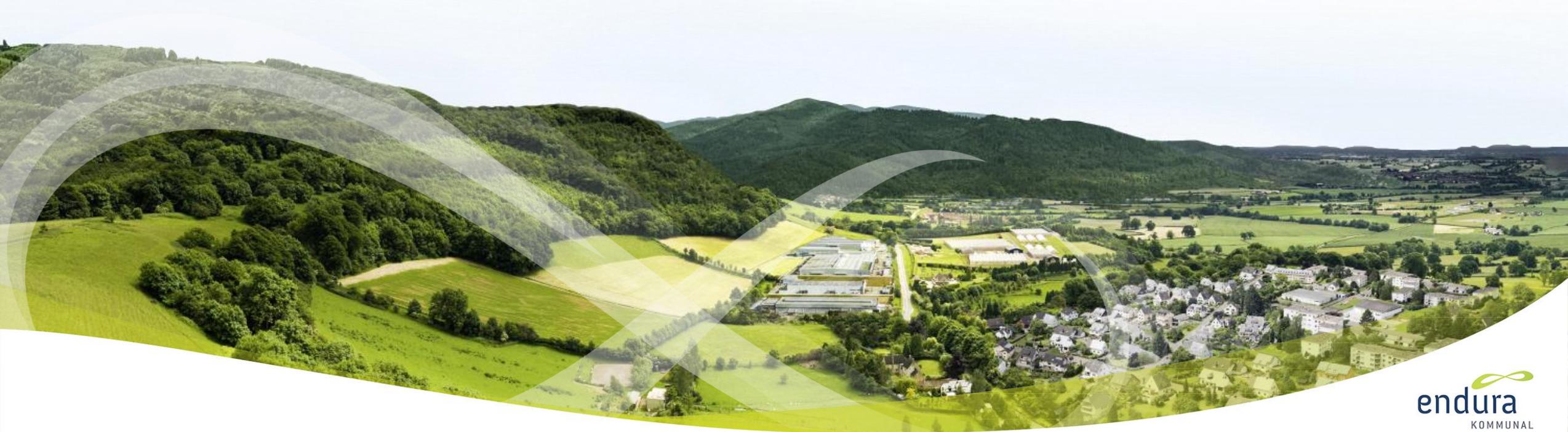




**Immer, wenn's um Energie geht**





# Windenergie in Freigericht, Hessen

Freigericht, 02. Oktober 2021

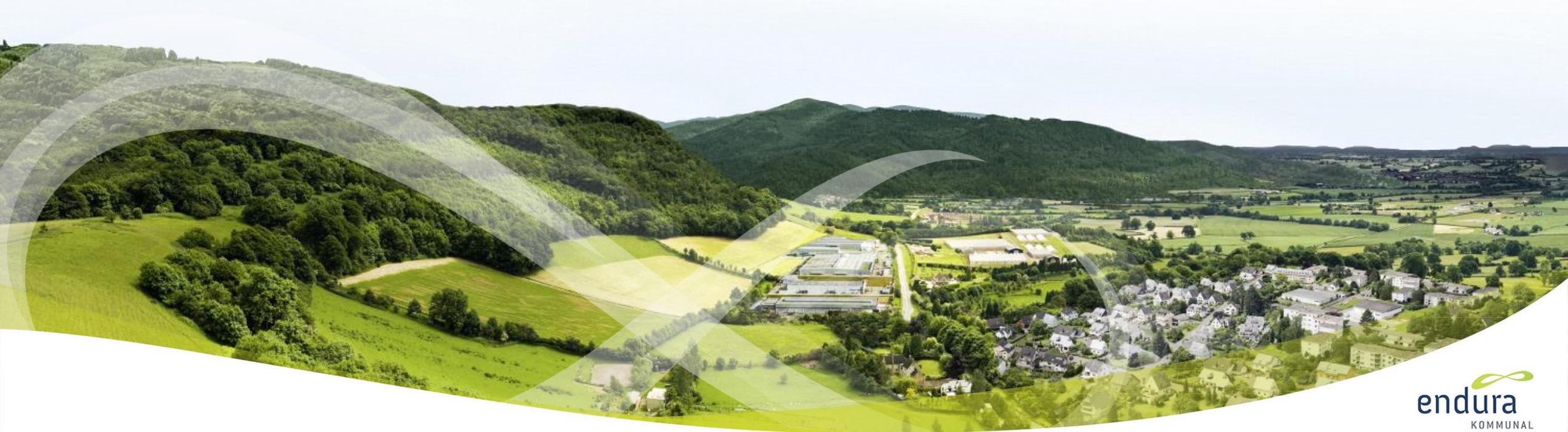
Rolf Pfeifer, Dipl. Ing.  
endura kommunal, Freiburg/Wunsiedel

Heribert Sterr-Kölln, Wirtschaftsprüfer und Steuerberater  
Sterr-Kölln & Partner, Freiburg/Berlin/Paris

# Der heutige Nachmittag

## Programm

Uhrzeit	Dauer	Programmpunkt
13:30	15´	Begrüßung und Vorstellungsrunde
13:45	45´	Fachliche Vorträge durch endura kommunal / Sterr-Köln & Partner zu den Themen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Technische Planungsvoraussetzungen und mögliche Standortplanung</li><li>• Beeinträchtigungen und Emissionen eines Windparks</li><li>• Wertschöpfungseffekte eines Windparks und Beteiligungsmöglichkeiten</li><li>• Prozess bis zur Inbetriebnahme</li></ul>
14:45	15´	Pause
15:00	45 – 60´	Inhaltliche Rückfragen und Diskussion zu den Fachvorträgen im Plenum
16:00	15´	Pause
16:15	60´	Aufteilung in zwei Gruppen mit je einem/einer Moderator*in und einem Experten Diskussion und Szenariengestaltung in der Kleingruppe
17:15	15´	Zusammenfassung der Ergebnisse im Plenum
17:30		Ende der Veranstaltung

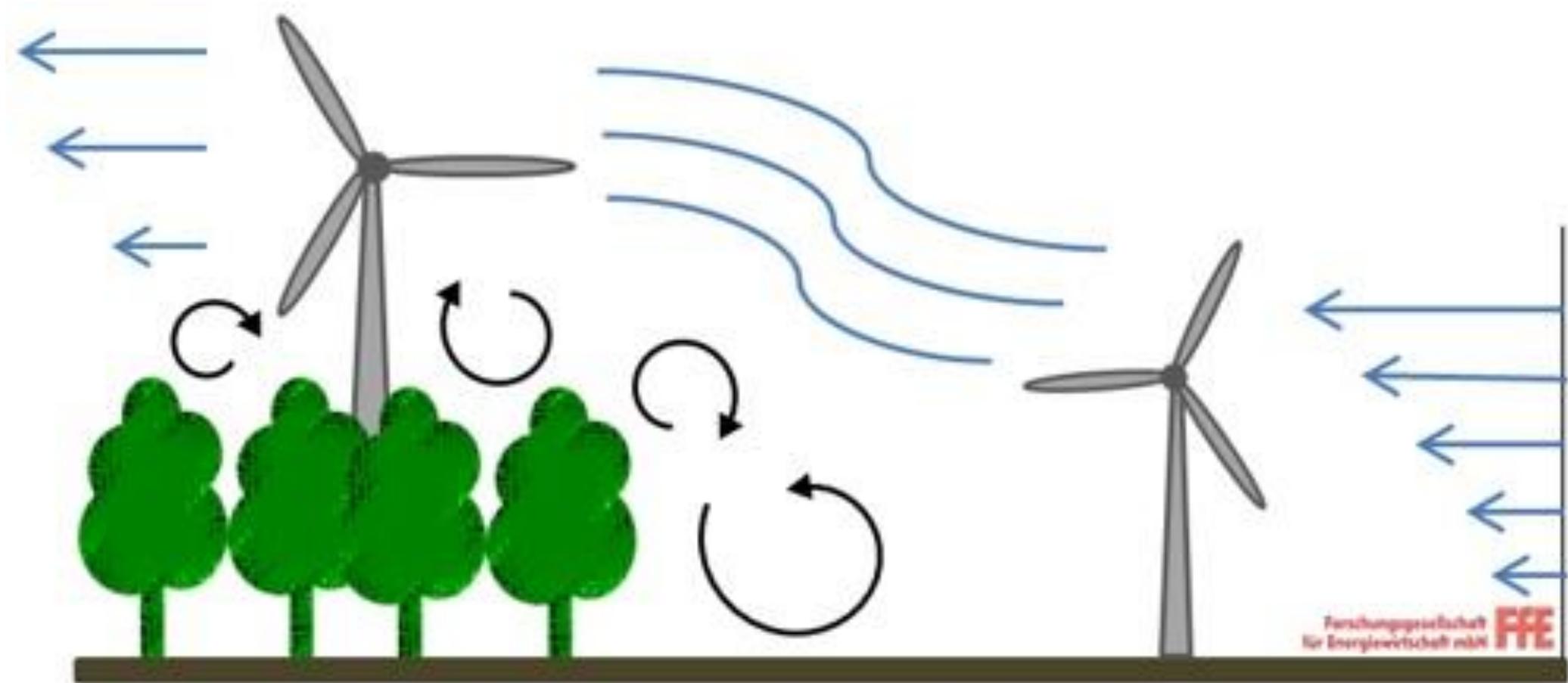


## Planungsvoraussetzungen / Planungsgrundlagen

Wo und wie könnten Windenergieanlagen in Freigericht gebauht werden?

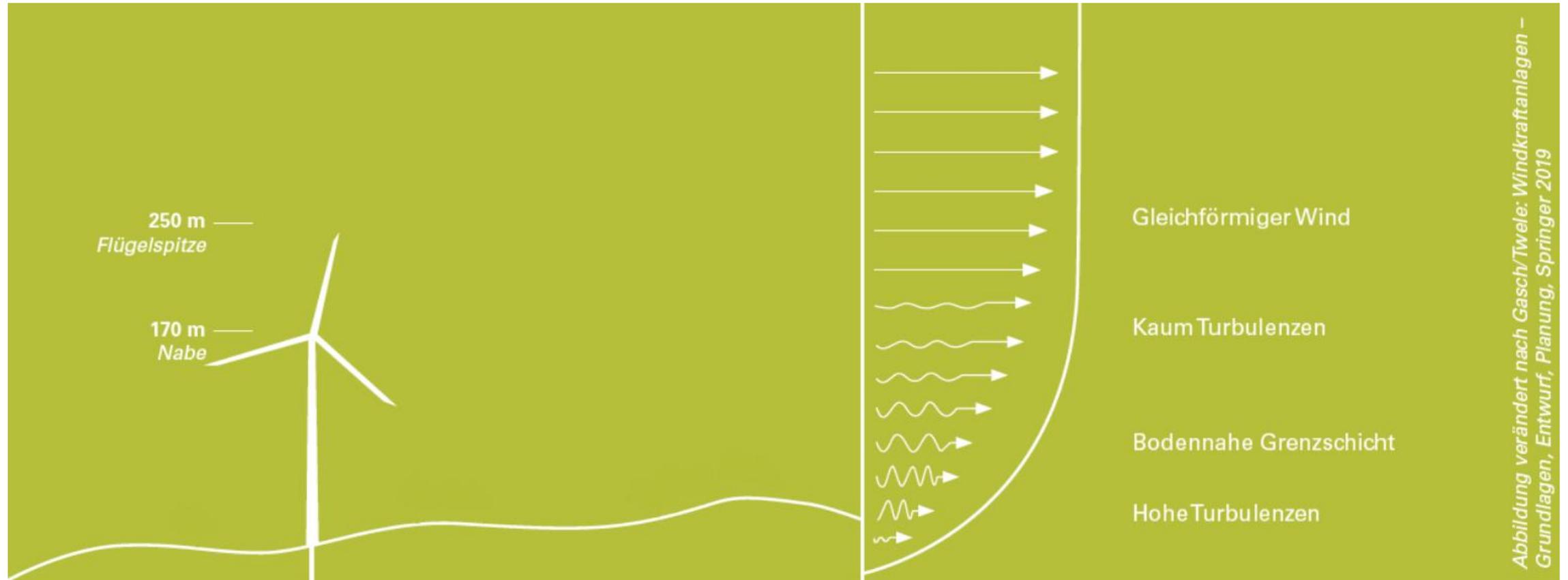
# Projektentwicklung und Technik

## Warum so hoch? - Windverhältnisse im Offenland und über dem Wald



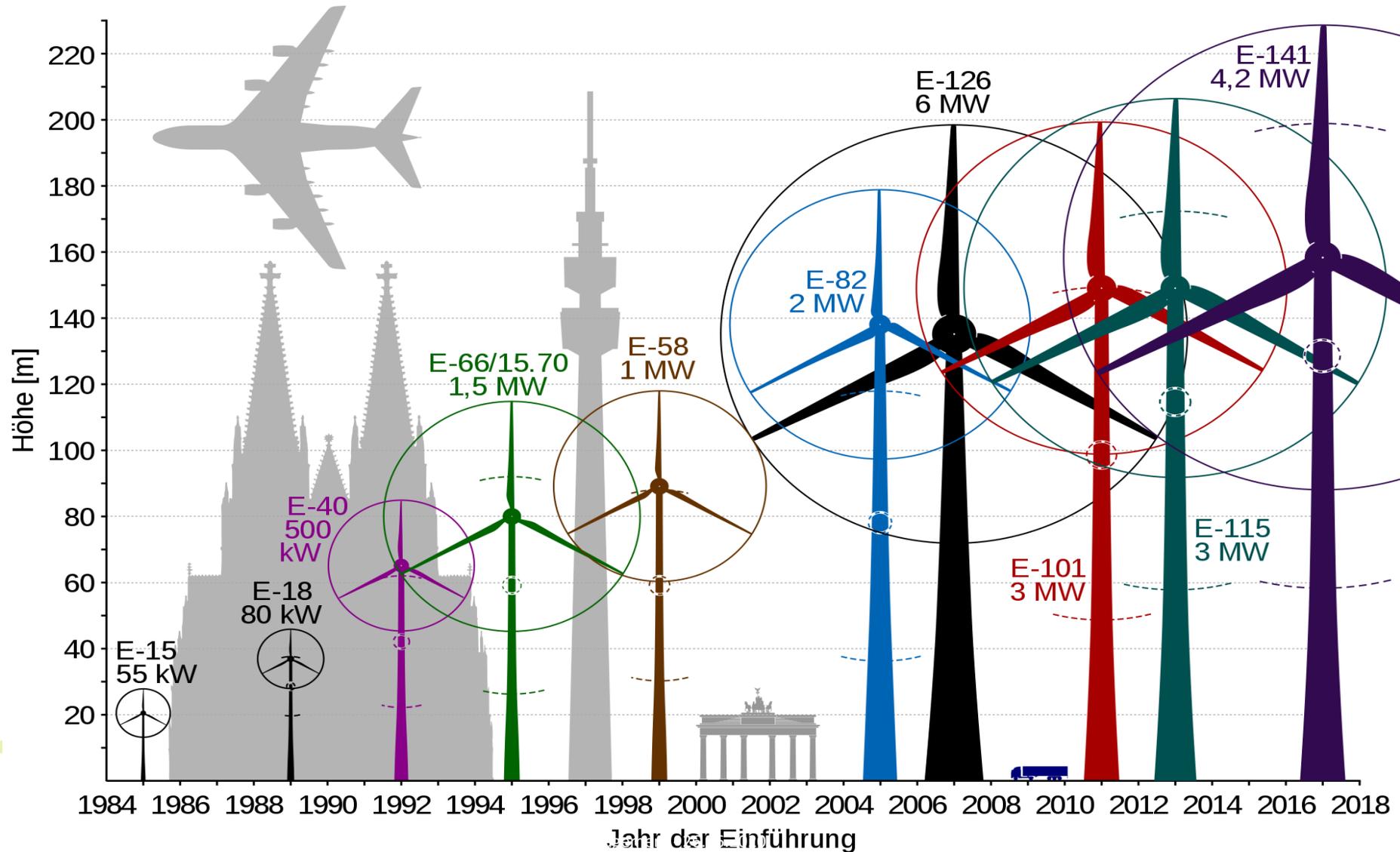
# Projektentwicklung und Technik

## Warum so hoch? - Windverhältnisse im Offenland und über dem Wald



# Projektentwicklung und Technik

## Entwicklung der Windenergieanlagen in den vergangenen 40 Jahren



# Projektentwicklung und Technik

## Windenergieanlagen – Typ

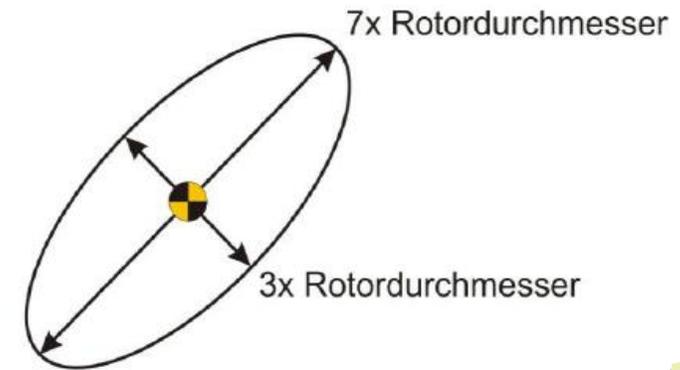
- Klassischer Anlagentyp für Schwachwindstandort (IEC IIIA)
- Leistung: mind. 4,5 - 6 MW
- Nabenhöhe mind. 135 – 166 m
- Rotordurchmesser 130 – 160 m
  
- Mögliche Hersteller:
  - › Enercon (E160: 5,5 MW)
  - › Vestas (V150: 5,6 MW)
  - › Nordex (N155: 4,5 MW)



# Projektentwicklung und Technik

## Windpark-Layout

- Abstände der Anlagen zueinander
- Stand-Sicherheit / Turbulenzen
- Vorschriften: IEC, DIBt  
(Dt. Inst. f. Bautechnik)
- Turbulenzintensität: <18 %  
(zukünftig evt. <16 %)
- Notwendige Mindestabstände:
  - › Senkrecht Hauptwindrichtung: 3 x RD (ca. 480 m)
  - › In Hauptwindrichtung: mind. 5 x RD (ca. 800 m)

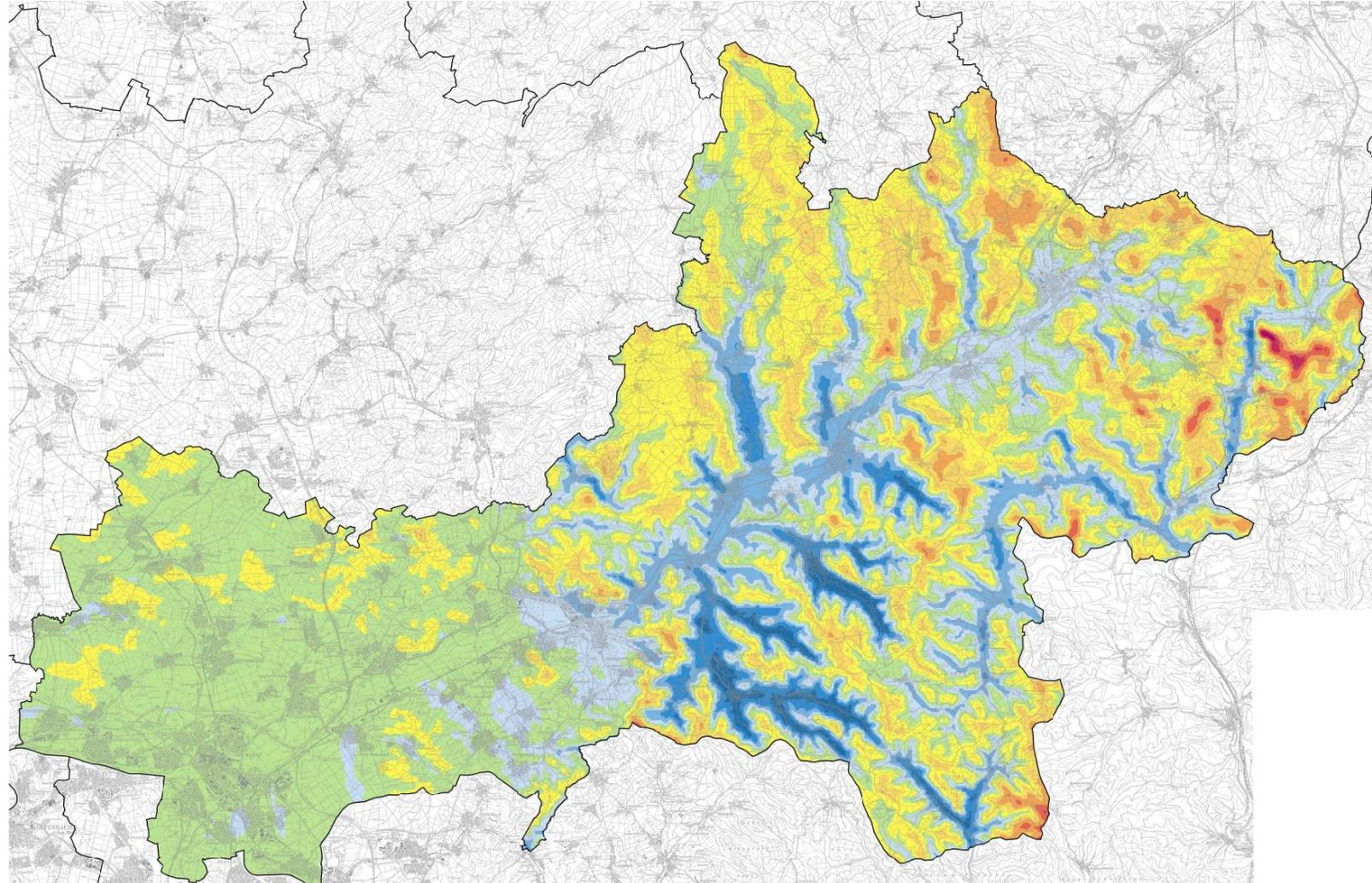


Hauptwindrichtung:  
Südwest

# Grundlagen

## Verteilung Windgeschwindigkeit in Main-Kinzig-Kreis

Windgeschwindigkeit (m/s)  
auf einer Höhe von 140 m über Grund

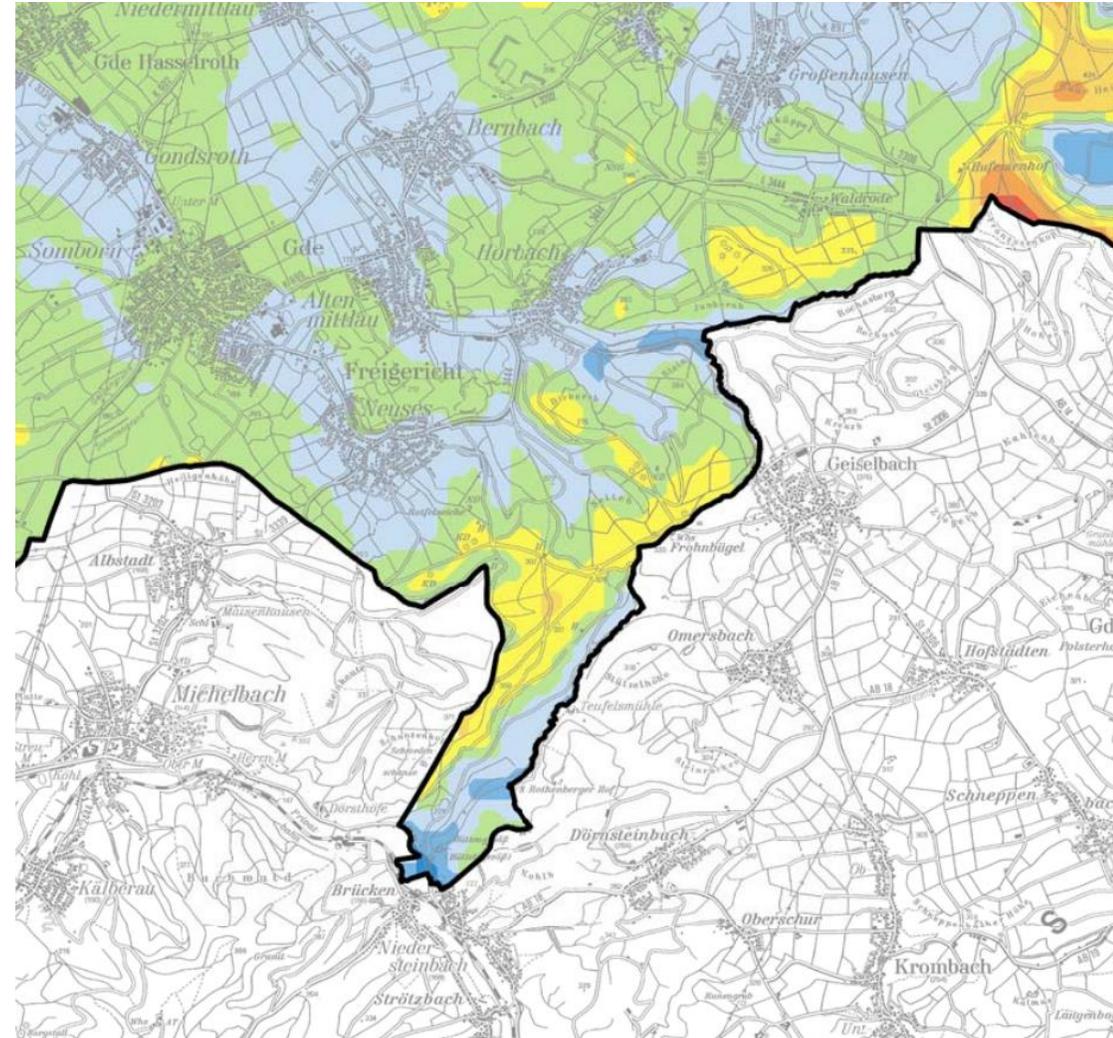
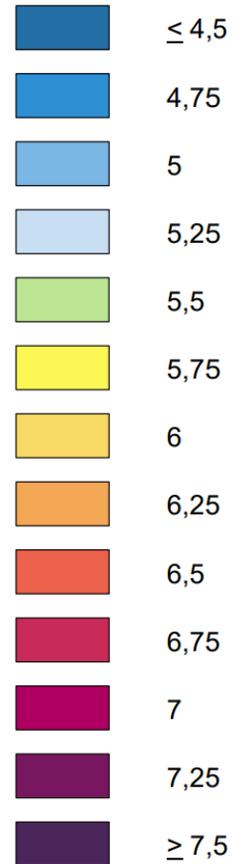


Quellen: Regionalplanung Südhessen, Regierungspräsidium Darmstadt

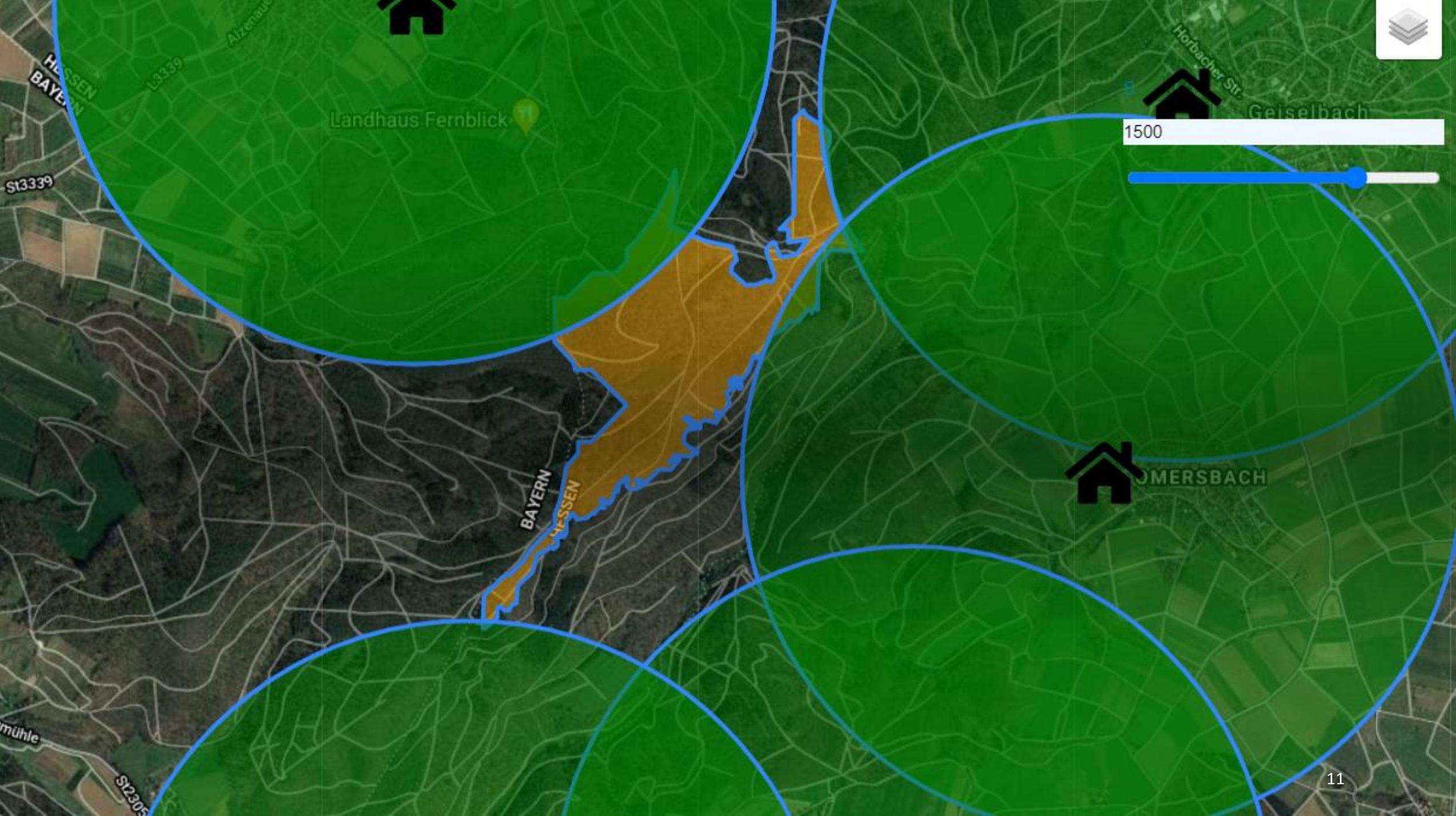
# Grundlagen

## Verteilung Windgeschwindigkeit in Freigericht

Windgeschwindigkeit (m/s)  
auf einer Höhe von 140 m über Grund



Quellen: Regionalplanung Südhessen, Regierungspräsidium Darmstadt



Landhaus Fernblick

Geiselbach

1500

UMERSBACH

BAYERN  
HESSEN

HESSEN  
BAYERN

S13339

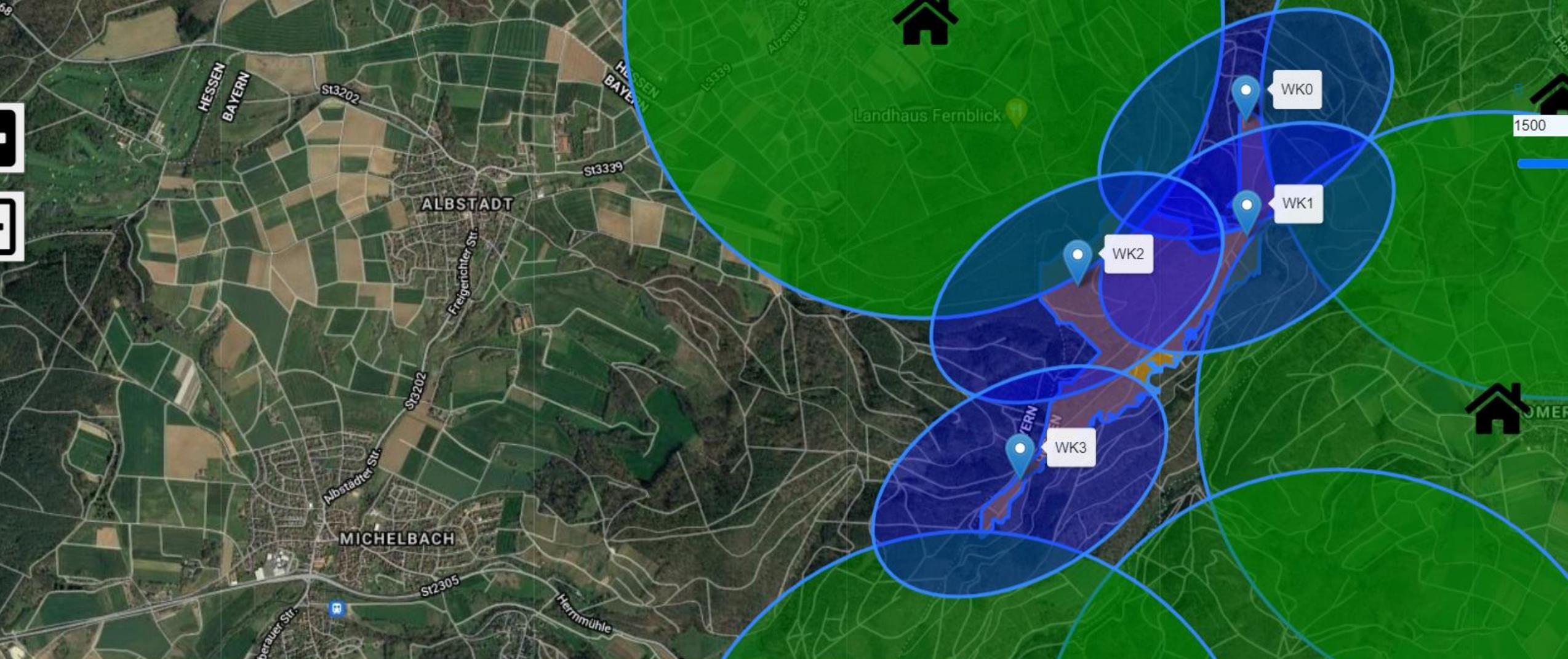
Alzenau

Horbacher Str.

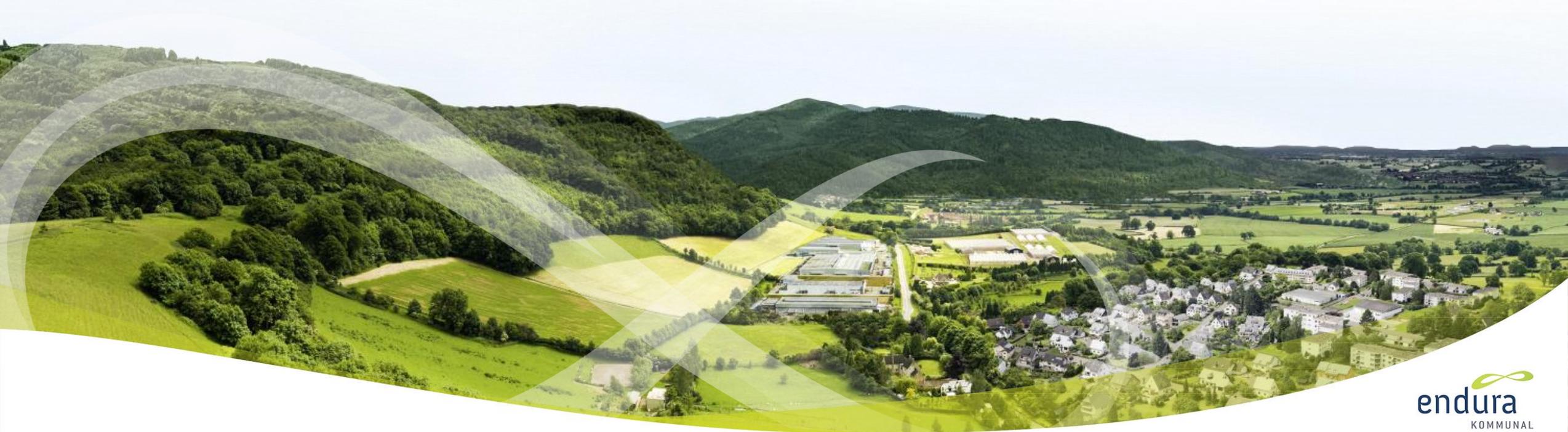
S13339

mühle

S12305



	Neuses	Neuses	Geiselbach	Omersbach	Dörnsteinbach	Niedersteinbach	Koordinaten
WK0	1690	1690	1580	1910	3270	3810	50,121899° 9,168589°
WK1	1950	1950	1720	1520	2700	3280	50,116704° 9,168657°
WK2	1550	1550	2600	2180	2740	2780	50,114458° 9,156778°
WK3	2370	2370	3320	2410	2150	1770	50,105695° 9,152727°



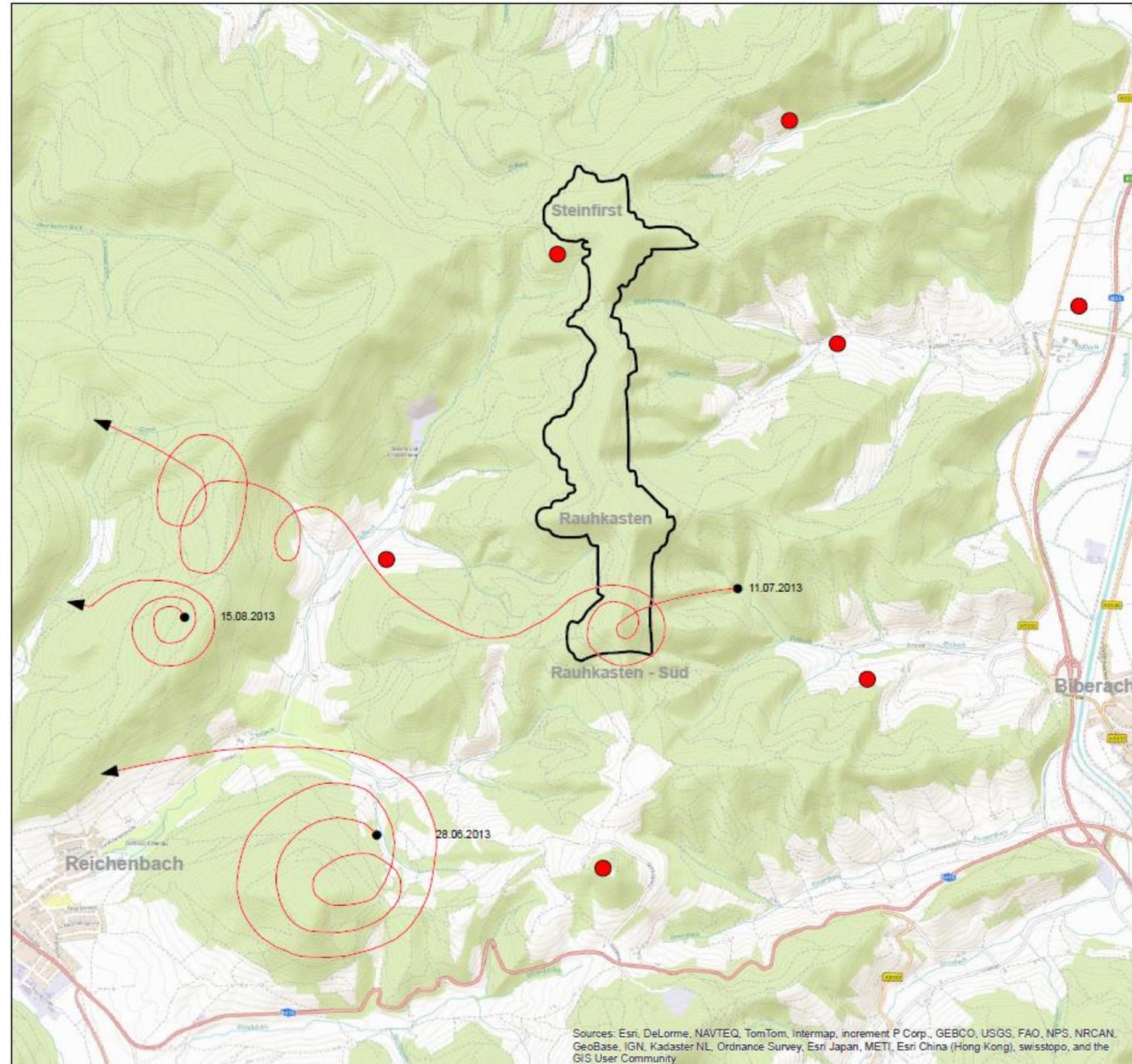
## Auswirkungen eines Windparks

Emissionen und Immissionen – welche Auswirkungen hat ein Windpark?

# Auswirkungen der Windkraft

## Vogel- und Naturschutz

- Genehmigungsverfahren: ausführliche Standortanalyse und spezielle artenschutzrechtliche Prüfungen (saP) notwendig
- Mind. ein Jahr Untersuchung und Begehungen zur vogelkundlichen und faunistischen Untersuchung mit mind. 18 Begehungen
- Bekundung und Bewertung der Beeinträchtigung aller vorhandenen Arten (Eidechsen, Kriechtiere, Fledermäuse, Vögel...)
- Flächenbeeinträchtigungen: Waldeinschlag muss komplett ersetzt werden
- Ausgleichszahlungen für Landschaftsbildbeeinträchtigungen
- Erstellung eines landschaftspflegerischen Begleitplans



## Legende

- Beobachtungspunkte
- Flugrouten
- Untersuchungsgebiet  
Brutvögel Revierkartierung  
Präsenz



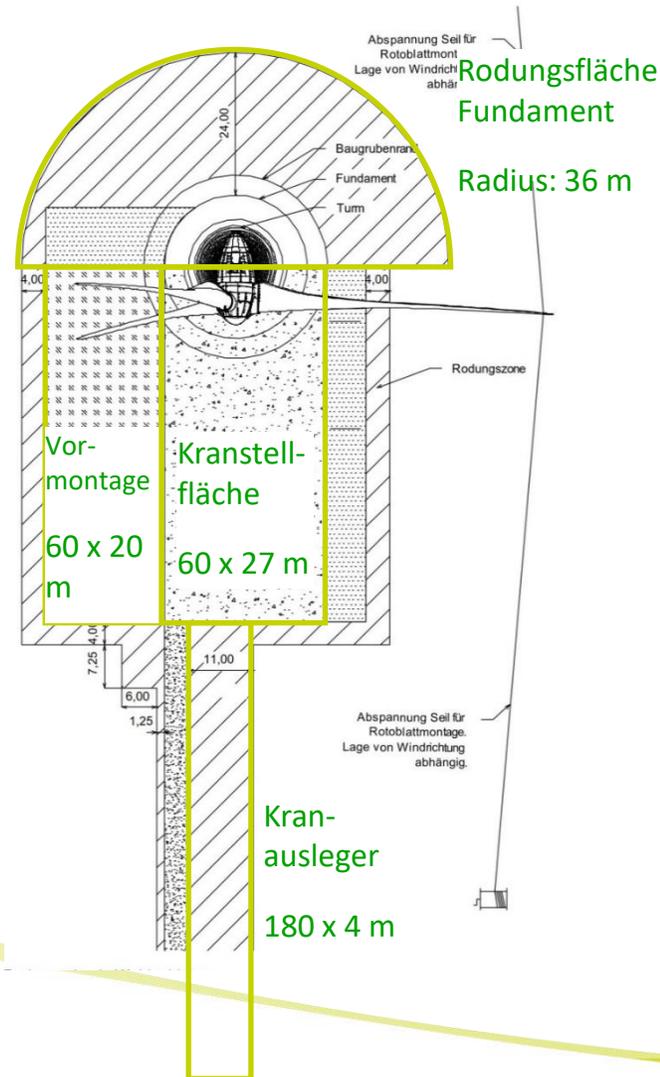
### saP Rauhkasten /Steinfirst Wespennussard Raumnutzungskarte

	Datum	Zeichen
bearbeitet	12.11.2013	ö.konzept
gezeichnet	12.11.2013	ö.konzept
<b>Maßstab 1:25.000</b>		

Sources: Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, and the GIS User Community

# Auswirkungen der Windkraft

## Flächenbedarf für Windenergieanlagen



- Vormontagefläche: ca. 1.800 m<sup>2</sup> (temporär)
- Transportflächen: ca. 2.100 m<sup>2</sup> (temporär)
- Rodungsfläche Fundament: ca. 900 m<sup>2</sup> (ca. 50% temporär)
- Kranstellfläche: ca. 2.200 m<sup>2</sup> (dauerhaft)
- Kranausleger: ca. 1.000 m<sup>2</sup> (dauerhaft)

**Insgesamt: ca. 3.500 m<sup>2</sup> temporär,  
4.300 m<sup>2</sup> dauerhaft**

# Auswirkungen der Windkraft

## Reduktion Flächenverbrauch durch Kletterkran-Technologie

- Einsatz eines Kletter-Krans zum Anlagenaufbau
- Reduktion des Flächenbedarfs um ca. 3.000 m<sup>2</sup>
- Geringerer Einschlag im Wald
- Bedingung für Projektentwickler?



# Auswirkungen der Windkraft

## Schall-Emissionen von Windenergieanlagen (WEA)

---

Vor Bau einer WEA muss durch einen unabhängigen Gutachter eine sog. „Standortspezifische Schallimmissionsprognose“ erstellt werden

---

Bei dieser Prognose sind die tatsächlichen Gegebenheiten (Gelände, Abstand Häuser zu WEA, WEA-Typ) vorzusetzen

---

Nach Inbetriebnahme wird zusätzlich eine sog. „Abnahmemessung“ vor Ort durchgeführt, wenn Richtwerte lt. Prognose nur knapp eingehalten werden

# Auswirkungen der Windkraft

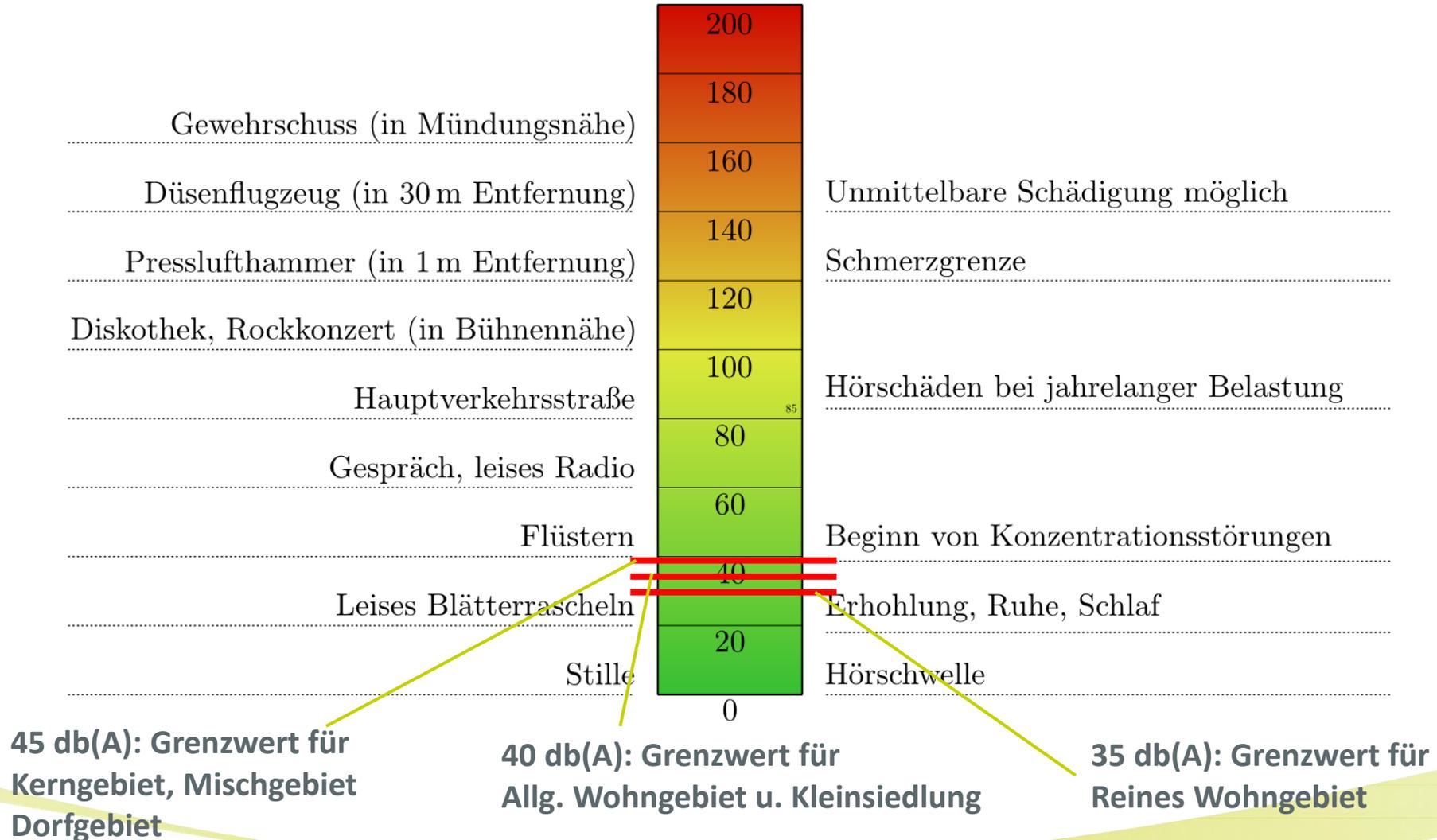
## Schall-Emissionen von Windenergieanlagen (WEA)

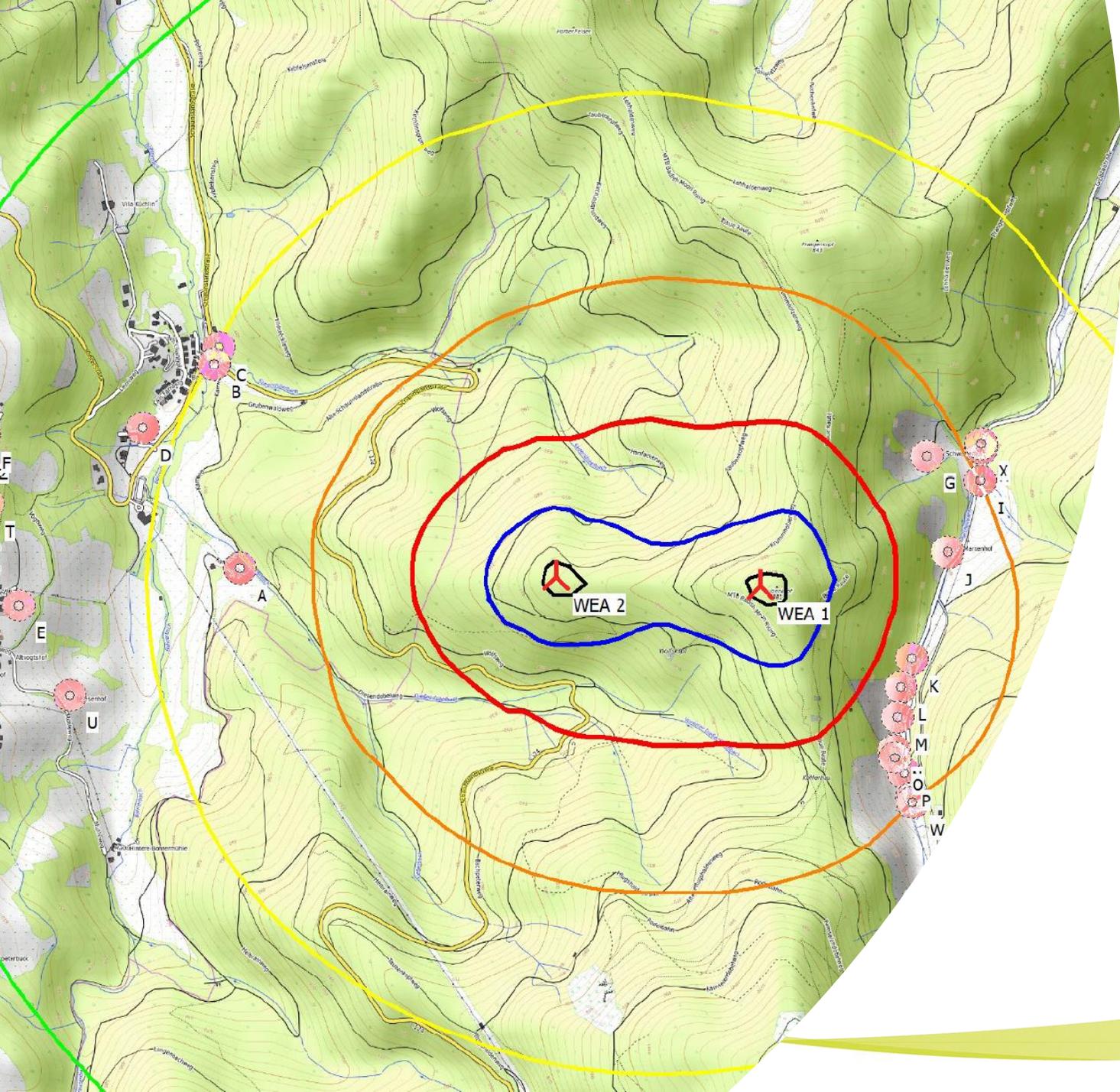
Bei der Schallimmissionsprognose ist die MAXIMALE Lautstärke der WEA als Beurteilungsgrundlage anzunehmen

Grenzwerte für Schallimmissionen sind durch die sog. TA Lärm (6. BImSchV-Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) gesetzlich geregelt

# Auswirkungen der Windkraft

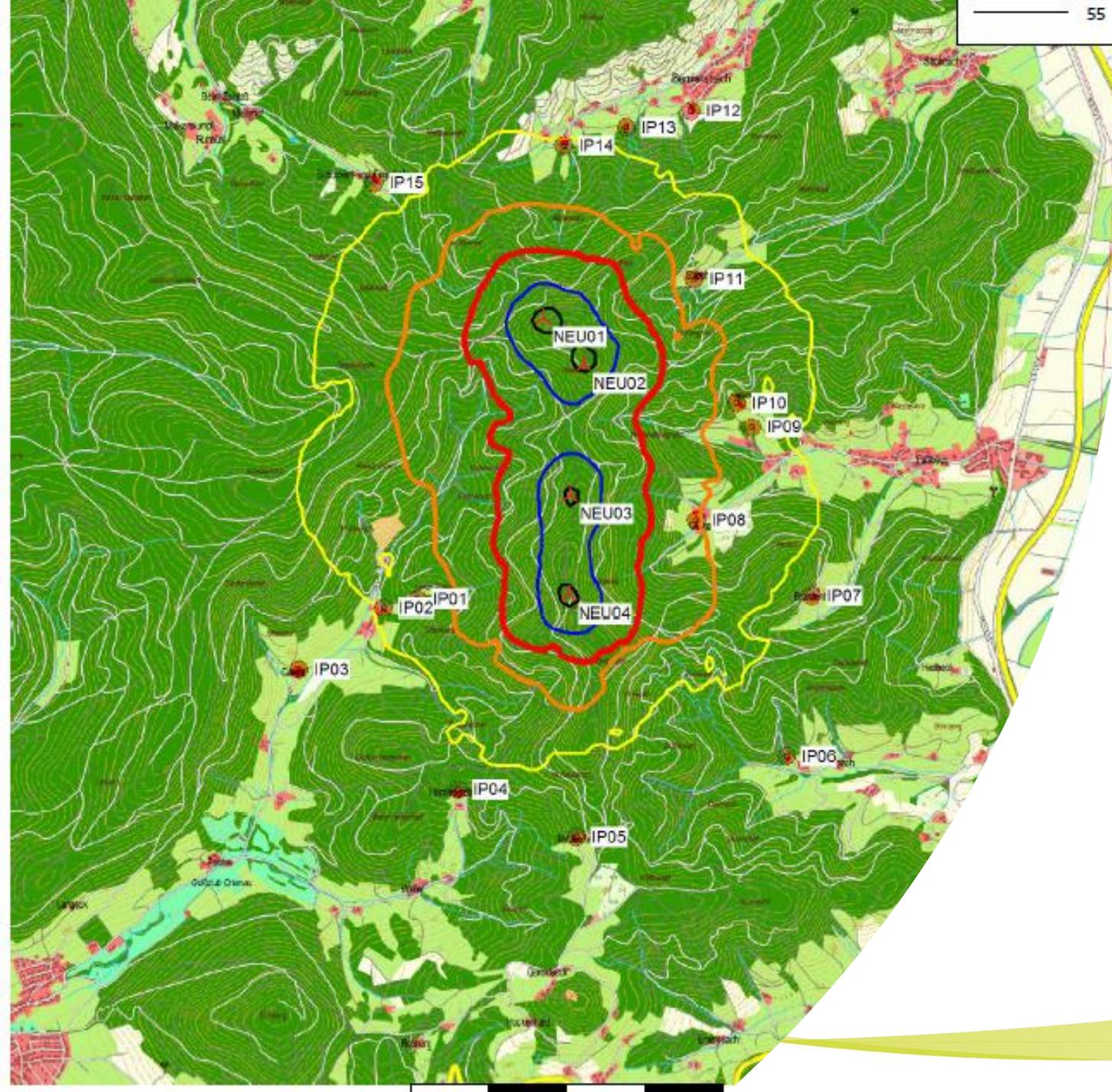
## Gesetzliche Grenzwerte Schall





# Auswirkungen der Windkraft

Beispiel Schallemissionskarte  
Windpark Taubenkopf



# Auswirkungen der Windkraft

Beispiel Schallemissionskarte  
Windpark Gengenbach

# Auswirkungen der Windkraft

## Infraschall und Windenergie

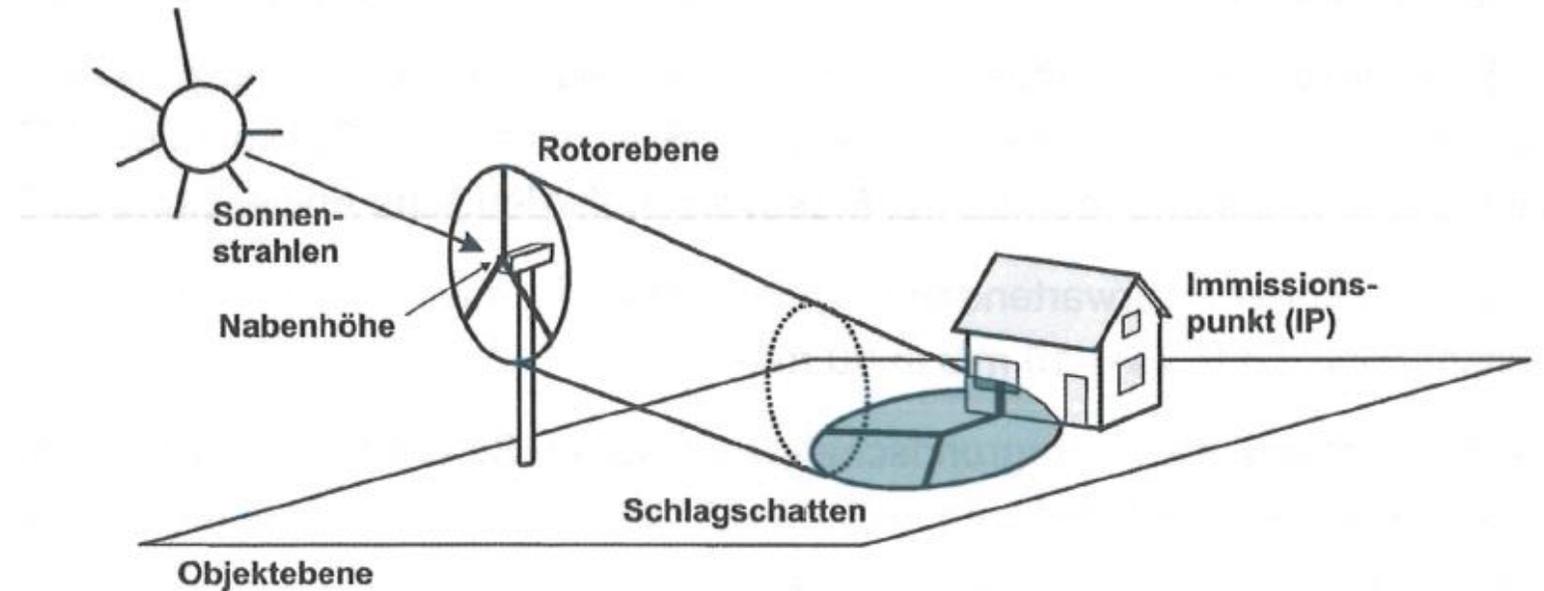
- Zwischenzeitlich zahlreiche unabhängige Studien, u.a. Landesanstalt für Umwelt, Bayern, LUBW, Baden-Württemberg, Forschungsinstitute...
- Studie der Landesanstalt für Umwelt und Messungen und Naturschutz, Ba-Wü (Stand: Jan. 2013)
- Fazit der Studie:

**„Der von Windenergieanlagen erzeugte Infraschall liegt in deren Umgebung deutlich unterhalb der Wahrnehmungsgrenzen des Menschen. Nach heutigem Stand der Wissenschaft sind schädliche Wirkungen durch Infraschall bei Windenergieanlagen nicht zu erwarten. Verglichen mit Verkehrsmitteln wie Autos oder Flugzeugen ist der von Windenergieanlagen erzeugte Infraschall gering. Betrachtet man den gesamten Frequenzbereich, so heben sich die Geräusche einer Windenergieanlage schon in wenigen hundert Metern Entfernung meist kaum mehr von den natürlichen Geräuschen durch Wind und Vegetation ab.“**

# Auswirkungen der Windkraft

## Schattenwurf einer Windenergieanlage

**Schattenwurfemissionen:**  
periodisch wiederkehrende  
Helligkeitswechsel zwischen  
Schatteneinwirkung (verschattet)  
und Nichteinwirkung (nicht  
verschattet) betrachtet an einem  
„Immissionspunkt“ im Umfeld der  
Anlage



# Auswirkungen der Windkraft

## Schattenwurf einer Windenergieanlage

- Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist **eine standortspezifische Schattenwurfprognose** erforderlich
- Prognose muss Einhaltung der Empfehlungen der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI, 2002) an allen relevanten Immissionspunkten zu allen Zeiten nachweisen!
- Grenzwerte (BImSchG):
  - › Schattenwurf auf einen Immissionspunkt (z.B. ein Haus) darf max. 30 Stunden pro Jahr (kumuliert) oder max. 30 Minuten pro Tag (kumuliert) im schlechtesten Fall betragen
- Werden diese Grenzwerte überschritten, wird der Betreiber der WEA durch die Genehmigungsbehörde gezwungen, die Anlagen im Zeitraum des Schattenwurfs abzuschalten

# CO<sub>2</sub>-Bilanz von Strom aus Windenergieanlagen

## Wieviel CO<sub>2</sub> verursachen Windenergieanlagen im Vergleich zu anderen Energieträgern?

- › Größter Umwelteinfluss während der Herstellungsphase durch den Materialaufwand
- › Geringer Instandhaltungsaufwand führt zu vernachlässigbarem Umwelteinfluss in Nutzungsphase
- › Ende des Lebenszyklus hat „negativen“ Umwelteinfluss, da Stahl, Eisen und Kupfer in hohem Maße recycelt werden

→ CO<sub>2</sub>-Bilanz: 12 g CO<sub>2</sub>-eq/kWh

→ Energie-Bilanz: Energetische Amortisation 5 – 12 Monate

Quellen:

Jasmin Hengstler, Manfred Russ, Alexander Stoffregen, Aline Hendrich, Simone Weidner, Michael Held, Ann-Kathrin Briem (2021) Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen

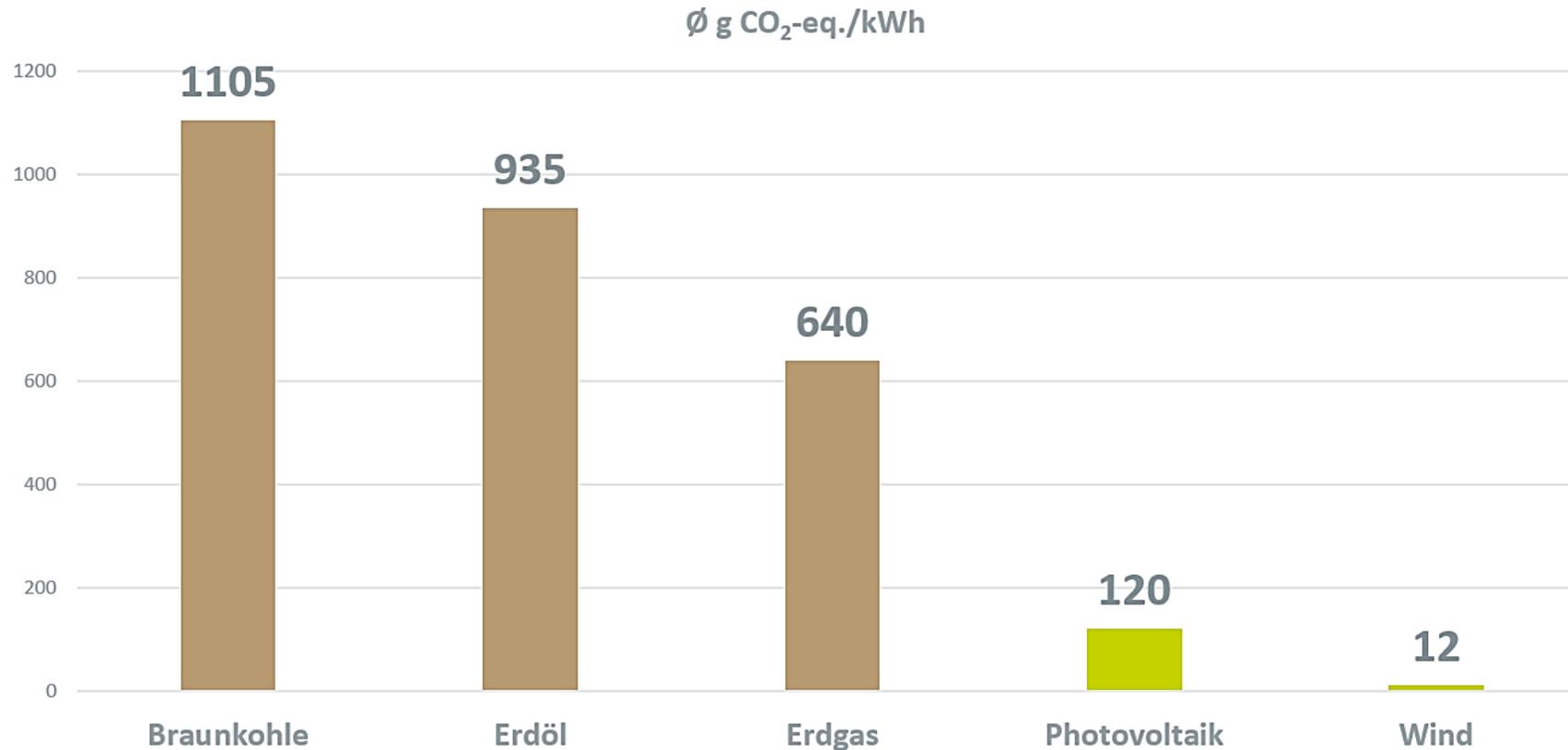
S. L. Dolan, G. A. Heath (2012) Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Utility-Scale Wind Power

Bundesverband WindEnergie (2017) Ökobilanzen von Windenergie

K. R. Haapala, P. Prempreeda (2014): Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind turbines

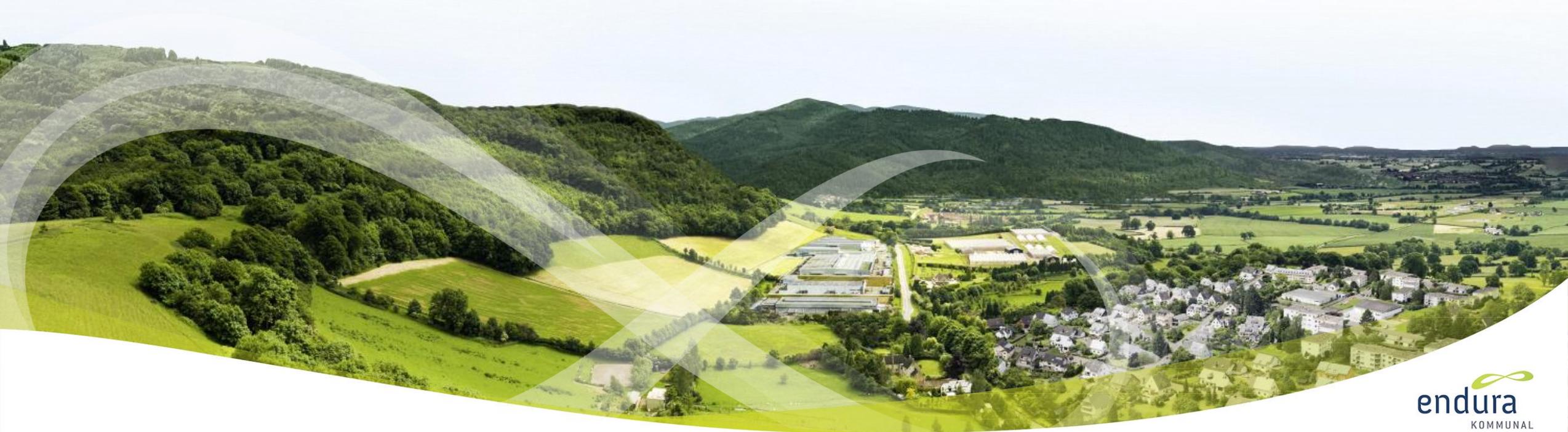
# Ökobilanz - Vergleich mit anderen Kraftwerken

Durchschnittlicher Ausstoß von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Kilowattstunde in Gramm



Quelle:

Jasmin Hengstler, Manfred Russ, Alexander Stoffregen, Aline Hendrich, Simone Weidner, Michael Held, Ann-Kathrin Briem (2021) Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen  
Wissenschaftliche Dienste des Bundestages (2007): CO<sub>2</sub>-Bilanzen und Netto-Energiebilanzen verschiedener Energieträger  
Klimafreundlichkeit von fossilen Energien, Kernenergie und erneuerbaren Energien im Vergleich



## Wirtschaftlichkeitsaspekte eines Windparks

Welche Kosten, welche Einnahmen verursacht ein Windpark? Was bleibt vor Ort?

# Wirtschaftlichkeit

## Beispielszenario anhand eines vergleichbaren Windparks



- **Windenergieanlagentyp** Vestas V 150, 5,6 MW Leistung/WEA
- **Rotordurchmesser:** 150 m
- **Nabenhöhe:** 166 m
- **Gesamthöhe:** 233 m
- **Windkraftanlagen** 3
- **Jahr der Inbetriebnahme** Mitte 2026
- **Jahresenergieertrag** ~ 38 Mio. kWh (netto)  
~ Strom für ca. 11.000 Haushalte  
~ 2.260 Volllaststunden

# Wirtschaftlichkeit

## Beispielszenario anhand eines vergleichbaren Windparks



- **Gesamtinvestition:** ca. 30 Mio. €
- **Fremdkapital:** ca. 24,5 Mio. €
- **Eigenkapital:** ca. 6,1 Mio. €
- **Finanzierung**
  - Fremdkapital KfW Zinssatz 1,01 %, 20 Jahre
  - Eigenkapital 20%
- **Pacht ertragsabhängig** 8 % über 20 Jahre
- **laufende Betriebskosten** übliche Werte

# Lokale Wertschöpfung bei Windpark mit drei Anlagen

## Einnahmen für die Kommune

### Ertrag einer modernen Windenergieanlage

Ca. 37 Mio. kWh  
Stromertrag / Jahr

Erlös aus EEG-  
Ausschreibung:  
ca. 2,5 Mio.  
Euro/Jahr

### Einnahmen aus der Pacht

Pachtzins pro Jahr  
8 % vom Ertrag  
(Mindestpacht:  
60.000 €/WEA)

Für Windpark:  
ca. 230.000 €/Jahr

### Einnahmen aus der EEG-Umlage für Kommunen (§6EEG)

EEG-Umlagen-  
Anteil für  
Kommunen:  
0,2 Cent / kWh

EEG-  
Kommunalumlage:  
74.000 Euro/Jahr

### Einnahmen aus Gewerbesteuer (90 % Regel)

Frühestens im 16.  
Jahr: GewSt-  
Hebesatz: 375 %

Ca. 2,1 Mio. Euro  
vom 17. – 25. Jahr

### Gesamteinnahmen pro WEA

In einem Jahr:  
304.000 Euro  
(o. GewSt)

In 25 Jahren:  
9,7 Mio. Euro

# Lokale Wertschöpfung unter Annahme einer kommunalen Beteiligung

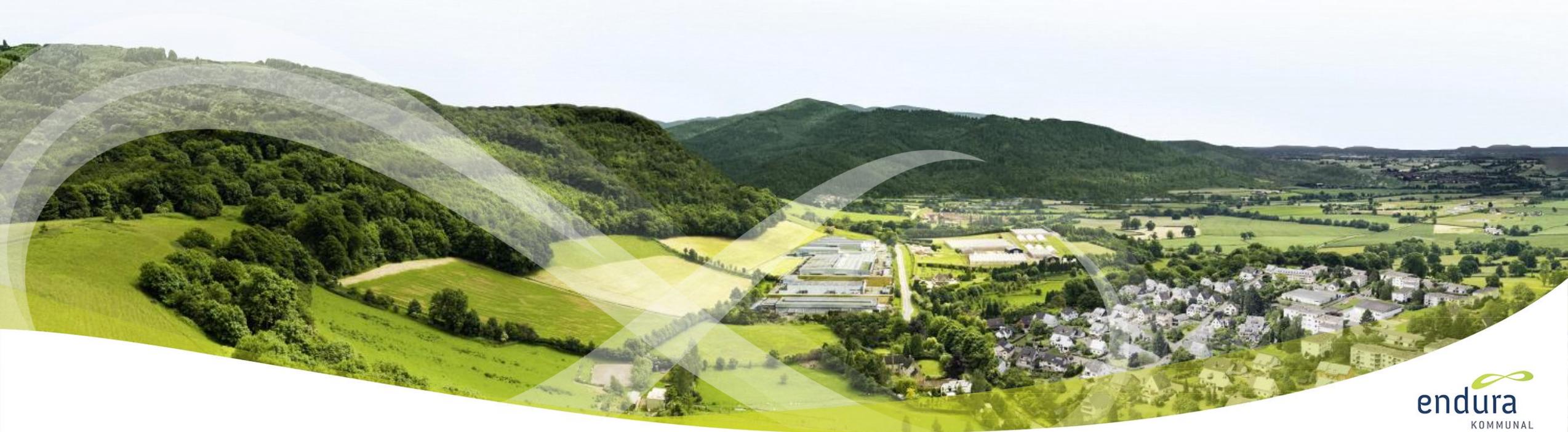
Kommune beteiligt sich mit 50 % am Windpark bei einer Laufzeit von 25 Jahren

Kommunale Anteile:  
9,7 Mio. Euro

- Pacht
- EEG § 6
- Gewerbesteuer

Potenzial bei  
Beteiligung:  
7 Mio. Euro

- Bei 50 % Beteiligung am Windpark
- EK-Finanzierung über untersch. Modelle



## Der weitere Prozess

Wie geht es weiter? Welche Schritte müssen bis zur Inbetriebnahme durchlaufen werden?

# Der weitere Prozessablauf





[www.endura-kommunal.de](http://www.endura-kommunal.de)