

Die Einwirkung urbaner Strukturen auf Fledermäuse, dargestellt am Beispiel der Stadt Stade (Niedersachsen)

Von WOLFGANG KURTZE, Stade

Mit 6 Abbildungen

Abstract

The effect of urban structures on bats, represented by the example of the city Stade (Lower Saxony)

Food shortage is an important factor for a decline in the bat population. This work deals with the food supply by insects using the example of the city of Stade, lower Saxony, Germany. We demonstrate that the populations of Serotine (*Eptesicus serotinus*) and Noctule (*Nyctalus noctula*) is strongly correlated with the actual condition of the necessary biotopes such as city-forest, cemeteries or solitary trees. Similar findings are made in the case of the Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*). The bat population suffers significantly if the environment lacks in structural and floristic diversity. Particular problems arise due to urban barriers, scales surfaces, and artificial light sources. Gardening measures aiming at wild plants have similar impact. Connecting systems often lack a substantial distribution to compensate the effects named above. Bats can be seen actively managing the insect-population in order to serve the insect reservoir.

However, these measures will not overcome the decline of Daubenton's bat and Serotine completely. We discuss other urban development activities which might potentially sustain the bat population. But we note that their influence is still weak compared with those caused by current industrial agriculture.

Zusammenfassung

Nahrungsmangel ist ein entscheidender Faktor beim Rückgang des Fledermausbestandes. Am Beispiel der Stadt Stade kann nachgewiesen werden, dass Breitflügel-fledermaus (*Eptesicus serotinus*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*) vom Bestand der Insekten stark abhängig sind. Sie nutzen je nach Diversität und Zustand ihre Nahrungsbiotopie wie Stadtwald, Friedhöfe und Solitär-bäume. Ähnliche Abhängigkeiten lassen sich bei Wasserfledermäusen (*Myotis daubentonii*) feststellen. Fehlt die strukturelle und floristisch-bezogene Artenvielfalt, dann nimmt der Fledermausbestand in der Stadt Stade ab. Als problematische und sich negativ auswirkende Faktoren stellen städtebauliche Barrieren, versiegelte Flächen und Lichtquellen dar. Gärtnische Eingriffe mit der Absicht, Wildpflanzen zu entfernen, haben ähnlich problematische Folgen. Vorhandene Verbundsysteme werden genutzt, fehlen

aber in der Fläche. Möglicherweise kann ein Biotop-Management durch die Fledermäuse selbst den Bestand an Nahrungstieren noch sichern, indem Nahrungsbiotopie nicht leer gefangen werden. Dennoch ist erwiesen, dass der Rückgang von Wasserfledermaus und Breitflügel-fledermaus in Stade evident ist.

Es werden Vorschläge unterbreitet, inwiefern eine Stadt wie Stade ökologische Optimierungen vornehmen könnte, um den Fledermausbestand eine Zeitlang zu sichern. Einige Verbesserungen wurden bereits vorgenommen. Jedoch erscheinen manche Ansätze nahezu aussichtslos, weil den Veränderungen in der Agrarlandschaft durch Verwaltung von Stadt und Landkreis kaum entgegengewirkt werden kann.

Keywords

Bats, *Chiroptera*, urban structures, food shortage, urban barriers, food management.

Schlüsselwörter

Fledermäuse, *Chiroptera*, urbane Strukturen, Nahrungsmangel, städtebauliche Barrieren.

1 Einführung

Die Funktion von Fledermäusen in urbanen Ökosystemen wird in der Regel unterschätzt. Fledermäuse sind relevante Bioindikatoren. Sie geben sensible Hinweise auf die Werte städtischer Kleinbiotopie und auf Bioindikationen. Damit verbunden sind quantifizierbare Analysen im Hinblick auf die strukturelle Diversität und Artendiversität innerhalb urbaner Areale (HOBÖHM 2000). Im Hinblick auf die Artenvielfalt liegen für den norddeutschen Raum z. B. die Arbeiten von SCHRÖDER & WALTER (2002) oder WIERMANN & REIMERS (1995) vor. Fledermäuse reduzieren und regulieren Insektenbestände. Andererseits wirken sich städtische Bereiche und deren Ökofak-

toren auf den Bestand der Fledermäuse aus. Übertemperaturen, Versiegelungen oder die Anzahl der Höhlenstrukturen limitieren oder fördern das Vorkommen mancher Fledermausarten erheblich. Einzelne Arbeiten erbrachten signifikante Hinweise darauf, welche Faktoren den Fledermausbestand in der Stadt beeinflussen können. SCHORLING (2009) untersuchte, inwiefern Grünflächen und Gewässer Einfluss auf die Verbreitung der Fledermäuse haben. Stark antibiotisch wirkende Faktoren wie Beleuchtung oder Straßenverkehr (z. B. HAENSEL & RACKOW 1996, EISENBEIS & HASSEL 2000, EISENBEIS & EICK 2011) waren mehrfach Gegenstand von Studien.

Diese Arbeit versucht am Beispiel einer norddeutschen Stadt den Einfluss wesentlicher urbaner Strukturen auf den Fledermausbestand dazulegen. Im Detail wird erörtert, welche Faktoren die Diversität an Fledermausarten beeinflussen können und welche Optimierungen im Rahmen der Stadtplanung möglich sind. Die Untersuchung lässt sich am Beispiel der Stadt Stade gut durchführen, weil hier typische urbane Strukturen wie Gewässer, Solitär bäume, Stadtwald, Friedhöfe oder Gärten vorhanden sind. Intensiv bewirtschaftete Agrarflächen beeinflussen in den letzten Jahren die stadtnahen Biotopstrukturen erheblich.

2 Beschreibung der Strukturen und der Untersuchungs-Schwerpunkte

Die Hansestadt Stade (Niedersachsen, 46.000 Einwohner) liegt westlich von Hamburg am Südufer der Unterelbe. Die städtische Region wird von einem sandigen Geestbereich (Rote-Liste-Region und Naturraum der „Stader Geest“) einerseits und in der Flussmarsch gelegenen Stadtteilen andererseits eingenommen. Die Geestrandlage ermöglicht einen Aufwuchs von Buchenmischwald, der disperse Areale innerhalb und außerhalb der Stadt einnimmt. Die kleinflächigen Buchenwälder haben teilweise einen typischen Hallencharakter ausgebildet. Die Gewässer sind sehr unterschiedlich gestaltet: Von der Tide geprägte Gewässer (Elbe und Nebenfluss Schwinge) beeinflussen Fledermaus-Populationen ebenso wie verschiedene

Stillgewässer. Diese Tümpel und Teiche sind sämtlich eutroph. Die städtischen Siedlungsbereiche zeigen eine horizontale Gliederung. Im Zentrum befindet sich ein an Biomasse spärliches Gebiet mit hoher Versiegelung und Splittergrün. Nahezu ringförmig und teilweise auf alten Wallanlagen ist ein Villenviertel gelegen, das von Alleen, Gärten und Vorgärten mit vielen Neophyten geprägt ist. Die städtische Randzone in Stade weist teilweise sehr alte Schrebergärten auf. Friedhöfe und Parks sind sehr unterschiedlich gelegen, weil sie über das gesamte Untersuchungsgebiet verstreut sind. Einige intensiv bewirtschaftete Areale reichen in den städtischen Bereich hinein: im Osten sind es Obstbau-Flächen (Altes Land), im Westen und Norden Grünländereien (Kehdingen), im Süden typische Vermaischungszonen. Eine große Industriezone ist im Norden und am Elbufer gelegen (Dow-Chemie, AOS). Die ringförmigen Objekte unterbrechen das Schwingetal.

Die Stadt Stade hat noch kein klares strukturelles Konzept, mit dem der Bestand der Fauna langfristig gesichert werden könnte. Das Tal der Schwinge ist als Grünachse und als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen. Es ist des weiteren als Überschwemmungsgebiet ausgewiesen, das nach Starkniederschlägen die Stadt vor Überflutungen schützen kann. Der Grüngürtel in der Innenstadt umfasst den ehemaligen Bereich der sternförmig ausgebildeten Bastionen. Er setzt sich – mit Unterbrechungen – bis in die Elbniederung fort. In den letzten Jahren hat dieser Bereich durch gärtnerisch-kosmetische Maßnahmen und Baumfällungen in seiner ökologischen Bedeutung gelitten.

3 Methodik

Die vielfältigen Umweltbedingungen machen mehrfach Vergleiche möglich. So lassen sich Präferenzen von unterschiedlich strukturierten Gewässern, Parks, Gärten, Friedhöfen oder Wäldchen gewinnen (Abb. 1). Dazu wurden die Areale von 2000-2011 aufgesucht und mit dem Detektor abgehört. Intensivere Analysen fanden 2011 statt, in deren Rahmen städtische Waldbereiche und Gewässer (w) genauer untersucht wurden. Vergleiche zwischen

den Arealen ergaben sich – wenn nicht anders vermerkt – durch halbstündliche Besuche, in deren Verlauf mit Hilfe des Detektors die Anzahl der Kontakte gemessen wurde. Zusätzlich sind punktuelle Beobachtungen eingebracht. Die Begehungen der Fledermaus-Areale erfolgten an warmen Abenden und nach dem Ende der Dämmerung. Dadurch war die Wahrscheinlichkeit hoch, viele Fledermäuse während des Nahrungsfluges zu ermitteln. Zur Bearbeitung der Thematik werden ausschließlich Kontakte der Arten herangezogen, die für den urbanen Bereich bedeutsam sind und sich für statistische Betrachtungen eignen. Einzelfunde (z. B. Beobachtungen der Zweifarbfledermaus,

Vespertilio murinus) oder dispers verbreitete Arten (Kleine/Große Bartfledermaus, *Myotis mystacinus*/*M. brandtii*) finden in dieser Arbeit keine Berücksichtigung. Zur Beurteilung der Resultate wurde der Vierfelder-Test herangezogen. Als Abundanz werden 0-2 und 3 oder mehr Individuen angenommen, die dem Bestand der Population gerecht werden (MÜHLENBERG 1993). Der Bodenkennwert (BKW) erhält für den natürlich anstehenden Boden den Wert 1, Dachflächen BKW 0. Unter dem Terminus „Neophyt“ werden etablierte Neophyten verstanden (GARVE 2004). Bei textlicher Verwendung und Erläuterung der untersuchten Areale werden die entsprechenden Ziffern in Abb. 1 genutzt.

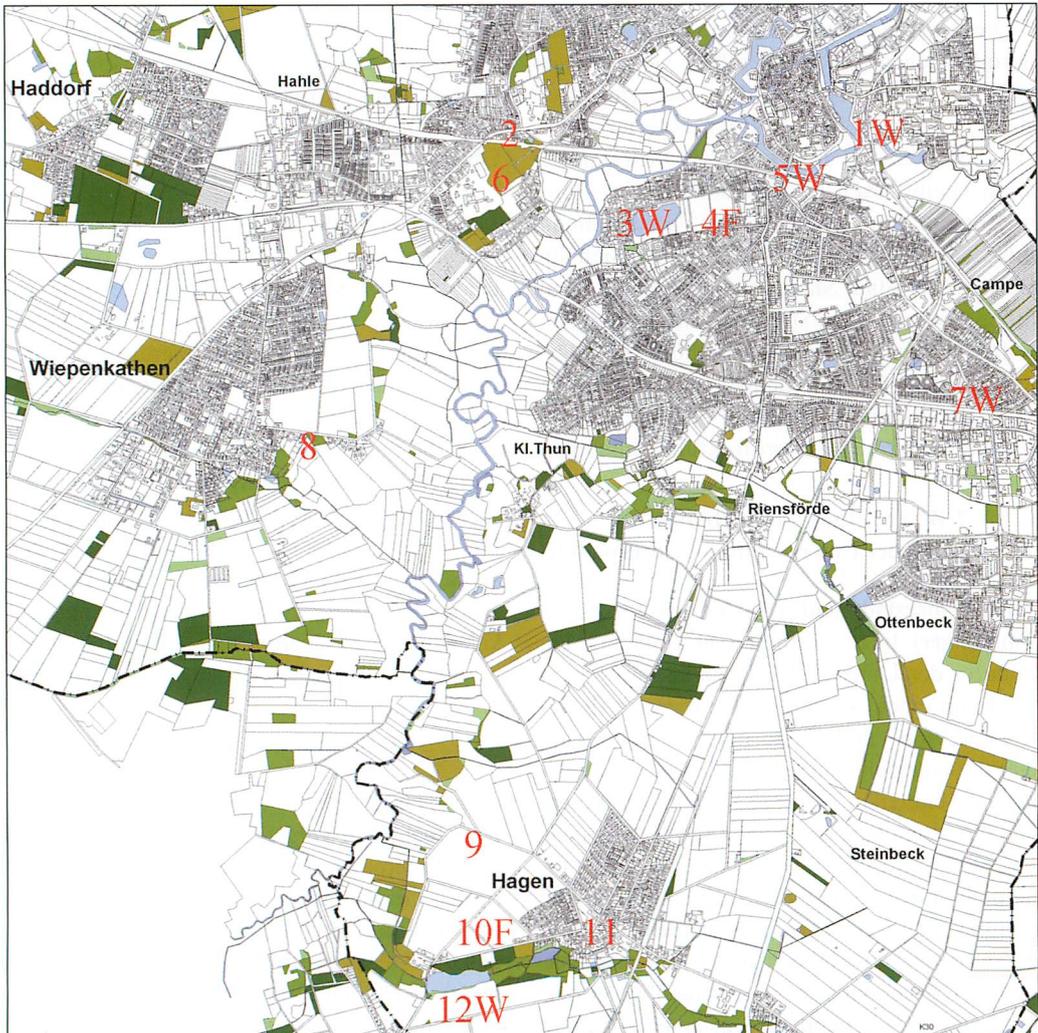


Abb. 1. Verteilung der Untersuchungsgebiete in Stade. Die Nummern werden im Text benutzt. W – Gewässer, F – Friedhof. Dunkelgrün: Nadelwald, hellgrün: Misch- und Laubwald, blau: Gewässer. Quelle: Hansestadt Stade.

4 Ergebnisse der Bestandsaufnahmen in der Übersicht

Der urbane Bereich von Stade wird von sechs Charakterarten bestimmt, die sich in ähnlichen Erfassungen von WIERMANN & REIMERS (1995) oder SCHRÖDER & WALTER (2002) als dominant herausstellten. Am häufigsten ist die Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*). Sie befliegt die verzweigten Fluss-, Auen- und Grabensysteme der Stadt. Kernareale bilden

größere Teiche und der Fluss Schwinge, der Stade als Achse bis zur Elbe durchzieht (Abb. 2). Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) sind subdominant und nehmen als Generalisten sowohl Waldränder und Hecken als auch Alleen als Jagdareale an. Hauptjagdgebiet des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) ist der Stadtwald „Schwarzer Berg“ (6). Die Einfluglinie verläuft entlang der Bahntrasse (2). Befunde aus 2011 lassen aber vermuten, dass zum Teil massive Einflüge (bis zu ca. 60

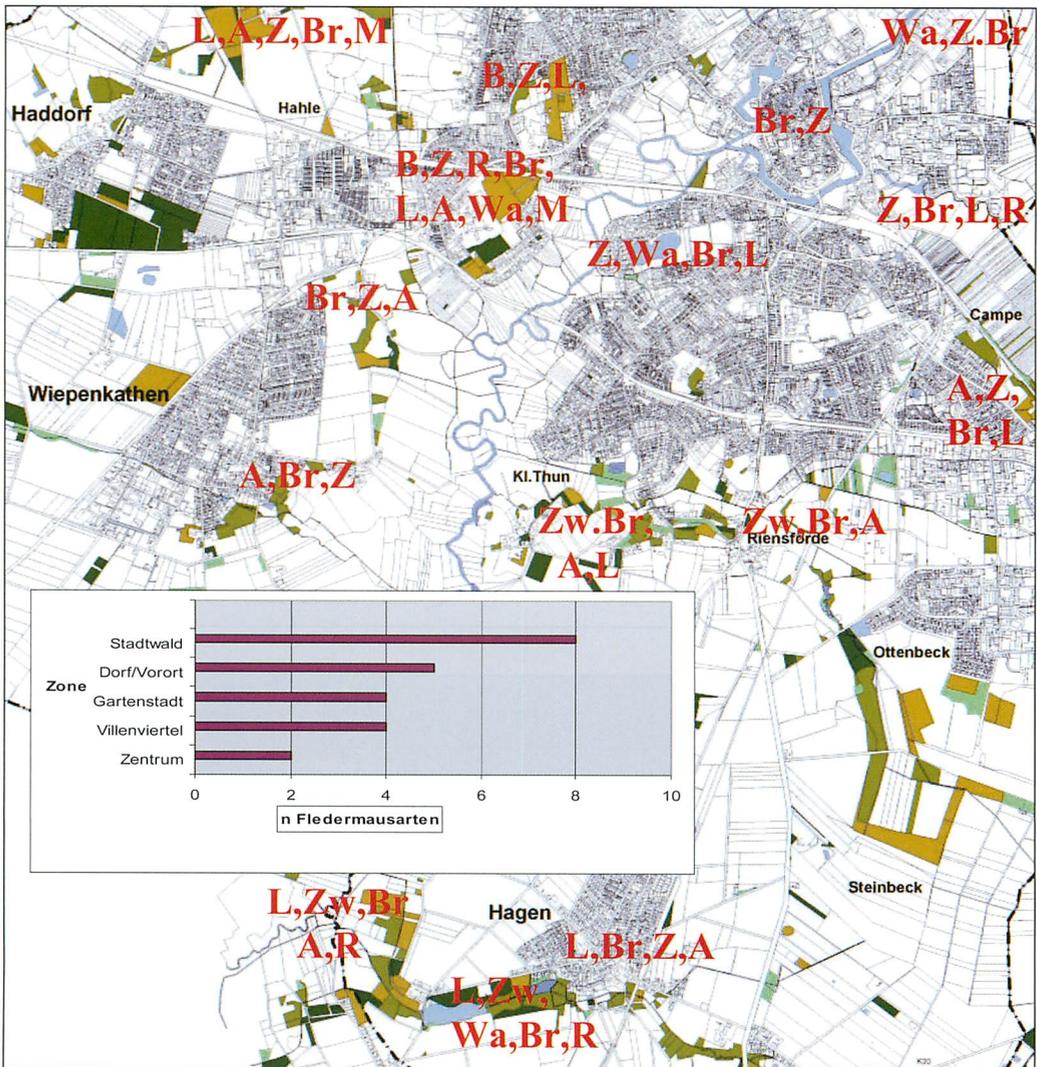


Abb. 2. Arten-Diversität in ausgewählten Bereichen von Stade. L – Braunes Langohr (*Plecotus auritus*), Br – Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*), Z – Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), A – Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), R – Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), B – Kleine/Große Bartfledermaus (*Myotis mystacinus/M. brandtii*), W – Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*), M – Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*).

Detektorkontakte/h) aus Waldgebieten außerhalb der Stadt erfolgen müssen. Es scheint sicher, dass die Tiere von ihrem Haupt-Jagdgebiet aus problemlos die 10km-Luftlinie überwinden, um im Stader Stadtwald (6) nach Nahrung zu suchen (KURTZE et al. 2011). Sehr typisch für Norddeutschland und Stade ist der Nachweis der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*). Die Art befindet sich im Kernbereich der Stadt (z. B. 1, 2, 4, 11). Typische Leitstrukturen wie hohe Hecken oder Alleen werden präferiert. Das Braune Langohr (*Plecotus auritus*) besiedelt mit Unterholz bewachsene Waldbereiche. Das Areal ist sehr dispers (6, 11). Auch die Nachweise der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) lassen kein zusammenhängendes Areal erkennen. Die Teilareale befinden sich verstreut in den Bruch- und Auwäldern des Schwingetals, von denen aus die Individuen in Wäldchen und gelegentlich in den Stadtwald einfliegen. Der Überblick zeigt, dass im Stadtzentrum weniger Individuen und Arten vorhanden sind, und die Diversität nimmt zum Randbereich hin zu (Abb. 2).

5. Diskussion: Funktion städtischer Strukturen in Stade

5.1 Gebäude

Synanthrope Arten wie *E. serotinus* sind auf Gebäude mit Nischen, Spalten oder unterschiedlich strukturierte Dachböden angewiesen (KURTZE 1991). Partiiell gilt dies auch für *P. auritus* und *P. pipistrellus*, die innerhalb von Stade häufiger auftreten. In den letzten Jahren wurden die Gebäude aber vermehrt isoliert und versiegelt. Dachräume sind inzwischen ausgebaut und neuer Wohnraum ist geschaffen worden. Staatliche Förderungen forcieren die Nachfrage nach Dämmstoffen (www.ceresana.com). Die baulichen Maßnahmen haben besonders im Bereich der Stadt Stade zugenommen, denn im Norden Deutschlands liegen im Vergleich zu anderen Regionen die Dämmungsraten besonders hoch (www.bremer-energie-institut.de). Es muss damit gerechnet werden, dass in jedem Jahr nahezu 2 % der Dächer saniert werden. Im Bereich der Außenwände beträgt der jährliche Zuwachs an Außenisolierungen etwa 1 %. Seit 1978 wurden etwa 53 % aller Dächer nachträglich gedämmt. Mit einer Zunahme der Haus-Versiegelungen ist weiterhin zu rechnen: 23 Millionen Wohnungen erscheinen in Deutschland (Stand 2011) unter energetischen Gesichtspunkten sanierungsbedürftig (www.chemie.de).

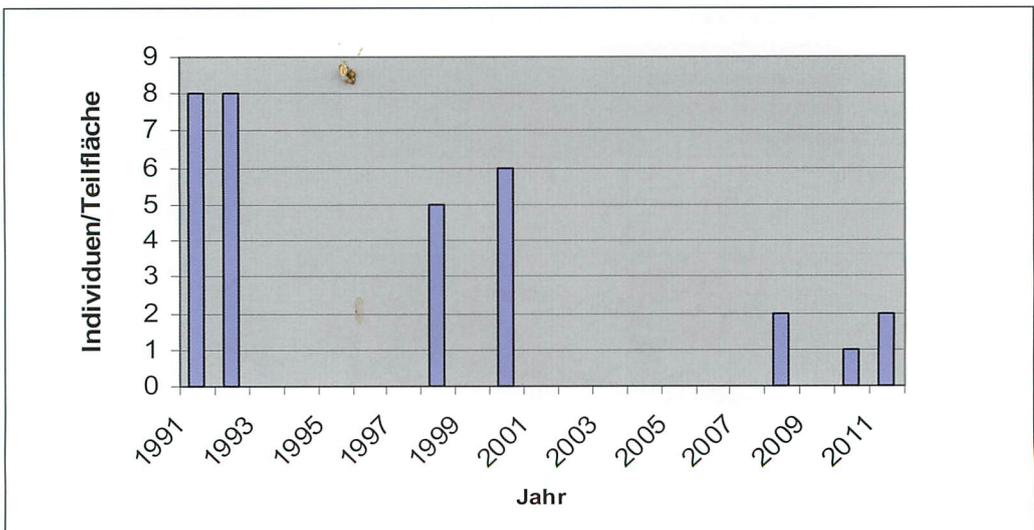


Abb. 3. Rückgang der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) in Stade. Methodik s. Pkt. 3. Sichtbeobachtungen in (11).

Es ergeben sich folglich Abschottungen gegenüber der städtischen Fauna. Diese Entwicklungen erfassen intensiv synanthrope Arten wie *E. serotinus*, deren Individuen deutlich seltener Hangplätze und Wochenstubenquartiere auffinden. Daten der Stadt Stade zeigen ähnliche Entwicklungen. Die Barrieren gegenüber Fledermäusen, die nach Einflügen in Häuser suchen, sind erheblich. Innerhalb des Kernbereichs der Stadt wurden ab 2000 keine Wochenstuben der Breitflügelfledermaus gefunden. Dafür sind Wochenstuben außerhalb der Stadt besetzt. Die zwei uns bekannten Wochenstuben sind neuerdings anders strukturiert. Die Weibchen nutzen Dacheinflüge und sitzen in der Isolierung, manchmal in den Rollladen-Kästen und säugen dort ihre Jungen (2011). Anhand der Sichtbeobachtungen zeigt sich ein desolates Bild (Abb. 3), denn eine früher sehr häufige Charakterart der norddeutschen Ortschaften und des Landkreises Stade stirbt allmählich aus. Die von der Stadt Greifswald geförderten Anlagen von Außenwandflügen und Nischen in Gebäudeisolierungen (SCHULT & BERG 2004) sind bemerkenswert.

5.2 Gärten und Vorgärten

Die Funktion städtischer Gärten soll anhand der Flugaktivität von Breitflügelfledermäusen dargelegt werden. Die Art stellt sich ausgeprägt synanthrop dar (KURTZE 1991). Registriert man die Nahrungsflüge der Individuen (1. Stunde der Abenddämmerung, s. Pkt. 3) im Bereich von Gärten, dann lässt sich erkennen, dass strukturreiche und mit vielen einheimischen Gehölzen bepflanzte Areale bevorzugt werden. Sehr deutlich wird dies durch Beobachtungen in den Bereichen (11 und 2). Die gesamten Neubauf Flächen, die durch Neophyten und zudem starke Versiegelung gekennzeichnet sind, werden gemieden (kein einziger Einflug in 2011). Deutlich bevorzugt werden in diesem Teilareal dagegen Grundstücke mit heimischen Gehölzen und somit stärkerem Insektenbestand (4 beobachtete Nahrungsflüge 2011). Diese singuläre Betrachtung wird gestützt durch die gesamte Datenlage innerhalb der Stadt Stade. Anhand von 68 Stichproben wurden monoton und diversiv strukturierte Gärten und deren Beflug

mit der Breitflügelfledermaus verglichen. Als monoton werden die Gartenanlagen klassifiziert, die keine Bäume aufweisen und überwiegend mit Neophyten bepflanzt sind (lediglich 6 Einflüge). Dem sind Detektor-Analysen gegenübergestellt, die im Bereich hoher struktureller und faunistischer Diversität – gepaart mit Ansiedlung überwiegend einheimischer Pflanzenarten – erfolgen (22 Daten). Die errechnete Korrelation ($r = 0.58$) weist auf einen Zusammenhang hin. Gestützt wird dieser Wert dadurch, dass der Beobachter im Bereich monoton ausgestatteter Kleinbiotope ohnehin wenige Daten zur Verfügung hat (Breitflügelfledermäuse beobachtet und erwartet man eben nicht in einer innerstädtischen Landschaft!). Insgesamt ist zu erkennen, dass Breitflügelfledermäuse Biotope mit hoher struktureller Diversität und damit großer Insektenvielfalt präferieren. Dies bestätigt die Annahme, dass Breitflügelfledermäuse zum Überleben einen ohne großen energetischen Aufwand erreichbaren Insektenbestand benötigen (KURTZE 1988).

Undeutlich wird die Korrelation, wenn Einflüge und Nahrungsflüge von *P. pipistrellus* untersucht werden. Anhand von 24 Stichproben (gleiche Gegenüberstellung: monoton-diversiv / 0-2 Einflüge, 3 und mehr) ergibt sich lediglich ein Wert von $r = 0.27$. Dieser Ubiquist ist an walddreiche Strukturen gebunden. Er bevorzugt in Stade stets Areale, die mindestens eine Größe von 2 ha Waldfläche aufweisen. Allerdings sind Kleinbiotope, die von Neophyten besetzt sind, auch in diesem Fall völlig uninteressant und werden dementsprechend gemieden (Vergleich Bereiche 2 und 11).

5.3 Friedhöfe

Mehrfach wird die große Bedeutung von Friedhöfen in der städtischen Fauna hervorgehoben. KLAUSNITZER (1993) betont deren Störungsfreiheit, die das Vorkommen von Arten fördern mag. Friedhöfe mindern die in Städten häufigen Bodenverdichtungen und optimieren Nährstoffmengen, wodurch die Artenvielfalt erhöht wird (HENNINGER 2011). Diese Vorteile könnten die Hypothese stützen, dass Friedhöfe Subsysteme darstellen, die einen Artenreich-

tum fördern und Vielseitigkeit möglich machen (TISCHLER 1980). Jedoch ist diese Betrachtung zu einfach und muss – zumindest am Beispiel der Stadt Stade – differenzierter dargestellt werden.

Verglichen wurden zwei Friedhöfe: Friedhof 1 (Horstfriedhof, 4f) zeigt eine sehr große Vielfalt an standortfremden und fremdländischen Gehölzen. Die Bestandsaufnahme belegt, dass hier für Friedhöfe typische Arten wie *Taxus baccata*, *Chamaecyparis* ssp., *Cupressus* ssp., *Juniperus* ssp. oder *Thuja* ssp. angepflanzt sind. Ein ähnliches Artenspektrum findet sich auf Friedhof 2 (Friedhof Hagen, 10f), der allerdings von einem Wald umschlossen ist. Hier ist die Fläche deutlich kleiner (5,35 ha gegenüber 12,6 ha). Friedhof 1 wird trotz seiner großen Fläche (2008-2011, Bedingungen vgl. Pkt. 3, 13 Begehungen) von Breitflügelfledermaus, Zwergfledermaus und Abendsegler lediglich überflogen. Als Nahrungsbiotop taugen aber beide Areale trotz unterschiedlich großer Friedhofs-Flächen im Wesentlichen nicht, weil in der Mehrzahl Neophyten gepflanzt wurden (WITTIG 1991), die den vielfältigen Insektenbestand nicht sichern. Innerhalb von Friedhof 2 waren deshalb gelegentlich Nahrungsflüge zu erkennen, die bei Friedhof 1 nicht vermerkt werden konnten. Dies stützt die Resultate von SCHORLING (2009): Erst die strukturelle und artenbezogene Diversität macht den Wert eines Biotops für die Fauna aus. In diesem Fall bieten beide Subsysteme wenig. Friedhof 1 (Horstfriedhof) erfüllt die oft banale Forderung, Grünflächen und Grünvolumen in der Stadt zu erhalten. Jedoch vermag auch Friedhof 2 – bei geringerem Flächenangebot und in Waldnähe – gleiche Kriterien zu erfüllen und bietet sogar einem spärlichen Fledermausbestand gelegentlich etwas Nahrung.

5.4 Einzelbäume

Auf die Funktion solitärer Gehölze wird in der Literatur vielfach hingewiesen. Auf ihnen lebt eine Fülle von Insekten, die Fledermäusen Nahrung bieten können (KLAUSNITZER 1993). Jedoch ist davon auszugehen, dass etwa 50 %

des Bestandes von Neophyten gebildet werden kann (HENNINGER 2011). Ähnliche Verhältnisse finden sich in Stade. AUMANN (2011, mündl.) schätzt, dass im Innenstadtbereich von Stade bis zu 60 % nicht-heimische Gehölze wachsen. Es ist nachgewiesen, dass auf ihnen nur sehr wenige Schmetterlinge und Käfer leben (z. B. SOUTHWOOD 1958). Dadurch wird der ökologische Nutzen dieser Gehölze deutlich minimiert und Fledermäuse finden im Umfeld dieser Baumarten weniger Nahrung (KURTZE 1988). Die Nutzung von Solitärerbäumen ist unterschiedlich. *P. pipistrellus* befliegt besonders Eichen und sucht den Bereich nach Nahrung ab. Dabei ist es gleichgültig, ob die Bäume isoliert oder im Verbund stehen. Ein ähnliches Verhalten zeigt *E. serotinus*. *N. noctula* dagegen jagt nur an den Solitärerbäumen nach Insekten, die sich in der Nähe von Leitlinien und präferierten Jagdarealen befinden. Auch diese Art meidet mit Neophyten bestandene Bereiche in der Stadt.

5.5 Stadtwald

Die Nutzung größerer Waldareale erfolgt wegen der raum- und nahrungsbezogenen Einnischung der Fledermausarten in unterschiedlicher Form. Mit Unterholz bestandene Flächen werden von *P. auritus* aufgesucht. Randzonen nutzen *E. serotinus* und *P. pipistrellus*. Sporadische Einflüge erfolgen von *P. nathusii* und *Myotis* spp. Bemerkenswert sind sporadische und invasive Einflüge von *N. noctula*. Weder eine Wochenstube noch eine endemische Population ist im innerstädtischen Bereich nachweisbar. Dennoch erreichen sehr individuenstarke Gruppen (etwa 20 Ex.) den innerstädtischen Stadtwald „Schwarzer Berg“ (6). Während des Einfluges nutzen sie die mit Eichen bestandene Bahntrasse. Nach kurzer Nahrungssuche (etwa 5-15 min) ziehen die Tiere wieder ab. Besonders im Herbst werden alle stadtnahen Wäldchen überflogen und erkundet (2000-2011). Es ist sicher, dass individuenstarke Gruppen nur durch Kommunikationsketten und Mitnahme-Effekte gebildet werden können (GEBHARD & BOGDANOWICZ 2004). Die Tiere müssen nahezu aus dem gesamten Landkreis einfliegen, denn starke Teil-

populationen befinden sich nur weit außerhalb der Stadtregion (innerhalb eines 10km-Radius). Es ist bemerkenswert, dass ein überwiegend mit Mischwald bestandener Stadtwald (2) von etwa 20 ha Größe aus derart großer Entfernung genutzt wird (von KRONWITTER 1988 als „Nebenjagd-Gebiet“ definiert).

Die Nutzung dieser Region ist auch darin begründet, dass der Laubwaldbereich alte Strukturen aufweist und mit großen Buchen bestanden ist. Diese wiederum beherbergen einen großen Insektenbestand, der sporadisch genutzt werden kann (Tab. 1). Nachdrücklich muss darauf verwiesen werden, dass alle anderen Stadtwälder (Bereiche 8, 10, 12) nur kurz überflogen werden. Sie sind jedoch kleinflächiger und nur linienhaft angeordnet, zum Teil ohne Unterholz und nicht so kompakt. Dies deutet auf eine wesentliche Funktion solcher kleiner städtischer Wälder hin, deren Arealgröße und vertikale Gliederung mit Unterholz unbedingt zu erhalten ist.

Bemerkenswert erscheint ein weiterer Befund. 2008-2010 wurde eine Woche lang ein kleiner Stadtwald bei Stade-Hagen (12w) mit dem Detektor untersucht. Trotz guter Witterungsbedingungen und eines guten Insektenbestandes erschienen Abendsegler nicht jeden Tag. Das mag daran liegen, dass sich Strukturen im sozialen Gefüge und auch Einnisungen änderten. Es wird aber auch die Hypothese aufgestellt, dass der ständige und intensive Beflug des gleichen Nahrungsbiotops für den Gesamtkonnex ökologisch sinnvoll ist. Insekten benötigen Ruhezeiten und wenig Bejagung, damit eine Fortpflanzung und der Fortbestand in den Folgejahren gewährleistet sind. Somit könnten Fledermäuse wie *N. noctula* oder *M. daubentonii* durch variable annuelle, lunare, vielleicht auch circadiane Rhythmen dazu beitragen, den Insektenbestand langfristig zu sichern und ein Biotop-Management zu betreiben. Ähnliche Strategien zeigen auch ornithologische Befunde im Rahmen sich rhythmisch verändernder Habitatwahl (BERGMANN 1987).

Tabelle 1. Artenzahlen und Insekten in unterschiedlichen Lebensgemeinschaften. Daten aus TISCHLER (1980), BLAB (1986) und KLAUSNITZER (1996).

Lebensgemeinschaft	Artenzahl darin lebender Insekten	Belege
Buchenwald	5.200	KALUSCHE (1986)
Hecke	1.600	Angabe für Norddeutschland (TISCHLER 1980). BLAB (1986) gibt geringere Artenzahlen an.
Wiese	1.700	BONESS, zit. in TISCHLER (1980)
Feldrand	1.500	Schätzung nach Angaben aus BLAB (1986)
Mähwiese	10-80	Schätzungen sehr unterschiedlich wegen Bodenverdichtung, Vertritt, Nutzung, Mahd, Herbizid- und Insektizid-Einsatz
Maisacker	60-70	www.saaten-zeller.de/rat/images/Energie_aus_Wildpflanzen_Braunschweig.de Daten unsauber. Hohe Verluste wegen Bodenverdichtung und Insektiziden nicht berücksichtigt!

5.6 Städtische Gewässer

M. daubentonii ist an aquatische Systeme variabel adaptiert und bietet auch für diese städtischen Habitate günstige Verhaltensweisen. Die Individuen nutzen, z. B. zum Nahrungserwerb, gelegentlich kleinere Wasserflächen. Auch werden eutrophe Gewässer mit geringem Fischbesatz angefliegen (VON HELVERSEN 1989). Zudem verfügen Wasserfleder-

mäuse über ein sehr flexibles Quartierverhalten. Je nach Verfügbarkeit der Nahrung und oft unabhängig von der Wasseroberfläche werden auch die Areale gewechselt (ENCARNAÇÃO et al. 2005). Nahrungsbiotope werden traditionell und mit intensiver individueller Verständigung genutzt. Die Tiere „holen sich ab“, um gemeinsam neue Areale zu erreichen (KRETSCHMER 2001).

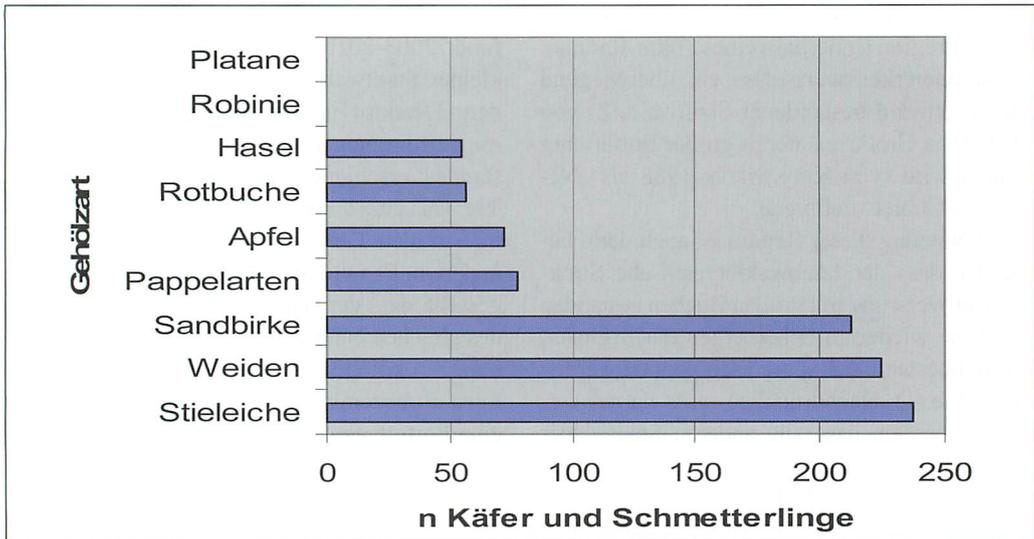


Abb. 4. Artenzahlen von Käfern und Schmetterlingen in Abhängigkeit von der Gehölzart. Zusammengestellt nach Daten aus SOUTHWOOD (1958).

Innerhalb von Stade fliegt *M. daubentonii* über sämtlichen Fließgewässern, wobei auch tideabhängige Gewässerarme genutzt werden. Selbst bei Ebbe werden hier Kleingewässer genutzt, weil auch im Sediment geschlüpfte Chironomiden gefangen werden können. Abseits gelegene Biotope werden nur genutzt, wenn deren Anflug nicht von Häuserreihen verstellt ist. Die Nutzung von Flugschneisen ist abhängig von starken Lichtquellen, deren Umfeld in der Regel gemieden wird (KRETSCHMER 2001, BALLASUS et al. 2009). Überraschend ist in diesem Zusammenhang, dass auch kleinste Tümpel in Gruppen sporadisch besucht werden. Sie sind kaum oder gar nicht ausgeleuchtet und eutroph. Es passt ins Bild, dass ein Teich für *M. daubentonii* dann nicht

attraktiv ist, wenn er wenig Nahrung bietet, geringe strukturelle Diversität und einen starken Fischbesatz aufweist. Die sporadischen Jagden und Kontrollen könnten ebenfalls einen Hinweis darauf geben, dass Biotop-Management betrieben wird, so dass der Insektenbestand vorübergehend geschont und langfristig gefördert wird. Tab. 2 zeigt die Struktur einiger Nahrungsbiotope von *M. daubentonii* und belegt die Nutzung der Gewässer von Stade als Transferrouen (5w) oder Nahrungsareale (1w, 12w), die durch Barrieren verschlossen oder unattraktiv (3w) sein können.

Der innere ehemalige Festungsring um Stade stellte für *M. daubentonii* noch im Jahr 2001 ein zentrales Areal dar. Danach erfolgten

Tabelle 2. Matrix zur Beurteilung von Wasserfledermaus-Nutzungen (*Myotis daubentonii*) am Beispiel unterschiedlicher städtischer Gewässer (Stadt Stade). Bezeichnungen s. Abb. 1.

	strukturelle Diversität	Barrieren	Lichtmengen	Größe (ha)	durchschnittliche Kontakte/15 min
„Holzhafen“, 1w	mittel/ gering	massiv	hoch	27,2	15
„Mühlenteich“, 12w	sehr hoch, Auwald	keine	sehr gering	4,4	40
„Schwabensee“, 7w	hoch, Auwald	massiv	hoch	3,2	8
„Horstsee“*, 3w	hoch	mittel	gering	4,1	1
„Fischteiche“, 2w	sehr hoch	mittel	gering	0,2	4
„Schwinge“, Stadtmitte, 5w	gering	massiv	sehr hoch	linear	1

* Datenerfassung nur 2011.

erhebliche Eingriffe: Eschen wurden gefällt. An den Hängen wurde der Aufwuchs von Wildkräutern und Brombeeren entfernt. Seit dieser Zeit werden jährlich gärtnerisch-pflegerische Maßnahmen durchgeführt. Die Verarmung der Flora führte zu einem rapiden Rückgang von *M. daubentonii*, weil auch der Insektenbestand darunter zu leiden hatte (Sichtbeobachtungen: im Jahr 2000 ca. 20 Tiere, 2011 nur noch ca. 3 Tiere). SCHÖNHOFF (mündl.) fand noch 1998 im gleichen räumlichen Abschnitt einen „sehr starken Bestand“ der Wasserfledermaus vor.

5.7 Verkehrsflächen

Linienförmige Verkehrsführungen entwickeln oft durch Licht- und Schallemissionen erhebliche und kaum zu überwindende Barrieren, die besonders von der Geschwindigkeit der Kollisionsobjekte abhängen (STRATMANN 2006). Durch Zusammenstöße werden unzählige Fledermäuse getötet (HAENSEL & RACKOW 1996). Wenn möglich meiden Fledermäuse eine Straße dann, wenn störende Schall- und Lichtquellen vorhanden und rechtzeitig wahrgenommen werden können. Dafür finden sich innerhalb von Stade unterschiedliche Hinweise. Beispiel 1: Der „Schwarze Berg“ ist dicht von *P. auritus* besetzt (Schätzung: etwa 30 Individuen/20 ha, vgl. dazu KURTZE et al. 2011). Während die Tiere an beleuchteten Wegen und an Straßen in Siedlungsnähe nach Nahrung suchen, meiden sie die stark befahrene B73. Manche Autoren vermuten, dass der geringe Schalldruck ihrer Ortungslaute eine Orientierung im Bereich solcher Verkehrsflächen deutlich erschwert. So werden möglicherweise auch Kollisionen vermieden. Beispiel 2: Zwei Individuen von *E. serotinus* jagten über einer Bahntrasse inmitten von Stade. Beim Nähern des Zuges verließen die Tiere rechtzeitig die Trasse und flogen danach wieder zur Nahrungssuche zurück. Es ist zu vermuten, dass die in ihrer Frequenz weit gestreuten Fahrgeräusche den Abflug rechtzeitig auslösen und einen Scheucheffekt haben können. Beispiel 3: Einige Exemplare von *M. daubentonii* flie-

gen in Stade in ihrer Größe unbedeutende, jedoch in Bezug auf das Nahrungsangebot gut ausgestattete Tümpel an. Der Flug dorthin wird aber nur dann ausgeführt, wenn Straßenzüge und deren beleuchtete Barrieren fehlen und eine Biotop-Anbindung an Gewässer vorhanden ist (vgl. Tab. 2). Die Beispiele dürfen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass derartige Barrieren in Stade die Migration und damit den genetischen Austausch und die Nahrungssuche erheblich einschränken.

5.8 Versiegelungsflächen

Der Versiegelungsgrad beeinflusst nicht nur den Wasserabfluss, sondern auch Chemismus, Kontaminationsgrad und Verdichtung (HENNINGER 2011). Die anzustrebende Bodendiversität unterbleibt. Ein hoher Bodenkennwert (BKW) ermöglicht Fledermäusen, deren Nahrungssuche von einer hohen Bodendiversität abhängig ist, weniger Nahrung aufzunehmen. Die an den urbanen Raum eng gebundenen Individuen von *E. serotinus* suchen aktiv am Erdboden nach Käfern (KURTZE 1988). Neue Wohngebiete zeichnen sich jedoch durch einen sehr geringen BKW aus und weisen gleichzeitig besonders viele Neophyten aus (KLINGSPOR et al. 2006). Deshalb wurden in Stade versiegelte Flächen (reine Pflasterflächen, BKW ca. 0) mit Rasenflächen (BKW 1) verglichen. Dazu standen als Vergleich hermetisch abgeschlossene und völlig versiegelte Parkplätze (n = 3) und Sportplätze (n = 3) zur Verfügung. Insgesamt ergaben sich 28 Stichproben. Eine enge Korrelation ist nicht nachweisbar. Dies ist darin begründet, dass auch eine Rasenfläche sehr verdichtet ist und zugleich wenige Insektenarten beherbergt (Tab. 1). Ein Vergleich mit innerstädtischen Wiesenflächen ergab auch deshalb kein klares Resultat, da hier Leitlinien zum Einflug dieser Art fehlen. Dennoch ist anzunehmen, dass Bodenversiegelungen einen negativen Einfluss auf den Arten- und Individuenbestand von Fledermäusen ausüben. Zustände, wie in Abb. 5 gezeigt, dürften dies belegen.



Abb. 5. Beispiel für eine Versiegelungsfläche in Stade mit Bodenkennwert teilweise nahe 0, kaum Grünvolumen und spärlich angereichert mit einigen Neophyten. Auf.: Dr. W. KURTZE.

5.9 Straßenlaternen

Städte wie Stade sind von einer Lichtglocke (sog. „Lichtverschmutzung“) umgeben. Die großen Lichtmengen und unzähligen Lichtquellen bewirken, dass Massen von Insekten angezogen werden, im Umfeld der Lampen inaktiv sitzen, sich nicht fortpflanzen und absterben. Auf diese Weise sterben jedes Jahr Milliarden von Insekten (HENNINGER 2011, EISENBEIS & HASSEL 2000). Sie stehen Fledermäusen nicht mehr als Nahrung zur Verfügung. Während durch die große Helligkeit die circadiane Rhythmik bei Insekten verändert wird, bleibt sie bei den Fledermäusen nahezu konstant (KURTZE 1982) und zeigt – im Gegensatz zu Vögeln oder Insekten – unabhängig davon einen relativ konstanten Rhythmus. NEUWEILER (1993) spricht bei Fledermäusen von einer „exakt-dianen Uhr“. In der Stadt verhalten sich Fledermäuse beim Beuteflug unterschiedlich. Werden Insekten durch eine attraktive Lichtquelle angezogen und geblendet, dann befliegen z. B. *N. noctula*, *P. pipistrellus*, *E. serotinus* und *P. auritus* ebenfalls

zum Fangen der Insekten den erhellen Bereich. *M. daubentonii* dagegen meidet innerhalb der Stadt Stade derart ausgeleuchtete Bereiche (vgl. Tab. 2).

Schon länger wird – auch aus Kostengründen – gefordert, innerhalb der Städte sämtliche Lichtquellen mit einem hohen UV-Anteil zu entfernen. Dieser Lampentyp fängt besonders viele Nachtinsekten ab (EISENBEIS & HASSEL 2000, EISENBEIS & EICK 2011). Als Ersatz bieten sich LEDs und – mit Abstrichen – Natrium-Lampen an. Sie mindern den Abzug von Nachtinsekten aus Nachbararealen und fördern langfristig deren Bestand (Schweizerisches Bundesamt 2005). Der Vergleich innerhalb von Stade (25 Stichproben, 2008-2011) belegt dies und weist auch nach, dass Breitflügelfledermäuse in mit Natrium-Lichtquellen bestandenen Straßenabschnitten weniger jagen und ihr Jagdareal in Eichenbestände verlagern. Dazu wurden innerhalb von Stade zwei mit Eichen und Gebüsch bestandene Straßenzüge verglichen. Straßenzug 1 wurde von al-

ten UV-Lampen erhellt, Straßenzug 2 von Natrium-Lampen. Individuen von *E. serotinus* mieden vermehrt diese Lampen entlang der Straße und flogen zahlreich die Standorte von Bäumen, während im anderen Bereich eine Präferenz zum Aufsuchen der UV-Lampen zu erkennen war ($r = 0,49$). Dies hat den Vorteil, dass die Meidung stark beleuchteter Flächen auch Kollisionen mit Fahrzeugen mindern kann.

5.10 Verbundsysteme

Städtische Strukturen wie Häuserzeilen oder Straßen weisen untereinander Verbindungen auf und werden dementsprechend geplant. Jedoch wird die Aufrechterhaltung ökologischer Verbundsysteme innerhalb urbaner Planungen zu wenig beachtet. Der Grund ist darin zu suchen, dass zunächst Siedlungen auf dem Reißbrett geplant werden, um anschließend zu recherchieren, inwiefern ökologische Korridore und Konnekte erhalten werden können. Arten wie *P. pipistrellus*, *E. serotinus* und *N. noctula* nutzen häufig Flugkorridore, wenngleich sie unterschiedlich ausgestattet sein müssen. Außerhalb der zentral gelegenen Stadtteile existieren Heckenstrukturen als Leitlinien, in deren Bereich nicht nur Transfers, sondern auch Jagdflüge stattfinden (*P. pipistrellus*, *E. serotinus*, Abb. 6). *N. noctula* nutzt in der Stadt Stade Leitlinien entlang der Bahntrasse, die mit höheren Bäumen ausgestattet sind. *E. serotinus* steht teilweise ein weites System von Korridoren zur Verfügung. Für *M. daubentonii* besteht ebenfalls ein verzweigtes und ausgeprägtes Trassensystem.

Insgesamt ist die Ausstattung mit Flugkorridoren aber nicht ausreichend (Abb. 3). Besonders zwischen dem West- und Ostteil der Stadt fehlen solche Verbindungen. Verluste von Heckenstreifen wurden vielfach durch Eingriffe der Landwirtschaft hervorgerufen und dürften erheblich sein. In Schleswig-Holstein gingen seit 1950 mindestens 50 % der Wallhecken verloren (TISCHLER 1980). In Mecklenburg-Vorpommern werden die Verluste zwischen 1900 und 1995 mit ca. 66 % noch höher angesetzt. Die letzte Bestandserfassung stammt aus

dem Jahr 1980 (Landschaftsrahmenplan). Obwohl die Hansestadt Stade auch Neuanpflanzungen durchführte, so ist dennoch ein Mangel an Flugkorridoren festzustellen.

5.11 Städtische Agrarflächen

Sehr intensiv bewirtschaftete Gebiete isolieren infolge ihrer ökologischen Barrierewirkung besonders den Ortsteil „Hagen“ von den anderen Bereichen und dem Stadtzentrum. In den letzten Jahren hat die Vermaischung der Landschaft deutlich zugenommen. Auch Einsaaten von Futtergräsern erfolgten. Solche Flächen bieten den Fledermäusen im Hinblick auf die strukturelle, artenbezogene und genetische Diversität fast nichts. Sie sind faunistisch regelrecht verödet. Auf einem Maisacker finden in der grünen Biomasse allenfalls 70 Insektenarten – auch dies nur vorübergehend und potenziell – etwas Nahrung, auf einer Wiese hingegen 1.700 Arten im gleichen Status (BONESS in TISCHLER 1980, Tab. 1). Würde man die Ackerbegleitflora lediglich ansatzweise entstehen lassen, dann böten die Pflanzen mindestens 800 Insektenarten Nahrung (BLAB 1986). Unter www.saaten.zeller.de/rat/images/Energie_aus_Wildpflanzen_Braunschweig.de (Bayerische Anstalt für Weinbau und Gartenbau) findet der Leser den Verweis, dass neun Fledermausarten über Maisflächen fliegen („Registrierung der Rufe“). Es mutet unredlich an, damit den Eindruck zu vermitteln, Fledermäuse bekämen auch über derart agrarisch intensiv genutzten Flächen ausreichend Nahrung und Lebensraum. Es wird ohnehin nicht zwischen Orientierungslauten und final-buzzes unterschieden. Fledermäuse erhalten dort im Vergleich zur aufgewendeten Energie an Nahrungszufuhr fast nichts. 2011 wurde mit dem Detektor eine ca. 5 ha große Maisfläche abgehört (Stade-Hagen, 6 Sondierungen). Weder Orientierungsrufe noch final-buzzes waren zu registrieren. Das Resultat wird gestützt durch Analysen von GAISLER & KOLIBAC (1992). Auch hier wird verdeutlicht, dass *N. noctula* monotone und an Insekten arme Agrarflächen grundsätzlich meidet.

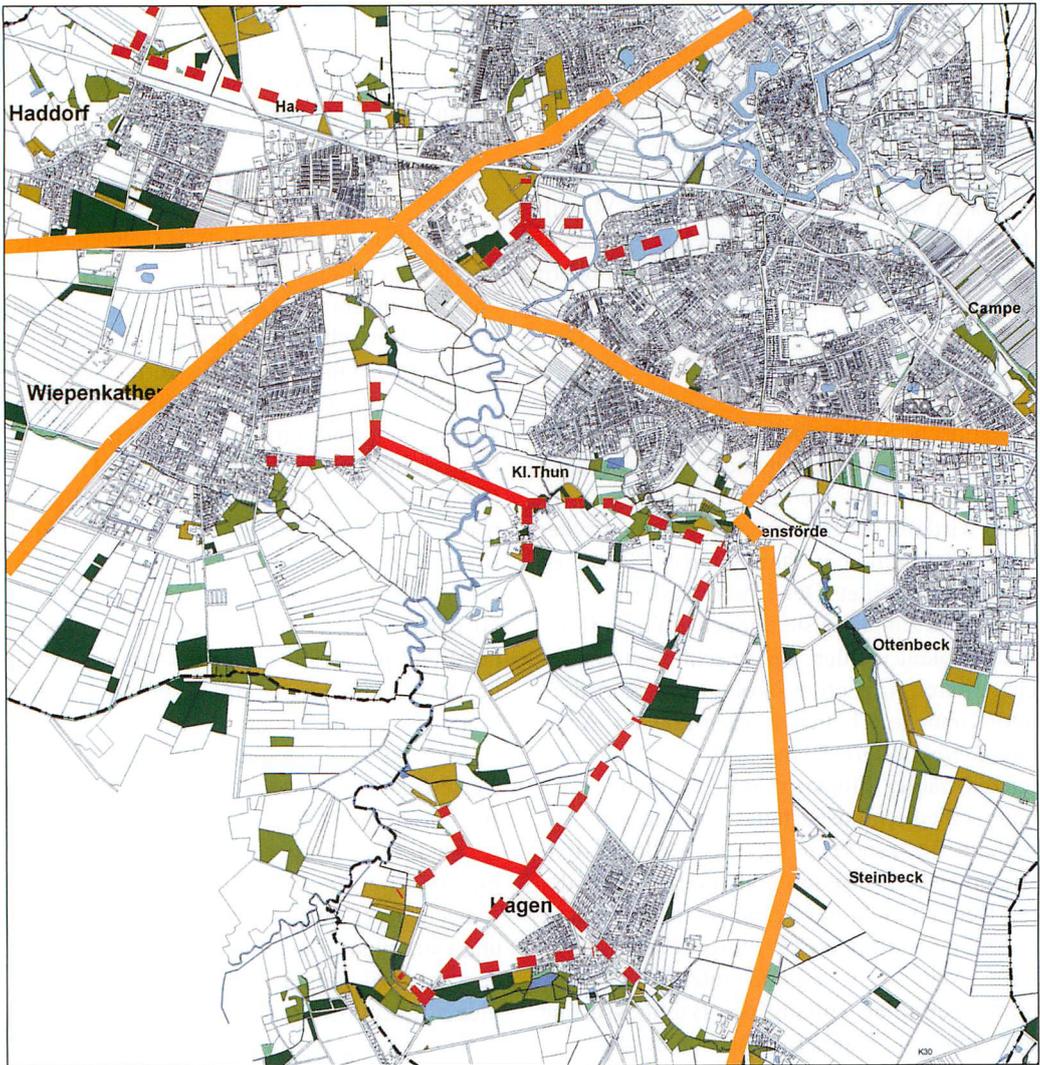


Abb. 6. Vorschläge zur Optimierung von Transfer-Routen innerhalb des Stadtbereichs von Stade. Durchgezogene Linie: Nach- und Neu-Pflanzungen von Hecken und Bäumen. Gestrichelte Linie: Vorhandene und beflogene Leitlinien von *Eptesicus serotinus* und *Pipistrellus pipistrellus*. Orange: Starke Barrieren im städtischen Randbereich.

6 Ökologische Optimierung der Stadtlandschaft am Beispiel von Stade

Die zurückliegenden planerischen Versäumnisse sind irreversibel. Besonders der Randbereich zur Leitstruktur „Schwingetal“ wurde durch Bepflanzungen in Anspruch genommen. Reduziert wurde auch das Umfeld des Stadtwaldes „Schwarzer Berg“. Der rapiden Vermauerung der Landschaft und den Maßnahmen der industriellen Landwirtschaft kann kaum entgegengewirkt werden (SCHÜMANN et al. 2011). Abholzungen der Landwirte auf deren

privatem Gelände müssen hingenommen werden. Zudem fehlt es vielen Landwirten an minimalem Grundwissen, Verständnis und Unrechtsbewusstsein, wenn sie kritische Eingriffe vornehmen. Finanzielle Erwägungen machen eine Erfassung der gesamten städtischen Baumbestände, Feldränder und Hecken unmöglich. Gelder für nötige Vermessungen sind nicht aufzubringen. Pfllegerische Maßnahmen im Stadtzentrum, die eine Minimierung der Diversität zur Folge haben, können verheerende Folgen haben (Beispiel Wasserfledermaus).

Tabelle 3. Ziele und Maßnahmen eines Handlungskonzepts zur Erhaltung der Fledermausbestände im Bereich einer Stadt. Beispiel: Hansestadt Stade.

Ziel	Maßnahme
Vermeidung von Habitatverlusten für an Siedlungen und Waldreste gebundene Arten	Erhaltung und Förderung des Stadtwaldes und seiner Saumbereiche. Neue Baugebiete nur im Bereich vorbelasteter Zonen ohne hohe Biodiversität (+) Anfertigung eines Baumkatasters (+) Fledermauskundliche Begleitung der Planung (+) Entnahme biotopfremder Pflanzen (z. B. Traubenkirsche) (+) Minimierung der Versiegelungen (+) Reduzierung von Lichtbarrieren (+)
Vermeidung von Habitatverlusten für an Gewässer gebundene Arten	Erhaltung der Ufervegetation und keine Bebauung entlang von Uferzonen (+/-) Fledermauskundliche Begleitung der Planung (++) Neuanpflanzung der Ufervegetation (z. B. Weiden) (-) Verdrängung fremder Arten (z. B. asiatische Knöteriche) (*) Reduzierung von Lichtbarrieren (+)
Vermeidung von Quartierverlusten	Erhaltung von Altbaum-Beständen in Stadtwäldchen (+) Duldung und Förderung struktureller Diversität an Gebäuden (+) Finanzielle Förderung von Dachböden mit Wochenstubenbesatz (-) Fledermauskundliche Kontrollen vor Gebäude-Abbrissen (-) Baumfällungen nur bei vorherigen Kontrollen (-)
Sicherung von Transfer Routen	Kontrolle und Kartierung von Heckenstrukturen (+,*) Erhaltung von Wegrändern und deren Diversität (+) Planung und Anpflanzung von Hecken zwischen Fledermaus-Habitaten (-) Reduzierung von Lichtbarrieren (+)
Profilierung von Stadt und Verwaltung	Entwicklung von Patenschaften (+) Information der Bevölkerung (+/-) Jährlich sich wiederholende Fledermaus-Nächte (+/-) Offenlegung und nachhaltiger Diskurs von Gutachten (+)
Veränderung der Agrarstruktur	Erhaltung von artenreichen Wiesen (*) Sicherung und Förderung von Wegrändern (+/-,*) Minderung der Vermaisung (* nicht möglich)

(++) in Stade durchgeführt, (+) in Stade teilweise durchgeführt, (+/-) in Stade geplant, (-) in Stade fehlend. (*) nicht durchführbar, z. B. wegen unakzeptabler Kosten oder wegen eines extrem hohen Arbeitsaufwandes.

Dennoch sind Bemühungen um ökologische Optimierungen in der Hansestadt Stade zweifelsfrei erkennbar und in der Praxis auch machbar (s. Tab. 3). Ein Baumkataster entsteht, Heckenstreifen wurden gepflanzt, und helle Straßenlampen mit hohem UV-Anteil im Spektrum werden vermehrt durch Natrium- und LED-Lampen ersetzt. Allerdings müssen Kontrollen noch effektiver erfolgen, wenn Gebäude abgerissen und Bäume gefällt werden sollen. Ein Netz von Transfer- und Leitlinien für Fledermäuse muss umgehend entstehen. Auf ähnliche Maßnahmen verweisen WEIH & KÖNIGSMARK (2011) am Beispiel eines stadtnahen Erholungswaldes. Als aktuelles Problem stellt sich das „Erlensterben“ dar. Deshalb sind wünschenswerte Neuanpflanzungen entlang der Transferlinien und Nahrungsareale der Wasserfledermaus zunächst mit *Salix*-Ar-

ten vorzunehmen. Eine partielle Bepflanzung des Schwingeuferes ist anzustreben, um für die Wasserfledermaus eine höhere strukturelle Diversität und auch Hangplätze zu schaffen.

Danksagung

Für die nächtliche Mitarbeit danke ich AXEL KEUSEMANN, PETER KLUG und BERT VÖGE, die mich mit zahlreichen Daten unterstützt haben. Die Ökologisch-Fledermauskundliche AG (ÖFLAG) stellte uns die Detektoren zur Verfügung. Viele an der Natur Interessierte gaben mir immer wieder Hinweise auf Fledermausvorkommen in der Stadt. Einen Dank möchte ich der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Stade abstellen, die mir immer half, wenn es nötig war. Ebenso bedanke ich mich für Unterstützung und die kritische Durchsicht des Manuskripts bei Frau REGINA AUMANN von der Abteilung Planung und Umwelt der Hansestadt Stade. Frau CAROLA DUCKSCH von der Hansestadt Stade ermöglichte die Bereitstellung der Kartengrundlagen.

Schrifttum

- BALLASUS, H., HILL, K., & HÜPPOP, O. (2009): Gefahren künstlicher Beleuchtung für Vögel und Fledermäuse. *Berichte z. Vogelschutz* **46**, 127-157.
- BERGMANN, H.-H. (1987): Die Biologie des Vogels. AULA. Wiesbaden.
- BLAB, J. (1986): Grundlagen des Biotopschutzes. AULA. Bonn.
- EISENBEIS, G., & HASSEL, F. (2000): Zur Anziehung nachaktiver Insekten durch Straßenlaternen. Eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens. *Natur u. Landschaft* **75**(4), 145-156.
- , & EICK, K. (2011): Studie zur Anziehung nachaktiver Insekten an die Straßenbeleuchtung unter Einbeziehung von LEDs. *Ibid.* **86**(4), 298-306.
- ENCARNAÇÃO, J. A., DIETZ, M., HOLWEG, D., JASNOCH, U., KIERDORF, U., & WOLTERS, V. (2005): Quartierwahl von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentonii*) im Sommerlebensraum. Erste Ergebnisse einer GIS-basierten Analyse. *Nyctalus (N. F.)* **10**, 49-60.
- GAISLER, J., & KOLIBAC, J. (1992) zit. in KRAPP, J. (2001): Handbuch der Säugetiere Europas. Fledermäuse I. Bd. 4/1 AULA. Wiebelsheim.
- GARVE, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. Informationsdienst Natursch. Niedersachs. **24**(1), 1-76.
- GEBHARD, J., & BOGDANOWICZ, W. (2004): Großer Abendsegler *Nyctalus noctula*. In: Krapp, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Fledertiere II. Bd. 4/2. AULA. Wiebelsheim.
- HAENSEL, J., & RACKOW, W. (1996): Fledermäuse als Verkehrstopfer – ein neuer Report. *Nyctalus (N. F.)* **6**, 29-47.
- HELVERSEN, O. v. (1989): Schutzrelevante Aspekte der Ökologie einheimischer Fledermäuse. *Schr.R. Bayer. LA Umweltschutz* **92**, 7-17.
- HENNINGER, S. (2011): Stadttökologie. UTB. Paderborn.
- HOBOHM, C. (2000): Biodiversität. UTB. Wiebelsheim.
- KALUSCHE, D. (1996): Ökologie in Zahlen. Fischer. Stuttgart.
- KLAUSNITZER, B. (1993): Ökologie der Großstadtfäuna. 2. Aufl. Fischer. Jena, Stuttgart.
- KLINGSPOR, -, et al. (2006): Das Problem der Neophyten in Stade – erörtert an Beispielflächen der Stadt Stade. Facharbeit Vincent-Lübeck-Gymnasium. Stade.
- KRETSCHMER, M. (2001): Untersuchungen zu Biologie und Nahrungsökologie der Wasserfledermaus, *Myotis daubentonii*, in Nordbaden. *Nyctalus (N. F.)* **8**, 28-48.
- KRONWITTER, F. (1988): Population structure, habitat and activity patterns of *N. noctula*. *Myotis* **26**, 23-85.
- KURTZE, W. (1982): Beobachtungen zur Flugaktivität und Ernährung der Breitflügel-Fledermaus *Eptesicus serotinus*. *Drosera* **82**(1), 39-46.
- (1988): Die Ernährung der Fledermäuse. *Natursch. Landschaftspf. Niedersachs.* **17**, 51-52.
- (1991): Die Breitflügel-Fledermaus *Eptesicus serotinus* in Nordniedersachsen. *Ibid.* **26**, 36-94.
- , KEUSEMANN, A., KLUG, P., & VÖGE, B. (2011): Zur Verbreitung und Ökologie der Fledermäuse im Bereich des „Schwarzen Berges“ in der Stadt Stade (Niedersachsen) unter Berücksichtigung ökologisch-planerischer Optimierungsmöglichkeiten. Gutachten i. A. Stadt Stade.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. Quelle u. Meyer. Heidelberg.
- NEUWEILER, G. (1993): Biologie der Fledermäuse. Thieme. Stuttgart.
- SCHORLING, M. (2009): Verbreitung von Fledermäusen im Stadtgebiet von Hamburg in Relation zu Gewässern und Grünachsen. *Nyctalus (N. F.)* **14**, 137-144.
- SCHRÖDER, T., & WALTER, G. (2002): Fledermauserfassung in der Stadt Oldenburg. *Ibid.* **8**, 240-256.
- SCHÜMANN, K., LUIK, R., WAGNER, F., ENGEL, J., FRANK, K., & HUTH, A. (2011): Biomasseanbau steuern – Konfliktminderung durch neue Anreize. *Natur u. Landschaft* **86**(3), 112-119.
- SCHULT, M., & BERG, J. (2004): Erste Erfolgskontrolle zu Erhaltungs- und Ausgleichsmaßnahmen für Gebäude besiedelnde Fledermausarten. *Greifswald 2002. Nyctalus (N.F.)* **9**, 360-364.
- Schweizerisches Bundesamt f. Umwelt, Wald u. Landschaft (2005): Empfehlung zur Vermeidung von Lichtemissionen. Bern.
- SOUTHWOOD, T. (1958): The number of species of insects associated with various trees. *J. Animal Ecology* **30**(4), 1-8.
- STRATMANN, B. (2006): Zur Kollisionswahrscheinlichkeit fliegender oder jagender Fledermäuse bei der Querung von Verkehrswegen. *Nyctalus (N. F.)* **11**, 268-276.
- TISCHLER, W. (1980): Biologie der Kulturlandschaft. Fischer. Stuttgart.
- WEIH, A., & KÖNIGSMARK, A. (2011): Artenschutz und Verkehrssicherung im Erholungswald. *Natur u. Landschaft* **86**(3), 105-111.
- WIERMANN, A., & REIMERS, H. (1995): Zur Verbreitung der Fledermäuse in Hamburg. *Nyctalus (N. F.)* **5**, 509-528.
- WITTIG, G. (1991): Ökologie der Großstadtfäuna. UTB. Stuttgart.

Nachweise aus dem Internet:

- www.saaten-zeller.de/rat/images/Energie_aus_Wildpflanzen_Braunschweig - zuletzt besucht am 15.01.2012
- www.bremer-energie-institut.de - zuletzt besucht am 22.01.2012
- www.chemie.de - zuletzt besucht am 08.01.2012
- www.ceresana.com - zuletzt besucht am 12.01.2012-02-02