



# Das 1x1 der akustischen Fledermauserfassung

# wieso, weshalb, warum?

## Warum Fledermäuse akustisch erfassen?

aus purem Interesse,  
im Rahmen des ehrenamtlichen Engagements,  
für Forschungsprojekte,  
im Rahmen von artenschutzrechtlichen Gutachten,  
im Gegensatz zu Netzfang und Telemetry: Nicht invasive Methode  
& bezüglich Arten- und Tierschutzrecht genehmigungsfrei  
bedeutende technische Fortschritte in der Aufnahmetechnik und Verfügbarkeit

## Warum dieser Vortrag?

vordergründig erscheint die Datenerhebung mittels moderner Technik unkompliziert...  
aber Vorsicht: Es braucht dennoch einiges an Wissen und es gibt einige Fallstricke  
Möglichkeiten und Grenzen

Autonomer Betrieb: Passivmonitoring im stationären Einsatz auch über längere Phasen möglich

Unterstützung bei der Artbestimmung durch Bestimmungs-Software

Für wissenschaftliche & gutachterliche Zwecke ist inzwischen die Rufanalyse am Rechner Standard

Unterschiede:

- Mobiler Einsatz (Transekt): Automatische Verortung der Aufnahmen
- Eigenschaften des Mikrofons (Richtcharakteristik, Empfindlichkeit, Witterungsempfindlichkeit)
- Kalibrierbarkeit des Mikrofons
- Angebotenes Zubehör und Software
- Anschaffungs- und Betriebskosten
- Technische Spezifikationen, z. B. Sample Rate und Bit-Tiefe



# Vergleichbarkeit und Reichweite

Einstellungen (Trigger, Aufnahme-Filter, Signalverstärkung): Hersteller verwenden keine einheitlich vergleichbare Nomenklatur  
=> exakt gleiche Einstellungen an Geräten verschiedener Hersteller kaum möglich

Weitere Unterschiede bzgl. des Mikrofons:

- Empfindlichkeit: Gängige Unterschiede in Produktion bzw. Auslieferung zw.  $\pm 3$  bis  $\pm 6$  dB
- Rausch-Signal-Abstand, Frequenzgang und Richtcharakteristik
- Anbringung: versenkte Mikrophonkapsel, Schutzkappe, Stabmikro

Vergleichbarkeit? → „kaum“ bis nein

Signalverstärkung/Mikrofonempfindlichkeit:

Höhere Sensitivität bedeutet höhere Reichweite (auch die Anzahl unerwünschter Aufzeichnungen erhöht sich!)

Ganze Aufnahme wird verstärkt, auch Hintergrund- und Systemrauschen ! => mehr „leise“ Rufe, verrauschte Aufnahmen, Ruffragmente  
=> verkompliziert Rufanalyse u./o. macht Bestimmung unmöglich => Risiko von Fehlbestimmungen wächst

=> möglichst wenige „schlechte Aufnahmen/Rufe“ erleichtern die Rufanalyse

Wenn die Zielart auch noch auf schlechten Aufnahmen gut zu identifizieren ist (z. B. Hufeisennasen, Zwergfledermaus) ist eine höhere Mikrofonempfindlichkeit bzw. Signalverstärkung sinnvoll

# Digitalisierung: Sample Rate und Bit-Tiefe

Analoges Signal (Schall) induziert im Mikrofon analoge elektrische Signale (Spannungsunterschiede proportional zur Signalstärke)

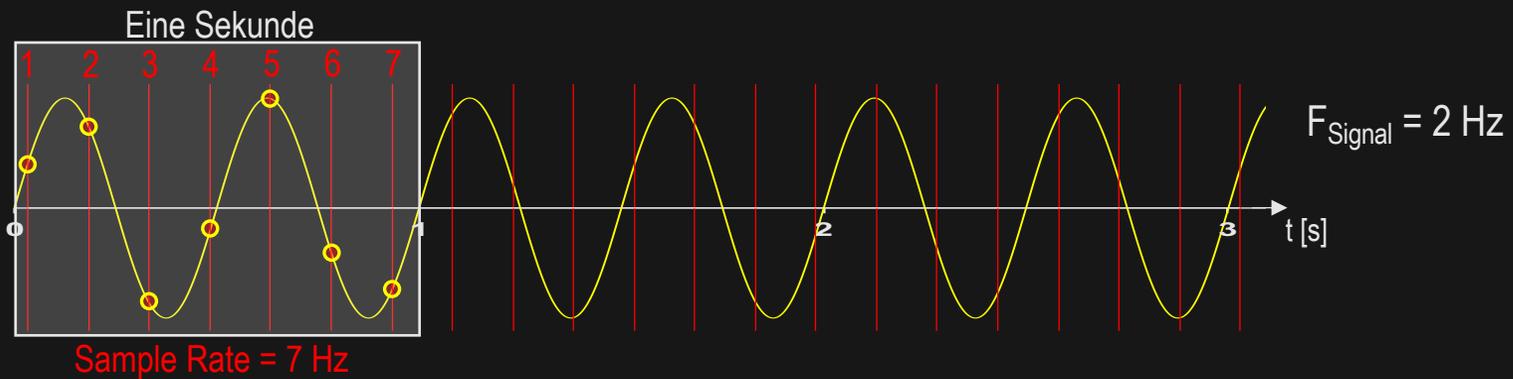
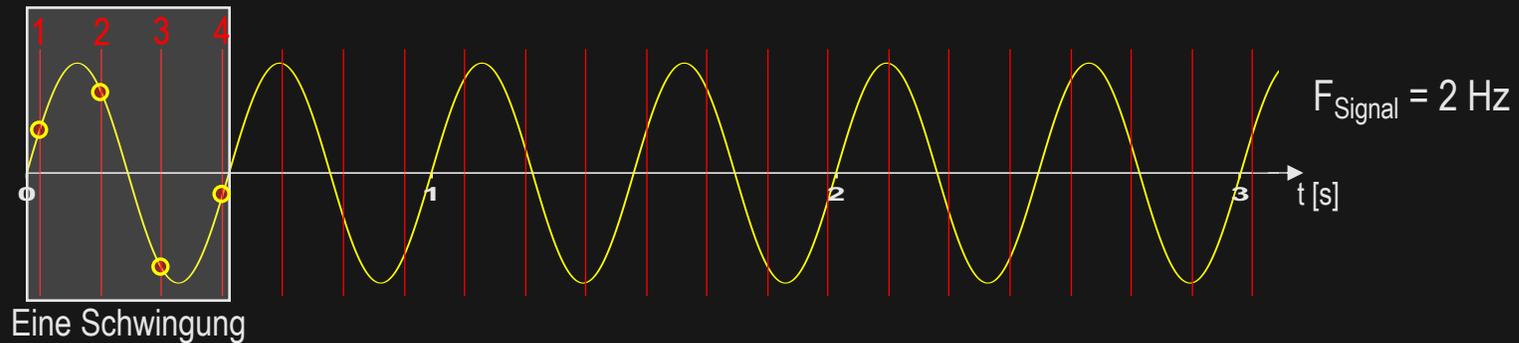
Zur Speicherung, müssen diese in diskrete Werte übersetzt werden: Digitalisierung

Uns interessiert das Signal im zeitlichen Verlauf (*x-Achse => Sample Rate*) und die Änderung der Signalstärke (*y-Achse => Bit-Tiefe*)



# Abtasten - Sample Rate (Diskretisieren auf der Zeitachse)

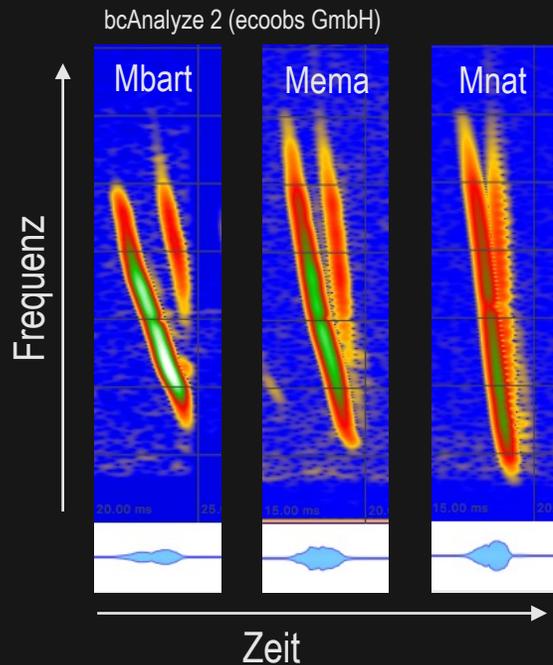
Abtastrate muss größer als die zweifache Frequenz des Signals sein, also mindestens  $2 \cdot F_{\text{Signal}} + 1$   
 Eine gute Abbildung von Signalen erhält man bei mind. 3 bis 4 Abtastwerten pro Schwingungsdauer



# Abtasten - Sample Rate (Diskretisieren auf der Zeitachse)

Abtastrate muss größer als die zweifache Frequenz des Signals sein, also mindestens  $2 \cdot F_{\text{Signal}} + 1$

Eine gute Abbildung von Signalen erhält man bei mind. 3 bis 4 Abtastwerten pro Schwingungsdauer



Startfrequenzen:

Bart/Brandtii bis 128 kHz, **extrem 140 kHz**

Wimperfledermaus bis 160 kHz, **extrem 175 kHz**

Fransenfledermaus bis 150 kHz, **extrem 185 kHz**

Abtastfrequenz:

2fach+1:

257 bis 281 kHz

321 bis 351 kHz

351 bis 371 kHz

3fach:

384 bis 420 kHz

480 bis 525 kHz

450 bis 555 kHz

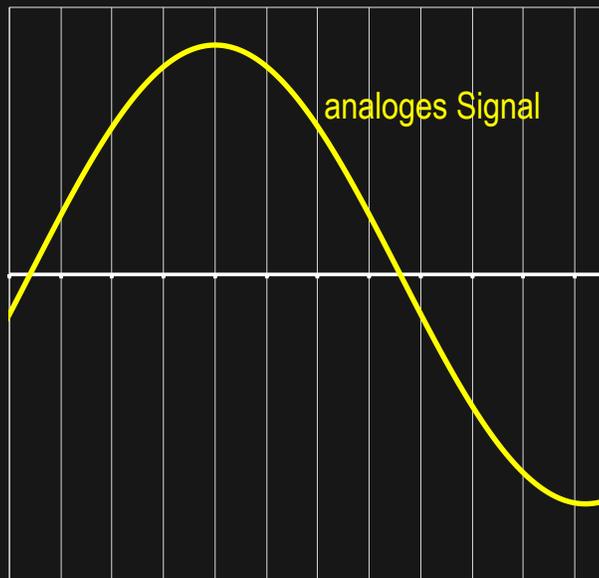
# Bit-Tiefe (Diskretisierung der Amplitude)

Es muss für die Signalstärke (y-Achse: Amplitude) ein diskreter Wertebereich geschaffen werden.

Bit-Tiefe => Anzahl verschiedene y-Werte, die je Abtastung zur Verfügung stehen => Auflösung der Signalstärke

Bit: binary digit = Maßeinheit für den Informationsgehalt: 1 Bit => 2 Zustände (0,1), Beispiel: Lichtschalter Ein/Aus.

n bit ergeben  $2^n$  mögliche Zustände



16 bit ist Standard:  $2^{16} = 65.536$  Zustände

Je mehr, desto höher ist die Auflösung auf der y-Achse und desto besser werden auch sehr leise Signale aufgezeichnet

# Fledermausaktivität, stationäre Erfassung

Aktivität = Rufaufnahmen pro Zeit

Akustische Erfassung unterscheidet nicht zwischen Individuen

=> keine Aussage zur Populationsgröße und lokalen Population möglich, da nicht bekannt ist, von wie vielen Tieren die gemessene Aktivität stammt.

Extrembeispiel: Horchbox steht eine Nacht an einer Hecke und hat 1.000 Sequenzen der Zwergfledermaus aufgezeichnet:

Eine Zwergfledermaus patrouilliert auf und ab => 1.000 Aufnahmen

1.000 einzelne Tiere fliegen im Transferflug vorbei => 1.000 Aufnahmen

Räumlicher Bezug: Definierter Ort (z. B. Straßenquerung, Windrad), Fläche oder ganzes Gebiet.

Aber in Betrachtung einheitlich verwenden.

Arten unterscheiden sich bzgl. Mobilität, Jagdstrategie, Ruflautstärke, -abstand und -länge... etc.

=> Vergleich von Aktivitätswerten zwischen Arten nicht sinnvoll !

Vergleich innerhalb der Art nur mit gleicher Technik, gleichen Einstellungen

Kein Vergleich von Aktivitätswerten aus Transekt und stationärer Erfassung

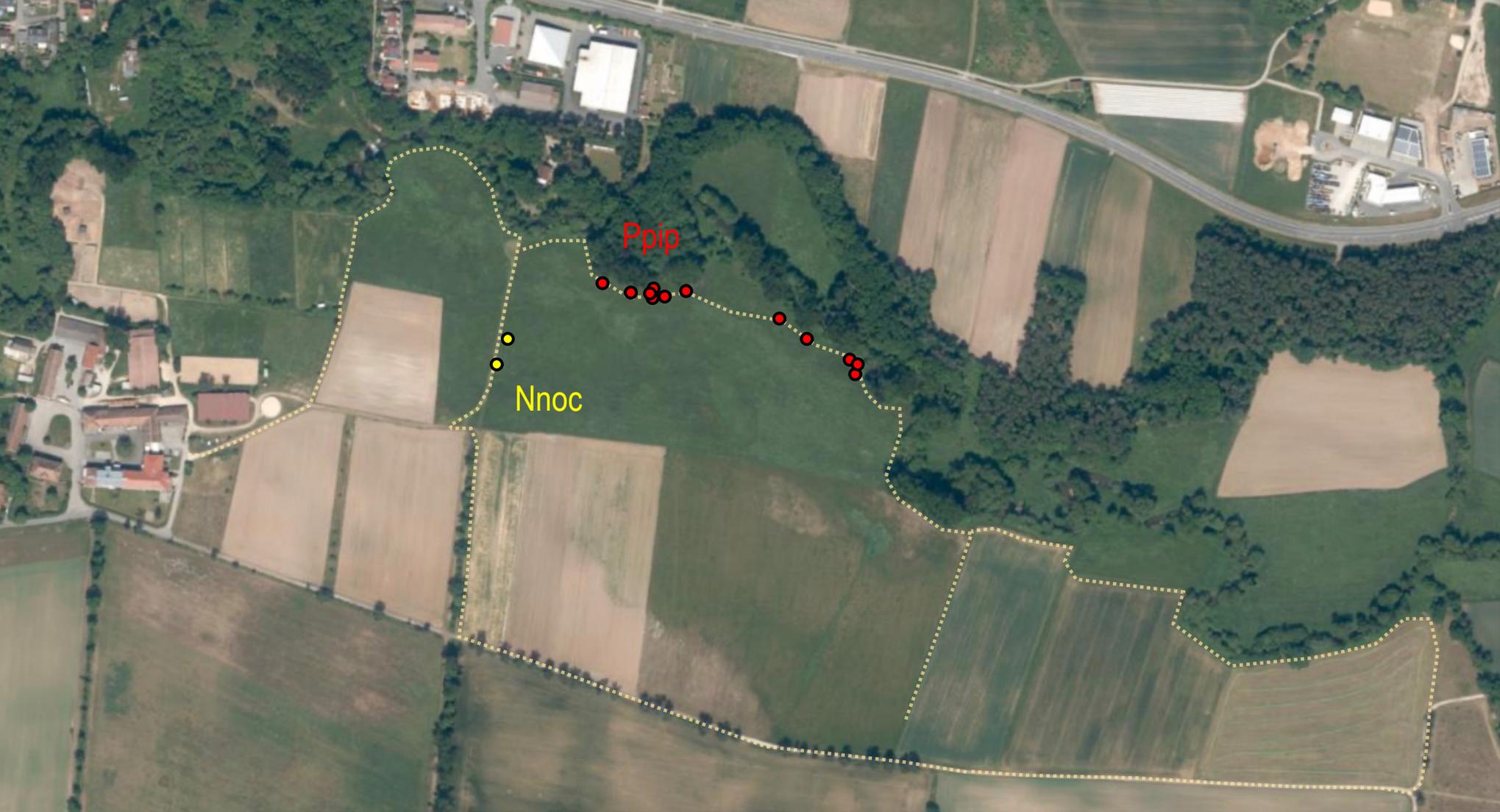
# Fledermausaktivität, mobile Erfassung

Gleichmäßiges Abschreiten => Raumbezug geht verloren => Aktivität als Aufnahme pro Zeit wird sinnlos

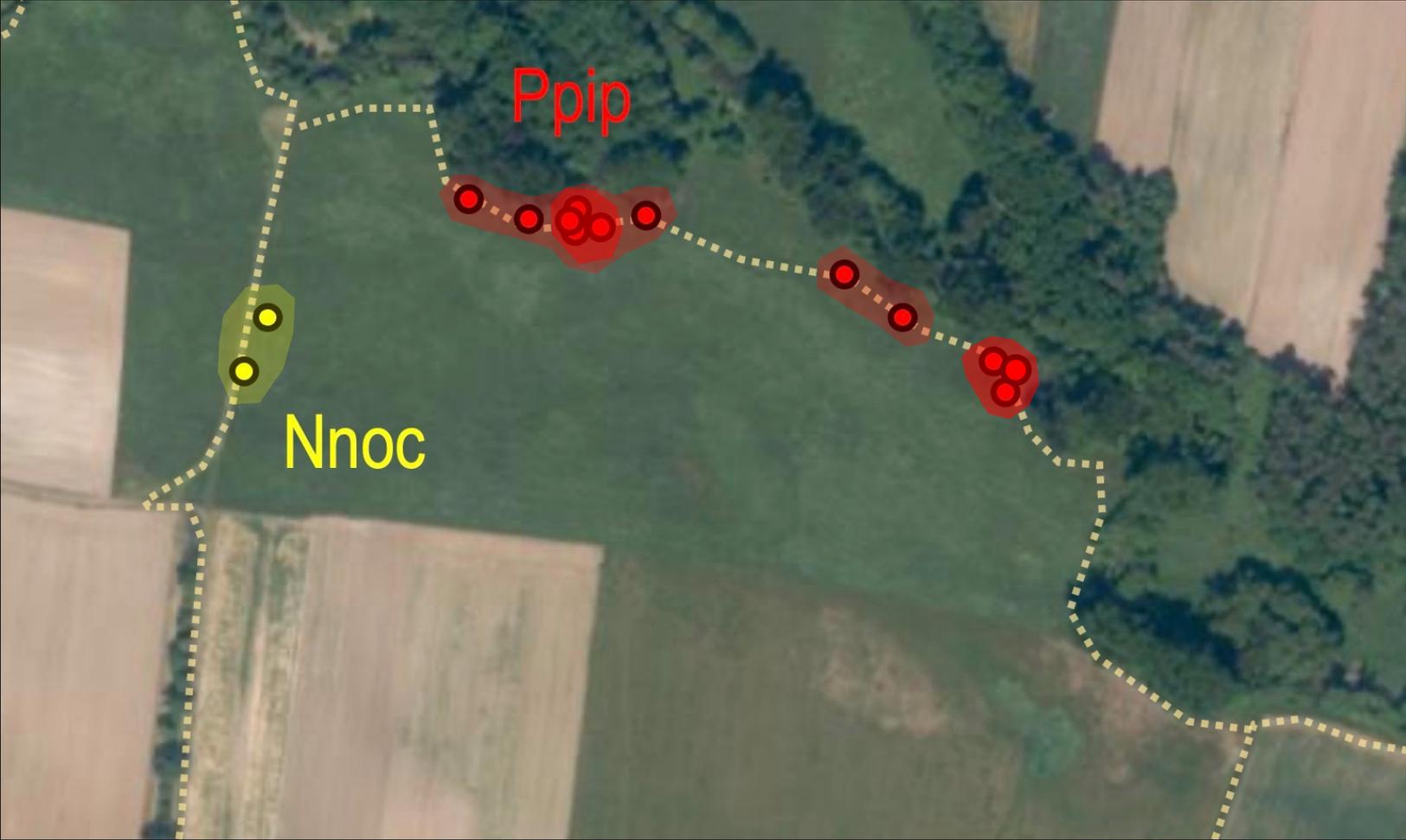
Ausweg Punkt-Stopp-Zählung?... müsste man dann Aufnahmen zwischen Stopps ignorieren?

Vorschlag: Jede Aufnahme verorten und plotten (bei Aufnahme nicht von Kontakt sprechen!)

# Fledermausaktivität



# Fledermausaktivität



# Fledermausaktivität

## Mobile Erfassung:

Gleichmäßiges Abschreiten => Raumbezug geht verloren => Aktivität als Aufnahme pro Zeit wird sinnlos

Ausweg Punkt-Stopp-Zählung?... müsste man dann Aufnahmen zwischen Stopps ignorieren?

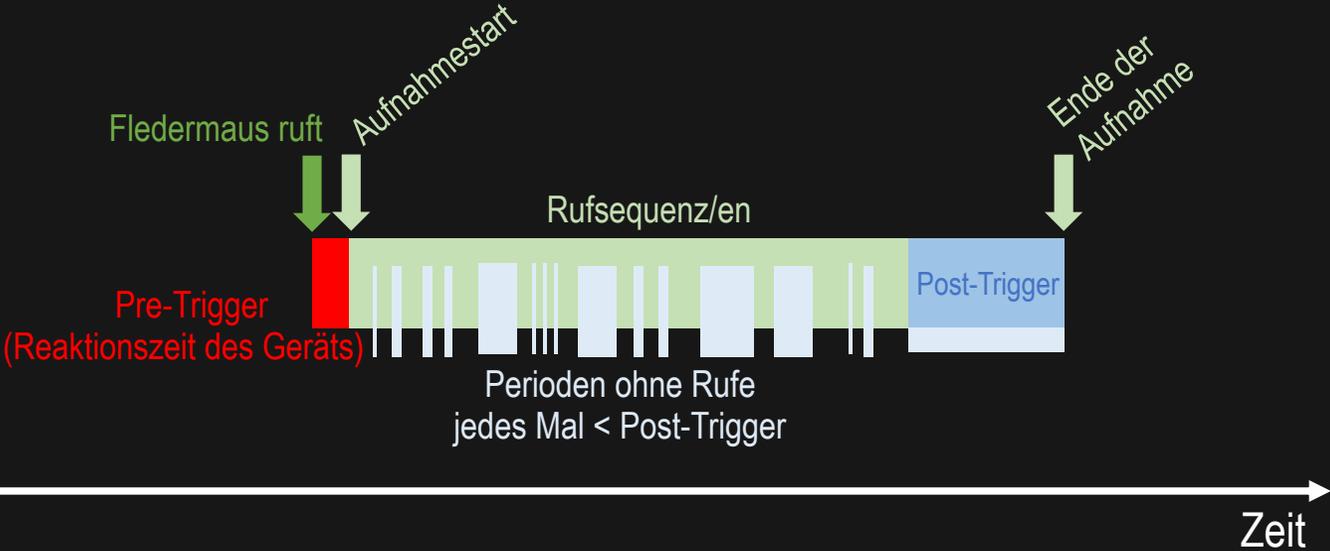
Vorschlag: Jede Aufnahme verorten und plotten (bei Aufnahme nicht von Kontakt sprechen!)

## **Generell wichtig:**

Akustische Erfassungen: Keine Negativnachweise formulieren

=> Bei der Bewertung von Standorten mittels der „Akustik“ sollte man vom echten Negativnachweis absehen!

# Post-Trigger



# Einfluss des Post-Triggers auf Aktivitätswert

Ein Tier fliegt am Mikrofon vorbei und wird aufgenommen

Großer Abendsegler  
IPI = 300 ms

Post-Trigger = 200 ms



7 Rufe  
3,5 Aufnahmen / Sek.  
1,4 Sek. Aufnahmezeit

Post-Trigger = 400 ms



7 Rufe  
0,455 Aufnahmen / Sek.  
2,2 Sek. Aufnahmezeit

Zwergfledermaus  
IPI = 100 ms

Post-Trigger = 200 ms



21 Rufe  
0,476 Aufnahme / Sek.  
2,1 Sek. Aufnahmezeit

→ Ein Aktivitätsmaß, wie Aufnahmen pro Zeiteinheit oder Aufnahmesekunden darf nur innerhalb der gleichen Art und mit exakt den gleichen Einstellungen am Gerät verglichen werden.

→ Vergleich komplett unterschiedlicher Situationen (Transfer <> Jagd <> Schwärmen <> Quartier) sinnvoll?  
...kommt auf die Fragestellung an

# Erfassbarkeit der Arten

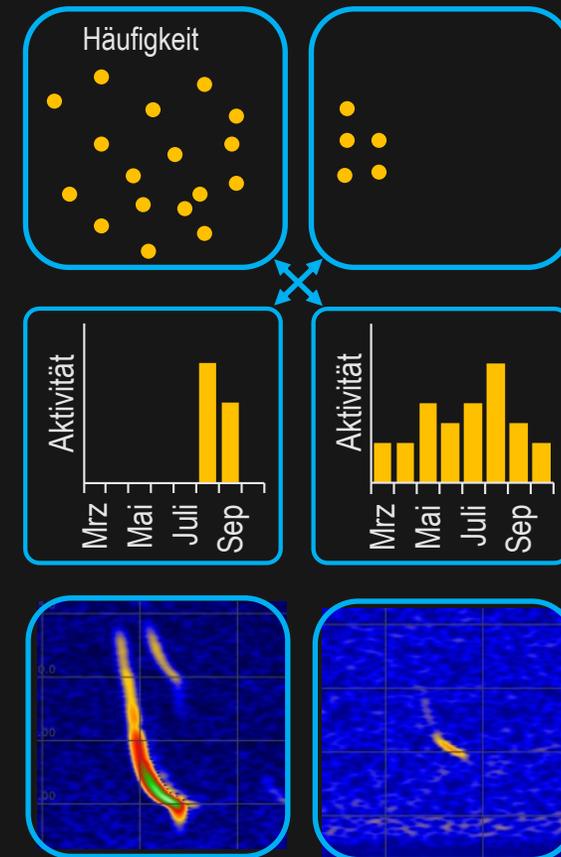
Hängt ab von: Häufigkeit der Art und ihrer Verteilung in Zeit und Raum  
 Echoortung: Ruflautstärke, Rufintensität und Frequenz  
 Bestimmbarkeit

➔ Ideales Ziel für eine Arteninventur:  
 Erfassungsaufwand sollte so hoch sein, um selbst die Art mit  
 geringster Erfassbarkeit zu „erwischen“

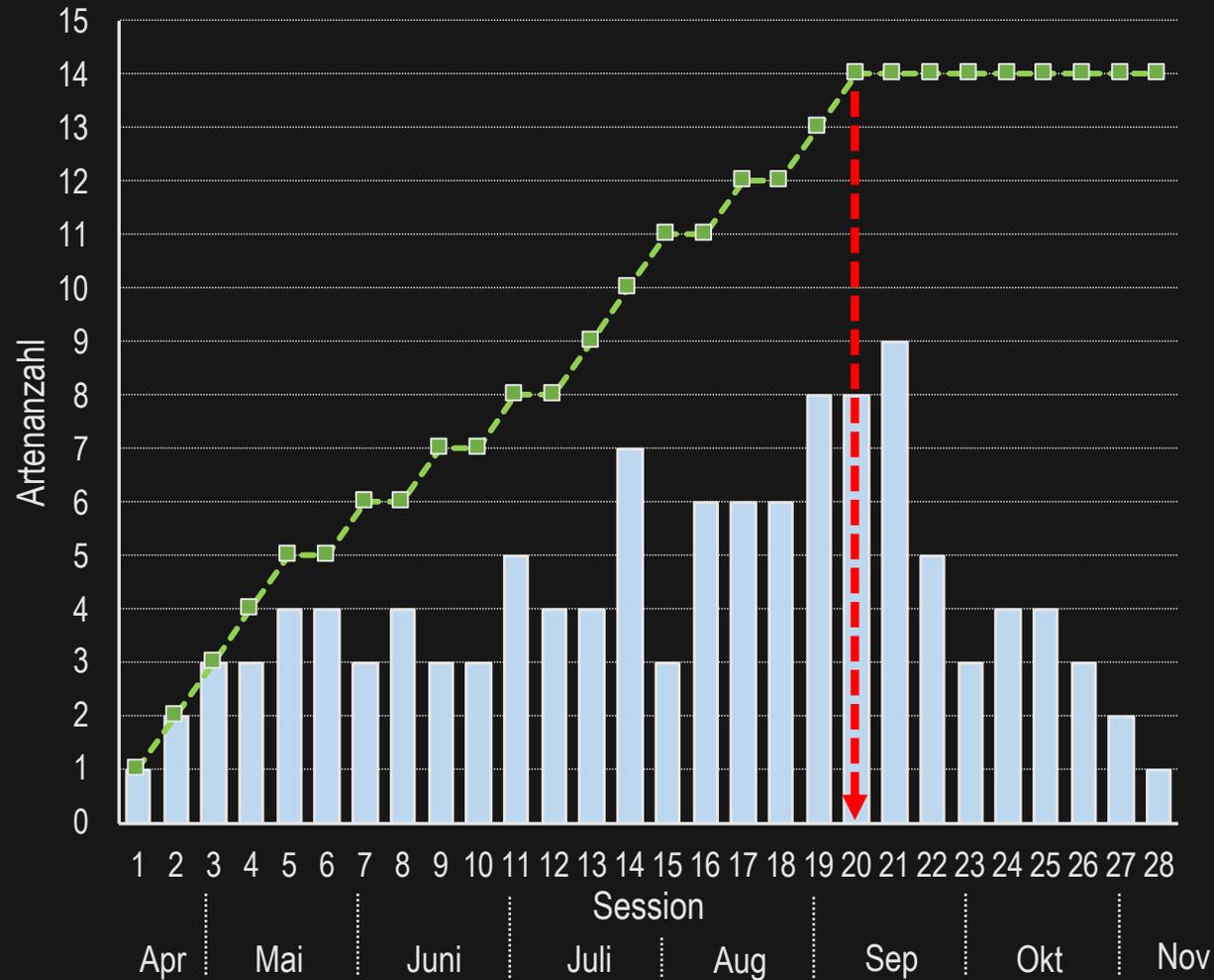
Wie weiß man, dass/wann/ob man alle Arten erfasst hat?

Ist das mit der Akustik überhaupt möglich?

➔ Methodenmix: Akustik, Netzfang, Quartierkontrollen ...

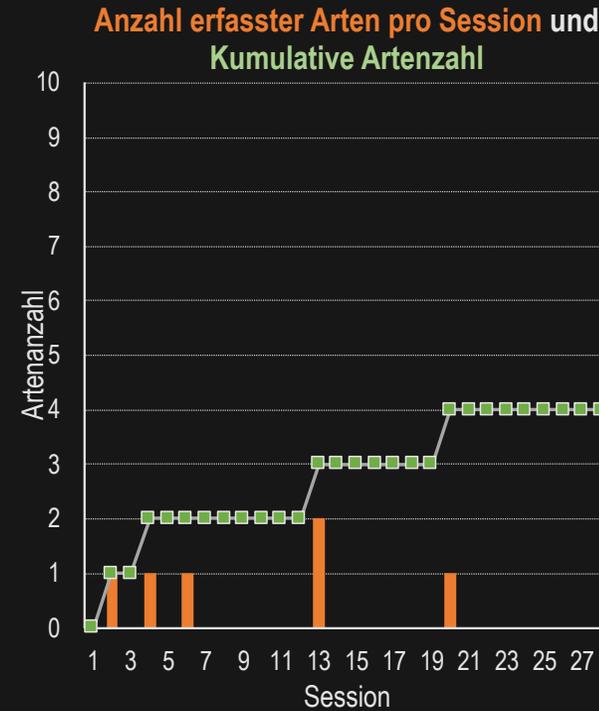
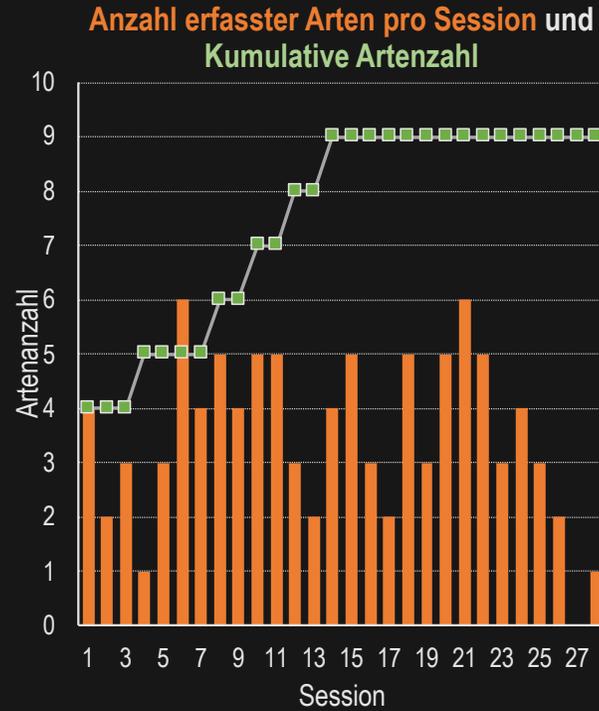


Anzahl erfasster Arten pro Session und **Kumulative Artenzahl**



# Arten-Akkumulationskurve

## Hypothetische Artenkurven



Alle Arten erfasst??????????????

# Erfassbarkeit der Arten: Ruflautstärke

Intensity of emission	Species	Detection range (m)	Detectability coefficient	
Very weak to weak	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5.00	
	<i>Plecotus spp.</i>	5	5.00	
	<i>Myotis emarginatus</i>	8	3.13	
	<i>Myotis nattereri</i>	8	3.13	
	<i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i>	10	2.50	
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2.50	
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2.50	
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2.50	
	<i>Myotis daubentonii</i>	10	2.50	
	<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2.50	
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1.67	
	<i>Myotis oxygnathus</i>	15	1.67	
	<i>Myotis myotis</i>	15	1.67	
	Medium	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1.25
		<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1.25
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		25	1.00	
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		25	1.00	
Strong	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1.00	
	<i>Hypsugo savii</i>	30	0.83	
Very strong	<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0.83	
	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0.50	
	<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0.50	
	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0.50	
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0.31	
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0.25	
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0.17	
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0.17	

Erfassbarkeit hängt u. a. ab von,  
Nahrungsgilde und Jagdstrategie, bevorzugtes Jagdhabitat, Beute

...Arten rufen unterschiedlich und unterschiedlich laut...

Sound Pressure Level (SPL) in 10 cm Entfernung vor Fledermaus:

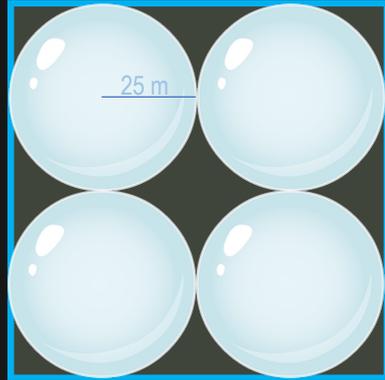
- Großer Abendsegler im freien Luftraum 120 bis 130 dB
- Zwergfledermaus an Hecke jagend 90 bis 120 dB
- Braunes Langohr in Vegetation 75 bis 80 dB

# Max. Detection Range (ein Gedankenspiel)

Untersuchungsfläche  
100 x 100 Meter: 1 ha

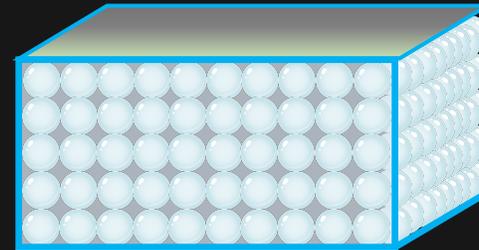
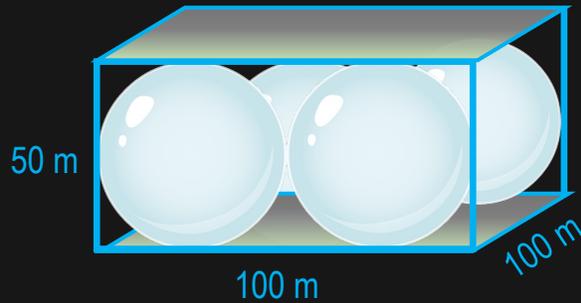
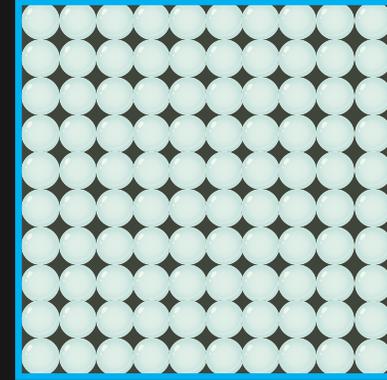
Aufsicht („Luftbild“)

Zwerg:  $r = 25$  m



Faktor: 500 →

Langohr:  $r = 5$  m



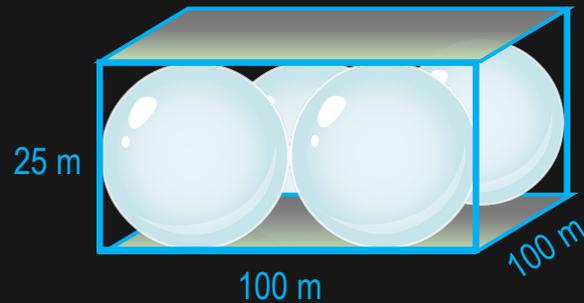
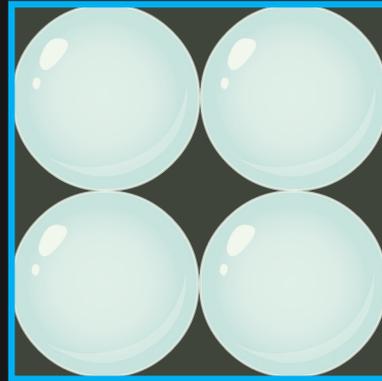
500 mal mehr Geräte?

# Max. Detection Range (ein Gedankenspiel)

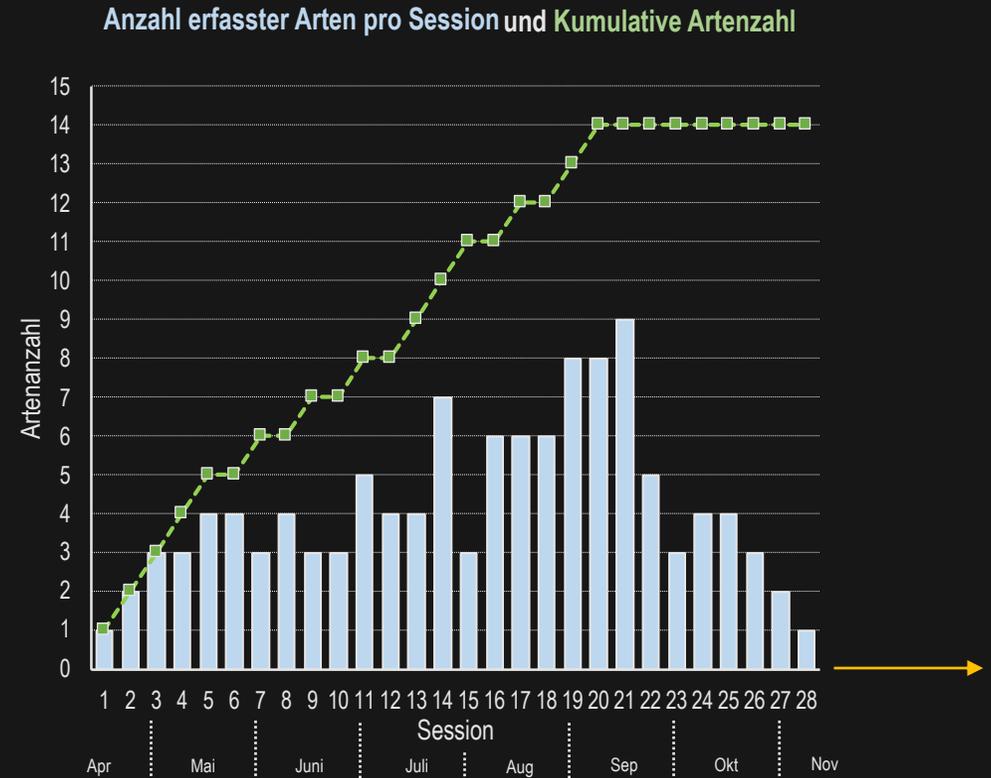
Zwerg:  $r = 25\text{ m}$

Untersuchungsfläche  
100 x 100 Meter: 1 ha

Aufsicht („Luftbild“)



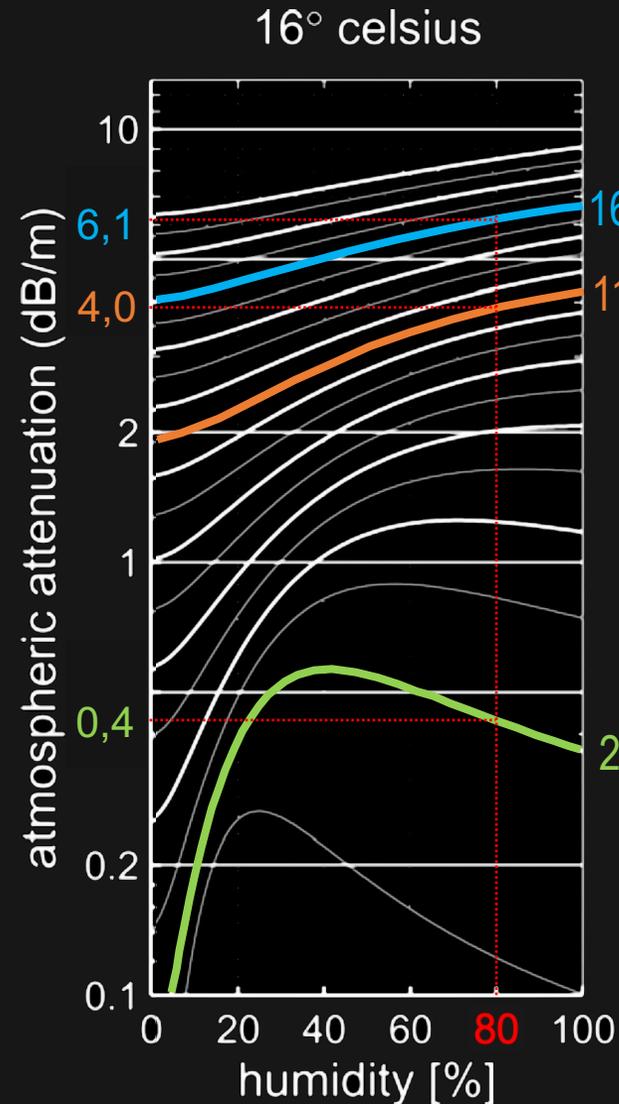
Faktor: 500 →



500 mal länger erfassen?

# Die geometrische und atmosphärische Abschwächung

Geometrische Abschwächung ist unabhängig von der Frequenz des Signals:  
Schalldruck  $p$  [in Pascal] halbiert sich mit Verdoppelung des Abstandes  $\triangleq$  -6 dB (SPL)



160 kHz Fransenfledermaus Der Schalldruck der Startfrequenz hat sich schon nach einem Meter halbiert

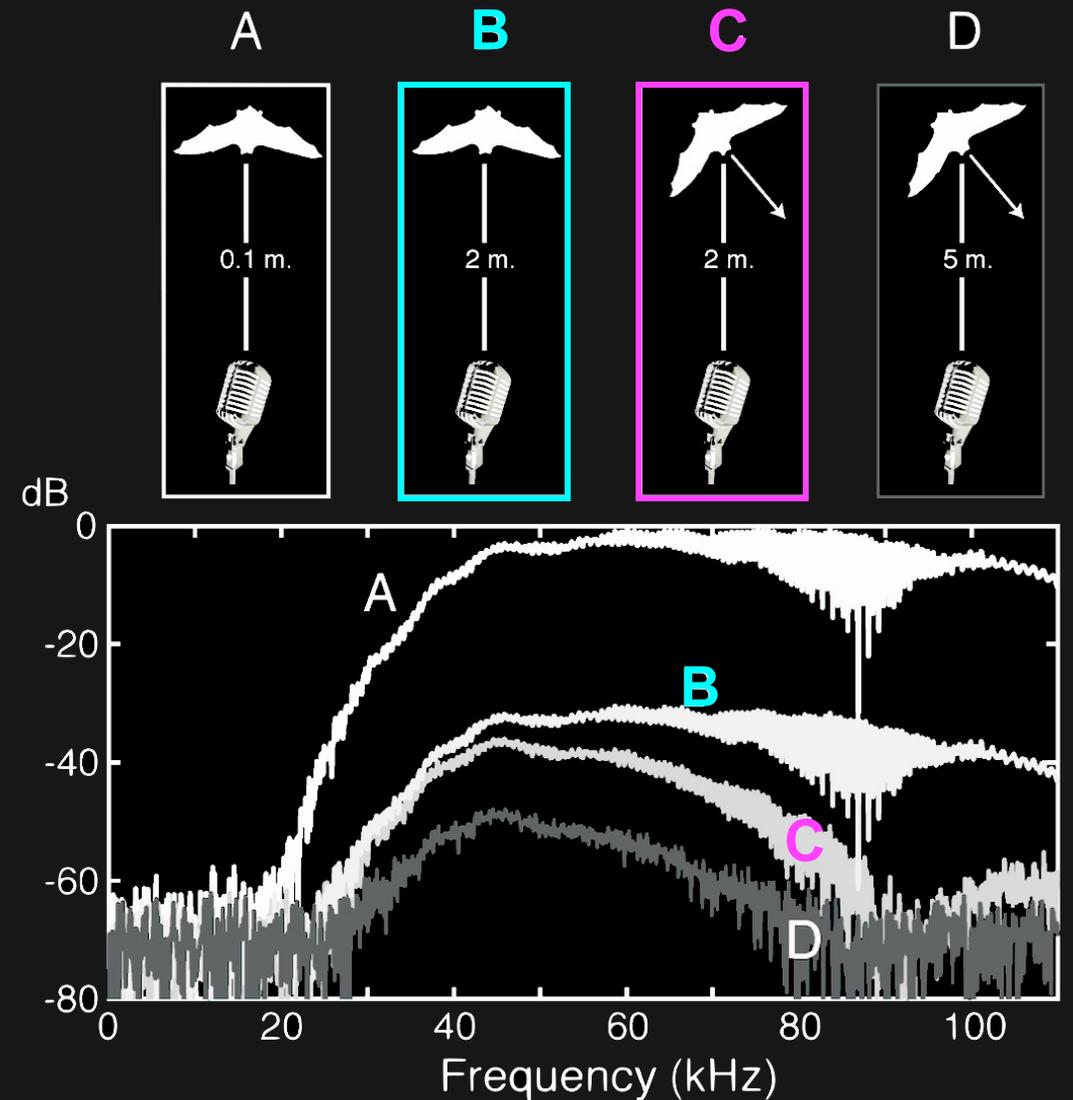
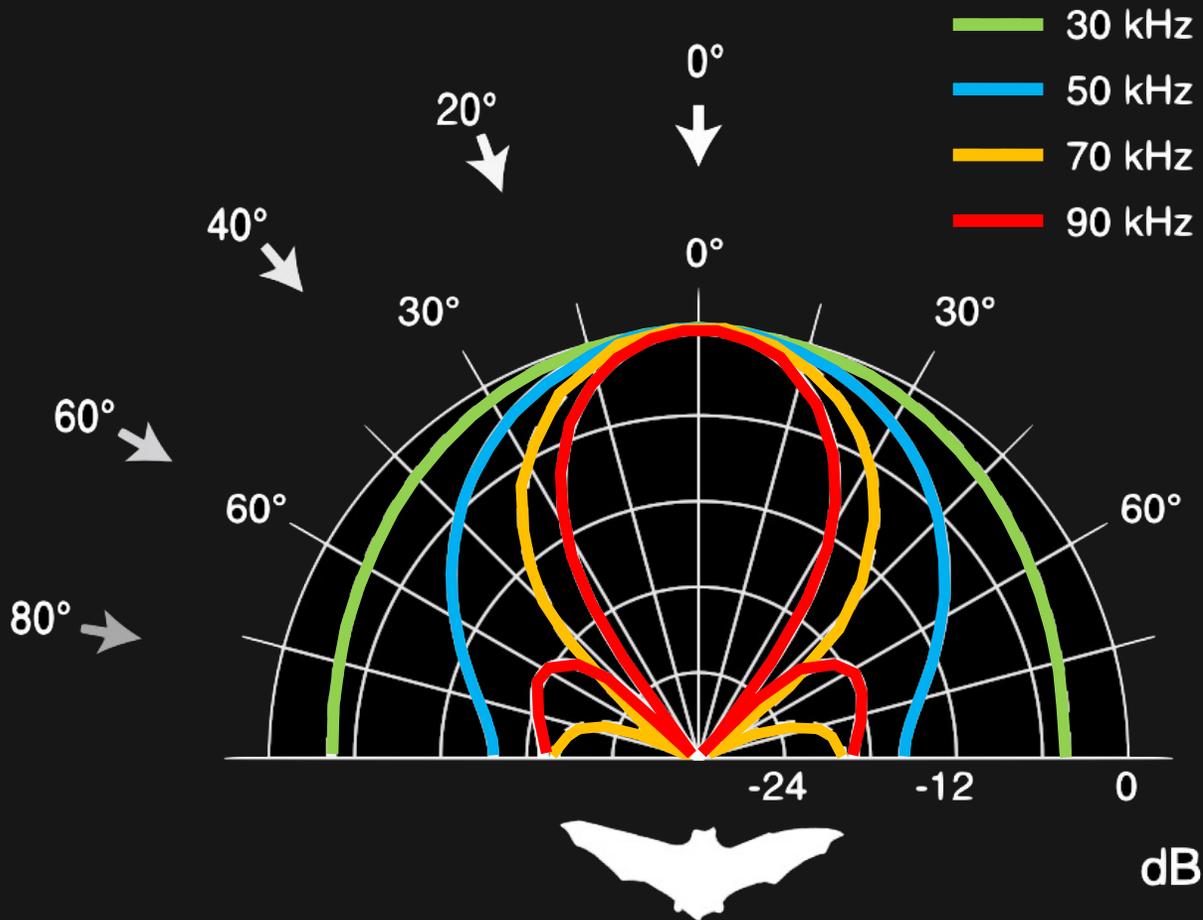
110 kHz Großes Mausohr

20 kHz Großer Abendsegler

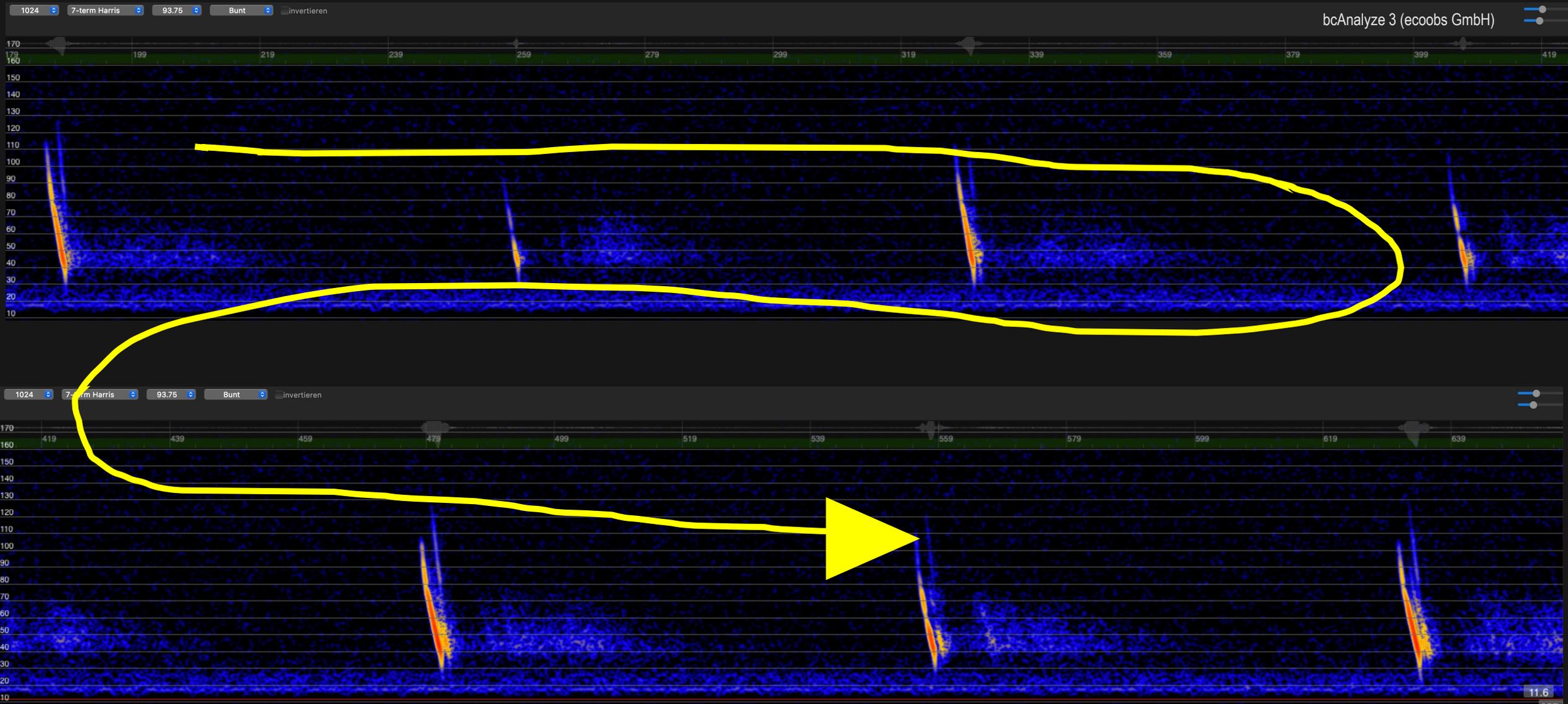
- Atmosphärische Abschwächung hängt ab von Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck und v. a von der Frequenz des Signals
- besonders für hohe Frequenzen relevant
- *Myotis* Startfrequenzen

# Die Schallkeule

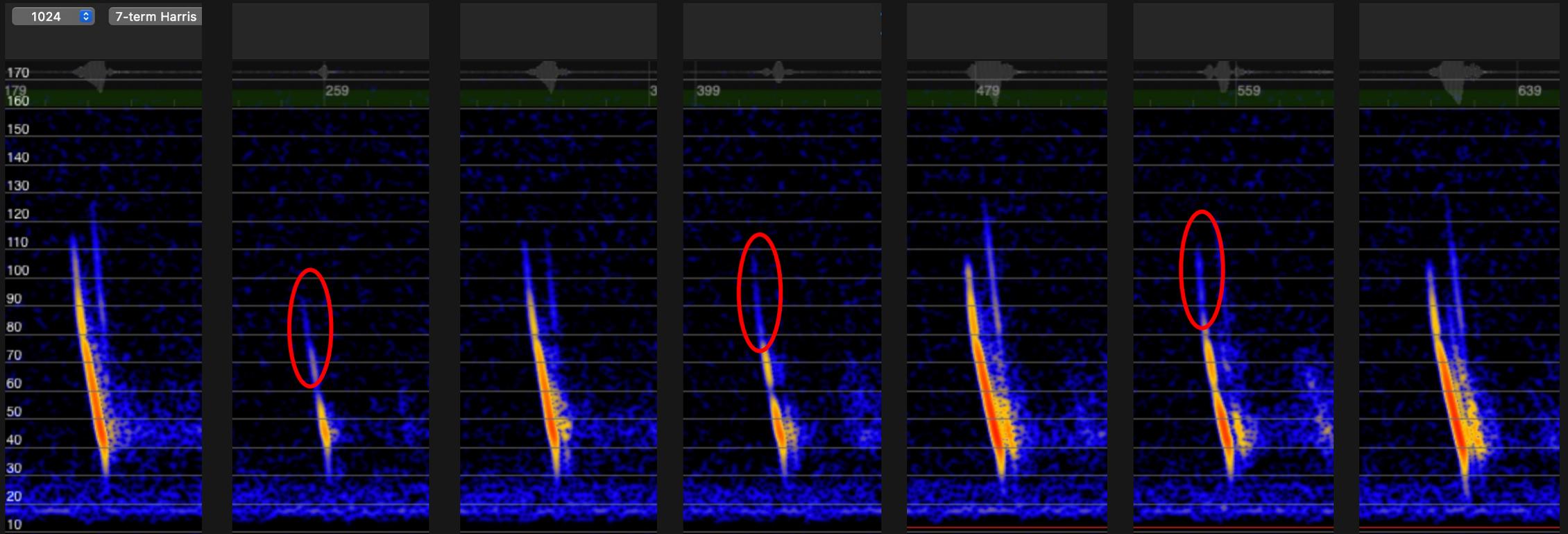
Die hohen Frequenzanteile des Rufes sind enger in der Schallkeule gebündelt, als die niedrigeren Frequenzanteile



# Ausschnitt aus Mbart-Sequenz



# Ausschnitt aus Mbart-Sequenz



# und nun?

was bedeutet das für uns?

- sich der Vorteile, aber v. a. auch der Grenzen der akustischen Methode bewusst sein,
- und sie sinnvoll einsetzen,
- ggf. andere bzw. weitere Erfassungsmethoden in Betracht ziehen,

# die gute, altmodische Sichterfassung...



# und nun?

was bedeutet das für uns?,

- uns der Vorteile, aber v. a. auch der Grenzen der akustischen Methode bewusst sein,
- und sie sinnvoll einsetzen.
- ggf. andere bzw. weitere Erfassungsmethoden in Betracht ziehen,
- alle Informationsquellen „anzapfen“
  - Personen, Gebietskenner und Naturschutzorgas (Objektbesitzer, Fledermausschützer, LBV, BN) fragen
  - ASK-Daten abfragen (Wichtig: wenn da kein Fundpunkt verzeichnet ist, heißt das noch lange nicht, dass da nix ist)

für die akustische Erfassung müssen wir uns gut überlegen,

- wo und wie wir unsere Geräte aufstellen,

# bad practice...



# und nun?

was bedeutet das für uns?,

- uns der Vorteile, aber v. a. auch der Grenzen der akustischen Methode bewusst sein,
- und sie sinnvoll einsetzen.
- ggf. andere bzw. weitere Erfassungsmethoden in Betracht ziehen,
- alle Informationsquellen „anzapfen“
  - Personen, Gebietskenner und Naturschutzorgas (Objektbesitzer, Fledermausschützer, LBV, BN) fragen
  - ASK-Daten abfragen (Wichtig: wenn da kein Fundpunkt verzeichnet ist, heißt das noch lange nicht, dass da nix ist)

für die akustische Erfassung müssen wir uns gut überlegen,

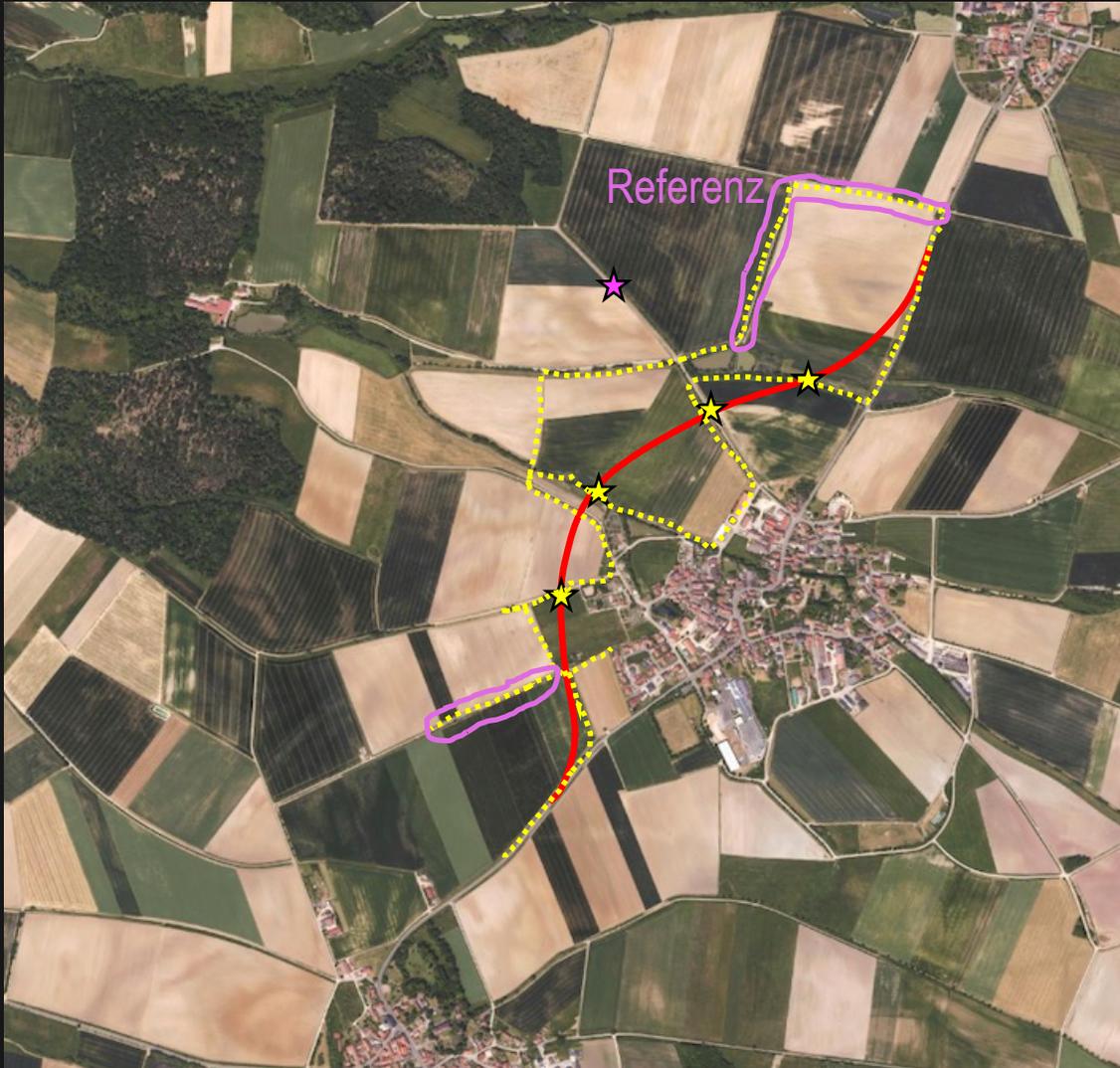
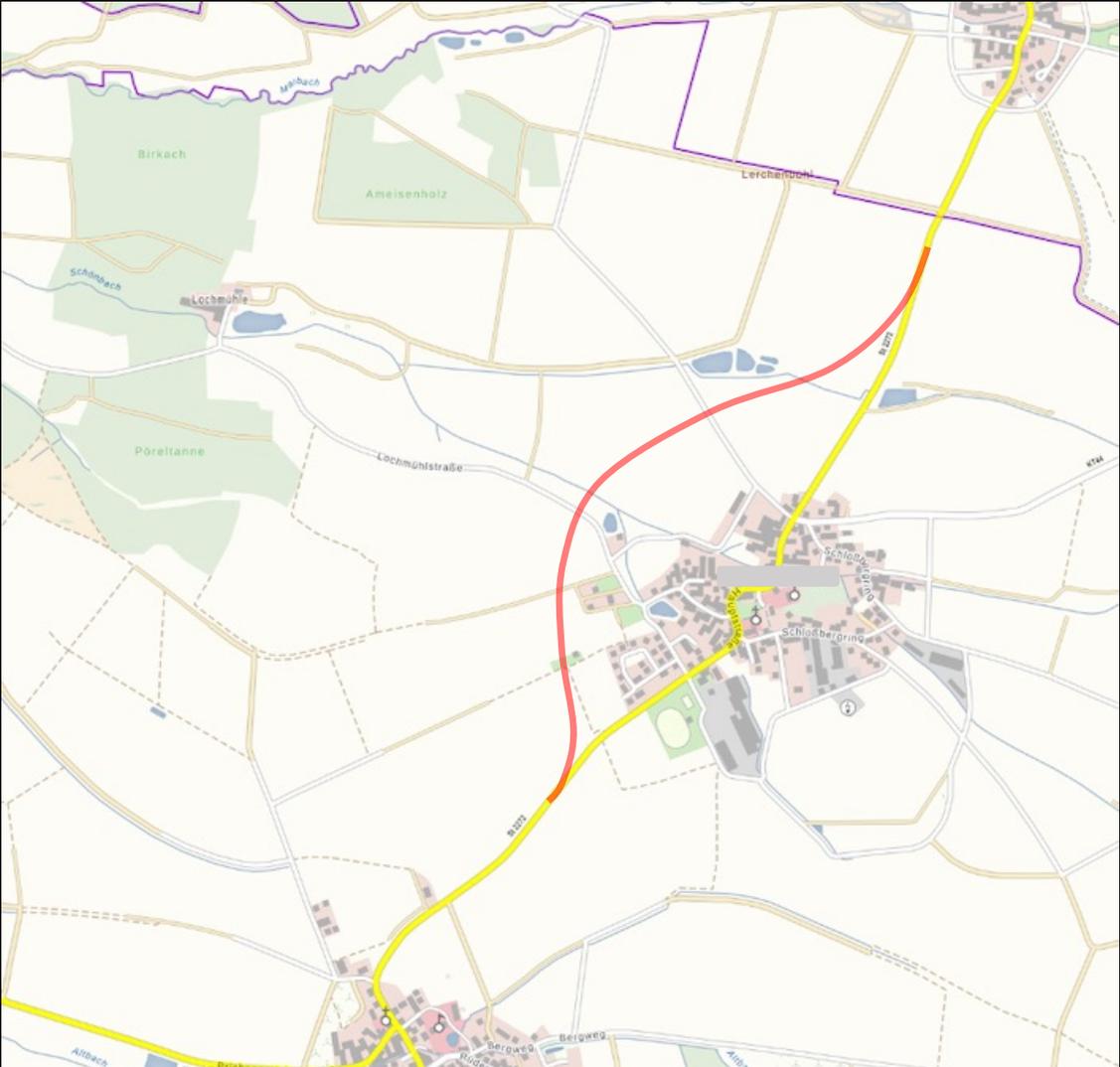
- wo und wie wir unsere Geräte aufstellen,
- wie viele Geräte wir aufstellen wollen/können, wo wir Transekte laufen
- und wie lange wir erfassen wollen

was hilft bei diesen Entscheidungen?

- ➔ Habitatbewertung : Online und/oder Übersichtsbegehung,
  - ➔ Identifizieren und Lokalisieren von Lebensräumen,
  - ➔ Einplanen von Kontrollen potenzieller Quartiere (z. B. Scheunen, Baumhöhlen...)
  - ➔ wo stelle ich meine Horchkisten hin, wo laufe ich Transekte?

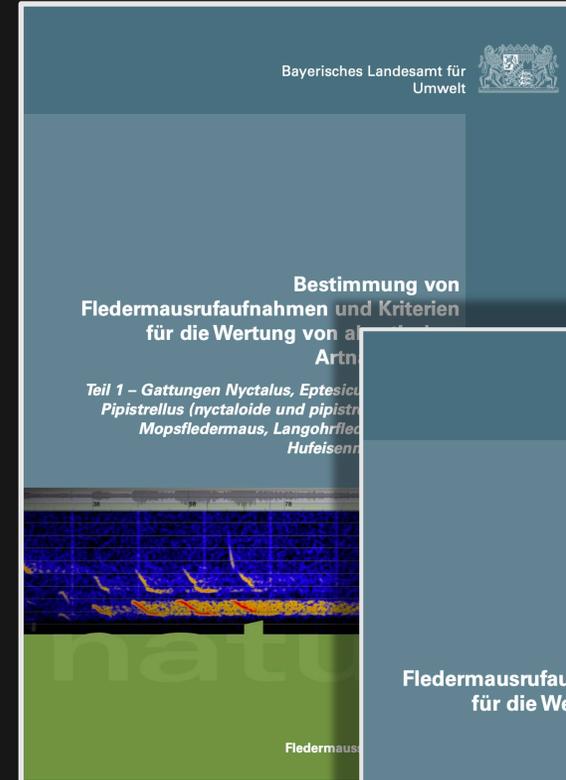


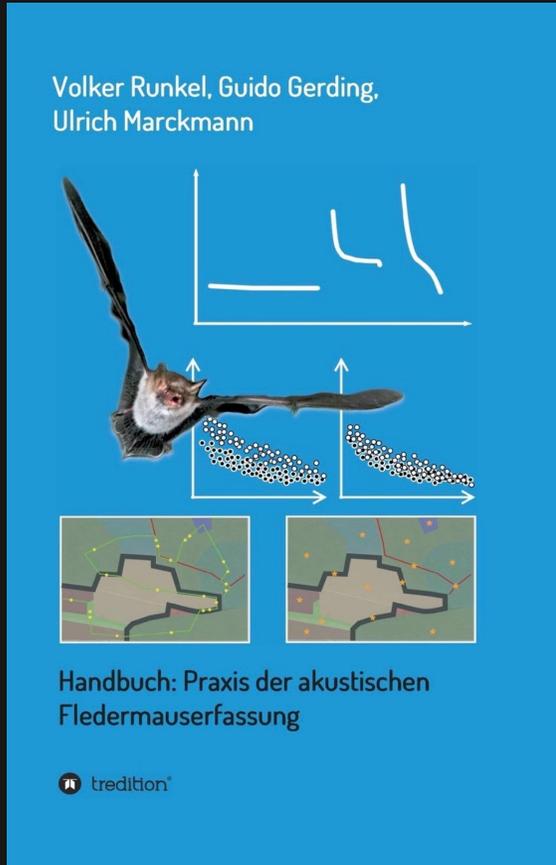
# Planung: Fiktives Beispiel Umgehungsstraße



# ...und dann im Büro, die Rufanalyse am Rechner...

<https://www.lfu.bayern.de/natur/fledermausschutz/lautaufzeichnungen/index.htm>

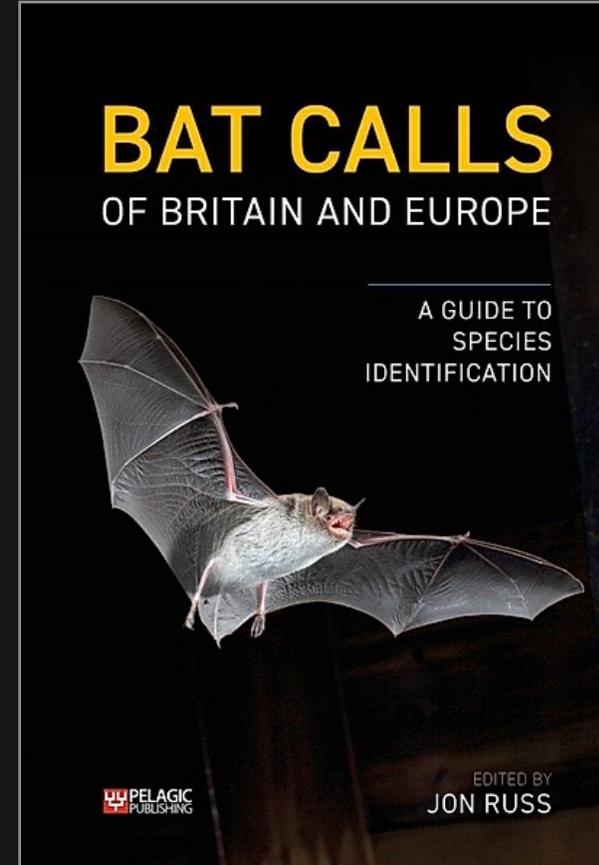




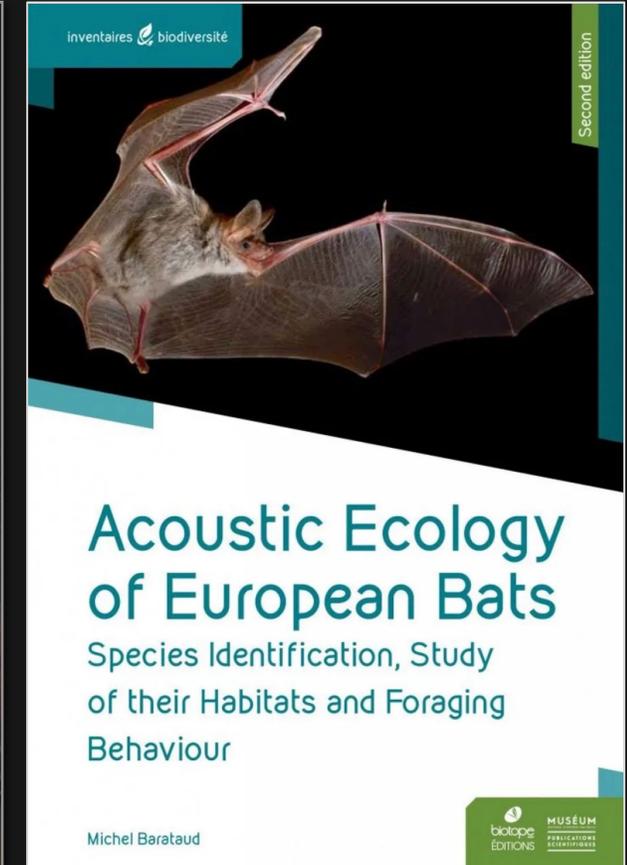
ISBN-13: 978-3746974811



ISBN-13: 978-3894329075



ISBN-13: 978-1784272258



ISBN-13: 978-2366622447

Danke