

Verbreitung von Fledermäusen im Stadtgebiet von Hamburg in Relation zu Gewässern und Grünachsen

Von MARKUS SCHORLING, Hamburg

Mit 1 Abbildung

1 Einleitung

Im Bundesland Hamburg konnten bisher zwölf Fledermausarten angetroffen werden (WIERMANN & REIMERS 1995, Umweltbehörde Hamburg 1997); vom (Großen) Mausohr (*Myotis myotis*) gibt es aber seit 1979 keinen Nachweis mehr.

Alle Arten sind im Bundesland Hamburg in der Roten Liste mindestens als gefährdet eingestuft (GILLANDT et al. 1985, Umweltbehörde Hamburg 1985). Als Ursachen für diese geringen Bestände werden hauptsächlich die Verknappung des Nahrungsangebotes in der Stadt (DENYS & SCHMITT 1998, KLAUSNITZER 1993) und der Mangel an geeigneten Wochenstuben- und Überwinterungsquartieren aufgeführt. Es muß außerdem berücksichtigt werden, daß Hamburg für einige Arten den nördlichen Rand ihres Verbreitungsgebietes darstellt. Kälteeinbrüche, verbunden mit lang anhaltenden Regenfällen, können sich selbst im Sommer lebensbedrohlich für die Fledermäuse auswirken.

Die Hansestadt Hamburg hat 1985 als wesentlichen Teil eines Freiraumkonzeptes das Landschaftsachsenmodell (Abb. 1) erarbeitet. Dieses Modell nimmt die seit Beginn des 20. Jahrhunderts bestehenden städtebaulichen Leitvorstellungen eines Sternsystems aus strahlenförmigen Siedlungsachsen und grünen Achsenzwischenräumen auf. Zusätzlich sollen diese Achsen durch „grüne Ringe“ miteinander verbunden werden. Die grünen Achsenzwischenräume werden zu Landschaftsachsen weiter entwickelt, die sich von den

großen Landschaftsräumen des Umlandes bis in die innere Stadt hineinziehen. An die weiträumigen Landschaften am Stadtrand schließen sich stadteinwärts mehr oder weniger breite Grünzüge an, die aus Parkanlagen, Kleingartenanlagen, Friedhöfen und Sportflächen bestehen. Je weiter sich die Landschaftsachsen in die Stadt hineinziehen, desto schmaler und lückenhafter wird in der Regel diese Grünstruktur. Neben der hauptsächlichen Aufgabe, die Attraktivität der Stadt für Erholungssuchende zu verbessern, bietet das Landschaftsachsenmodell einen erweiterten Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten (Stadtentwicklungsbehörde Hamburg 2001).

Wie sich das Grünachsenmodell auf das Vorkommen und die Jagdaktivitäten von Fledermäusen auswirkt, ist unbekannt. Bekannt ist demgegenüber, daß die Verbreitung der Fledermäuse durch bestimmte Gebietsstrukturen, aber auch durch den Abstand z. B. des Jagdgebietes zum Stadtzentrum bzw. Stadtrand oder dessen Isolation innerhalb des Stadtgebietes bestimmt sein kann. So ist nach HELMER & LIMPENS (1991) z. B. ein Gewässer, das als potentiell Jagdbiotop eine bedeutende Rolle spielt, für Fledermäuse nur schwer zu erreichen, wenn es nicht oder nur unzureichend in lineare Landschaftsstrukturen, wie etwa Hecken, Wege, Baumreihen oder Flußläufe, eingebunden ist, da die meisten Arten ihren Jagdweg entlang linearer Landschaftsstrukturen vollziehen. Mit diesem Hintergrund wurde eine genaue Beschreibung von Gewässern (Größe, Lage im Stadtgebiet, Einbindung in das Grünachsenmodell, Isolationsgrad und Anteil an den Biotoptypen um die Untersu-

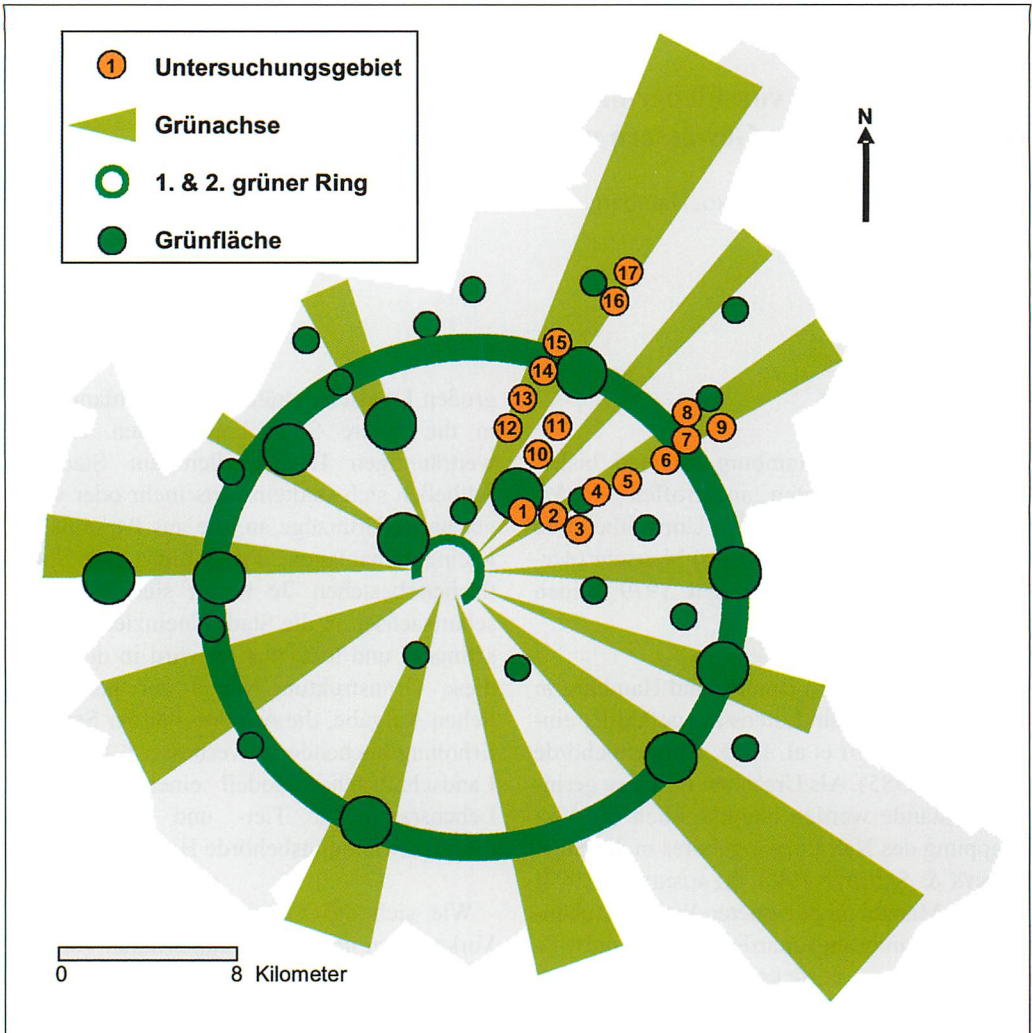


Abb. 1. Hamburger Freiraumverbundsystem (schematisch) und Verteilung der Untersuchungsgebiete in der Stadt Hamburg (verändert nach Stadtentwicklungsbehörde Hamburg 2001).

chungsgebiete) vorgenommen, um Aufschluß über die Verbreitungsmöglichkeiten der Tiere zu geben.

Im Zusammenhang mit dem Nahrungsangebot, also dem Vorkommen von Insekten, konnte bereits ein Anhaltspunkt dafür gegeben werden, daß auch Fledermäuse durch das Grünachsenmodell Vorteile in der Stadt erhalten könnten (WELLER & GANZHORN 2004).

Da Fledermäuse als gute Indikatoren für intakte Nahrungsketten und teilweise auch für naturnahe oder extensiv genutzte Lebensräu-

me gelten (SCHLUMPRECHT 1994), kann die Verbreitung der Fledermäuse somit nicht nur ein Anhaltspunkt für die Wirksamkeit der Grünachse als Lebensraum für Fledermäuse, sondern auch für weitere Tiergruppen sein.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiete

Es wurden 17 Gewässer im nordöstlichen Hamburg ausgewählt. Für die Auswahl der Gewässer war es wichtig, mögliche Gemeinsamkeiten untereinander zu finden, aber auch

Unterschiede festzustellen, um so mögliche Faktoren, die die Aktivität der Fledermäuse beeinflussen können, herauszuarbeiten. Es sollte garantiert werden, daß durch die Auswahl der Gebiete zwei Grünachsen des Hamburger Achsenmodells repräsentiert werden (Abb. 1).

Eine dieser Grünachsen zieht sich in nord-südlicher Richtung entlang der Alster und setzt sich aus Waldstücken (am Stadtrand), Parkanlagen und Gärten zusammen. Auf dieser sogenannten „Alsterachse“ wurden sechs Stillgewässer ausgesucht, die in unterschiedlicher Entfernung zum Stadtzentrum bzw. Stadtrand liegen (Gewässer 12-17).

Kennzeichnend für den Alsterverlauf sind alte, uferbegleitende Baumbestände aus Erlen, Eschen, Eichen und Weiden, die mit den Ästen weit über das Wasser ragen und den Fluß stark beschatten (Umweltbehörde Hamburg 1987). Der obere Verlauf der Alster auf Hamburger Gebiet unterliegt dem Landschaftsschutz.

Des weiteren wurden sieben Stillgewässer ausgesucht, die sich auf der sogenannten „Wandseachse“ befinden. Die Wandse fließt in westlicher Richtung und mündet in die Außenalster. Der mittlere Teil der Wandse auf Hamburger Gebiet steht unter Landschaftsschutz. Die Gewässer weisen ebenfalls unterschiedliche Entfernungen zum Stadtzentrum und zum Stadtrand auf. Dies sind mit zunehmender Entfernung vom Stadtzentrum die Gewässer 2, 4-9.

Vier weitere Gewässer (Gewässer 1, 3, 10, 11) befinden sich auf keiner der nach dem Hamburger Grünachsenmodell ausgewiesenen Achsen („Nichtachsen“). Die Gewässer 10 und 11 befinden sich nordöstlich der Außenalster zwischen den Grünachsen „Alsterachse“ und „Osterbekachse“. Gewässer 1 liegt zwischen den Grünachsen „Osterbekachse“ und „Wandseachse“ in unmittelbarer Nähe zur westlich gelegenen Außenalster. Gewässer 3 liegt südlich der „Wandseachse“.

Eine weitere Charakterisierung der Gewässer bestand in der Berechnung der Gewässergröße

und der Entfernung zum Stadtzentrum (zwei Klassen: < 7 km, > 7 km) bzw. Stadtrand (zwei Klassen: < 7 km, > 7 km) mittels eines Geoinformationssystems (GIS, ArcView 3.1a).

Da nach HELMER & LIMPENS (1991) für die Qualität eines Jagdgebiets wichtig ist, wie gut es für die Tiere zu erreichen ist, wurde die Einbindung der untersuchten Gewässer in lineare Strukturen abgeschätzt und jedem Gewässer ein Isolationsgrad zugeteilt. Diese Einteilung erfolgte in vier Klassen, wobei Klasse 1 eine gute Einbindung des Gewässers in lineare Landschaftsstrukturen, Klasse 4 eine von Grünflächen isolierte Lage des Gewässers darstellte.

Weiterhin wurden die Biotoptypen um die einzelnen Untersuchungsgebiete beschrieben. Ebenfalls mittels GIS konnten 300 m breite Buffer (Puffer) um die einzelnen Gewässer gelegt werden, um anschließend Biotoptypen innerhalb dieses Buffers zu bestimmen und deren Flächenanteil zu berechnen. Für die Untersuchungen wurden die einzelnen Biotoptypen in fünf Gruppen zusammengefaßt: Stillgewässer, Fließgewässer = Gewässer; Wald, Kleingehölze = Wald; Grünland, Landwirtschaft, Krautflur, besiedelte Bereiche, Grünanlagen = Grünfläche und Wiese; Siedlungsflächen, Verkehrsflächen = Bebauung; Niedermoore, Offenboden, Magerrasen, Spon-tanvegetation = Sonstige.

2.2 Quantitative und qualitative Erfassung

Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildete die zeitgleiche quantitative Erfassung der Fledermausaktivitäten an unterschiedlichen Gewässern. Hierzu wurden pro Untersuchungs-nacht an jeweils fünf Untersuchungs-standorten zwei sogenannte „Lauschkästen“ (= „Horchkisten“) vom Typ ELV Ultraschall-NF-Konverter aufgestellt. Jeder Konverter wurde an ein Aufnahmegerät angeschlossen, so daß durch automatisches Aufzeichnen der Fledermausrufe die Fledermausdichte bzw. deren Jagdverhalten zeitgleich in diesen Gebieten aufgezeigt werden konnte.

Die Auswertung der „Lauschkästen“ beruhte auf einer Ja/Nein-Aussage, ob also Flugaktivitäten vorlagen oder nicht. Zusätzlich wurden die Annäherungs- und Terminalphasen der Echolokation („final buzzes“) gezählt, die die Fledermäuse bei Annäherung oder beim Fang von Insekten ausstoßen (GRIFFIN et al. 1960), um so deren Jagdaktivität zu bestimmen.

Ein „Lauschkasten“ greift einen Frequenzbereich von –5 bis +5 kHz um die eingestellte Frequenz ab, d. h., daß ein auf 30 kHz eingestellter Ultraschall-NF-Konverter Rufe wahrnimmt, die zwischen 25 und 35 kHz liegen. Alle Arten, die im Hamburger Stadtgebiet bekannt sind, rufen in einem Frequenzbereich von 25 bis 60 kHz. Um zu garantieren, daß alle Arten erfaßt werden, wurde ein „Lauschkasten“ auf eine Frequenz von 30 kHz eingestellt, der andere Konverter auf eine Frequenz von 55 kHz.

Eine qualitative Erfassung an den einzelnen Gebieten erfolgte durch den Ultrasound-De-

tektor D 240 (Petterson Elektronik AB) und die Software „Avisoft SAS Lab Pro“. An jedem Untersuchungsabend wurden gleichzeitig mit der Erfassung der Fledermausaktivität die abiotischen Faktoren Temperatur, Wind, Bewölkung und Mondphase protokolliert.

3 Ergebnisse

3.1 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

In der Tab. 1 wird der Isolationsgrad der Gewässer sowie die mittels GIS errechneten Parameter Gewässergröße, Entfernung vom Stadtzentrum bzw. Stadtrand und die umliegenden Biotoptypen dargestellt.

Im folgenden wird der Einfluß der Gebietsfaktoren Achsenzugehörigkeit, Isolationsgrad und Entfernung zum Stadtzentrum bzw. Stadtrand auf die Anzahl der Rufe sowie der prozentuale Anteil an Jagdrufen („final buzzes“) dargestellt.

Tabelle 1. Charakterisierung der Untersuchungsgebiete im Hamburger Stadtgebiet aufgrund ihrer Achsenzugehörigkeit, Größe (ha), Entfernung vom Stadtzentrum bzw. Stadtrand (m), des Isolationsgrades sowie des Anteils (%) der zusammengefaßten Biotoptypen in einem 300 m Buffer um die Untersuchungsgebiete.

Gebiet Nr.	Achse	Größe Gewässer (ha)	Entfernung vom Stadtzentrum (m)	Entfernung vom Stadtrand (m)	Isolationsgrad	Gewässer (%)	Wald (%)	Grünflächen und Wiesen (%)	Bebauung (%)	Sonstige (%)
12	A	2,18	5.500	5.750	3	20	2	18	60	
13	A	0,59	6.625	4.500	2	1	21	65	13	
14	A	1,59	9.000	4.000	3	6	4	3	86	1
15	A	1,28	9.925	4.000	2	3	9	9	78	1
16	A	1,75	13.875	2.750	1	8	3	6	82	1
17	A	1,96	14.750	2.125	1	15	8	22	51	4
2	W	3,58	3.350	7.875	4	9	4		87	
4	W	1,43	5.750	6.000	3	1	2	10	86	1
5	W	0,82	7.875	3.875	3	1		29	69	1
6	W	0,97	9.075	3.000	3	1	1	32	66	
7	W	4,49	9.875	2.750	3	4	5	32	55	4
8	W	4,18	10.259	3.000	1	2	2	13	79	4
9	W	1,07	11.250	2.250	1		2	8	87	3
1	N	2,45	2.875	9.250	4	72		2	26	
10	N	0,82	5.625	6.500	2		2	76	22	
11	N	6,82	6.125	6.750	2	15		67	17	1
3	N	0,14	4.925	6.125	4			9	90	1

A = Alsterachse, W = Wandseachse, N = Nichtachse

3.2 Einfluß der Achsenzugehörigkeit
der Gewässer auf die Aktivitäten
der Fledermäuse

Die Anzahl der Rufe um die 30 kHz war im allgemeinen recht ähnlich wie die Anzahl der Rufe um die 55 kHz.

Die Anzahl der Rufe sowohl bei 30 als auch bei 55 kHz war an den Gewässern der Alsterachse am niedrigsten. An den Gewässern der Wandseachse dagegen waren in einer ¼ Stunde mehr Rufe zu hören. Die meisten Rufe konnten an den Gewässern aufgenommen

werden, die sich auf keiner der beiden Achsen befanden (Tab. 2). Bei Gewässern auf der Alsterachse waren ca. 10 % der Rufe um die 30 kHz Jagdrufe. Auf der Wandseachse waren es in etwa 7 % und an den Gewässern keiner dieser Achsen in etwa 9 %. Bei den Rufen um die 55 kHz wurden fast keine Unterschiede festgestellt. Auf allen Achsen betrug der Anteil an Jagdrufen etwa 8 %. Die Anzahl an Rufen und Jagdrufen bei 30 sowie 55 kHz unterschied sich nicht signifikant im Achsenvergleich (Kruskal-Wallis: $\chi^2 < 0,87$; FG = 2; $p > 0,05$ für Rufe und Jagdrufe auf 30 und 55 kHz).

Tabelle 2. Mittelwerte der Rufe und Jagdrufe (%) bei 30 und 55 kHz in einer ¼ Stunde an Gewässern auf den untersuchten Achsen.

Achse	Anzahl Rufe 30 kHz	Anzahl Rufe 55 kHz	Jagdrufe 30 kHz	Jagdrufe 55 kHz	n
Alsterachse	10 ± 3,0	7 ± 1,6	10 ± 1,3	8 ± 1,1	6
Wandseachse	11 ± 3,5	15 ± 5,0	7 ± 1,1	8 ± 1,2	7
Nichtachse	20 ± 5,3	24 ± 7,9	9 ± 1,2	9 ± 1,3	4

± Standardfehler

3.3 Einfluß des Isolationsgrades der
Gewässer auf die Jagdaktivität
der Fledermäuse

Die Anzahl der Rufe um 30 kHz und der Rufe um 55 kHz verhielten sich in Relation zum Isolationsgrad recht ähnlich. Je stärker die Isolation, desto weniger Rufe waren in den einzelnen Gebieten zu hören. Eine Ausnahme bildete hier allerdings der Isolationsgrad 2, bei dem die Anzahl der Rufe sogar die Anzahl der Rufe bei einem Isolationsgrad von 1 noch überstieg (Tab. 3).

Es bestand eine negativ signifikante Beziehung zwischen dem Isolationsgrad und den 30 kHz-Rufen ($r_s = -0,67$; $p = 0,003$) und den 55 kHz-Rufen ($r_s = -0,61$; $p = 0,01$). Zusätzlich nahm der durchschnittliche prozentuale Anteil an Jagdrufen beider Frequenzen mit zunehmender Isolation ab. Es bestand eine negativ signifikante Beziehung zwischen dem Isolationsgrad und den 30 kHz-Jagdrufen ($r_s = -0,61$; $p = 0,01$) und den 55 kHz-Jagdrufen ($r_s = -0,68$; $p = 0,003$).

Tabelle 3. Mittelwerte der Rufe und Jagdrufe bei 30 und 55 kHz beim jeweiligen Isolationsgrad

Isolation	Rufe 30 kHz	Rufe 55 kHz	Jagdrufe 30 kHz	Jagdrufe 55 kHz	n
1	19 ± 5,1	24 ± 7,8	12 ± 1,4	13 ± 1,2	6
2	21 ± 5,3	26 ± 7,9	12 ± 1,6	10 ± 1,4	4
3	9 ± 3,5	7 ± 2,8	7 ± 1,1	6 ± 1,1	6
4	4 ± 1,7	3 ± 0,9	4 ± 0,9	3 ± 0,8	3

± Standardfehler

3.4 Einfluß der Entfernung der Gewässer zum Stadtzentrum bzw. Stadtrand auf die Jagdaktivität der Fledermäuse und die Artenzahl

Die durchschnittliche Anzahl an Rufen bei 30 und 55 kHz war in Gebieten, die sich innerhalb einer Entfernung von 7 km zum Stadtzentrum befinden, niedriger als in Gebieten, die weiter als 7 km vom Stadtzentrum entfernt liegen (Tab. 4).

Die Korrelation zwischen den 30 kHz-Rufen und der Entfernung zum Stadtzentrum war signifikant ($r_s = 0,48$; $p = 0,05$), zwischen den 55 kHz-Rufen und der Entfernung zum Stadtzentrum nicht signifikant ($r_s = 0,43$; $p = 0,08$). Mit zunehmender Entfernung vom Stadtzentrum nahm auch der Anteil an Jagdrufen sowohl bei 30 als auch bei 55 kHz zu. So waren an Gewässern, die sich innerhalb einer Entfernung von 7 km zum Stadtzentrum befinden, nur knapp über 7 % an 30 kHz-Jagdrufen zu hören, hingegen waren es an Gewässern, die weiter entfernt als 7 km vom Stadtzentrum lie-

gen, fast 10 %. Bei den 55 kHz-Jagdrufen war dieser Unterschied etwas deutlicher. An Gewässern, die sich innerhalb einer Entfernung von 7 km zum Stadtzentrum befinden, waren nur knapp unter 6 % an 55 kHz-Jagdrufen zu hören, hingegen waren es an Gewässern, die weiter als 7 km vom Stadtzentrum entfernt liegen, knapp über 10 %. Die Unterschiede zwischen der Entfernung und den 30 kHz-Jagdrufen waren aber nicht signifikant ($r_s = 0,42$; $p = 0,09$), dagegen zwischen der Entfernung und den 55 kHz-Jagdrufen signifikant ($r_s = 0,55$; $p = 0,02$). Die Betrachtung der Aktivität der Fledermäuse vom Stadtrand zum Stadtzentrum unterstreicht die Ergebnisse. So nimmt die Anzahl an Arten, an Rufen und an Jagdrufen vom Stadtrand zum Stadtzentrum ab.

Mit zunehmender Entfernung vom Stadtzentrum nimmt die Anzahl an Arten in den einzelnen Gebieten zu. Die größte Anzahl an Arten findet sich jedoch in Gebieten mit einer Entfernung um 7 km zum Stadtzentrum. Die Beziehung zwischen der Anzahl der Arten und der Entfernung zum Stadtzentrum ist nicht signifikant ($r_s = 0,33$; n.s.).

Tabelle 4. Mittelwerte der Rufe und Jagdrufe bei 30 und 55 kHz innerhalb und außerhalb einer Entfernung von 7 km vom Stadtzentrum

Isolation	% Rufe 30 kHz	% Rufe 55 kHz	% Jagdrufe 30 kHz	% Jagdrufe 55 kHz	n
< 7 km	11 ± 3,0	13 ± 3,1	7 ± 1,6	6 ± 1,3	8
> 7 km	14 ± 2,0	16 ± 3,7	10 ± 1,4	10 ± 1,2	9

± Standardfehler

4 Fazit

Städte zeichnen sich durch ein stark strukturiertes Angebot an Quartier- und Jagdmöglichkeiten für Fledermäuse aus. Die Bebauungszonen der Stadt bieten den Fledermäusen Quartiere an, und zwar in den Gebäuden, ebenso wie das durchaus hohe Baumhöhlenangebot in Parkanlagen. Randzonenbebauung bildet oft den Übergang der Stadt zum ländlichen Umland, kann aber auch inmitten der beiden stärker bebauten Zonen liegen. Siedlungen, bestehend aus mit Ziergärten umgebenen Einfamilienhäusern, beinhalten struktu-

rierte Grünteile mit einer differenzierteren Flora. Villenviertel zeichnen sich durch einen alten Baumbestand und großflächige und noch besser strukturierte Gärten aus. Als Jagdräume in Städten kommen vor allem größere Grünflächen und Gewässer in Frage (REDEL 1995).

Ein direkter Einfluß des Hamburger Freiraumverbundsystems auf die Aktivität der Fledermäuse konnte nicht festgestellt werden. So wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Gebieten innerhalb und außerhalb des Grünachsensystems ermittelt. Weiterhin sind Fledermäuse in der Stadt an allen unter-

suchten Biotoptypen anzutreffen. Die ermittelte geringere Aktivität bei einer stärkeren Isolation der Gebiete und einer größeren Entfernung zum Stadtrand (vom Stadtzentrum gesehen) sind möglicherweise auf ein geringeres Nahrungsangebot zurückzuführen. So konnte zusätzlich zur geringeren Rufaktivität eine prozentual geringere Jagdaktivität festgestellt werden. Abiotische Faktoren, die bei den Untersuchungen aufgenommen wurden, scheinen in der Stadt eine untergeordnete Rolle zu spielen. Möglicherweise werden extreme Schwankungen dieser Faktoren in der Stadt etwas kompensiert oder Fledermäuse sind in der Stadt eher in der Lage, diesen Einflüssen auszuweichen. Eine ausgeglichene Kombination von Grün- und Siedlungsflächen ermöglicht den Fledermäusen sich relativ gut in der Stadt zurecht zu finden. In diesem Zusammenhang wären weitere Untersuchungen aufschlußreich, ob sich die Aktivität und die Artenzusammensetzung der Fledermäuse innerhalb der Stadt vom Umland Hamburgs unterscheiden, ob also Fledermäuse die Stadt als Quartier- und Jagdraum aufsuchen oder meiden.

Zusammenfassung

Im Zeitraum von Ende Juni bis Anfang September 2001 wurden 17 Gewässer der Hansestadt Hamburg bezüglich ihrer Nutzung als Jagdhabitate für Fledermäuse untersucht. Im Vordergrund stand dabei die Frage nach der Bedeutung des Hamburger Landschaftsachsenmodells (Grünachsenmodell) für die Aktivitäten der Fledermäuse.

Die Gewässer wurden hinsichtlich ihrer Lage, Größe, Isolation und Achsenzugehörigkeit im Stadtgebiet, aber auch ihrer umgebenden Biotoptypen charakterisiert. Mit Hilfe von Bat-Detektoren wurden die Artenzusammensetzung sowie die Flug- und Jagdaktivität erfaßt. Für die Bestimmung der Flugaktivität wurden die an einem Gewässer erfaßten Rufe, für die Jagdaktivität die aufgezeichneten Terminalphasen („final buzzes“) gezählt. Ebenso wurden abiotische Faktoren wie Lufttemperatur, Windstärke, Bewölkungsgrad und Mondphase aufgenommen.

Als eindeutig dominierende Arten konnten Zwerg- (*Pipistrellus pipistrellus*) und Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) in den Untersuchungsgebieten angesprochen werden. Weiterhin konnten Breitflügel-Fledermaus (*Eptesicus serotinus*), (Großer) Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und sehr selten Rauhhaut- (*Pipistrellus nathusii*) und Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) nachgewiesen werden.

Ein signifikanter Einfluß des Grünachsenmodells auf die Aktivität der Fledermäuse konnte in den Untersuchungen nicht festgestellt werden. Andere Gebietsfaktoren übten einen stärkeren Einfluß auf die Fledermausaktivität aus. So nahm sie zur Stadtmitte hin signifikant ab (Spearman-Rang-Korrelation; Entfernung (in Klassen < 7 km und > 7 km): Rufe: $p < 0,05$; Jagdrufe: $p < 0,02$), wobei die Artenzahl sich nicht signifikant vom Stadtrand zum Stadtzentrum änderte. Allerdings konnten leichte Unterschiede in der Abundanz der Zwerg- und der Wasserfledermaus in den Gebieten festgestellt werden. So wurden sie in zentrumsnahen Gebieten seltener angetroffen als am Stadtrand. Der Grad der Isolation der Gewässer spielte bei der Aktivität der Fledermäuse eine wichtige Rolle. Mit zunehmender Isolation nahm die Anzahl an Rufen und der Anteil an Jagdrufen deutlich ab (Spearman-Rang-Korrelation; Isolation [in Klassen 1-4]: Rufe: $p < 0,003$; Jagdrufe: $p < 0,003$). In anderen Untersuchungen konnte mit zunehmender Isolation eine Verringerung der Artenzahl von Insekten im Allgemeinen (DENYS & SCHMITT 1998, KLAUSNITZER 1993) und Laufkäfern im Speziellen (WELLER & GANZHORN 2004) festgestellt werden. Dieses verringerte Nahrungsangebot könnte ein zusätzlicher Faktor für die geringere Aktivität der Fledermäuse in isolierten Gebieten sein. Die Größe der Gewässer schien nicht ausschlaggebend für die Fledermausaktivität zu sein. Die Einteilung der Gebiete in Biotoptypenklassen aufgrund des Anteils an Gewässern, Wäldern, Wiesen und Bebauung im Umkreis von 300 m brachte keine signifikanten Beziehungen hinsichtlich der Aktivität der Fledermäuse.

Summary

Distribution of bats in the city of Hamburg in relation to watercourses and green axes

During the period from the end of June until the beginning of September, 2001 17 watercourses of the city of Hamburg were examined regarding their use as hunting habitats for bats. The investigation focused on the question of the significance of the Hamburg landscape axis model (green axis model) for the activity of the bats.

The watercourses were characterised with regard to their position, size, isolation and axis affiliation in the city, as well as their surrounding habitat types. The species composition as well as the flight activity and the hunting activity were detected with bat-detectors. The recorded calls were counted for the determination of the flight activity and the taped terminal phases („final buzzes“) were counted in order to determine the hunting activity. Abiotic factors such as air temperature, wind force, cloudiness and phase of the moon were recorded also.

Common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) and Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) were clearly identified as the dominant species in the investigation areas. Furthermore, serotine bat (*Eptesicus serotinus*), noctule bat (*Nyctalus noctula*) and the very rare Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii*) as well as Parti-coloured bat (*Vespertilio murinus*) could be accounted for.

The investigations could not ascertain a significant influence of the green axis model on the activity of bats. Other area factors exerted a stronger influence on the bat activity. For example, it decreased significantly the closer the measurements came to the city centre (Spearman rank correlation; distance [in classes < 7 km and > 7 km]: Calls: $p < 0,05$; hunting calls: $p < 0,02$) whereas the number of species did not change significantly from the outskirts to the city centre. However, slight differences could be ascertained in the abundance of common pipistrelle and Daubenton's bat in the selected areas. They were found in areas close to centre more infrequently than in the outskirts. The degree of the isolation of the watercourses played an important role on the activity of the bats. With increasing isolation the number of calls and the rate of hunting calls clearly decreased (Spearman rank correlation; isolation [in classes 1-4]: Calls: $p < 0,003$; hunting calls: $p < 0,003$). Other studies revealed a reduction of the number of species of insects in general (DENYS & SCHMITT 1998, KLAUSNITZER 1993) and of carabid beetles in particular (WELLER & GANZHORN 2004) with increasing isolation. The reduced food supply could be an additional factor for the lower activity of bats in more isolated areas. The size of the watercourses did not seem to be the decisive factor for the bat's activity. The classification of the areas in biotope type classes based on the proportion of watercourses, woods, meadows and house building in a radius of 300 m showed no significant relations concerning the activity of the bats.

Schrifttum

- DENYS, D., & SCHMITT, H. (1998): Insect communities on experimental mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) plots along an urban gradient. *Oecologia* **113**, 269-277.
- GILLANDT, L., MARTENS, J. M., & BOYE, P. (1985): Schutzprogramm für Säugetiere in Hamburg. *Natursch. Landschaftspf. Hamburg* **12**, 1-68.
- GRIFFIN, D. R., WEBSTER, F. A., & MICHAEL, C. R. (1960): The echolocation of flying insects by bat. *Animal Behav.* **8**, 141-154.
- HELMER, W., & LIMPENS, H. J. G. A. (1991): Echos in der Landschaft – Über Fledermäuse und ökologische Infrastruktur. *Dendrocopos* **18**, 3-8.
- KLAUSNITZER, B. (1993): Ökologie der Großstadtfäuna. 2. Aufl. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- REDEL, T. (1995): Zur Ökologie von Fledermäusen in mitteleuropäischen Städten. Examensarb., Fachbereich Biologie, Freie Universität Berlin.
- SCHLUMPRECHT, H. (1994): Zoologische Untersuchungen: Fledermäuse. *Handbuch landschaftsök. Leistungen*. Veröff. VUBD **1**, 85-92.
- Stadtentwicklungsbehörde Hamburg (2001): Grünes Netz Hamburg. Landschaftsprogramm Hamburg. Broschüre Fachamt Landschaftsplanung. <http://www.hamburg.de/contentblob/154164/data/faltplan-text.pdf>.
- Umweltbehörde Hamburg (1985): Schutzprogramm für Säugetiere in Hamburg. *Naturschutz u. Landschaftspf.*, Sch.R. Umweltbehörde, H. **12/85**. Hamburg.
- (1987): Biotopschutzkonzept Walddörfer/Alstertal. *Ibid.* H. **17/87**. Hamburg.
- (1997): Aktualisierung und Überarbeitung des Artenhilfsprogramms Säugetiere. Bearb.: Planula & böp. 19-35 (unveröff.).
- WELLER, B., & GANZHORN, J. U. (2004): Carabid beetle community composition, body size and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. *Basic Appl. Ecol.* **5**(2), 193-2001.
- WIERMANN, A., & REIMERS, H. (1995): Zur Verbreitung der Fledermäuse in Hamburg. *Nyctalus* (N. F.) **5**, 509-528 (dort weitere Quellen zur Fledermausfauna von Hamburg).