

ZEITLICHE VARIATION VON ERTRAGSVERLUSTEN

AM BEISPIEL VON FLEDERMAUSABSCHALTUNGEN

09.11.2023

M.Sc. Fabian Biel
Junior Wind & Sites

Einleitung/Motivation

- **Ertragsverluste:** Energieerzeugungsverluste, die dadurch entstehen, dass WEA nicht oder nur eingeschränkt betrieben werden können
- **Fledermausverluste:** Mit dem Ziel des Artenschutzes dürfen WEA an manchen Standorten unter bestimmten Bedingungen nicht laufen
 - Festgelegter jährlicher und täglicher Zeitraum
 - Überschreitung einer Mindesttemperatur
 - Unterschreitung einer mittleren Windgeschwindigkeit
- **Beobachtung:** Teilweise gibt es große Abweichungen von Fledermausverlusten zwischen der Prognose und von sich im Betrieb befindlichen Windparks
 - Problem für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Einleitung/Motivation

- **Datenauswertung** von teilweise mehrjährigen Messungen
- Ziel des Vortrags:
 - Wie stark schwanken die Fledermausverluste über mehrere Jahre und Monate?
 - Von was hängen die Schwankungen ab?
 - Wann treten die Schwankungen auf?

Gliederung

1. Methodik
2. Temperaturabhängigkeit der Fledermausverluste
3. Variabilität der Fledermausverluste an einem Beispielstandort
4. Fazit und Ausblick

1. Methodik

Berechnung der Fledermausverluste

- Berechnung der Energieerträge **mit** und **ohne** Fledermausabschaltung in WindPRO
 - Absolute Fledermausverluste (FV) [MWh] : Differenz aus den beiden Berechnungen
- Alle relativen Fledermausverluste beziehen sich auf den Energieertrag des angegebenen Jahres

$$(1) \quad FV_{Jahr} [\%] = \frac{FV_{Jahr} [MWh]}{Jahresertrag}$$

$$(2) \quad FV_{Monat} [\%] = \frac{FV_{Monat} [MWh]}{Jahresertrag}$$

2. Temperaturabhängigkeit der Fledermausverluste

Am Beispiel von Temperaturmessungen auf zwei verschiedenen Höhen

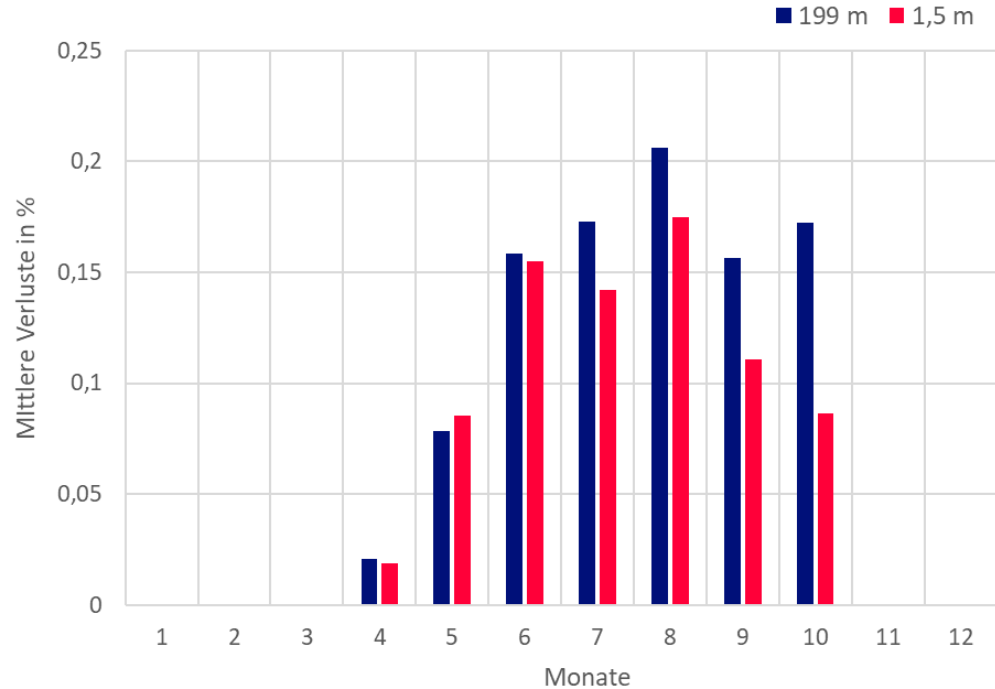
- Abschaltbedingungen:
 - Zeitraum: 1. April bis 31. Oktober
 - 1 Std. vor SU bis SA
 - $v \leq 5$ m/s
 - $T \geq 10$ °C

 - Temperaturmessungen auf zwei verschiedenen Höhen im Jahr 2022
 - ca. 1,5 m ü. Gr. (LiDAR Messung)
 - 199 m ü. Gr. (Mastmessung)
- Temperatur ist die einzig
Variabel
- Alle anderen Berechnungseinstellungen sind für die Berechnungen identisch
 - WEA-Typ: V172-7.2 (NH: 175 m)
 - Winddaten: Mastmessung auf 180 m ü. Gr.

2. Temperaturabhängigkeit der Fledermausverluste

Am Beispiel von Temperaturmessungen auf zwei verschiedenen Höhen

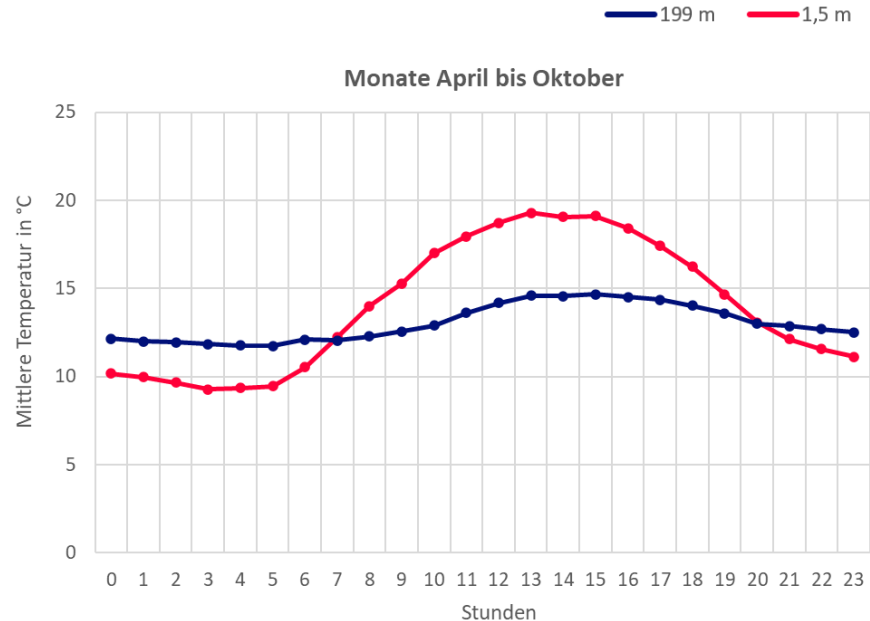
- Jährlicher Verlust:
 - 199 m: 0,97 %
 - 1,5 m: 0,77 %



2. Temperaturabhängigkeit der Fledermausverluste

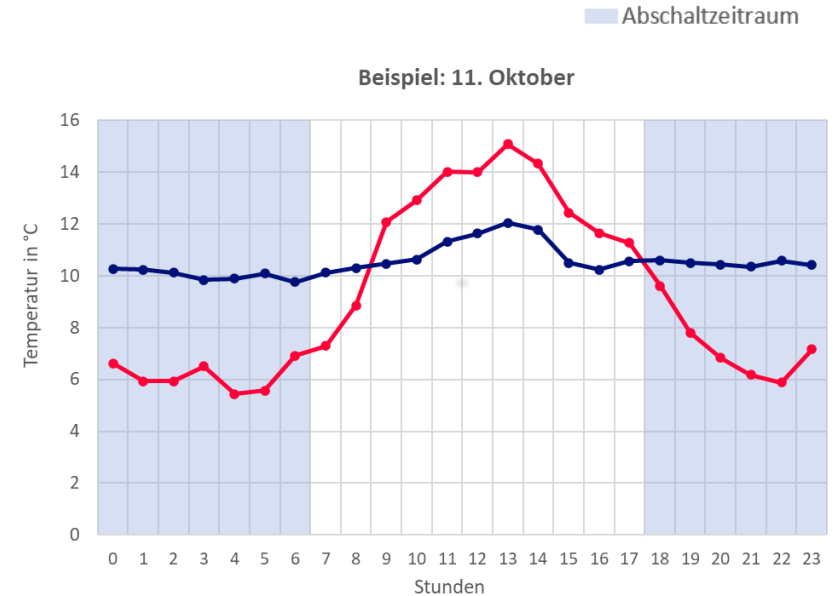
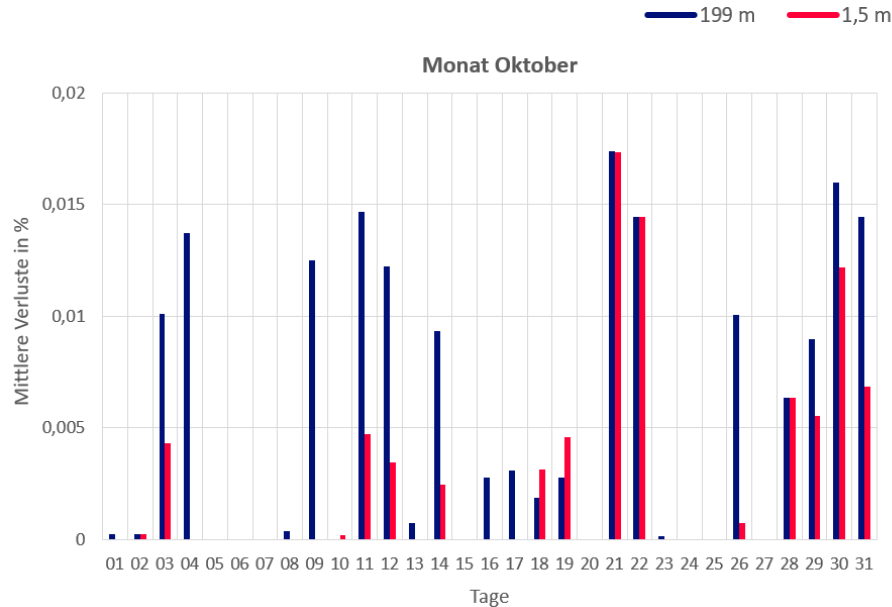
Am Beispiel von Temperaturmessungen auf zwei verschiedenen Höhen

- Deutliche Unterschiede in den täglichen Lufttemperaturverlaufskurven
 - In niedrigen Höhen heizt sich der Boden durch die Sonneneinstrahlung stärker auf und kühlt sich nachts stärker ab
 - In hohen Höhen ist der Temperaturverlauf über den Tag betrachtet relativ stabil



2. Temperaturabhängigkeit der Fledermausverluste

Am Beispiel von Temperaturmessungen auf zwei verschiedenen Höhen



3. Variabilität der Fledermausverluste

Am Beispiel eines Standortes in Frankreich

- Datenauswertung und Verlustberechnung an einem Beispiel-Standort
- Verwendung einer siebenjährigen Messung (Wind- und Temperaturmessung nahe der NH)
 - Betrachtung der Jahre 2015 - 2021
- Abschaltbedingungen:
 - Zeitraum: 1. April bis 31. Oktober
 - 1 Std. vor SU bis SA
 - $v \leq 5 \text{ m/s}$
 - $T \geq 10 \text{ °C}$
- WEA-Typ: 4x ENERCON E-115 EP3 E3 4.2MW (NH: 92 m)

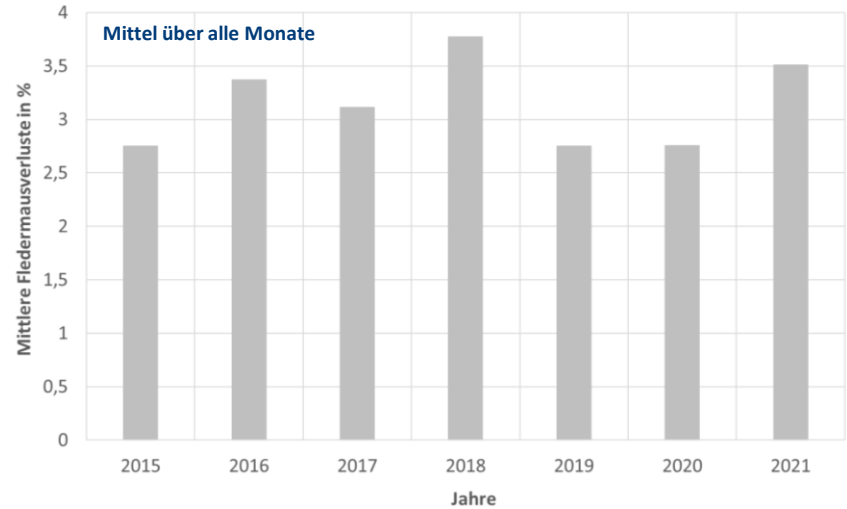
zwei Variablen:
Temp. und Windgeschw.



3. Variabilität der Fledermausverluste

Am Beispiel eines Standortes in Frankreich

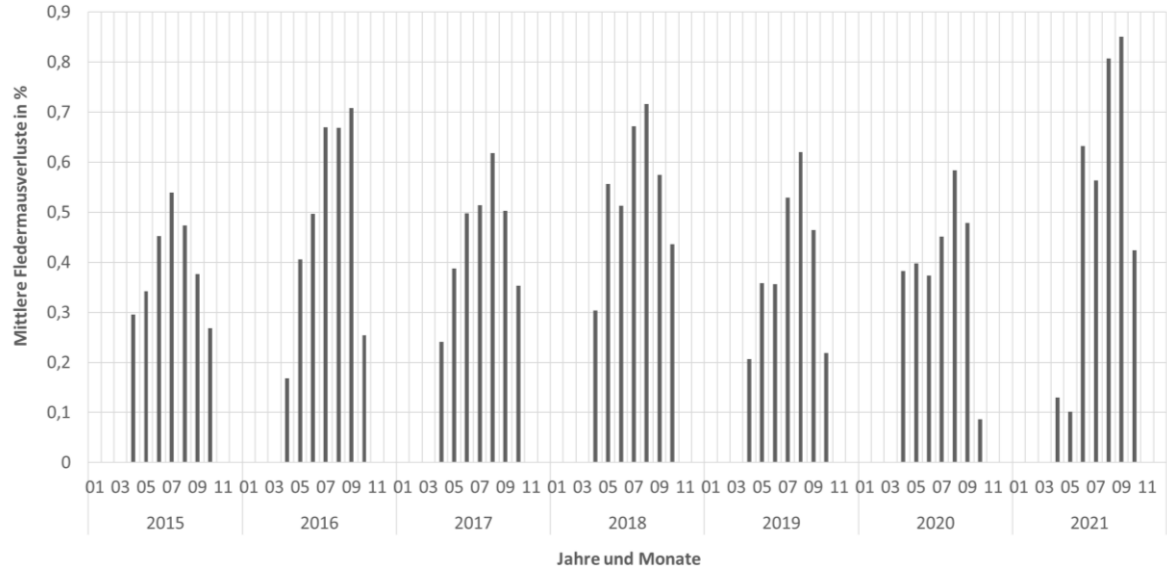
- Deutliche jährliche Schwankungen der Fledermausverluste
- Was bedeuten die jährlichen Schwankungen monetär?
 - Anzulegender Wert: ca. 7,35 Cent/kWh
 - Energieertrag für 4 WEA: ca. 30 000 000 kWh/Jahr
 - 1 % Schwankung \triangleq ca. 22 000 €/Jahr



3. Variabilität der Fledermausverluste

Am Beispiel eines Standortes in Frankreich

- Jährliche und monatliche Variabilität

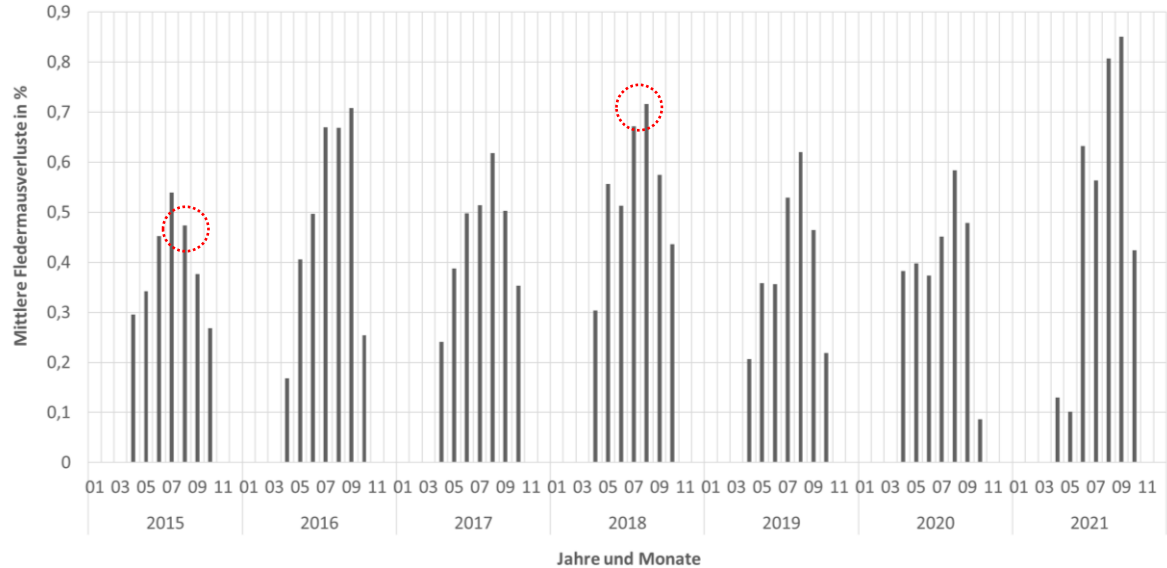


3. Variabilität der Fledermausverluste

Am Beispiel eines Standortes in Frankreich

Fall 1: August 2015 und 2018

- Absolute und relative Verluste sind im August 2015 kleiner als im August 2018



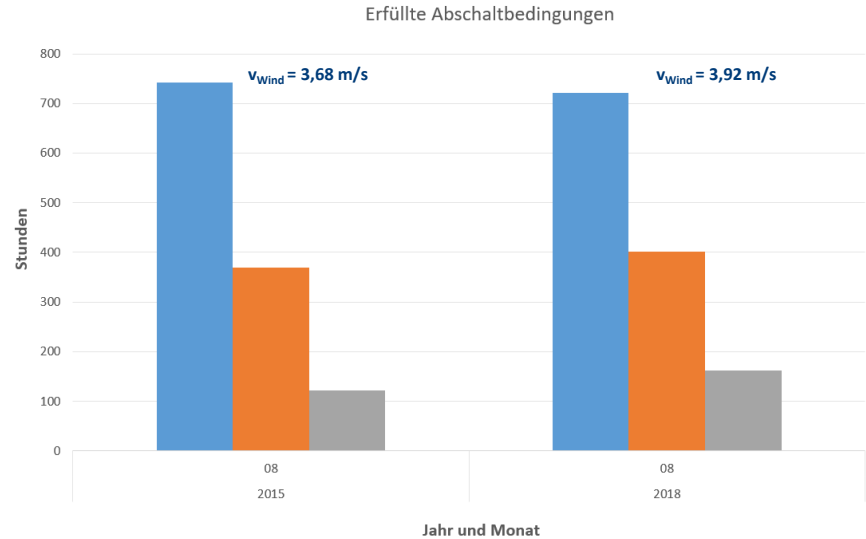
3. Variabilität der Fledermausverluste

Am Beispiel eines Standortes in Frankreich

August 2015 und 2018

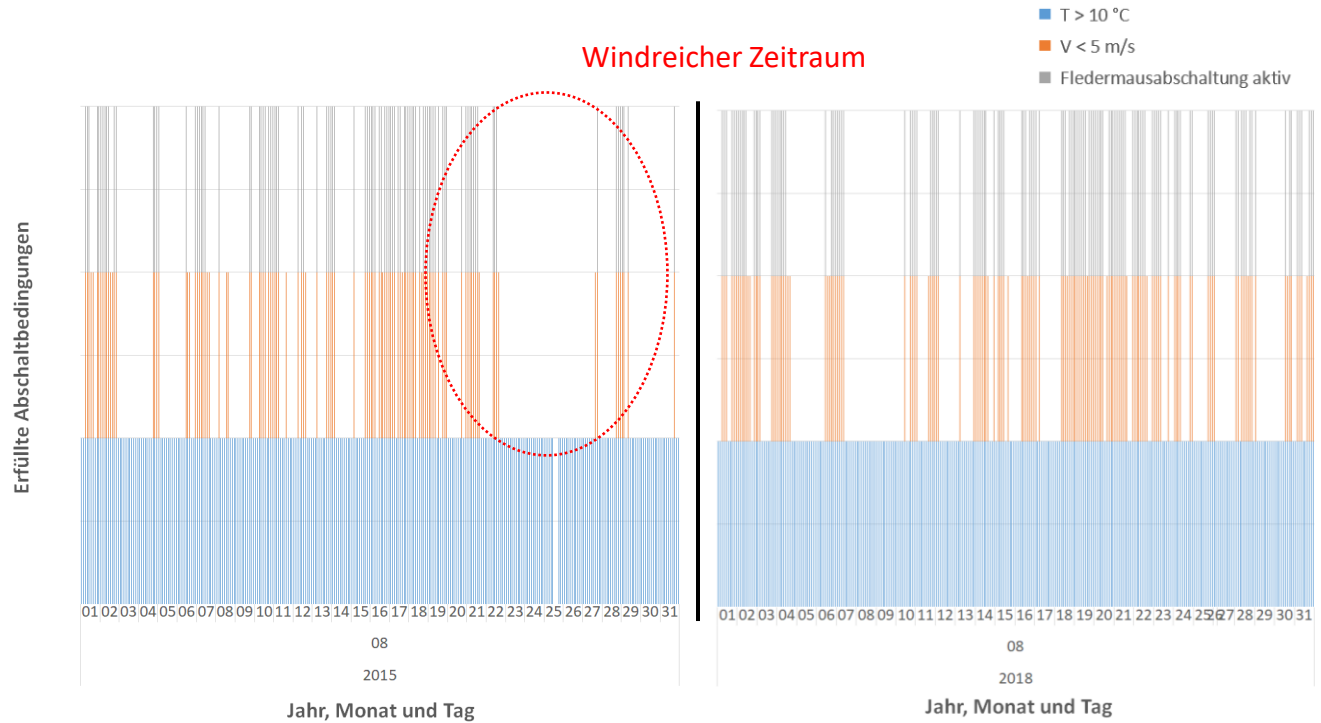
- Absolute und relative Verluste sind im August 2015 kleiner als im August 2018
 - **Temperaturbedingung:** Stundenanzahl ist ähnlich
 - **Windgeschwindigkeitsbedingung:** Stundenanzahl 2015 kleiner als 2018
 - **Mittlere Windgeschwindigkeit:** 2015 kleiner als 2018

- T > 10 °C
- V < 5 m/s
- Fledermausabschaltung aktiv



3. Variabilität der Fledermausverluste

Am Beispiel eines Standortes in Frankreich

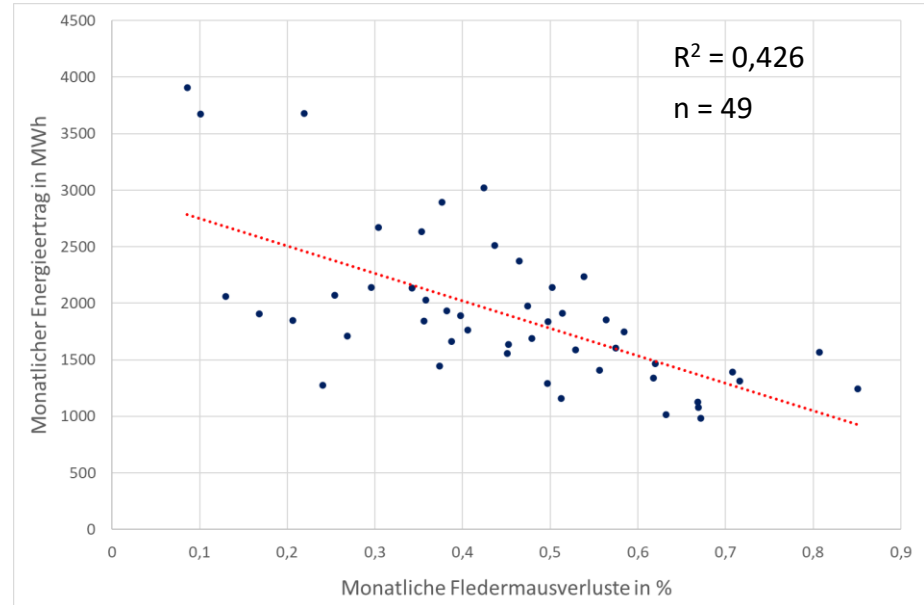


4. Zusammenhang: Fledermausverluste und Energieertrag

Am Beispiel eines Standortes in Frankreich

- These: Niedriger Energieertrag führt zu höheren Verlusten
 - Bedingt durch eine größere Häufigkeit an niedrigen Windgeschwindigkeiten

- Eine ganz leichte Tendenz zur Bestätigung der These ist sichtbar
 - Sehr kleine Verluste → hoher Energieertrag
 - Sehr hohe Verluste → niedriger Energieertrag



Fazit und Ausblick

- Einfluss auf die Fledermausverluste:
 - Höhe der Temperatur (und der Messhöhe) & der Temperaturverlauf
 - Schwankungen bei der Windgeschwindigkeit & der Windgeschwindigkeitsverteilung

- Große Abhängigkeit von meteorologischen Größen führt zu einer schweren Vorhersagbarkeit und einer hohen zeitlichen Variabilität.

Ausblick:

- Betrachtung von unterschiedlichen Standorten
- Wie kann man die Vorhersagbarkeit der Verluste verbessern?

Ansprechpartner



Fabian Biel

JUNIOR WIND & SITES

✉ biel@pavana-wind.com

☎ +49 (0) 171 2138507