IdentiFlight | DE

Evaluating the applicability of an AI-based collision avoidance system focusing on ecological as well as economic factors – a case study from Germany

Tim Steinkamp, Marc Reichenbach, Jürgen Holzmüller, Sören Greule, Hendrik Reers, Johanna Grimm, Vasco Jacke, Eva Schuster

IdentiFlight

- a product of Boulder Imaging
- 110 employees
- market availability since 2018; first validation in GER
- acknowledged mitigation measure by federal law in Germany

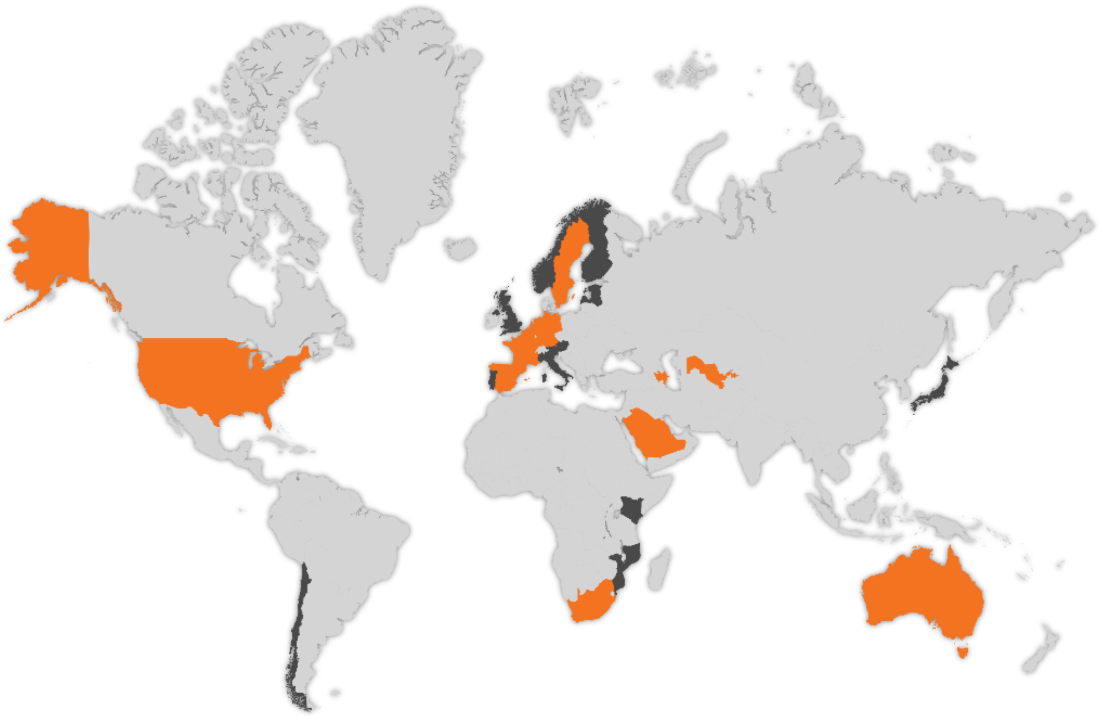
→ 520 IdentiFlight-systems in operation

→ 6 continents, 14 country

→ environmentally sound operation of 1.582 turbines/ 6 GW

→ 8 turbine manufacturers

→ 1. installation in 2017: 9 years of operation/ experience



Active Projects (Orange)
Australia, Austria, Azerbaijan, Belgium, Chile, France, Germany, Netherlands, Saudi Arabia, South Africa, Spain, Sweden, United States of America, Uzbekistan

Proposals (Dark Gray)
Austria, Brazil, Estonia, Finland, Italy, Japan, Kenya, Latvia, Lithuania, Mozambique, Norway, Poland, Portugal, Romania, United Kingdom

Challenges

- research focus mainly on mitigation success

  Germany: REICHENBACH ET AL. 2023a, 2023b, 2023c, 2021; ASCHWANDEN & LIECHTI 2020; HSWT 2022-2026

- lack of system-specific assessments of economic aspects: false-positive-rate, number & duration of shutdowns

Why is that important?

→ legal conformity
Germany: < 3% annual yield loss for bird protection

→ planning and investment security

→ reduction of disinformation

→ higher level of acceptance & trust from developers

STEINKAMP, T., REICHENBACH, R., HOLZMÜLLER, J. (2025): Ertragsverlustberechnungen von anlassbezogenen Abschaltungen zum Schutz kollisionsgefährdeter Vogelarten – Optimierung der Berechnungsmethode & Szenarienbetrachtung. Endbericht. 66 S.

Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH

The Regional Planning and Environmental Research Group

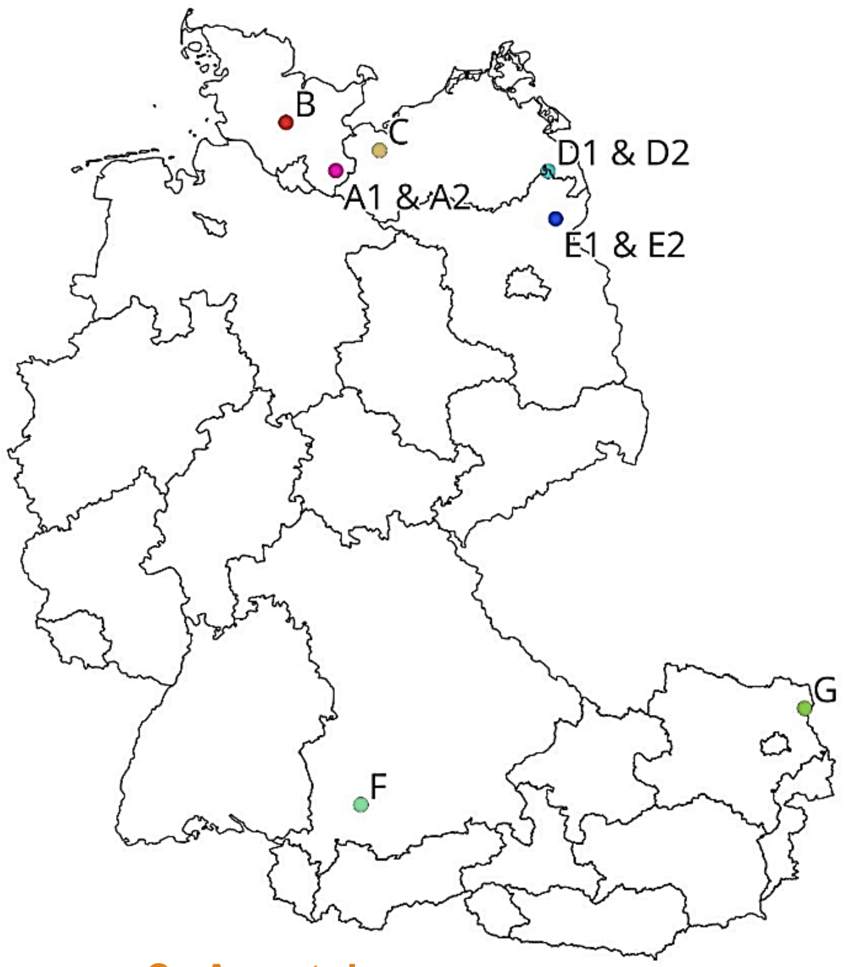
8.2 | The Experts in Renewable Energy

Concept

1. optimization of existing model (Reichenbach et al. 2020)
   - extensive, long-term, high-resolution data
   - influencing & correction factors aligned with industry standard

2. model verification
   - estimated result and data from reference site with minimal deviation (0,02%)

3. application of estimation model: 8 scenarios
   - target species: RK (3), WTE (2), RK & WTE (3)
   - div. site conditions: breeding density, distance between nests/turbine, attractiveness as feeding ground
   - flight activity: moderate to high
   - new generation turbine types, different manufacturers
   - div. wind potential



Germany & Austria

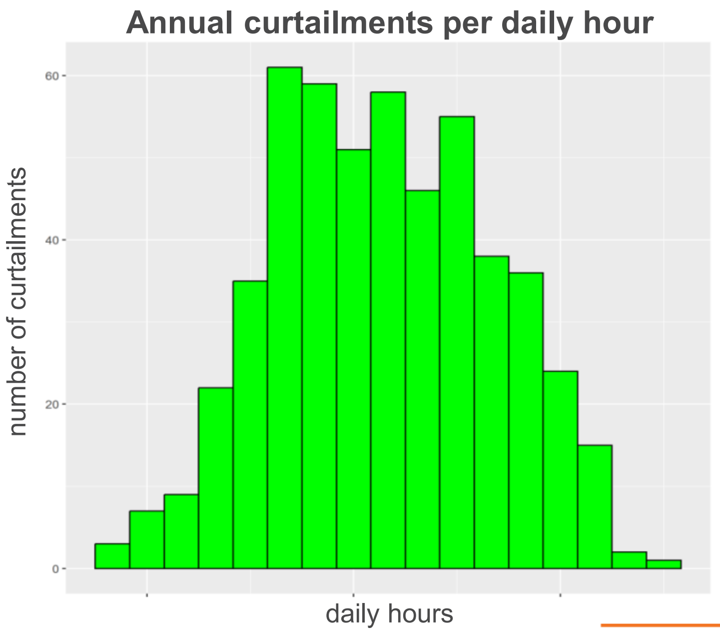
Methodology – Flight activity

- IdentiFlight-data from all 8 sites (62-314 d)
- extrapolation of curtailments per daily hour through out breeding season: RK (Mar-Sep), WTE (all year)
- distribution of species-specific flight activity; correlation with number of curtailments (REICHENBACH ET AL. 2020)

RK: MAMMEN et al. 2013; GSCHWENG et al. 2014; PFEIFFER & MEYBURG 2015, 2022; HEUCK et al. 2019; RAAB et al. in press; SPATZ et al. 2019.

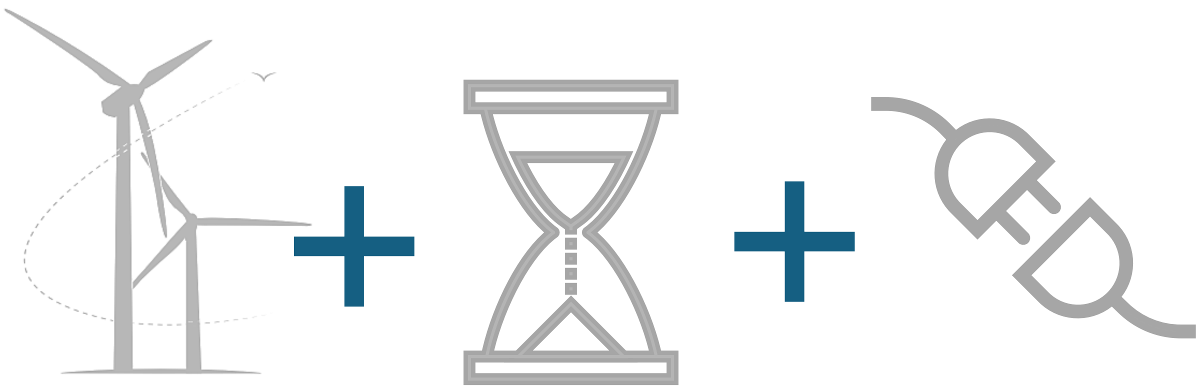
WTE: KRONE et al. 2009; KRONE et al. 2017; TIKKANEN et al. 2018; MELUR & LLUR 2016; MELUND & LLUR 2021

sites	AVERAGE NUMBER OF CURTAILMENTS PER DAY													
	mating			nesting			rearing			post-breeding			remaining	
	RK	WTE	SUM	RK	WTE	SUM	RK	WTE	SUM	RK	WTE	SUM	RK	WTE
A2	2,1	0	2,1	2,7	0	2,7	5,9	0	5,9	9,4	0	9,4	0	0
B	0,4	0	0,4	0,5	0	0,5	1,1	0	1,1	7,2	0	7,2	0	0
C	0	0,4	0,4	0	0,4	0,4	0	0,5	0,5	0	1,3	1,3	0	0,3
D1	0	2,5	2,5	0	3,5	3,5	0	6,5	6,5	0	3,5	3,5	0	1,5
D2	0	0,8	0,8	0	2,1	2,1	0	2,1	2,1	0	1,5	1,5	0	0,8
E1	5,2	1,3	6,5	6,7	1,4	8,1	14,6	2,8	17,4	7,2	1,1	8,3	0	0,5
E2	2,8	1,3	4,1	3,6	1,3	4,9	7,8	2,1	9,9	4,7	1,4	6,1	0	0,4
F	4,2	0	4,2	3,8	0	3,8	9,4	0	9,4	1,7	0	1,7	0	0
G	4,8	1,6	6,4	6,1	1,6	7,7	3,5	1,1	4,6	6,8	0,6	7,4	0	0,2

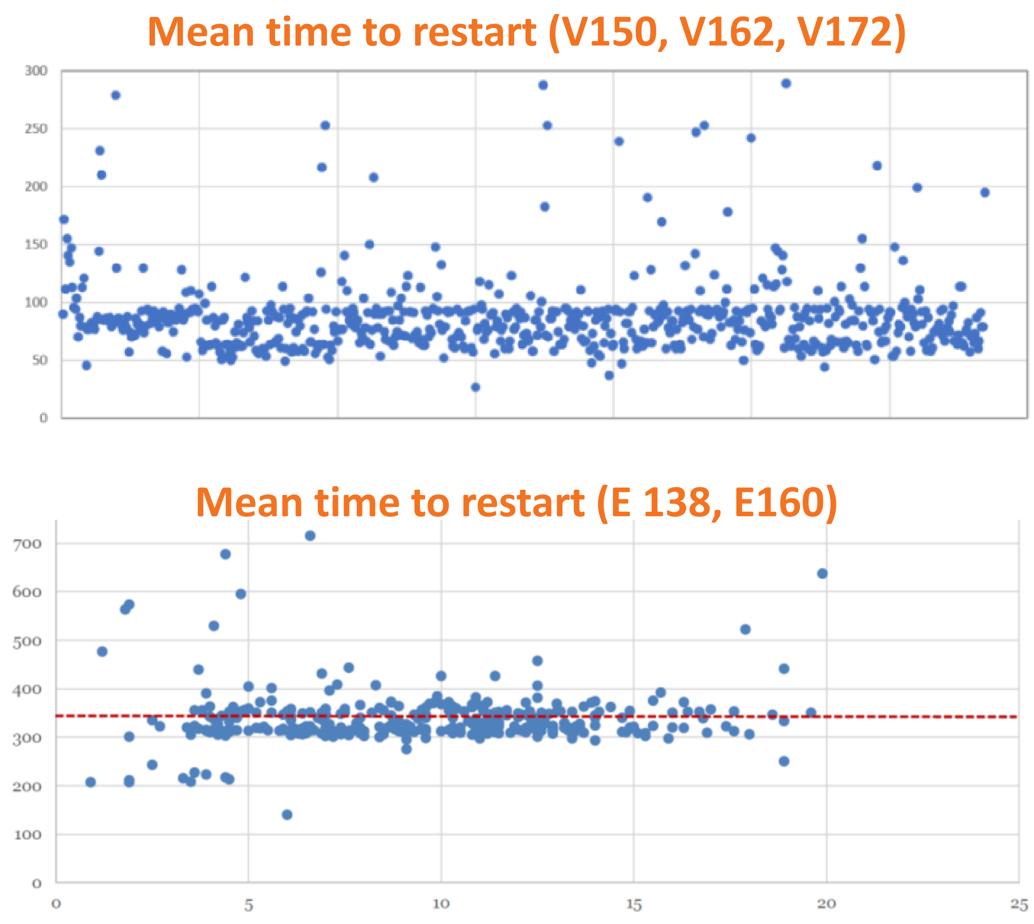


Methodology – curtailment & turbine behavior

curtailment = duration of time without yield production



signal duration	Time to clear (Tc)	time for restart
Ø 65s	= 180s	= [dep. turbine type]



Methodology – annual yield (loss)

1. gross yield production:

- turbine type-specific performance depending on site-specific wind speed and availability (10-min-interval; ANEMOS data 2019-2023)

2. net yield production:

- consideration of main influencing and correction factors aligned with technical standards (Technical Guideline TR-6)
  - → air density
  - → deviation in wind potential (± 5%)
  - → windfarm efficiency
  - → windfarm availability

3. reduced net yield production:

- application of estimated shutdowns

4. annual yield loss:

- difference between annual net yield production and annual reduced net yield production

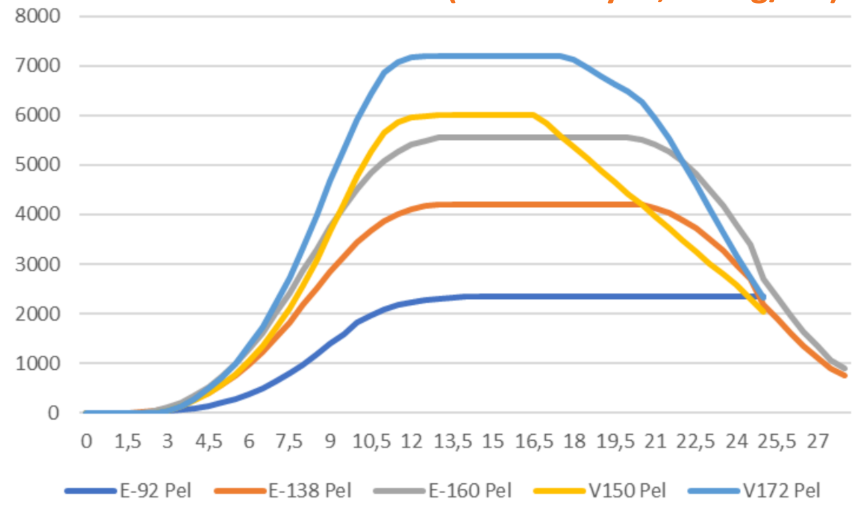
---

model verification: minimal deviation (0,02%); robust model

ERA5 data example ANEMOS Windatlas

Date	wspd 166,0m [m/s]	dirC 166,0m [deg]	rho 166,0m [kg/m3]
....	....	....	....
02.01.2020 12:00	7,808	242,9	1,2545
02.01.2020 12:10	7,781	242,5	1,2539
02.01.2020 12:20	7,791	242,2	1,2535
02.01.2020 12:30	7,823	241,8	1,253
02.01.2020 12:40	7,893	241,5	1,2523
02.01.2020 12:50	7,974	241,1	1,252
02.01.2020 13:00	8,095	240,7	1,2514
02.01.2020 13:10	8,242	240,4	1,2508
....	....	....	....

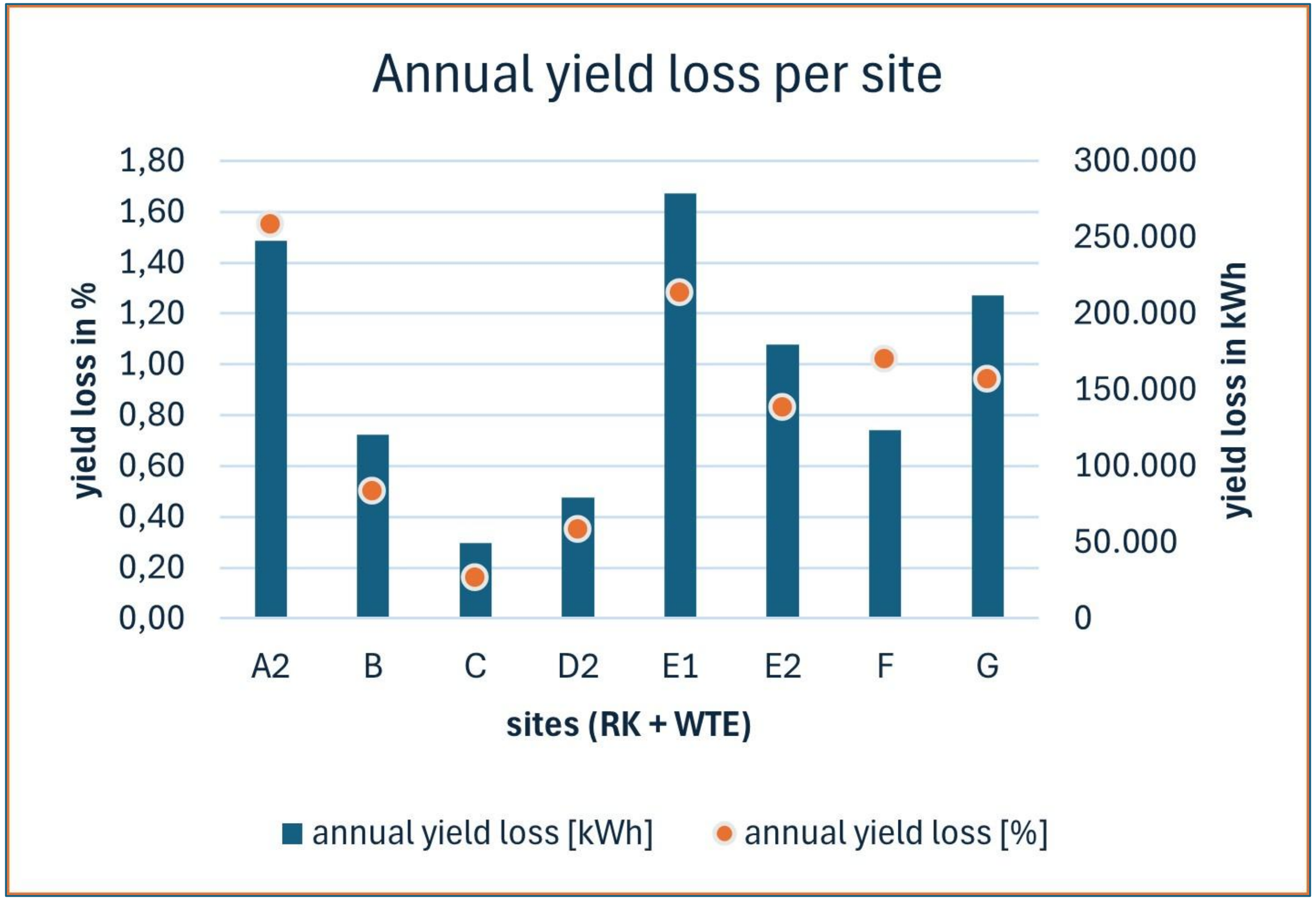
Performance curve (air density: 1,225 kg/m³)



Results I

Annual yield loss: 0,16 – 1,55% → fixed shutdown (Germany: 4-6 weeks) = 4,48% bzw. 6,72% (KNE 2024)

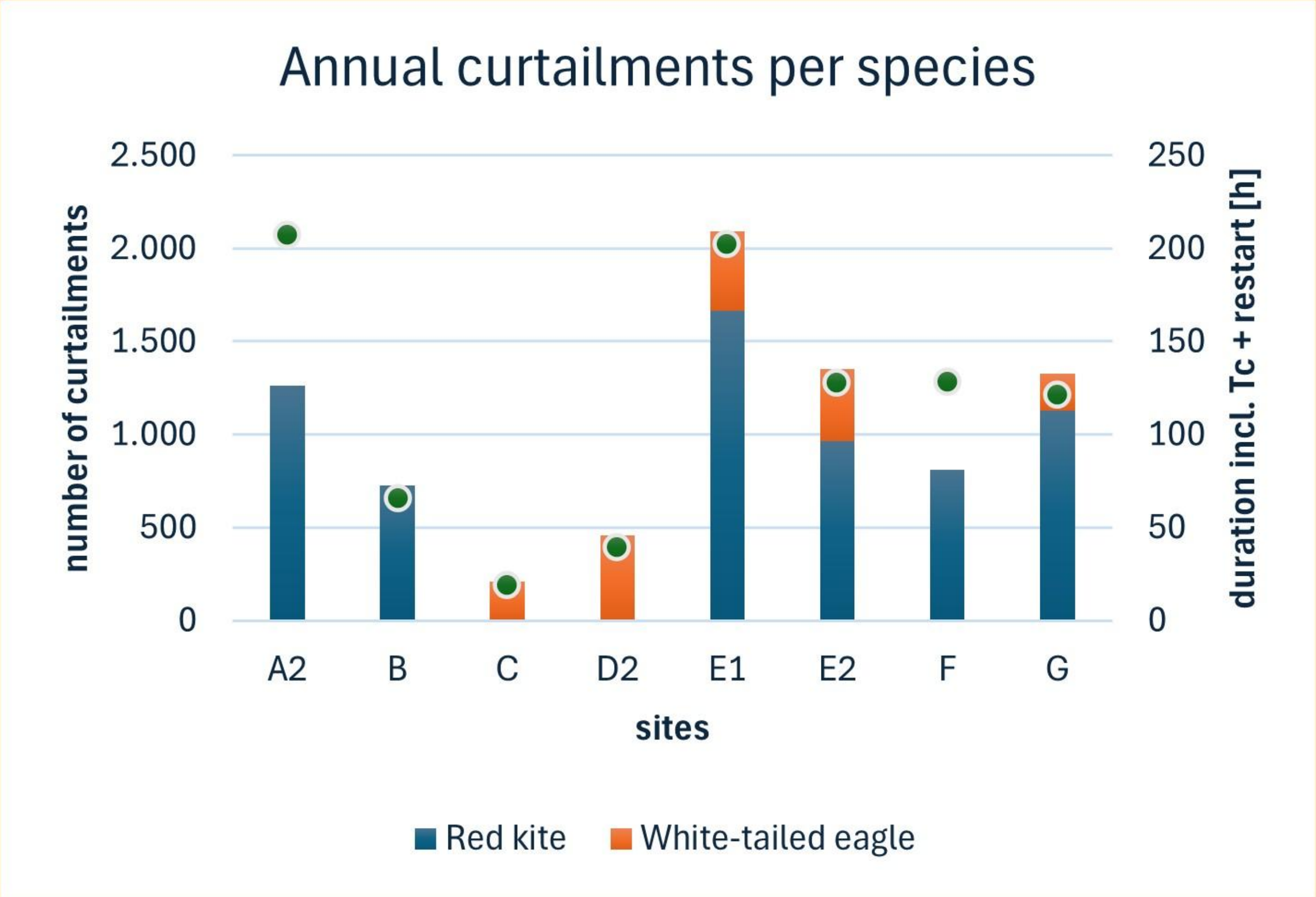
site	species	turbine type	starting time [s]	annual yield loss [kWh]	annual yield loss [%]
A2	RK	E-138	338	247.873	**1,55**
B	RK	V150	83	120.444	**0,50**
C	WTE	V172	83	49.493	**0,16**
D2	WTE elev	V150	83	79.318	**0,35**
E1	RK + WTE	V150	83	278.809	**1,28**
E1	RK	V150	83	216.660	**1,00**
E1	WTE	V150	83	62.149	**0,29**
E2	RK	V150	83	121.296	**0,56**
E2	WTE	V150	83	58.293	**0,27**
E2	RK + WTE	V150	83	179.589	**0,83**
F	RK	E-160	338	123.245	**1,02**
G	RK + WTE	V150	83	211.772	**0,94**



Results II

Max. duration shutdown on demand = 206,7 h = 8,61 days → fixed shutdown (Germany: 4-6 weeks) = 28-42 days

	Red kite		White-tailed eagle		RK + WTE
site	number curtail.	duration curtail. [h]	number curtail.	duration curtail. [h]	sum_duration [h incl. Tc starting time]
A2	1.261	88,3	0	0,0	206,7
B	727	48,7	0	0,0	65,4
C	0	0,0	208	14,0	18,8
D2	0	0,0	456	28,7	39,2
E1	1.664	123,9	427	29,7	201,7
E2	963	68,2	386	27,9	127,2
F	810	52,1	0	0,0	128,1
G	1.129	76,6	197	13,7	120,8



Conclusion

- robust results: significantly higher activity then considered is unlikely due to limited availability of resources on site
- expected annual yield loss dependent on species-specific behavior; WTE < RK
- yield loss is very low incl. Tc (**0,16-1,55%**)
  - → applicable under economic aspects; significant advantage to fixed shutdowns
  - → legal conformity (Germany: < 3%)
  - → > 2 species can be protected at the same site
- results are strongly influenced by system performance, **e.g. identification accuracy**
  - → IdentiFlight: classification success (RK, WTE) > 98% (Reichenbach et al. 2023)
  - → results cannot be transferred to other detection systems
- speedy & iterative optimization of neuronal nets calls for innovative validation method
  - → **Reichenbach et al. (2024); Digital validation of identification success. Proof of concept.**

IdentiFlight | DE

Contact

Eva Schuster | IdentiFlight Deutschland

eva.schuster@identiflight.com

www.identiflight.de

References I

- ASCHWANDEN, J., LIECHTI, F. (2020): Erprobung des automatischen Vogeldetektionssystems IdentiFlight® auf dem Testfeld des WindForS im Rahmen der Naturschutzbegleitforschung (NatForWINSENT). Schweizerische Vogelwarte, Sempach. Endbericht. 38 S.
- GSCHWENG, M., M. RIEPL & E. K. V. KALKO (2014): Rotmilan (Milvus milvus) und Windenergie: Problematik und Praxis bei der Erfassung windkraftsensibler Greifvogelarten. Ber. Vogelschutz 51: 61-82.
- HEUCK, C., M. SOMMERHAGE, P. STELBRINGK, C. HÖFS, K. GEISLER, C. GELPKE & S. KOSCHKAR (2019): Untersuchung des Flugverhaltens von Rotmilanen in Abhängigkeit von Wetter und Landnutzung unter besonderer Berücksichtigung vorhandener Windenergieanlagen im Vogelschutzgebiet Vogelsberg - Abschlussbericht. im Auftrag des Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen.
- KNE (2024): Einsatz von Antikollisionssystemen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Zumutbarkeit. Aktualisierte und ergänzte Fassung., 36 S.
- KRONE, O., A. BERGER & R. SCHULTE (2009): Recording movement and activity pattern of a White-tailed Sea Eagle (Haliaeetus albicilla) by a GPS datalogger. Journal of Ornithology (150): 273-280.
- KRONE, O., G. TREU & T. GRÜNKORN (2017): Satellite Tracking of White-Tailed Sea Eagles in Mecklenburg-Western Pomerania and Brandenburg. In: HÖTKER ET AL.: Birds of Prey an Wind Farms, 207-225.
- MELUND & LLUR (2021): Standardisierung des Vollzugs artenschutzrechtlicher Vorschriften bei der Zulassung von Windenergieanlagen für ausgewählte Brutvogelarten. Arbeitshilfe zur Beachtung artenschutzrechtlicher Belange in Schleswig-Holstein. 101 S.
- MELUR & LLUR (2016): Errichtung von Windenergieanlagen (WEA) innerhalb des Potenziellen Beeinträchtigungsbereiches und des Prüfbereiches bei einigen sensiblen Großvogelarten - Empfehlungen für artenschutzfachliche Beiträge im Rahmen der Errichtung von WEA. 38 S.
- PFEIFFER, T. & B.-U. MEYBURG (2015): GPS tracking of Red Kites (Milvus milvus) reveals fledgling number is negatively correlated with home range size. Journal of Ornithology 156 (4): 963-975.
- PFEIFFER, T. & B.-U. MEYBURG (2022): Flight altitudes and flight activities of adult Red Kites (Milvus milvus) in the breeding area as determinded by GPS telemetry. Journal of Ornithology: 24 S.

References II

- MAMMEN, K., U. MAMMEN & A. RESETARITZ (2013): Rotmilan. In: HÖTKER, H., O. KRONE & G. NEHLS: Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge. Schlussbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Michael-Otto-Institut im NABU, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, BioConsult SH, Bergenhusen, Berlin, Husum.
- RAAB, R., R. RAAB, K. RAAB, J. WESSLEY, E. JULIUS & M. RAAB (in press): Erweiterung der Wissensbasis zum Flugverhalten des Rotmilans mittels GPS-gestützten Telemetrie-Daten in Hessen. HMWVW, Deutsch-Wagram, 209 S.
- REICHENBACH, M., T. AUSSIEKER & J. HOLZMÜLLER (2020): Wirtschaftliche Aspekte ereignisbezogener Abschaltung zum Vogelschutz an Windenergieanlagen; Brutplatzszenarien – Ertragseinbußen – Einfluss auf die Anlagentechnik. 69 S.
- REICHENBACH, M., H. REERS & S. GREULE (2021): Wie gut schützt IdentiFlight den Rotmilan (Milvus milvus)? - Untersuchungen zur Wirksamkeit eines Kamerasystems zum Schutz vor Kollisionen an Windenergieanlagen. im Auftrag der erneuerbare energien europa e3 GmbH, 161 S.
- REICHENBACH, M., H. REERS, S. GREULE & J. GRIMM (2023A): IdentiFlight als Schutzmaßnahme für den Seeadler (Haliaeetus albicilla) - Untersuchungen zur Wirksamkeit sowie artenschutzrechtliche Einordnung. 121 S.
- REICHENBACH, M., T. STEINKAMP, J. ASCHWANDEN, H. REERS, S. GREULE & J. GRIMM (2023B): Durchführung von Leistungsnachweisen für Detektionssysteme zur Verminderung von Vogelkollisionen an Windenergieanlagen in Brandenburg. Kamera- und Radar-Datenauswertung und gutachterliche Einordnung., Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), 146 S.
- REICHENBACH, M., REERS, H., GREULE, S., GRIMME, J. (2024): Ausweitung des Zielartenspektrums von IdentiFlight – Methodische Ansätze zur Validierung neuer Versionen des neuronalen Netzes. 20 S.
- SPATZ, T., D. SCHABO, N. FARWIG & S. RÖSNER (2019): Raumnutzung des Rotmilans Milvus milvus im Verlauf der Brutzeit: Eine Analyse mittels GPS-besierter Bewegungsdaten. Vogelwelt 139: 161-169.
- TIKKANEN, H., F. BALOTARI-CHIEBAO, T. LAAKSONEN, V.-M. PAKANEN & S. RYTKÖNEN (2018): Habitat use of flying subadult White-tailed Eagles (Haliaeetus albicilla): implications for land use and wind power plant planning. Ornis Fenn. (95): 137-150.