierung zum Ausbau der Offshore-Windkraftnutzung mit ca. 42.000 MW (Stand Juni 2014) bereits 15 Jahre früher als geplant um das Dreifache übertroffen. Der geplante Leistungszubau wird damit die bislang installierte Windenergieleistung (Offshore und Onshore) bei Weitem übersteigen.

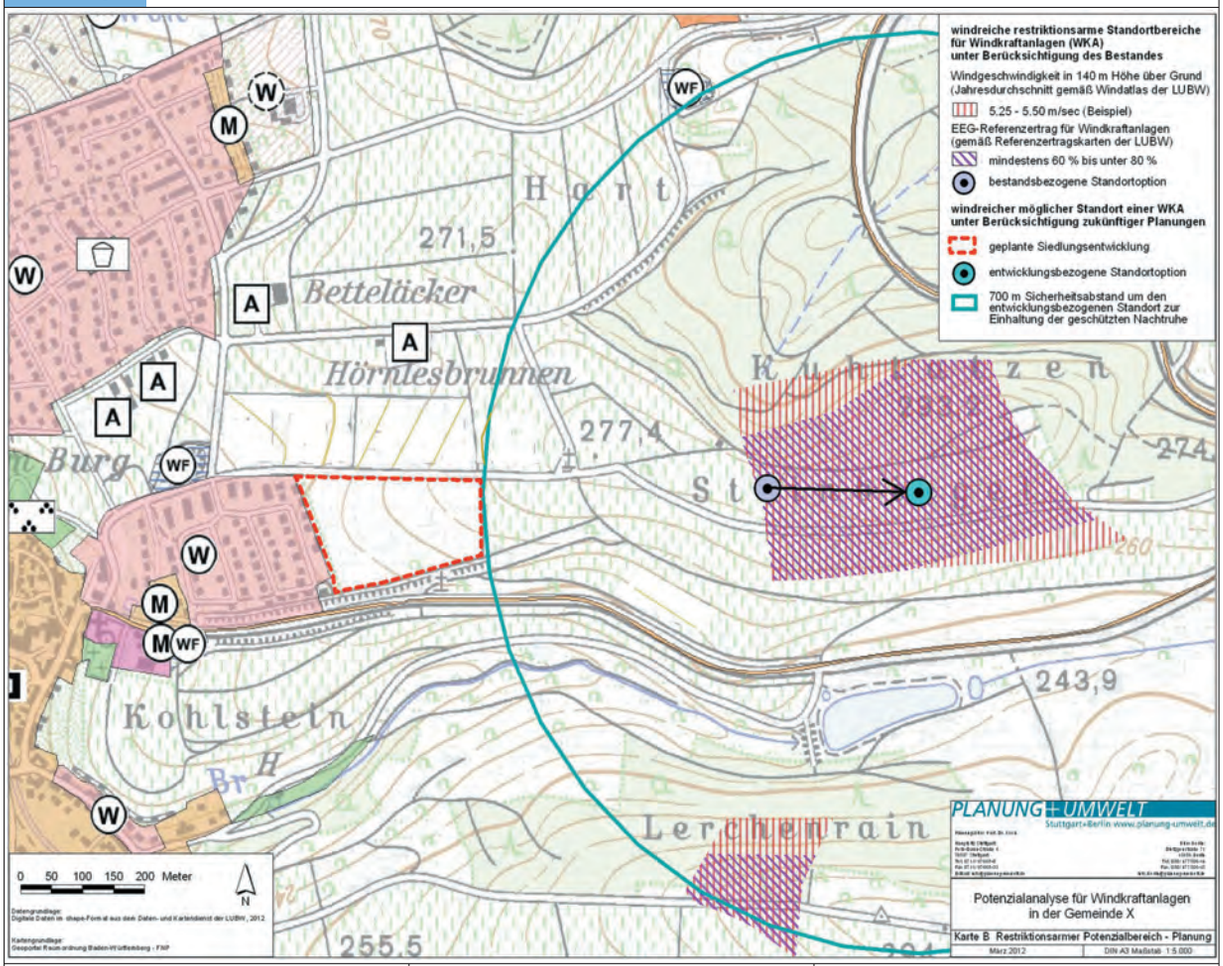
Der massive Ausbau der Windkraftnutzung im Offshore-Bereich findet trotz großer technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Probleme statt.

Problem Netzeinspeisung und Weiterleitung

Die Weiterleitung der erzeugten Energie in Regionen mit hohem Strombedarf ist bislang nicht geklärt; es fehlt an leistungsfähigen Trassen. Die Ableitung des Stroms aus den Offshore-Windparks in das Onshore-Netz stellt sowohl technisch als auch ökonomisch eine große Herausforderung dar. Für die Stromableitung aus den Windparks auf See muss ein hoher technischer Aufwand (Wandlung des Stroms in Gleichstrom und Rückumwandlung, Verlegung von Seekabeln) betrieben werden. Die Netzeinspeisung erfordert den Bau von Stromtrassen zu den Verbrauchern in Bereichen mit hohem Energiebedarf (z. B. Süddeutschland). Dabei bestehen vielfältige Probleme bei der Suche nach neuen Stromtrassen von Nord nach Süd (s. Neumann im vorliegenden Heft).

Die Einspeisung von Energie ins Stromnetz kann insbesondere bei Volllastbetrieb einerseits oder geringem Bedarf andererseits zu Engpässen

Abbildung 2: Verschiebung des Abstands einer WEA zum künftigen Ortsrand (Beispiel Talheim, aus: PLANUNG+UMWELT 2013)



führen. Diese Problematik wird verschärft durch bislang unzureichende Speichermöglichkeiten.

Problem Wirtschaftlichkeit

Hinter die Wirtschaftlichkeit von Offshore-Anlagen müssen langfristig gesehen große Fragezeichen gesetzt werden.

Installation, Wartung und Logistik auf See erfordern einen hohen Aufwand. So müssen aufgrund hoher Belastungen im Meer (Wellenschlag, Salzwasser, Baugrund) aufwendige Konstruktionen erstellt werden. Installation und Wartung der Anlagen in Offshore-Windparks erfordern einen hohen logistischen Aufwand, da die Windparks in der Regel außerhalb der 12-Meilen-Zone erstellt werden. Zusätzlich ist in der Regel der Einsatz von Spezialschiffen, Hubschraubern und Tauchern notwendig (vgl. hierzu Hobohm et al. 2013).

Die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Anlagentechnik kann ein Problem der Zukunft werden. Bislang gibt es wenige Erfahrungen über Haltbarkeit von Materialien und Konstruktionen (Korrosion, Erschütterungen durch Wellenschlag), wodurch die wirtschaftliche Kalkulation der Anlagen schwierig ist.

Ein unkalkulierbares Risiko bei der Errichtung von Windparks im Meer besteht durch Unkenntnisse über Munitionsaltlasten. Die Art, Menge und Lage von verklappter Munition aus dem zweiten Weltkrieg in Nord- und Ostsee ist aufgrund der schlecht dokumentierten Verklappung und über Unkenntnis möglicher Verdriftungen im Lauf der Jahrzehnte vollkommen unzureichend, weshalb bei der Erschließung von Offshore-Windfeldern hohe Kosten für die Erkundung und ggf. Beseitigung von Munitionsaltlasten entstehen können (vgl. Böttcher et al. 2012). Auf die aktuelle Situation und die möglichen Kosten für die Beseitigung der Munitionsaltlasten und einem zeitweiligen Baustopp beim Bau des Windparks Riffgat vor der Küste Borkums verweist DIE ZEIT (Maier-Borst 2014). Angeblich sollen 1,5 Millionen Tonnen Munitionsaltlasten in Nord- und Ostsee lagern.

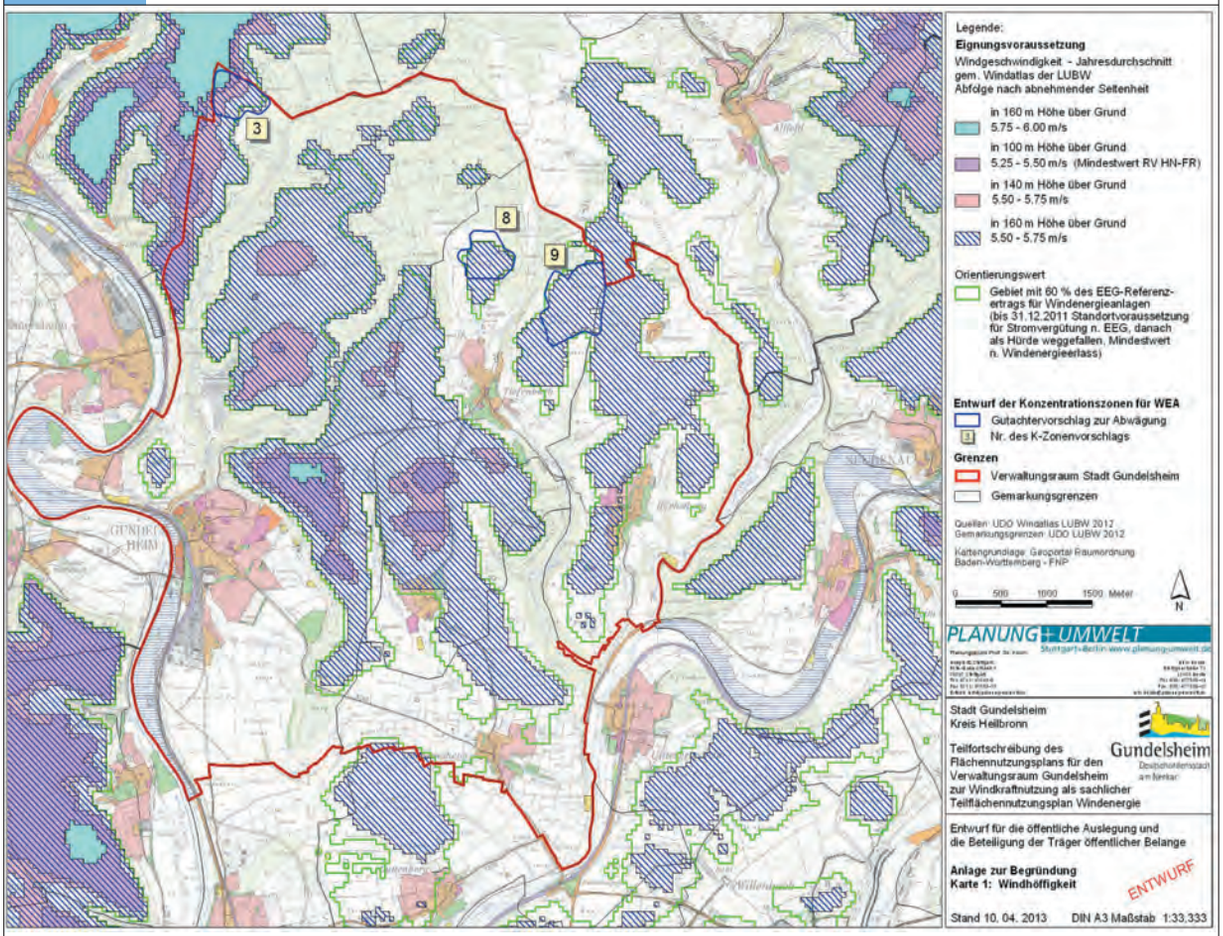
Problem Umweltauswirkungen

Zu den langfristigen Auswirkungen von Offshore-Windparks auf die Ökologie der Meere bestehen derzeit noch viele offene Fragen. Daher wurde ein groß angelegtes Forschungsprogramm aufgelegt, das die Auswirkungen der Windenergieanlagen auf See untersucht (vgl. Beiersdorf et al. 2014). Die hier ex post, d. h. nach der Installation der Anlagen, gewonnenen Erkenntnisse tragen zur Verbesserung des Kenntnisstands bei; sie haben aber nur bedingt Einfluss auf die Genehmigung von derzeit beantragten Offshore-Anlagen.

Für die Genehmigung von Offshore-Windkraftanlagen können viele mögliche Umweltauswirkungen bislang nicht oder kaum prognostiziert werden. Im Offshore-Bereich befindet man sich im Stadium des Learning by doing; die Auswirkungen auf die Umwelt werden in Begleitforschung ermittelt (Beiersdorf et al. 2014).

- Die Einflüsse von Windenergieanlagen im Meer auf Zug- und Rastvögel, insbesondere die potenziellen Kollisionsgefahren, sind nicht hinreichend bekannt. Eine Erfassung der Hauptvogelzugrouten sowie die Ausweisung von Schutzgebieten sind dringend erforderlich. Eine Prognose möglicher

Abbildung 3: Windhöffigkeit (Entwurf der Teilfortschreibung des Flächennutzungsplans der Stadt Gundelsheim, aus: PLANUNG+UMWELT 2013)



Kollisions- und Tötungsrisiken, wie sie z. B. bei Onshore-Anlagen für Fledermäuse gefordert wird, kann hier bislang nicht vorgenommen werden.

- Die Einflüsse von Schallemissionen auf Fische und Meeressäuger z. B. bei der Gründung der Fundamente und während der Betriebsphase sind weitgehend unbekannt, zumal die Schallausbreitung unter Wasser stärker und schneller ist als in der Luft. Die Beeinträchtigungen der Unterwasserfauna (z. B. Schweinswale) durch Schall, insbesondere durch Infraschall, werden derzeit erforscht; erste Ergebnisse liegen vor.
- Die Einflüsse auf die Bodenlebewelt des Meeres (Benthos), z. B. durch temporäre Auswirkungen durch Gründungsarbeiten, Sedimentdynamik, die Verlegung von Seekabeln oder die Veränderung der Wasserqualität, können bislang kaum abgeschätzt werden. Veränderung der Fauna im Bereich der Fundamente, die wie künstliche Riffe wirken können und die damit zu einer Ansiedlung von bislang nicht vorkommenden Pflanzen und Tieren (u. a. Muscheln, Krebse und Schnecken) und zu einer Anlockung von räuberischen Arten (Fische und Meeressäuger) führen können, können langfristige Veränderungen der Biozönosen bewirken, die sich aber bislang nur schwer abschätzen lassen.

Trotz dieser umfangreichen und grundlegenden Kenntnisprobleme wird der Ausbau der Offshore-Windenergie mit hohem Druck vorangetrieben. Die laufende Begleitforschung gibt zwar neue Erkenntnisse über Umweltveränderungen und Beeinflussung der Meeresumwelt, Schäden und ggf. Tötungen von Tieren, auch geschützten, können dadurch aber nicht vermieden werden.

Daher kommt dem Monitoring und der Möglichkeit von Nachsteuerungen bei der Genehmigung von Windkraftanlagen eine große Bedeutung zu.

Windenergienutzung Onshore

Der Ausbau der Windenergie im Onshore-Bereich stößt auf eine Vielzahl von Schwierigkeiten und Widerständen, die sich je nach Region z. T. stark unterscheiden. Die einzelnen Bundesländer gehen aufgrund unterschiedlicher Erfahrungen in vielfältiger Weise mit den Problemen bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen um. So ist ein bunter Strauß von Methoden, Regelungen und Vorgehensweisen entstanden, der je nach geografischer Lage den Ausbau der Windenergie eher befördert oder behindert.

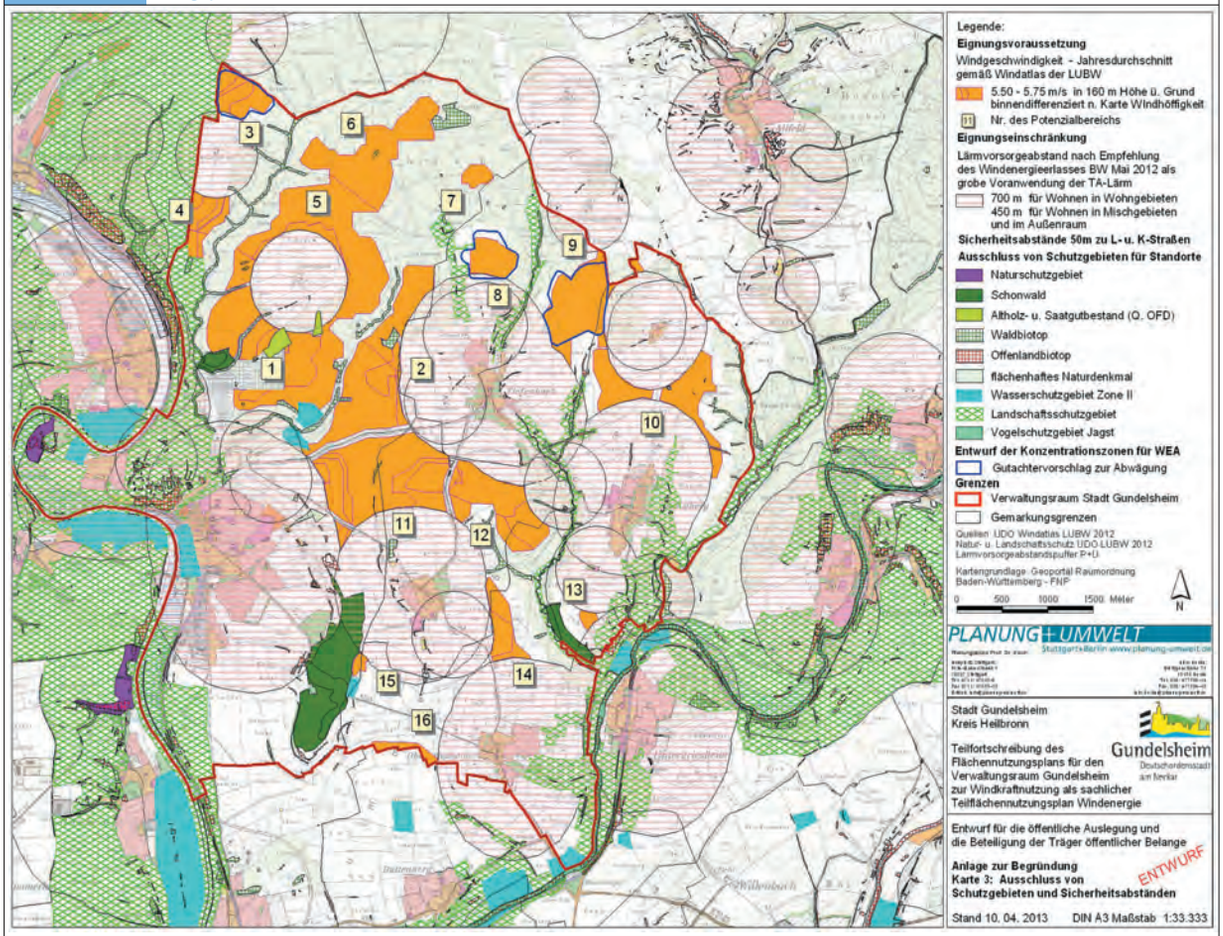
In einer Studie für den BWE ermitteln Bofinger et al. (2011) das grundsätzlich im Onshore-Bereich zur Verfügung stehende Windkraftpotenzial bezogen auf die Gesamtfläche von Deutschland . Hierbei handelt es sich um eine rein formale Restriktionsanalyse, bei der konkrete Kriterien der örtlichen Situation (z. B. Artenschutz, Gebäude im Außenbereich, Besitzfragen, Bundeswehrradar) nicht berücksichtigt werden konnten.

Die berechneten nutzbaren Flächen werden in vier Klassen aufgeteilt:

- nicht nutzbare Flächen 77,6 %,
- Flächen ohne Restriktionen 7,9 %,
- nutzbarer Wald außerhalb von Schutzgebieten 4,4 % und
- nutzbare Flächen innerhalb von Schutzgebieten 10,1 %.

Der Anteil der für die Windkraft nutzbaren Flächen ist in den einzelnen

Abbildung 4: Eignungsgebiete unter Berücksichtigung harter Kriterien (Entwurf der Teilfortschreibung des Flächennutzungsplans der Stadt Gundelsheim, aus: PLANUNG+UMWELT 2013)



Bundesländern, z. B. aufgrund von Relief oder Einwohner- und Siedlungsdichte, sehr unterschiedlich. Bei Berücksichtigung möglicher Unsicherheiten kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass ein Flächenanteil von 2 % für die Windenergienutzung als realistisch anzusehen ist.

Anders als im Offshore-Bereich, wo die Windhöffigkeit generell hoch ist, bestehen innerhalb Deutschlands große Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Windhöffigkeit. Während der Norden ein hohes Potenzial aufweist, nimmt die Windhöffigkeit, bis auf die Hochlagen der Mittelgebirge, nach Süden deutlich ab. Es gibt große Flächen, die sich aufgrund einer mittleren Windgeschwindigkeit unterhalb von 5,25 m/sec in 100 m Höhe – unter Berücksichtigung des derzeitigen Stands der Technik – kaum oder nicht für eine wirtschaftliche Nutzung der Windenergie eignen. In diesen Bereichen mit niedriger Windhöffigkeit wird die räumliche Planung der Windenergienutzung schwierig bis problematisch. Sie muss aber trotzdem durchgeführt werden, will die Kommune Planungsschäden und Entwicklungshindernisse in der Zukunft vermeiden.

Notwendigkeit der Steuerung durch Bauleitplanung

Durch die Änderung von Landesplanungsgesetzen und die Verlagerung der Zuständigkeit für die Ausweisung von Konzentrationszonen für die Windkraftnutzung von der regionalen auf die kommunale Ebene ist in Verbindung mit der Privilegierung der Windenergie im Außenbereich hoher Handlungsdruck bei den Kommunen entstanden.

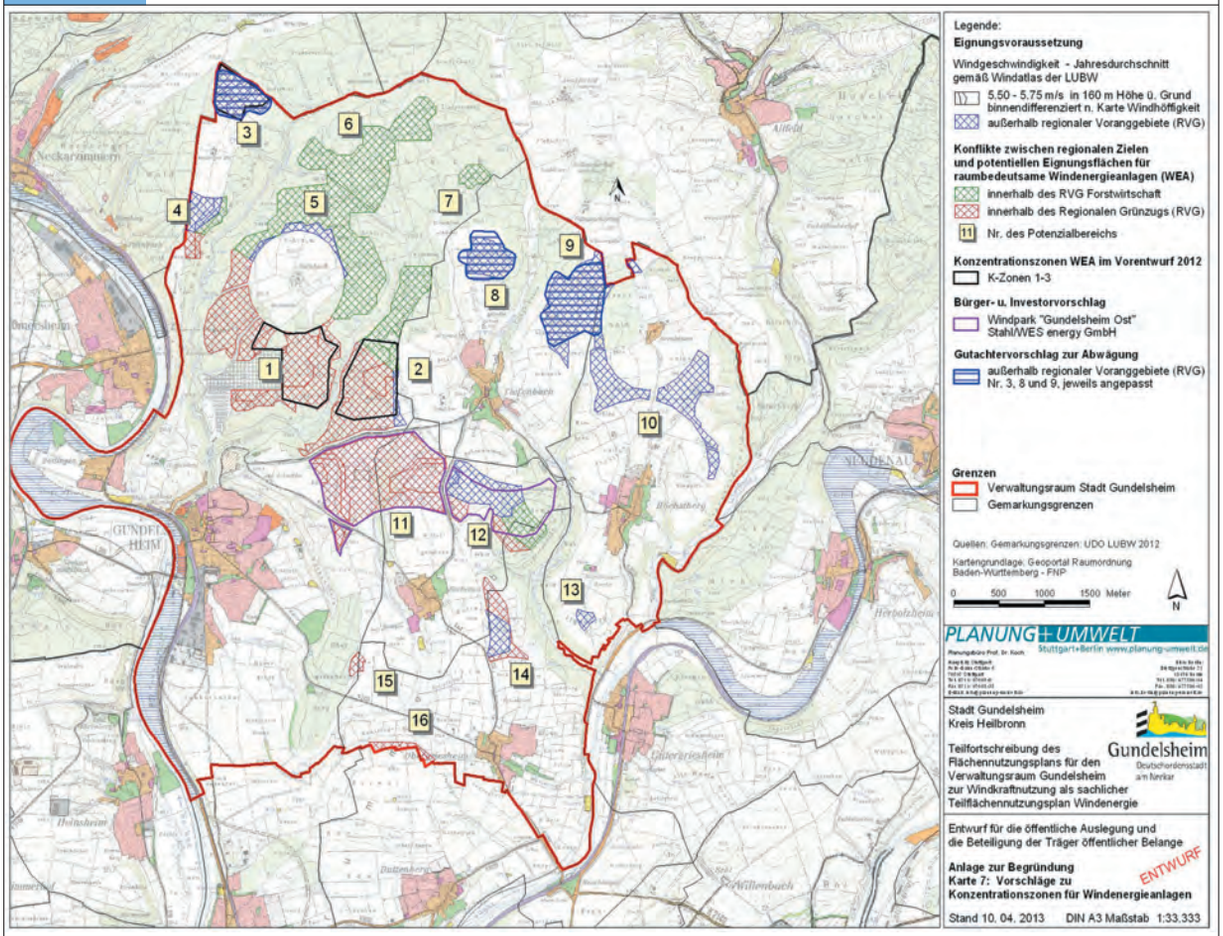
Nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB gilt die allgemeine Privilegierung von Windenergieanlagen im gesamten Gebiet einer Kommune. Damit kann es zu ungeordneten Entwicklungen kommen, die nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt haben. Um nachteilige Auswirkungen einer ungeordneten, ausschließlich auf die Privilegierungsvorschrift des § 35 Abs. 1 BauGB gestützten Zulassung von einzelnen Windenergieanlagen zu vermeiden, hat der Gesetzgeber den Gemeinden in § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB planerische Steuerungsmöglichkeiten für die Ansiedlung von Windenergieanlagen gegeben. Danach können in Verbindung mit § 5 Abs. 2 lit. b BauGB im Flächennutzungsplan sogenannte Konzentrationszonen für Windenergieanlagen dargestellt werden. Eine solche Darstellung hat das Gewicht eines öffentlichen Belangs i. S. Des § 35 Abs. 1 BauGB, der einer Windenergieanlage an anderer Stelle – außerhalb der Konzentrationszonen – in der Regel entgegensteht.

Die Änderungen im BauGB haben zu einer Verschiebung der Steuerungsmöglichkeiten von der Regionalplanung auf die kommunale Ebene geführt. Es ist ein großer Handlungsdruck bei der Kommune entstanden, sofern sie eine ungesteuerte Entwicklung der Windenergienutzung im Außenbereich verhindern will.

Verzichtet eine Gemeinde auf die Ausweisung von Konzentrationszonen für die Windenergienutzung, kann eine künftige Siedlungsentwicklung u. U. verhindert werden (siehe Abb. 1 und 2).

Windkraftanlagen müssen aus Immissionsschutzgründen Mindestabstände zur Wohnbebauung einhalten [z. B. bei WA 45 dB(A) nachts, das bedeutet bei einer WEA mit 106 dB(A) Lärmemissionen die Einhaltung eines Abstands von mind. 700 m]. Würde eine WEA im Abstand von 700 m zum derzeitigen Ortsrand nach

Abbildung 5: Auswahl verbleibender Eignungsgebiete (Entwurf der Teilfortschreibung des Flächennutzungsplans der Stadt Gundelsheim, aus: PLANUNG+UMWELT 2013)



§ 35 BauGB genehmigt werden, wäre eine künftige Siedlungsentwicklung in diese Richtung ausgeschlossen.

Will die Kommune künftige Siedlungsentwicklungen ermöglichen, müssen größere Abstände eingehalten bzw. kleinere Zonen im Flächennutzungsplan ausgewiesen werden

In Gebieten mit unterdurchschnittlicher Windgeschwindigkeit (< 5,25 m/sec in 100 m Höhe) kann eine Ausweisung von Eignungs- und Vorranggebieten oder gar von Konzentrationszonen teilweise nicht möglich oder sinnvoll sein, da die Ausweisungen grundsätzlich die Windhöffigkeit zu berücksichtigen haben. Hier stellt sich die Frage, ob es Sinn hat, dass Kommunen in windschwachen Gebieten zur Vermeidung von räumlichen Fehlentwicklungen Teilfortschreibungen von Flächennutzungsplänen durchführen und Konzentrationszonen für die Windenergienutzung ausweisen.

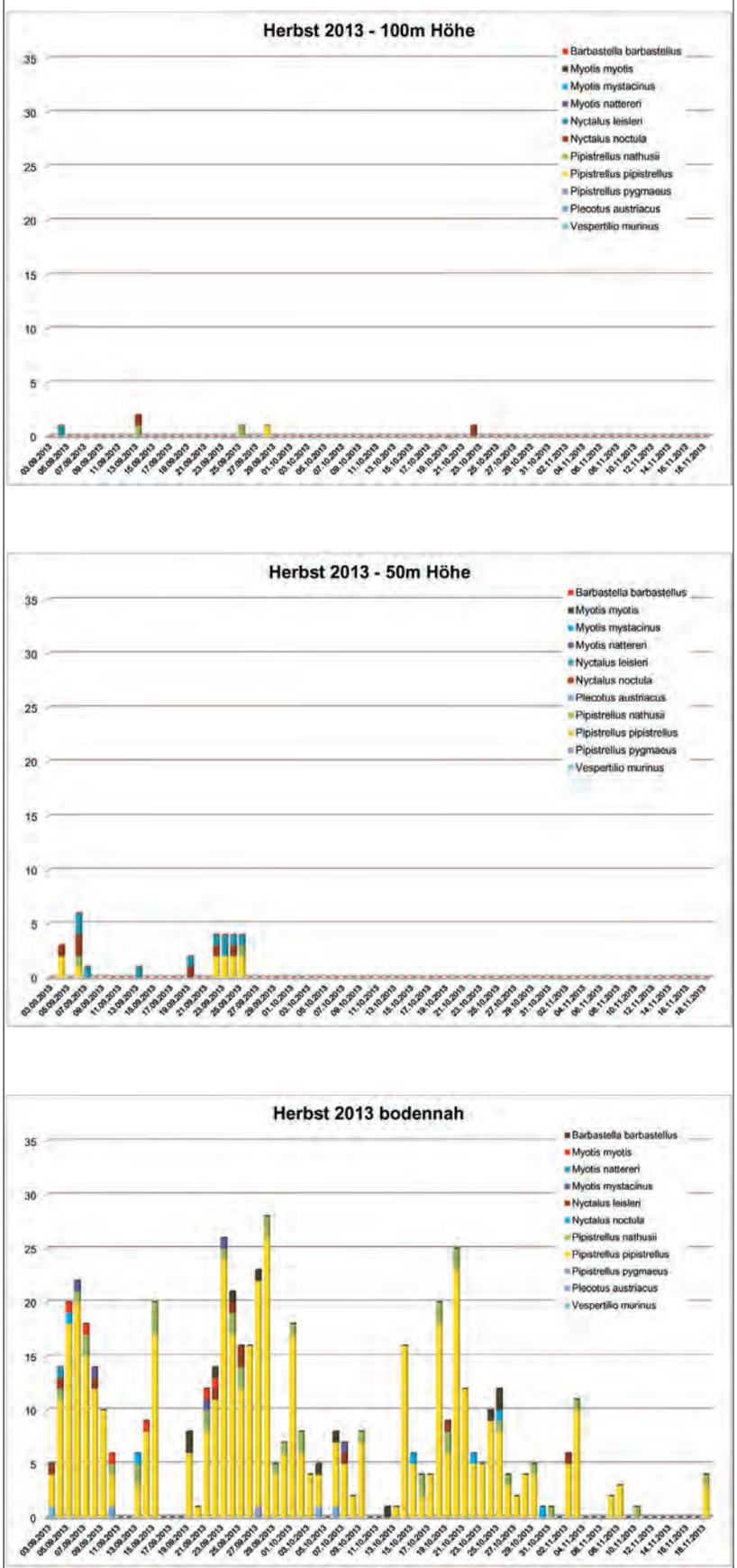
In anderen Gebieten kann das Potenzial der Windenergie aufgrund vielfältiger Restriktionen nur eingeschränkt oder nicht genutzt werden. Ausgehend von der Windhöffigkeit (siehe Abb. 3), ergeben sich Eignungsgebiete (potenzielle Konzentrationsflächen). Bei Beachtung harter Kriterien (wie Schutzgebiete, Abstände von 450 m bzw. 700 m aus Lärmschutzgründen zu bewohnten Gebieten, Abstände zu Infrastruktureinrichtungen wie Straßen) reduziert sich die Fläche der Eignungsgebiete deutlich (siehe Abb.4).

Unter Beachtung regionalplanerischer Vorranggebiete (RVG Regionaler Grünzug – hier ein Ausschlusskriterium der Regionalplanung Heilbronn-Franken, RVG Forstwirtschaft) verbleiben von 16 Eignungsgebieten unterschiedlicher Größe nur noch die Flächen 3, 8, 9, 10 und 13. Die Flächen 10 und 13 wurden aus städtebaulichen Gründen (starke Sichtbarkeit aus unterschiedlichen Richtungen) ausgeschieden. Die verbleibenden Flächen 3, 8 und 9 wurden dem Entwurf zur Teilfortschreibung des Flächennutzungsplans zugrunde gelegt (siehe Abb. 5). Diese Ausweisung erfolgte unter Beachtung der verfügbaren Unterlagen. Erst bei der Beteiligung (öffentliche Auslegung) mussten die Gebiete Nr. 8 und 9 aufgrund ihrer Lage in einem Hubschrauber-Tiefflugkorridor (mehr als 3 km Abstand erforderlich; auch die Flächen 10 und 13 fallen in diesen Korridor; sie können nicht nachträglich in die Planung aufgenommen werden) ausgeschieden werden. Hier stellt sich die Frage, ob die Darstellung der Fläche Nr. 3 noch als substanzieller Beitrag zur Versorgung durch erneuerbare Energien angesehen werden kann.

Die sogenannten harten Kriterien werden in den verschiedenen Bundesländern, aber auch in den einzelnen Regionen sehr unterschiedlich gehandhabt. So gibt es bei den Abstandsregelungen zu bauordnungsrechtlichen Bereichen in den einzelnen Bundesländern eine große Bandbreite (300-1000 m, vgl. BLWE 2012) Eine Harmonisierung würde wesentlich zur Planbarkeit beitragen.

Betrachtet man den Aufwand, der derzeit in vielen Kommunen für die Ausweisung von Konzentrationszonen auf Ebene der Flächennutzungsplanung betrieben wird, und die Schwierigkeiten bei der Suche nach geeigneten Flächen, so drängt sich der Eindruck auf, dass die Zuständigkeit für die Ausweisung von Konzentrationszonen für die Windenergienutzung, insbesondere durch die re-

Abbildung 6: Fledermausdetektion an einem Windmessmasten auf der Schwäbischen Alb (aus: Matthäus 2014)



gional wirksamen Großanlagen und Windparks, deutlich besser auf der regionalen Ebene angesiedelt wäre.

Natur- und Artenschutz

Auch bei den naturschutzrechtlichen Ausschluss- und Restriktionsgebieten sowie beim Artenschutz bestehen sehr große Unterschiede bei der Handhabung von Abstandsregeln:

- Brutgebiete störungsempfindlicher Großvögel (Bandbreite zwischen 200 m und 6000 m sowie Einzelfallregelungen),
- Lebensräume Fledermäuse (1000 m, Einzelfall, keine Regelungen).

Die Anforderungen an Daten, die für eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung von Windenergieanlagen aus umwelt-, natur- und artenschutzrechtlicher Sicht gefordert werden, sind teilweise sehr hoch, hier haben sich gewisse Standards auch bei Erhebungsmethoden gebildet. Es stellt sich aber die Frage, welche Anforderungen an die Daten auf den einzelnen Ebenen der Planung (Regional-, Flächennutzungs- und Bebauungsplanung) gestellt werden müssen.

Für viele Tierarten gibt es bislang kaum verfügbare Daten, die belastbar in Bezug auf mögliche Konflikte und Risiken mit Windenergieanlagen sind. In der Regel können Daten für die Planung nur bedingt verwendet werden, in der Regel sind aufwendige Erhebungen vor Ort erforderlich. Dies gilt insbesondere für die Artengruppen Vögel (Leitart Rotmilan) und für Fledermäuse, für die ein hohes Kollisionsrisiko besteht.

Hier stellt sich die Frage nach der Halbwertszeit von erhobenen Daten. Insbesondere bei der Teilfortschreibung von Flächennutzungsplänen, die eine Laufzeit von 15 bis 20 Jahren haben, können Daten schnell veralten, u. U. wird ein hoher Erhebungsaufwand bei der Aufstellung der Pläne getrieben, der bei einer ggf. viel späteren Genehmigung von Anlagen wiederholt werden müsste.

Trotz allem müssen die zentralen Fragen bei der Prüfung von artenschutzrechtlichen Verbotstatbeständen auch bei der Aufstellung von Flächennutzungsplänen geprüft werden:

- Wann ergibt sich ein erhöhtes Tötungsrisiko?
- Wo liegt die Signifikanzschwelle?
- Können WEA ohne Ausnahmegenehmigung überhaupt gebaut werden?

Bei Erhebungen von Daten zu Fledermäusen an geplanten oder genehmigten WEA-Standorten sind die Anforderungen teilweise sehr hoch (vgl. LUBW 2014). Bei stationären Erfassungen können in einer Nacht mehr als 1000 Rufe aufgezeichnet werden (in der Saison 80.000 bis 90.000 Rufe). Wie soll man mit diesen Daten um-

gehen, die zudem oft nur in Bodennähe erhoben werden?

Es bestehen große Kenntnislücken beim Flugverhalten von Fledermäusen. Aus der Erfassung der Fledermausaktivitäten an einem geplanten Standort für eine Anlage auf der Schwäbischen Alb in unterschiedlichen Höhen zeigt sich eine deutliche Aktivitätsabnahme mit zunehmender Höhe (siehe Abb. 6).

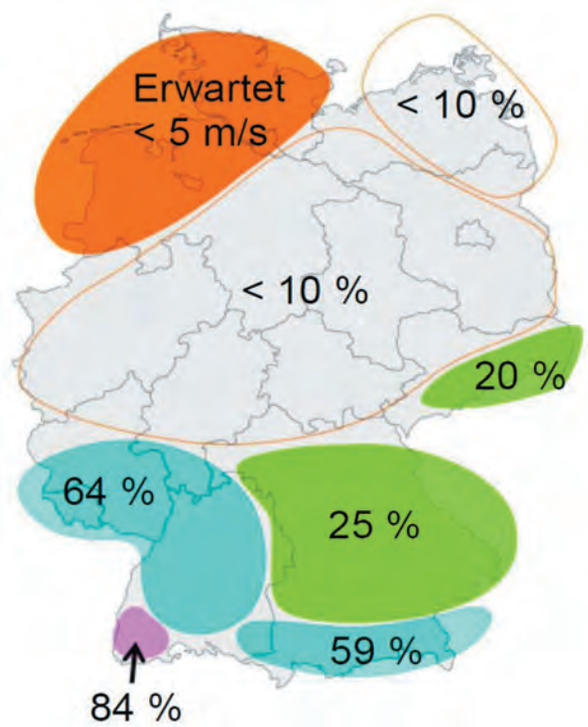
Die bisherigen Erkenntnisse liefern keine belastbaren Daten über die Gefährdung von verschiedenen Fledermausarten bei Windkraftanlagen über Wald. Ein Großteil der bislang vorliegenden Erkenntnisse wurde von Anlagen im Offenland gewonnen (vgl. Brinkmann et. al. 2011; Niermann et. al. 2007).

Für genehmigte Anlagen wird in den einzelnen Bundesländern eine unterschiedliche Anzahl von Erfassungsanlagen für Fledermäuse auf Höhe der Gondeln nach Errichtung und Inbetriebnahme der Anlagen (sogenannte Gondelmonitoring) gefordert. Das Gondelmonitoring findet in der Regel im Zeitraum von April bis Ende Oktober statt. Aus den gewonnenen Daten sollen Kriterien für die Abschaltung der Anlagen gewonnen werden, um Tötungen von Fledermäusen zu bestimmten Zeiten (z. B. bei Windgeschwindigkeiten unter 6 m/sec und bei Temperaturen über 10 Grad Celsius) zu vermeiden.

Hier ist darauf hinzuweisen, dass die derzeit zur Verfügung stehende Technik des Gondelmonitorings aufgrund geringer Reichweite (10 bis max. 30 m) und hoher Fehlerquote bei der Identifizierung der Arten (derzeit bei 60 %) problematisch ist.Derzeit werden Modelle zur Berechnung des Tötungsrisikos angewendet, die einen hohen Datenaufwand haben, deren statistische Berechnungsmethoden aber kritisch gesehen werden sollten, wenn aus einer Datenmenge von z. B. 80.000 Rufen einer Saison das Tötungsrisiko von höchstens zwei Tieren berechnet wird. Aus der Methodendiskussion der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts wissen wir, dass jedes Ergebnis eines komplizierten Rechenmodells nur so gut ist wie die Qualität der eingegebenen Daten. Reichen unsere derzeitigen Kenntnisse über das Flugverhalten von Fledermäusen auch über Wald und die Qualität der Daten aus dem Gondelmonitoring aus, um derart komplizierte Berechnungen anstellen zu können?

Der Aufwand für ein Gondelmonitoring ist sehr hoch und steht in keinem Verhältnis zu den derzeit erzielbaren Ergebnissen (Effizienzfrage). Im Vergleich mit der Zulassung anderer Projekte, zum Beispiel dem Straßenbau, erscheinen die Anforderungen an den artenschutzrechtlichen Nachweis der Unbedenklichkeit bei Windenergieanlagen viel zu hoch. Würde man den Maßstab von max. zwei getöteten Individuen an Straßen je Kilometer Straße (z. B. von Mäusebussard, der die Straße als Nahrungsquelle von überfahrenen Tieren, ggf. auch geschützten Vögeln, nutzt) anlegen, wäre kaum ein Straßenabschnitt genehmigungsfähig. Aus bisherigen Genehmigungen ist nicht bekannt, dass eine Berechnung des Tötungsrisikos für Fledermäuse an Straßen ähnlich aufwendig gefordert würde. Gleichwohl ist es unumgänglich, Planungshinweise für die Vermeidung von Tötungen geschützter Tiere zu erarbeiten. Bei der Planung und Genehmigung von Straßen wird dies auch so gehandhabt. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, dass mithilfe des Gondelmonitorings von Fledermäusen bei Windkraftanlagen eine breit angelegte, aber nicht koordinierte Feldforschung betrieben wird, die eine große Ansammlung von Daten darstellt.

Abbildung 7: Wahrscheinlichkeit von überdurchschnittlich hoher Windgeschwindigkeit in nicht norddeutschen Regionen bei stark unterdurchschnittlichem Windangebot im Norden (in Prozent, aus: Mono & Glasstetter 2012)



Beeinträchtigung des Landschaftsbilds

Auch bei der Beurteilung der Beeinträchtigungen des Landschaftsbilds durch Windenergieanlagen bestehen sehr unterschiedliche Methoden, die in den einzelnen Bundesländern zur Anwendung kommen (Brandt et al. 2005). Die z. T. bestehenden Regelungen über die Erhebung von Abgaben aufgrund von Landschaftsbildbeeinträchtigungen sind sehr unterschiedlich, in manchen Bundesländern fehlen konkrete Bemessungsgrundlagen. So kann die Höhe der Ausgleichsabgabe u. a. an der Höhe der Windenergieanlagen (Beispiel Brandenburg, Erlass des MUNR 1996) oder an der Höhe der Baukosten (Beispiel Baden-Württemberg AAVO 2005) bemessen werden. Grundlage für die Bemessung der Schwere des Eingriffs müsste in jedem Fall die Einsehbarkeit der Anlagen sein, die insbesondere in Mittelgebirgslagen gegenüber dem offenen, freien Land z. T. erheblich reduziert sein kann (vgl. PLANUNG+UMWELT 2013a & b).

Verfügbarkeit von Daten

Die Verfügbarkeit von Daten hat großen Einfluss auf die Planbarkeit von Windenergiestandorten. Ein Großteil der Daten kann aus vorhandenen Unterlagen erhoben und für eine Flächenpotenzialanalyse genutzt werden. Manche Daten, wie z. B. zum Artenschutz (z. B. Vorkommen von Horsten des Rotmilans oder Erhebung von Fledermausbeständen) müssen z. T. aufwendig erhoben werden. Andere Daten wie regional bedeutsame oder überregionale Flugkorridore von Vögeln oder Fledermäusen können nicht im Rahmen eines einzelnen Windkraftvorhabens erhoben werden, da hierzu

längerfristige und großräumige Erhebungen erforderlich sind. Diese Daten müssten koordiniert erfasst und zur Verfügung gestellt werden. Derzeit fehlen sie aber weitgehend.

Ein weiteres Problem stellen Daten dar, die nicht öffentlich zugänglich sind (z. B. Polizeifunk, militärische Tieflugstrecken) und die erst bei der förmlichen Beteiligung im Genehmigungsverfahren bekannt gegeben werden.

Forschungsbedarf und Handlungsempfehlungen

Die Energiewende kann nur gelingen, wenn die Bedingungen zur Nutzung der erneuerbaren Energien, insbesondere der Windkraft, allgemein gültigen Standards bei Planung und Genehmigung in Deutschland entsprechen. Hiervon ist die Praxis derzeit weit entfernt.

Notwendigkeit eines Gesamtkonzepts

Für die Nutzung der erneuerbaren Energien ist ein Gesamtkonzept erforderlich, das die verschiedenen Komponenten technisch und räumlich integriert. Es wird nicht ausreichen, Leitungen von Nord nach Süd zu verlegen. Die große Herausforderung ist die effiziente Bewirtschaftung und die Steuerung der unterschiedlichen Komponenten je nach Angebot und Bedarf. Dabei kommt auch der regionalen Verteilung von Anlagen und der Kombination von großtechnischen Anlagen und Kleinanlagen eine große Bedeutung zu. Grundlast- und Spitzenlast-Versorgung müssen in ein neues Verhältnis gebracht werden. Ohne Speichertechnik wird es nicht gehen.

Es stellt sich die zentrale Frage, wie die unterschiedlich in den Regionen verteilten Potenziale sinnvoll miteinander vernetzt und kombiniert werden können. Eine Studie von Mono & Glasstetter (2012) zeigt Möglichkeiten auf, wie die unterschiedlichen Windkraftpotenziale sich bei Schwachwindwetterlagen im Offshore-Bereich ergänzen können (siehe Abb. 7). Hieraus wird ersichtlich, wie wichtig ein abgestimmtes Gesamtkonzept unter Berücksichtigung aller Komponenten der Windenergieerzeugung mit einem gut ausgebauten Stromnetz zur Sicherung der Stromversorgung in Deutschland werden wird.

Verbesserung der Datengrundlagen

Für die Ausweisung und Planung von Windparks an Land müssen verbesserte Datengrundlagen geschaffen werden. Dies bezieht sich sowohl auf Daten zum Artenschutz (Korridore wandernder Arten wie Vögel, Fledermäuse) als auch auf Anforderungen bestimmter Nutzungen (z. B. Korridore für Richtfunk und Polizeifunk, militärische Flugkorridore). Ggf. müssen Verfahren angepasst werden (z. B. Einführung einer Vor-Anfrage).

Kenntnisse und Bewertungsgrundlagen für den Artenschutz sind zu verbessern. Bei Nachweis von störungsempfindlichen Arten im Umfeld von WEA-Standorten muss das Tötungsrisiko bewertet werden. Hierzu müssen Grundlagen geschaffen werden, die eine artspezifisch differenzierte Betrachtung möglich machen. Besonders die Beurteilung der Beeinträchtigung von lokalen Populationen macht eine breitere Datenbasis, als sie bei Einzelvorhaben erhoben werden kann, erforderlich.

Bislang ist die Datenbasis über besonders windkraftempfindliche Arten wie dem Rotmilan auf Ebene der Bundesländer zu undifferenziert oder nicht flächendeckend verfügbar. In Baden-Württemberg wurde Ende 2014 die Kartierung der Horste von Rotmilanen abgeschlossen und zur Verfügung gestellt. Derartige Datengrundlagen sollten für weitere windkraftempfindliche Arten bereitgestellt werden.

Vertiefung und Koordination der Forschung

Wie bei den Offshore-Anlagen ist die Forschung bei Onshore-Anlagen verstärkt zu vertiefen und zu koordinieren.

Insbesondere die Vielzahl der durch das Gondelmonitoring gewonnenen Daten von Fledermäusen in den verschiedenen Windfeldern und Einzelanlagen sollte in den einzelnen Bundesländern bzw. bundesweit ausgewertet werden und für die Erarbeitung von Empfehlungen für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen zur Verfügung gestellt werden.

Das Flugverhalten von Fledermäusen über Wald sollte gezielt erforscht werden, statt überall (in Baden-Württemberg je drei Anlagen eine Gondelstation zum Monitoring) ein Gondelmonitoring zur Ansammlung wenig geeigneter Daten vorzuschreiben. Die Gelder sollten gebündelt in gezielte Forschung gesteckt werden, um daraus ggf. generelle Hinweise zu Abschaltalgorhythmen zu erhalten, die dann bei dem einzelnen Vorhaben angepasst werden können.

Ein öffentlich relevantes Thema sind die möglichen Belastungen durch Schall, insbesondere Infraschall. Bislang gibt es keine Nachweise, dass es beim Infraschall zu unzumutbaren Belastungen der Bevölkerung kommt (vgl. Brandt et al. 2005; Hammerls & Fichtner 2000). Die gemessenen Belastungen liegen bei den normal einzuhaltenden Abständen von Windenergieanlagen zu Wohnbebauung aufgrund der allgemeinen Lärmbelastung oder der bedrängenden Wirkungen der Anlagen im Bereich der Nachweisgrenze. Es sollte jedoch von der Forschung überprüft werden, ob die bisherigen Vorgaben zur Ermittlung der Infraschallbelastungen ausreichend sind oder ob die Untersuchungen auf den gesamten Tieffrequenzbereich unter 20 Hertz ausgedehnt werden müssten.

Auch im technischen Bereich gibt es Forschungsansätze (z. B. Verbesserung der Effizienz und der Kostenreduzierung bei technischen Anlagen bzw. Komponenten, Verbesserung der Schallminderung an den Rotoren und an den Übertragungstechniken, Möglichkeiten der Scheuchwirkung z. B. für Vögel oder Fledermäuse, Verbesserung der Wirksamkeit von Kleinanlagen, Verbesserung von Speichertechniken).

Der Einfluss von Windenergieanlagen auf Säugetiere und den Wildwechsel ist bislang kaum erforscht. Dies muss insbesondere für großräumig wandernde Arten untersucht werden.

Harmonisierung von Regelungen

Die bisherige heterogene Planungs- und Genehmigungspraxis in den einzelnen Bundesländern hat zu einer Vielzahl von Regelungen geführt, die sich teilweise deutlich unterscheiden.

Bei Windenergieanlagen gilt dies in besonderem Maß für Abstandsregelungen zu bebauten Gebieten, für Anforderungen an die Erfassung von Tierarten oder für die Beeinträchtigungen des Landschaftsbilds einschließlich der Festlegung von Ausgleichsabgaben für die Landschaftsbildbeeinträchtigung. Nach § 17 Abs. 7 BNatSchG hätte der Bundesgesetzgeber z. B. die Möglichkeit, eine Verordnung zur Regelung der Höhe von Ersatzzahlungen zu erlassen, was aber bisher nicht erfolgt ist.

Auch die Frage, ob Windenergieanlagen in einem Landschaftsschutzgebiet oder in einem Regionalen Grünzug zugelassen werden können, muss einheitlich geregelt werden. In Baden-Württemberg gelten diese Gebiete bislang als Ausschlussräume.

In Anlehnung an den Straßenbau, für den durch die Einführung der Musterkarten eine gewisse Standardisierung der Umweltprüfung und der Genehmigungspraxis stattgefunden hat, sollte auch die Vorgehensweise bei der Umweltprüfung von Windenergieanlagen durch geeignete Vorgaben standardisiert werden. Die im Entwurf der Bundeskompensationsverordnung (BKompVO 2013) vorgesehenen Regelungen zur Bemessung einer höhenabhängigen Ausgleichsabgabe bei turmartigen Bauwerken wäre eine geeignete Regelung, die aber noch Konkretisierungen hinsichtlich der Ermittlung der Eingriffsschwere aufgrund der Sichtbarkeit erfordert. Die Verabschiedung der Verordnung steht bislang aus.

Bedeutung der Landschaftsplanung

Die Landschaftsplanung kann wesentliche Informationen zur Umwelt liefern und Ziele zum Schutz und zur Entwicklung von Landschaft formulieren. Dabei können die Bewertung von Landschaft und Landschaftsbild, die Ausweisung von Ruhezonen oder von Flächen für Kompensation wichtige Grundlagen für die Planung von Windenergieanlagen liefern. Insgesamt muss sich die Landschaftsplanung verstärkt um den Umgang mit den Erneuerbaren Energien im Außenbereich beschäftigen und Ziele zur Integration der verschiedenen Energiearten in die Landschaft formulieren.

Verbesserung der Akzeptanz

Gegen Windenergieanlagen gibt es eine weit verbreitete Ablehnung in der Bevölkerung. Oft werden z. B. die Beeinträchtigung des Landschaftsbilds, der Infraschall oder artenschutzrechtliche Argumente gegen die Errichtung von Windkraftanlagen vorgebracht.

Die Akzeptanz in der Öffentlichkeit ist allerdings unterschiedlich in den einzelnen Bundesländern. In Niedersachsen oder Schleswig-Holstein gibt es seit Längerem Erfahrungen, ein gewisser Gewöhnungseffekt ist zu beobachten. In Ländern mit einer langen Geschichte der Ablehnung der Windkraftnutzung, wie in Baden-Württemberg (Verspargelung der Landschaft sollte verhindert werden), ist die Akzeptanz deutlich eingeschränkt, was aber auch mit der inzwischen deutlich angewachsenen Größe der Anlagen zu tun hat.

Die Einführung „neuer“ Technologien bedarf einer breit angelegten Aufklärung. Bei der Windkraftnutzung kann hier auf z. T. langjährige Erfahrungen in einzelnen Bundesländern und entsprechende Publikationen (vgl. Brandt et al. 2005) zurückgegriffen werden. Die beste Form der Aufklärung kann durch Anschauung an bestehenden Anlagen durchgeführt werden. Besonders großer Aufklärungsbedarf besteht dabei auch bei den Umweltfolgen der bisher genutzten und scheinbar akzeptierten konventionellen Energieträger (Kohle, Öl, Atomkraft), insbesondere deren z. T. unkalkulierbaren Langzeitfolgen.

Literatur

BauGB – Baugesetzbuch vom 23. September 2004, BGBl. I: 2414, zuletzt geändert am 15. Juli 2014, BGBl. I: 954.

BNatSchG – Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 29. Juli 2009, BGBl. I: 2542, zuletzt geändert am 7. August 2013, BGBl. I S. 3154.

Beiersdorf, A.; Boethling, M.; Binder, A.; Blasche, K.; Dahlke, C. & Nolte, N. (2014): Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH (StUKplus). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.

BLWE – Bund-Länder-Initiative Windenergie (Hrsg.) (2013): Überblick über landesplanerische Abstandsempfehlungen für die Regionalplanung zur Ausweisung von Windenergiegebieten. Stand Mai 2013, o.O. http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/2013_05_01_ueberblick_zu_den_landesplanerischen_abstandsempfehlungen_fuer_die_regionalplanung_zur_ausweisung_von_windenergiegebieten.pdf

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013): Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft (Bundeskompensationsverordnung – BKompV), Entwurf, Berlin.

Böttcher, C.; Knobloch, T.; Rühl, N.-P.; Sternheim, J.; Wichert, U. & Wöhler, J. (2012) Munitionsbelastung der deutschen Meeresgewässer – Entwicklungen und Fortschritt. Bund-Länderausschuss Nord- und Ostsee – Expertenkreis Munition im Meer, hrsg. v. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel. http://www.schleswig-holstein.de/UXO/DE/Service/PDF/Anhang/ab_blano_fortschritt2012 __blob=publicationFile.pdf

Bofinger, S.; Callies, D.; Scheibe, M.; Saint-Drenan, Y.-M.; Rohrig, K. (Bearb.) (2011): Potenzial der Windenergie an Land, Kurzfassung. Bundesverband Windenergie, Berlin. https://www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/press-release/2011/windstrom-bringt-mehr-als-doppelt-so-viel-wie-atomkraft/iwes-potenzial-onshore-2011.pdf

Brandt, U.; Butenschön, S. & Ratzbor, G. (Bearb.) (2005): Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne „Umwelt- und naturverträgliche Windenergieerzeugung in Deutschland (onshore) – Analyseteil, hrsg. v. Deutscher Naturschutzring, Lehrte. http://www.dnr.de/downloads/naturvertraeglichewindkraft.pdf

Brinkmann, R.; Korner-Nievergelt, F., Behr, O. & Niermann, I. (2011): Darf bezüglich des Kollisionsrisikos von einer Windenergieanlage auf bestehende oder geplante Anlagen in der Umgebung geschlossen werden? In: Brinkmann, R.; Behr, O.; Niermann, I. & Reich, M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 406-424, Göttingen (Umwelt und Raum, 4).

Dürr, T. (2010): Fledermausverluste an Windkraftanlagen, Schlagopferkartei des Landes Mecklenburg-Vorpommern.

Eis, D. & Wolf, U. (2007): Infraschall und tiefrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? Mitteilung der Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 50 (12): 1582-1589.

Ender, C. (2014): Windenergienutzung in Deutschland Stand – 30.06.2014. DEWI-Magazin 45: 37-44.

Hammerl, C. U. & Fichtner, J. (Bearb.) (2000): Langzeit-Geräuschimmissionsmessung an der 1-MW-Windenergieanlage Norde N54 in Wiggensbach bei Kempten (Bayern). Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg. http://www.lfu.bayern.de/laerm/messwerte/doc/windenergieanlage.pdf

Hobohm, J.; Krampe, L.; Peter, F.; Gerken, A.; Heinrich, P..; Richter, M. (2013): Kostensenkungspotenziale der Offshore-Windenergie in Deutschland. Stiftung Offshore-Windenergie, Berlin. http://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/130822_Prognos_Fichtner_Studie_Offshore-Wind_Lang_de.pdf

Lüers, S. & Wallasch, A.-K. (2014): Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland. Deutsche WindGuard GmbH, Varel. http://www.offshore-stiftung.de/sites/offshorelink.de/files/documents/Fact%20Sheet_Status%20Offshore-Windenergieausbau_Jahr%202014.pdf

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2013): Hinweise zur Untersuchung von Vogelarten bei Bauleitplanung und Genehmigung von Windenergieanlagen, Stuttgart. http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/216927/Hinweise%20fuer%20den%20Untersuchungsumfang%20zur%20Erfassung%20von%20Vogelarten%20bei%20Bauleitplanung%20und%20Genehmigung%20fuer%20Windenergieanlagen_Februar_2013.pdf

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg(Hrsg.) (2014): Hinweise zur Untersuchung von Fledermausarten bei Bauleitplanung und Genehmigung von Windenergieanlagen, Stuttgart. http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/216927/Untersuchungsumfang_Fledermaeuse_Endfassung_01_04_2014.pdf

Maier-Borst, H. (2014): Rostbomben unter Wasser. DIE ZEIT (33): 25-26 vom 7.8.2014.

Matthäus, G. (2014): Vortrag an der Akademie für Umwelt- und Naturschutz Baden-Württemberg am 3.4.2014 in Stuttgart.

Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg (2005): Verordnung über die Ausgleichsabgabe nach dem Naturschutzgesetz (Ausgleichsabgabenverordnung – AAVO), Stuttgart.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.) (2011): Windatlas Baden-Württemberg, Stuttgart.

Mono, R. & Glasstetter, P. (2012): Windpotenzial im räumlichen Vergleich – Eine Untersuchung der 100 prozent erneuerbar stiftung, Berlin. http://100-prozent-erneuerbar.de/wp-content/uploads/2013/01/Report-Windpotenzial-im-raeumlichen-Vergleich.pdf

MUNR – Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung Brandenburg (Hrsg.) (1996): Erlaß zur landesplanerischen und naturschutzrechtlichen Beurteilung von Windkraftanlagen im Land Brandenburg, Potsdam.

Niermann, I.; Behr, O.; & Brinkmann, R. (2007): Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergieanlagen. Nyctalus (N.F.) 12 (2-3): 152-162.

PLANUNG+UMWELT (2013a): Entwurf Teilfortschreibung des Flächennutzungsplanes zur Windkraftnutzung der Stadt Gundelsheim, Stuttgart.

PLANUNG+UMWELT (2013b): Sichtbarkeitsanalyse – Genehmigungsunterlagen für zwei Windkraftanlagen auf Gemarkung der Stadt Löwenstein, Stuttgart.

Prof. Dr. Michael Koch
PLANUNG+UMWELT,
Stuttgart
Felix-Dahn-Straße 6
70597 Stuttgart
E-Mail: michael.koch@planung-umwelt.de