

■ Bürgerforum Energiewende Hessen

■
■ Fachinformationen des „Landesprogramms
■ Bürgerforum Energiewende Hessen“
■ zur Windenergie

■
■
■ Stand 13.01.2022

Inhalt

1. Das Bürgerforum Energiewende Hessen und die BFEH-Faktenpapiere
2. Windenergie und Infraschall
3. Energiewirtschaft und Systemintegration
4. Windenergie an Land: Rentabilität und Teilhabe
5. Windenergie in Hessen: Natur- und Umweltschutz
6. Stromspeicher
7. Landschaftsbild und Tourismus
8. Sicherheit von Windenergieanlagen
9. Überwachung von Windenergieanlagen in Hessen



Bürgerforum Energiewende Hessen



1. Das Bürgerforum Energiewende Hessen und die BFEH-Faktenpapiere

Das Bürgerforum und seine Angebote

- Bis 2050 will das Land Hessen 100% des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien beziehen.
- Das Landesprogramm **Bürgerforum Energiewende Hessen** unterstützt Kommunen dabei, mit den Bürgerinnen und Bürgern die Energiewende zu gestalten und gemeinsam nach konkreten Lösungen zu suchen. Die Kommunen erhalten vom Bürgerforum individuell angepasste Angebote, wenn Energiewende-Projekte Fragen aufwerfen oder für Konfliktstoff sorgen.
- Umgesetzt wird das Landesprogramm von der LEA im Auftrag der Landesregierung. Unterstützt wird sie dabei von **Projektpartnern**, die gemeinsam mit der LEA die Kommunen beraten, den Dialog vor Ort organisieren, moderieren und dazu beitragen, Konflikte zu lösen. Zu übergreifenden Fragestellungen erfolgen landesweite Faktenchecks, deren Ergebnisse in leicht verständlichen Faktenpapieren dargestellt werden.
- Weitere Informationen unter www.buergerforum-energiewende-hessen.de

Experten-Hearings und Fachdialoge mit Aufbereitung als Faktenpapier (1/2)

- Windenergie und Infraschall, 2014 (mit Update 2021)
- Volkswirtschaftliche Aspekte (Energiewirtschaft und Systemintegration), 2015
- Betriebswirtschaftliche Aspekte (Rentabilität und Teilhabe), 2015
- Natur- und Umweltschutz – Teil 1: Flora, insb. Windenergie im Wald, 2015
- Natur- und Umweltschutz – Teil 2: Fauna, insb. Avifauna, 2015
- Natur- und Umweltschutz – Ergänzungen, insb. Vögel und Fledermäuse, 2017
- Potentiale der Wasserkraft, 2016

Experten-Hearings und Fachdialoge mit Aufbereitung als Faktenpapier (2/2)

- Energiespeicher (Strom), 2016
- Windenergie und Tourismus, 2016
- Windenergie und Landschaftsbild, 2016
- Energiespeicher („Power to X“), 2016
- Digitalisierung und Energiewende, 2017/2018
- Sicherheit von Windenergieanlagen, 2018
- Geothermie, 2020
- Überwachung von Windenergieanlagen in Hessen, 2021

Aufbereitung als Faktenpapiere...



... und weiter verdichtet als **Kurzfassungen** (2 Seiten pro Thema)

■ Bürgerforum Energiewende Hessen

■ 2. Faktencheck Windenergie und Infraschall

■ Überblick & Zusammenfassung



Das Faktenpapier Infraschall: Expertinnen und Experten



Dipl. Ing. Christian Eulitz

Möhler+Partner Ingenieure AG



Dr. Alfred Stapelfeld

Fachanwalt für Verwaltungsrecht,
Lehrbeauftragter für Umweltrecht



Prof. Dr. Caroline Herr

Bayrisches Landesamt für Gesundheit
und Lebensmittelsicherheit



Prof. Dr. Detlef Krahe

Universität Wuppertal,
Deutsche Gesellschaft für Akustik



Prof. Dr. Claudia Hornberg

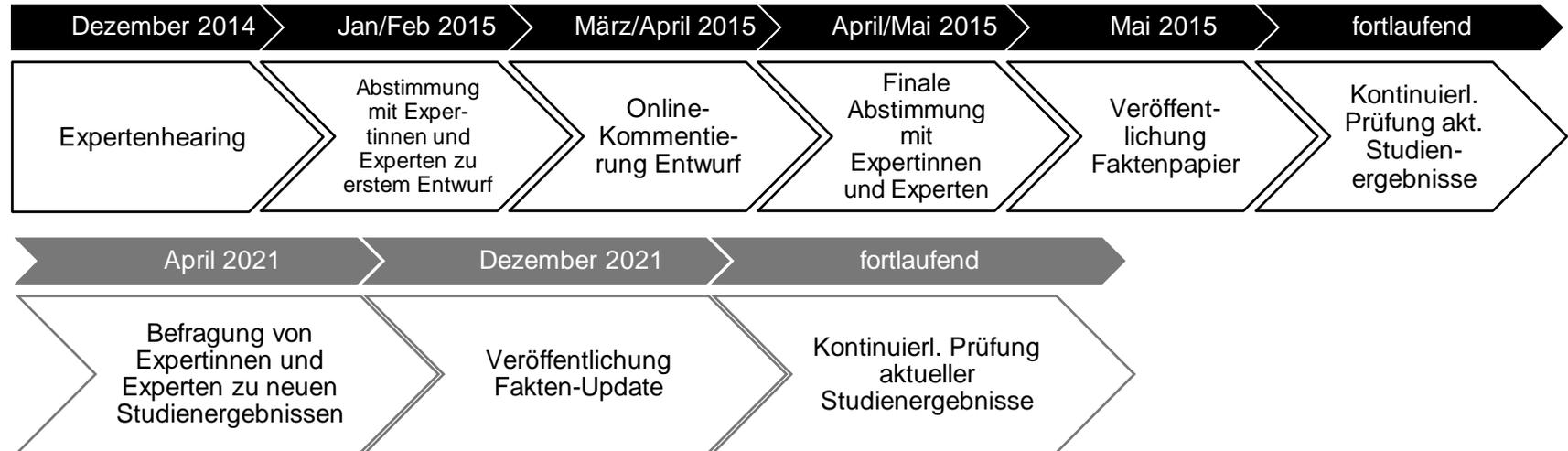
Fachärztin für Hygiene und Umweltmedizin,
Universität Bielefeld



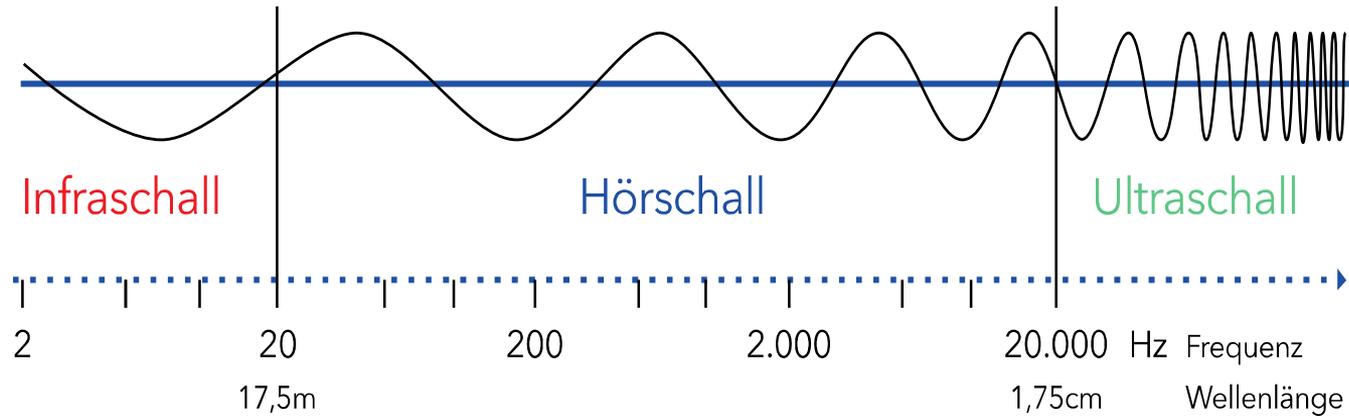
Dr. Johannes Pohl

Umweltpsychologe, Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

Das Faktenpapier Infraschall: Entstehungsprozess



Wie wird Infraschall definiert?



Einteilung des Schalls. Quelle: Landesanstalt für Umwelt, Management und Naturschutz Baden-Württemberg, 2014 (eigene Darstellung).

Wo kommt Infraschall in unserer Umgebung vor?



Beispiele natürlicher Infraschall-Quellen:

- Wind
- Gewitter
- Föhnwinde
- Vulkanausbrüche
- Erdbeben
- Meeresbrandung



Beispiele künstlicher Infraschall-Quellen:

- Umspannwerke
- Biogas- und Windenergieanlagen
- Baumaschinen
- Klima- und Lüftungsanlagen
- Pumpen
- Kraftfahrzeuge

Welche Auswirkungen hat Infraschall auf den Menschen?

- *Unterhalb* der Wahrnehmungsschwelle sind bisher **keine negativen Auswirkungen von Infraschall** nachgewiesen worden.
- *Oberhalb* der Wahrnehmungsschwelle kann Infraschall grundsätzlich gesundheitsschädliche Auswirkungen haben (ab 90 dB Abnahme der Atemfrequenz, ab 140 dB akute Gehörschäden, werden von WEA nicht erreicht).



Hörschwelle: unterhalb von 50 Prozent der Bevölkerung nicht mehr hörbar

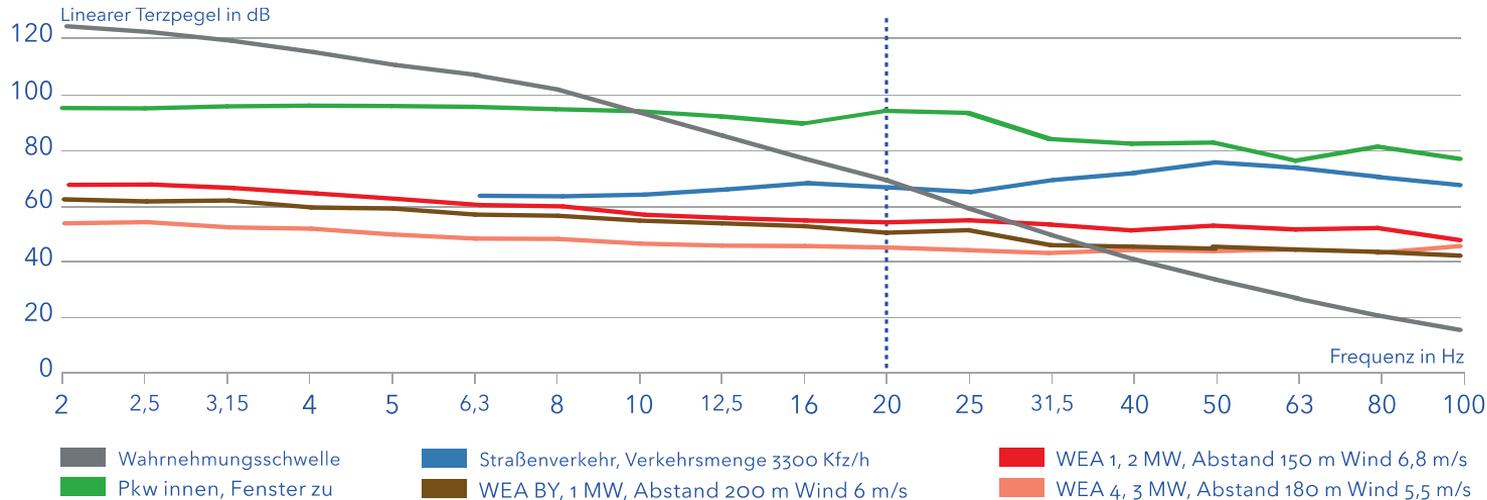
Wahrnehmungsschwelle: unterhalb von 90 Prozent der Bevölkerung nicht mehr hörbar

Schwelle	Schalldruckpegel [dB(Z)] ³ bei einer Frequenz ⁴ von				
	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Hörschwelle ¹	103	95	87	79	71
Wahrnehmungsschwelle ²	100	92	84	76	68,5

Hörschwellen und Wahrnehmungsschwellen im Infraschall-Frequenzbereich
 (1: DIN 45680, März 1997. 2: Entwurf DIN 45680, September 2013. 3: Unbewerteter mittlerer Schalldruckpegel. 4: Terzmitten-Frequenz) Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, 2014.

Wieviel Infraschall geht von WEA aus? (1/2)

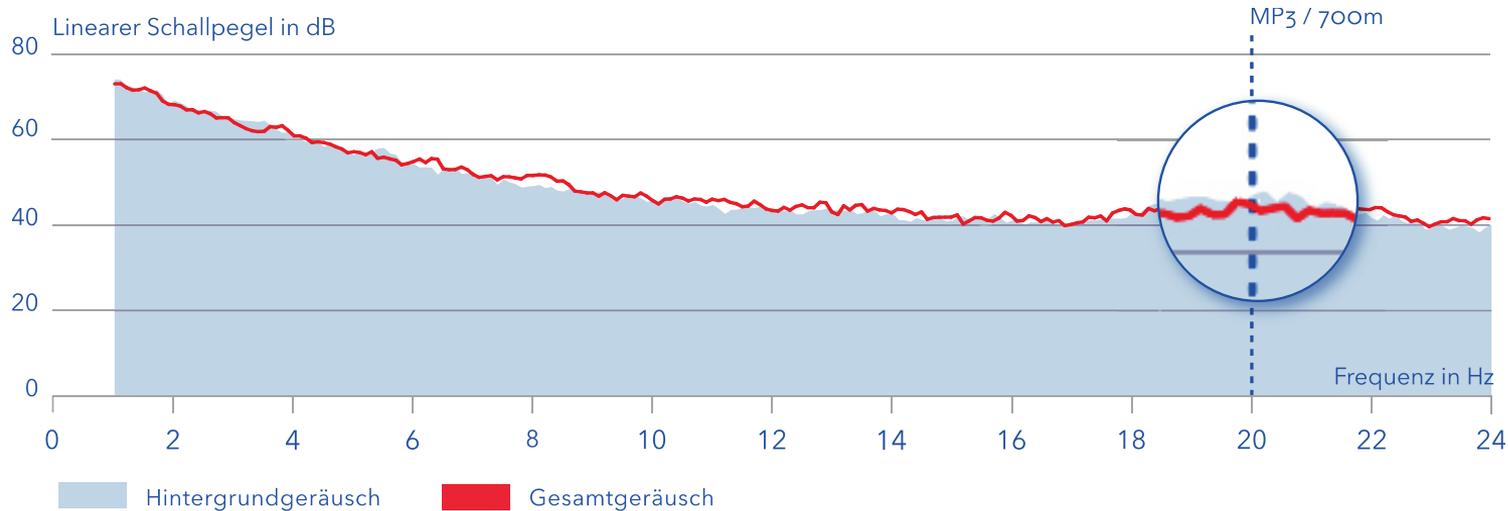
Der von WEA ausgehende Infraschall liegt bereits bei Abständen von 150-200 m deutlich unterhalb der menschlichen Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle.



Vergleich unterschiedlicher Quellen und Situationen hinsichtlich Infraschall und tieffrequenten Geräuschen von 2 bis 100 Hz. Der Schallpegel wird als linearer Terzpegel, d. h. unbewertet in dB angegeben. Messstation „Straßenverkehr“ auf dem Gehweg direkt an der Straße. Quelle: Daten des LUBW Zwischenberichts Messprojekt, 2013-2014 (eigene Darstellung).

Wieviel Infraschall geht von WEA aus? (2/2)

Der von Windenergieanlagen abgegebene Infraschall der WEA unterscheidet sich kaum vom Hintergrundrauschen (z. B. durch Wind).

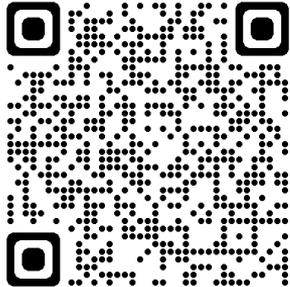


Verschiedene Messungen in Abständen von 600, 700 und 1.200 Metern, hier 700m dargestellt. Mittelungspegel aus Intervallmessungen, mittlere Windgeschwindigkeit 6,5m/s. Quelle: LUBW Zwischenbericht Messprojekt, 2013-2014 (eigene Darstellung).

Die wichtigsten Erkenntnisse

- Der von WEA ausgestoßene Infraschall liegt schon bei 150-200 Metern Entfernung **weit unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle.**
- Eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch Infraschall unterhalb der Wahrnehmungsschwelle konnte bisher **nicht nachgewiesen** werden.
- Oberhalb der Wahrnehmungsschwelle kann Infraschall gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen haben.
- Es existieren eine **Vielzahl unterschiedlicher Infraschallquellen**, die stärkeren Infraschall ausstoßen als WEA. Die Grundlagenforschung zu Infraschall und tieffrequentem Schall sollte verstärkt werden.

Weiterführende Informationen



[Bürgerforum Energiewende Hessen:
Faktenpapier Infraschall und Fakten-
Update 2021](#)



Das Faktenpapier Energiewirtschaft und Systemintegration: Experten und Fokus



Dr. Patrick Graichen

Agora Energiewende



Prof. Dr. Uwe Leprich

Hochschule des Saarlandes (HTW),
Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES)



Prof. Dr. Helmut Alt

FH Aachen



Uwe van den Busch

HA Hessen Agentur GmbH



PD Dr. Christian Growitsch

Hamburger WeltWirtschaftsinstitut

Fragestellungen:

Kann mit einem steigenden Anteil an Wind- und Solarenergie eine sichere Stromversorgung gewährleistet werden?
Welche Wirkungen hat ein solches Stromsystem in (volks-)wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht?

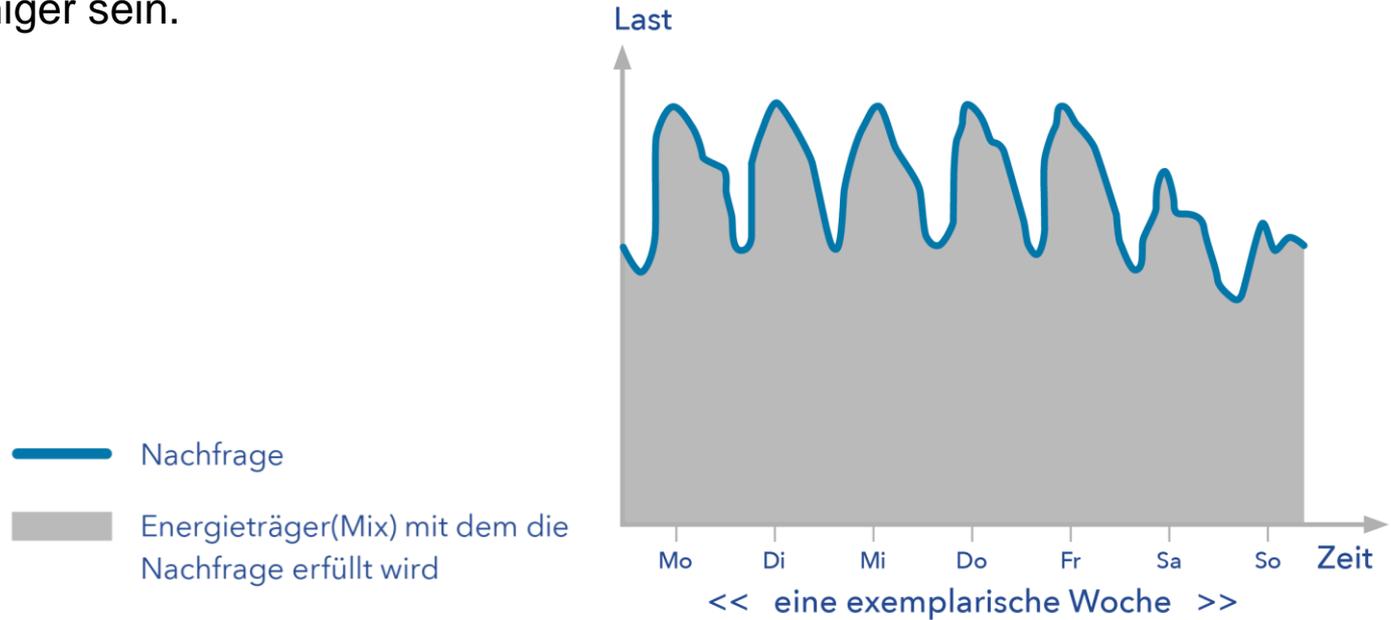
Bürgerforum Energiewende Hessen

Windenergie an Land: Energiewirtschaft und Systemintegration

Kann mit einem steigenden Anteil an Wind- und Solarenergie eine sichere Stromversorgung gewährleistet werden?

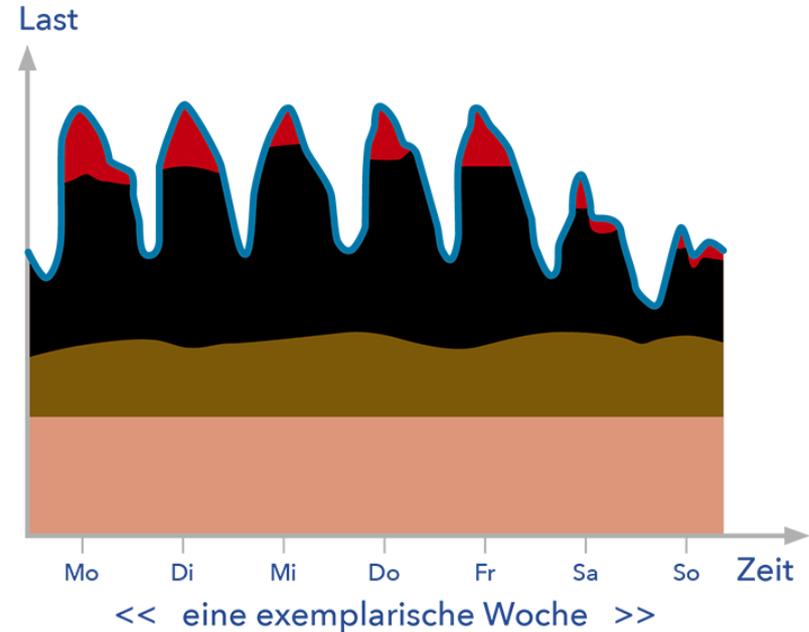
Die Stromnachfrage einer exemplarischen Woche

Nachts und am Wochenende darf es etwas weniger sein.



Die alte Stromwelt

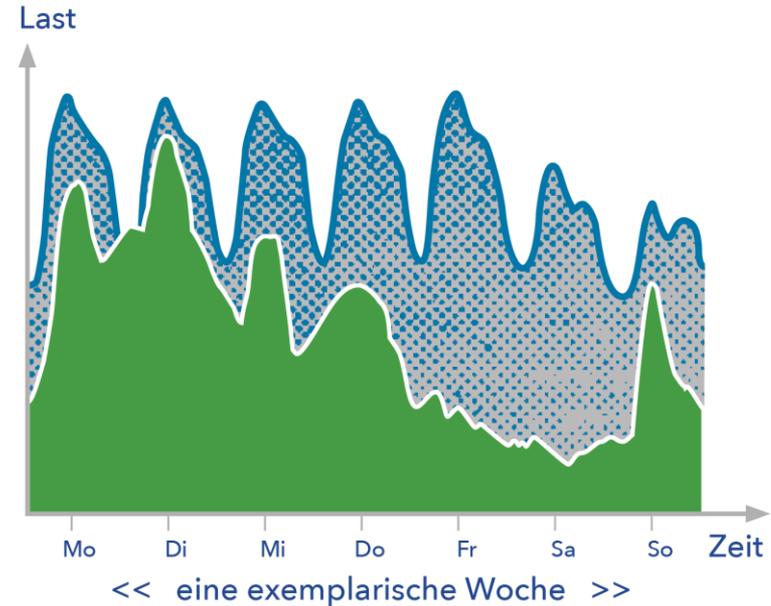
Deckung des Energiebedarfs durch fossile Energieträger und Atomkraft: Atom und Braunkohle produzieren immer, Erdgas deckt die Spitzen ab.



Auf dem Weg (z. B. 2023 – ein Jahr nach dem „Atomausstieg“)

Sonne und Wind ergänzen sich – wenn auch nicht immer. Wir brauchen auf absehbare Zeit fossilen Strom – aber wir sparen zunehmend CO₂ ein.

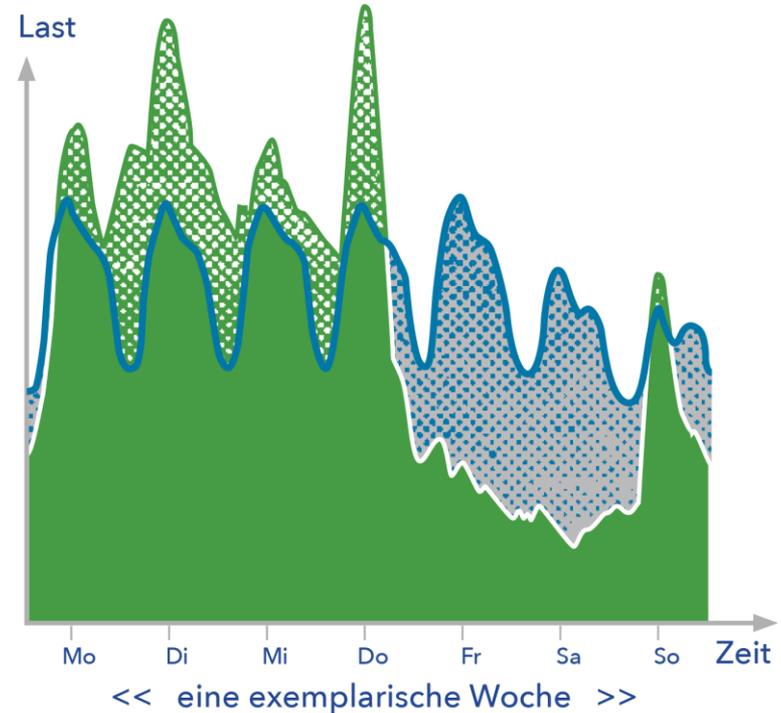
-  Nachfrage
-  offene Nachfrage (wie bisher mit fossilem Strom zu decken)
-  Erneuerbare Energien (Windkraft (On-/Offshore), Photovoltaik, Biomasse & Wasserkraft)



Neue Welt 2050

Höhere Kapazitäten der erneuerbaren Energien decken den Bedarf (nahe 100%).

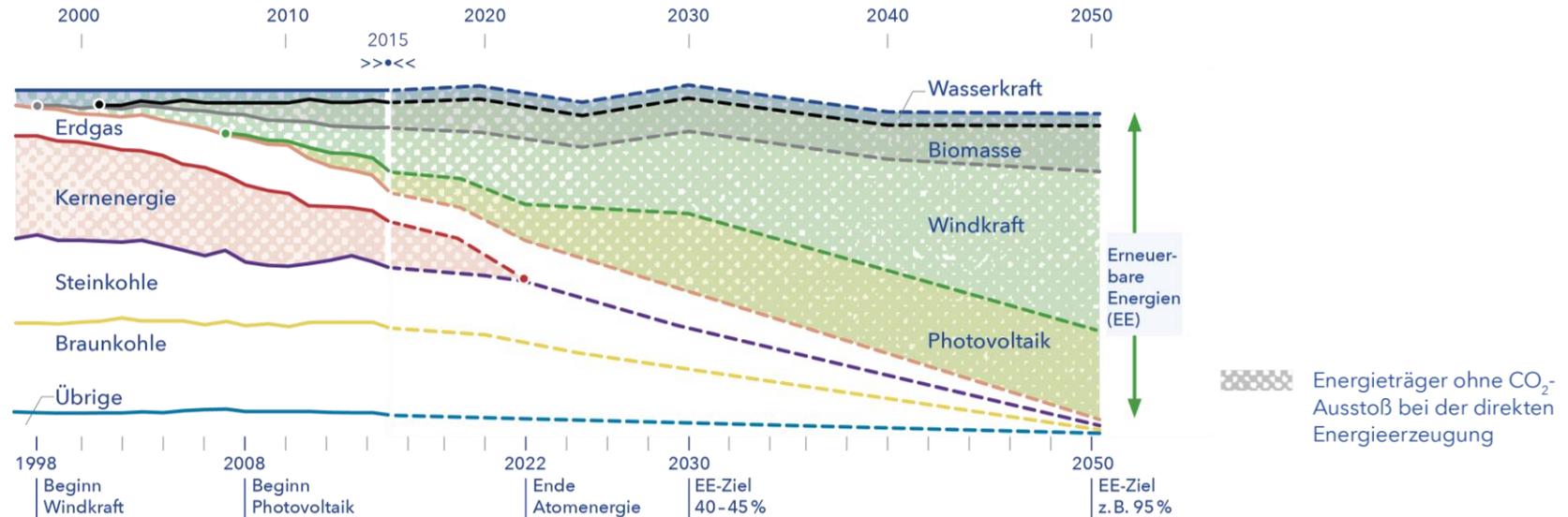
-  Nachfrage
-  offene Nachfrage (u. a. über Speicherung oder Ferntransport zu decken)
-  Erneuerbare Energien (Windkraft (On-/Offshore), Photovoltaik, Biomasse & Wasserkraft)
-  Überangebot zur Speicherung, Umwandlung, oder zum regionalen Ausgleich



Strom-Mix-Entwicklung bis 2050

Die Energiewende ist auf einem guten Weg: Die Deckung des Energiebedarfs durch fossile Energieträger nimmt ab, der Anteil erneuerbarer Energien nimmt zu.

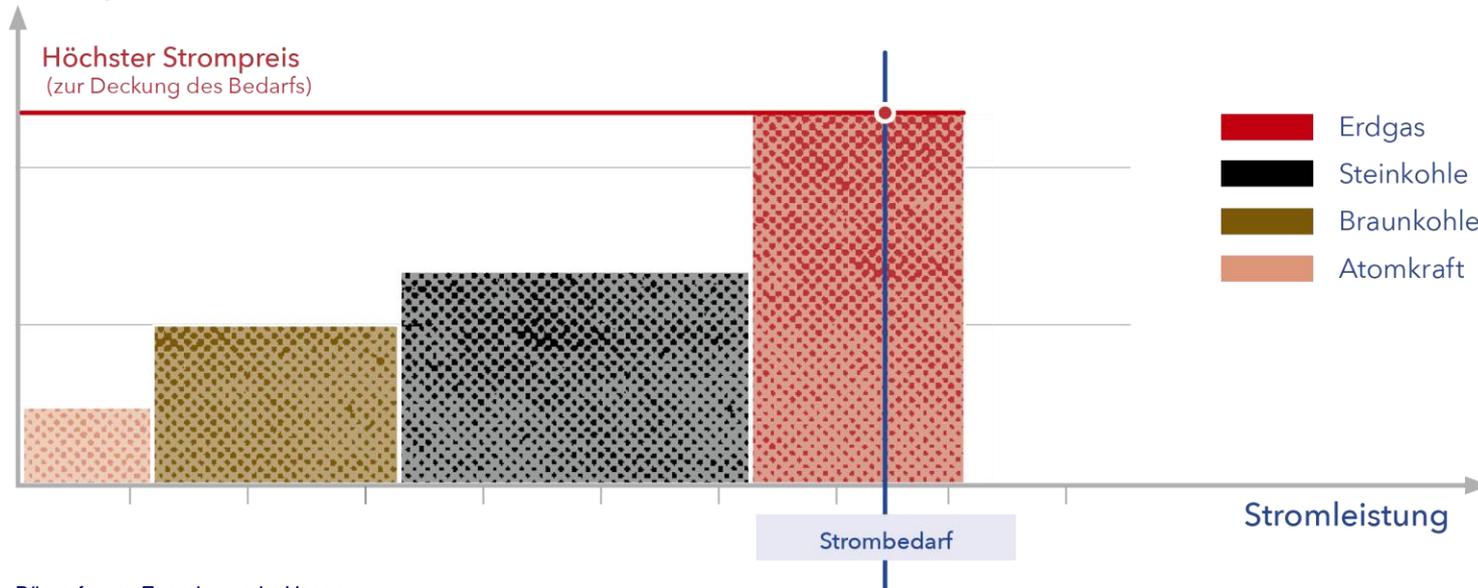
Energiebedarf (Deckung in Prozent)



MERIT-Order „Alte Welt“

Einsatzreihenfolge der Stromerzeugungskraftwerke bei Deckung des Energiebedarfs durch fossile Energieträger und AKW: Erdgas ist teuer, aber flexibel. Es deckt die Spitzen ab.

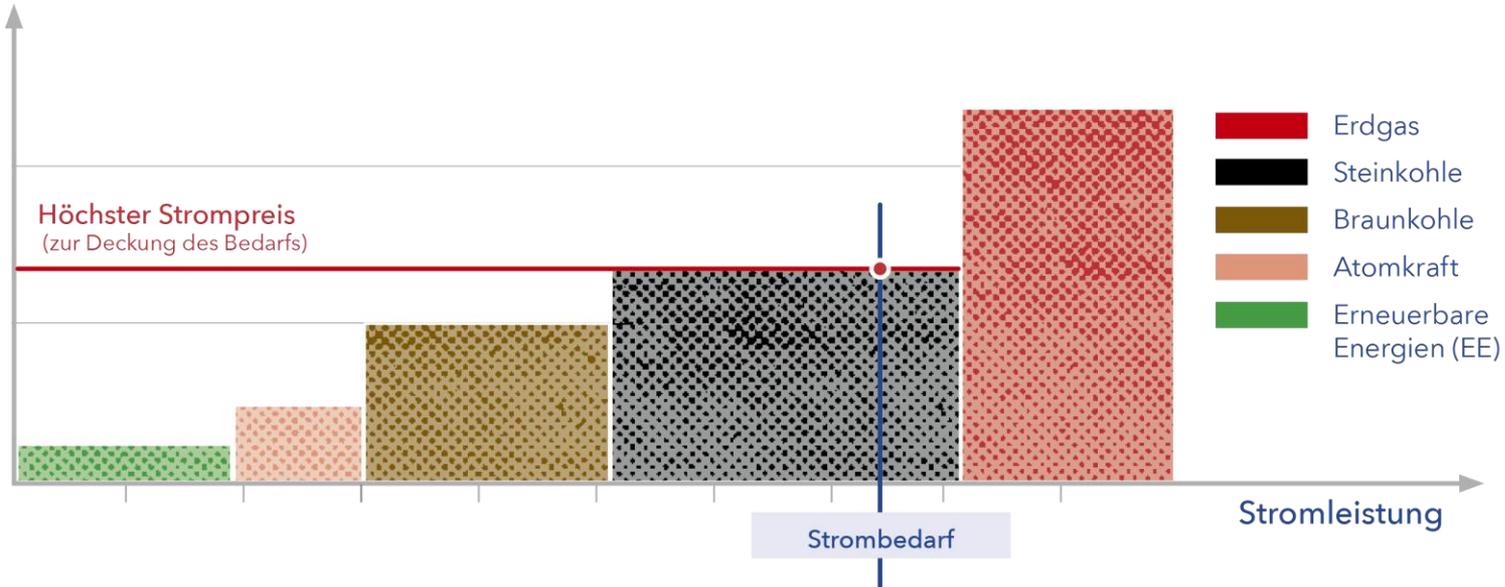
Strompreis an der Börse (vernachlässigt Investitions- und Umweltkosten)



MERIT-Order „Heute“

Einsatzreihenfolge der Stromerzeugungskraftwerke bei 25%-Anteil der erneuerbaren Energien: Erneuerbare Energieträger sind „gesetzt“, Erdgas „rutscht heraus“, weil es – hinsichtlich der Brennstoffkosten – teurer ist als Kohle.

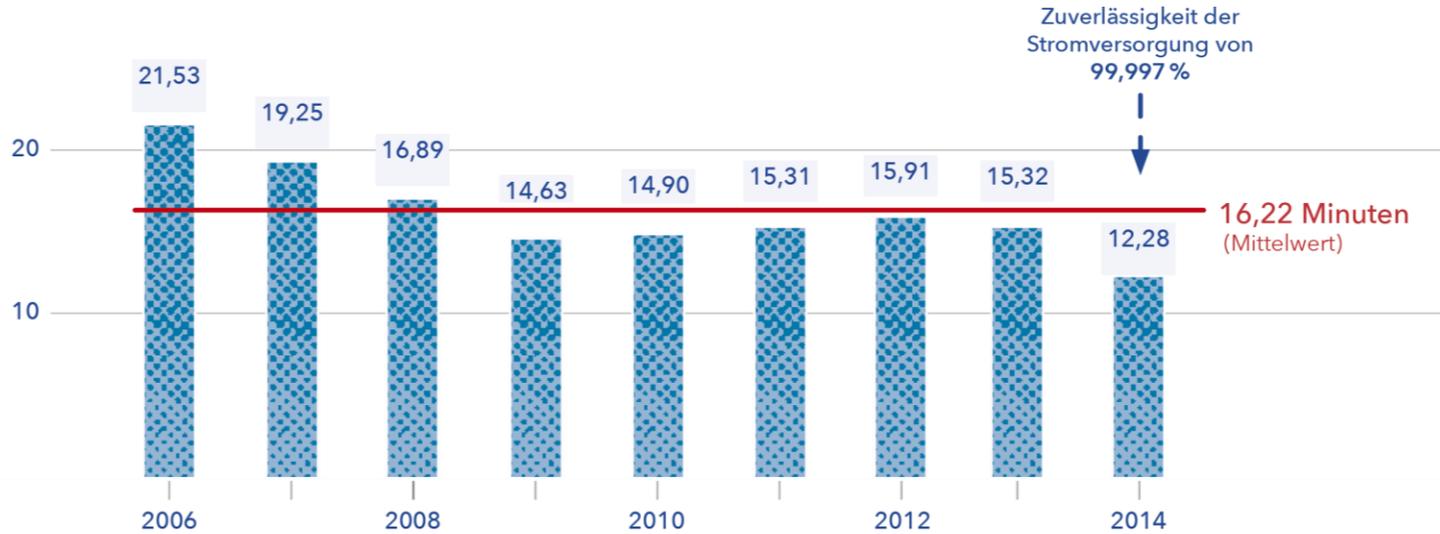
Strompreis an der Börse



Entwicklung der Versorgungs-Unterbrechungen

Versorgungs-Unterbrechungen gemäß § 52 Energiewirtschaftsgesetz bei zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien

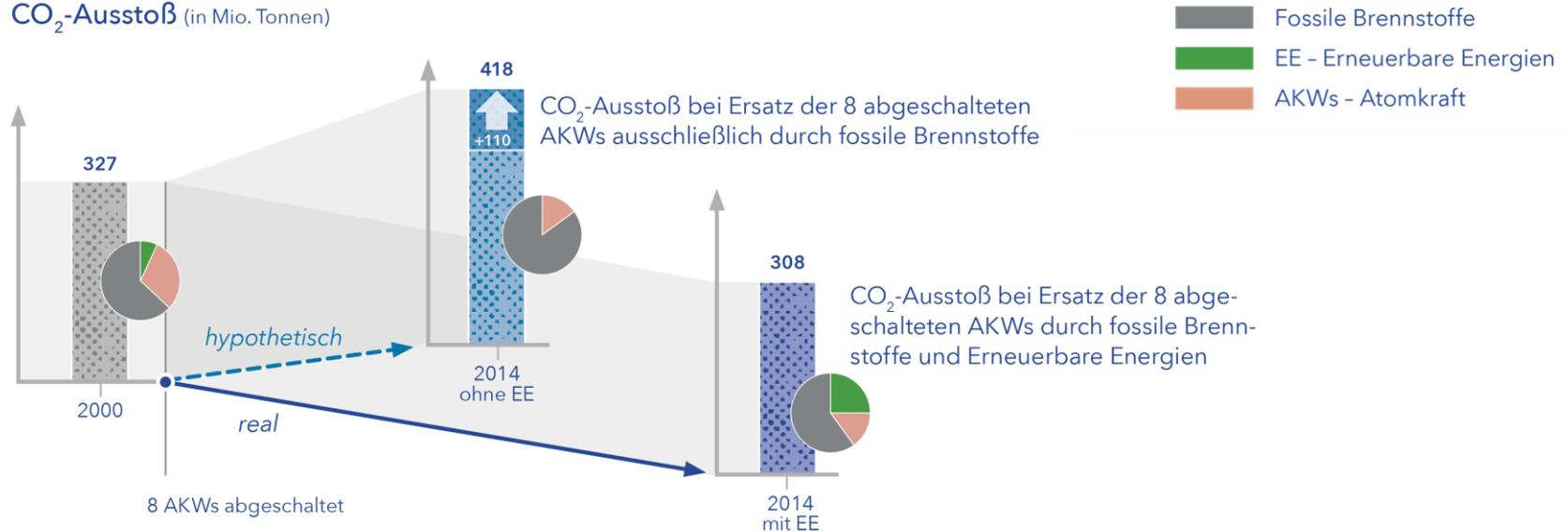
Versorgungsstörungen in Minuten



Vergleich der Stromsysteme: „Heute“ zu „Alte Welt“

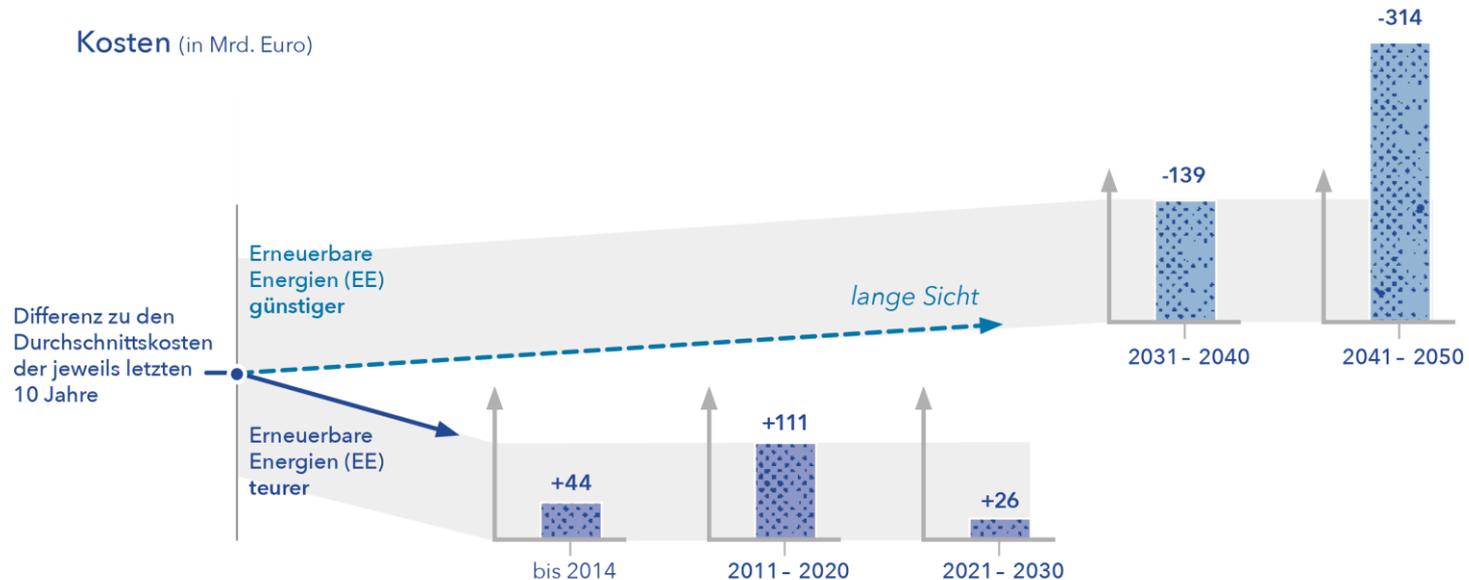
25%-Anteil erneuerbarer Energien: Das neue Energiesystem spart große Mengen an CO₂.

CO₂-Ausstoß (in Mio. Tonnen)

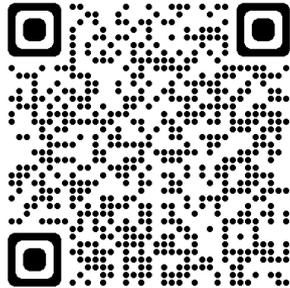


Kosten der Energiewende im Vergleich zum konventionellen Stromsystem

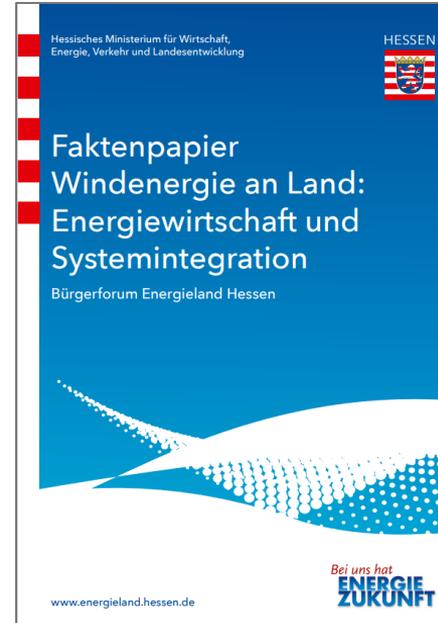
Bis 2030 kostet die Energiewende Geld, danach spart sie es ein.



Weiterführende Informationen



Bürgerforum Energiewende Hessen: Faktenpapier Energiewirtschaft und Systemintegration

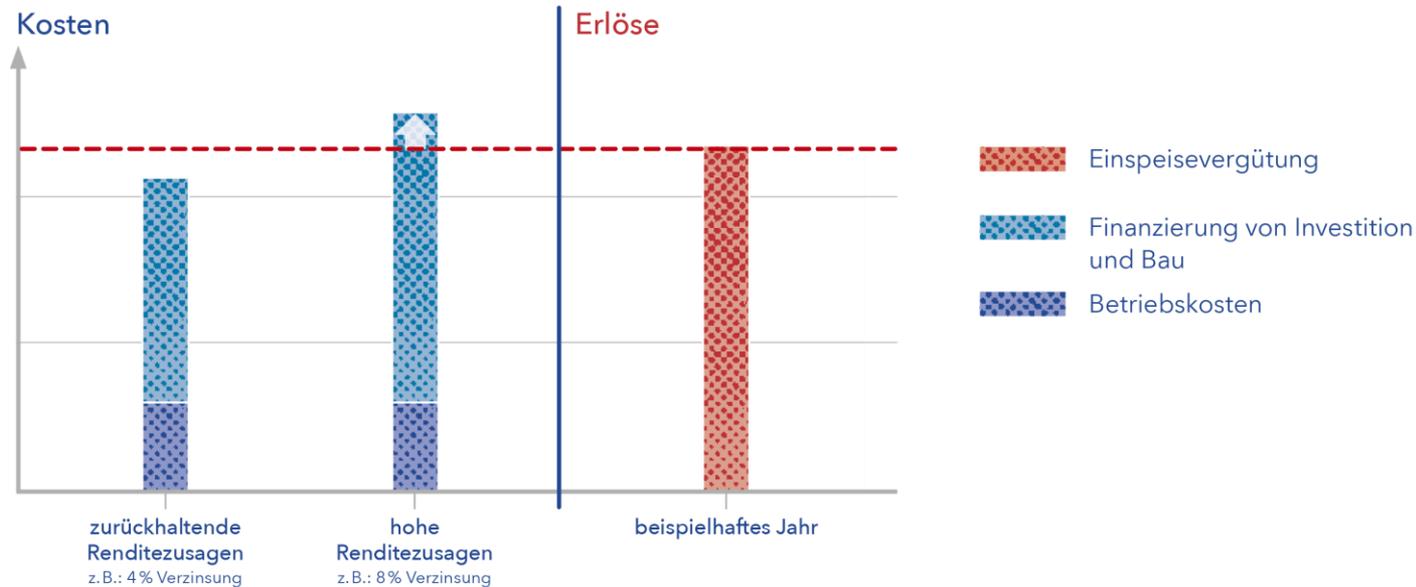


■ Bürgerforum Energiewende Hessen

■
■
■ 4. Windenergie an Land: Rentabilität und
Teilhabe
■
■
■
■
■

Kosten und Erlöse eines beispielhaften Jahres

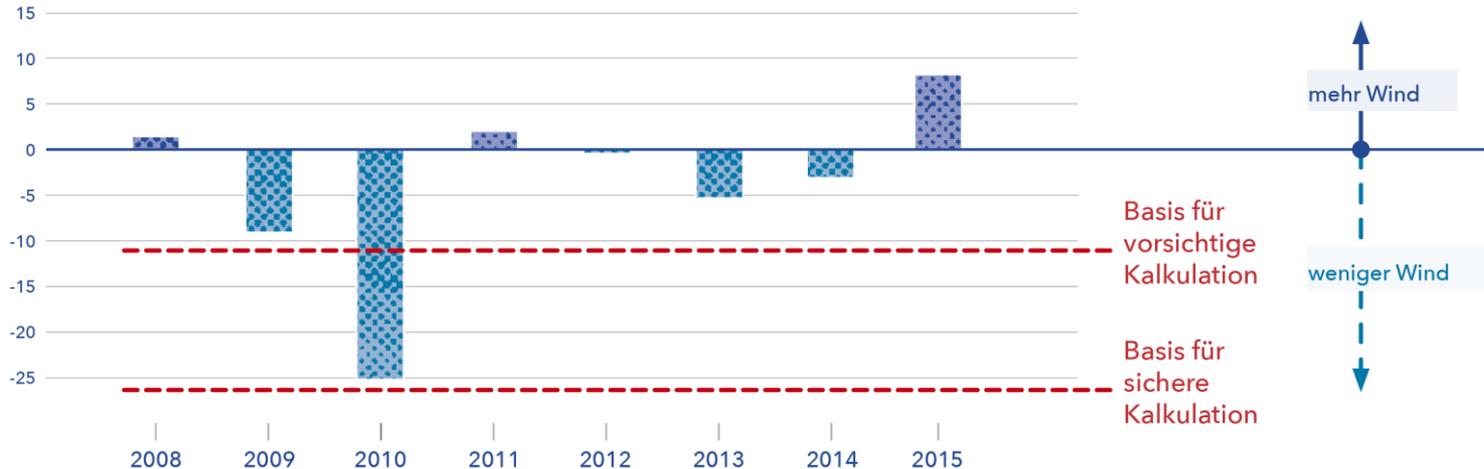
Bei zurückhaltenden Renditezusagen rechnen sich Windenergieanlagen an Land.



Unterschiedliche Windjahre

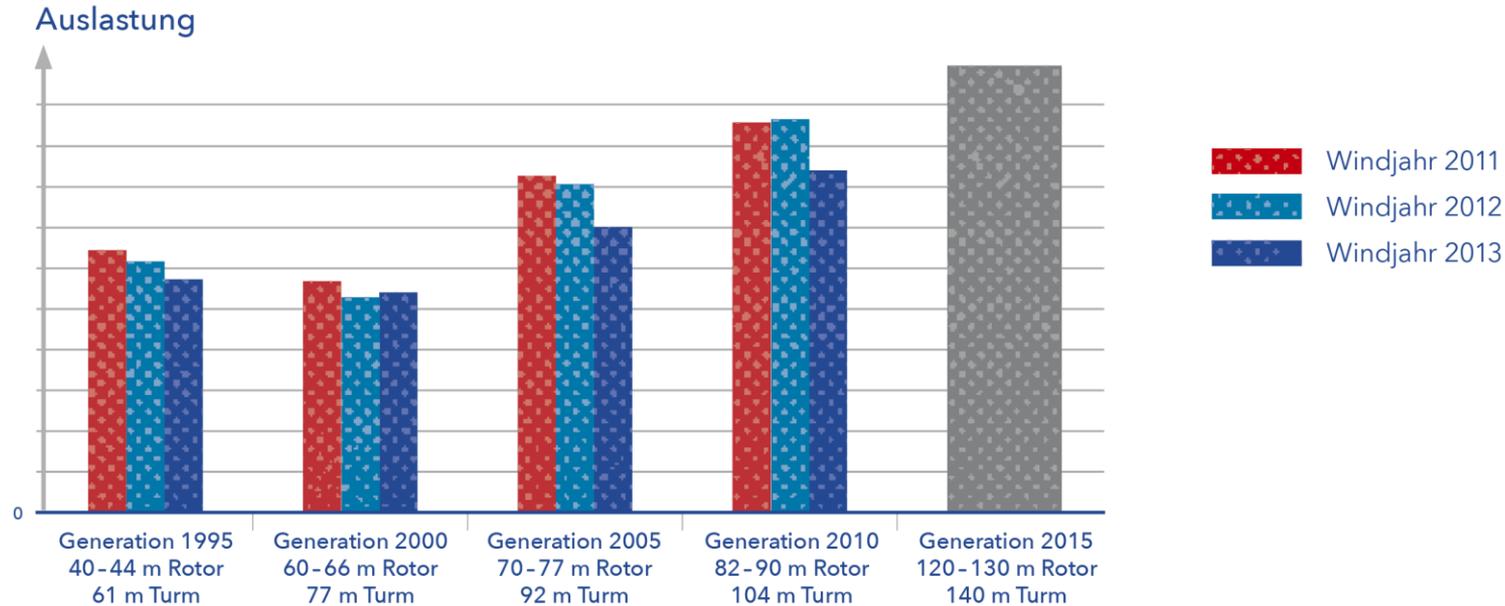
Eine vorsichtige Kalkulation berücksichtigt windschwache Jahre.

Abweichung vom 10-Jahres-Durchschnitt in Prozent (Windertragsindex Binnenland)



Die Auslastung als Maß für die „Strom-Ernte“

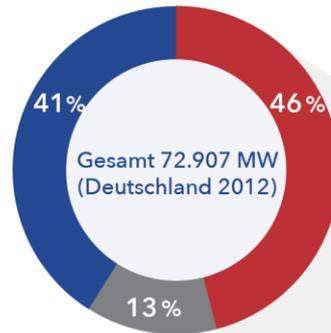
Die Anlagen wachsen – und mit ihnen die Auslastung.



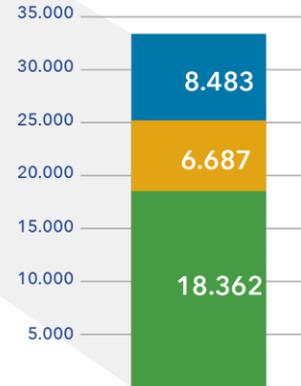
Träger der Energiewende

Die Hälfte der installierten Leistung ist in Bürgerhand.

Eigentümergruppen

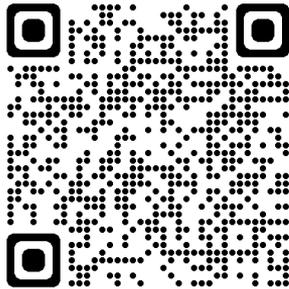


- Energieversorger
- Institutionelle und strategische Investoren
- Bürgerenergie im weiteren Sinne



- Bürgerbeteiligungen, überregional, Minderheitsbeteiligung
- Bürgerenergiegesellschaften
- Einzeligentümer

Weiterführende Informationen



[Bürgerforum Energiewende Hessen:
Faktenpapier Rentabilität und Teilhabe](#)

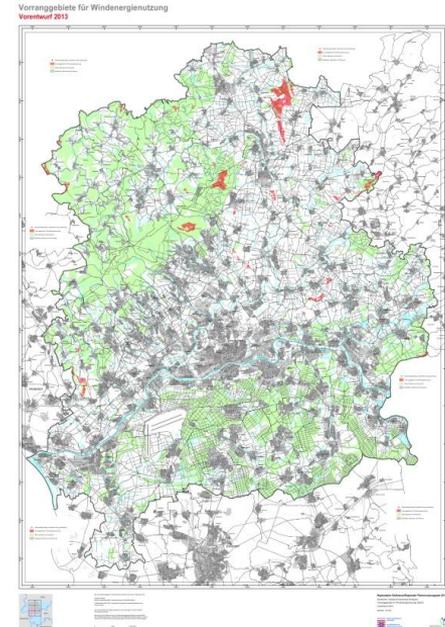


Faktencheck: Natur- und Umweltschutz

- Teil I (Flora) 06. Oktober 2015 in Fulda
- Teil II (Fauna) 13. Oktober 2015 in Darmstadt
- Moderierte Expertenhearings unter Einbindung von Vertreterinnen und Vertretern der fachrelevanten Verwaltungen, Verbände, Interessensgruppen und Akteure

Berücksichtigung des Arten- und Naturschutzes durch die Regionalplanung

- Ziel: Windenergie auf 2% der Landesfläche
- Ausschlusswirkung für die übrigen 98% nach Inkrafttreten der Regionalpläne
- Ausweisung von Windenergie-Vorranggebieten
- Kriterien:
 - Siedlung, Landschaftsbild, Erholung
 - Kultur- und sonstige Sachgüter
 - Boden- und Wasserschutz
 - Arten- und Naturschutz
- Erneute standortbezogene Prüfung dieser Kriterien im Antrags-Verfahren (nach BImSchG)

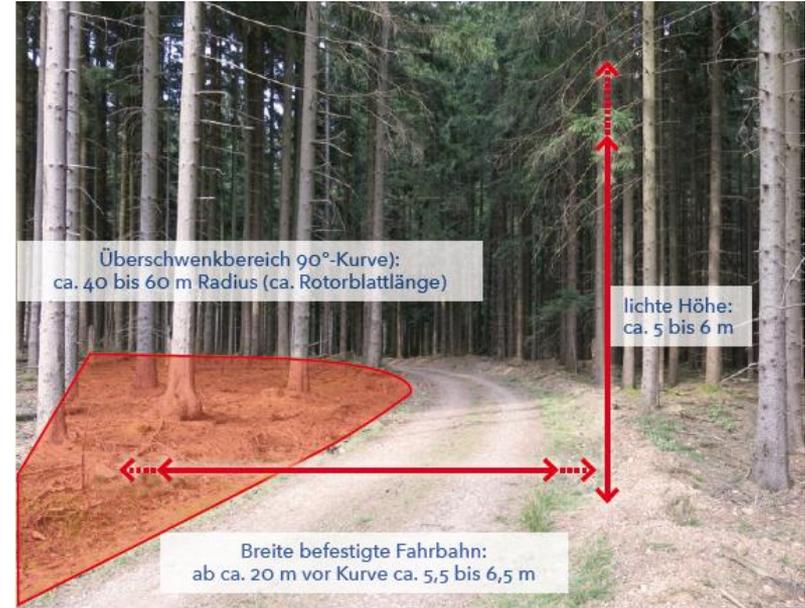
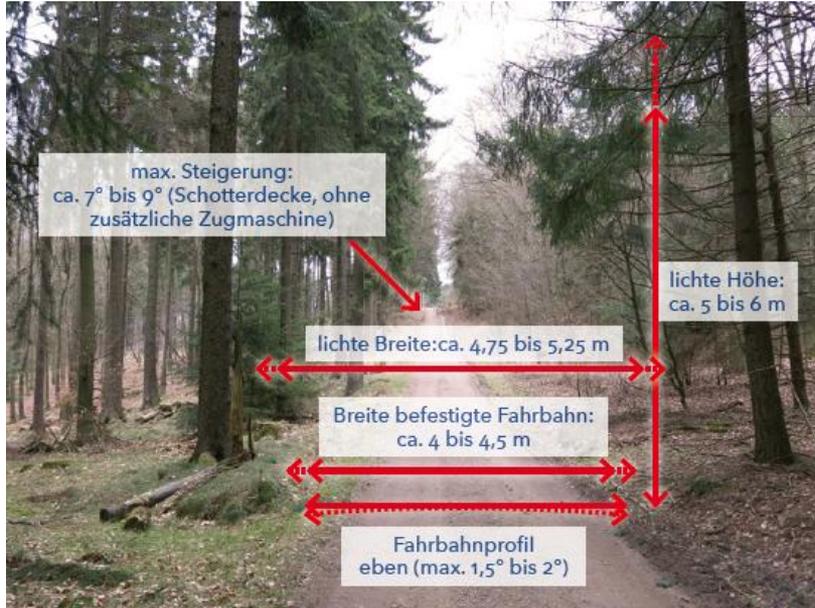


Dauerhafte und vorübergehende Inanspruchnahme von Flächen

- Berechnung abhängig von Gegebenheiten vor Ort
- Für Betriebsdauer in der Regel 0,4 – 0,6 ha
(Ersatzaufforstung in gleicher Höhe verpflichtend)
- Während der Bauphase zusätzlich 0,2 – 0,4 ha
(Wiederaufforstung angepasster Vegetation
verpflichtend)
- In Summe kein quantitativer Waldflächen-Verlust
durch Aufforstungen und qualitative ökologische
Ausgleichsmaßnahmen



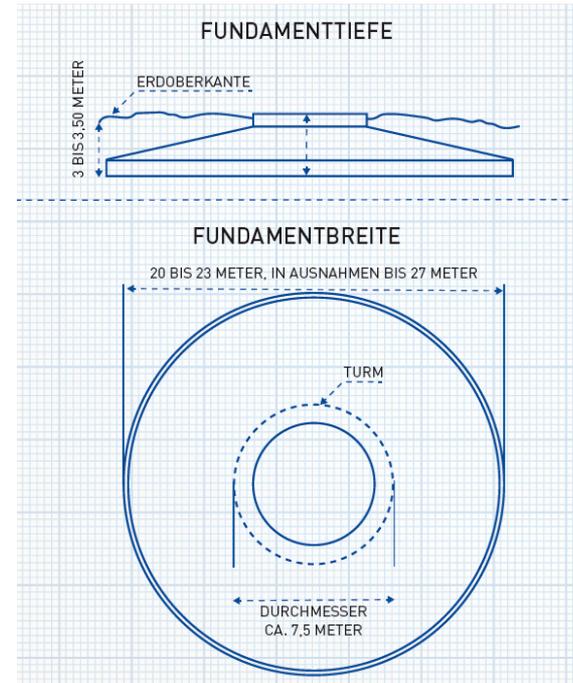
Zuwegung und Lagerflächen



- Durch intelligente Montage- und Lagerkonzepte („just-in-time“) kann die hierfür benötigte Fläche um mehr als 10% verringert werden.

Fundamente und Rückbau

- Aktuell am häufigsten genutzte Fundamente:
Durchmesser 20m – 23m, Tiefe 3,0m – 3,5m
- In Einzelfällen bis 27m Breite oder über
Pfahlbohrungen (mit Schotter-Füllung) zur
Stabilisation
- Rückbau und Recycling der einzelnen Materialien
nach Ablauf der Genehmigungsfrist (gesichert durch
Bankbürgschaft)
- Bodenfunktion wird nach der Nutzung
wiederhergestellt



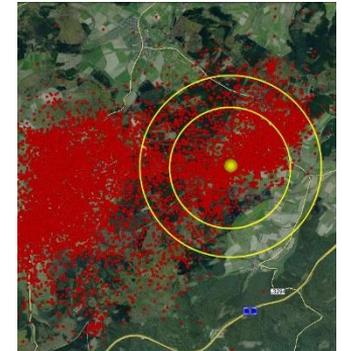
Auswirkungen auf das Ökosystem Wald

- Dauerhafte Verdichtung des Bodens im Bereich der permanenten Versiegelung (Zuwegung und Fundamente)
- Vorübergehende Abtragung und mechanische Veränderung des Oberbodens im Bereich der temporären Nutzung
- Öffnung geschlossener Baumbestände – Risiko von Sonnenbrand und Windwurf
- Aber aktuell keine Schädigung des umliegenden Waldbestandes belegbar



Windkraftsensibile Vogelarten

- Helgoländer Papier 2015 der deutschen Vogelschutzwarten enthält durchschnittliche Abstandsempfehlungen von WEA zu Horsten.
- Für Hessen besonders relevant: Rotmilan (kollisionsgefährdet), Schwarzstorch (störungsempfindlich)
- Differenzierte Abstandsregelungen für einzelne Arten vor allem auf Grund hoher Heterogenität der hessischen Landschaft
- Raumnutzungsanalysen können Lebensräume besser berücksichtigen als pauschale Abstands-Radien (siehe Grafik).



Windkraftsensible Fledermausarten

- Der verpflichtende Schutz vor Kollision, Barotrauma und Quartiersverlust wird erreicht durch:
 - Berücksichtigung von Schutzgebieten und Quartieren in der Regionalplanung und im BImSch-Verfahren
 - Abschaltalgorithmen für Jagd- und / oder Zug-Zeiten
 - Vermeidung Insekten anlockender Anstriche und Beleuchtung
 - Erhöhung des Quartier- und Nahrungsangebots in Windpark fernen Gebieten
- Für Hessen besonders relevant: Große Bartfledermaus, Mopsfledermaus



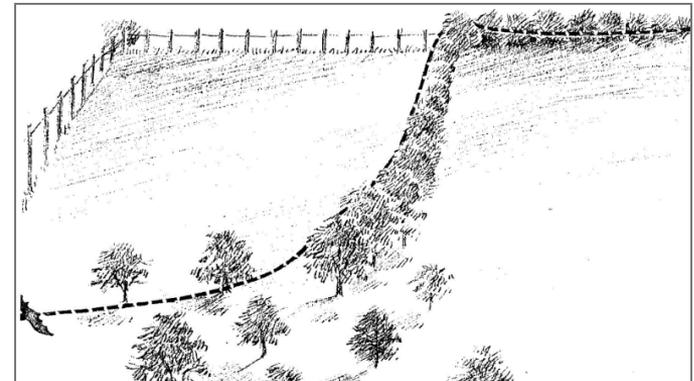
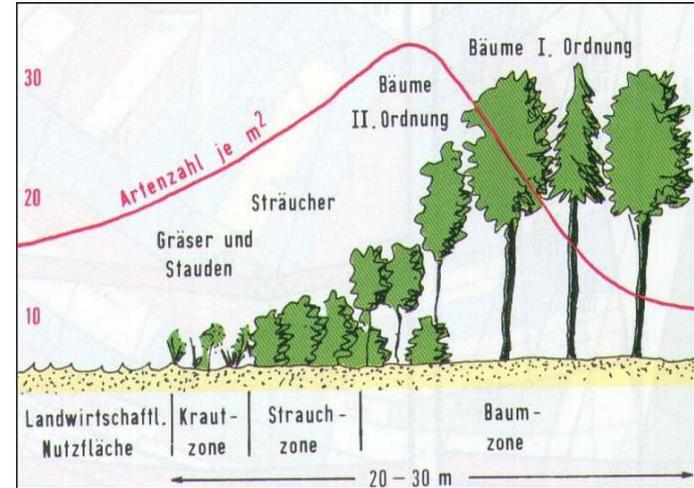
Haselmaus, Wildkatze und Rotwild

- Kein Tötungsrisiko
- Jedoch vermutete Scheuchwirkung durch:
 - Akustische, optische, olfaktorische Reize besonders in der Bau-Phase
 - Erhöhte Freizeit-Nutzung der ausgebauten Wege nach der Bau-Phase



Minimierungs- und Ausgleichsstrategien

- Berücksichtigung von bestehenden Wegenetzen und Wildbruchflächen bei Auswahl der Standorte
- Quantitativer und qualitativer Ausgleich unvermeidbarer Beeinträchtigungen (Flugkorridor, Quartiere, Flächen...)
- Prüfung schonender und fachgerechter Durchführung durch ökologische (Boden)Baubegleitung



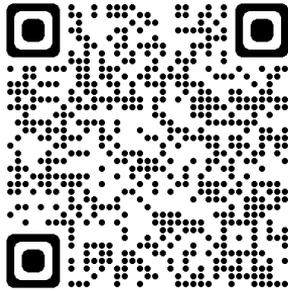
Optimierungs-Potentiale für die Zukunft

- Frühzeitige Zusammenarbeit von Experten, Behörden, Planern und Vorhabenträgern
- Ökologische Baubegleitung durch anerkannte Experten und Überwachung von Auflagen (Ausgleich, Abschaltung...)
- Systematische Zusammenführung von Studien zur Raumnutzung von Vögeln und Fledermäusen sowie Daten aus Gondelmonitoring
- Vorher-Nachher-Untersuchungen für Wildtiere

Fazit

- **Eingriffs-Minimierung und Eingriffs-Ausgleich** ist durch das BImSch-Verfahren vorgeschrieben.
- Der vollständige Rückbau inkl. Fundamente ist **rechtlich und finanziell abgesichert**.
- Individuelle Standort-Analysen und angepasste Planungen ermöglichen einen **effektiveren Artenschutz** als pauschale Abstandsregelungen. Dies wird im BImSch-Verfahren bewertet.

Weiterführende Informationen



Bürgerforum Energiewende Hessen: Faktenpapier Natur- und Umweltschutz



Das Faktenpapier Stromspeicher: Experten



Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg



Dr. Ralf Sitte

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie



Dr. Matthias Deutsch

Agora Energiewende

Praxisbeispiele:



Das Faktenpapier Stromspeicher: Entstehungsprozess



Notwendige Flexibilisierung des Energiesystems

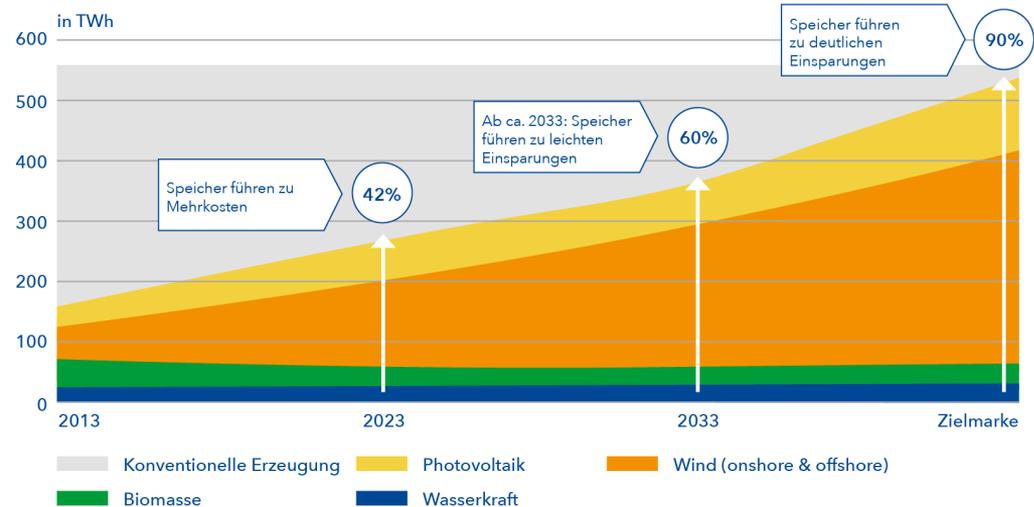
Aufgrund der fluktuierenden Einspeisung von erneuerbaren Energien



Stromspeicher ab den 2030er Jahren bei 60% EE-Anteil im Stromsektor notwendig

- Heute stehen kostengünstigere Flexibilitätsoptionen wie Netzausbau oder Lastmanagement zur Verfügung.
- Erst mit steigenden Anteilen an erneuerbaren Energien im System wird der Einsatz von Speichern wirtschaftlich sinnvoll.

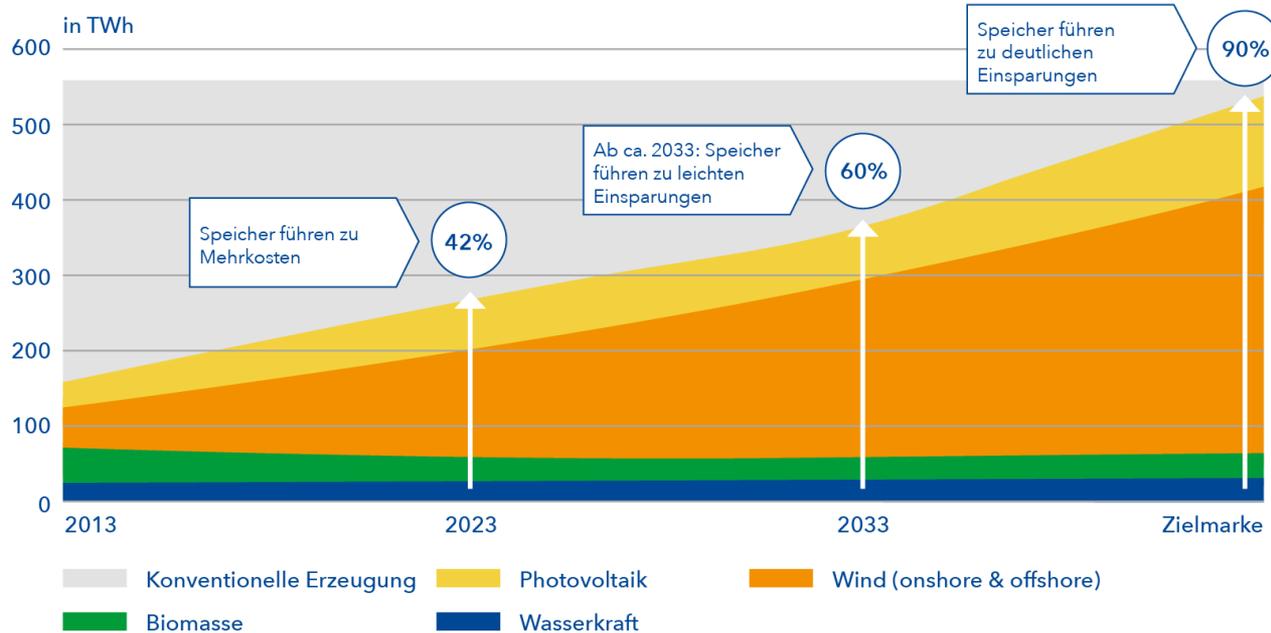
Stromerzeugung aus EE und Nachfrage in Deutschland



Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland in Prozent bis hin zu einem Systemanteil von 90 Prozent zu einem bisher nicht genau zu bestimmenden Zeitpunkt, eigene schematische Darstellung nach Agora Energiewende 2014.

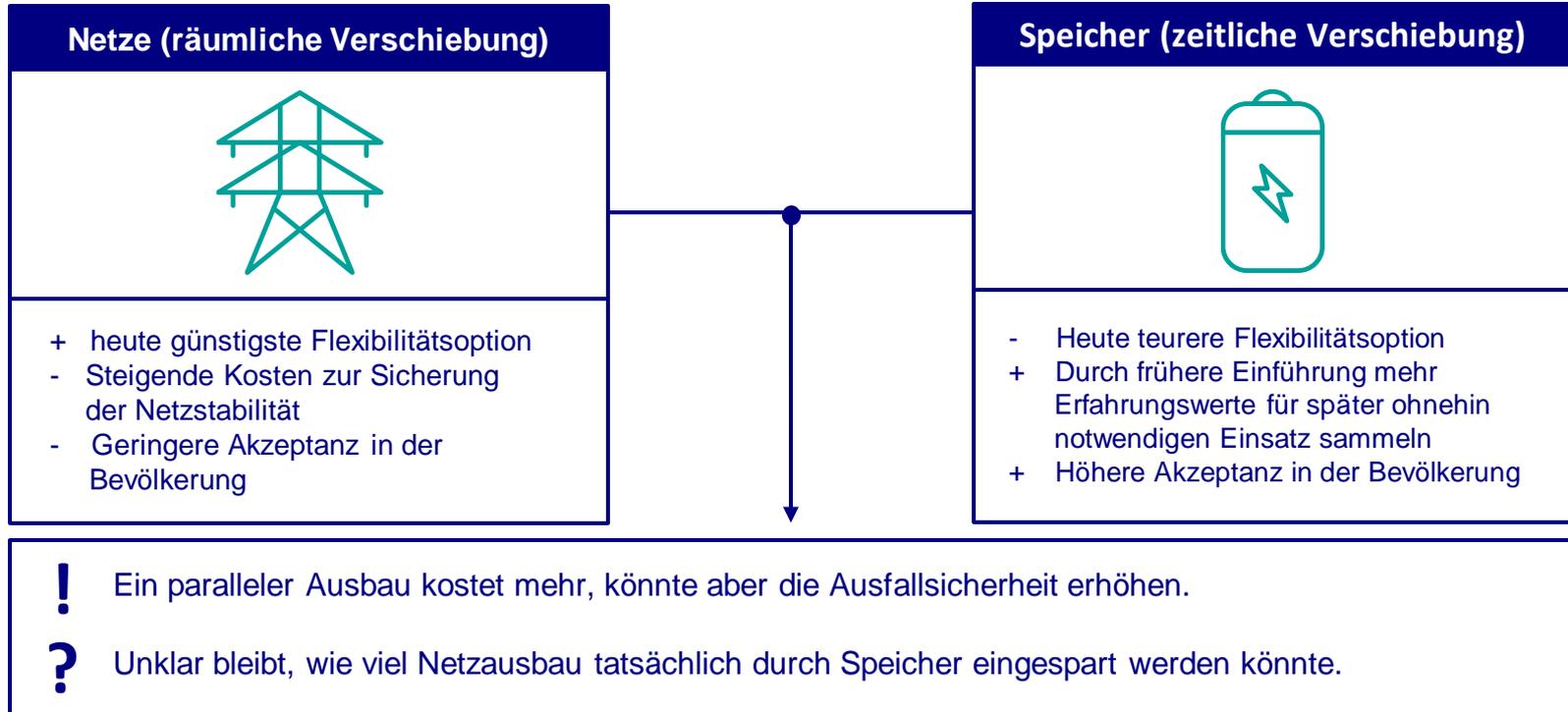
Stromspeicher ab den 2030er Jahren bei 60% EE-Anteil im Stromsektor notwendig

Stromerzeugung aus EE und Nachfrage in Deutschland

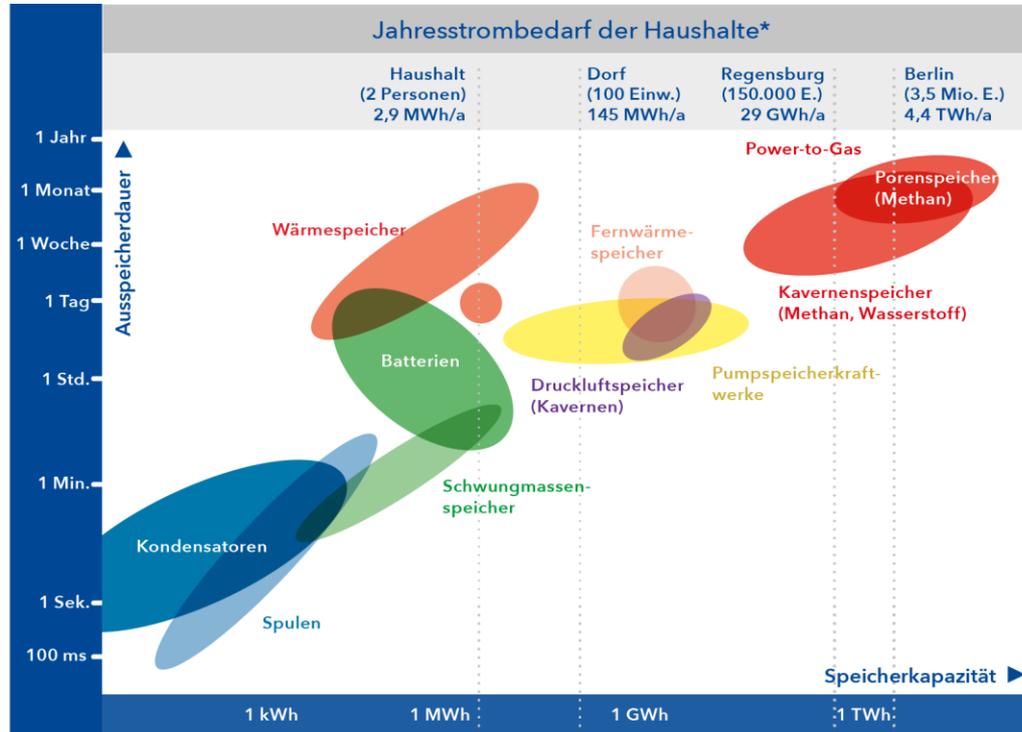


Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland in Prozent bis hin zu einem Systemanteil von 90 Prozent zu einem bisher nicht genau zu bestimmenden Zeitpunkt, eigene schematische Darstellung nach Agora Energiewende 2014.

Paralleler Netz- und Speicherausbau könnte ein stabileres Energiesystem ermöglichen



Verschiedene Arten von Stromspeichern stehen technisch relativ ausgereift zur Verfügung



- chemisch
- chemisch
- thermisch
- mechanisch
- mechanisch
- mechanisch
- elektrochemisch
- elektromagnetisch
- elektrisch

Die Datenwolken geben Bereiche an, in denen sich einzelne heute bereits realisierte Anlagen in Deutschland bewegen.

© Sterner, Thomas; FENES, OTH Regensburg, 2014

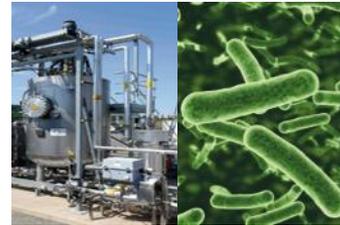
Stromspeicher derzeit nur in Einzelfällen wirtschaftlich zu betreiben – die Marktsituation wird aber besser

Betreiber stehen aktuell vor einigen Herausforderungen:

- Gesetzlicher Rahmen & Abgaben
- Hohe Anlagenkosten
- Marktzugang
- Effizienz
- Technische Hürden



Anwendungsbeispiele zeigen bereits innovative Entwicklungen:



Power-to-Gas
biologische
Methanisierung in
Allendorf, Eder



Strombank für
Quartierspeicher in
Mannheim

Staatliche Förderprogramme setzen Anreize für die Entwicklung von Speichertechnologien

ENERGIESPEICHER
Forschungsinitiative der Bundesregierung



Details:

- 200 Mio. € Fördervolumen
- über 250 Projekte bewilligt

Schwerpunkte:

- Wind-Wasserstoff-Kopplung
- Batterien im Verteilnetz
- thermische Speicher

Details:

- 60 Mio. € Fördervolumen
- über 19000 Projekte bewilligt
- Fortführung ab 2016 mit 30 Mio. € Fördervolumen

Schwerpunkt:

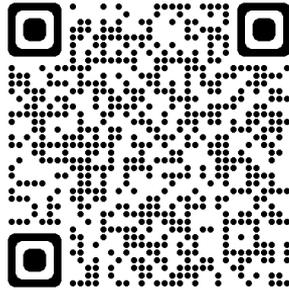
- Dezentrale PV-Speicher

Div. Förderprogramme der einzelnen Bundesländer für Stromspeicher und weitere Speichertechnologien mit kleineren Volumina und unterschiedlichen Laufzeiten

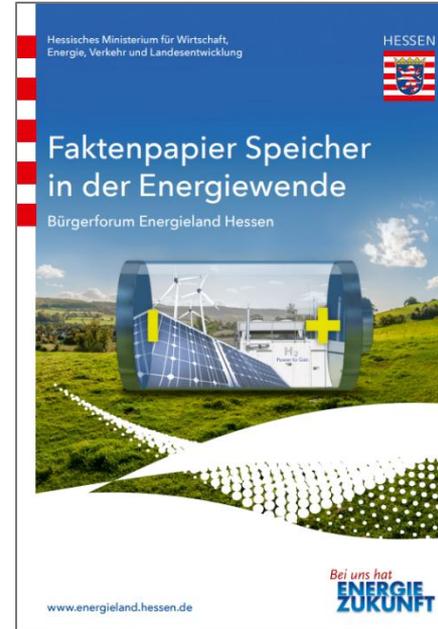
Die wichtigsten Erkenntnisse auf einen Blick

- **Kostengünstige Flexibilitätsoptionen** werden für das Gelingen der Energiewende erforderlich sein.
- Stromspeicher werden **ab den 2030er Jahren** bei 60% EE-Anteil als wirtschaftlich sinnvolle Flexibilitätsoption einsetzbar sein.
- Technisch ausgereifte Stromspeicher stehen bereits heute zur Verfügung, jedoch sind derzeit **Flexibilitätsoptionen wie Netzausbau oder Lastmanagement noch kostengünstiger**.
- Durch einen **parallelen Ausbau von Netzen und Speichern** könnte ein robusteres Energiesystem entstehen, auch wenn die Gesamtkosten wahrscheinlich steigen.
- Staatliche Förderprogramme und verbesserte Rahmenbedingungen setzen Anreize für die Entwicklung von Speichertechnologien.

Weiterführende Informationen



[Bürgerforum Energiewende Hessen:
Faktenpapier Speicher in der
Energiewende](#)



Expertinnen und Experten



Klaus Dieter Brandstetter

Touristik Service Waldeck-Ederbergland GmbH



Jan Lembach

Bürgermeister, Dahlem



Dr. Elke Bruns

Institut für nachhaltige Energie- und Ressourcennutzung, Berlin



Jochen Mülder

Visualisierungsbüro Lenné3D, Bielefeld



Dr. Ivo Gerhards

Regierungspräsidium Gießen



Prof. Dr. Michael Roth

Landschaftsplaner, Hochschule Nürtingen-Geislingen



Prof. Dr. Anja Hentschel

Juristin, Universität Luzern, Universität Kassel



Dietrich Vahle

Regierungspräsidium Kassel



Prof. Dr. Dr. Olaf Kühne

Geograph und Soziologe, Universität Tübingen



Prof. Dr. Heinz-Dieter Quack

Tourismusforscher,
Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel

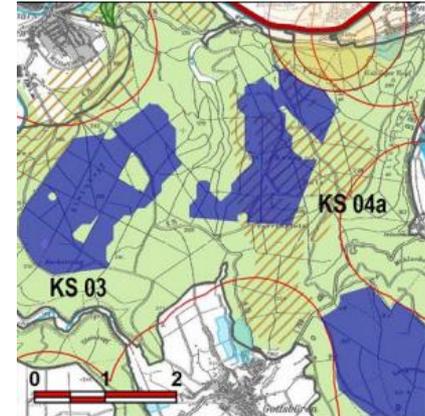
Zentrale Fragen

- Welche Landschaft gilt als schön?
- Nach welchen Kriterien wird das Landschaftsbild bewertet?
- Verprellen Windräder Touristen?
- Welche Rolle spielen Landschaftsbild und Tourismus in der Planungspraxis?
- Wie können touristische Regionen auf den Ausbau der Windenergie reagieren?

Spielraum der Regionalplanung

Die Regionalplanung kann Gebiete nicht grundsätzlich vom Ausbau der Windenergie ausnehmen, wenn Landschaftsbild oder Tourismus tangiert sind. Doch beides wird berücksichtigt.

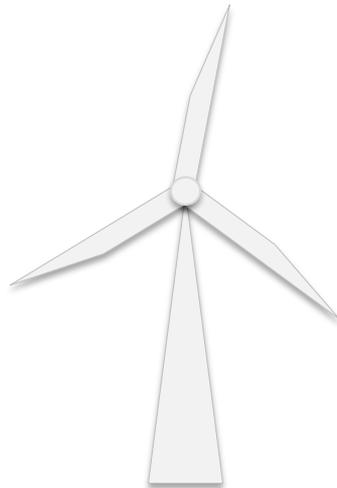
- Das Bundesbaugesetz sieht vor, dem Ausbau der Windenergie „substanziell Raum zu schaffen“.
- Landschaftsbild und Tourismus als solche sind in der Regionalplanung keine sog. harten Kriterien, die zum Ausschluss ganzer Gemeindegebiete führen.
- Es gibt jedoch Ausschlusskriterien, die Landschaftsbild und Tourismus zugute kommen. Die Regionalplanung kann etwa großflächige Erholungsräume aus naturschutzrechtlichen Gründen vom Ausbau der Windenergie ausnehmen.
- Beispiele aus Nordhessen: das Biosphärenreservat Rhön, der Kellerwald und der Hohe Meißner bleiben frei von Anlagen. Es gibt Schutzzonen um touristische Einrichtungen wie Campingplätze oder Denkmäler wie die Sababurg.



Bei der Ausweisung von Vorranggebieten wie hier im Landkreis Kassel wird das Landschaftsbild indirekt über Abstände zu Sehenswürdigkeiten berücksichtigt.

Im Genehmigungsverfahren spielt das Landschaftsbild eine Rolle

Projektierer müssen in Hessen bei Konfliktlage Gutachten zur Sichtbarkeit einreichen.



Projektierer



Antrag erfordert Gutachten zu...

- Schattenwurf
- Schall
- Natur- und Artenschutz u.v.m.
- Ggf. Auswirkungen auf das Landschaftsbild



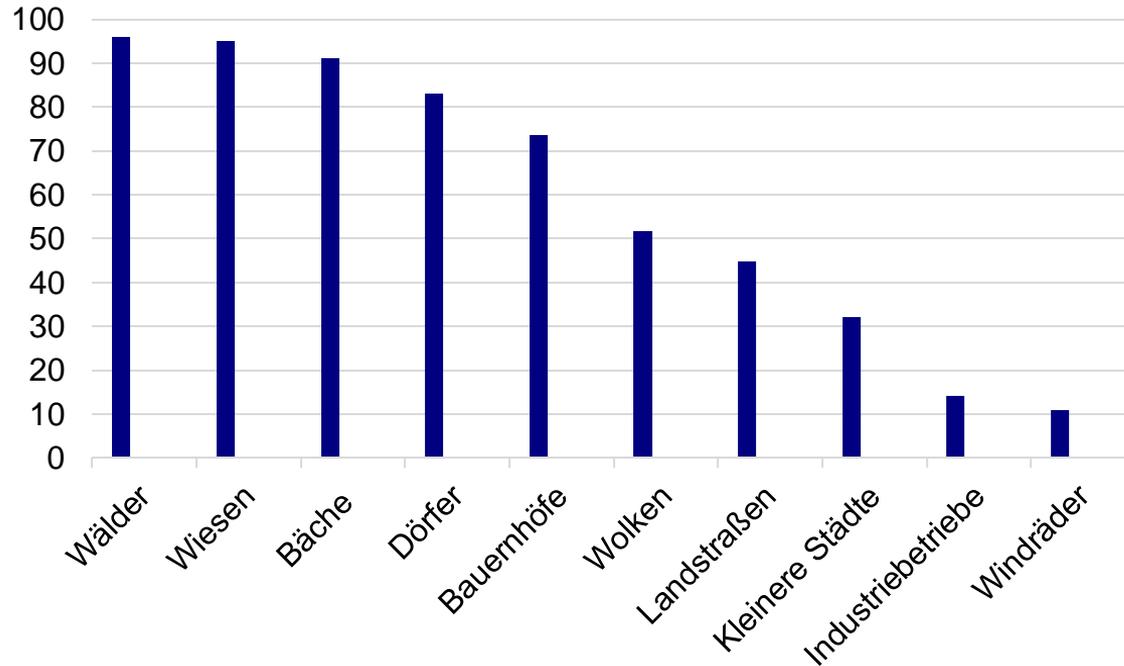
Zuständiges RP

Landschaft ist nicht von sich aus „schön“

Auf das Empfinden wirken sich Alter, Geschlecht, Bildung etc. aus.

- Das ästhetische Empfinden von Landschaft ist einem Wandel unterworfen.
- Derzeit assoziiert nur eine Minderheit der Menschen Windräder mit Landschaft (siehe Grafik).
- Für die emotionale Bindung an „Heimat“ ist die Vertrautheit der Landschaft wichtiger als deren Schönheit.
- Der Ruhrpott zeigt, dass Industrieanlagen (Zechen) Teil der heimatlichen Normallandschaft sein können.
- Vor diesem Hintergrund liegt nahe, dass eine wachsende Zahl von Menschen Windenergieanlagen als Teil von Landschaft wahrnimmt – immer mehr Menschen sind aus ihrer Sozialisation mit ihnen vertraut.

Was gehört Ihrer Meinung nach zu einer Landschaft?



Eigene Darstellung
nach Kühne 2006

Das Bundesnaturschutzgesetz ist die Grundlage für die Bewertung des Landschaftsbildes

Dennoch ist das Landschaftsbild als Schutzgegenstand schwer zu fassen.

- Zu schützen sind „Vielfalt, Eigenheit und Schönheit“ von Natur und Landschaft (laut BNatSchG).
- Hierbei ist „Schönheit“ der Begriff, der am schwersten zu fassen ist. Kriterien zur Bewertung des Landschaftsbildes sind v.a. das Relief, Oberflächen und Bebauung.
- Auf Landesebene finden sich kaum Vorgaben dazu, welche Landschaften zu schützen sind.
- Relevante Abwägungen werden oft auf Ebene der Regionalplanung oder der örtlichen Bauleitplanung vorgenommen.



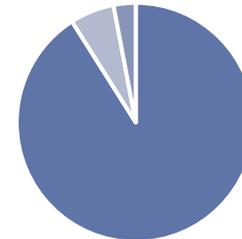
Windräder in Andermatt: Je sichtbarer die Anlagen, desto höher ihr Konfliktpotenzial. Bild: Glunggenbauer/wikicommons

Wie begründet ist die Sorge, dass wegen Windenergieanlagen Touristen wegbleiben?

- In Befragungen in Urlaubsgebieten gibt ein Teil der Besucherinnen und Besucher an, aufgrund von Windrädern eine Region nicht wieder besuchen zu wollen (Bandbreite 1 bis 15 Prozent).
- Wie viele tatsächlich so handeln, ist nicht bekannt.
- Durch Studien zieht sich die Erkenntnis, dass sich ältere Besucherinnen und Besucher eher gestört fühlen als jüngere.

Umfrage-Beispiel aus der Eifel

Finden Sie Windkraftanlagen so störend, dass Sie bei zusätzlichen Anlagen auf einen Besuch der Eifel verzichten würden?



■ nein ■ ja ■ keine Angabe

Eigene Darstellung nach IfR 2012

Mit welchen Strategien können touristische Regionen auf den Windenergie-Ausbau reagieren?

- **Umzingelung vermeiden, freie Sichtachsen beibehalten**
(Auf Ebene der Regionalplanung oder bei Flächen in öffentlicher Hand)
- **Windenergie aktiv bewerben**
(Ebene der Region oder Kommune)
 - im Rahmen des örtlichen Selbstverständnisses
 - als eigenständige touristische Ziele



Ulrichstein im Vogelsbergkreis errichtete einen der ersten Bürgerwindparks Deutschland. Dass die Windenergie-Gewinnung Teil des Selbstverständnisses ist, zeigt die Vorderseite des Stadtprospekts. Abbildung: Stadt Ulrichstein

Der Ausbau der erneuerbaren Energien stellt in Zeiten eines spürbaren Klimawandels die zentrale Säule der Energiewende dar. Der **Energieweg Söhre** bietet daher die Möglichkeit, sich umfassend über Windkraft und weitere Möglichkeiten der Gewinnung von Energie aus regenerativen Quellen zu informieren. Ursachen und Folgen des Klimawandels hierzulande und global werden ebenso erörtert, wie die Wirkung von Windenergieanlagen im heimischen Wald auf Natur und Umwelt.

Auf einer Länge von fünf Kilometern führt Sie dieser Rundweg teils auf befestigten, teils auch auf unbefestigten verschlungenen Waldpfaden rund um alle fünf Windenergieanlagen im Windpark Söhrewald. Mitmach-Elemente am Wegesrand bieten Raum für sinnliches Erleben. Eine Abkürzung bietet die Möglichkeit, die Wegstrecke auf vier Kilometer zu verringern.

Individuell gestaltete Informationstafeln entlang des Weges liefern eine Fülle von Informationen rund um das Thema Energie. Das umfangreiche begleitende Umweltbildungsprogramm mit Fachführungen und Angeboten für Schulen sollen darüber hinaus Inhalte vertiefen und Möglichkeit zur Diskussion bieten.

Energieweg Söhre



1 Der globale Klimawandel
Seit der Industrialisierung steigt die weltweite (globale) Mitteltemperatur der Luft beständig an. Worin liegen die Ursachen? Welche Folgen hat der Klimawandel für Mensch, Tier und Umwelt?



2 Die Windenergieanlage (WEA)
Der Aufbau und die Funktion einer modernen WEA. Welche Standorte sind für die „Ernte“ des Windes geeignet?

3 Erneuerbare Energien
In Zeiten eines bereits spürbaren Klimawandels stellt der Ausbau der erneuerbaren Energien eine zentrale Säule der Energiewende dar. Welche erneuerbaren Energiequellen gibt es und welchen Anteil haben sie an unserer Versorgung mit Energie?



4 Fossile Träger unserer Energie
Die fossilen Brennstoffe ermöglichen es uns, die vor langer Zeit gespeicherte Sonnenenergie heute zu verwerten. Wie sind diese Brennstoffe einst entstanden und welche Emissionen entstehen heute durch ihre Verwendung?



5 Windenergieanlagen im Wald
Der Bau von WEA im Wald ist häufig begleitet durch eine Fülle kritischer Fragen. Diese Thementafel liefert klare Antworten rund um die Auswirkungen von WEA auf Mensch, Natur und Umwelt. Eine Infobox erklärt die Voraussetzungen für die Genehmigung einer WEA.



Im September 2016 eröffnet: der Rundwanderweg zu fünf Windenergieanlagen am Warpel in der Söhre. Abbildung: Naturpark Meißner-Kaufunger Wald

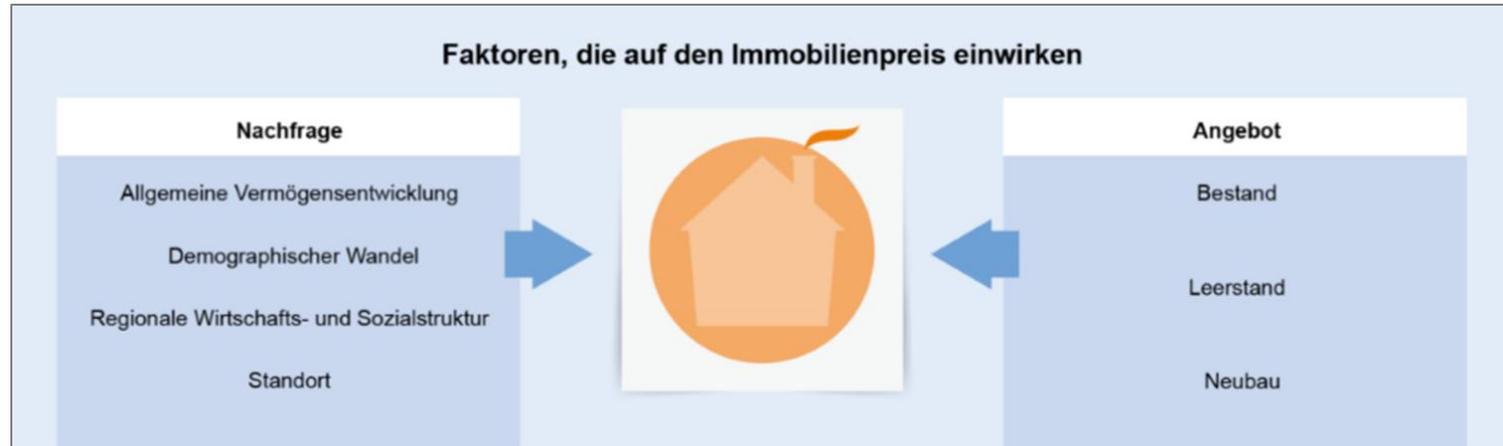
Die wichtigsten Erkenntnisse auf einen Blick

- Reine Naturlandschaften gibt es in Deutschland so gut wie nicht mehr. Stattdessen leben wir in **Kulturlandschaften**, die in unterschiedlichem Ausmaß vom Menschen geprägt sind.
- Im Bundesnaturschutzgesetz ist festgehalten, dass „**Vielfalt, Eigenart und Schönheit**“ von Natur und Landschaft bewahrt werden sollen.
- Auf Länderebene finden sich bislang **nur vage Vorgaben** dazu, welche Landschaften zu schützen sind. Entscheidungen hierüber werden meist auf regionalplanerischer Ebene oder in Genehmigungsverfahren getroffen.
- Die Regionalplanung hat **keine gesetzliche Handhabe, ganze Gemeindegebiete zum Schutz des Landschaftsbildes oder des Tourismus frei von Vorranggebieten zu halten**. Über andere Kriterien wie Natur- oder auch Denkmalschutz werden jedoch sowohl das Landschaftsbild als auch touristische Belange geschützt.

Windenergie und Immobilienpreise

Erkenntnisse aus einem Faktencheck der EnergieAgentur NRW

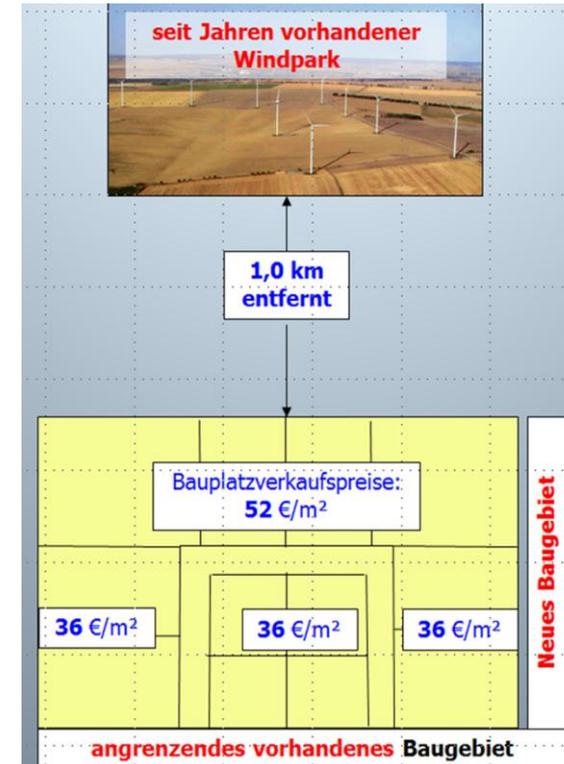
- Wertfeststellungen sind **multikausale Momentaufnahmen**. Allgemeingültige Aussagen lassen sich aufgrund der jeweils einzigartigen Standort-Konstellationen und regionalen Entwicklungen nicht ableiten.



Windenergie und Immobilienpreise

Erkenntnisse aus einem Faktencheck der EnergieAgentur NRW

- Windenergieanlagen können im Umfeld von Immobilien Irritationen auslösen, die **kurzfristig** auf das Preisniveau bei potenziellen Käufern und Verkäufern wirken.
- Maklerumfragen ergeben **befürchteten** Wertverlust, jedoch ohne konkrete Fallzahlen oder empirische Befunde.
- Fallbeispiel zu Baulandpreisen eines Neubaugebiets (Ostfriesland) in Windparknähe:



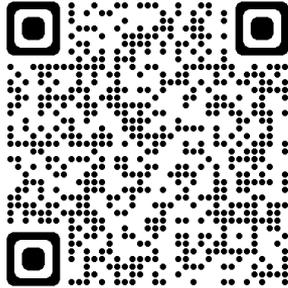
Windenergie und Immobilienpreise

Erkenntnisse aus einem Faktencheck der EnergieAgentur NRW

- Immobilienwerte können kurzzeitig sinken (ggf. auch durch entsprechend formulierte Befürchtungen), pendeln sich jedoch wieder auf dem **ursprünglichen Niveau** (bzw. dem langfristigen Trend) ein.
- Die Befunde lassen nach derzeitigem Stand die Aussage zu, dass Windenergieanlagen **keinen dauerhaft negativen Einfluss** auf die Immobilienwerte haben.

Quelle: [EnergieAgentur NRW – Windenergie und Immobilienpreise](#)

Weiterführende Informationen



[Bürgerforum Energiewende Hessen:
Faktenpapier Tourismus und
Landschaftsbild](#)





Bürgerforum Energiewende Hessen



8. Sicherheit von Windenergieanlagen



Stand: Oktober 2018



Die Expertinnen und Experten



Stefan Bohn

Diplom-Ingenieur für Umwelt- und Hygienetechnik, RP Gießen



Alisa Lettmann

Projektingenieurin, Brandschutzsachverständigenbüro BES



Prof. Henry Seifert

Ehem. Leiter des Instituts für Windenergie an der Hochschule Bremerhaven



Clemens Englmeier

Fachbereich Brandschutz, RP Darmstadt



Gerd Morber

Bereichsleiter Windenergie, HessenEnergie



Thomas Grünz

Dipl.-Geologe, Büro f. Geohydrologie und Umweltinformationssysteme



Dr. Monika Polster

Sachverständige, TÜV NORD EnSys



Dr. Thomas Hahm

Ingenieurbüro Fluid & Energy Engineering



Christian Schlösser

Geschäftsführer, Enser Versicherungskontor

Überblick

- WEA sind sicher:
 - **Keine bekannten Personenschäden bei Dritten** durch WEA in Deutschland
 - Vergleichsweise geringe Sachschäden
- Sicherheitsaspekte sind **integraler Teil des Genehmigungsverfahrens**.
Erforderlich sind u.a.:
 - **Brandschutzkonzept**
 - Nachweis der **Standicherheit**
 - Kein inakzeptables Risiko durch **Eiswurf und Eisfall**
 - WEA werden i. d. R. automatisch überwacht und ggf. abgeschaltet.

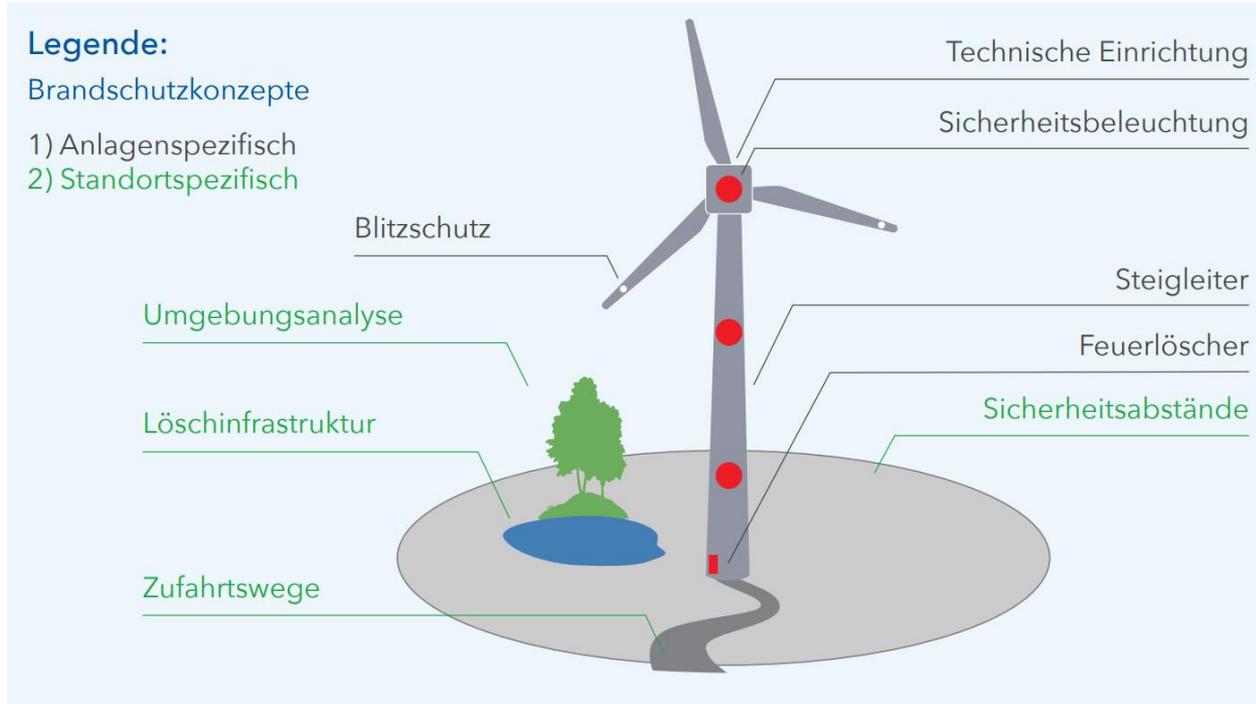
Schadenswahrscheinlichkeit durch brennende WEA

- Es existieren **bundesweit keine absoluten Zahlen** und Statistiken zu Brandschadensfällen, da diese behördlich nicht meldepflichtig sind.
- Ein bundesweit agierender Versicherer für WEA hat in seinem Kunden-Bestand (ca. 4.500 WEA der bundesweit ca. 27.000 WEA) im Mittel 1,5 Brandschäden pro Jahr (beinhaltet Brandschäden jeder Größe mit offener Flamme). Dies entspricht einer **Schadenfall-Quote von ca. 0,03% pro Jahr**.
- Werden Dritte durch Brandschäden betroffen, greift immer die Haftpflicht-Versicherung jeder WEA. Dem befragten Versicherer sind hier keine relevanten Schäden Dritter bekannt. Eine **WEA-Haftpflicht kostet bundesweit ca. 50-100€ pro Jahr** bei einer Deckungssumme von 5-10 Mio. €. Hierbei erhöht sich die Rate nicht für eine WEA auf Waldstandorten.
- Jeder Waldbesitzer kann für seinen Waldbestand auch selbst gegen Waldbrand versichern. Auch hier ist die **Rate der Brandschutz-Versicherung unabhängig von etwaigen WEA im Waldbestand**.

Brandschutzkonzepte für WEA

- **Brandschutzkonzepte** sind zwingend Bestandteil eines Genehmigungsantrags und werden mit den lokalen Feuerwehren abgestimmt.
- Die Sensorik in der WEA erkennt und **meldet den Brandfall** automatisch.
- Im Brandfall wird die **Gefahrenzone großflächig abgesperrt** und gesichert.
- Im Fall des vollständigen Gondel-Brandes wird ein **kontrollierter Abbrand** vorgenommen. Trümmer werden abgelöscht, um eine Ausbreitung zu verhindern. Hierfür müssen lokale Löschwasser-Reserven dauerhaft vorgehalten werden.

Brandschutzkonzepte für WEA



Beispielhafte Darstellung von in anlagenspezifischen und standortspezifischen Brandschutzkonzepten betrachteten Aspekten und technischen Einrichtungen (Quelle: eigene Darstellung)

Rotorblattbruch, Gondelabwurf und Turmversagen

- Sehr geringes Risiko – konservative Modelle des TÜV Nord: Wahrscheinlichkeit von 0,1 Prozent pro Jahr für einen Bruch des Rotorblattes, 0,01 Prozent für Turmversagen
- WEA müssen Typen- und Standortprüfung bestehen.
- Bei Standortprüfung:
 - Baugrundgutachten – ggf. Maßnahmen zur Baugrundverbesserung nötig
 - Prüfung der standortspezifischen Windparameter
 - Prüfung von Auswirkungen auf Bauwerke im Umkreis
- Außerdem Risikobeurteilung nötig (siehe nächste Folie)
- Regelmäßige Prüfungen vorgeschrieben (i. d. R. alle zwei Jahre)



Freiwillige Feuerwehr Frankenhain, 11.04.2018

Risikoanalyse und -bewertung von Rotorbruch, Gondelabwurf und Turmversagen

Risikoanalyse

- Ermittlung der standortspezifischen Gefährdung (z.B. Rotorblattbruch)
- Darstellung der Gefährdung (z.B. Gefährdungsbereiche Rotorblattbruch)
- Ermittlung des Risikos (z.B. Personenschaden, Individualrisiko, Gefährdung des Straßenverkehrs)



Risikobewertung

- Bewertung der Ergebnisse aus der Risikoanalyse
 - Bewertungsmaßstäbe u.a. Arbeitsunfälle (Statistiken Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)), Verkehrsstatistik (Statistisches Bundesamt), Empfehlungen des Verbands der TÜV e.V.
- wenn erforderlich, Maßnahmen zur Risikominderung (z.B. verkürzte Prüfungsintervalle (wiederkehrende Prüfung), technische Maßnahmen wie Condition Monitoring Systeme (CMS))

Quelle: eigene Darstellung nach Polster, M.: Standsicherheit, Rotorblattbruch und Turmversagen (Präsentation beim „Faktencheck Sicherheit“, Gießen, 06.06.2018).

Austritt von Betriebsstoffen/Wasserschutz

- Gefährdungspotenzial für den Wasserschutz:
 - Einsatz von Schmierölen und Kühlflüssigkeiten im Betrieb
 - Einsatz von wassergefährdenden Stoffen beim Bau
- Gesamtrisiko sehr gering:
 - Effektive Auffangvorrichtungen
 - Mengenvergleich: bis zu 3600 l wassergefährdende Stoffe bei WEA mit Getriebe, mehr als 1000 l Diesel in einem LKW

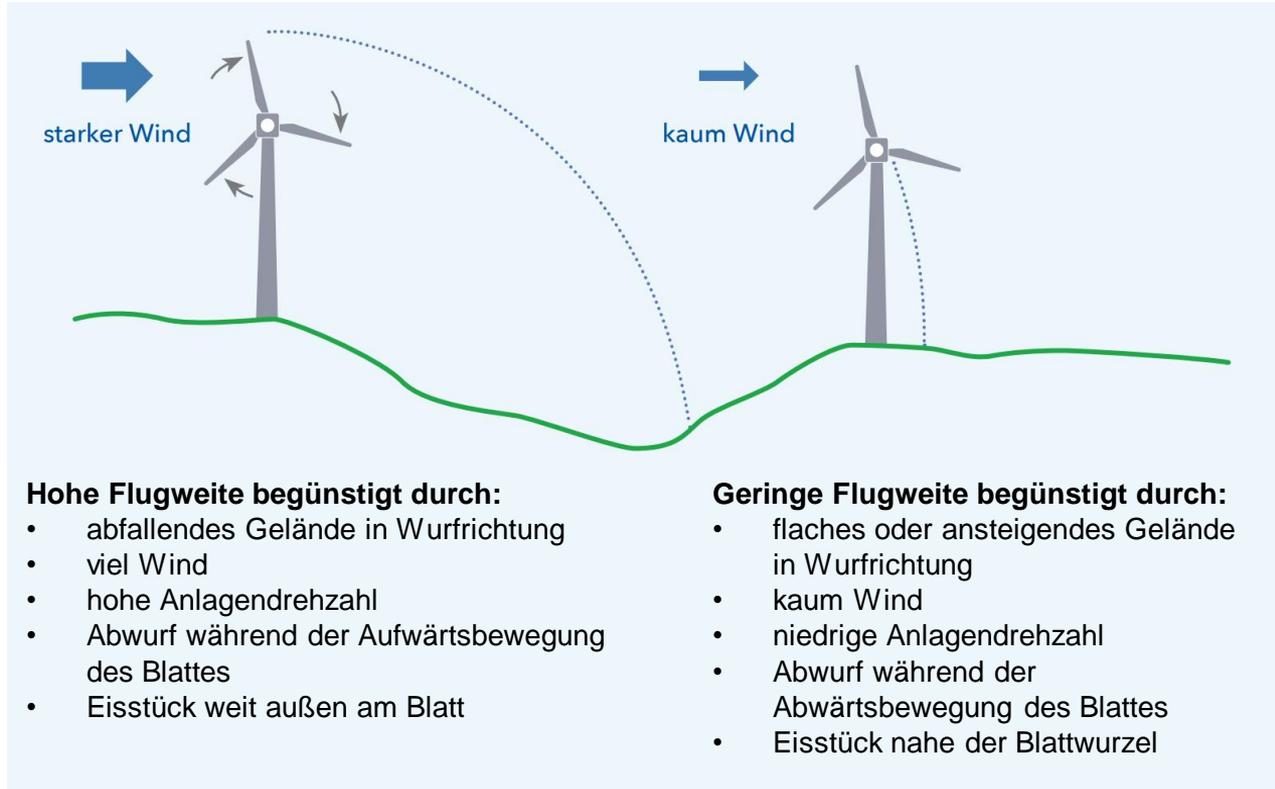


Externes Auffang- und Sicherungssystem an WEA (Quelle: Rotor-Rope GmbH)

Eiswurf/Eisfall

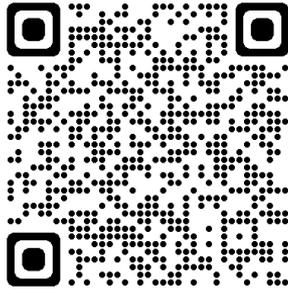
- **Eiswurf:** Abwurf von Eis von den Rotorblättern
Eisfall: Abfall von Eis von einer trudelnden oder stillstehenden WEA
- Keine dokumentierten Personenschäden durch Eiswurf/Eisfall
- Flugweite des Eises von verschiedenen Faktoren beeinflusst (siehe nächste Folie)
- Risiken durch Eiswurf/Eisfall werden im Genehmigungsverfahren geprüft
 - Ggf. Maßnahmen zur Risikominimierung erforderlich, z. B. Parallelstellung des Rotors zu einer Straße, Eiserkennungssystem

Einflussfaktoren auf die Flugweite von Eisstücken



Darstellung: Ingenieurbüro
Fluid & Energy Engineering

Weiterführende Informationen



Bürgerforum Energiewende Hessen:
Faktenpapier Sicherheit von
Windenergieanlagen



Bürgerforum Energiewende Hessen

9. Überwachung von Windenergieanlagen in Hessen

Stand: August 2021



Pflichten der Betreiber von WEA und ihre Überwachung

- **Betreiberpflichten** bestehen in verschiedenen Bereichen, u. a.:
 - Immissionsschutz: z. B. Einhaltung der Richtwerte für Lärm und Schattenwurf
 - Naturschutz: z. B. Vornahme von Vermeidungs- oder Ausgleichsmaßnahmen, etwa temporäre Abschaltungen oder Pflanzungen
 - Gewässerschutz: z. B. Anforderungen an Umgang mit wassergefährdenden Betriebsstoffen
 - Baurecht: z. B. Inspektion und Wartung der Windenergieanlage
- Die **Genehmigung** einer WEA in Hessen erfolgt durch die obere Immissionsschutzbehörde bei den Regierungspräsidien (Genehmigungsbehörde); alle weiteren relevanten Fachbehörden werden beteiligt.
- Die **Überwachung** der Betreiberpflichten erfolgt auch durch die Fachbehörden.



- **Wer überwacht?**

Die Genehmigungsbehörde, also die obere Immissionsschutzbehörde beim RP

- **Wie wird überwacht?**

Im Hinblick auf Lärm:

- Betreiber müssen meist innerhalb eines Jahres durch Abnahmemessung Einhaltung der Schalleistungspegel nachweisen.
- Nach Abnahmemessung finden weitere Lärmmessungen nur aus besonderem Anlass oder bei begründeten Beschwerden statt.

- **Was passiert bei Verstößen?**

- Verpflichtung zur Vornahme adäquater Maßnahmen, z. B. Anpassung der Stellung der Rotorblätter
- Notfalls Zwangsmittel (kaum notwendig)



- **Wer überwacht?**

Obere Immissionsschutz- und Naturschutzbehörden bei den RP

- **Wie wird überwacht?**

- Bauphase: Umfangreiche Dokumentations- und Berichtspflicht des Betreibers; behördliche Überwachung z. B. durch Vorortkontrollen, während Bau- und Rodungsphase alle ein bis drei Wochen
- Betriebsphase: Berichtspflichten umfassen z. B. Berichte zum Artenschutzmonitoring oder Vorlage der Betriebsprotokolle zur Kontrolle von Abschaltregelungen zum Fledermausschutz.

- **Was passiert bei Verstößen?**

- Umfangreiche Sanktionsmöglichkeiten, auch Ordnungswidrigkeits- und Strafverfahren möglich



- **Wer überwacht?**

Grds. die untere Wasserbehörde bei den Kreisen und Magistraten der kreisfreien Städte

- **Wie wird überwacht?**

- Überwachungsbedarf eher beschränkt, da die Anlagen über Auffangeinrichtungen für Schmierstoffe verfügen.
- Störungen können durch Fernüberwachung der WEA erkannt werden.

- **Was passiert bei Verstößen?**

- Umfangreiche Sanktionsmöglichkeiten, auch Ordnungswidrigkeits- und Strafverfahren möglich
- Verstöße selten



- **Wer überwacht?**

Untere Bauaufsichtsbehörde, i. d. R. bei Landkreisen und kreisfreien Städten

- **Wie wird überwacht?**

- Nach DIBt-Richtlinie für WEA Prüfung von Maschine, Rotorblättern und Tragstruktur durch Sachverständige i. d. R. etwa alle zwei Jahre
- Außerdem stichprobenartige behördliche Prüfung von Aspekten wie Standsicherheit, Brandschutz oder Eiswurf
- Meldepflicht der Betreiber für bedeutsame Störungen
- Auch Überwachung der Rückbauverpflichtung

- **Was passiert bei Verstößen?**

- Umfangreiche Sanktionsmöglichkeiten, einschließlich Anordnung der Stilllegung

Was können Bürgerinnen und Bürger tun?

- **Informationsrechte nach Hessischem Umweltinformationsgesetz**
 - Jede Person kann von den Behörden Daten zu WEA wie Betriebsprotokolle, Mess- oder Monitoringdaten anfordern.
 - Ausnahmen betreffen z. B. Geschäftsgeheimnisse oder personenbezogene Daten.
 - Bei umfangreichen Anfragen Möglichkeit der Kostenerhebung durch Behörden
- **Meldung von möglichen Verstößen**
 - Bürgerinnen und Bürger können Behörden Hinweise auf mögliche Verstöße geben, z. B. zu
 - Störungen durch laute Geräusche
 - Austreten von Öl
 - Betrieb der WEA trotz Pflicht zur Abschaltung wegen Vogelzug
- **Akute Gefahren, z. B. Brände, über Notruf 112 melden**

Weiterführende Informationen



[Bürgerforum Energiewende Hessen:
Infopapier Überwachung von
Windenergieanlagen in Hessen](#)

