

Anlage 8 zum

**Rahmenbetriebsplan gemäß § 52 Abs. 2a BBergG für den
„Kiessandtagebau Großer Anger“**

B e r i c h t z u E r g e b n i s s e n b i o l o g i s c h e r U n t e r s u c h u n g e n

**Anhang 1/3 – Allgemeine Hinweise zu Stationärdetektorerfassungen
und Auswertung**

1 PERMANENTERFASSUNGEN / STATIONÄRE ERFASSUNGEN

Zum Einsatz kam das Anabat II System, Titley Electronics, in Kombination mit cf-ZCaim Aufnahmegeräten der gleichen Firma. Die Stromversorgung erfolgte durch handelsübliche Batterien. Allgemeine Hinweise zu Stationärdetektorerfassungen und der Auswertung der Erfassungsdaten sind in Anhang xx detailliert beschrieben

1.1. ALLGEMEINE HINWEISE ZUR ULTRASCHALLDETEKTION

Nachfolgend einige Hinweise zur Detektion und Interpretation von Ultraschallrufen.

1.1.1. DETEKTORTYPEN

Es gibt verschiedene Detektortypen, deren Einsatzgebiet unterschiedlich ist.

Heterodynamische Ultraschallwandler (Heterodyn-Detektoren, Mischer-Detektoren): Hierbei wird der Fledermausruf mit einem Ton genau bestimmter Frequenz gemischt. Es entstehen Interferenzen, deren subtraktiver Teil für Menschen hörbar ist.

Die rufende Art kann durch Eingrenzung des intensivsten Frequenzanteils und durch den Klang mehr oder weniger eingegrenzt werden ([3] und [6]).

Heterodynamische Detektoren sind relativ preiswert und werden deshalb häufig eingesetzt. Der Fledermausruf wird mit diesem Verfahren ohne Zeitverlust hörbar gemacht. Die Empfindlichkeit der Detektoren ist sehr hoch. Weitergehende Analysen des aufgenommenen Rufes sind jedoch nicht möglich bzw. sinnvoll.

Zeitdehnungsdetektoren: Die Rufe werden bei diesem Detektortyp gespeichert und mit zeitlicher Verzögerung abgespielt. Eine geeignete Ausstattung (ausreichende Abtastraten, genügend Speicher etc.) vorausgesetzt, bietet diese Technik die weitestgehenden Möglichkeiten zur Analyse gespeicherter Rufe.

Das verzögerte Abspielen des gespeicherten Rufes verhindert aber eine Echtzeit-Überwachung der Umgebung mit diesem Detektortyp, da während der Abspielzeit keine anderen Rufe gespeichert werden. Bei einem Zeitdehnungsfaktor 10 bedeutet dies, dass nach

1 Sekunde aufgenommenem Ruf mindestens 10 Sekunden kein weiterer Ruf gespeichert werden kann. Weiterhin ist die Empfindlichkeit relativ häufig niedrig.

Frequenzteilungsdetektoren: Bei diesem Verfahren wird das akustische Signal ebenfalls durch ein Mikrofon in elektrische Spannungen umgewandelt. Derartige Spannungsverläufe sind als Sinuswellen darstellbar. Zur Hörbarmachung des Signals wird jeder x-te Durchgang einer Sinuswelle* durch den Nullpunkt (X-Achse) und der Zeitraum zwischen diesen Nulldurchgängen bestimmt. Hieraus kann ein neues, nunmehr hörbares akustisches Signal erzeugt werden.

Bei diesem Verfahren wird der Fledermausruf ohne Zeitverlust hörbar. Die erzeugten hörbaren Signale enthalten noch Informationen über den Frequenzgang des Ursprungssignals, jedoch keine mehr über dessen Amplitude oder Vielfache des Grundtons (Oberschwingungen, Harmonische Obertöne). Dieser Informationsverlust ist bei kurzen, hochfrequenten Signalen am größten.

Frequenzteilungsdetektoren eignen sich besonders für Langzeiterfassungen von Aktivitätsmustern, da sie die Rufe jedes vorbeifliegenden Individuums aufzeichnen. Somit sind z. B. Flugbewegungen entlang sogenannter „Routen“ zwischen Jagdgebieten und Tagquartieren besser zu erfassen, als mit automatisch arbeitenden Zeitdehnungsdetektoren.

Im Gegensatz zu heterodynamischen Detektoren können die Signale hinsichtlich des Frequenzganges ausgewertet werden. Permanent erfassende Frequenzteilungsdetektoren sind somit sogenannten Horchkisten, d. h. Kombinationen aus billigen heterodynamischen Detektoren und Aufnahmegeräten mit Zeitgeber deutlich überlegen, zumal Frequenzteilungsdetektoren Rufe im Gegensatz zu heterodynamischen Detektoren über das gesamte interessierende Frequenzspektrum erfassen.

1.1.2. RUFTYPEN VON FLEDERMÄUSEN

Es lassen sich prinzipiell folgende Ruftypen unterscheiden ([4], [6], [7]):

- Konstantfrequente Rufe (constant frequency, cf): Dieser Ruftyp kommt in Deutschland nur bei den Hufeisennasen (*Rhinolopus spec.*) vor, er wird deshalb auch *Rhinolopus*-Typ genannt. Allerdings können in bestimmten Fällen Rufe des fm/cf-Typs s. u. auf den konstantfrequenten Anteil reduziert sein, z. B. bei der Gattung *Pipistrellus* und bei *Nyctalus noctula*.
- Frequenzmodulierte Laute (frequency modulated, fm): Laute dieses Typs sind insbesondere der Gattung *Myotis* zuzuordnen (deshalb auch *Myotis*-Typ). Wenn durch die Aufnahmebedingungen leisere Oberschwingungen nicht erfasst werden, sind die Aufnahmen den Rufen von Tieren der Gattungen *Barbastella* und *Plecotus* ähnlich. Da insbesondere die *Plecotus*-Arten sehr leise rufen, ist die Unterscheidung dieser Gattung von *Myotis* häufig nicht möglich bzw. die Langohren werden erst gar nicht erfasst.
- Frequenzmodulierte Laute mit konstantfrequentem Schluss (fm/cf): Derartige Rufe sind insbesondere für die Gattungen *Nyctalus*, *Eptesicus*, *Pipistrellus* und *Vespertilio* typisch.

1.1.2.1. RESTRIKTIONEN VON DETEKTORERFASSUNGEN

Die folgenden Ausführungen sind im Wesentlichen aus [3], [4], [5], [6] und [8] zusammengefasst.

Umweltbedingungen beeinflussen die Wahrnehmung bzw. die Aufnahme eines Fledermausrufs. Je höher z. B. die Luftfeuchte ist, desto stärker werden hochfrequente Anteile eines Signals gedämpft. Hierdurch können Analysen von Signalen, die mit Zeitdehnungsdetektoren aufgenommen wurden, erschwert werden.

Ein gleicher Ruf wird ferner unterschiedlich wahrgenommen, je nachdem wie sich die Fledermaus relativ zum Mikrofon bewegt. Dies hängt mit dem Dopplereffekt und damit zusammen, dass hochfrequente Schallwellen stärker gerichtet sind als niederfrequente. Auch Echos können das aufgenommene Signal beeinflussen.

Ortungslaute von Fledermäusen variieren in Abhängigkeit vom Habitat und der Region. Zwar können für die meisten Arten artspezifische Charakteristika ausgemacht werden – diese sind jedoch insbesondere bei den *Myotis*-Arten nach überwiegender Meinung meist nicht für eine sichere Artbestimmung ausreichend. In der Praxis wird bei der Auswertung am Rechner auf veröffentlichte Referenzrufe zurückgegriffen, die auf Grund regionaler Unterschiede des Rufrepertoires jedoch nicht von vornherein als allgemeingültig anzusehen sind.

Auch die Verhaltensweisen der Arten haben Einfluss auf den Erfassungserfolg mit der Detektormethode. Arten, die wie die Langohren (*Plecotus spec.*) oder die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) häufig innerhalb des Laubes nach Insekten suchen und hierbei nur leise Rufe ausstoßen (<10 m Detektionsweite) sind bei Detektorerfassungen prinzipiell unterrepräsentiert [2].

Laute Arten hingegen, deren Rufe wie beim Abendsegler (*Nyctalus noctula*) u. U. bis 100 m weiter zu hören sind, werden häufiger erfasst. Allerdings ist die Erfassung von Rufen über Entfernungen >70 m wohl eher die Ausnahme.

1.1.3. AUSWERTUNG DER DATEN

Die Auswertung der Stationärdetektoren erfolgte mit der Software AnalookW der Firma Titley Electronics.

Die erfassten Daten wurden nach Standorten und Erfassungsperioden sortiert und entsprechend benannt. Anschließend wurden die Rufsequenzen mittels der Filterfunktion in AnalookW entsprechend der in Textabschnitt 1.1.2 beschriebenen Kriterien nach Art bzw. Gattung in folgender Reihenfolge ausgewertet:

- "Nyctaloid",
- *Pipistrellus pygmaeus*,
- *Pipistrellus nathusii*,
- *Pipistrellus spec.*

Die Einstellungen der verwendeten Filterfunktion sind in **Anhang 4/2** dargestellt.

Die Funktionsweise der Filter wurde per Handauswertung überprüft. Hierzu wurden alle Rufsequenzen auf fehlerhafte Zuordnungen kontrolliert (angesichts der hohen Bedeutung von nyctaloiden Rufen einschließlich Rufen der Art *Nyctalus noctula* wurden diese Rufe alle nochmals überprüft), insbesondere um Verwechslungen mit Sozialrufen der *Pipistrellen* auszuschließen).

Alle erfassten Rufsequenzen wurden hierbei einzeln auf Rufe der Gattung *Myotis* kontrolliert.

Rufsequenzen, die mittels der Filterfunktion als Nyctaloid eingestuft wurden, wurden weiter von Hand nach den in Textabschnitt 1.1.3.1 beschriebenen Kriterien den Kategorien "Großer Abendsegler" und "Nyctaloid" zugeordnet.

Jeder erfassten Rufsequenz wurde im Ergebnis eine Artbezeichnung bzw. Gattungszugehörigkeit zugeordnet, nicht gewertete Rufe stammen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht von Fledermäusen (einzelne untypische kurze und von Störgeräuschen überlagerte Rufe könnten sich prinzipiell darunter befinden).

Rufsequenzen, die durch die Filterfunktion keiner der genannten Kategorien zugeordnet wurden, d. h. als Störgeräusche herausgefiltert wurden, wurden alle kontrolliert. Hierbei ergaben sich weniger als 5 % übersehene / falsch zugeordnete Rufe, die nach Überprüfung alle dem Typ *Myotis* zuzuordnen waren.

1.1.3.1. ZUORDNUNG DER RUFEN (STATIONÄRDETEKTOR)

Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)¹⁾: Rufe vom (fm)/cf-Typ mit konstantfrequentem Anteil zwischen 43,5 und 49 kHz. In der Literatur werden für Zwergfledermausrufe verschiedene Grenzfrequenzen angegeben (vgl. Übersicht in [10]).

In Arbeiten an Fledermäusen in Niedersachsen wurde aufgezeigt, dass die Lautvariabilität der Zwergfledermaus sehr groß ist ([9], [10]). In [10] wird anhand von Erfassungen auf vier Untersuchungsflächen in Niedersachsen aufgezeigt, dass die Hauptfrequenzen des „... niederfrequenten Phontyps ...“ zwischen 42,3 und 50,8 kHz liegen. Dieser „niederfrequente Phontyp“ ist der Art Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) zuzuordnen (z. B. [12]).

¹ Herrn W. Rackow sei an dieser Stelle für die Überlassung schwer zu beschaffender bzw. unveröffentlichter Literatur zu diesem Thema gedankt.

Nach [1] kann der cf-Anteil von Rufen der Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) bei 41 kHz liegen. In [9] wurden Endfrequenzen (fudB40) der Zwergfledermaus von 40 kHz erfasst. Somit ist davon auszugehen, dass in Niedersachsen Überlappungen der beiden Arten im Frequenzbereich zwischen 40 und 41 kHz möglich sind. In [9] wird mit Hinweis auf die Lautvariabilität der Zwergfledermaus auf die durchaus denkbare Variabilität der Rufe bei der Rauhautfledermaus verwiesen.

Da im Untersuchungsraum auch wandernde Tiere (Rauhautfledermaus) aus Norden und Osten möglich sind, sind nach Auffassung des Bearbeiters die in Skandinavien ermittelten Werte [1] für eine sichere Eingrenzung der Art anhand von Detektorerfassungen zu Grunde zu legen.

Unter Berücksichtigung all dieser Unsicherheiten wurde von **43,5 kHz** als sichere untere Frequenz für Ansprachen der Zwergfledermaus ausgegangen.

In [10] wird anhand von Erfassungen auf vier Untersuchungsflächen in Niedersachsen aufgezeigt, dass die Hauptfrequenzen des „... *hochfrequenten Phonotyps* ...“ über 49 kHz liegen. In der vorliegenden Untersuchung wurde dieser Wert (49 kHz (cf-Anteil)) zur sicheren Ansprache einer Rufsequenz als Zwergfledermaus zu Grunde gelegt (oberer Grenzwert). Bei allen Artansprachen wurden die Frequenzen von „feeding-buzzes“ nicht berücksichtigt, da diese vom normalen Jagdruf stark abweichen.

Hinweise auf *Myotis*-artige Rufsequenzen sind von Zwergfledermäusen, die im dichten Gebüsch jagen, bekannt. Auf die schwierige Zuordnung solcher Rufe, selbst bei guten Aufnahmen mit Zeitdehnungsdetektoren, wird in [11] ausdrücklich hingewiesen. Derartige Rufsequenzen sind jedoch selten dokumentiert und werden deshalb bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse nicht weiter berücksichtigt.

Rufe mit cf-Anteilen zwischen 41,5 und 43,5 kHz bzw. 49 und 53 kHz wurden der Zwergfledermaus zugerechnet, wenn in der Rufsequenz ein zweites, höher bzw. tiefer rufendes Exemplar nachgewiesen wurde. Diese Vorgehensweise trägt der Tatsache Rechnung, dass Zwergfledermäuse bei der Jagd in Gruppen ihre Frequenzen stark variieren.

Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*): Rufe vom (fm)/cf-Typ mit konstantfrequentem Anteil unter 40,5 kHz. Im Ergebnis von [9] ist nicht auszuschließen, dass hierbei noch einige Zwergfledermäuse miteinbezogen wurden. Nach [1] ist jedoch davon auszugehen, dass Tiere aus Skandinavien bereits ab Frequenzen des cf-Anteils unter 41 kHz als Rauhautfledermäuse anzusprechen sind.

Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*): Rufe vom (fm)/cf-Typ mit konstantfrequentem Anteil über 55 kHz.

Im vorliegenden Fall wurden Rufe mit einem konstantfrequentem Anteil über **55 kHz** sicher der Mückenfledermaus zugeordnet. Rufe, bei denen es zu Überschneidungen in diesem Frequenzbereich mit Rufen der Zwergfledermaus kommt, wurden in die Kategorie Mückenfledermaus/Zwergfledermaus eingestuft.

***Myotis* spec.:** Rufe vom *Myotis*-Typ, die prinzipiell auch bei anderen Gattungen (insbesondere *Plecotus*) zu erwarten sind. Rufe des Großen Mausohrs (*Myotis myotis*) wurden wenn möglich separat bestimmt.

Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*): Rufe vom (fm)/cf-Typ mit konstantfrequentem Anteil zwischen 18 und 23 kHz, teilweise höher. Der cf-Anteil eines Teils der erfassten Rufe lag unter 20 kHz. Entsprechende Rufsequenzen können als gesichert gelten.

Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*): Rufreihen aus zwei unterschiedlichen, sich abwechselnden Typen. Typ A stark frequenzmoduliert um 38-42 bis 25-31 kHz. Typ B 45-55 bis 28-35 kHz. Die Frequenzmodulation ist bei Typ B leicht abnehmend. Der laute Typ A dient der Fernorientierung, der höherer und leisere Typ B der Nahorientierung [13]. Somit sind nicht immer beide Ruftypen in Abhängigkeit der Geländestruktur wahrnehmbar. Rufsequenzen, bei denen beide Typen deutlich erkennbar sind, wurden sicher der Art zugeordnet. Bei Rufsequenzen des Typs A ohne Typ B ist eine Zuordnung nicht sicher möglich. Diese Rufsequenzen sind in der Kategorie "nyctaloid" enthalten.

Nyctaloide Rufe (Nyctaloid): Rufe vom (fm)cf-Typ, deren konstantfrequenter Anteil um 29-23 kHz liegt und die aufgrund der durchschnittlichen Rufabstände wohl eher der Gattung *Eptesicus* zugeordnet werden können oder auf Grund der Qualität nicht weiter zuordenbar sind. Des Weiteren werden hier alle nyctaloiden Rufesequenzen zusammengefasst, die weniger als fünf gute Rufe enthalten und somit anhand der Rufabstände prinzipiell nicht sicher einer Gattung zuzuordnen sind. Somit sind in dieser Kategorie alle nyctaloiden Rufe enthalten, die nicht sicher zwischen den Gattungen *Nyctalus*, *Eptesicus* oder der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) unterschieden werden können.

2 QUELLENNACHWEIS

- [1] AHLEN, J. (1981): *Identification of Scandinavian bats by their sounds*, The Swedish University of Uppsala, Report 6.
- [2] AUDET, D. (1990): *Foraging behaviour and habitat use by a gleaning bat Myotis myotis*, J. Mamm., 71 420-427.
- [3] BARATRAUD, M. (2000): *Fledermäuse – 27 europäische Arten*, deutsche Übersetzung, Musikverlag Edition Ample. Heft einschl. 2 CDs.
- [4] MÜHLBACH, E. (1993): *Grundlagen der Echoortung und der Bestimmung von Fledermäusen mit Ultraschalldetektoren*, Mitteilungen aus der NNA, 4. Jahrgang, Heft 5, S. 56-60.
- [5] OBRIST, M. (1995): *Flexible Bat Echolocation: The influence of Individual, Habitats and Conspecifics on Sonar Signal Design*, Behavioural ecology and sociobiology 36: S. 207-219.
- [6] OBRIST, M.; ZBINDEN, K (1998): *Bioakustikworkshop in Bern*, veröffentlicht in Echolocation und Fledermausanzeiger sowie auf <http://www.wsl.ch/land/biodiversity/PUBLICATIONS/bioacoustics/bioacoust.html>.
- [7] SSF (1995): *Fledermäuse anhand ihrer Ultraschallrufe bestimmen*, Stiftung zum Schutz unserer Fledermäuse in der Schweiz.
- [8] ZAHN, A.; KRÜGER-BARVELS, K. (1996). *Wälder als Jagdhabitate von Fledermäusen*, Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz, S. 77-84.
- [9] BENK, A. (1999): *Zur Lautvariabilität der Zwergfledermaus Pipistrellus pipistrellus: Gruppenjagd im Wald (Eilenriede/Hannover)*, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Zoologische Heimatforschung Niedersachsen, 5. Jahrgang S. 1-14.
- [10] BEINHORN, M. (1999): *Vorkommen und Verbreitung von Phonotypen der Zwergfledermaus Pipistrellus pipistrellus (SCHREBER, 1774) in Nordwestdeutschland*, Diplomarbeit, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, 30.12.1999.

- [11] BRAUN, M; DIETERLE, F. (HRSGB.) (2003): *Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band I*, Eugen Ulmer Verlag.

- [12] SIEMERS; NILL (2000): *Fledermäuse*, BLV.

- [13] SKIBA. (2003): *Europäische Fledermäuse*, Neue Brehm Bücherei, Westarp Wissenschaften.