

Gesetzlich geregelt, technisch umgesetzt – Schall und Schatten



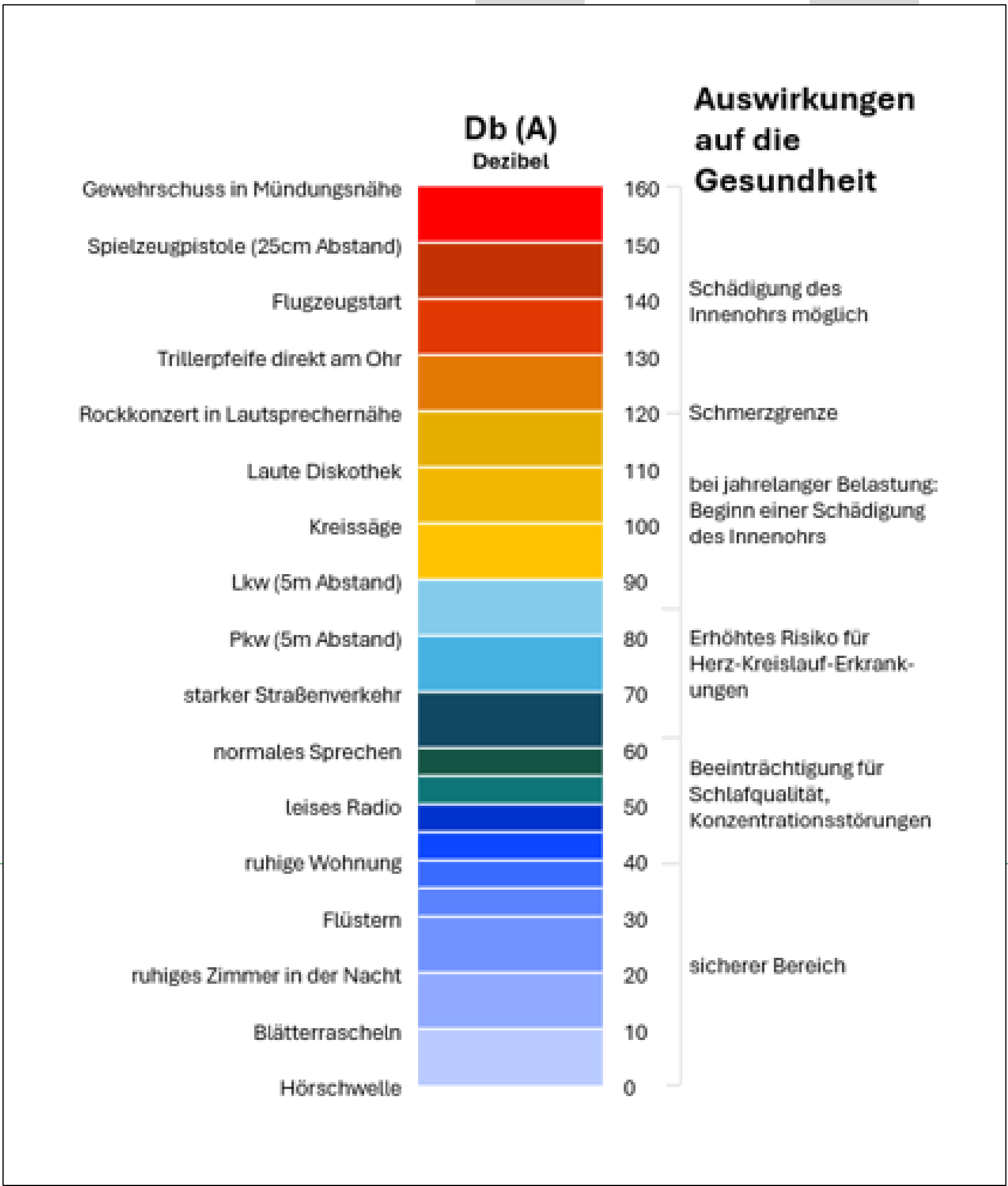
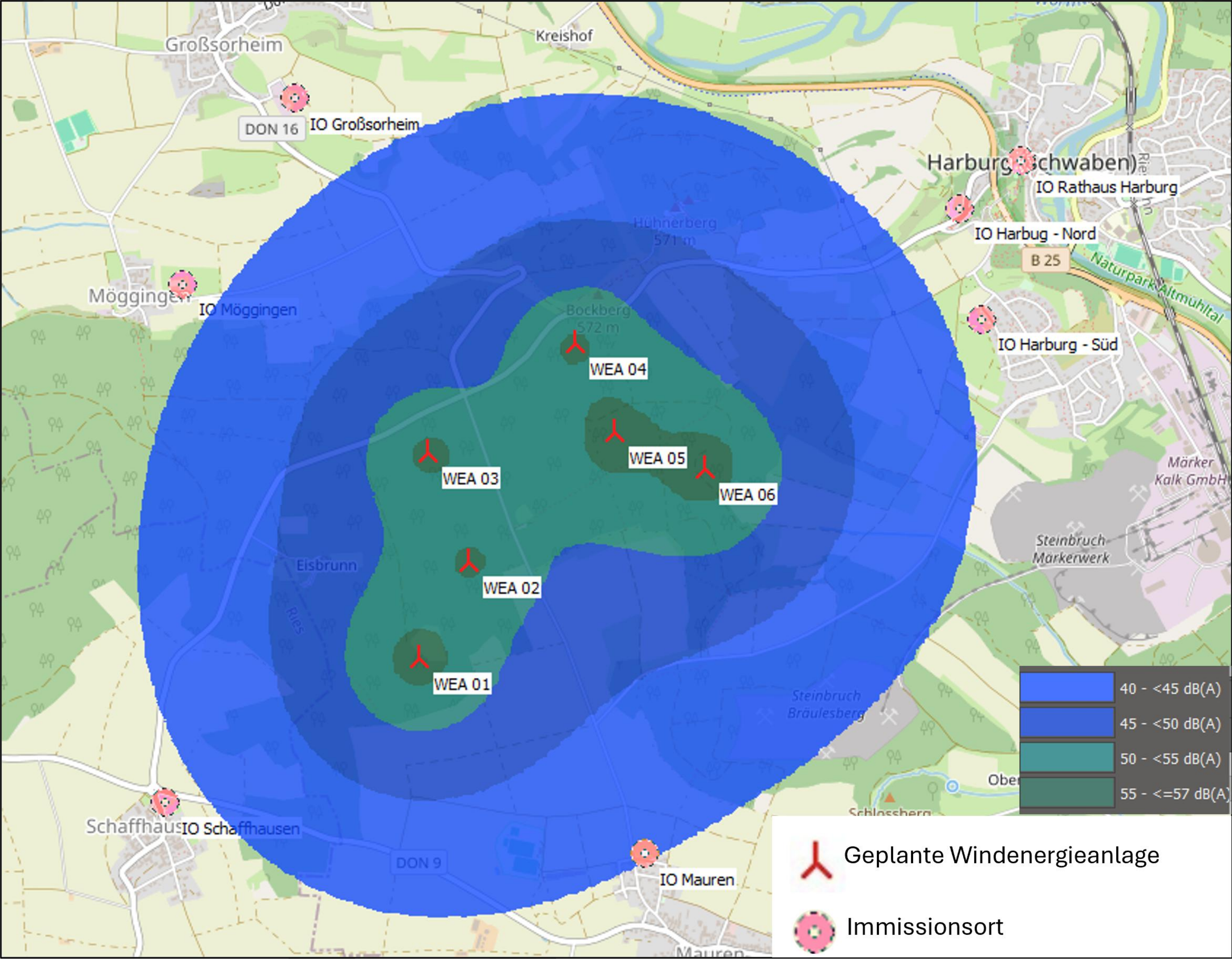
3D-Visualisierung mit Schatten im Energie Atlas Bayern:

Für technisch interessierte Nutzer besteht die Möglichkeit, den geplanten Windpark über den Energie Atlas Bayern dreidimensional aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und Schatten zu simulieren.

Hier scannen →



Schall: Grenzwerte für Wohngebiet werden überall eingehalten



Gebiet	Tageszeit	TA-Lärm Orientierungswert
Allgemeine Wohngebiete	tags	55 dB
Allgemeine Wohngebiete	nachts	45 dB/40 dB
Dorfgebiete, Mischgebiete	tags	60 dB
Dorfgebiete, Mischgebiete	nachts	50 dB/45 dB

Rechtlicher Rahmen

- Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und LAI-Hinweise sowie die TA-Lärm regeln zulässigen Schattenwurf und Schallimmissionen..
- Schatten: Richtwerte an Wohnhäusern: max. 30 Stunden pro Jahr (astronomisch maximal möglicher Schatten) bzw. max. 30 Minuten pro Tag
- Schall: Grenzwerte der TA-Lärm (z.B. Allgemeines Wohngebiet nachts 45/40 dB).

Unabhängige Gutachten und Prüfung der Genehmigungsbehörde

- Schatten: Erstellung durch akkreditierte und unabhängige Gutachter. Berechnung des theoretisch maximalen sowie des meteorologisch wahrscheinlichen Schattenwurfs (unter Einbezug langjähriger Wetterdaten).
- Schall: Berechnung der Schallausbreitung unter Berücksichtigung der aktuell vorhandenen Emissionen.
- Prüfung durch Genehmigungsbehörde: Nachweis, dass die Grenzwerte eingehalten werden.

Überwachung während des Betriebs

- Überwachung im laufenden Betrieb durch die Genehmigungsbehörde und Monitoringpflicht.
- Schatten: Einsatz eines Lichtsensors (Helligkeitssensor): misst die tatsächliche Sonneneinstrahlung. Ein Schattenwurf-Modul in der Anlagensteuerung berechnet in Echtzeit, ob an relevanten Immissionsorten tatsächlich Verschattung auftreten würde.
- Bei möglicher Überschreitung der Grenzwerte: automatische Abschaltung der betroffenen Anlage (zeitweise Betriebsunterbrechung).
- Protokollierung aller relevanten Ereignisse (Schattenwurfzeiten, Abschaltvorgänge) als Nachweis gegenüber der Behörde.
- Für den Fall, dass Grenzwerte erreicht würden, müsste eine Abschaltautomatik die Einhaltung sicherstellen.

Exkurs: Infraschall

- Infraschall bezeichnet tieffrequenten Schall im Frequenzbereich von 1 Hz bis 20 Hz (ISO 7196). Erst ab ~120 dB bei 3 Hz bzw. ~80 dB bei 16 Hz wahrnehmbar.
- Bereits im Alltag: Infraschall entsteht überall – z. B. durch Meeresbrandung, Verkehr, Heizungen oder Waschmaschinen.
- Für Menschen nicht wahrnehmbar: Der Infraschall von Windrädern liegt weit unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle.
- Keine schädlichen Wirkungen nachweisbar: Studien finden keine gesundheitsschädlichen Effekte durch Infraschall von Windenergieanlagen.
- Bereits ab einem Abstand von 250 m von einer WEA sind im Allgemeinen keine erheblichen Belästigungen durch Infraschall zu erwarten.

Quellen und weitere Infos im Energieatlas Bayern

Hier scannen →



Bürgerbeteiligung und Mehrwerte für die Kommune

Bürgerbeteiligung

Über ein Bürgerbeteiligungsmodell ermöglichen es reVenton und Märker bevorzugt den Bürgern vor Ort, sich am Windpark Harburg finanziell beteiligen und einen aktiven Beitrag zur Umsetzung der Energiewende zu leisten und von der Umsetzung des Projekts finanziell zu profitieren.

Schwarmfinanzierung

- Anlagemöglichkeit für jeden Bürger der beteiligungsberechtigten Gemeinde
- Anlagesumme zwischen 1.000 € und 25.000 € pro Bürger
- Fester, attraktiver Zinssatz deutlich über Sparzinsniveau über 5 bis 7 Jahre
- Rechtliche Gestaltung: Windsparbrief/Nachrangdarlehen an Betreibergesellschaften

Gut zu Wissen: Zum Rückbau verpflichtet

- Rückbauverpflichtung nach Betriebsende von Windenergieanlagen im Außenbereich ist in § 35 BauGB geregelt.
- Die Genehmigungsbehörde überwacht die Einhaltung der Rückbaupflicht; in Bayern wird dafür i. d. R. eine Sicherheitsleistung von 200.000 € je Anlage (Rückbaubürgschaft einer Bank) verlangt.
- In vielen Fällen ersetzt Repowering die Altanlagen: neue, leistungsstärkere Windräder ermöglichen mit weniger Anlagen die gleiche oder mehr Stromproduktion.
- Entsteht keine neue Anlage, wird die Fläche in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt (z. B. Wiederaufforstung); Kabel und Nebenanlagen wie Trafohäuschen werden entfernt, sofern sie nicht für Repowering-Projekte weitergenutzt werden.



Exkurs: Windräder und Immobilienpreise



- Studien zeigen: In der Nähe von Windrädern können Immobilienwerte leicht sinken (meist wenige Prozent), der Effekt nimmt mit der Entfernung deutlich ab.
- Der stärkste Einfluss tritt oft in der Planungs- und Bauphase auf; mit der Zeit gewöhnen sich viele Menschen an die Anlagen.
- Mehrere Windräder an einem Standort bedeuten nicht automatisch stärkere Preiserückgänge.
- Im Vergleich zu anderen Faktoren (z. B. Straßen- und Verkehrslärm) ist der Einfluss von Windrädern auf Immobilienpreise oft geringer.

Quellen und weitere Infos im Energieatlas Bayern

Hier scannen →



Finanzielle Beteiligung der Gemeinde

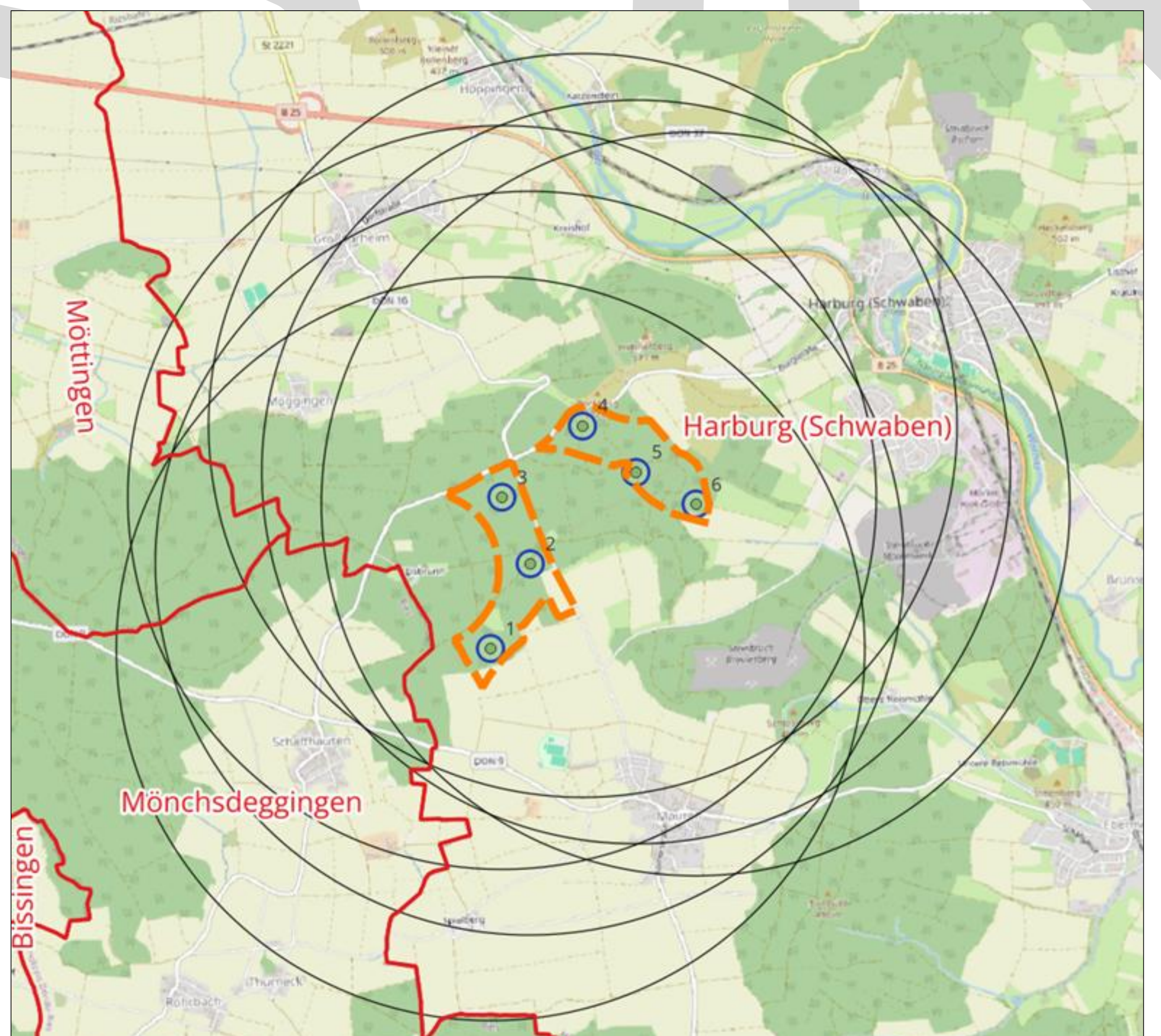
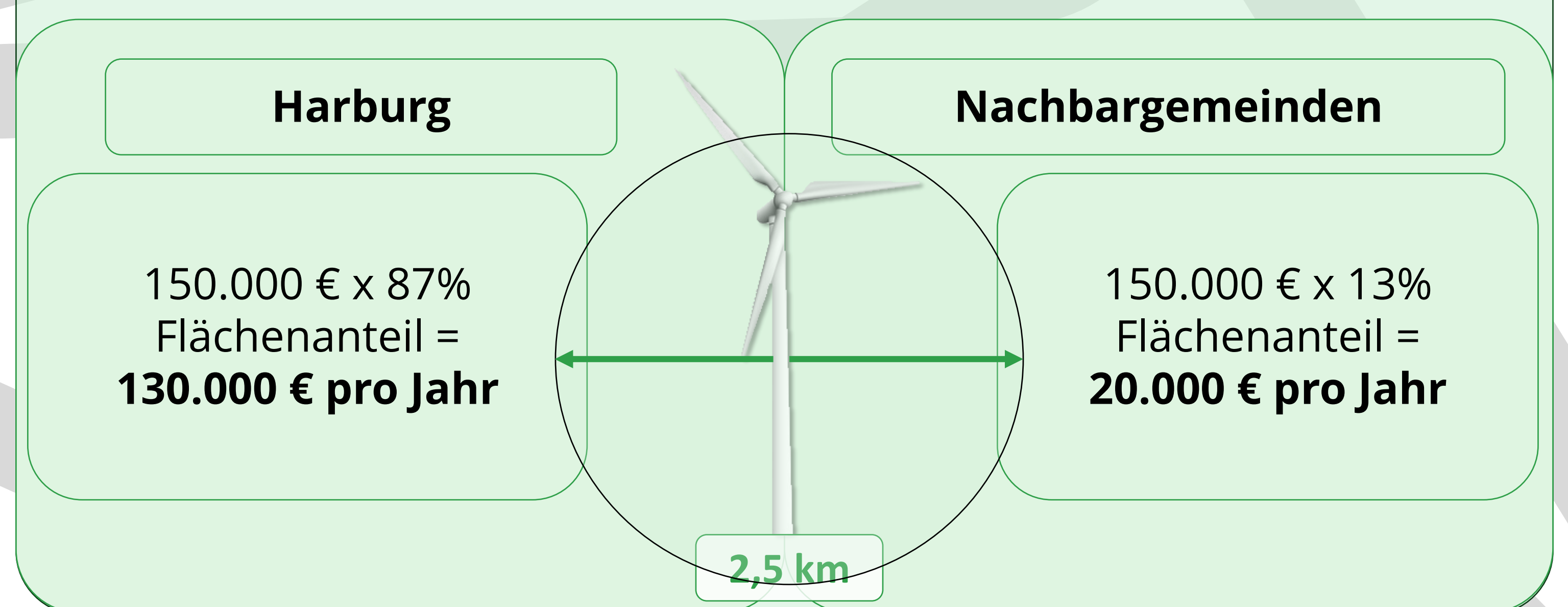
Finanzielle Beteiligung der Kommunen

- Rechtlich über Bundes- und jetzt auch über Landesrecht abgesichert nach §6 EEG und Art. 23 BayWiVG
- Standortgemeinden im 2,5 km Umkreis profitieren vom gegenwärtigen Höchstsatz gem. von 0,2 ct./kWh

Beispielrechnung

- Jährliche Erzeugung von ca. 12,5 Mio. kWh pro WEA → Bei 6 WEA (Voraussetzung: Alle erhalten eine Förderung nach EEG) entspricht dies ca. 75 Mio. kWh/Jahr → Somit kann eine Gesamtsumme von ca. 150.000 EUR jährlich an die begünstigten Gemeinden ausgeschüttet werden

Aufteilung der finanziellen Beteiligung (Beispiel)



Stadt als Flächeneigentümer

- Stadt Harburg erhält jährliches Nutzungsentgelt für kommunale WEA-Grundstücke sowie Entgelt für Zuwegung und Kabeltrasse

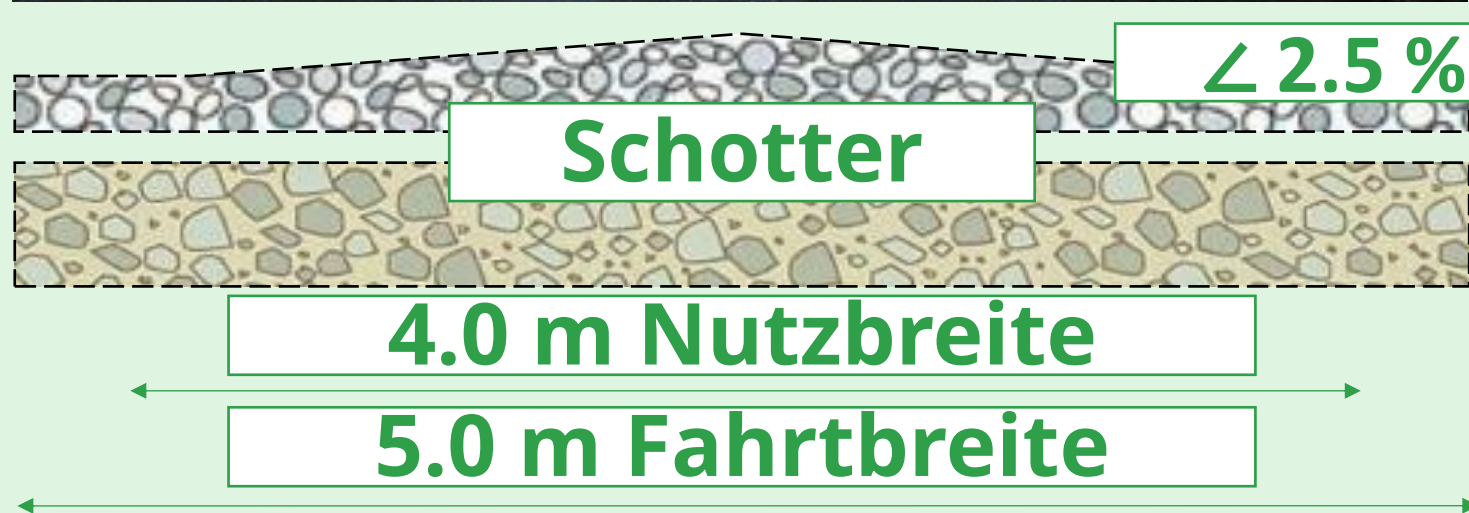
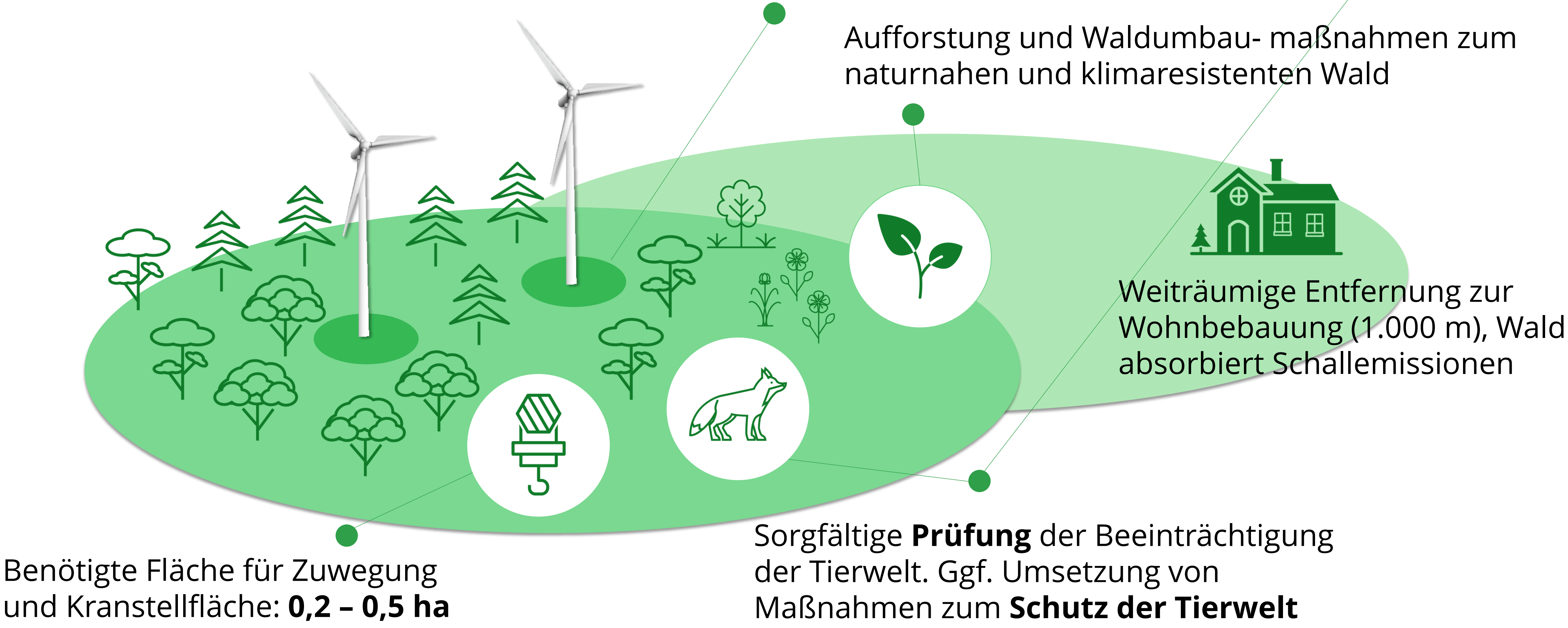
Option für Bürgerwindrad

- Stadt Harburg erhält Option, eine WEA des Windparks zu kaufen und in einer eigenen Gesellschaft zu betreiben

Technik und Flächenverbrauch

Nutzung des Windpotenzials in Höhenlagen im Wald

Freifläche um die Anlage **im Bau: 0,7 – 0,9 ha**
Freifläche um die Anlage **im Betrieb: ca. 0,5 ha**

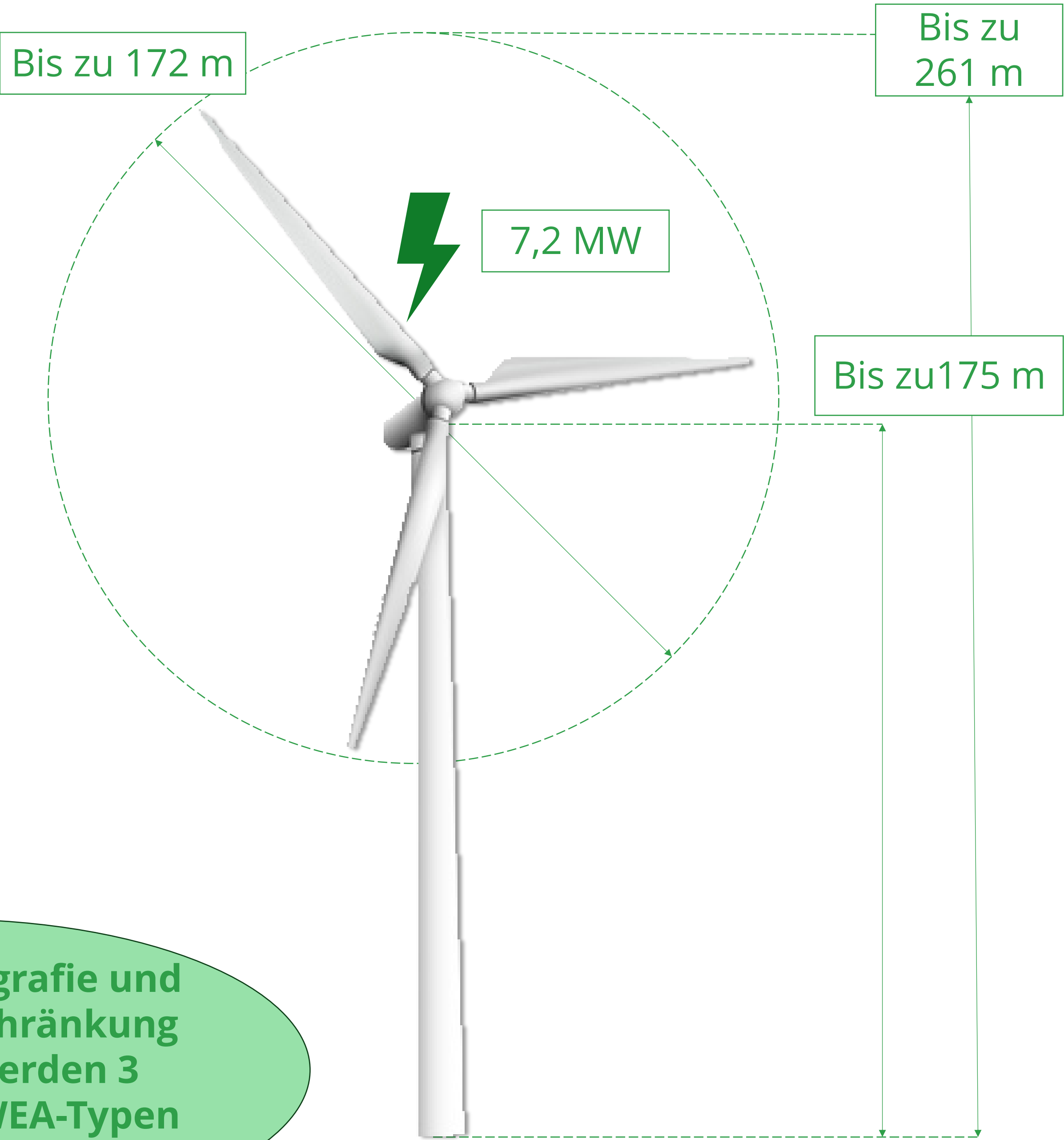


- Für Zuwegung werden vorzugsweise bestehende Wege genutzt
- Wo nötig, werden diese verbreitert/aufgeschottert
- Temporär werden Wendehammer oder Abbiegeradien erweitert

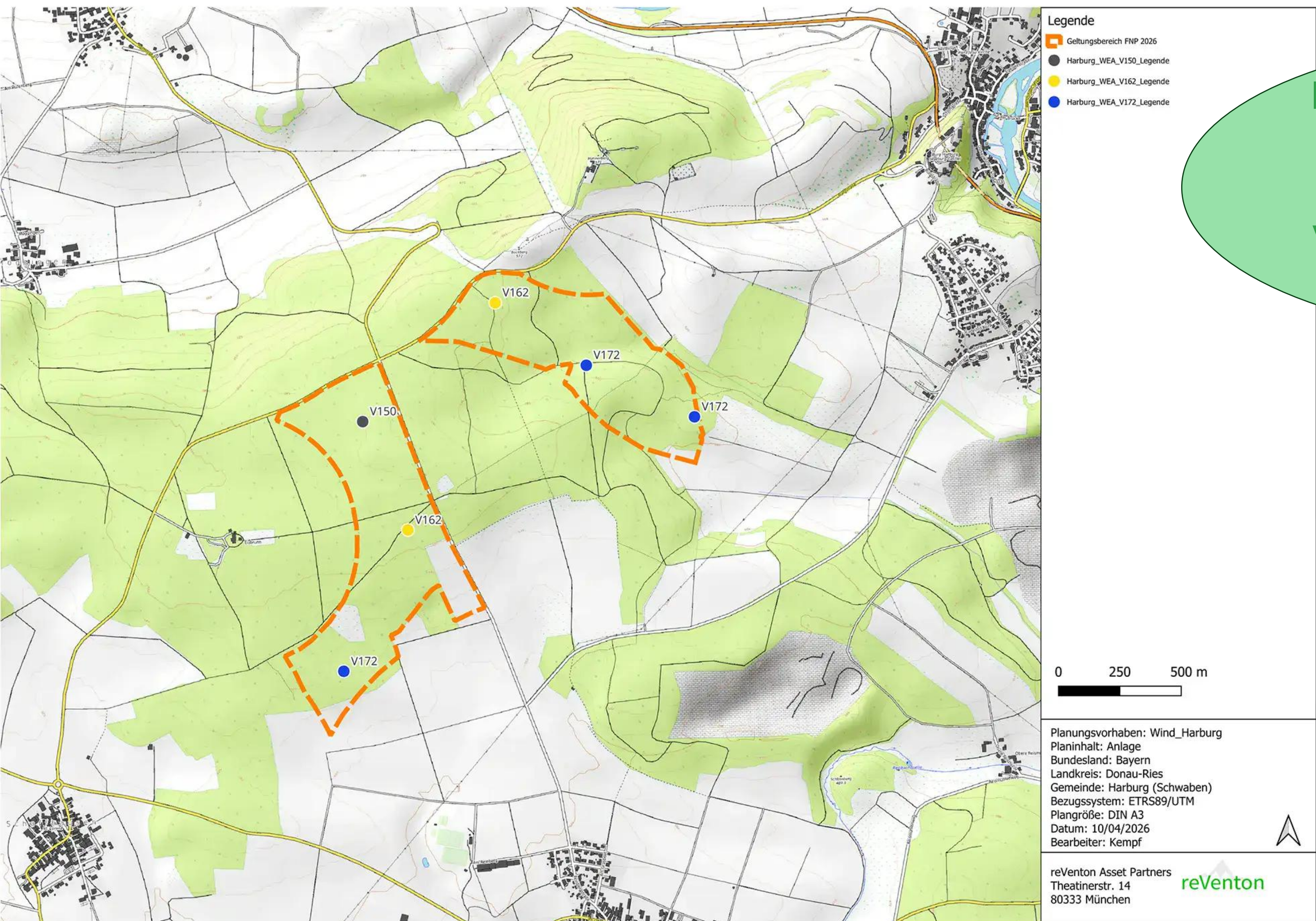
Flächeninanspruchnahme und Zufahrtsplanung für Kranausleger Draufsicht (hier: V172)



- Temporäre Flächen werden wiederaufgeforstet mit zukunftsorientiertem Wald
 - Dauerhafte Waldumwandlung wird forstlich kompensiert
- Unterm Strich Waldmehrung und qualitative Verbesserung



Durch die Topografie und der Höhenbeschränkung (Luftraum) werden 3 verschiedene WEA-Typen geplant.



WEA-Typen	Nabenhöhe	Rotor-durchmesser	Gesamthöhe	Nennleistung
Vestas V172	175 m	172 m	261 m	7.200 kW
Vestas V162	148 m	162 m	229 m	5.600 kW
Vestas V150	148 m	150 m	223 m	5.600 kW



Weht hier im Süden genug Wind? Und was ist mit PFAS, Mikroplastik etc.?

Windenergienutzung in Süddeutschland

- Auch in Bayern mit geringeren Windgeschwindigkeiten kann Windenergie wirtschaftlich genutzt werden – moderne Anlagen sind speziell für solche „Schwachwindgebiete“ entwickelt.
- Schon ab etwa 5,5 m/s mittlerer Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe (im Plangebiet Harburg: 6,0-6,5 m/s) kann eine gut angepasste Anlage rentabel laufen; Grundlage ist immer ein standortspezifisches Windgutachten.
- Hohe Türme und große Rotoren ermöglichen es, die stärkeren Winde in größeren Höhen zu nutzen – jeder Meter zusätzliche Turmhöhe bringt etwa bis zu 1 % mehr Stromertrag.
- Schwachwindanlagen drehen sich langsamer und sind dadurch leiser als viele ältere Starkwindanlagen.
- Mehr Windstrom im Süden entlastet die Stromnetze: Es muss weniger Strom aus dem Norden transportiert werden, was den Netzausbau und teure Redispatch-Maßnahmen verringern kann.

Leistung und prognostizierter Ertrag:

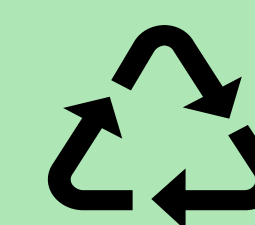
Prognostizierte Stromertrag (Netto): ca. 12,5 Mio. kWh pro WEA und Jahr.
Eine Windenergieanlage kann am Standort Harburg bilanziell ca. 3.100 Familienhaushalte oder gut 10 % des aktuellen Märker-Strombedarfs mit Ökostrom versorgen.

Energy Payback Time

Windenergieanlagen in Deutschland haben eine energetische Amortisationszeit von nur ca. 2,5–4,5 Monaten – ab dann sparen sie über ihre Lebensdauer von ~25 Jahren mehr CO₂ ein, als für Herstellung, Bau und Betrieb verursacht wird.

Recycling - Wie geht es weiter?

- Rund 90 % der Materialien einer Windenergieanlage können recycelt oder wiederverwendet werden.
- Teilweise werden alte WEA abgebaut und im Ausland weiterbetrieben; sonst werden die Materialien vollständig recycelt.
- Für fast alle Bauteile gibt es etablierte Entsorgungs- und Recyclingwege.
- Größte Herausforderung sind die Rotorblätter aus Verbundwerkstoffen (GFK/CFK); sie machen ca. 2–3 % der Anlage aus, sind aber schwer recycelbar.
- Upcycling als Designerstücke (Möbel etc.)* oder thermische Verwertung der Rotorblätter möglich; neue, vollständig recyclingfähige Rotorblätter existieren bereits, sind aber noch kein Standard am Markt.



PFAS bei Windenergie?

- Langlebige „Ewigkeitschemikalien“ (über 10.000 Verbindungen), sehr beständig gegen Hitze, Wasser, Fett und Chemikalien, können sich in Umwelt und Körper anreichern und teils gesundheitsschädlich sein.

- Wo kommen sie vor?

In vielen Alltagsprodukten, z. B. Papier- und Kartonverpackungen, Anti-Haftbeschichtungen, Mikroelektronik, Outdoor- und Heimtextilien, Klimaanlage.

- Wie groß ist das Problem?

In der EU bis zu 92.000 t PFAS-Emissionen pro Jahr; davon rund 55 t aus dem gesamten Energiesektor. Der größte Teil stammt aus Kältemitteln, Treibgasen, Schäumen/Dämmstoffen, Feuerlöschmitteln sowie Textilien, Polstern, Teppichen und Lebensmittelkontaktmaterialien.

- PFAS in der Energietechnik / WEA:

Einsatz u. a. in Rotorblattbeschichtungen, Kabelisolierungen, Schmierstoffen und Dichtungen; meist polymere PFAS wie PTFE, die nur Spuren bedenklicher Einzelverbindungen enthalten.

- Einordnung für Windkraftanlagen:

Modellrechnungen mit hohen Annahmen zeigen: Der PFAS-Eintrag aus Windenergieanlagen ist im Vergleich zu anderen Quellen irrelevant; wesentlich höhere PFAS-Mengen gelangen über Niederschlag aus industriellen Emissionen und PFAS-haltigen Produkten in die Umwelt.

Mikroplastik

- Plastikteilchen kleiner als 5 mm; entsteht u. a. durch Abrieb, Verwitterung und Zersetzung von Kunststoffen (z. B. Autoreifen, Schuhsohlen, Textilien, Farben).

- Wie viel entsteht insgesamt?

In Deutschland ca. 4 kg Mikroplastik pro Person und Jahr, insgesamt rund 330.000 t/Jahr (davon etwa 102.000 t Autoreifen, 9.000 t Schuhsohlen).

- Warum bei Windkraftanlagen?

Rotorblätter bestehen überwiegend aus faserverstärkten Kunststoffen sowie Klebstoffen/Harzen; an den Vorderkanten kann durch Erosion Mikroplastik freigesetzt werden.

Trotz Wind, Regen und anderer Umwelteinflüsse: Der Materialabtrag, der an Rotorblättern von Windrädern entstehen kann, ist äußerst gering.

- Wie groß ist der Abrieb?

Praxis-Schätzungen liegen bei ca. 2,1–3,38 kg Materialverlust pro Anlage und Jahr. Bei aktuell ca. 30.000 WEA in Deutschland entspricht dies etwa bei 63-100 t/Jahr.

- Was machen die Betreiber?

Schutzbeschichtungen (Folien/Lacke), regelmäßige Überwachung und Inspektionen sowie ggf. reduzierte Drehzahl (z. B. bei Starkregen), um Erosion, Ertragsverluste und hohe Reparaturkosten zu minimieren.

