



Drohnen — Freund oder Feind?



WIE SICH MULTIKOPTER
AUF DAS VERHALTEN
VON FLEDERMÄUSEN
AUSWIRKEN.



Agenda

Einordnung

Biologie der Fledermäuse

Fledermausmonitoring – bisher

Forschungsgegenstand

Methode

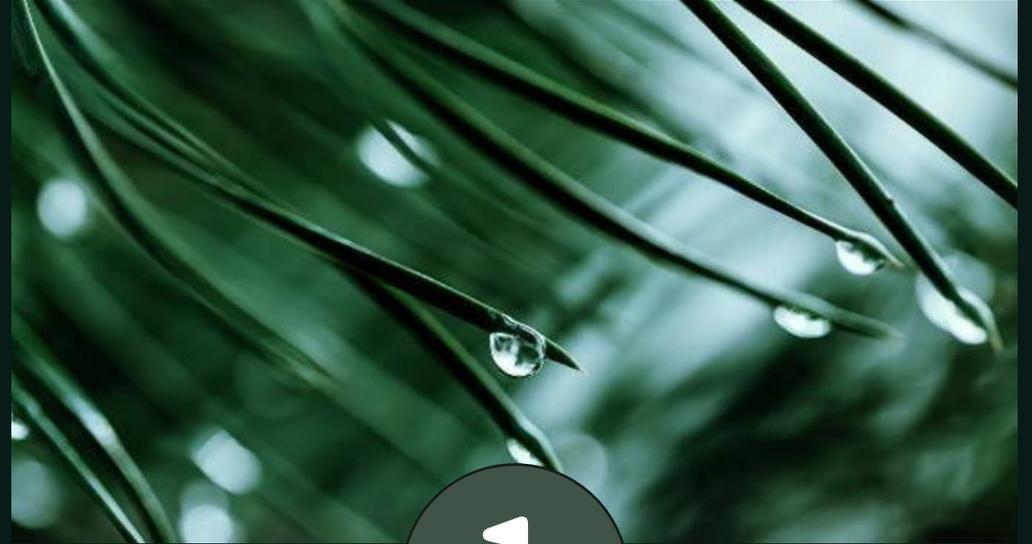
Outcome

Diskurs & Abschluss



Einordnung

- Klimakrise (Temperaturanstieg um 1 °C)
- Pariser Klimaabkommen 2015: 1,5 °C (195 Staaten inklusive Deutschlands)
- Hauptaugenmerk ist CO₂-Einsparung (Reduzierung fossiler Energieträger)
- Ukrainekrieg
- April 2023 letztes Atomkraftwerk stillgelegt



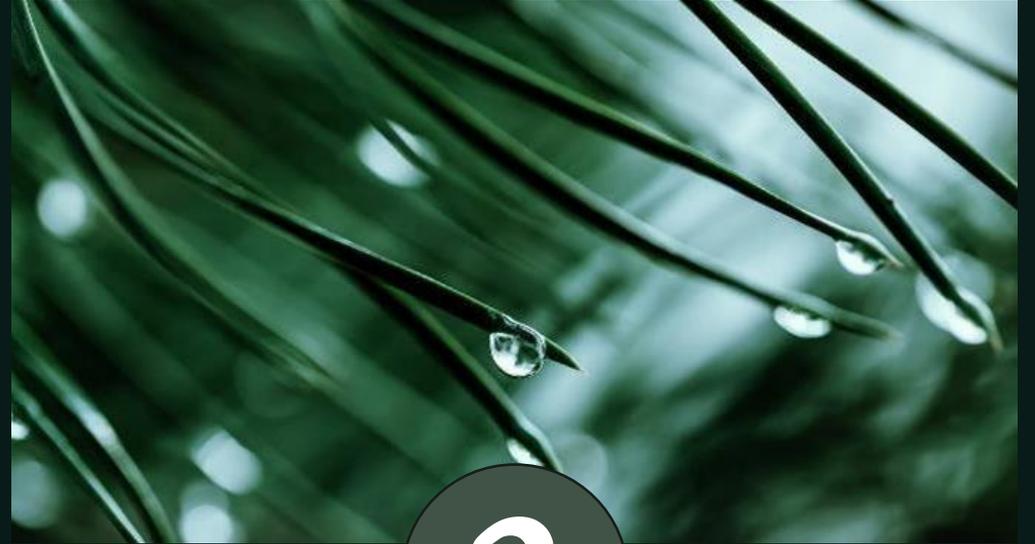
1





Einordnung

- Deutschlandziel: 2030 – 65 %
2050 – 100 %
aktuell – 44 %
- EEG 2023 (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
→ Planung & Genehmigung beschleunigen



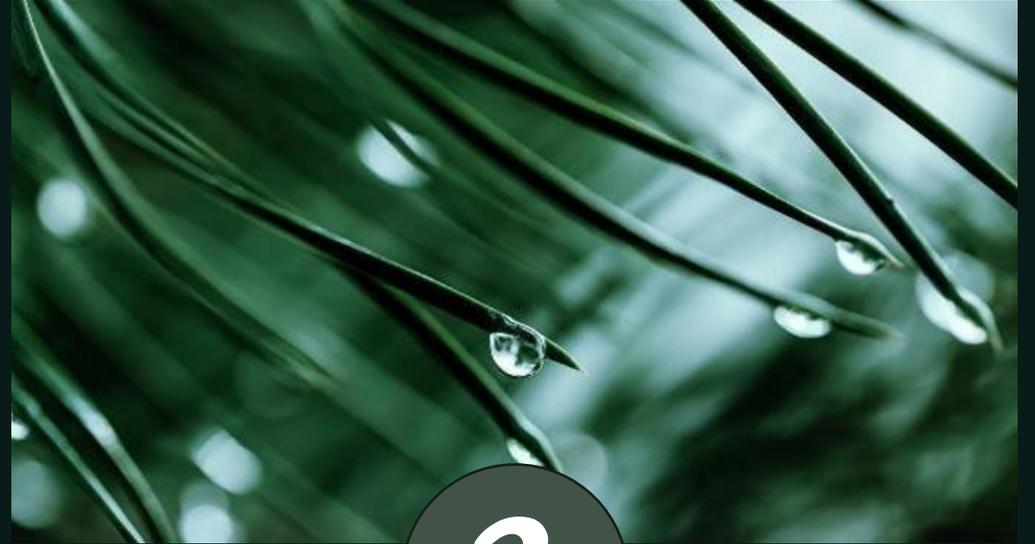
2





Einordnung

- „Grün-Grün-Dilemma“ – Energiewende vs. Tier- & Umweltschutz
- Umweltprüfung ist sehr wichtig
- Besonders Fledermäuse sind betroffen
- 250.000 Schlagopfer/Jahr in Deutschland
- Abschaltzeiten & Geschwindigkeitsdrosslung



3





Biologie der Fledermäuse



Abb.1

- Chiroptera mit 1100 Fledermausarten (25 in Deutschland)
- insectivor, nachtaktiv, in strukturreichen & freien Lufträumen
- teils im Winterschlaf (Hufeisennasen & Zwergfledermaus)



Biologie der Fledermäuse

- Chiroptera mit 1100 Fledermausarten (25 in Deutschland)
- insectivor, nachtaktiv, in strukturreichen & freien Lufträumen
- teils im Winterschlaf (Hufeisennasen & Zwergfledermaus)



Abb.2



Biologie der Fledermäuse

- Chiroptera mit 1100 Fledermausarten (25 in Deutschland)
- insectivor, nachtaktiv, in strukturreichen & freien Lufträumen
- teils im Winterschlaf (Hufeisennasen & Zwergfledermaus)
- Zugfledermäuse (großer Abendsegler & Rauhautfledermaus)



Abb.3



Biologie der Fledermäuse

- Chiroptera mit 1100 Fledermausarten (25 in Deutschland)
- insectivor, nachtaktiv, in strukturreichen & freien Lufträumen
- teils im Winterschlaf (Hufeisennasen & Zwergfledermaus)
- Zugfledermäuse (großer Abendsegler & Rauhautfledermaus)



Abb.4



Biologie der Fledermäuse

- Chiroptera mit 1100 Fledermausarten (25 in Deutschland)
- insectivor, nachtaktiv, in strukturreichen & freien Lufträumen
- teils im Winterschlaf (Hufeisennasen & Zwergfledermaus)
- Zugfledermäuse (großer Abendsegler & Rauhautfledermaus)
- Echoortung (Orientierung & Jagd)



Biologie der Fledermäuse

- Echoortung (Orientierung & Jagd)
 - passive (großes Mausohr) & aktive Echoorientierung



Abb.5



Biologie der Fledermäuse

- Echoortung (Orientierung & Jagd)
 - passive (großes Mausohr) & aktive Echoorientierung
 - Frequenzen im Ultraschallbereich von 20 kHz bis 120 kHz

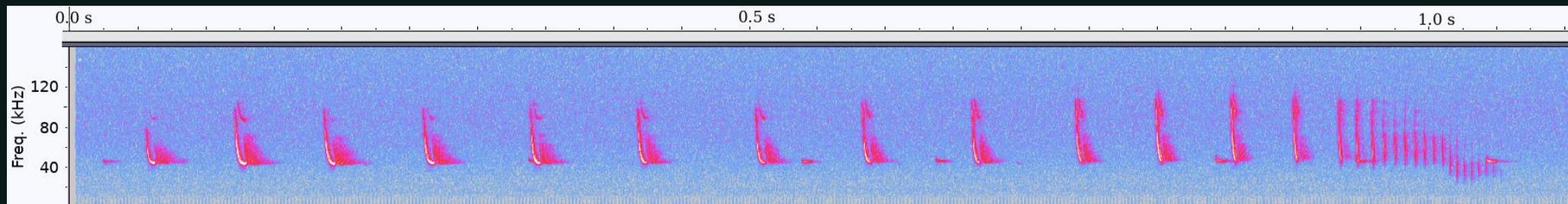


Abb.6

Zwergfledermaus



Fledermausmonitoring - bisher

- Netzfang
- Nistkastenkontrollen
- Sichtbeobachtungen
- systematische Suche nach Schlagopfern/Totfunden
- Telemetrie
- Ultraschalldetektornachweise



Fledermausmonitoring - bisher



- Windrad Simens Gamesa ist 240m hoch
- Rotorenfläche (Risikozone) ist 39.000 m²
- nur 5 % - 23 % der Risikozone mit Ultraschalldetektoren beobachtbar
- Fledermausverteilung & -flugrichtung ausschlaggebend für Messgenauigkeit
→ von Voigt et al. 2022 modelliert

Abb.7

Forschungsstand

- Ednie et al. 2021 – Vergrämungseffekt, Mikrofon auf Boden, 15m Distanz
- Kuhlmann et al. 2022 & Weber et al. 2021 – größere Drohnen = lauter
- Kuhlmann et al. 2022 & Schafer et al. 2021 – 4 Hz bis 45 kHz Drohnennoise
→ v.a. 20 kHz, betrifft besonders den großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*)
- Kloepper et al. 2018 – Interferenz zwischen Drohne & Fledermäusen



1. Die Anwesenheit eines Multikopters führt zu einer verminderten akustischen Aktivität der Fledermäuse.

2. Die Verminderung der akustisch gemessenen Aktivität der Fledermäuse nimmt mit zunehmendem Abstand des Mikrofons zum Multikopter ab.

Hypothesen

Methodik



Aileswasensee

Beuwangsee

Neckar

Methodik



48.60305428272489,
9.260900840969242

Aileswasensee



48.613160855204846,
9.302046107477112

Beuwangsee



48.583856334206935,
9.232651639766361

Neckar

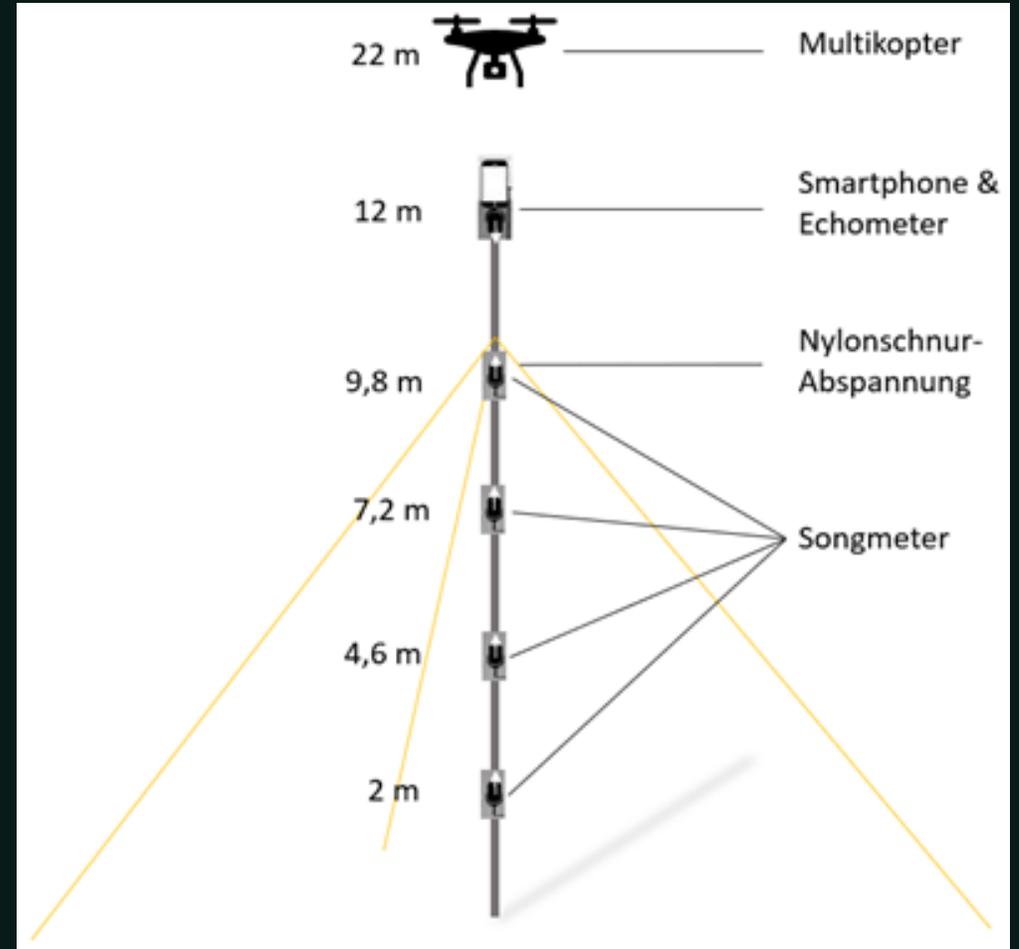
Methodik



Aileswasensee

Beuwangsee

Neckar



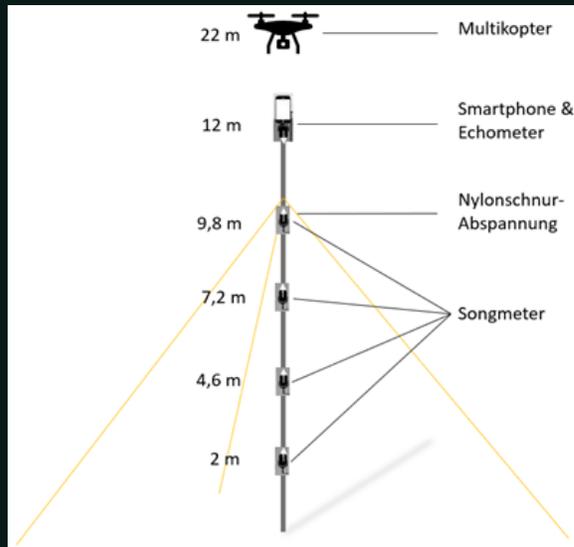
Methodik



Aileswasensee

Beuwangsee

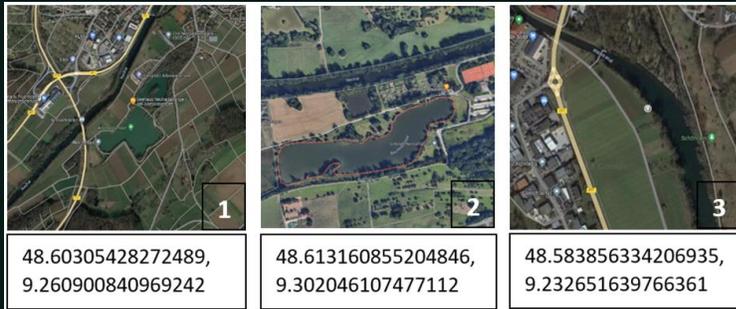
Neckar



Versuchsvoraussetzungen:

- 3 Fledermäusrufe / min
- 7 °C und wärmer
- Windstärke unter 5 m/s
- Niederschlagsfrei
- 0,5 h bis max. 4,0 h nach Sonnenuntergang

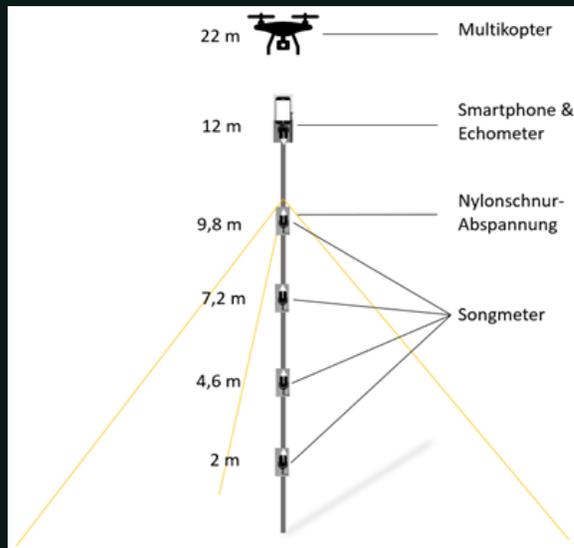
Methodik



Aileswasensee

Beuwangsee

Neckar



1

Kontrollaufnahme

10 min Aufnahme
der Fledermäuse
ohne Drohne

2

Experimentalaufnahme

10min Aufnahme der
Fledermäuse mit
Drohne

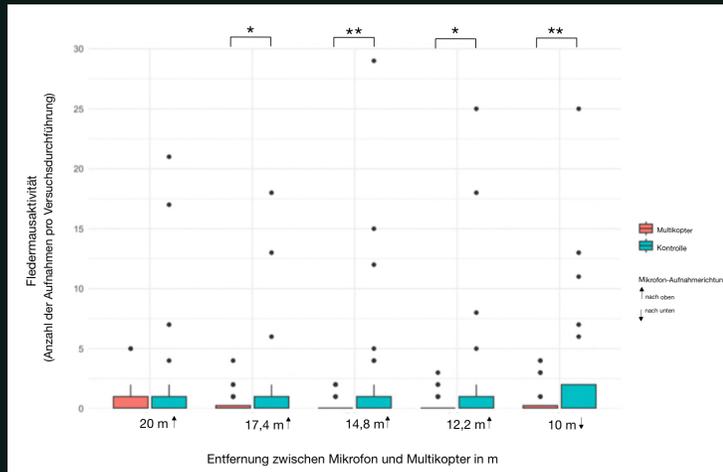
3

Dateiauswertung

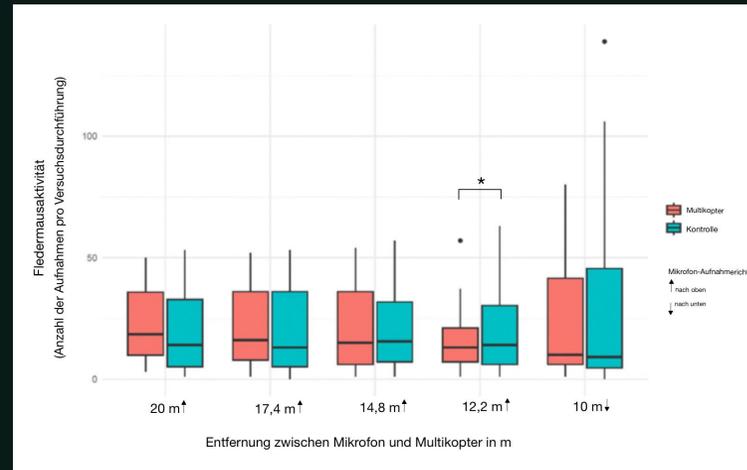
Kaleidoscope &
R-Studios

Outcome

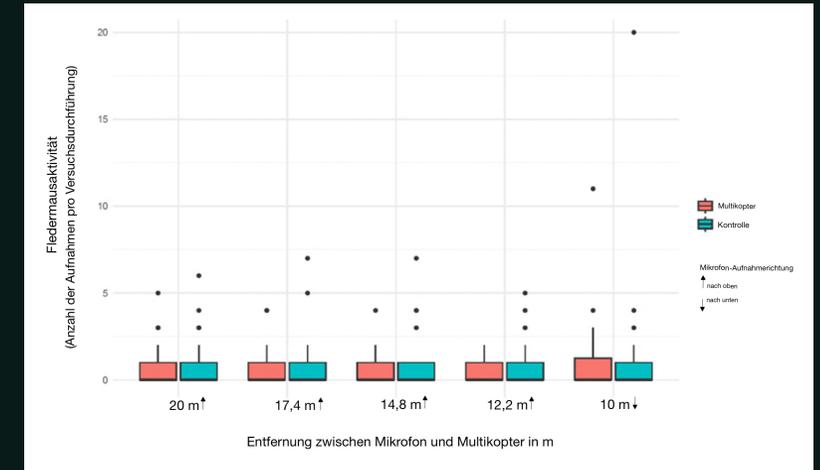
„Nyctaloid“



„Pipistrelloid“



„Myotis“



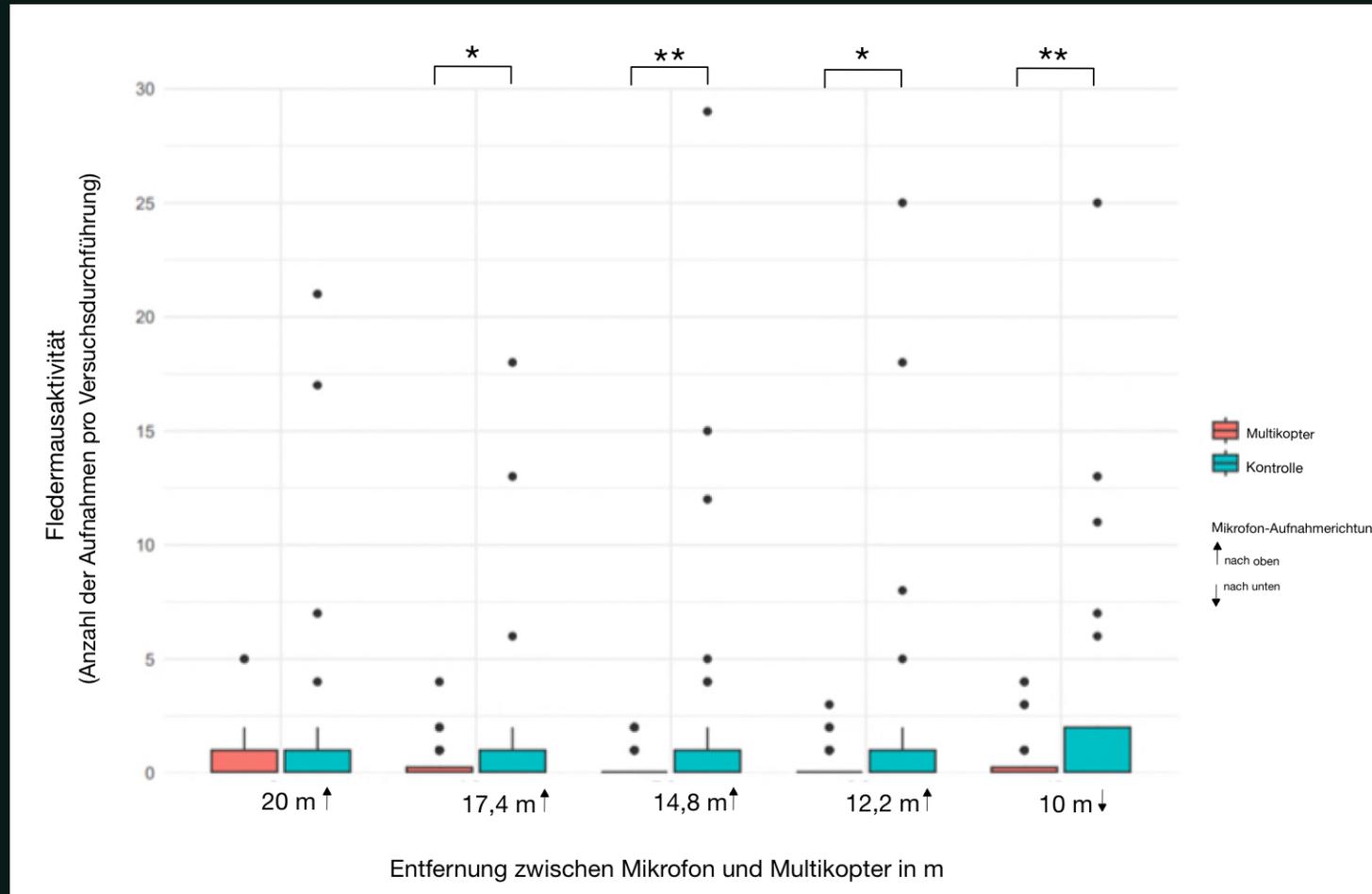
Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Nyctaloid	2.0m	20.0m	0.075	102.0
Nyctaloid	4.6m	17.4m	*0.025	58.0
Nyctaloid	7.2m	14.8m	**0.004	98.0
Nyctaloid	9.8m	12.2m	*0.010	104.5
Nyctaloid	12.0m	10.0m	**0.002	129.0

Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Pipistrelloid	2.0m	20.0m	0.393	190.5
Pipistrelloid	4.6m	17.4m	0.927	253.0
Pipistrelloid	7.2m	14.8m	0.530	298.0
Pipistrelloid	9.8m	12.2m	*0.025	384.5
Pipistrelloid	12.0m	10.0m	0.135	218.5

Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Myotis	2.0m	20.0m	0.891	82.0
Myotis	4.6m	17.4m	0.885	43.0
Myotis	7.2m	14.8m	0.409	57.5
Myotis	9.8m	12.2m	0.135	96.0
Myotis	12.0m	10.0m	0.937	70.0

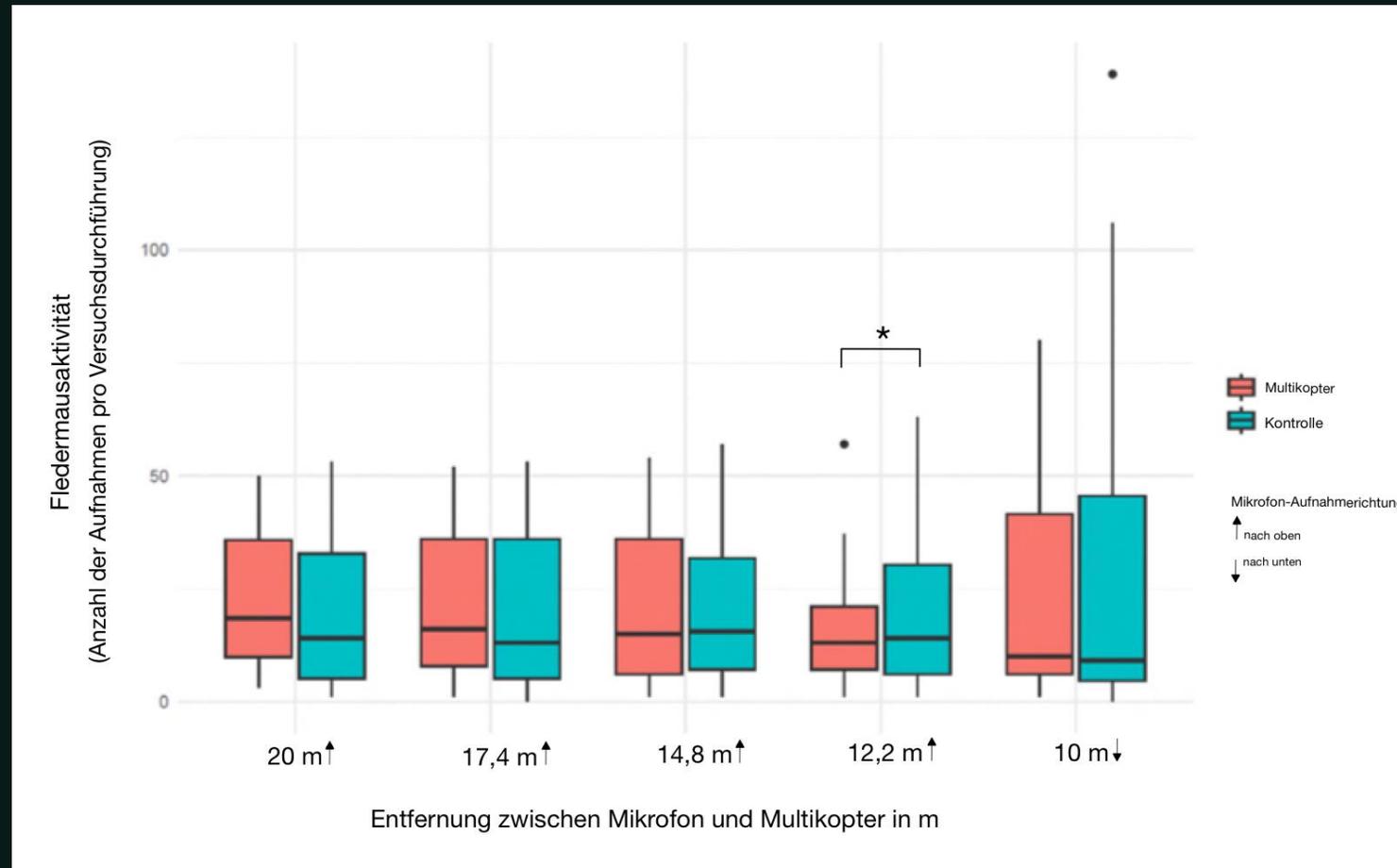
Outcome – „Nyctaloid“

Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Nyctabid	2.0m	20.0m	0.075	102.0
Nyctabid	4.6m	17.4m	*0.025	58.0
Nyctabid	7.2m	14.8m	**0.004	98.0
Nyctabid	9.8m	12.2m	*0.010	104.5
Nyctabid	12.0m	10.0m	**0.002	129.0



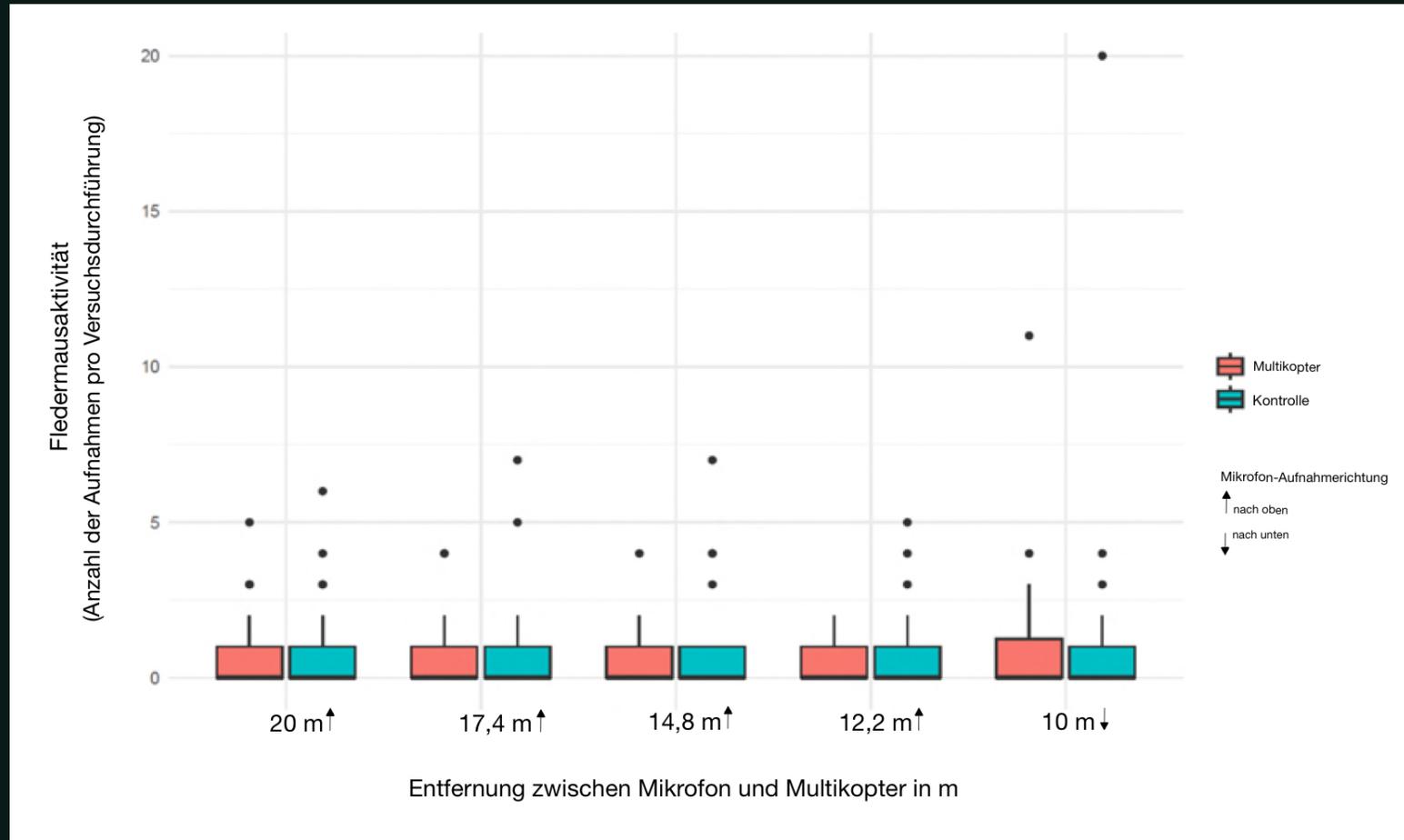
Outcome – „Pipistrelloid“

Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Pipistrelloid	2.0m	20.0m	0.393	190.5
Pipistrelloid	4.6m	17.4m	0.927	253.0
Pipistrelloid	7.2m	14.8m	0.530	298.0
Pipistrelloid	9.8m	12.2m	*0.025	384.5
Pipistrelloid	12.0m	10.0m	0.135	218.5



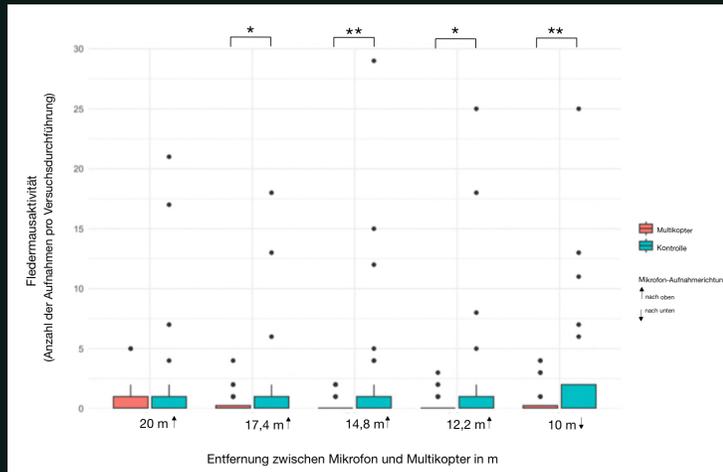
Outcome – „Myotis“

Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Myotis	2.0m	20.0m	0.891	82.0
Myotis	4.6m	17.4m	0.885	43.0
Myotis	7.2m	14.8m	0.409	57.5
Myotis	9.8m	12.2m	0.135	96.0
Myotis	12.0m	10.0m	0.937	70.0

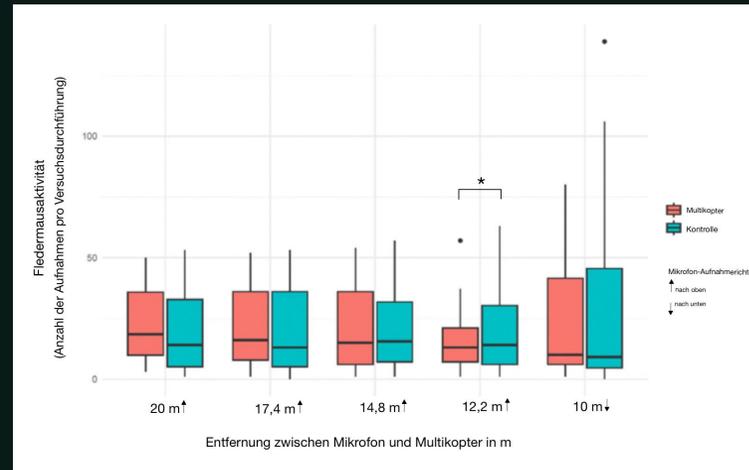


Outcome

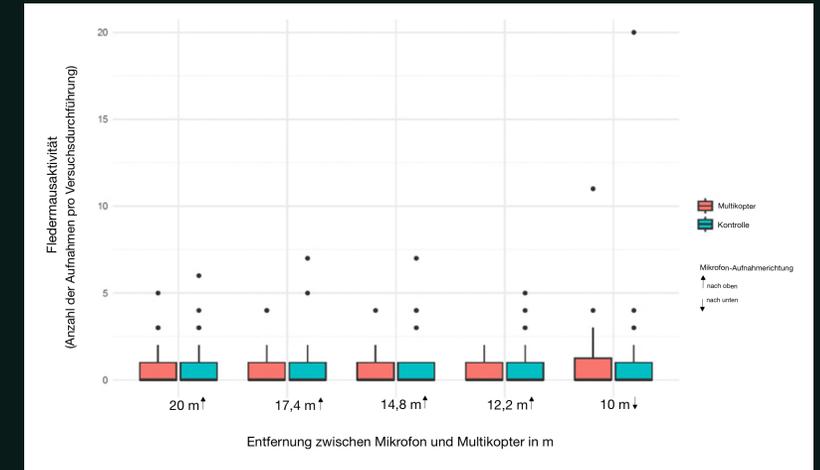
„Nyctaloid“



„Pipistrelloid“



„Myotis“



Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Nyctaloid	2.0m	20.0m	0.075	102.0
Nyctaloid	4.6m	17.4m	*0.025	58.0
Nyctaloid	7.2m	14.8m	**0.004	98.0
Nyctaloid	9.8m	12.2m	*0.010	104.5
Nyctaloid	12.0m	10.0m	**0.002	129.0

Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Pipistrelloid	2.0m	20.0m	0.393	190.5
Pipistrelloid	4.6m	17.4m	0.927	253.0
Pipistrelloid	7.2m	14.8m	0.530	298.0
Pipistrelloid	9.8m	12.2m	*0.025	384.5
Pipistrelloid	12.0m	10.0m	0.135	218.5

Artgruppe	Mikrofonhöhe	Entfernung zum Multikopter	p-Wert	V
Myotis	2.0m	20.0m	0.891	82.0
Myotis	4.6m	17.4m	0.885	43.0
Myotis	7.2m	14.8m	0.409	57.5
Myotis	9.8m	12.2m	0.135	96.0
Myotis	12.0m	10.0m	0.937	70.0

Diskurs





Abschluss

Drohnen können zur Lösung des „Grün-Grün-Dilemmas“ beitragen, da sie den wachsenden Anforderungen (Zeit, Fläche & Höhe) gewachsen sind.

Allerdings ist diese Monitoringmethode noch zu optimieren und zu erweitern (Infrarot, Soundcam).



Vielen Dank !



Referenzen - Literatur

- Baerwald et al. (2009). A Large-Scale Mitigation Experiment to Reduce Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. *The Journal of Wildlife Management*, 73(7), 1077–1081. <https://doi.org/10.2193/2008-233>
- Behr et al. (2016). Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). *Umwelt und Raum ; 7*. Advance online publication. <https://doi.org/10.15488/263>
- Ednie et al. (2021). Fewer bat passes are detected during small, commercial drone flights. *Scientific Reports*, 11(1), 11529. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90905-0>
- Fu et al. (2018). The Chirocopter: A UAV for recording sound and video of bats at altitude. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(6), 1531–1535. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12992>
- Kloepper et al. (2018). Recording animal vocalizations from a UAV: Bat echolocation during roost re-entry. *Scientific Reports*, 8(1), 7779. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26122-z>

Referenzen - Literatur

- Kuhlmann et al. (2022). Miniaturization eliminates detectable impacts of drones on bat activity. *Methods in Ecology and Evolution*, 13(4), 842–851. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13807>
- Schäffer et al. (2021). Drone Noise Emission Characteristics and Noise Effects on Humans-A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph18115940>
- Voigt et al. (2022). Modeling the power of acoustic monitoring to predict bat fatalities at wind turbines. *Conservation Science and Practice*, 4(12). <https://doi.org/10.1111/csp2.12841>
- Weber et al. (2018). Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In *Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore - Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E)*. <http://windbat.techfak.fau.de/Abschlussbericht/renebat-iii.pdf>. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/natalie-weber-4/publication/330689515_akustische_erfassung_der_fledermausaktivitat_an_windenergieanlagen

Referenzen - Bildquellen

- Abb.1: [https://de.wikipedia.org/wiki/Hufeisennasen#/media/Datei:Gro%C3%9Fe_Hufeisennase_\(01\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Hufeisennasen#/media/Datei:Gro%C3%9Fe_Hufeisennase_(01).jpg)
- Abb.2: https://de.wikipedia.org/wiki/Zwergfledermaus#/media/Datei:Pipistrellus_pipistrellus01.jpg
- Abb.3: https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fer_Abendsegler#/media/Datei:Nyctalus_noctula.jpg
- Abb.4: https://de.wikipedia.org/wiki/Rauhautfledermaus#/media/Datei:Pipistrellus_nathusii.jpg
- Abb.5: https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fes_Mausohr#/media/Datei:Myotis_myotis_Gro%C3%9Fes_Mausohr2.jpg
- Abb.6: [https://de.wikipedia.org/wiki/Echoortung_\(Tiere\)#/media/Datei:Chirps190918-22s2.png](https://de.wikipedia.org/wiki/Echoortung_(Tiere)#/media/Datei:Chirps190918-22s2.png)
- Abb.7: *Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore - Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E).*
<http://windbat.techfak.fau.de/Abschlussbericht/renebat-iii.pdf>. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/natalie-weber-4/publication/330689515_akustische_erfassung_der_fledermausaktivitat_an_windenergieanlagen
- Abb.8: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Uni_Hohenheim-Logo.svg

Noch Fragen ?

