



Bat@Edge

Automatische Echtzeit-Erkennung von
Fledermausrufen auf autonomen Sensoren

16. Tagung des Bundesfachausschusses Fledermausschutz im NABU

Jonas Höchst, Jannis Gottwald, Artur Sterz, Caro Kordges, Markus Vogelbacher



Motivation

Skalierbare Lösungen für die permanente Überwachung von Fledermäusen sind dringend erforderlich.

Akustische Überwachung ist DIE (nicht-invasive) Methode zur Überwachung von Fledermäusen, z.B. für **Artnachweise, Migrationsstudien** aber auch für **Populationstrends**.

Problem: Automatische Aufnahmen führen zu riesigen Datenmengen, die nachträglich analysiert werden müssen.



Passive Akustische Erfassung Heute



Riesige Datenmengen

- ohne automatisierte Methoden kaum zu bewältigen
- Dauerhafte Erfassung über Jahre hinweg nicht realisierbar

Zeitlicher Aufwand

- großer manueller Aufwand in der Rufbestimmung notwendig
- Automatische Rufanalyse teilweise in nicht ausreichender Qualität, daher nachträgliche Analyse notwendig

Zeitlicher Verzug

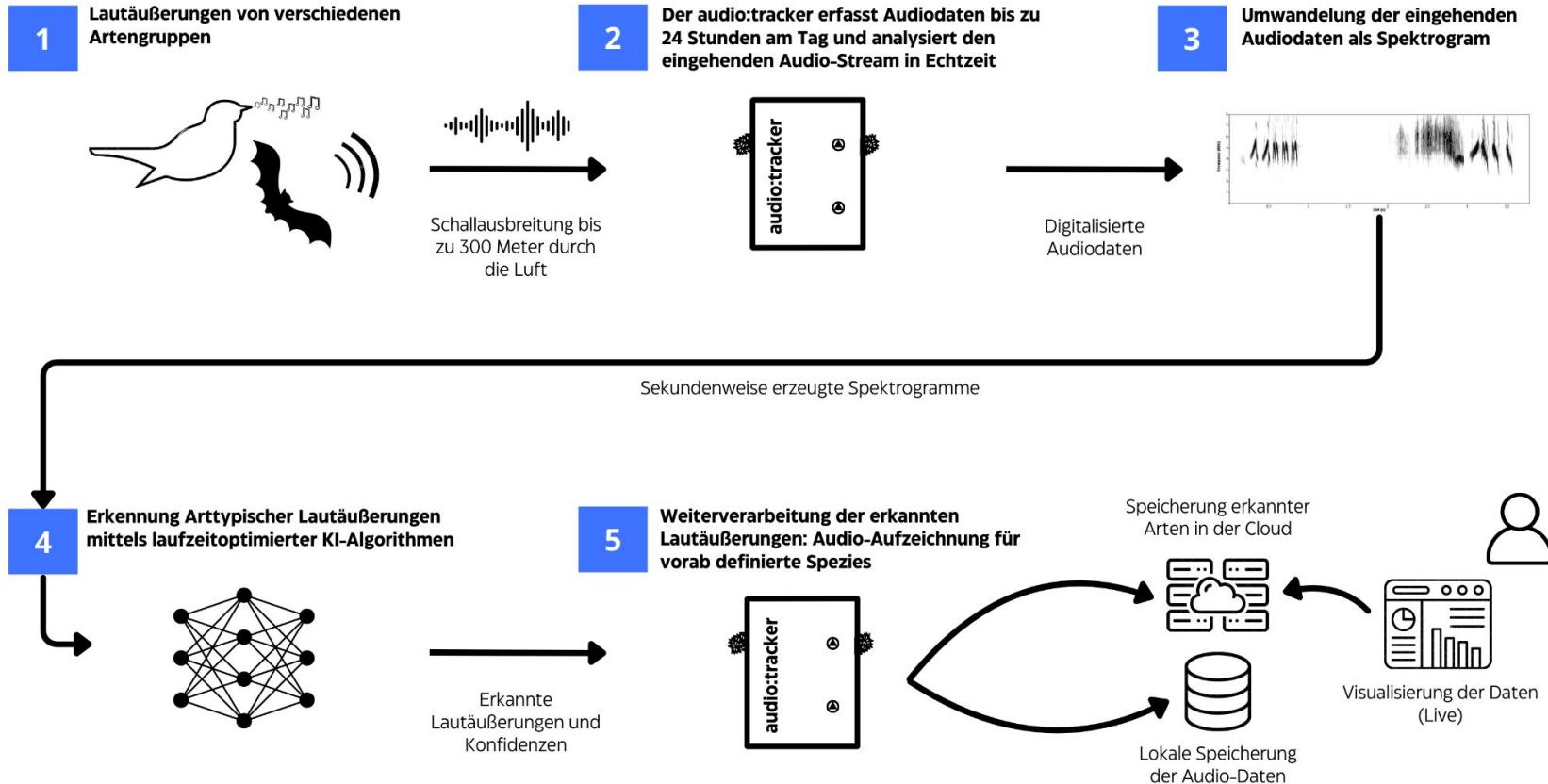
- Datenauswertung oft erst Wochen bis Monate nach der Erfassung
- Erkenntnis verzögert mögliche Reaktion (z.B. Anpassung von Standorten)

Das Bat@Edge Konzept

- **KI-Modelle** für die Echtzeit-Erkennung von Fledermäusen, Vögeln, Amphibien, Heuschrecken...
 - Schnell, präzise, effizient für den Einsatz im Gelände
- **Energieautonome Stationen** mit einer KI-fähigen Recheneinheit
- **Software** und Betriebssystem
 - Übertragung in Echtzeit
 - flexible Konfiguration zur Reduzierung der Datenmenge



Datenfluss auf den Geräten im Untersuchungsgebiet





Live-Visualisierung während der Erfassung



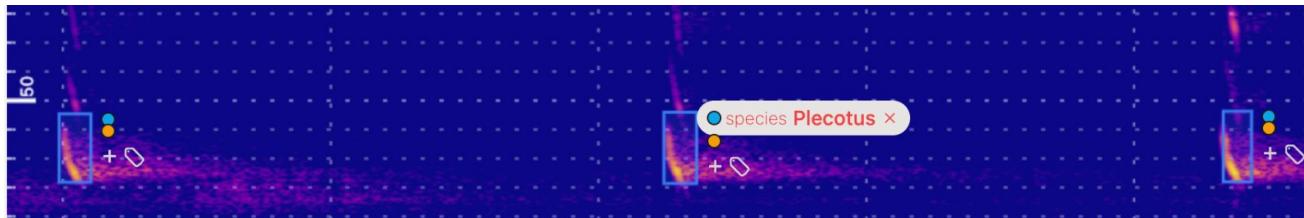
Erkannte Lautäußerungen werden per LTE vom Gerät auf einen Server übertragen und die erfassten Konfidenzen dargestellt.

Einzelne erfasste Fledermausrufe deuten auf Fehlerkennungen hin.

Rufreihen (vertikal) bilden Transferflüge bzw. Jagdverhalten ab.



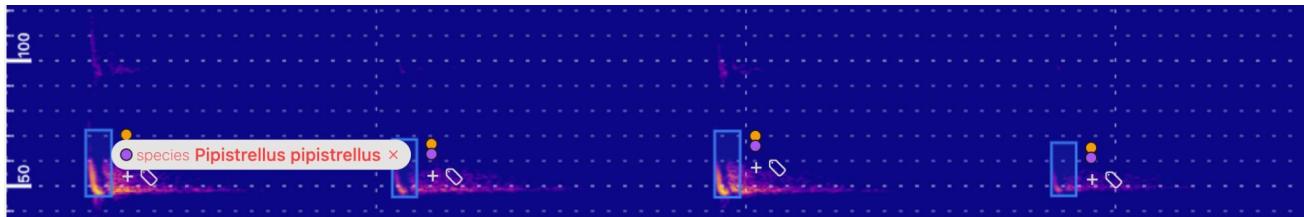
Regelbasierte Audio-Aufzeichnung



Zeichne alle erkannten Rufe auf.



Zeichne alle Rufe mit einer Konfidenz >70% auf.



Zeichne 10% der erkannten Rufe dieser Spezies auf.

YOLObat: KI-Modell zur Erkennung von Fledermausrufen



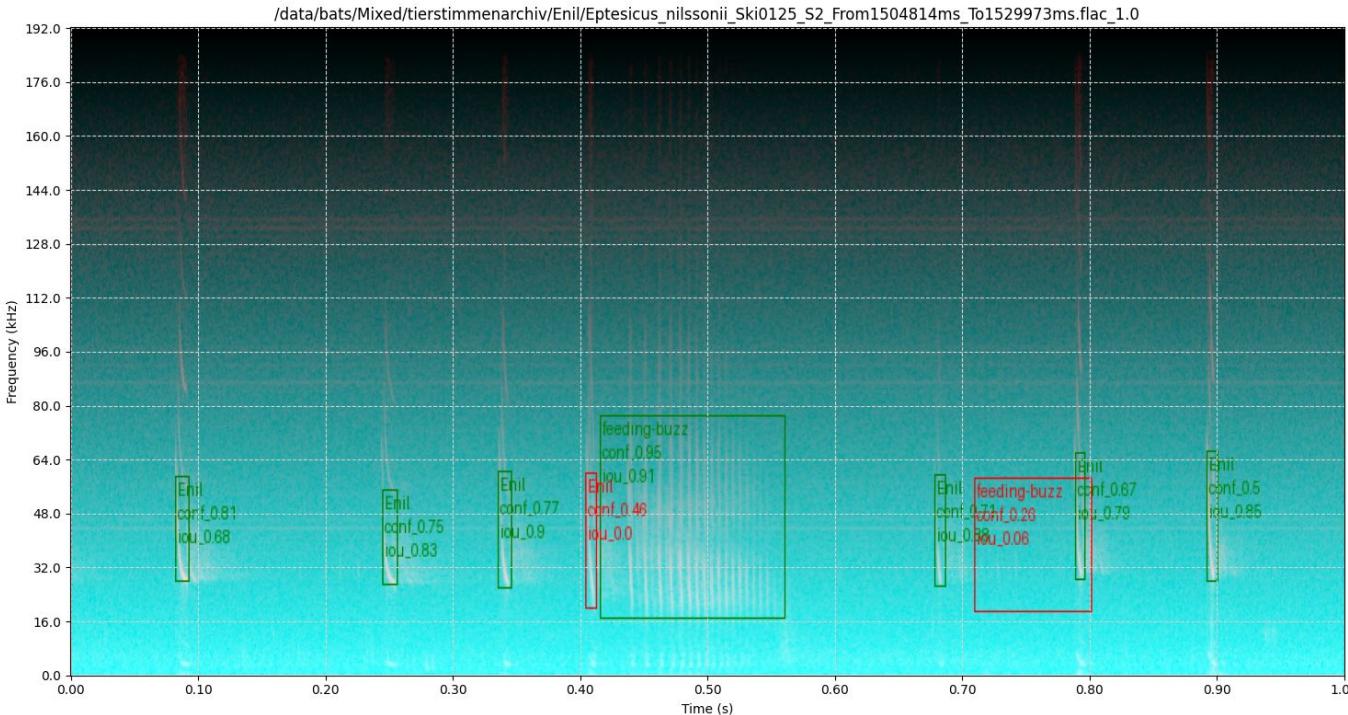
- Basierend auf YOLO v11 (Ultralytics)
 - "You Only Look Once"
 - aus dem Bereich der Computer Vision
 - Höchste Genauigkeit, Geschwindigkeit und Effizienz bei der Objekterkennung und -klassifizierung (2024)
 - Umwandlung von Audio-Aufnahmen zu Spektrogrammen
 - 1 Sekunde
 - 384 kHz Sampling Rate
 - Optische Auflösung: 384 x 960 Pixel



[YOLO v11: Temel Düzeyde Görsel Nesne Tespiti Nasıl Yapılır?](#)



YOLObat: Spektogramme

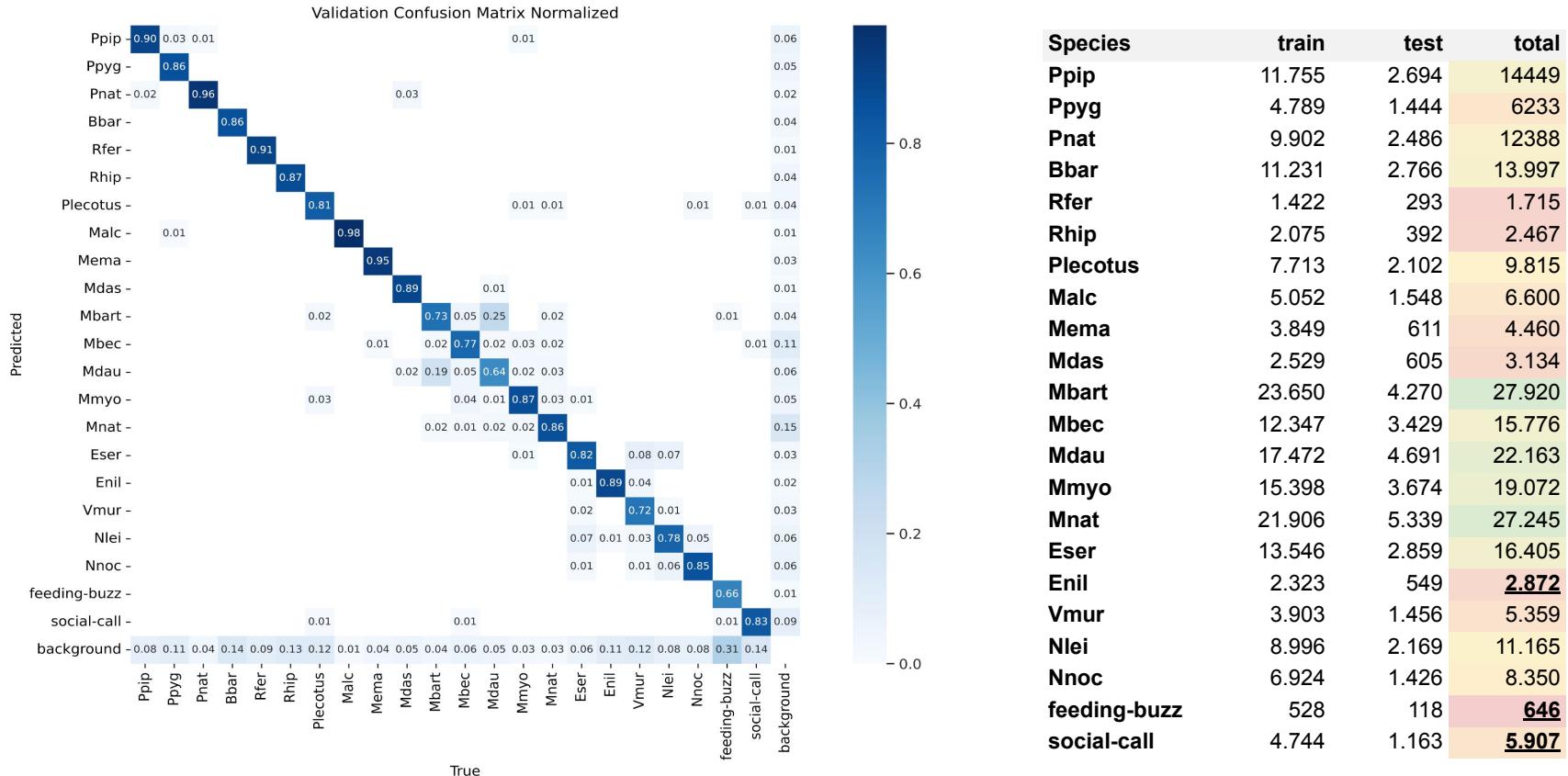


Kodierung von Frequenzinformationen in Blau- und Grünkanal.

Erkennung von Echoortungen nach Spezies.

Erkennung von Feeding Buzz und Sozialruf als separate Klasse.

YOLObat: Ergebnisse nach unkorrelierten Trainings- und Testdaten - dateibasierte Aufteilung des Datensatzes





YOLObat: Ständige Weiterentwicklung

Aktueller Stand ist nicht Perfekt

→ Trainingsdaten

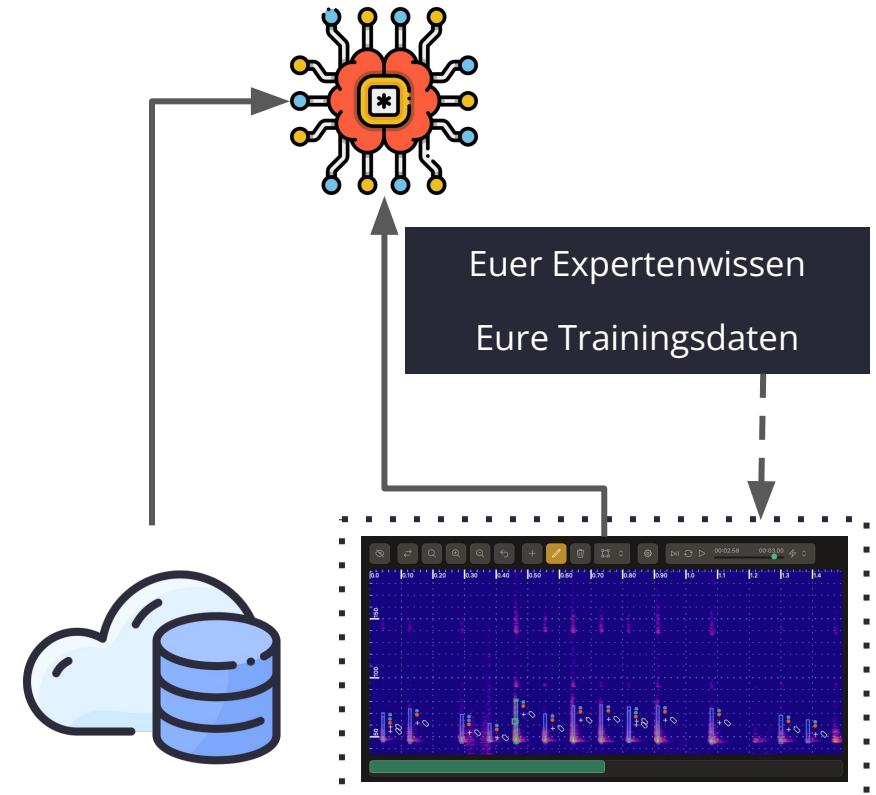
→ Ihr!

→ Validierung durch Experten

→ Ihr!

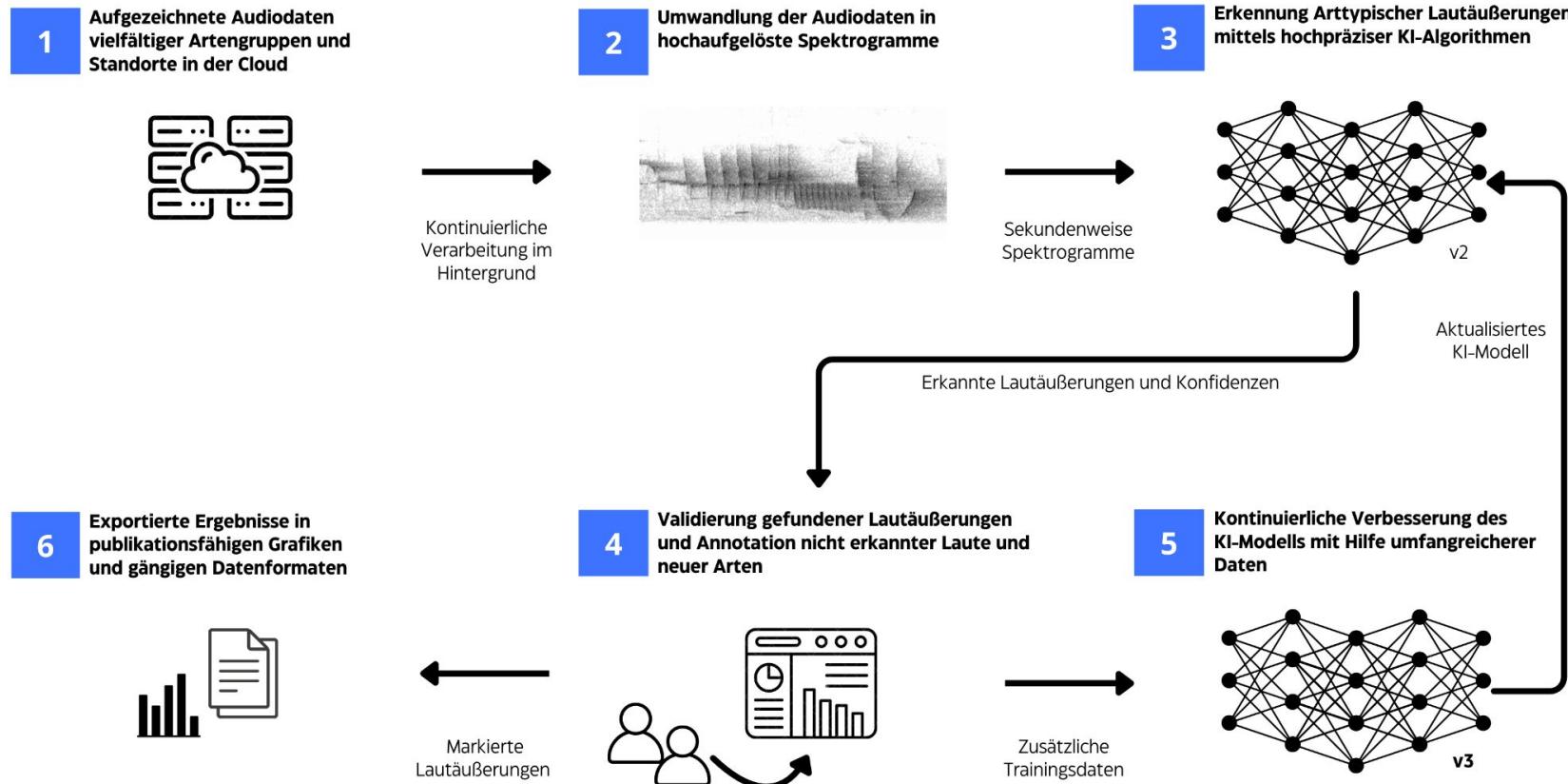
Jetzt verfügbar

- On-device KI-Modell zur Klassifikation in Echtzeit
- Server KI-Modell für die Klassifikation von Audiodaten aus anderen Quellen (batcorder, BatLogger, AudioMoth...)
- Tool zur Validierung (Sonari)
 - Verifizierte Daten gehen ins Training der KI
 - Ständige Verbesserung der KI





Aktiver KI-Lernprozess durch automatische Erkennung und interaktive Validierung von Lautäußerungen





Feldtest 2024

40 audio:tracker für Vogel und Fledermausmonitoring im Natura2000 Gebiet "Hauberge bei Haiger"

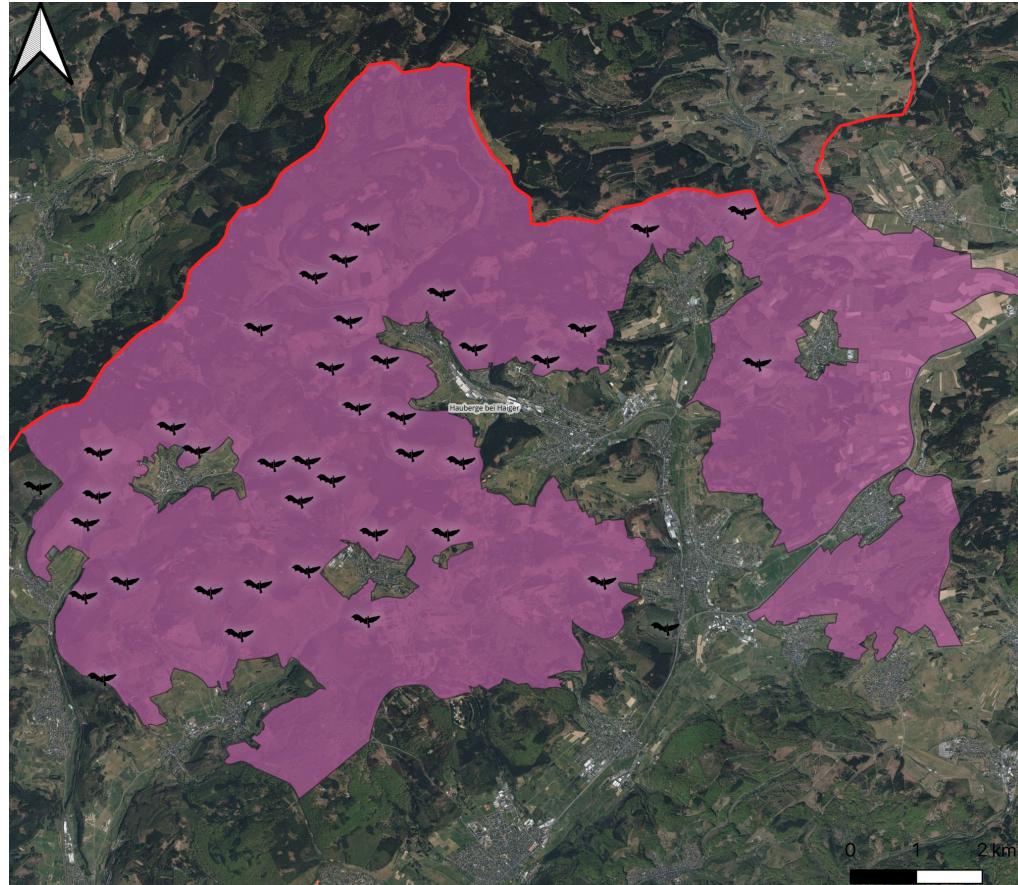
Lebensraumtyp Niederwald

- Tagsüber: Vogelerkennung
- Nachts: Fledermauserkennung

Finanziert von:



Für eine lebenswerte Zukunft





Feldtest 2024

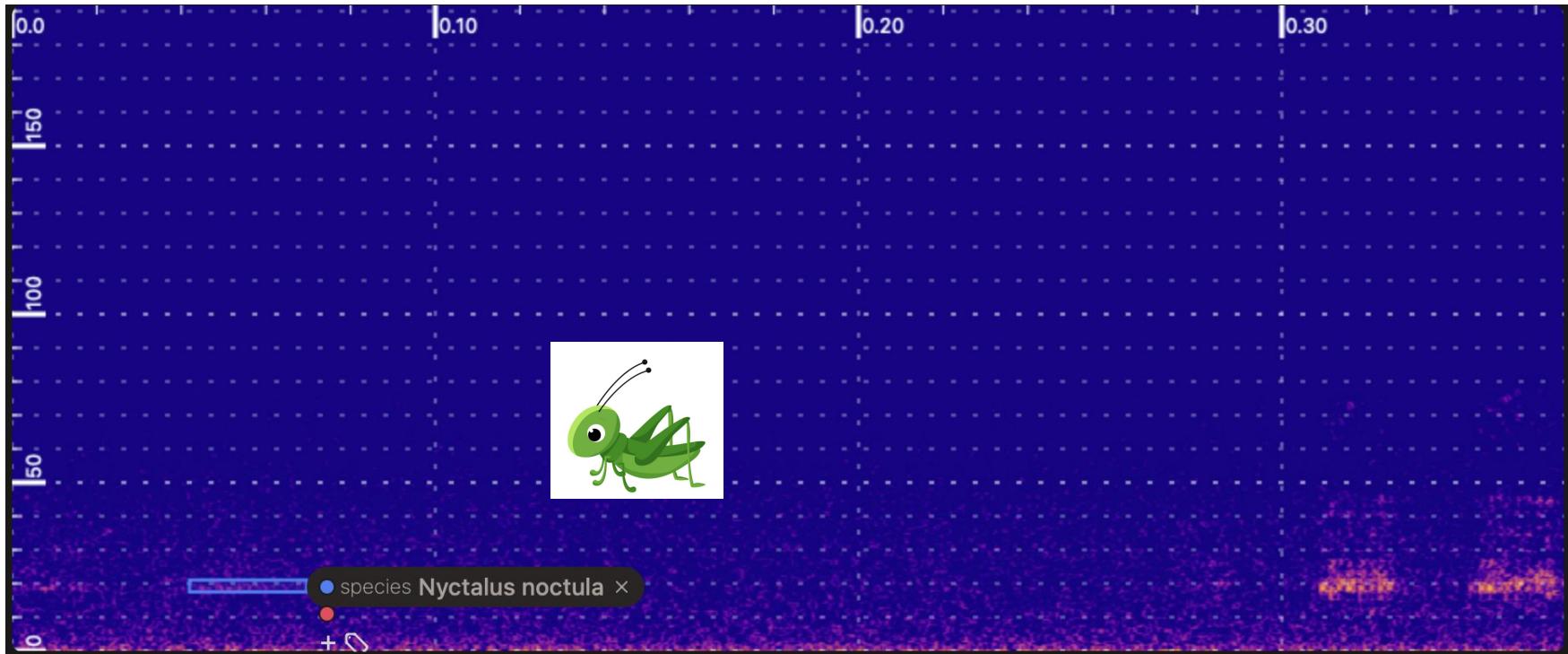
13 (15) Spezies nachgewiesen

Barbastella barbastellus
Pipistrellus nathusii
Pipistrellus pipistrellus
Pipistrellus pygmaeus
Myotis brandtii/mystacinus
Myotis bechsteinii
Myotis daubentonii
Myotis nattereri
Myotis myotis
Nyctalus leisleri
Nyctalus noctula
Eptesicus serotinus
Plecotus austriacus/auritus



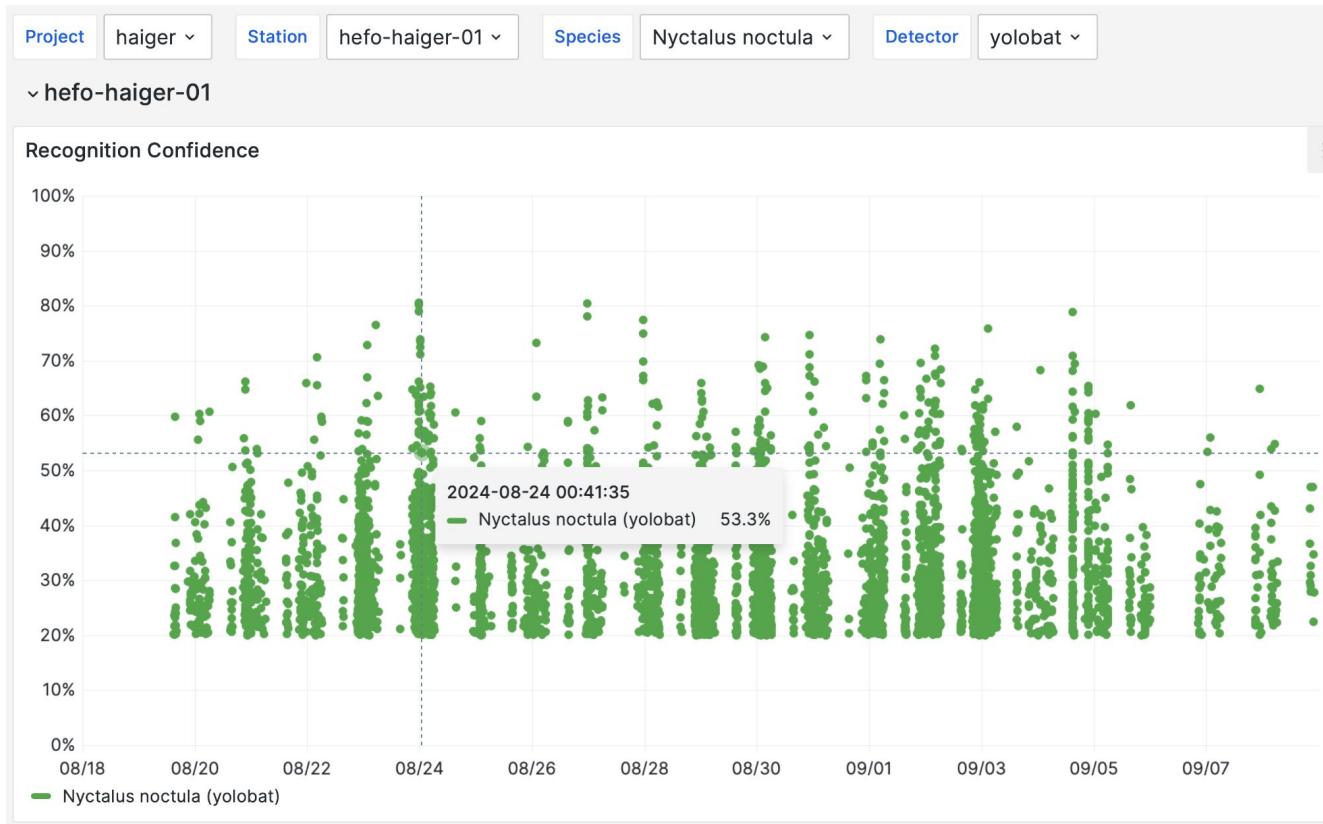


Feldtest 2024: Herausforderungen



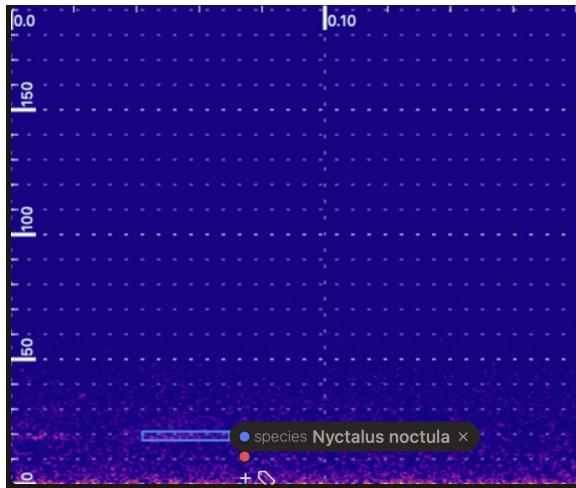


Feldtest 2024: Alles voller Heuschrecken!

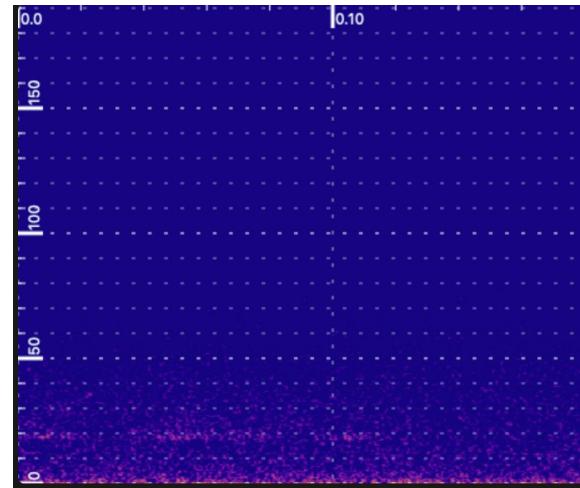




Verbesserung durch Anreicherung der Trainingsdaten



Alte
Fehlerkennung

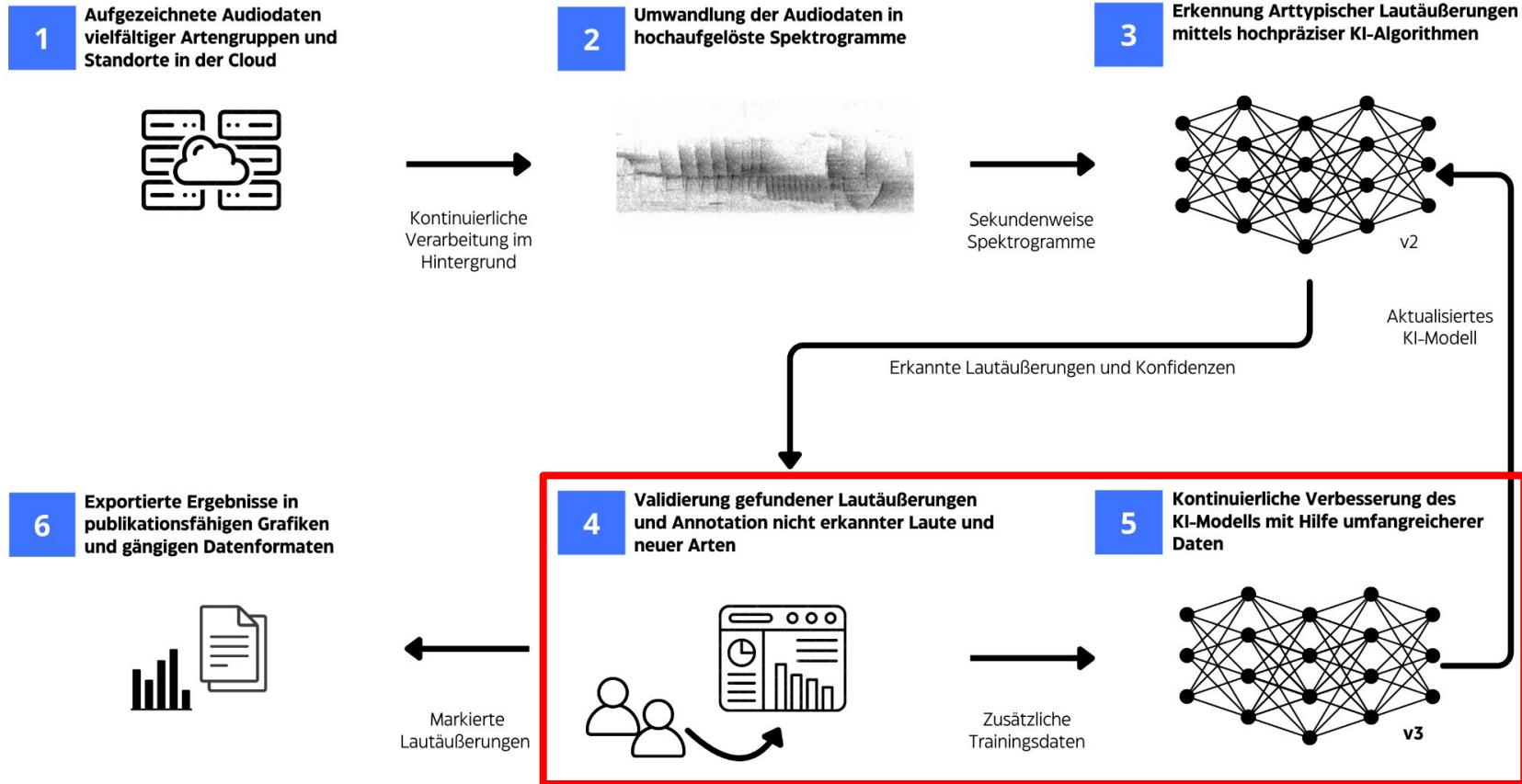


Vermiedene
Fehlerkennung

Zusätzliche Aufnahmen von
Heuschrecken in der Saison



Aktiver KI-Lernprozess durch automatische Erkennung und interaktive Validierung von Lautäußerungen





Fazit

Verarbeitung von Tierstimmen in Echtzeit...

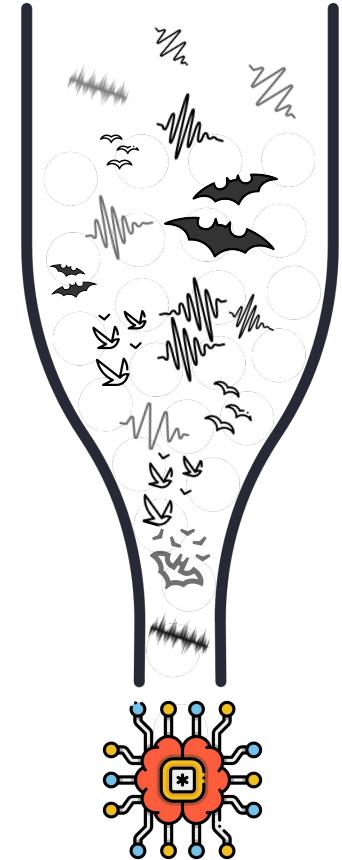
- ... **reduziert die** (unnötig) aufgezeichnete **Datenmenge** erheblich.
- ... ermöglicht **permanente Beobachtung**.
- ... ermöglicht die **rechtzeitige Erkennung** relevanter Ereignisse (z.B. Migration).

Muss weiter verbessert werden um noch bessere Qualität zu erreichen:

- Hohe **Genauigkeit**: Die erkannte Spezies ist Korrekt.
- Hohe **Präzision**: Jeder erkannte Ruf ist auch ein Ruf.
- Hohe **Wiedererkennung**: Jeder Ruf wird auch erkannt.

Weitere Schritte: Sammeln von...

- ... **weitere Rufe**: insbesondere Feeding Buzz und Social Calls
- ... **übliche Störgeräusche**: Heuschrecken, Mäuse, technische Geräusche (quietschende Autos, LTE Funksignale, ...)





Danke für zahlreiche Datenspenden!



Frank Adorf
Anja Bergmann
Anja Fritzsche
Birgit Gessner
Florian Gloza-Rausch
Sarah Heine
Jörn Horn
Mirjam Knörnschild
Kseniia Kravchenko
Thomas Meierkordt
Markus Milchram
Simon Ripperger
Bernd Ohlendorf
Bernadette Wimmer
Martin Winter
...

Danke!

Jonas Höchst

Kontakt hier oder via Jannis Gottwald

trackIT Systems

Unterm Bornrain 4 +49 157 83538221
35091 Cölbe info@trackit.systems

<https://trackit.systems>





yolobat mbec

Overview

Clips

Annotate

Export



Current task: 7 Remaining tasks: 95 Total tasks: 96



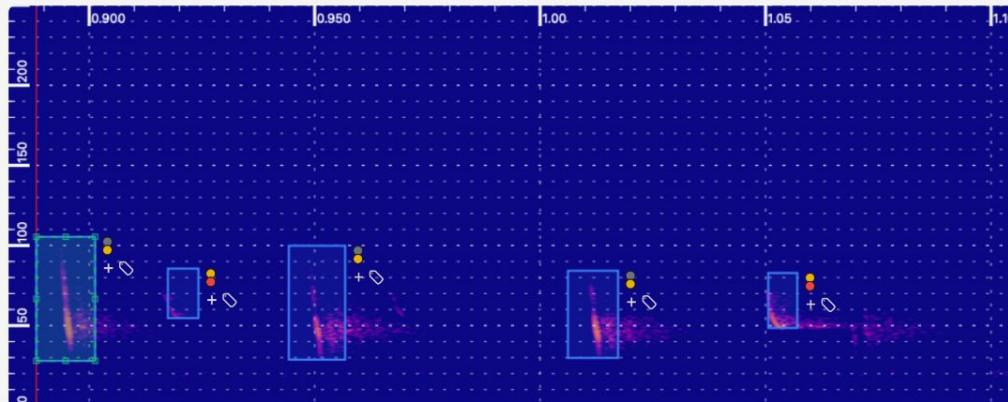
20240808-DU02W35037-062137.flac

No location

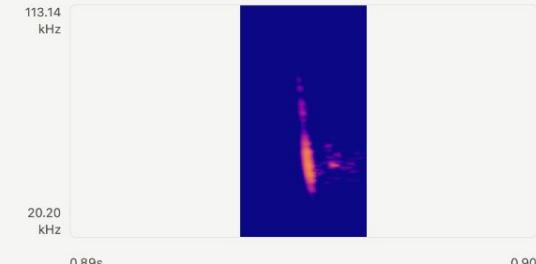


-

SR 500.000 Hz C 1



Sound Event Spectrogram



Sound Event Tags

Sound Event Details

duration low_freq high_freq
0,013 27.947,781 105.399,478bandwidth detection_confidence
77.451,697 0,792

Clip Tags

No tags

All Sound Event Tags

Clip Notes