

Ethologische Studien an Fledermäusen – ein Beitrag zur Landschaftsplanung

LOTHAR BACH

1. Einleitung

Mehrfach wurde die Frage aufgeworfen, wie sich Ethologen in den Naturschutz einbringen können. Neben der Öffentlichkeitsarbeit bieten vor allem spezifische Untersuchungen zum Einfluß von Isolation und zum Verhalten gegenüber potentiellen Gefahren. Die zunehmende Beachtung der Fledermäuse in der Gesellschaft und das zunehmende Wissen über ökologische Ansprüche der Tiere haben dazu geführt, diese gefährdete Artengruppe vermehrt in die Landschaftsplanung zu berücksichtigen.

Es soll sowohl der rechtliche als auch der ökologische Bedarf für die Erfassungen von Fledermäusen in der Landschaftsplanung dargestellt und gezeigt werden.

2. Gesetzliche Grundlage

Fledermäuse zählen zu der am stärksten gefährdeten Tierartengruppe in Deutschland und werden in der Roten Liste geführt (NOWAK et al. 1994). Infolge ihres Rückganges, auch europaweit, genießen die Fledermäuse einen nationalen und internationalen Rechtsschutz. Sowohl deren Einordnung nach § 20e BNatSchG i. V. m. § 1 BArtSchV als vom Aussterben bedrohte und besonders zu schützende Tierarten, als auch eine Reihe weiterer internationaler Abkommen, verpflichten die Bundesrepublik Deutschland zum Schutze der Fledermäuse.

3. Planerische Belange

Um dem Schutz der Fledermäuse in hinreichendem Maße Rechnung zu tragen, ist eine Einbindung von Daten über diese Tiergruppe beispielsweise in der Naturschutz-

und Eingriffsplanung erforderlich. Im Rahmen dieser Planungen geht es darum, neben einer Erfassung der Vegetation, wenige repräsentative Tierartengruppen auszuwählen, die als Bioindikatoren planungsrelevante Parameter der Lebensgemeinschaften darstellen können. Dies ist nötig, um beispielsweise mögliche Auswirkungen der vorgesehenen Eingriffe abschätzen, um gesamtlandschaftliche Zusammenhänge zu begreifen oder um den Erfolg von Schutzmaßnahmen beurteilen zu können (RIECKEN 1992). Zwar können Fledermäuse nicht als Bioindikatoren im engeren Sinne (vgl. SCHUBERT 1985) angesehen werden, doch zeigen LIMPENS et al. (1989), daß sich Fledermäuse durch ihre komplexe Raumnutzung sehr gut eignen, räumlich-funktionale Vernetzungen zwischen verschiedenen Landschaftsteilen zu verdeutlichen.

4. Raumnutzung der Fledermäuse

Der Jahreslebensraum von Fledermäusen setzt sich aus zeitlich, räumlich und funktionell unterschiedlichen Teillebensräumen zusammen. Dazu zählen die jahreszeitlich unterschiedlich genutzten Quartiere und die nacht- und jahreszeitlich unterschiedlich genutzten Jagdhabitats. Quartiere und Jagdgebiete existieren nicht zwingend in unmittelbarer Nachbarschaft. Es werden sogenannte Flugstraßen - bis zu 20 km - genutzt, wobei die Tiere sich an bestimmten Landschaftsstrukturen orientieren.

Quartiere

Fledermäuse besiedeln saisonal und funktionell unterschiedliche Teillebensräume.

Dazu zählen Winter-, Sommer- und Zwischenquartiere, die je nach Art, Saison und Lage kontinuierlich oder wechselhaft genutzt werden. Im Sommer spielen vor allem Weibchenquartiere als Aufzuchtquartiere (Wochenstuben) eine bedeutende Rolle. Diese oft mit 50 bis mehreren hundert Tieren besetzten Quartiere befinden sich je nach Art in Häusern oder Bäumen. Nach Auflösung der Wochenstuben suchen die Tiere zum Teil andere Zwischenquartiere auf. Verschiedene Arten, wie Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), beziehen im August/September Paarungsquartiere. Die Winterquartiere, die ab September/Oktober aufgesucht werden, können durchaus mit den Sommerquartieren übereinstimmen (z.B. bei der Breitflügelfledermaus, *Eptesicus serotinus*), können aber auch in Nachbargebäuden, Nachbardörfern, oder bis zu mehreren hundert Kilometern entfernt liegen. Zwischen Verlassen der Winter- und Aufsuchen der Sommerquartiere beziehen die Tiere erneut Zwischenquartiere.

Insgesamt ist jedoch das Verständnis dieses Themenkomplexes zu gering, um den Wert einzelner Quartiere zuverlässig einschätzen zu können.

Jagdgebiete

Fledermäuse jagen in ganz verschiedenen Habitats. Dabei orientieren sie sich stark an Landschaftsstrukturen. Während Wasser- und Teichfledermäuse (*Myotis daubentoni* und *M. dasycneme*) direkt über dem Wasser jagen, nutzen Zwerg- (*Pipistrellus pipistrellus*) und Rauhhaufledermäuse die uferbegleitenden Gebüsche oder Waldstrukturen.



Abb. 1 Beispielhafte Nutzung eines Dorfes und seiner Umgebung durch Zwergfledermäuse während einer Nacht.

Breitflügel-Fledermäuse jagen entlang Alleen und in Dorfstraßen, während Abendsegler im freien Luftraum hoch über Wiesen und Wäldern Insekten fangen. Die Weise der Jagd und die Wahl der Jagdhabitats sind abhängig von der Art ihrer Orientierungsrufe (NEUWEILER 1983).

Jagdhabitats werden jahreszeitlich gewechselt. Insbesondere in dem nahrungsärmeren Frühjahr und Herbst konzentrieren sich die Tiere auf die wenigen optimalen Habitats, wie beispielsweise Kleingewässer in Waldnähe. Solche zeitlich-räumlichen Engpässe können möglicherweise die Anzahl an Fledermäusen bestimmen, die ein Gebiet zu besiedeln in der Lage sind. Während des nahrungsreicheren Sommers suchen dieselben Tiere auch andere Jagdhabitats auf (s. Kap. 7). Auch im Verlaufe einer Nacht werden Jagdgebiete regelmäßig gewechselt. So ziehen beispielsweise Zwergfledermäuse in kleinen Gruppen während der Nacht auf der Suche nach Insekten durch die nähere Umgebung eines Dorfes (Abb. 1). Dabei werden eine Vielzahl von Landschaftselementen als Jagdgebiete einbezogen. Dies bedeutet, daß nur die Gesamtheit der Jagdhabitats die Zwergfledermauskolonie zu erhalten vermag. Zwischen ihrem Quartier und ihren Jagdgebieten legen Fledermäuse je nach Art oft Distanzen zwischen 2 und 20 km zurück. Dies bedeutet, daß ein günstiges Gelände nicht nur für die vor Ort quartierbeziehenden Fledermäuse von Wichtigkeit ist, sondern möglicherweise auch für Tiere aus weiter entfernten Quartieren.

Flugstraßen

Entscheidend für die Nutzung eines Jagdgebietes ist dessen Erreichbarkeit. Die meisten Fledermäuse pendeln hierzu zwischen Quartier und Jagdgebieten auf regelmäßig benutzten Flugrouten. Diese Flugstraßen können während des Sommers und auch oft über Jahre hinweg beibehalten werden (LIMPENS et al. 1989, LIMPENS & KAPTEYN 1991). Wichtig ist, daß viele Arten dabei auf lineare Landschaftsstrukturen (Hecken, Alleen, etc.) angewiesen sind. Schon Lücken von 50 m in einer Hecke oder starke Beleuchtung können dazu führen, daß Wasserfledermäuse diesen Bereich nicht überbrücken können oder meiden und damit

möglicherweise ihre Jagdgebiete nicht mehr erreichen können (ALDER 1993, LIMPENS & KAPTEYN 1991). Andere Arten wie der Abendsegler sind nicht so stark an solche Leitlinien gebunden.

Es zeigt sich, daß Fledermäuse eine Landschaft in einer vielfältigen und sehr dynamischen Weise nutzen. Ziel von Fledermauserhebungen ist es, die Raumnutzung der verschiedenen Fledermauskolonien innerhalb eines Gebietes und damit die für Fledermäuse wichtigen Habitats und Landschaftsvernetzungen herauszuarbeiten. Bei der wissenschaftlichen Bewertung der Daten ergeben sich jedoch immer wieder Probleme angesichts der Abschätzung des Einflusses geplanter Eingriffe in den untersuchten Lebensraum. Hier wären vermehrte ethologische Forschungen zur Lösung folgender Fragen notwendig und wünschenswert:

- Wie wirken sich Maßnahmen am Quartier auf das Verhalten der Tiere aus?
- Welche Auswirkungen haben Zerschneidungen von Flugstraßen auf das Verhalten von Fledermäusen (z.B. Verlagerung von Flugstraßen, Wechsel/Aufgabe von Quartieren, etc.)?
- Wie wirken sich anthropogene Veränderungen im Jagdnutzen auf die Raumnutzung der Tiere aus?

5. Fledermauserfassungen in der Naturschutz- und Eingriffsplanung

Generell sind Fledermauserfassungen sowohl in der Naturschutz-, als auch in der Eingriffsplanung sinnvoll. Im Vorfeld sollte jedoch geklärt werden, ob überhaupt mit Fledermäusen in dem zu untersuchenden Gebiet zu rechnen ist. Hierzu gehört auch die Auswertung aller verfügbarer Vorinformation (Tierartenerfassungsprogramme der Länder, etc.). Prinzipiell ist davon auszugehen, daß alle gehölzreichen Biotope (Wälder, Hecken, Parkanlagen, etc.), vor allem in Verbindung mit Wasser, als auch dörflich strukturierte Stadtgebiete von Fledermäusen besiedelt werden können.

Eingriffsplanung

Neben den oben genannten Voraussetzungen ist im Vorfeld einer Überlegung, ob Fledermäuse erfaßt werden sollen, zu klären, ob

der jeweilige Eingriff für die Fledermäuse eine Beeinträchtigung darstellen kann. Ist dies mit 50%iger Wahrscheinlichkeit gegeben, so sind Fledermäuse gemäß den Artenschutzbestimmungen in der Eingriffsregelung zu berücksichtigen. In diesem Falle hat eine Kartierung der Fledermäuse folgende Ergebnisse zu erbringen:

- Es ist zu klären, wie sich die räumliche und zeitliche Verteilung der Fledermäuse im Einriffsgebiet und dessen Umfeld darstellt. Dazu ist es wichtig sowohl die unterschiedlichen Jagdgebiete im Laufe des Sommerhalbjahres, als auch innerhalb einer Nacht zu erkunden. Darüber hinaus sollten möglichst viele Quartiere gefunden werden, was eine **Abschätzung** des Fledermausbestandes im Untersuchungsgebiet erleichtert. In Zusammenhang mit den Quartieren sollten möglichst viele Flugstraßen von den jeweiligen Quartieren zu den Jagdhabitats gefunden werden.
- Es ist zu klären, ob und wenn, in welcher Form die Tiere beeinträchtigt werden und wie stark die Beeinträchtigung ist. In besonderen Fällen kann eine Vergleichsuntersuchung Aufschluß darüber geben (siehe Beispiel Kap. 7). Um die Stärke der Beeinträchtigung abschätzen zu können, muß darüber hinaus geklärt werden, wie hoch der Anteil der Tiere – beispielsweise eines Dorfes – ist, der das Eingriffsgebiet nutzt.
- Ist eine Beeinträchtigung absehbar, so ist in diesem Schritt aus **biologisch-ökologischer Sicht** zu werten, ob diese Beeinträchtigung einen starken negativen Effekt auf den Fledermausbestand des Eingriffsgebietes und seiner Umgebung besitzt, oder ob diese Beeinträchtigungen eher vernachlässigbar sind. Desweiteren ist darzustellen, ob und wie diese Beeinträchtigungen vermieden werden können oder ob dieser Eingriff aus **fledermauskundlicher Sicht** abgelehnt werden muß. Kann eine Beeinträchtigung nicht vermieden werden, ist für den Fall der Eingriffsdurchführung anzugeben, welche Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen möglich und notwendig sind.

Naturschutzplanung

Im Rahmen der Naturschutzplanung besteht die Möglichkeit der Einbeziehung der Fledermäuse in die diversen Pläne (Landschaftsrahmen-, Landschafts-, Grünordnungs-, Pflegepläne, etc.). Auch hier ist im Vorfeld zu klären, ob Fledermäuse in diesem Rahmen eine Rolle spielen können und ob planungsrelevante Ergebnisse zu erwarten sind.

Prinzipiell sind auch hier die räumliche und zeitliche Verteilung der Fledermäuse zu untersuchen. Da es sich bei diesen Untersuchungsgebieten aber oft um sehr große Gebiete handelt ist u.U. eine Teilgebietsuntersuchung ausreichend. Diese Teilgebiete sollten repräsentativ für das gesamte Gebiet sein und/oder besondere zu erwartende Konfliktzonen darstellen.

Ziel einer solchen Untersuchung ist es, die Raumnutzung der Fledermäuse darzustellen und damit Vernetzungen der verschiedenen Landschaftsteile innerhalb der jeweiligen Fledermauslebensräume. Darüber hinaus sollen für Fledermäuse wertvolle Bereiche

ausgewiesen werden und mögliche Förderungsmaßnahmen für die lokalen Fledermauspopulationen aufgezeigt werden.

6. Methoden der Erfassung

Die Erfassung der Fledermausfauna und deren Raumnutzung erfordert eine andere Vorgehensweise als die meisten anderen faunistischen Kartierungen. Während beispielsweise bei einer Brutvogelerfassung feste Brutreviere der einzelnen Arten erfaßt werden, gilt es, Tiere mit einer sehr dynamischen Lebensweise in ihrem weitaus komplizierteren Wechsel der Nutzung einer Landschaft zu erfassen. Generell sollte dabei die Erfassung

- der verschiedenen **Jagdgebiete**
- der jeweiligen **Flugstraßen**
- der **Quartiere** erfolgen.

Hierzu existieren eine Reihe unterschiedlicher Erfassungsmethoden, die nachfolgend nur kurz vorgestellt werden sollen, da hierzu eine Reihe von Veröffentlichungen existieren (BRINKMANN et al. 1996, JÜDES 1988, LIMPENS 1993, VIERHAUS 1988).

Grundsätzlich muß für alle Methoden eine ausreichende Erfahrung vorliegen, bevor eine Kartierung begonnen wird. Dies gilt, um Fehlbestimmungen vorzubeugen und vor allem auch um die Belästigung der Tiere (Fang, Dachbodenkontrollen) so gering wie möglich zu halten.

- **Detektorerfassung** zur Erfassung von Jagdhabitaten, Flugstraßen und zur Quartiersuche. Als Bestimmungshilfe hierbei können AHLÉN (1990a, b), LIMPENS & ROSCHEN (1995), WEID (1988) und WEID & HELVERSEN (1987) dienen.
- **Netzfang** zum Nachweis mit dem Detektor nicht erfassbarer Arten, zur Bestätigung unsicherer Arten, und zur Klärung des Fortpflanzungsnachweises (Genehmigungspflichtig!). Bestimmungshilfen: SCHÖBER & GRIMMBERGER (1987, HELVERSEN (1989).
- **Dachboden- und Winterkontrollen** sind Genehmigungspflichtig! Bestimmungshilfen: siehe Netzfang.
- **Öffentlichkeitsarbeit** u. a. zur Quartiersuche

7. Beispiel:

Planung einer Straßenbahntrasse

Geplant ist die Verlängerung einer Straßenbahnlinie aus Bremen heraus ins östlich angrenzende Lilienthal. Für diese geplanten ca. 4 km lange Strecke existierten zwei alternative Trassenvorschläge. Trasse A verläuft auf der schon bestehenden, stark befahrenen Hauptstraße Lilienthals, Trasse B zirka 200 m entfernt parallel der Hauptstraße auf einem Radweg durch verschiedene Wohngebiete und z.T. bisher unbebautes Gelände.

Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, wie die Fledermäuse die beiden Streckenführungen nutzen und ob es durch den Betrieb der Straßenbahn mit negativen Folgen für Fledermäuse zu rechnen ist. Außerdem mußte geklärt werden, ob sich Fledermäuse durch den Betrieb der Straßenbahn (Fahrbetrieb, Hochleitungen) negativ beeinflussen lassen.

Als Methode wurde die Detektorerfassung gewählt. Während fünf Begehungsterminen zwischen Mai und August wurden jeweils in drei Nachtzeiten (Abenddämmerung, Nacht, Morgendämmerung) das gesamte Untersuchungsgebiet, d.h. beide Trassen und angrenzende Flächen nach jagenden Fledermäusen abgesucht. Beide Dämmerungsphasen wurden dazu genutzt, um Flüßstraßen und Quartiere zu finden. Darüber hinaus wurde eine bestehende Straßenbahnstrecke auf 1,5 km Länge nach Fledermäusen kartiert, um mögliche Einflüsse festzustellen.

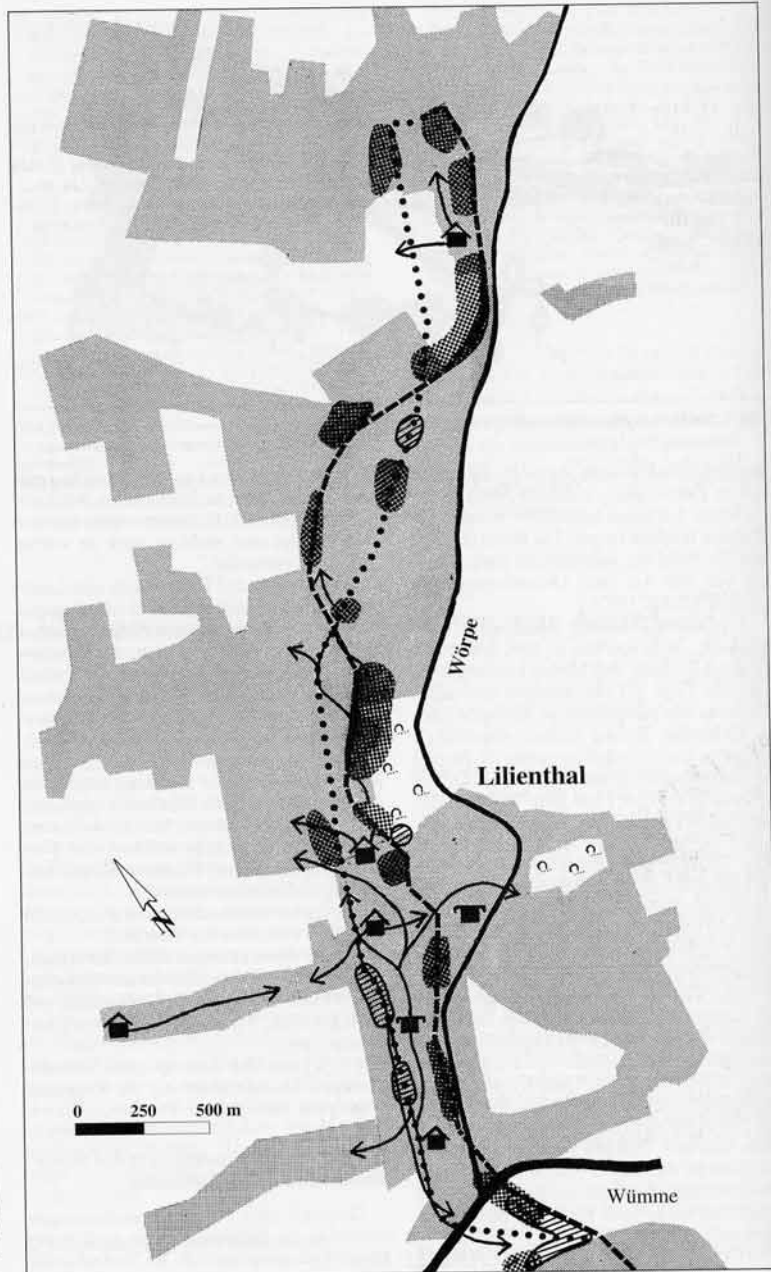


Abb. 2 Raumnutzung der Breitflügel- und Zwergfledermaus entlang der geplanten Trassenverläufe.

Es wurden regelmäßig genutzte Jagdgebiete von 5-6 Fledermausarten nachgewiesen. Als planungsrelevante Arten erwiesen sich vorwiegend die Breitflügel-Fledermaus (*Eptesicus serotinus*) und die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). Dabei stellte sich heraus, daß die Breitflügel-Fledermaus vorwiegend im Bereich der beleuchteten und größtenteils mit alten Bäumen gesäumten Hauptstraße jagten (Abb. 2). Dagegen jagten die Zwergfledermäuse fast ausschließlich im westlichen, nicht beleuchteten Bereich

Legende:

- Trasse A
- Trasse B
- ▨ Jagdgebiet der Breitflügel-Fledermaus
- ⌂ → Quartier und Flugstraße der Breitflügel-Fledermaus
- ▨ Jagdgebiet der Zwergfledermaus
- ⌂ → Quartier und Flugstraße der Zwergfledermaus

der Trasse B und während des Frühjahrs im Wümm-Außendeichbereich (Abb. 2). Die Außendeichflächen wurden im Mai/Anfang Juni stark befliegen und nachfolgend verlassen. Ab Mitte Juni jagten sie im Dorf verteilt, verließen jedoch auch in stärkerem Maße den Dorfbereich, um im umliegenden Grünland zu jagen.

Zusätzlich wurden 12 Quartiere, vor allem von Breitflügel- und Zwergfledermaus (Abb. 2) gefunden, von denen ca. 15 Flugstraßen ausgehen.

Ein großer Teil der mindestens 100 Tiere zählenden Population der Breitflügel-Fledermaus jagte im Umfeld der Trasse A. Von dem größten Teil der mindestens 160 Tiere starken Zwergfledermauspopulation wurde die Trasse B als Flugstraße in die Jagdgebiete außerhalb genutzt, als Jagdgebiet selbst wurde diese Trasse nur wenig aufgesucht.

Da den Jagdbiotopen dieser bedrohten Tiergruppe, insbesondere in der Nähe der Wochenstuben hinsichtlich der Beschaffenheit und der räumlichen Korrespondenz zu anderen Teillebensräumen eine besondere Bedeutung zukommt, muß zunächst vor einem starken Ausbau von Abschnitten der Trasse B vom Radweg zur Straßenbahntrasse gewarnt werden. Vor allem eine verstärkte Straßenbeleuchtung kann zum Verlust dieser Flugrouten und möglicherweise zur Aufgabe des direkt angrenzenden Quartiers führen (z.B. BLAB 1980). Relevante Beeinträchtigungen der Eignung als Jagdhabitat und/oder Flugstraße für die Breitflügel-Fledermaus entlang der Hauptstraße (Trasse A) sind nur dann zu erwarten, wenn mit dem Bau der Straßenbahnlinie eine Beseitigung der straßenbegleitenden Bäume einhergeht. Wie die Untersuchungen entlang schon bestehender Straßenbahnlinien in Bremen zeigt, stellen Oberleitungen wenige bis keine sichtbaren Nachteile für die Breitflügel-Fledermäuse dar. Erneute Auswertungen einer, in den Jahren 1991 und 1992 durchgeführten Fledermauskartierung Bremens (RAHMEL et al. 1995), bestätigen dies.

Die größte Beeinträchtigung würde die Fledermausfauna erfahren, wenn der Wümm-Außendeichbereich durch eine neue Brücke zerschnitten würde. Vor allem die damit einhergehende Aufhellung durch Lampen würde

Jagdbiotope der Wasser- und Zwergfledermaus stark negativ beeinflussen.

Aufgrund der oben dargestellten Bedeutung der beiden Trassen für die Fledermausfauna im Zusammenhang mit den oben genannten, zu erwartenden Beeinträchtigungen stellt die Verwirklichung der Trasse B den größeren Eingriff dar als Trasse A. Die letztgenannte Trasse sollte, unter der Berücksichtigung, daß keine straßenbegleitenden Bäume entfernt werden, lediglich einen geringen Effekt auf die Fledermausfauna ausüben. Daher ist diese Variante aus Sicht des Fledermausschutzes eindeutig zu bevorzugen. Von einer Trassenführung durch das Wümm-Außendeichgelände jenseits der Hauptstraße ist unbedingt abzuweichen.

Zusammenfassung

Fledermäuse sind aufgrund ihrer Gefährdung und ihrer komplexen, verschiedene Landschaftsräume nutzenden Lebensweise in der Naturschutz- und Eingriffsplanung zu berücksichtigen, sofern planungsrelevante Ergebnisse zu erwarten sind. Die Weise ihrer je nach Art komplexen Raumnutzung von Quartier, Flugstraßen und wechselnden Jagdgebieten lassen Landschaftszusammenhänge erkennen, welche durch die Erfassung anderer Artengruppen nicht aufgezeigt werden können. Zur Erfassung der Fledermausfauna ist eine Kombination verschiedener Erfassungsmethoden notwendig. Ein Praxisbeispiel aus der Eingriffsplanung zeigt, wie sich Fledermausdaten in die Planung einbringen lassen.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei P. BURKHARDT für die Erstellung der Abbildungen und F. PRÜSER und H. LIMPENS für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Der BSAG (Bremer Straßenbahn AG) gilt mein Dank für die Genehmigung zum Veröffentlichen der Fledermauserfassung im Rahmen der Verlängerung der Straßenbahnlinie 4.

Literatur

AHLÉN, L. (1990a): Identification of bats in flight. - Swedish Society for Conservation of Nature.
 AHLÉN, L. (1990b): European bat sounds - 29 species flying in natural habitats. - Swedish Society for Conservation of Nature, Kassette.
 ALDER, H. (1993): Licht - Hindernis auf Flugstraßen. - FMGR-Info 1, 5-7.
 BLAB, J. (1980): Grundlagen für ein Fledermaushilfsprogramm - Themen der Zeit Nr. 5. Greven.
 BRINKMANN, R., L. BACH, C. DENSE, H.J.G.A. LIMPENS, G. MÄSCHER & U. RAHMEL

(1996): Fledermäuse in der Naturschutz- und Eingriffsplanung. - Naturschutz u. Landschaftsplanung 28, 229-236.
 HELVERSEN, O.v. (1989): Bestimmungsschlüssel für die europäischen Fledermäuse nach äußeren Merkmalen. - Myotis 27, 41-60.
 JÜDES, U. (1988): Zur Organisation von Öffentlichkeitsarbeit sowie Aus- und Fortbildung im Fledermausschutz. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt Umweltschutz 81, 53-58.
 LIMPENS, H.J.G.A. (1993): Fledermäuse in der Landschaft. - Eine systematische Erfassungsmethode mit Hilfe von Fledermausdetektoren. - Nyctalus 6, 561-575.
 LIMPENS, H.J.G.A., W. HELMER, A. VAN WINDEN & K. MOSTERT (1989): Vleermuizen (Chiroptera) en lintvormige landschapselementen. - Lutra 32, 1-20.
 LIMPENS, H.J.G.A. & K. KAPTEYN (1991): Bats, their behaviour and linear landscape elements. - Myotis 29, 39-48.
 LIMPENS, H.J.G.A. & A. ROSCHEN (1995): Bestimmung der mitteleuropäischen Fledermausarten anhand ihrer Rufe. - NABU-Projektgruppe „Fledermauserfassung Niedersachsen“, Bremervörde.
 NEUWEILER, G. (1983): Echolocation and Adaptivity to Ecological Constraints. - In: HUBER, F. & H. MARKL (Hrsg.): Neuroethology and Behavioral Physiology. - Berlin.
 NOWAK, E., D. HEIDECHE & J. BLAB (1994): Rote Liste und Artenverzeichnis für das Deutschland vorkommenden Säugetiere (Mammalia). - Schriftenreihe Landschaftspflege u. Naturschutz, H. 42, 27-58.
 RAHMEL, U., L. BACH, M. RODE, A. ROSCHEN & H. KLÖSER (1995): Zur Verbreitung der Fledermäuse in der Stadt Bremen. - Abh. Naturw. Verein Bremen 43, 141-163.
 RIECKEN, U. (1992): Planungsbezogene Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen - Grundlagen und Anwendung. - Schriftenreihe Landschaftspflege u. Naturschutz 36, 1-187.
 SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER (1987): Die Fledermäuse Europas: kennen - bestimmen - schützen. - Stuttgart.
 SCHUBERT, R. (1985): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. - Stuttgart.
 VIERHAUS, H. (1988): Wege zur Bestandsermittlung einheimischer Fledermäuse. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt Umweltschutz H. 8, 59-62.
 WEID, R. (1988): Bestimmungshilfe für das Erkennen europäischer Fledermäuse - insbesondere anhand der Ortungsrufe. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt Umweltschutz H. 8, 63-72.
 WEID, R. & O.v. HELVERSEN (1987): Ortungsrufe europäischer Fledermäuse beim Jagdflug im Freiland. - Myotis 25, 5-27.

Lothar Bach
 Hamfhofsweg 125 b
 D-28357 Bremen

Akustische Bioindikation

GÜNTER TEMBROCK

Bioindikation im weiteren Sinne soll hier definiert sein als Erfassung der Korrelation biologischer Parameter mit bestimmten Umweltfaktoren (vgl. SCHUBERT 1991), für die ein Organismus oder eine Gemeinschaft von Organismen definierte Toleranzbereiche aufweist, die durch seine ökologische Potenz vorgegeben sind. Damit sind Bioindikatoren „Zeiger“ für bestimmte Umweltfaktoren.

Dieser „allgemeinen Bioindikation“ steht die „spezielle Bioindikation“ gegenüber, bei der die genannten Eigenschaften benutzt werden, um (anthropogene) Einflüsse auf das

Ökosystem zu erfassen. Dabei lassen sich unterscheiden:

- unspezifische Bioindikation, bei der eine Korrelation mit einem Faktor nicht besteht oder nachweisbar ist,
- spezifische Bioindikation, bei der die erfaßten Parameter mit einem definierten Umweltfaktor korreliert sind,
- akkumulative Bioindikatoren durch Anreicherung von Einflußgrößen,
- direkte Bioindikation, bei der ein Umweltfaktor unmittelbar wirksam ist,
- indirekte Bioindikation, bei der ein Umwelt-

faktor mittelbar (z.B. über die Nahrungskette) wirksam wird,

- passive Bioindikation, bei der durch Erfassung relevanter Parameter auf Einwirkungen von (anthropogenen) Umweltfaktoren geschlossen werden kann (es werden gegebene Bedingungen indikatorisch genutzt),
- aktive Bioindikation, bei der gezielt Umweltfaktoren gesetzt und Korrelationen mit bestimmten Änderungen der Indikatorart erfaßt werden.

Diese von uns 1980 eingeführte Unterscheidung (vgl. TEMBROCK 1982, 1985, 1991)