

# IdentiFlight als zumutbare Schutzmaßnahme - Bedarfsgerechte Abschaltung und wirtschaftliche Auswirkungen

Marc Reichenbach, Sören Greule & Tim Steinkamp

# Zumutbarkeit / Verhältnismäßigkeit

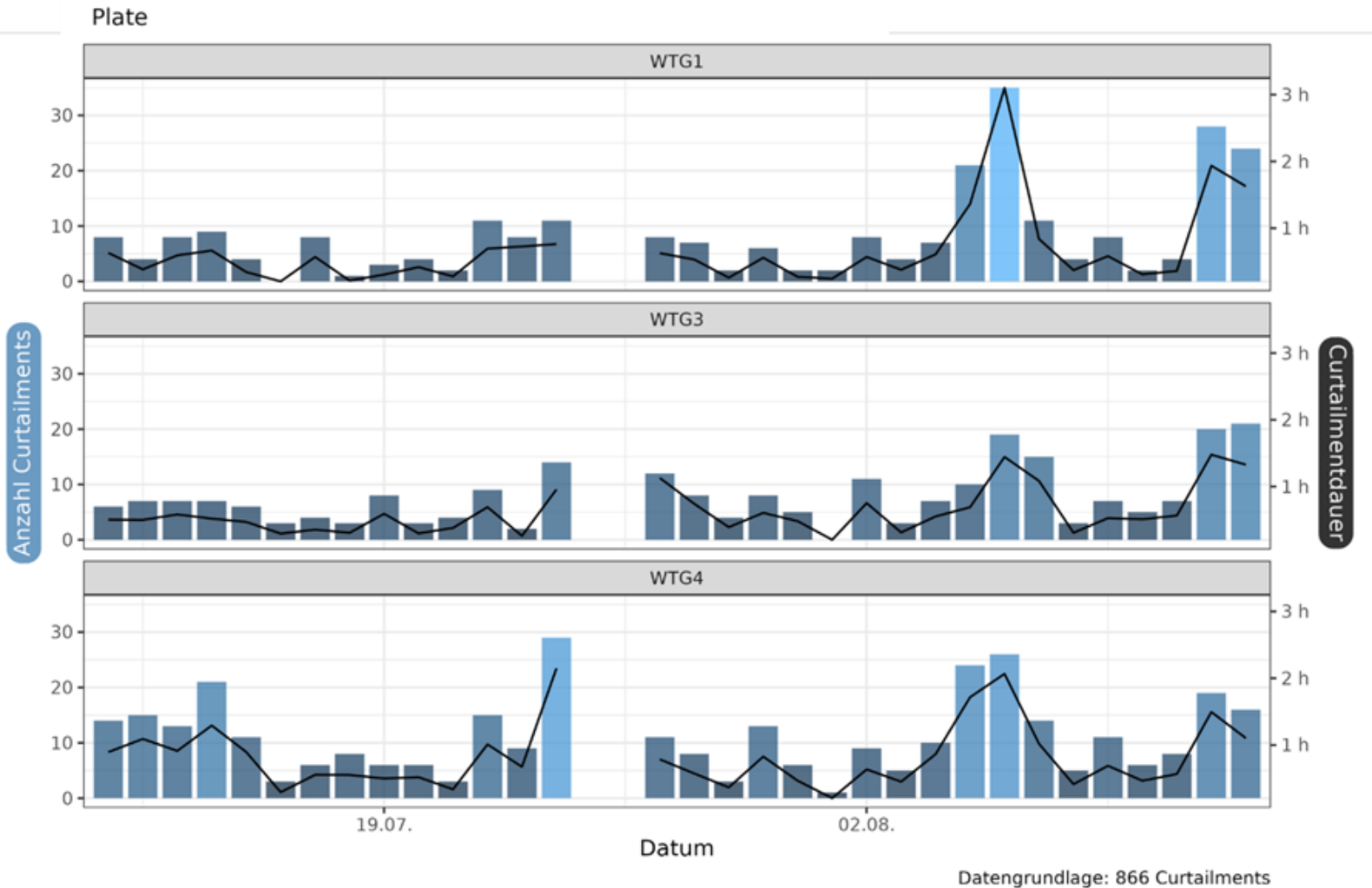
## Gesetzliche Grundlagen:

- § 45 b Abs. 6 BNatSchG
- § 6 Abs. 1 WindBG
- Art. 15c litb RED III

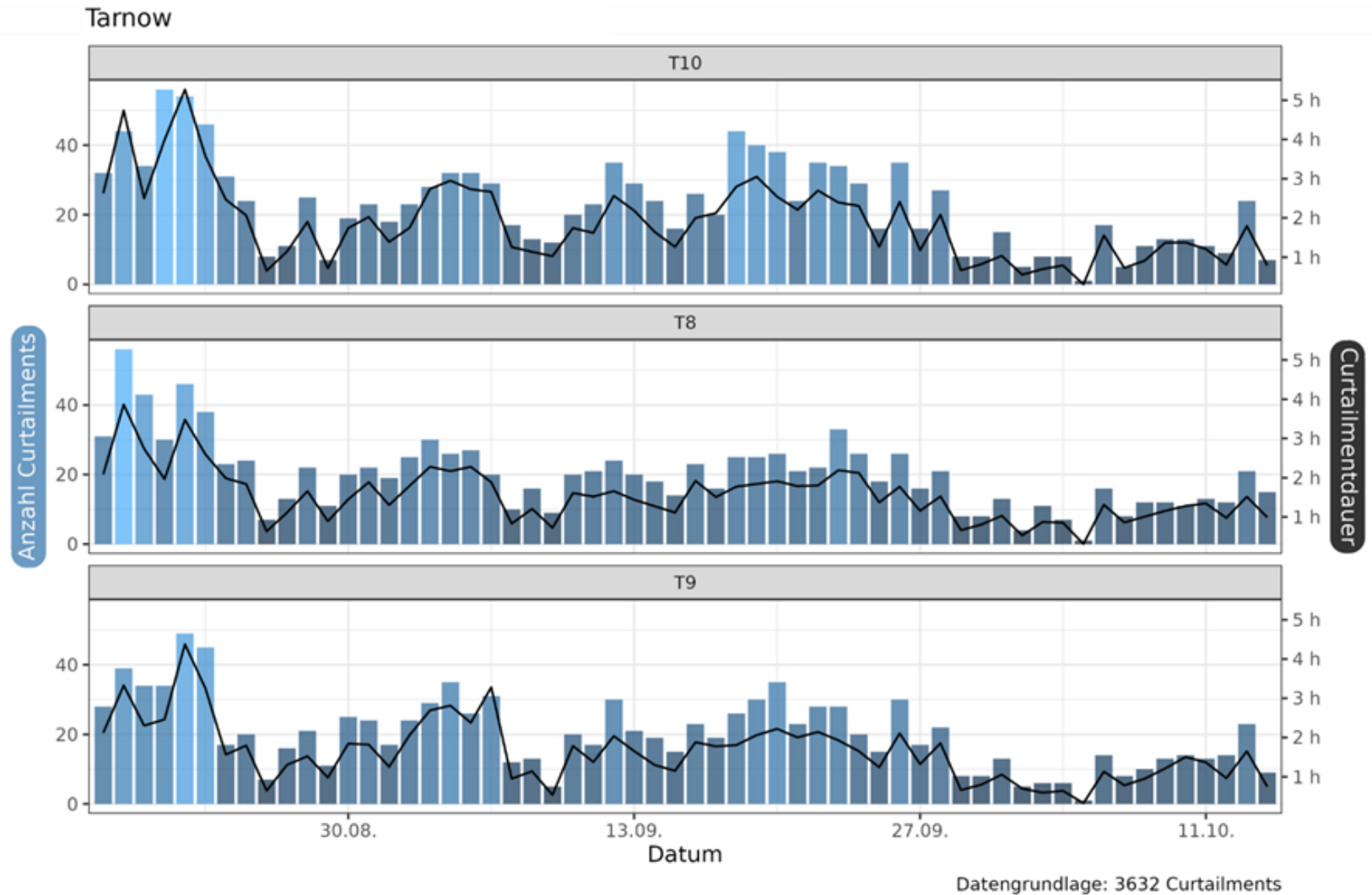
## Ertragseinbußen durch AKS:

- Anzahl der Abschaltungen (vor allem abhängig von der Flugaktivität der Zielarten und von der Falsch-Positiv-Rate)
- Dauer der Abschaltungen (vor allem abhängig von der Dauer des Wiederanlaufens der WEA)

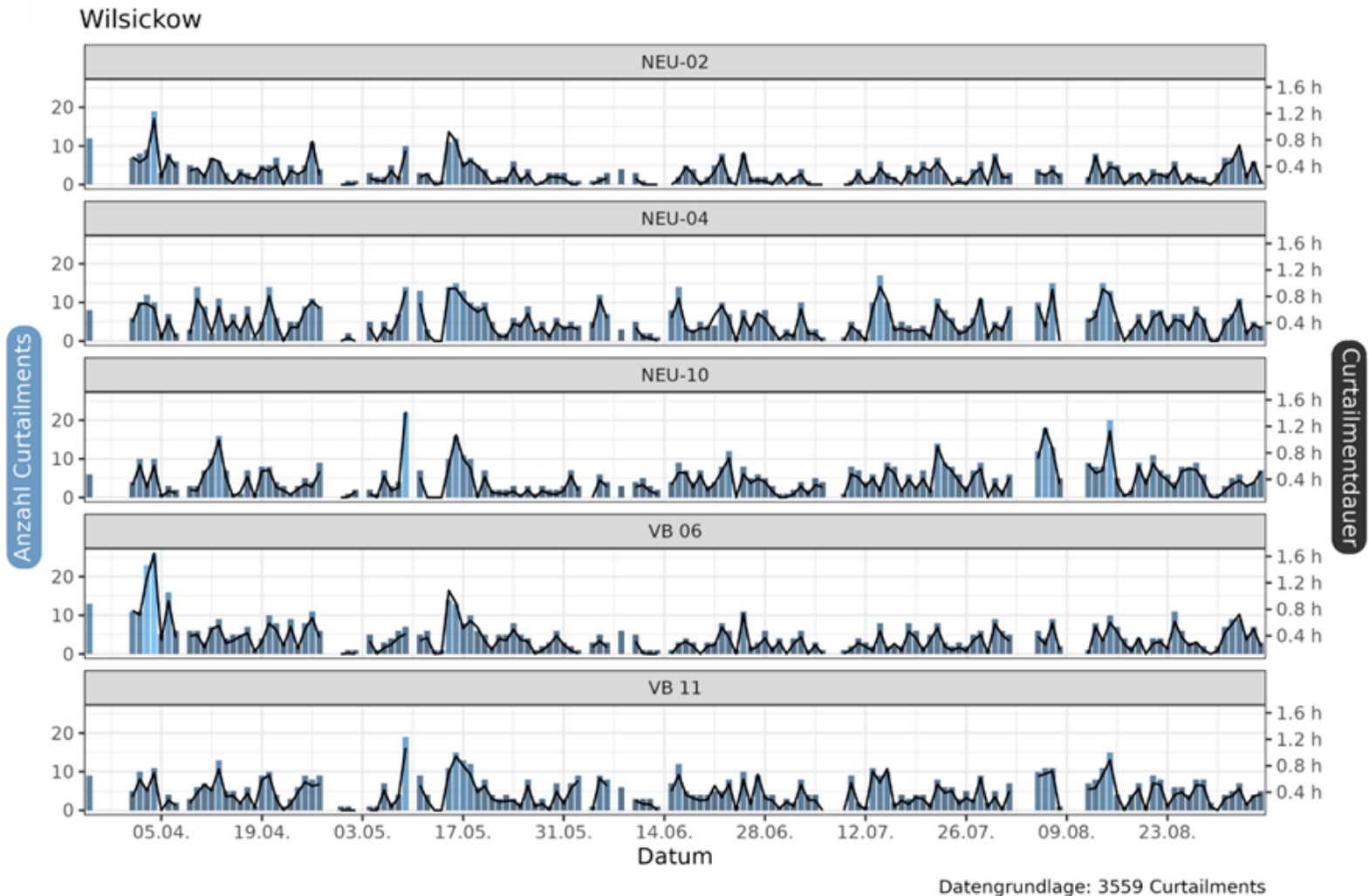
# MV-Plate: Seeadler + Rot-/Schwarzmilan



# MV-Tarnow: Seeadler + Rot-/Schwarzmilan

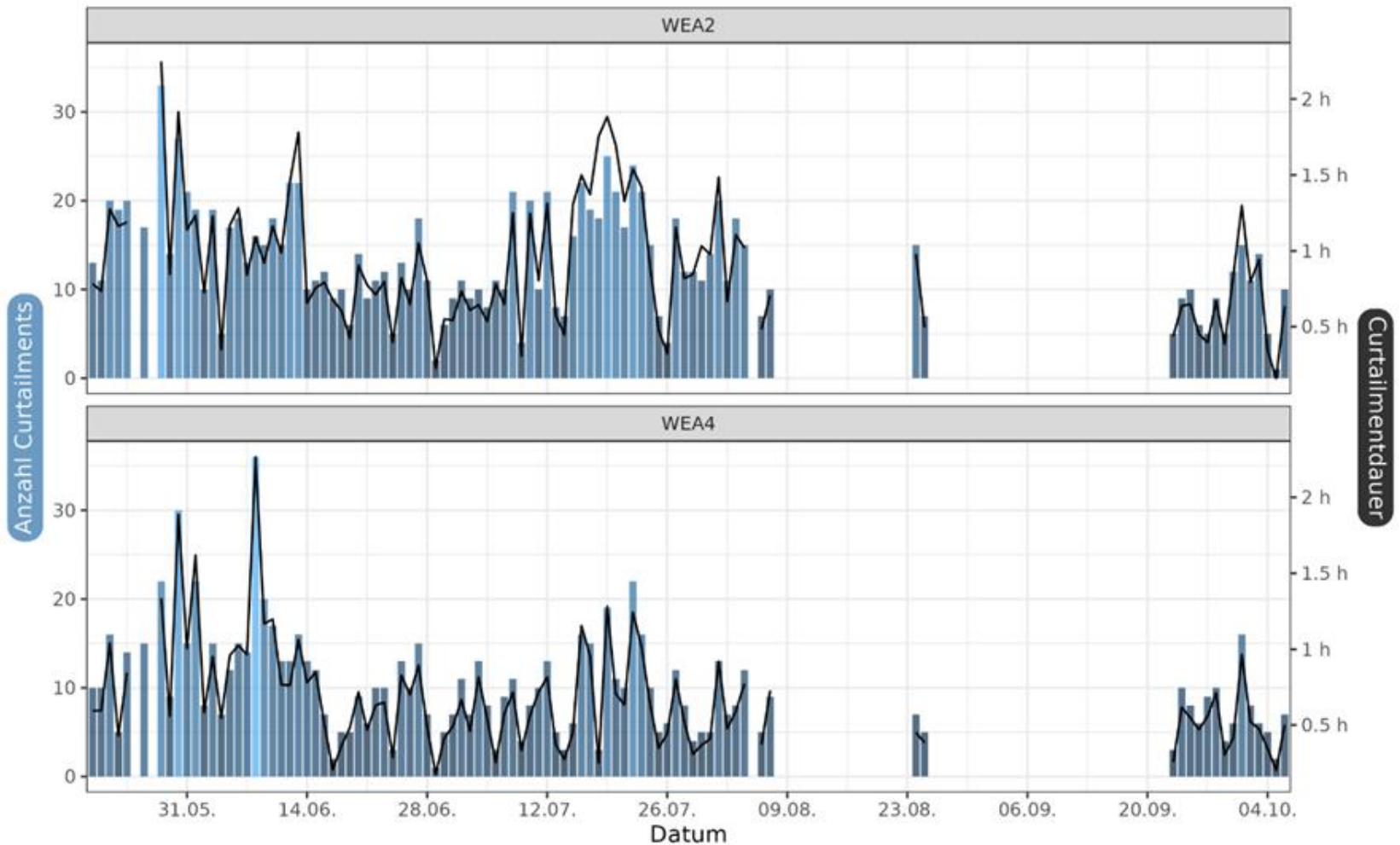


# MV-Wilsickow: Seeadler



# MV-Wolgast: Seeadler

Wolgast

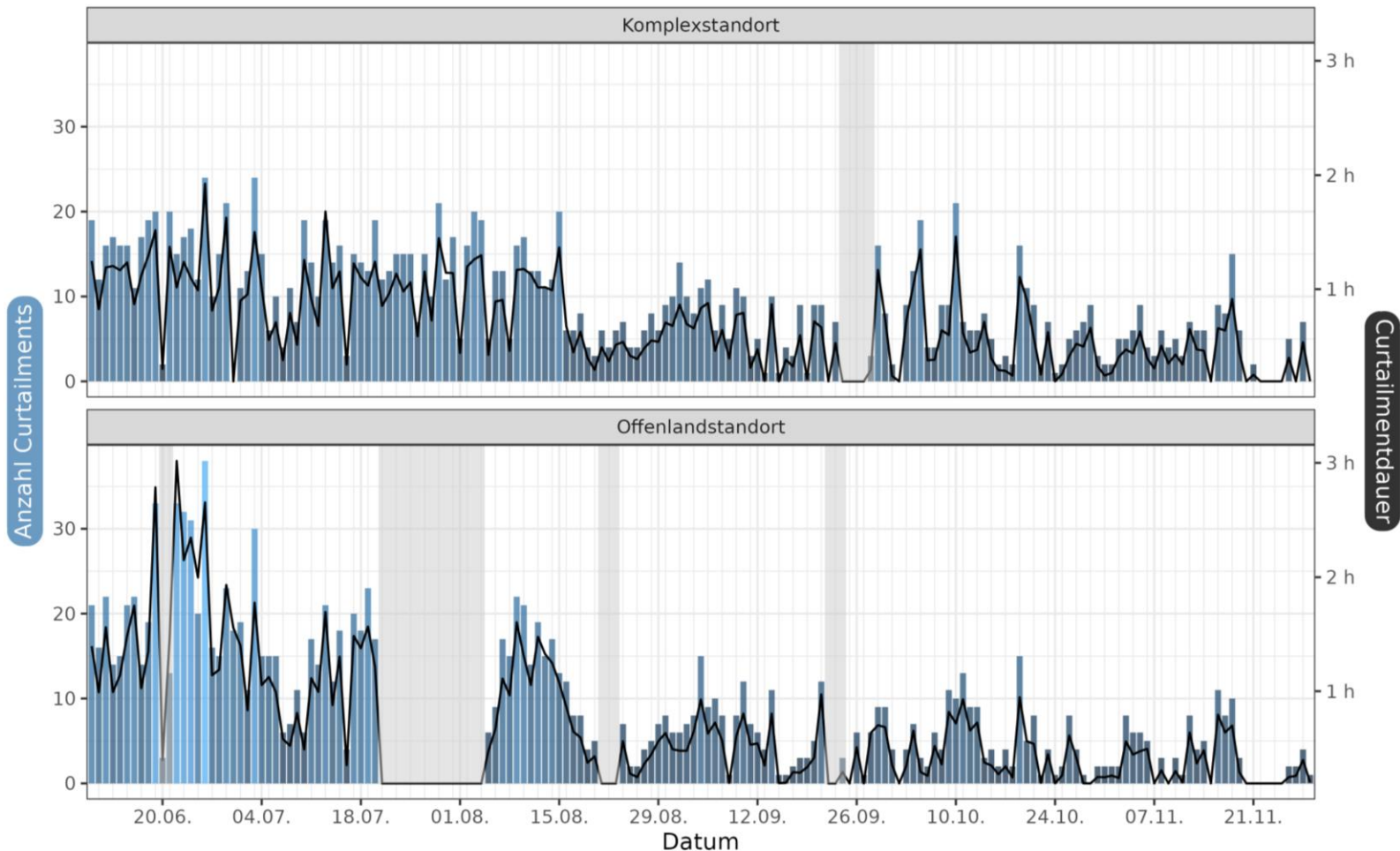


Datengrundlage: 2166 Curtailments

# BB-Peetzig: Seeadler + Rot-/Schwarzmilan

Komplex: im Mittel 9,7

Offenland: im Mittel 9,9



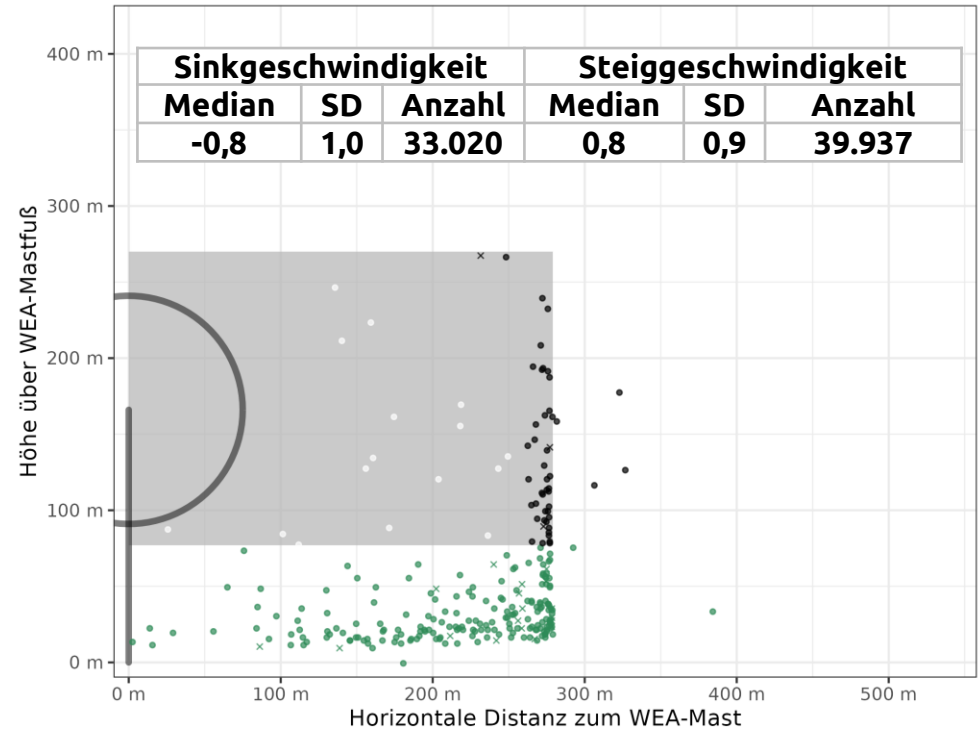
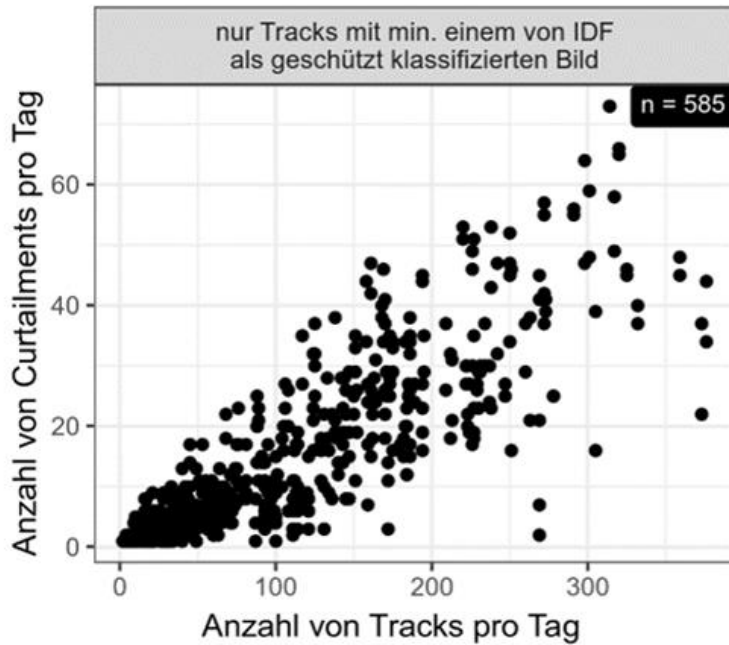
## Abhängigkeit von der Flugaktivität (nur Rotmilan)

| Brutphasen                     | Mittlere Anzahl täglicher Abschaltungen |         |        |        |           |             |
|--------------------------------|---|---------|--------|--------|-----------|-------------|
|                                | Plate                                   | Lübesse | Bütow* | Helfta | Gerbstedt | Geislingen* |
| Balzzeit<br>15.03.-14.04.      | 1,2                                     | 1,7     | 10,7   | 5,5    | 4,8       | 20          |
| Brutzeit<br>15.04.-19.05.      | 1,5                                     | 2,1     | 13,6   | 7      | 6,1       | 25,2        |
| Aufzuchtzeit<br>20.05.-30.06.  | 3,2                                     | 4,7     | 11,5   | 15,2   | 13,4      | 39,4        |
| Nachbrutzeit<br>0.1.07.-30.09. | 1,5                                     | 2,2     | 5,5    | 7,3    | 6,4       | 18,9        |

\* = Brutplatz innerhalb der Erfassungsreichweite



# Abschaltungen



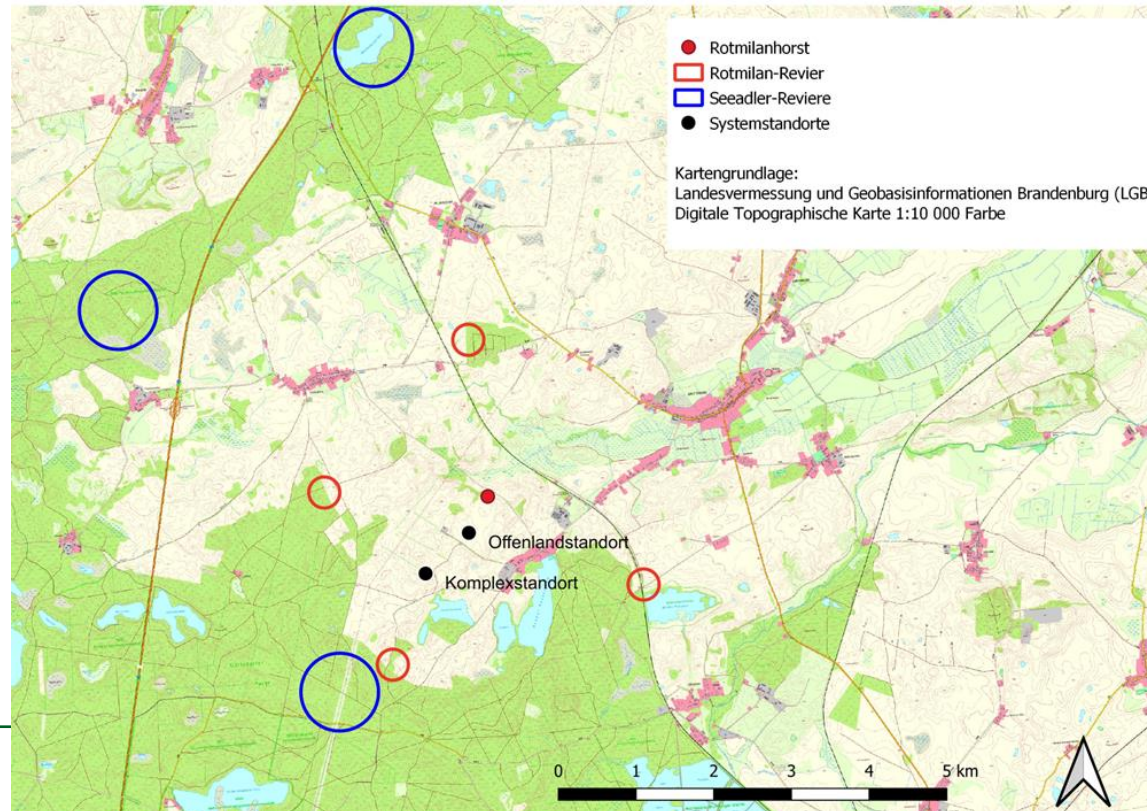
Zeitabstand zu letztem Curtailment

- × ≤ 60 s
- > 60 s

Datengrundlage: 268 für PROTECTED und RED-OR-BLACK-KITE ausgelöste Curtailments

# Erprobungsprojekt Brandenburg 2022

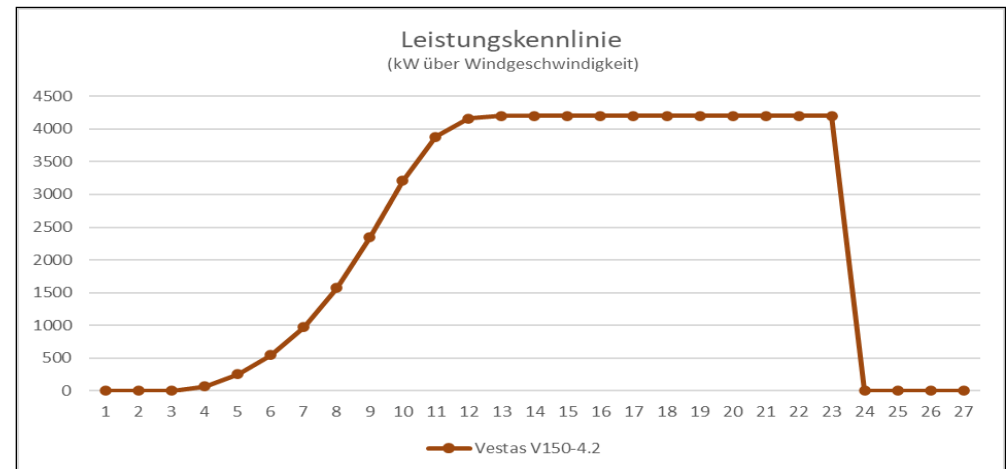
- Standort im Biosphärenreservat mit hoher Flugaktivität
- Systemleistungen und wirtschaftliche Auswirkungen



# Wirtschaftliche Auswirkungen - Methode

- Berechnung der theoretischen Stromproduktion des konkreten Einzelfalls für jede Jahresstunde
- Durchschnittswert pro Stunde

| Date/Time        | 165m |            |      |
|------------------|------|------------|------|
| 01.01.2019 00:00 | 11,6 |            |      |
| 01.01.2019 01:00 | 12,0 |            |      |
| 01.01.2019 02:00 | 13,1 |            |      |
| 01.01.2019 03:00 | 12,8 |            |      |
| 01.01.2019 04:00 | 14,1 |            |      |
| 01.01.2019 05:00 | 14,8 |            |      |
| 01.01.2019 06:00 | 14,9 |            |      |
| 01.01.2019 07:00 | 14,4 |            |      |
| 01.01.2019 08:00 | 12,4 |            |      |
| 01.01.2019 09:00 | 12,8 |            |      |
| 01.01.2019 10:00 | 13,5 |            |      |
| 01.01.2019 11:00 | 13,6 |            |      |
| 01.01.2019 12:00 | 14,7 | Mittelwert | 7,8  |
| 01.01.2019 13:00 | 15,7 | Max        | 18,5 |
| .....            | .... | Min        | 0,7  |



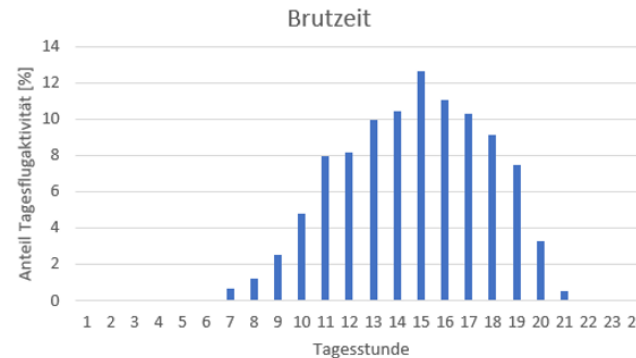
# Wirtschaftliche Auswirkungen - Methode

- Daten zu Abschaltungen liegen nur aus dem Untersuchungszeitraum vor
- Extrapolation der erwartbaren Ertragseinbußen auf Grundlage der Verteilung der Flugaktivität für einzelne Zielarten

| Brutphase    | Beginn    | Ende          | Anzahl Tage | Anteil Jahresflugaktivität [%] | Anteil Jahresflugaktivität pro Tag [%] |
|--------------|-----------|---------------|-------------|--------------------------------|--|
| Balzzeit     | 15. März  | 14. April     | 32          | 10                             | 0,31                                   |
| Brutzeit     | 15. April | 19. Mai       | 36          | 14                             | 0,39                                   |
| Aufzuchtzeit | 20. Mai   | 30. Juni      | 42          | 37                             | 0,88                                   |
| Nachbrutzeit | 01. Juli  | 30. September | 92          | 39                             | 0,42                                   |

Verteilung über die Brutphasen

Verteilung über den Tag



Quelle: Heuck et al. (2019)

## Wirtschaftliche Auswirkungen - Methode

- **Abschätzung der erwarteten Anzahl an Abschaltungen pro Stunde durch Kombination der Flugaktivitätsverteilung mit tatsächlich erfassten Abschaltungen**
- **Dauer pro Abschaltung: Stopp-Signal plus Startvorgang (konservative Annahme: 9 min)**

# Wirtschaftliche Auswirkungen - Methode

**Ertragsverlust = Prognose minus Stillstand**  
(Zeitreihen mit 8.760 gemittelten Stundenwerten)

| Date/Time        | Wind (165m) | V150 Ertrag [kWh] | Anz. Abschalt. gesamt | Dauer Abschalt. gesamt | Anfahrzeit | Betriebszeit | V150 Ertrag [kWh] |
|------------------|-------------|-------------------|-----------------------|------------------------|------------|--------------|-------------------|
| 01.01.2019 00:00 | 12          | 4198              | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 4198              |
| 01.01.2019 01:00 | 12          | 4198              | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 4198              |
| .....            |             |                   |                       |                        |            |              |                   |
| 19.07.2019 10:00 | 5           | 547               | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 547               |
| 19.07.2019 11:00 | 6           | 977               | 1                     | 0,06431111             | 0,15       | 0,7856889    | 768               |
| 19.07.2019 12:00 | 5           | 547               | 1                     | 0,06431111             | 0,15       | 0,7856889    | 430               |
| 19.07.2019 13:00 | 5           | 547               | 1                     | 0,06431111             | 0,15       | 0,7856889    | 430               |
| 19.07.2019 14:00 | 5           | 547               | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 547               |
| 19.07.2019 15:00 | 5           | 547               | 2                     | 0,2728684              | 0,3        | 0,4271316    | 234               |
| 19.07.2019 16:00 | 5           | 547               | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 547               |
| 19.07.2019 17:00 | 4           | 259               | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 259               |
| 19.07.2019 18:00 | 5           | 547               | 1                     | 0,20855729             | 0,15       | 0,6414427    | 351               |
| 19.07.2019 19:00 | 7           | 1575              | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 1575              |
| 19.07.2019 20:00 | 7           | 1575              | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 1575              |
| .....            |             |                   |                       |                        |            |              |                   |
| 31.12.2019 23:00 | 7           | 1575              | 0                     | 0                      | 0          | 1            | 1575              |
| SUMME            |             | 18.931.464        | 1.879                 | 175,7                  | 281,9      | 8.302,5      | 18.228.689        |
| Ertragsverlust   |             | 100%              |                       |                        |            |              | 3,71%             |

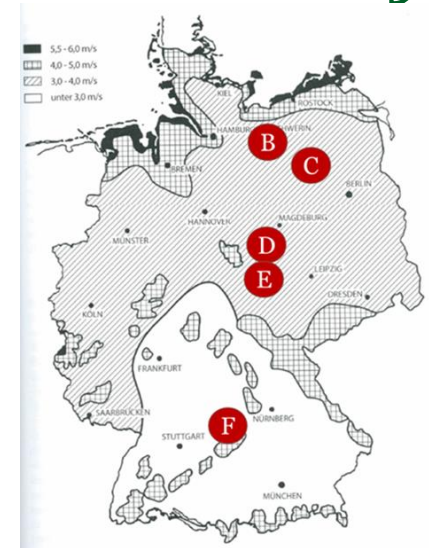
**Beispiel**

## Wirtschaftliche Auswirkungen - Ergebnisse

| Standort      | System | Kategorie     | Ertrag     | Verlust |             |
|---------------|--------|---------------|------------|---------|-------------|
|               |        |               | kWh        | kWh     | %           |
| <b>S1, S2</b> |        | Normal        | 18.931.464 | 0       | 0           |
| <b>S1</b>     | IDF    | Milan         | 18.461.899 | 469.565 | 2,48        |
| <b>S1</b>     | IDF    | Seeadler      | 18.698.255 | 189.439 | 1,00        |
| <b>S1</b>     | IDF    | <b>Gesamt</b> | 18.228.689 | 659.004 | <b>3,48</b> |
| <b>S2</b>     | IDF    | Milan         | 18.562.561 | 368.903 | 1,95        |
| <b>S2</b>     | IDF    | Seeadler      | 18.742.025 | 233.209 | 1,23        |
| <b>S2</b>     | IDF    | <b>Gesamt</b> | 18.373.123 | 602.112 | <b>3,18</b> |

# Betriebliche Auswirkungen von IDF

REICHENBACH et al. (2020): Abschätzung der von IDF für den Rotmilan induzierten Abschaltungen hinsichtlich der Ertragseinbußen

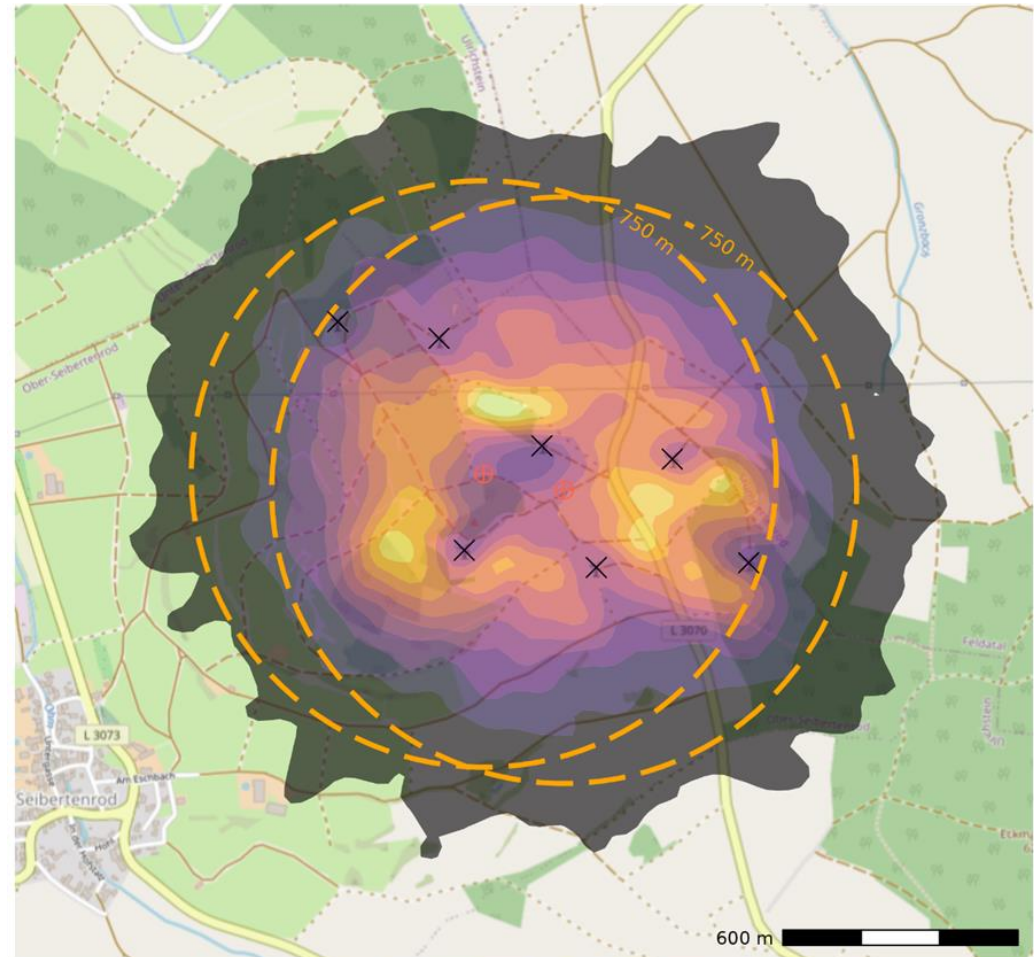
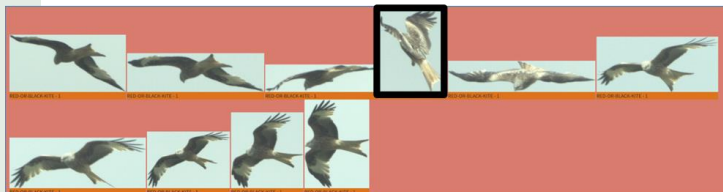
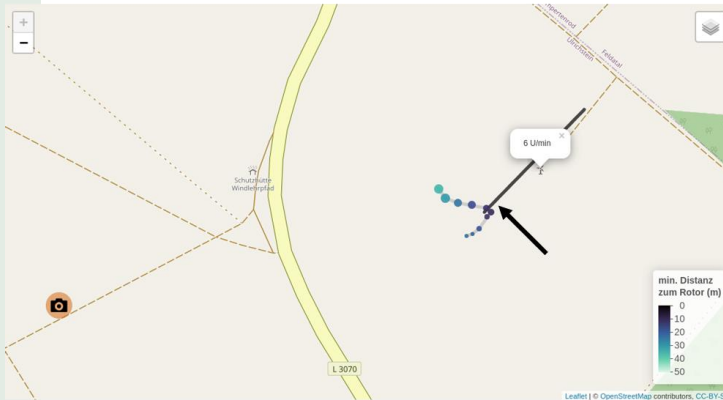


| Site | Daily flights<br>(350 m radius) | Daily curtailments | Flight activity level | Yearly Production value* | Production loss |                       |
|------|---------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|
|      |                                 |                    |                       |                          | Flat rate       | Anti collision system |
| A    | 5,6                             | 2,1                | Moderate              | 1.222.556 €              | 29,3 %          | 0,4 %                 |
| B    | 8,2                             | 3,1                | Moderate              | 1.222.556 €              | 29,3 %          | 0,6 %                 |
| C    | 31,4                            | 9,4                | Very High             | 1.013.666 €              | 27,2 %          | 5,1 %                 |
| D    | 18,7                            | 10,0               | High                  | 932.460 €                | 27,9 %          | 2,8 %                 |
| E    | 5,6                             | 2,1                | Moderate              | 1.094.992 €              | 28,8 %          | 2,1 %                 |
| F    | 54,7                            | 27,4               | Extremly High         | 805.357 €                | 25,6 %          | 7,2 %                 |



# Und wenn nicht abgeschaltet wird?

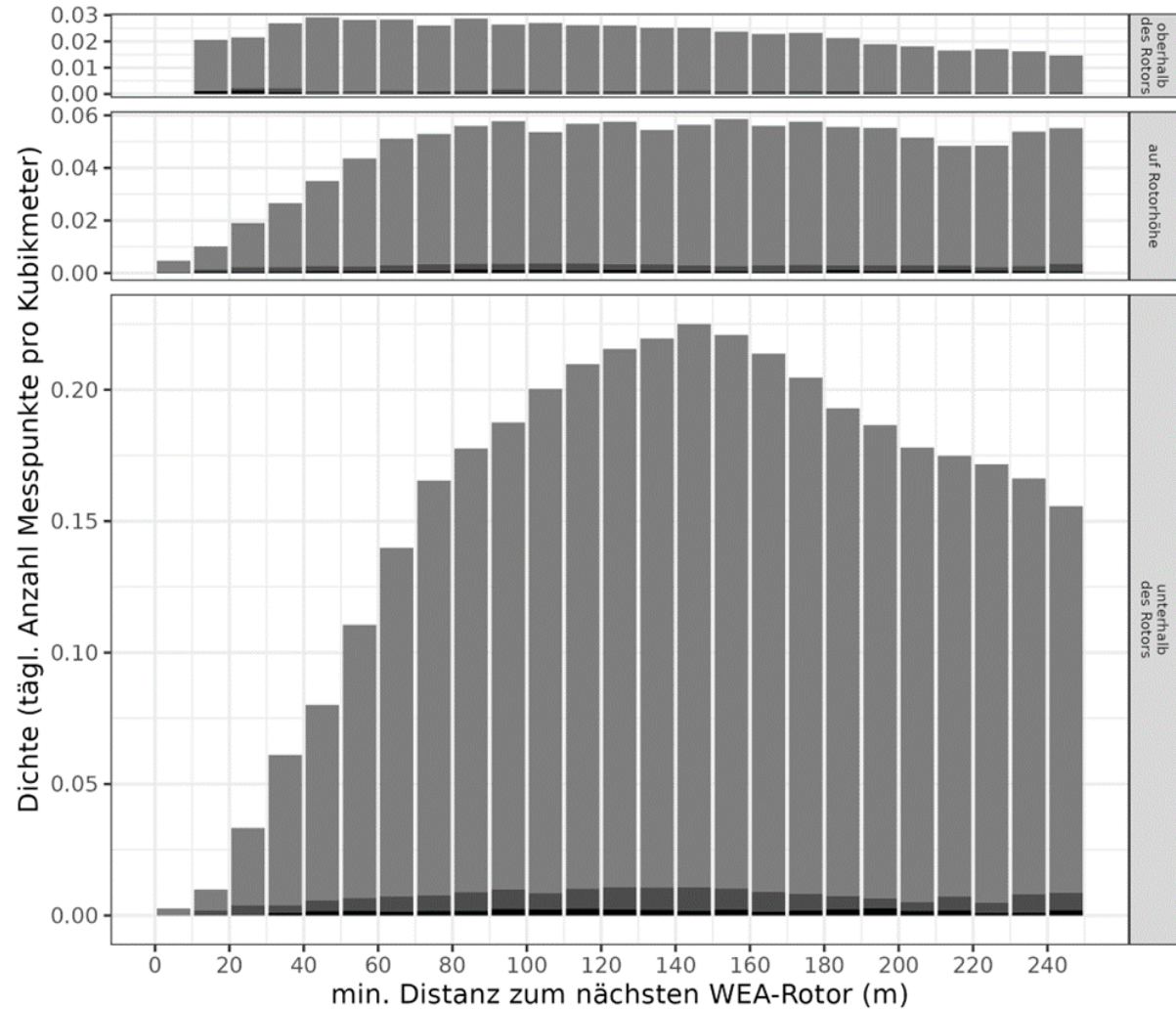
Forschungsprojekt in  
Hessen mit 2 IDF in einem  
bestehenden Windpark  
mit hoher Flugaktivität  
Rd. 11.400 aufgezeichnete  
Flugwege von Ende April  
bis Mitte September 2022



Dichteperzentil 1% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100% ⊕ IDF-Position  
 × WEA-Position

# Flugverhalten von Rotmilanen an WEA

**Meideverhalten:  
Reduzierung der  
Aktivitätsdichte  
in Rotornähe**



Betriebsstatus WEA    Rotor dreht ≥ 4 U/min    Rotor dreht < 4 U/min    Rotor steht still

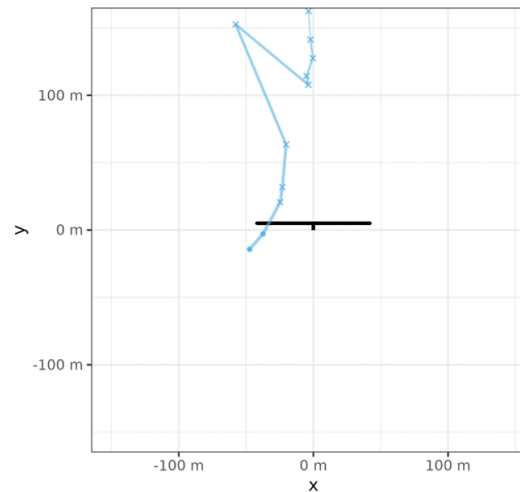
# Flugverhalten von Rotmilanen an WEA

**Anzahl  
Rotordurchflüge von  
11.400 im Windpark  
aufgezeichneten  
Flugwegen:  
Zwei – ohne Kollision**

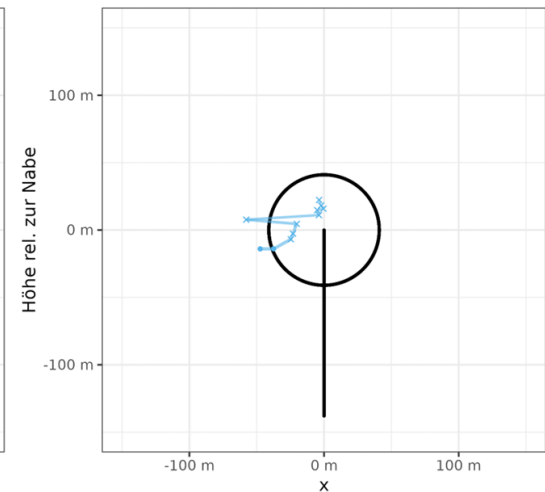
**Berechnung der  
Meiderate anhand von  
Erwartungswerten  
mittels Band-Modell:  
99,1 %**

**(2016 und 2018 je ein  
kollidierter Rotmilan)**

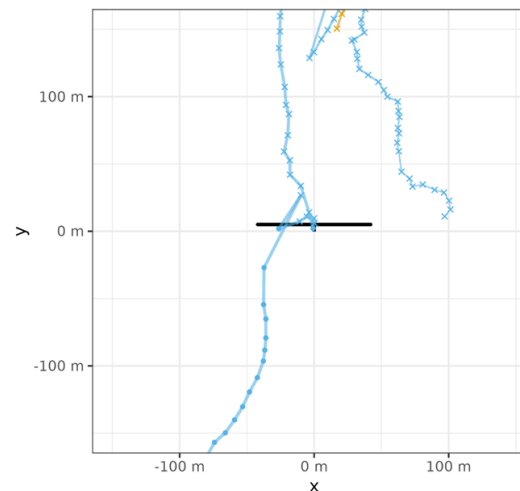
Ansicht von Oben



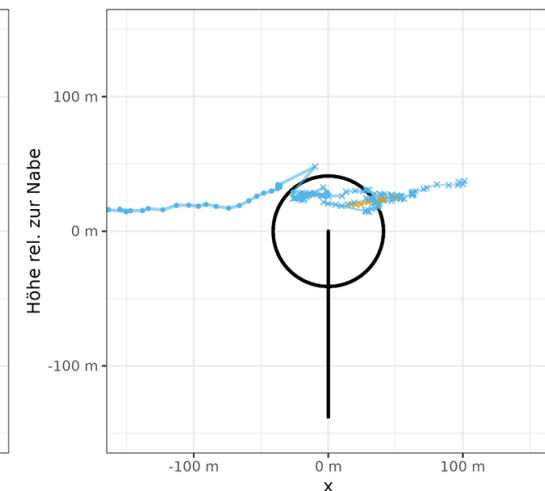
Frontalansicht



Ansicht von Oben

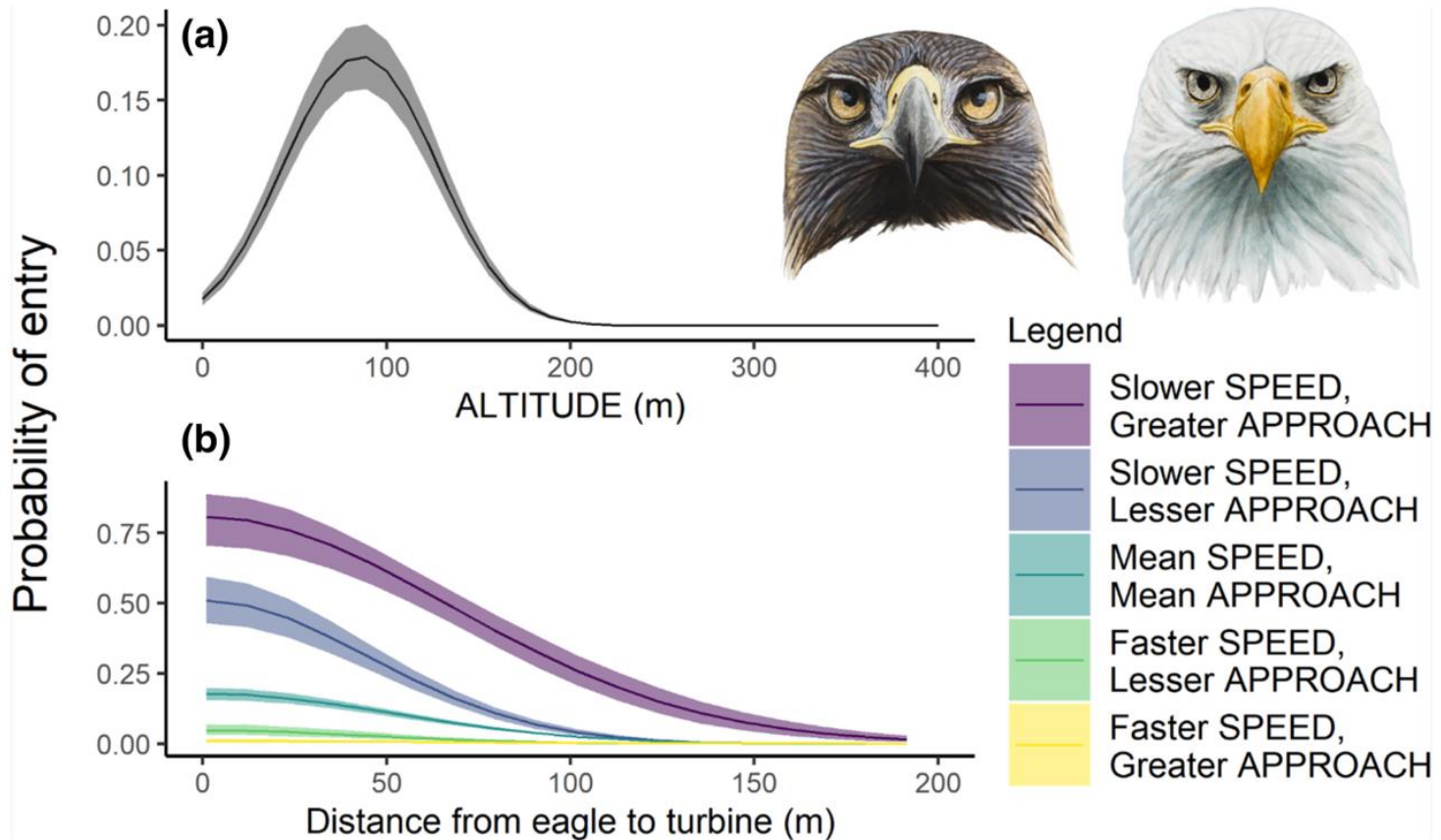


Frontalansicht



# Reduzierung unnötiger Abschaltungen

Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Flugweg in den Rotor führt? ROLEK et al. (2022):



## Reduzierung unnötiger Abschaltungen

**Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Flugweg in den Rotor führt? ROLEK et al. (2022):**

- **Schnell fliegende Adler schauen nach vorne (Streckenflug) und weichen WEA besser aus**
- **Langsam fliegende Adler schauen nach unten (Nahrungssuche) und weichen WEA schlechter aus**

**Mögliche Konsequenz: Dimensionierung der Abschaltzylinder auf langsamere Fluggeschwindigkeiten**



**Vielen Dank!**

**Marc Reichenbach**

**Sören Greule**

**Tim Steinkamp**