©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

ANDREAS ARNOLD, MONIKA BRAUN, URSEL HÄUSSLER, BRIGITTE HEINZ,
ALFRED NAGEL & GERHARD RIETSCHEL

Rheinbrücke bei Mannheim als Fledermausfalle

Kurzfassung
Im Spätsommer 1994 flogen zahlreiche Abendsegler (*Nyctalus noctula* SCHREBER 1774) in einen Widerlagerraum der Autobahnbrücke Frankenthal bei Mannheim ein. Ein Großteil der Tiere verendete dort. Trotz Pflege noch lebend aufgefundener Individuen stiegen die Ausfälle, bezogen auf den erfaßten Bestand (137 Ind.), auf über 70 %. Als sich 1995 eine Wiederholung des Desasters anbahnte, wurden vorsorglich insgesamt 564 Abendsegler aus der Brücke evakuiert. Insgesamt wurden in beiden Jahren von ca. 700 Abendseglern Geschlecht, Altersklasse, Fortpflanzungsstatus, Unterarmlänge und Körpergewicht ermittelt.
Um Hinweise auf Ursachen oder Hintergründe der Geschehnisse im Brückenquartier zu erhalten, beobachteten wir die abendliche Flugaktivität der Fledermäuse sowie ansatzweise Vorgänge zur Verweildauer, zur individuellen Gewichtsentwicklung und zum Rückfindevermögen der Tiere.
Daneben konnten in unterschiedlichem Umfang auch Laboruntersuchungen zu Schadstoffbelastung, Pathologie und Parasitologie der Tiere durchgeführt werden.
Die Ergebnisse legen nahe, daß die Stahlkonstruktion der Brücke für postjuvenile Abendsegler als Orientierungsfalle wirkte. Offenbar konnten die eingeflogenen Fledermäuse das Brückenquartier zur Nahrungsuche nicht mehr verlassen. Hierdurch entstehende Ernährungsdefizite dürften dann zu dem beobachteten Tiersterben geführt haben, wobei festgestellte Belastungen wie Parasitenbefall, opportunistische Infektionen und mobilisierte Umweltgifte zusätzlich beteiligt gewesen sein können.
Abschließend wird erläutert, wie der Falleneffekt durch einfache bauliche Maßnahmen im Brückenquartier abgestellt wurde, ohne dadurch die Nutzungsmöglichkeit der Brücke als Migrations-Zwischenquartier zu unterbinden.

Abstract
Rhine bridge near Mannheim as a trap for bats
Late summer 1994 and 1995 large numbers of postjuvenile noctule bats *(Nyctalus noctula)* assembled at a roosting site in an abutment chamber of a motorway-bridge crossing the river Rhine near Mannheim (SW-Germany). In 1994 the body condition of the bats at the the bridge roost rapidely grew worse resulting in losses of more than 70 % of the recorded individuals, despite care for weakened bats. When the same phenomenon approached in 1995, a rescue operation was started in the course of which 564 individuals had been removed from the bridge roost alive. In all, about 700 noctules were handled and most of them examined as to sex, age, body mass, forearm and reproductive condition.
To find out the possible causations for the bats' perishing we studied their nocturnal flight behaviour at the roost-site and at a minor scale, roostsite fidelity, homing and changes in bodyweight of individual noctules. These studies strongly suggested that the tunnellike steel construction of the bridge could act as a orientational trap and so hinder the animals from emerging freely from the roost.
As a consequence the animals lost weight up to a fatal extent, in addition possibly reinforced by the observed parasitic load, opportunistic infections and a high load of chlorinated hydrocarbons.
Structural alterations carried out to prevent such desastrous recurrences revealed so far effective without cutting the function of the bridge as a transient roost.

Autoren
Dipl.-Biol. ANDREAS ARNOLD, Dipl.-Biol. MONIKA BRAUN, Dr. URSEL HÄUSSLER, Dipl.-Biol. BRIGITTE HEINZ, Dr. ALFRED NAGEL, Dr. GERHARD RIETSCHEL, Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden, c/o Staatliches Museum für Naturkunde, Postfach 6209, D-76042 Karlsruhe.

1. Einleitung

Brücken zählen zu den attraktivsten Bauwerken für Fledermäuse. Offenbar bietet die ganze Palette von Bautypen, von der kleinen historischen Rundbogen-Steinbrücke bis zur riesigen modernen Spannbeton-Hohlkasten-Konstruktion, für Vertreter dieser Tiergruppe geeignete Hangplätze (DAVIS & COCKRUM 1963, KOETTNITZ & HEUSER 1994, NAGEL 1995, SMIDDY 1997). Dies wird dadurch verständlich, daß einerseits artspezifische Bevorzugungen von Strukturtypen vorliegen (z. B. Spaltenquartiere, großräumige Quartiere vom Felshöhlen-Typ), zum andern zusätzlich innerartlich im sozio-saisonalen Zusammenhang funktionell unterschiedliche Quartierstrukturen aufgesucht werden können (Balzquartiere, Aufzuchtsquartiere, Quartiere für temporäre Massenaggregationen, Überwinterungsquartiere etc.).
Die wenigen Nachweise von Wochenstubengesellschaften in Brücken sind bisher auf das Große Mausohr *(Myotis myotis)* und die Wasserfledermaus *(Myotis daubentoni)* beschränkt (ROER 1987, 1995, SCHOBER 1989, RUDOLPH & LIEGL 1990, NAGEL 1995, 1997). Wesentlich häufiger werden Einzeltiere oder Männchengruppen den Sommer über und/oder gemischte Paarungs- bzw. Migrationsgruppen in den Übergangszeiten in Brückenquartieren angetroffen und dies über das gesamte Artenspektrum hinweg (STRELKOV 1980, RICHARZ & LIMMBRUNNER 1992, KOETTNITZ & HEUSER 1994). Großdimensionierte Brücken stellen bedeutende Überwinterungsquartiere für den Großen Abendsegler *(Nyctalus noctula)* und für die Zwergfledermaus *(Pipistrellus pipistrellus)* dar (HARRJE 1994, KOETTNITZ & HEUSER 1994, GODMANN & NAGEL 1996).
Lange wurden die oftmals kaum zugänglichen und schwierig einsehbaren Brückenquartiere bei Fleder-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

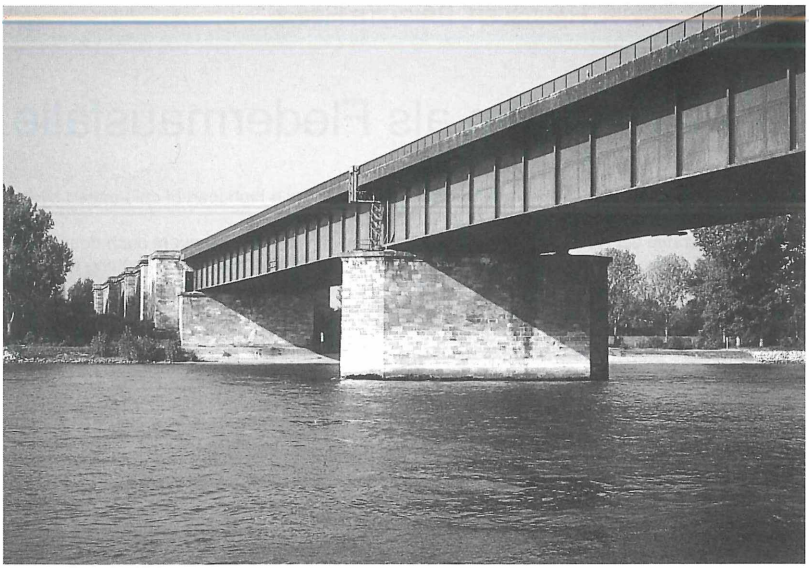


Abbildung 1. Die Autobahnbrücke über den Rhein bei Mannheim, in der während des Spätsommers 1994 und 1995 Massenansammlungen von Großen Abendseglern gefunden wurden. – Foto: Dr. G. RIETSCHEL.

mauskartierungen übergangen. Durch intensivere Kontrollen in jüngerer Zeit mehren sich nun Meldungen über Fälle, in denen unter klimatischen Extrembedingungen größere Verluste bei winterschlafenden Fledermäusen eintraten oder sich große Brückenbauten mit Hohlkörpern als regelrechte Todesfallen für Fledermäuse herausstellten (RIETSCHEL & BRAUN 1994, BECK 1996, WERNER 1996), so daß die an sich erfreuliche Brückenakzeptanz der Fledermäuse durchaus auch kritisch betrachtet werden muß. Eine Erfassung und Zusammenstellung konkreter Daten zur langfristigen Eignung von bestimmten Brücken-Konstruktionstypen als Fledermausquartiere bzw. deren Tücken ist daher unbedingt wünschenswert.

Bei einer systematischen Brückenkontrolle in Nordbaden (BRAUN 1994) erwies sich die Autobahnbrücke Frankenthal (Theodor-Heuß-Brücke) bei Mannheim als verhängnisvolles Fledermausquartier. Im Spätsommer 1994 mußten dort mehr als 100 Abendsegler *(Nyctalus noctula)* aus einem Brückenpfeiler geborgen werden, von denen der Großteil bereits tot oder moribund war. Im gleichen Zeitraum des Folgejahres 1995 wurden an selber Stelle erneut stark geschwächte Abendsegler vorgefunden. Die genaueren Fundumstände und der Verlauf der 1995 eingeleiteten Evakuierungsaktion sollen im Folgenden beschrieben werden. Es werden außerdem Ergebnisse von begleitenden Untersuchungen dargestellt, die zur Klärung der Bedeutung der massiven Abendsegler-Einflüge und vor allem zur Aufdeckung der zunächst nicht ersichtlichen Ursachen für die hohen Ausfälle und den schlechten Ernährungszustand der aufgefunden Tiere durchgeführt wurden.

2. Lokalität

Auf der Rheinbrücke Frankenthal (Theodor-Heuß-Brücke) quert die Bundesautobahn A 6 die Landesgrenze von Baden-Württemberg (Ostufer) und Rheinland-Pfalz (Westufer). Auf badischer Seite reicht die Peripherie von Mannheim-Sandhofen im Südosten bis auf etwa einen Kilometer an die Brücke heran. In gleicher Distanz südlich der Brücke mündet der Friesenheimer Altrheinarm, der bis auf das kleine NSG „Kopflache" durch Industrieanlagen geprägt ist. Nach Norden zeigt sich die angrenzende Umgebung noch weitgehend unverbaut und wird landwirtschaftlich intensiv genutzt. Auf der pfälzischen Seite schließt sich nach Süden das Werksgelände der BASF (Ludwigshafen) an. Das direkte Umfeld der Brücke weist einen schmalen Ufersaum aus Weidengebüsch und Pappeln auf.

Die Rheinbrücke wurde in den 30er Jahren nach dem Konstruktionstyp einer kombinierten Deck- und Bogenbrücke erbaut. Der über Land befindliche Teil des Bauwerks besteht aus zahlreichen natursteinverblendeten Betonbögen und -pfeilern sowie den beiden Brückenköpfen. Diese bilden die Widerlager der in Flußmitte durch einen zusätzlichen Pfeiler gestützten, in einer Höhe von ca. 25 m über dem Wasserspiegel des Rheins verlaufenden Plattenbalken-Stahlträgerkonstruktion. Die Brücke weist über Wasser Stützweiten von zweimal 135 m auf (Abb. 1).

Der Zugang zu den dreistöckigen Hauptpfeilern, in denen sich zahlreiche, ehemals als Luftschutzräume genutzte Brückenkammern und die eigentlichen Widerlager befinden, ist nur über Schächte vom Mittelstreifen der Autobahn aus möglich.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

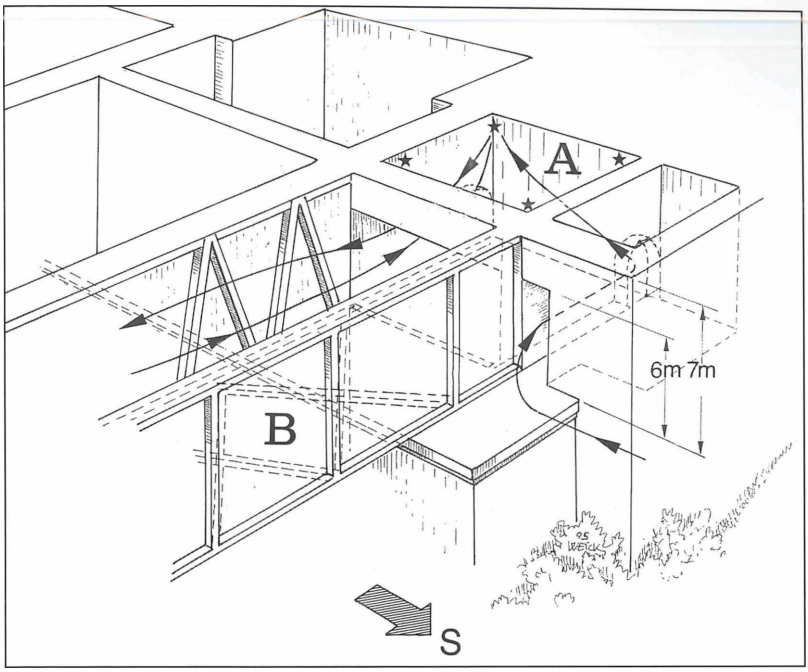


Abbildung 2. Skizze der Autobahnbrücke. Die Widerlagerkammern (A), in denen die Abendsegler hingen (*), öffnen sich direkt in die tunnelartige Stahlkonstruktion der Brücke (B), die lediglich zum Fluß hin zwischen den Kreuzverstrebungen Öffnungen läßt. Die Pfeile markieren die Hauptflugrouten der Fledermäuse sowie einen möglichen Einflugsweg der Abendsegler in die Brücke. – Zeichnung: F. WEICK.

Auf badischer Seite sind die Widerlagerkammern im obersten Pfeilerstockwerk zum Rhein hin offen. Ihre obere Begrenzung stellen die zwei Fahrbahntafeln dar, die über dem Rhein von zwei Stahlkonstruktionen mit vollwandigen Seitenteilen und Stahlbetondecke (Plattenbalkenkonstruktion) getragen werden. Nach unten, zum Rhein hin, schließen die Tragwerke mit offenen, polygonalen Stahlgurtungen ab (Abb. 2). Dadurch wird unterhalb der Fahrbahnen jeweils ein fast als tunnelartig zu beschreibender Luftraum eingeschlossen. Diese „Stahltunnel" führen auf der gesamten Brückenlänge durchgehend von der einen Flußseite zur anderen (Abb. 3).

Abbildung 3. „Tunnelartige" Brückenkonstruktion unterhalb der Fahrbahnen.– Foto: Dr. G. RIETSCHEL.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

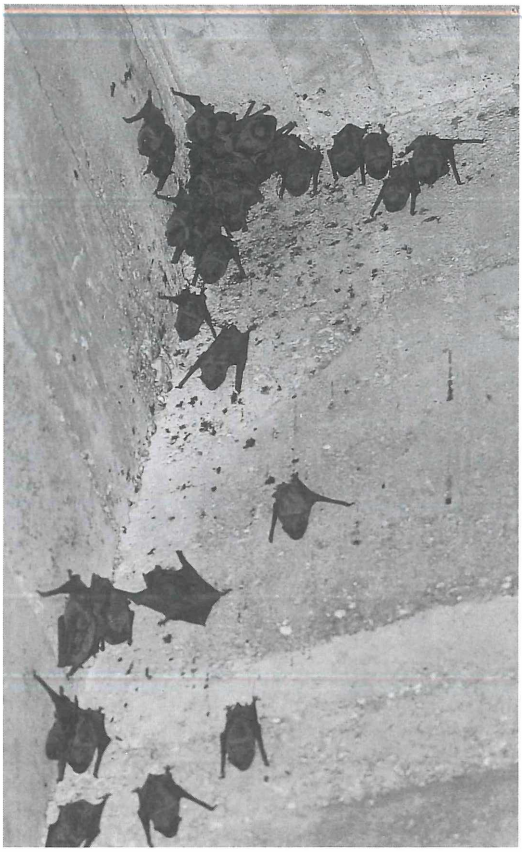


Abbildung 4. Haupthangplatz der Abendsegler in einer Widerlagerkammer der Brücke. – Foto: Dr. G. RIETSCHEL.

Zwischen den Brückenkammern unterhalb der Fahrbahntafeln liegt unter dem Mittelstreifen eine separate Kammer. Innerhalb des Brückenpfeilers sind alle Kammern durch schmale, ca. 2 m hohe Durchgänge miteinander verbunden.
Die Haupthangplätze der Abendsegler befinden sich auf badischer Seite in ca. 7 m Höhe in den oberen Ecken der inneren südlichen Brückenkammer (Abb. 2). Unebenheiten der Betonwand genügten dort den Fledermäusen, um sich anzuhängen und Cluster zu bilden. Entgegen ihrer Neigung, dunkle, eher engräumige Ruheplätze aufzusuchen, hingen die Abendsegler ungeschützt und lichtexponiert (Abb. 4). In der südlichen, von den Tieren bevorzugten Brückenkammer sammelte sich Brückenabflußwasser aus defekten Regenableitungsrohren und führte dort in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf zu unterschiedlich ausgedehnten Wasserflächen unter dem Haupthangplatz. Nach heftigen Gewitterregen am 23.08.95 wurde der gesamte Kammerboden bis zu 10 cm hoch überflutet. Zuvor war im Laufe der trocken-heißen Wetterphase das Wasser bis auf eine schlammige Pfütze eingetrocknet.
Im westlichen Hauptpfeiler sind die Brückenkammern auf der Flußseite zugemauert. Hier hingen gelegentlich Fledermäuse dicht unter den Fahrbahnen frei am Mauerwerk des Pfeilers bzw. drängten sich in ein horizontales Bohrloch von 10 cm Durchmesser.

3. Chronologie

3.1 Fledermausbesiedlung im Spätsommer 1994

Am 31.08.1994 meldete ein Mitarbeiter der Autobahnmeisterei, daß in der Rheinbrücke ca. 100 Fledermäuse an der Decke dieser Kammer zu sehen seien, einige „halbtot" dicht über dem Boden an der Wand hingen und viele Exemplare bereits tot unterhalb des Hangplatzes in einer Wasseransammlung (s.o.) lägen. Dies bestätigte sich bei einer Begehung am nächsten Tag. Unter dem Hauptcluster aus schätzungsweise über 80 Großen Abendseglern (*N. noctula*, Taf. 1.a) hingen 15 ausgekühlte, teilweise durchnäßte und völlig abgemagerte Tiere dicht über der Wasseransammlung an der Wand; 40 zumeist frischtote Kadaver lagen am Boden. Die toten Exemplare wurden eingesammelt und möglichst schnell zur weiteren Untersuchung tiefgefroren, die mit der Hand greifbaren geschwächten Abendsegler in Pflege genommen. In der Folgezeit wurde das Brückenquartier im September 1994 weitere 6 x kontrolliert. Mit den dabei aufgefundenen Fledermäusen wurde wie oben beschrieben verfahren. Bei der Brückenkontrolle am 06.09.1994 wurden immer noch ein Pulk aus etwa 100 Abendseglern sowie weitere tote und moribunde Tiere vorgefunden. Während einer darauf folgenden Kaltwetterperiode schienen die Tiere ihre Hangplätze nicht mehr zu ändern. Der verbliebene Fledermauscluster verkleinerte sich durch herabfallende Exemplare beständig und hatte sich bis 23.09.1994 gänzlich aufgelöst.
Zwischen dem 1. und 23. September 1994 wurden insgesamt 137 Große Abendsegler aufgesammelt. Die Zahl der Totfunde im Quartier betrug 69 Individuen, 68 stark abgemagerte, zumeist moribunde Fledermäuse wurden in Pflege genommen. Von diesen verendeten trotz intensiver Behandlung noch 30 Individuen (häufig mit Durchfallsymptomatik), so daß schließlich 38 Abendsegler überlebten, die nach ca. 14 Tagen in gutem Zustand wieder freigelassen werden konnten. An den Totfunden und den Pfleglingen waren außer einer in vielen Fällen auffälligen Abnutzung der Daumenkrallen keine ungewöhnlichen äußeren Verletzungen festzustellen. Alle Individuen waren hochgradig abgemagert aber nicht auffällig dehydriert. Am 01.09.1994 befand sich unter den kontrollierten *N. noctula* ein weiblicher Kleinabendsegler *(Nyctalus leisleri)* im Brückenquartier.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Tabelle 1 Bei den Kontrollen 1995 im Brückenquartier aufgefundene Große Abendsegler *(N. noctula)*.

Datum	Lebendfunde		davon in Pflege	Totfunde	in Brücke verblieben
13.06.					
21.08.	27		27	10	ca. 140
22.08.	6	(3,3)	6	2	> 150
23.08.	13	(6,7)	13		> 150
24.08.	270	(98,172)	60	–	
25.08.	2	(0,2)	2		35
26.08.	78	(36,42)			
28.08.	45	(20,25)	2		10
30.08.	22	(10,12)		–	8
01.09.	51	(22,29)			
04.09.					
07.09.	31	(7,24)			
09.09.	5	(2,3)			
11.09.	14	(3,11)			
14.09.	–				
15.09.					
19.09.					
22.09.					
23.09.					
Summe	564	(212 ♂, 335 ♀)	112	12	

3.2 Fledermausbesiedlung im Spätsommer 1995

Bei der ersten Quartierkontrolle im Sommerhalbjahr 1995 am 13.06. wurden in der Rheinbrücke noch keine Fledermäuse gefunden. Am 21.08.1995 bot sich allerdings wieder ein ganz ähnliches Bild wie im Vorjahr: Circa 140 Große Abendsegler hingen dicht gepackt unter den Decken der Brückenkammern an den gleichen Stellen wie 1994. Insgesamt 10 Tiere lagen bereits verendet im Wasser unter den Hangplätzen. 27 geschwächte, zumeist durchnäßte Tiere, die in vom Boden erreichbarer Höhe hingen, wurden sofort zur Pflege abgenommen. Die „kritischen" Fälle wurden noch in der Brücke bei dosierter Wärmezufuhr behutsam abgetrocknet und angefüttert. Ab diesem Termin wurde die Brücke zunächst täglich kontrolliert (Tab. 1).

Aufgrund der Erfahrungen vom Vorjahr und den Ergebnissen von abendlich durchgeführten Flugaktivitätsbeobachtungen (s. u.) stand mittlerweile zu befürchten, daß ein Großteil der in die Brücke eingeflogenen Abendsegler Gefahr lief, dort zu verenden. Ab dem 24.08.1995 wurden deshalb auch alle in den oberen Ecken der Brückenkammern hängenden Fledermäuse von einer Leiter aus eingesammelt und in Leinensäckchen bzw. Kisten für die anschließende Untersuchung ihres Zustandes (s. u.) aufbewahrt. Beim ersten derartigen Einsatz wurden 270 Große Abendsegler aus der Brücke geholt. Davon stammten 50 Tiere aus dem westlichen Brückenpfeiler, der an diesem Tag erstmals auch kontrolliert wurde. Fast ein Drittel der geborgenen Individuen (n=78) war deutlich untergewichtig (< 22 g), einige davon waren bereits kritisch geschwächt. Diese Tiere wurden zur Auffütterung vorübergehend in Haltung genommen. Die Freisetzung der übrigen 192 Abendsegler erfolgte in einem Waldstück bei Oftersheim, ca. 20 km südöstlich der Brücke noch am Abend des Fundtages.

Bei den nachfolgenden Kontrolleinsätzen wurden weiterhin alle auffindbaren Fledermäuse evakuiert, mit Ausnahme der Brückenbegehung am 25.08.95 durch eine Einzelperson (Tab. 1). Nach dem 11.09.95 wurden keine Fledermäuse mehr im Brükkenquartier beobachtet. Die letzte Kontrolle erfolgte am 23.09.1995.

Der erfaßte Bestand der Rheinbrücke im Spätsommer 1995 belief sich incl. 12 Totfunde auf 576 Große Abendsegler (*N. noctula*). Außerdem wurde am 21.08.95 ein männlicher Kleinabendsegler *(Nyctalus leisleri)* in ein *noctula*-Cluster integriert vorgefunden.

Unter den am 01.09.1995 kontrollierten Großen Abendseglern befand sich ein beringtes diesjähriges Weibchen (Ringnummer E 404 251 MUS BONN), markiert am 18.08.1995 in einem Waldgebiet im Stadtbereich von Gießen („Philosophenwald", KUGELSCHAFTER mdl.). Zeitgleich wurden in Gießen insgesamt ca. 120 diesjährige Abendsegler beringt, die aus einer als Winterquartier bekannten Baumhöhle stammten. Bemerkenswerterweise befand sich unter diesen Tieren ein in Ostdeutschland (Prenzlau, Brandenburg) beringtes Tier vom Jahr.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

4. Beobachtungen zur Fallenwirkung der Brücke

4.1 Abendliche Flugaktivität

Am 01.09.1994 sowie am 22. und 23.08.1995 wurden von mehreren Personen Beobachtungen zur Flugaktivität der Abendsegler durchgeführt. Dabei kamen Ultraschall-Detektoren, Nachtsichtgerät, Ferngläser und Scheinwerfer zum Einsatz.

Bereits am Abend des 01.09.1994 konnte von einem Standort unter der Brücke festgestellt werden, daß die Abendsegler nach dem Verlassen der Hangplätze ab der frühen Dämmerung fast ausschließlich innerhalb der Stahlkonstruktion der Brücke flogen.

1995 wurden die Abendsegler an den zwei auf die Entdeckung der Tiere folgenden Abenden von innerhalb und außerhalb der Brücke postierten Personen beobachtet. Zu diesem Zeitpunkt hatten sich ca. 150 Tiere in der südlichen Brückenkammer im Ostpfeiler gesammelt. Die dabei festgestellten Verhaltensabläufe waren an beiden Abenden weitgehend übereinstimmend und können wie folgt zusammengefaßt werden:

Einzelne Abendsegler des größten Gruppenverbandes starteten bereits bis zu 20 min vor Sonnenuntergang vom Hangplatz, die Hauptflugaktivität setzte bei Sonnenuntergang ein. Die Tiere flogen meist in kleinen Gruppen oder Reihen ab, um direkt in die korridorartige Stahlkonstruktion der Brücke einzufliegen. Eine am 22.08.95 um 20.50 Uhr per Nachtsichtgerät durchgeführte Zählung ergab Durchflüge von mindestens 60 Fledermäusen in der Minute. In der Hauptflugphase, die 1,5 bis 2 Stunden anhielt, flog die Masse der Abendsegler beständig mit hohem Tempo den langen Korridor innerhalb der Stahlkonstruktion hin und her. Im Gegensatz dazu fielen während der Beobachtung immer wieder Einzeltiere auf, die offensichtlich schon stark geschwächt und nicht mehr voll flugtauglich waren. Unfreiwillig ins Wasser geratene Individuen versuchten durch Hochklettern an den Betonwänden an die Hangplätze zu gelangen, was wohl die festgestellte starke Abnutzung der Daumenkrallen bei den aufgesammelten Abendseglern mit sich brachte.

Vor dem Abschluß der Hauptflugphase waren häufige Anflüge an die Tagesschlafplätze (Schwärmphase) zu beobachten, bevor sich dort allmählich wieder eine große Ruhegruppe bildete.

Die im Detektor vernommenen Ortungslaute bestanden aus sehr kurzen, frequenzmodulierten Rufen, wie sie üblicherweise beim Flug in hindernisreicher Umgebung von der Art verwendet werden. Dabei waren auch die charakteristischen Ortungsmuster von Beutefanghandlungen zu vernehmen. Insektenfänge konnten auch wiederholt direkt beobachtet werden. Wir werten dies als deutliches Indiz, daß die Tiere versuchten, ihren Nahrungsbedarf innerhalb des Brückenkorridors durch zwischen den Stahlgurtungen eingeflogene Insekten zu decken. Regelmäßig beobachteten wir auch Trinken im Flug aus der Wasserpfütze unterhalb der Hangplätze in der Brückenkammer. Außerdem waren aus den Flugversammlungen heraus häufig Laute des sozialen Kontextes zu hören; auffällig waren Triller unterschiedlicher Intensität und Frequenzlage.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die Flugaktivität der Abendsegler zumindest während der Beobachtungsphase in der ersten Nachthälfte nahezu ausschließlich auf den Bereich innerhalb der Brücke beschränkt blieb. Das von uns erwartete abendliche Ausfliegen zum Beutefang aus der Brücke entfiel. Nur ganz ausnahmsweise konnten außerhalb der Brücke Abendsegler gesichtet werden, wobei ungeklärt bleibt, ob diese Tiere überhaupt aus der Brücke stammten. Vereinzelte Anflüge an die Eingänge der Brückenkammern von außen lassen auf eine mögliche Einflugroute schließen.

Tabelle 2. Wiederfunde und Gewichtsentwicklung gekennzeichneter Abendsegler *(N. noctula)*.

Tier (n=10)	KG (g) bei Kennzeichnung am 28.08.95	KG (g) bei Wiederfund am 30.08.95
M1	28,0	24,7
M²	(25,5)	
M³	23,6	22,2
W4	(27,5)	
W5	26,1	23,8
W6	26,0	23,5
W7	24,4	22,8
W8	24,0	22,8
W9	(23,8)	
W10	(23,3)	
	x_6 = 25,35±1,66	x_6=23,30±0,89
Tier (n=8)	**KG (g) bei Kennzeichnung am 30.08.95**	**KG (g) bei Wiederfund am 01.09.95**
M11	24,7	23,0
M12	24,6	23,3
M13	(24,6)	
M14	24,3	22,3
W15	25,2	24,0
W16	(24,5)	
W17	(24,1)	
W18	(23,2)	
	x_4=24,75±0.46	x_4=23,15±0.7

4.2 Zur Gewichtsentwicklung und Verweildauer kontrollierter Tiere

Klare Hinweise auf die zumindest im Ernährungssektor prekäre Situation der „Brückenabendsegler" lieferten Gewichtsuntersuchungen. 18 Tiere in zwei Stichproben wurden nach dem Wägen nicht wie sonst ca. 20 km

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

südlich der Brücke freigelassen (s.o.), sondern – individuell durch Fellmarken (minimale Haarkürzungen an verschiedenen Stellen im Rückenfell) gekennzeichnet – wieder an ihren Hangplatz in der Brückenkammer zurückgesetzt. Nach jeweils Zweitages-Intervallen konnten insgesamt 10 Tiere nochmals gewogen werden. Dabei wurde eine systematische Gewichtsabnahme (Tab. 2) festgestellt. Gleichzeitig ergibt sich aus diesen Daten ein Hinweis auf die zeitliche Fluktuation der Quartiernutzung, wobei wir annehmen, daß es den nicht mehr aufgefundenen Tieren gelang, die Brücke zu verlassen. Die Wiederfunde wurden nach Handfütterung am selben Tag außerhalb der Brücke freigesetzt. Um zu überprüfen, ob die zu ihrem Schutz verfrachteten Abendsegler in das Brückenquartier zurückkehrten, wurden am ersten Evakuierungstermin (24.08.1995) alle 192 in relativ gutem Zustand aus der Brücke geholten Individuen vor der abendlichen Freisetzung mit kleinen weißen Farbtupfern kenntlich gemacht. Wiederfunde blieben in der Folgezeit aus. Eine nach unserer Vorstellung unwahrscheinliche Rückkehr ins Quartier nach längerer Abwesenheit wäre aber bei der eher geringen Haltbarkeit der Kennzeichnung möglicherweise nicht mehr festzustellen gewesen.

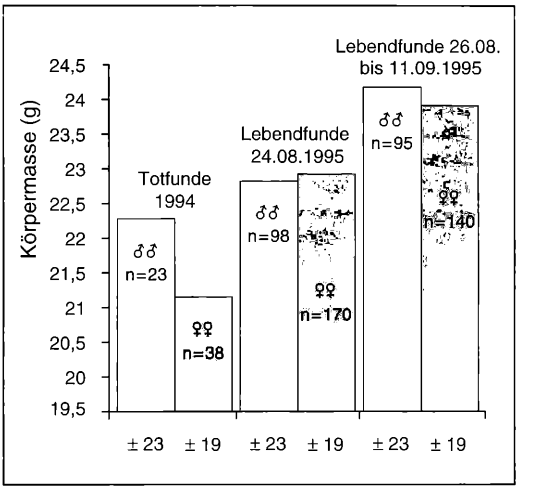


Abbildung 5. Vergleichende Darstellung der Körpermassen (g) von Abendseglerfunden aus dem Brückenquartier. Die geschlechtsbezogenen Unterschiede bei den Totfunden beruhen sicher auf methodisch bedingten Meßmängeln (höhere Gewichte einiger nasser Individuen).

5. Untersuchungen am Tierbestand

5.1 Alter und Geschlecht der eingeflogenen Abendsegler

Die Einstufung in die Altersklassen „diesjährige Tiere" und „adulte Tiere vom Vorjahr oder älter" wurde am Totmaterial in erster Linie durch die Überprüfung von Verknöcherungsgrad und Form der kleinen Flügelgelenke (Taf. 1.b) sowie der Gebißabnutzung vorgenommen. Bei gut erhaltenen Exemplaren und den Lebendfunden kamen Alterskennzeichen wie Fellfärbung (Taf. 1.c) und Gonadenentwicklung bzw. Zitzengröße hinzu (vgl. HÄUSSLER et al., im Druck). Die Untersuchung aller 99 im Jahre 1994 tot aufgesammelten bzw. in Pflege verendeten Tiere ergab, daß es sich mit Ausnahme je eines mehrjährigen Männchens und Weibchens durchgehend um ausgewachsene Abendsegler vom Jahr handelte, also um Individuen, die ein Lebensalter von durchschnittlich $2\,^1/_2$ – 3 Monate erreicht hatten. Von den im Jahr 1995 in der Brücke vorgefundenen Abendseglern (n=564) wurden ebenfalls nur 6 Individuen (5 ♂, 1 ♀) als adulte Tiere eingestuft. Der Rest bestand, wie bereits 1994, aus ausgewachsenen diesjährigen Tieren. Nachdem bei einer Überprüfung des Reproduktionsstatus von 22 Männchen und 29 Weibchen dieser Altersklasse aus beiden Fundjahren in allen Fällen inseminierte Uteri bzw. einsetzende Spermienproduktion festgestellt worden war (HÄUSSLER et al., im Druck), ist davon auszugehen, daß die postjuvenilen Abendsegler ein pubertäres Entwicklungsstadium erreicht hatten.

Bei fast $^2/_3$ der geschlechtlich determinierten Abendseglern aus der Rheinbrücke handelte es sich um Weibchen. Das im Jahr 1994 am Totmaterial (n=93) und im Folgejahr 1995 bei 547 lebenden Tieren in der Brücke vorgefundene Geschlechtsverhältnis war gleich (1:1,66 bzw. 1:1,58).

5.2 Flügelmaße und Körpergewicht

Die Vermessung der Unterarmlänge ergab in beiden Jahren weitgehend übereinstimmende Durchschnittswerte (Tab. 3). Alle Meßwerte liegen im Variationsbereich der arttypischen Adultmaße, wobei sich der vorgefundene ungewöhnlich hohe Anteil großmaßiger Tiere in großen Mittelwerten niederschlägt. In Tabelle 3 sind zudem die Meßwerte für die Länge des 5. Fingers (ohne Handgelenk auf der Flügeloberseite mittels Schublehre bestimmt) enthalten, die am Totmaterial von 1994 erhoben wurden. In der mittleren Unterarmlänge kommen die etwas größeren Körpermaße der weiblichen Abendsegler zum Ausdruck: sowohl für 1994 als auch für 1995 ergeben sich signifikante geschlechtsbezogene Differenzen (Student's t-Test: $p < 0{,}005$ bzw. $p < 0{,}001$).

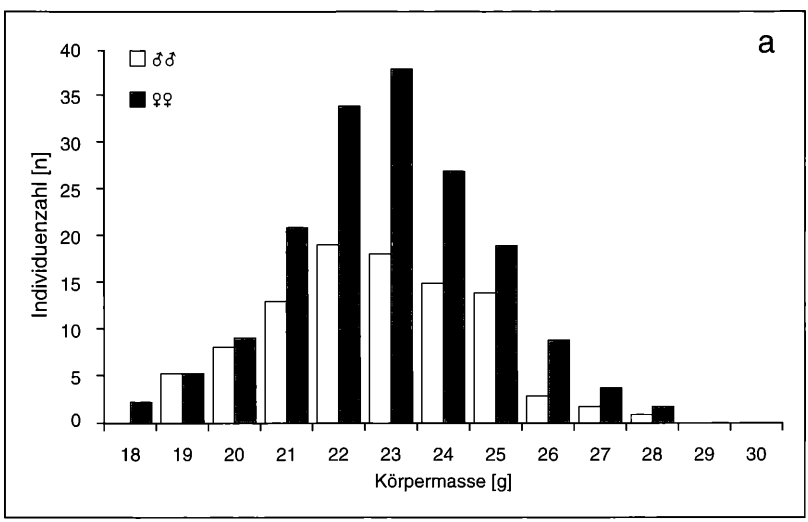
61 (23 ♂, 38 ♀) zumeist frischtot tiefgefrorene Abendsegler aus dem Jahr 1994 wurden nachträglich gewogen. Das Totmaterial bestand durchgängig aus sehr mageren Tieren mit einer mittleren Körpermasse von nur 21,6 ± 2,1 g (Abb. 5). Die Körpermasse der im Jahr 1995 lebend aus der Brücke geborgenen Tiere wurden unmittelbar nach dem Einsammeln (zwischen 12.00 und 18.00 Uhr) noch vor einer Fütterung bzw.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Tabelle 3. Flügelmaße von Großen Abendseglern (*N. noctula*) aus dem Brückenquartier. Angegeben sind Mittelwerte, Standardabweichung und Variationsbreite der Länge des Unterarms (1994/1995) und des 5. Fingers (ohne Handgelenk; 1994) in mm.

	1994		1995	
Maße	♂	♀	♂	♀
UAL (mm)	54,0±1,2 51,3-56,5 n=35	54,6±1,0 52,5-56,6 n=58	54,0±1,3 51,0-56,5 n=194	54,9±1,2 50,5-57,5 n=314
5. Finger (mm)	55,5±1,6 52,0-58,9 n=33	56,4±1,3 53,7-59,0 n=50		

Tränkung gewogen. Insgesamt liegen Angaben zu 503 (193 ♂, 310 ♀) Abendseglern vor. Für die männlichen Tiere wurden Extremwerte von 17,7 bzw. 29,9 g, für die Weibchen von 19,4 bzw. 28,0 g ermittelt. In Abbildung 6 sind die Durchschnittswerte von Abendseglerfunden am ersten Evakuierungstag (24.08.95) denen in der Folgezeit mit regelmäßigen Evakuierungen (26.08.95 bis 11.09.95) ermittelten gegenübergestellt. Hierbei ist ein positiver Effekt der Verkürzung der Verweildauer auf zwei Tage auf die Körpermasse der Tiere zu erkennen. Die Standardabweichung bewegte sich bei den Lebendfunden zwischen 1,5 und 1,9 g. Auch bei der Darstellung Häufigkeitsverteilung der Gewichtsklassen (Abb. 6) kommt der Einfluß der Verweildauer zum Ausdruck.



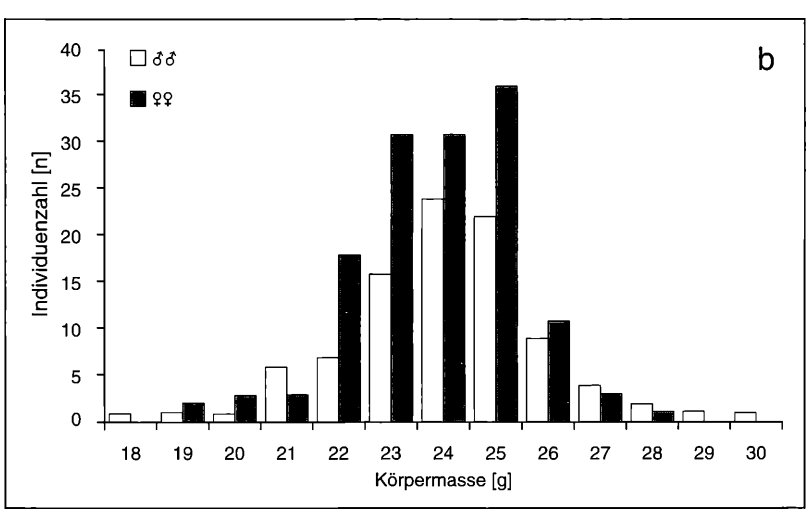


Abbildung 6. Häufigkeitsverteilung der Körpermasse (in g) der Großen Abendsegler, die 1995 in dem Brückenquartier aufgesammelt wurden.
a) Körpermasse von 270 Individuen (98 ♂, 172 ♀), die am 24.8.1995 aus der Brücke evakuiert wurden.
b) Körpermasse von 234 Individuen (95 ♂, 139 ♀), die in Zweitages-Intervallen zwischen dem 26.8.1995 und dem 11.9.1995 aus der Brücke evakuiert wurden.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Tafel 1. a) Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*) – Alle Fotos: Dr. J. HENATSCH.

Tafel 1. b) Alterskennzeichen Fellfärbung (vgl. Text); links: fahlbraunes „diesjähriges" Tier aus der Brücke; rechts: ein dunkel gefärbtes adultes Abendsegler-Weibchen nach dem Fellwechsel.

Tafel 1. c) Überprüfung der kleinen Flügelgelenke zur Altersbestimmng am lebenden Abendsegler.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

6. Laboruntersuchungen

6.1 Mikrobiologie und Parasitologie

Um die Möglichkeit einer Infektion der Fledermäuse durch das Tollwutvirus zu überprüfen, wurden 10 Exemplare aus der Brückenpopulation 1994 mit verschiedenen Nachweismethoden (Immunfluoreszenz, Zellkulturverfahren) untersucht (Staatliches Tierärztliches Untersuchungsamt Heidelberg und Tollwut-Zentrum der BFA für Viruskrankheiten der Tiere, Tübingen). Das Ergebnis war in allen Fällen negativ.

Mikrobiologische Untersuchungen an einer anderen Stichprobe von zehn Tieren lieferten Nachweise für diverse opportunistische Keime wie *Escherichia coli, Klebsiella* spec., *Proteus* spec. und *Enterobacter* spec. (Staatliches Tierärztliches Untersuchungsamt, Heidelberg), die zum Teil als Mischinfektion vorlagen und den Tod der betroffenen Tiere verursacht haben könnten. Eine Infektion durch Salmonellen konnte nicht nachgewiesen werden.

Die histologischen Befunde an diesen Tieren ergaben zwei Fälle von degenerativen Veränderungen des Myocards und eine katharrhalische Enteritis. Auffallend war in jedem Fall das Fehlen jeglicher Fettreserven.

Die bei der Sektion der toten und der Pflege der geschwächten Tiere angefallenen Endo- und Ektoparasiten wurden qualitativ erfaßt und die Befallsstärke abgeschätzt. Acht von neun untersuchten Abendseglern wiesen einen starken Helminthenbefall mit bisher nicht näher bestimmten Cestoden der Gattung *Hymenolepis* sowie mit Trematoden im Verdauungstrakt auf. Nematoden waren weitaus seltener. In Kotproben wurden bei 21 von 22 Tieren *Hymenolepis*-Eier gefunden. Bei drei kritisch geschwächten Tieren unter 20 g Körpermasse gingen Proglottiden in gelblichgrünen Faeces ab. In einem Fall gelang der Nachweis einer Kokzidiose. Das betreffende Tier schied sporulierte Oozysten im Urin aus.

Eine kursorische Überprüfung des Ektoparasitenbefalls ergab neben vereinzelten Funden von *Ischnopsyllus* spec. einen allgemeinen Befall (meist als mittelstark abgeschätzt) durch *Spinturnix* spec. und eine *Macronyssus*-Art. Die Abendsegler trugen zwei Fledermausfliegenarten (Diptera: Nycteribiidae): 1 ♂ *Penicillidia monoceros* vom 06.09.1994 und 1 ♀ *Basilia nana* vom 28.08.1995 (det. Dr. D. KOCK). Dabei stellt *Penicillidia* einen Erstbeleg für Baden-Württemberg dar (Dr. D. KOCK, schriftl.).

6.2 Rückstandsanalytik und Wasseranalysen

26 Abendseglerkadaver (13 ♂, 13 ♀) wurden auf eine Belastung mit Chlorkohlenwasserstoffen untersucht (Institut Fresenius, Taunusstein – Probenaufbereitung und Meßmethode vgl. NAGEL et al. 1995). Mit Standardmethoden wurde auf folgende Pestizide und Metabolite hin untersucht: Endrin, Dieldrin, Aldrin, p,p'-Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT), p,p'-Dichlordiphenyldichlorethan (DDD), p,p'-Dichlordiphenyldichlorethen (DDE), Heptachlor (HP), Hexachlorbenzol, alpha-Hexachlorcyclohexan (α-HCH), beta-Hexachlorcyclohexan (β-HCH), gamma-Hexachlorcyclohexan, Lindan, Heptachlor-Epoxid (HPE) und Pentachlorbenzol, sowie einige Isomere der polychlorierten Biphenyle PCB 28, PCB 49, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 139, PCB 141, PCB 153 und PCB 180.

Alle überprüften Substanzen konnten nachgewiesen werden. Das Belastungsprofil der Einzeltiere variierte allerdings stark. Die höchsten Rückstandsmengen, bezogen auf den eluierten fettlöslichen Anteil wurden bei DDT, DDD, DDE sowie den PCB 138, PCB 153 und PCB 180 gemessen (Tab. 4). Die durchschnittliche Konzentration des DDT mit 7,50 ± 10,5 mg/kg Fett und des Metaboliten DDD mit 6,66 ± 10,7 mg/kg Fett lagen noch relativ niedrig. Massiv vorhanden war allerdings das DDE (283 ± 172 mg/kg Fett), ein schwer abbaubarer DDT-Metabolit. Bei den PCB hatte das PCB 138 mit 27,6 ± 28,9 mg/kg Fett die höchste Konzentration, gefolgt von PCB 153 (24,9 ± 23,8 mg/kg Fett) und PCB 180 (12,7 ± 12,5 mg/kg Fett). Systematische geschlechtsspezifische Unterschiede wurden nicht gefunden.

Die bei den Abendseglern nachgewiesene Substanzpalette gibt die ganze Vielfalt der einstmals in der Land- und Forstwirtschaft sowie als Holzschutzmittel am Bau verwendeten Pflanzenschutzmittel wieder. Auch die bis 1978 offen verwendeten polychlorierten Biphenyle sind in den Tierkörpern bezogen auf den Fettgehalt in hohen durchschnittlichen Konzentrationen gespeichert. DDT und seine Abbauprodukte sind

Tabelle 4. Chlorkohlenwasserstoffbelastung von Abendseglern aus dem Brückenquartier (n=26, 13 ♂, 13 ♀).

		Dield.	DDT	DDE	DDD	HP	α-HCH	β-HCH	Lind.	HPE	PCB-101	PCB-138	PCB-141	PCB-153	PCB-180	Fett
alle n= 26	x	0,31	7,50	283,0	6,66	0,27	2,56	2,33	0,77	0,17	2,57	27,6	4,72	24,9	12,69	0,29
	± SD	0,35	10,51	173,0	10,70	0,51	2,42	3,49	0,72	0,20	2,49	28,9	4,81	32,8	12,50	0,08
♂♂ n= 13	x	0,27	9,01	295,0	8,61	0,22	2,94	1,42	0,92	0,17	2,82	31,2	4,57	27,5	13,80	0,32
	± SD	0,28	14,50	217,0	14,90	0,30	2,95	1,17	0,87	0,23	3,19	40,0	6,01	32,9	17,20	0,10
♀♀ n= 13	x	0,34	5,934	269,5	4,72	0,31	2,17	3,24	0,63	0,17	2,32	24,0	4,87	22,3	11,60	0,25
	± SD	0,41	3,67	118,0	3,28	0,67	1,80	4,71	0,50	0,17	1,62	10,4	3,47	9,33	5,240	0,04

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

heute noch die häufigsten Substanzen, obwohl die Verwendung von DDT schon seit 1973 in den alten Bundesländern verboten ist.
Hohe Konzentrationen von Chlorkohlenwasserstoffen im Fett führen bei Mobilisierung zu hohen Konzentrationen im Blut der Fledermäuse und können toxische Effekte auslösen (LUCKENS & DAVIS 1964, JEFFERIES 1972, CLARK 1981, SLEIGHT 1983, SAFE 1984, RINGER 1983). Die hier gefundenen großen Schadstoffmengen sind typisch für Fledermäuse, die bekanntermaßen sehr hoch in der Nahrungskette stehen (CLARK & PROUTY 1976, DRESCHER-KADEN & HUTTERER 1981, MÜLLER 1985, BRAUN 1986). Weshalb Fledermäuse höher belastet sind als andere Kleinsäuger (BRAUN 1996) oder als Singvögel mit vergleichbarer Stellung in der Nahrungskette (STREIT et al. 1995), ist noch nicht geklärt. Die geringe Reproduktionsrate und die ausgedehnte Laktationsphase könnten dabei eine Rolle spielen. Wie in früheren Untersuchungen festgestellt wurde, geben säugende Fledermäuse über die Milch große Mengen an Chlorkohlenwasserstoffen an die Jungtiere weiter, je nach Substanz zwischen 80 und 90 % der akkumulierten Schadstoffe (DISSER & NAGEL 1989, NAGEL & DISSER 1990). Männchen sind daher im Allgemeinen höher belastet als Weibchen. Dieser Effekt konnte sich wegen des geringen Alters der untersuchten Tiere jedoch noch nicht ausprägen, denn keines der Abendsegler-Weibchen hatte bereits geboren. Verglichen mit früheren Untersuchungen an Fledermäusen (NAGEL et al. 1991, NAGEL 1996), wurden bei den Brückentieren um den Faktor 10 höhere Konzentrationen an Chlorkohlenwasserstoffen in der Fettfraktion ermittelt. Bei dem schlechten Ernährungszustand (sehr geringe Fettreserven) der untersuchten Tiere dürfte ein Großteil dieser Rückstände mobilisiert gewesen sein. Bei den hohen ermittelten Rückstandsmengen sind neben chronischen Effekten auch akute Beeinträchtigungen nicht auszuschließen.
Proben von Brückenabflußwasser (vom 26.08. und 28.08.1995) wurden auf ihre mikrobiologische Belastung untersucht (Hygieneinstitut Universität Heidelberg). Trotz des festgestellten Eintrags von Tierkadavern und Tierkot (Tauben) in die Wasseransammlung unter den Hangplätzen lag die Zahl der E. coli/coliformen Keime zum Untersuchungszeitpunkt mit 10^4/ml etwa im Bereich leicht belasteter natürlicher Gewässer. Da starke Regenfälle vor beiden Entnahmeterminen zu einem erheblichen Verdünnungseffekt geführt haben dürften, ist von einer zumindest phasenweise wesentlich höheren Keimbelastung der von den Abendseglern genutzten Wasserstelle auszugehen.
Die Aufnahme von Pfützenwasser stellte demnach durchaus eine mögliche Infektionsquelle dar. Die Konzentrationen der kraftstofftypischen Substanzen (aromatische Kohlenwasserstoffe) lagen mit 0,3 µg/l sicher nicht in einem kritischen Bereich (Fachhochschule Fresenius, Idstein i.T.).

7. Interpretation der Befunde

7.1 Biologische Bedeutung des Brückenquartiers

Nach den bisher vorliegenden Erkenntnissen zur Arealbesiedlung herrscht die Auffassung vor, daß das Fortpflanzungsgebiet des Großen Abendseglers (*N. noctula*), mit Zentren im nordöstlichen Mitteleuropa, in Deutschland von Norden bis an die Mittelgebirgsschwelle heranreicht und nur gelegentlich in südlichere Regionen einstrahlt. Große Populationsteile (mehrheitlich Weibchen?) scheinen im Herbst über lange Strecken in die meist südwestlich gelegenen Überwinterungsgebiete zu ziehen (GAISLER et al. 1979, STUTZ & HAFFNER 1985-86, KRONWITTER 1988, SPITZENBERGER 1992). Demzufolge dürfte es sich bei den hier dargestellten und inzwischen über vier Jahre dokumentierten Brückeneinflügen von ausgewachsenen diesjährigen Abendseglern in der Masse nicht um den Nachwuchs einer (nicht nachgewiesenen) ansässigen Fortpflanzungspopulation, sondern um eine erste Migrationswelle dieser Altersklasse handeln. Diese Sichtweise wird auch gestützt durch das Auftreten eines frühziehenden jungen Abendsegler-Weibchens aus Prenzlau, Brandenburg, im Philosophenwald in Gießen (18.08.95), integriert in eine Gruppe junger Tiere, aus der ein anderes diesjährigen Weibchen stammt, das am 1.09.95 in der Rheinbrücke aufgefunden wurde (s.o.). Der Zug ostdeutscher Tiere entlang der Nördlichen Oberrheinischen Tiefebene ist belegt durch den Wiederfund eines am 18.05.1985 in Prenzlau beringten weiblichen Abendseglers vom 06.04.1987 bei Huttenheim am Rhein, ca. 40 km südlich der Autobahnbrücke Frankenthal (BRAUN 1988). Neben diesem Ringfund können auch die alljährlich auffällig gehäuften Abendsegler-Beobachtungen zu Beginn der herbstlichen Zugperiode als Belege für Zugverhalten in diesem Gebiet interpretiert werden. Nachweise sowohl von Wintergesellschaften (BRAUN 1988) als auch von einzelnen übersommernden Männchen (ARNOLD mdl.) zeigen, daß der Abendsegler in der nördlichen Oberrheinebene nicht nur durchzieht, sondern auch ganzjährig siedelt.
Untersuchungen zur Sozialstruktur der Art im engeren Fortpflanzungsgebiet nach Auflösung der Wochenstuben zeigen für umherstreifende Jungtiertrupps vor dem Wegzug ein insgesamt ausgeglichenes oder zugunsten der Männchen verschobenes Geschlechtsverhältnis (GAISLER et al. 1979, HEISE 1985, SCHMIDT 1988). Dieses Ungleichgewicht wird dann als Resultat der mit der Zeit zunehmenden Integrierung junger Weibchen in Haremsgruppen in den wochenstubenassoziierten Paarungsgebieten interpretiert (GAISLER et al. 1979). Das in der untersuchten Brückenpopulation gefundene abweichende Geschlechtsverhältnis von ca. 1 : 1,5 zugunsten der Weibchen werten wir als weiteres Indiz, daß es sich hierbei um Migrationsgruppen „en route" handelt. Dies gilt, wenn die vorgefundene Gruppenstruktur der biologisch vorgesehenen Zu-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

sammensetzung entspricht und nicht, vorläufig ungeklärt, ein Artefakt des Brückenquartiers darstellt.
Bei den Abendsegleransammlungen in der Rheinbrücke ist neben der hohen Tierzahl und der Homogenität der Gruppenstruktur vor allem die fortgeschrittene körperliche Reife der jungen Tiere in beiden Geschlechtern bemerkenswert. Im Gegensatz zu den bisherigen Befunden bei Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*) der gleichen Altersklasse aus Invasionsgesellschaften (HÄUSSLER & BRAUN, in Vorber.) sind die in der Brücke versammelten postjuvenilen Abendseglerweibchen bereits begattet. Es bleibt dabei offen, ob diese Tiere auf ihre Zugroute andernorts in Paarungsgruppen intergriert waren, oder ob etwa in der Peripherie der Brücke angesiedelte übersommernde Abendseglermännchen (mit Ortskenntnis!) kurzzeitig zur Paarung mit den im Östrus befindlichen Weibchen in das Quartier eingeflogen sind und sich unserer Kontrolle entzogen. Bei der einsetzenden Produktion reifer Spermien könnten die pubertären Abendseglermännchen zwar schon am Paarungsgeschehen teilgenommen haben, jedoch dürften sie nicht für die massenhaften Inseminationen der Weibchen in Frage kommen.
Für die Unterarmlängen unserer Brückenabendsegler ergeben sich deutlich höhere Durchschnittswerte als in anderen Populationen gefunden wurden (SCHMIDT 1980). Ähnlich große Unterarmlängen wie wir hat HEISE (1994) ermittelt. Diskutiert werden witterungsbedingte Einflüsse auf die Individualentwicklung von Fledermäusen (STEBBINGS 1968, SPEAKMAN & RACEY 1986, HEISE 1994). Das ausgesprochen warme Sommerwetter in den beiden Untersuchungsjahren 1994 und 1995 würde solchen Annahmen nicht entgegen stehen.
Bei einem großen Prozentsatz der jungen Abendsegler aus dem Brückenquartier erscheint die genetische Wachstumskapazität ausgeschöpft.
Der Einflug in die Brücke ist kein einmaliges Ereignis, sondern hält – wie in der Evakuierungsphase festgestellt – über ca. drei Wochen an und wird seit vier Jahren beobachtet, was auf eine große Attraktivität des Quartiers schließen läßt. Hierfür sind verschiedene Gründe denkbar. Daß in Trupps durchziehende junge Abendsegler durch Soziallaute einzelner balzender Männchen in die Brücke gelockt wurden, erscheint nach den zahlreichen Einflügen dieser Altersklasse in mit brünstigen Männchen besetzte Anlockkästen (GEBHARD 1991, GODMANN & FUHRMANN 1992) durchaus plausibel und würde mit der von GEBHARD diskutierten Vorstellung der Quartierzeigefunktion balzrufender übersommernder Männchen für die in Etappen ziehenden Artgenossen in Einklang stehen. Von den als Folge des noch zu erörternden Falleneffekts in der Brücke „festsitzenden" Tieren könnte ebenfalls eine vergleichbare akustische Lockwirkung ausgegangen sein.
Aber auch ganz andere Gründe können große Brükkenbauten als Migrations-Zwischenquartiere attraktiv machen. Beobachtungen an einer Neckarbrücke (ARNOLD mdl.) zeigen, daß dieses Bauwerk während der frühen Zugzeit ebenfalls von zahlreichen Abendseglern aufgesucht wird. Dabei kann von Bedeutung sein, daß Brücken an Gewässern für schwarmbildende Beuteinsekten der Fledermäuse (z. B. Zuckmücken oder Köcherfliegen) als überdimensionale Landmarken wirken, an denen sich riesige Schwärme formieren.

7.2 Fallenwirkung der Brückenkonstruktion

Abendsegler gehören zu den Fledermausarten, die seglerartig in rasantem, wendigen Flug im freien Luftraum Insekten jagen. Die extreme Spezialisierung ihres Flugstils kommt in morphologischen Anpassungen wie den langen schmalen Flügeln zum Ausdruck. Ihre volle Manövrierfähigkeit ist an schnellen Flug gebunden; den langsamen Fledermausflatterflug beherrschen sie nicht, weshalb sie in hindernisreicher, engräumiger Umgebung kaum fliegen können (BAAGOE 1987). Solche Fledermausarten beziehen in der Regel spaltenartige Ruhequartiere, an die sie frei anfliegen können, um nach der Landung die eigentlichen Hangplätze kletternd aufzusuchen.
Anthropogene Raumkonstellationen, bei denen ein schmaler Eingangsbereich mit einem relativ weitläufigen, den Flug zumindest eingeschränkt zulassenden Innenraum in Verbindung steht, können für eingeflogene Abendsegler aus verschiedenen Gründen zum Verhängnis werden.
Zunächst müssen die Tiere stets eine möglichst hindernisfreie Flugroute einhalten, um nicht zu kollidieren. Ferner dürften sie sich bei der Suche nach einer Auswegmöglichkeit bevorzugt nach oben orientieren, wie sie dies bei Flugraumbegrenzungen im Biotop auch tun (z. B. beim gelegentlich niedrigen Flug entlang baumbestandener Flußufer oder in Steinbrüchen). Ein engräumiger, niedrig positionierter Ausweg würde vom gefangenen Tier, insbesondere vom unerfahrenen, wahrscheinlich gar nicht gesucht. Die besondere Brückensituation könnte ohne Schwierigkeiten einem solchen Muster zugeordnet werden. Dies um so mehr, als daß die Abendsegler von ihren Hangplätzen aus aufgrund der großen Längsausdehnung des tunnelartigen Tragwerkes dessen Ende zunächst nicht detektieren konnten, und somit dieser Raum nicht als Quartierinnenraum, sondern eher als gegebene Biotopbeschränkung wahrgenommen worden sein dürfte.
Andererseits besteht auch die Möglichkeit, daß die in der Brücke strukturell vorgegebenen Ausflugsöffnungen (Zwischenräume der das Tragwerk nach unten abschließenden Gurtungen und seitlich unterhalb der Hangplätze positionierte Kammerdurchlässe) vom arttypisch einsetzbaren Manövrier- und Ortungsverhalten nicht mehr realisiert werden konnten. Welche Einzelparameter wie etwa Detektionswinkel, Mindestflugge-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

schwindigkeit, Störechos, Kollisionsvermeidung etc. dann hierbei eine ausschlaggebende Rolle spielten, muß offen bleiben.
Die festgestellten Körpergewichtsänderungen in Abhängigkeit von der Verweildauer der Tiere und die abendlichen Verhaltenbeobachtungen in der Brücke legen nahe, daß der Falleneffekt der Brückenkonstruktion mit dem daraus resultierenden Nahrungsmangel tatsächlich die Hauptursache des Massensterbens war. Daß stark abgemagert (noch nicht irreversibel geschwächt) in der Brücke aufgefundene Abendsegler allein durch ausreichende Nahrungszufuhr in der Regel rasch an Gewicht zunahmen, bestätigt diese Auffassung ebenfalls.
Wie die Ergebnisse der Markierungsversuche zeigen, waren einige der in die Brücke eingeflogenen Abendsegler offenbar durchaus in der Lage, diese wieder zu verlassen. Die Ausflugschancen der gefangenen Tiere dürften dabei ganz wesentlich von der Anzahl der gleichzeitig versammelten Individuen abhängig gewesen sein. Es ist davon auszugehen, daß sich (unter Annahme eines konstanten limitierten Nahrungsangebots) mit der Individuenzahl die Nahrungskonkurrenz und in Folge die Ernährungsdefizite der eingeschlossenen Tiere erheblich verstärkt haben, so daß ein starker Besatz einen frühzeitigen Verlust der nötigen Fitness zum Nahrungserwerb und/oder zur Auswegsuche mit sich brachte. Die festgestellten zusätzlichen Schwächungsfaktoren und Belastungen wie mobilisierte Schadstoffe, Parasiten und Infektionen dürften die Situation der eingeschlossenen, hungernden Abendsegler zusätzlich verschärft haben bzw. den Tod der Tiere beschleunigt haben.
Schwer abzuschätzen sind die Einflüsse sozialer Faktoren, die, wie erwähnt, zumindest für den massiven Einflug der Tiere in die Brücke eine entscheidende Rolle gespielt haben dürften, darüber hinaus aber auch durch die artifizielle Massenansammlung gerade geschlechtsreifer Tiere in der Brücke zur Auslösung synchronisierter Verhaltensweisen aus dem Kontext des Fortpflanzungsverhaltens der Art geführt haben könnten.

8. Erhaltung der Theodor-Heuß-Brücke als Abendsegler-Zwischenquartier

Um den Falleneffekt der Brücke abzustellen, waren bauliche Veränderungen notwendig. Da die Theodor-Heuß-Brücke für ziehende Abendsegler offensichtlich eine hohe Attraktivität als Durchzugsquartier besitzt, sollte dabei die Brücke für Fledermäuse zugänglich gehalten werden. Dies gelang durch den Einbau einer gitternetzverstärkten Kunststoffolie zwischen Brückenkammer und Stahlplattenkonstruktion. Diese Schutzmaßnahme wurde bei einem gemeinsamen Begehungstermin mit Vertretern des Straßenbauamtes und der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe besprochen und im Winter 1995/96 bereits umgesetzt. Begehungen im Jahr 1996 und erste Kontrollen 1997 haben gezeigt, daß die Brücke weiterhin von den Fledermäusen genutzt wird, ohne jedoch auf die Tiere eine Fallenwirkung auszuüben. Die maximale Anzahl gleichzeitig im Brückenquartier versammelter Abendsegler lag bei 30 Individuen.
Das Beispiel der Theodor-Heuß-Brücke macht erneut eindringlich darauf aufmerksam, daß bei neuen Brückenbauten dringend auf die Belange der möglichen tierischen Nutzer (u. a. Fledermäuse) geachtet werden muß, um solchen Tragödien in Zukunft vorzubeugen und Konzepte für den Artenschutz von Anfang an zu integrieren.

Danksagung
Wir danken allen, die sich an den zeit- und arbeitsintensiven Rettungsaktionen in der Brücke beteiligt haben, vor allem Frau A. SCHOLZ und den Herren D. BERND, H. BRAUN, M. FEUERSENGER sowie DR. J. HENATSCH. Unser Dank gilt auch den Mitarbeitern der Autobahnmeisterei Mannheim-Seckenheim, die den Zugang in die Brückenköpfe ermöglichten. Für kritische Durchsicht und wertvolle Diskussionsanregungen danken wir Herrn Dr. V. DORKA. Die Laboruntersuchungen wurden ausgeführt vom Hygieneinstitut und vom Staatlichen Veterinäramt, Heidelberg, der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Tübingen, sowie vom Institut Fresenius, Taunusstein und der Fachhochschule Fresenius, Idstein i. T.. Der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe danken wir für die finanzielle Unterstützung.

9. Literatur

BAAGOE, H (1987): The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the field. – In: FENTON, M.B., RACEY, P A. & RAYNER, J.M.V. (Eds.): Recent advances in the study of bats. – Cambridge Univers. Press: 57-74; Cambridge.

BECK, A. (1996): Bat boxes as possible replacement for problematic or destroyed roosts in buildings – Poster, VIIth European Bat Research Symposium 1996, Veldhoven, The Netherlands.

BRAUN, M. (1986): Rückstandsanalysen bei Fledermäusen. – Z. Säugetierkunde, **51**: 212-217; Hamburg, Berlin (Parey).

BRAUN, M. (1988): Der Große Abendsegler in Nordbaden. – Carolinea, **46**: 151-152; Karlsruhe.

BRAUN, M. (1996): Wildlebende Säugetiere in Baden-Württemberg – Artenschutz und Gefährdungspotential. – In: LfU (Hrsg.): Belastung von Säugetieren mit Umweltschadstoffen: 245-257; Karlsruhe.

CLARK, D.R. (1981): Death in bats from DDE, DDT or Dieldrin: Diagnosis via residues in carcass fat. – Bull. Environm. Contam. Toxicol., **26**: 367-374; New York, Berlin, Heidelberg.

CLARK, D.R. & PROUTY, R.M. (1976): Organochlorine residues in three bat species from four localities in Maryland and West Virginia, 1973. – Pestic. Monit. J., **10**: 44-53; Washington.

DAVIS, R. & COCKRUM, E. L. (1963): Bridges utilized as dayroosts by bats. – Journal of Mammalogy, **44** (3): 428-430; London.

DISSER, J. & NAGEL, A. (1989): Polychlorinated Biphenyls in a maternity colony of the Common Pipistrelle *(Pipistrellus pi-*

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

pistrellus). – In: HANAK, V. HORACEK, I. & GAISLER, J (Eds.): European Bat Research 1987 – Charles University Press, Praha, 2637-644; Prag.

DRESCHER-KADEN, U. & HUTTERER, R. (1981): Rückstände an Organohalogenverbindungen (CKW) in Kleinsäugern verschiedener Lebensweise – Untersuchungen an Wildfängen und Fütterungsversuche. – Ökol. Vögel, **3**: 127-142; Stuttgart.

GAISLER, J, HANAK, V. & DUNGEL, J. (1979): A contribution to the population ecology of *Nyctalus noctula* (Mammali Chiroptera). – Acta Sci. Nat. Brno, **13** (1): 1-38; Praha.

GEBHARD, J. (1991): Unsere Fledermäuse. – Veröff. Naturhist. Mus. Basel, **10**: 72 pp; Basel.

GODMANN, O. & FUHRMANN, M. (1992): Einsatz eines Anlockkastens für Abendsegler *(Nyctalus noctula*, SCHREBER, 1774) während der Migrationszeit im Rhein-Main-Gebiet. – Nyctalus (N.F.), **4** (3): 293-301; Berlin.

GODMANN, O. & NAGEL, A. (1996): Untersuchungen an einem Fledermauswinterquartier in einer Autobahnbrücke in Hessen (Deutschland). – Z. Säugetierkunde, **61** (Sonderheft): 16-17; Jena (Fischer).

HARRJE, C. (1994): Fledermaus-Massenwinterquartier in der Levensauer Kanalhochbrücke bei Kiel. – Nyctalus (N.F.), **5** (3/4): 274-276; Berlin.

HEISE, G. (1985): Zu Vorkommen, Phänologie, Ökologie und Altersstruktur des Abendseglers *(Nyctalus noctula)* in der Umgebung von Prenzlau/Uckermark. – Nyctalus (N.F.), **2** (2): 133-146; Berlin.

HEISE, G. (1994): Zur Bedeutung der Witterung in der postnatalen Phase für die Unterarmlänge des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774). – Nyctalus (N.F.), **5**: 292-296; Berlin.

JEFFERIES, D. J. (1972): Organochlorine insecticide residues in Britisch bats and their significance. – J. Zool. London, **166**: 245-263; London.

KOETTNITZ, J. & HEUSER, R. (1994): Fledermäuse in großen Autobahnbrücken Hessens. – In: AGFH (Hrsg.): Die Fledermäuse Hessens: 171-180; Remshalden-Buoch (Manfred Hennecke).

KRONWITTER, F. (1988): Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bat, *Nyctalus noctula* SCHREB., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio tracking. – Myotis, **26**: 23-86; Bonn.

LUCKENS, M. M. & DAVIS, W. H. (1964): Bats: Sensitivity to DDT. – Science, **146**: 948.

MÜLLER, P. (1985): Zur Rückstandssituation bei freilebenden Tieren der Bundesrepublik Deutschland. – Mitteil. Fachricht. Biogeographie Univ. Saarland., **15**: 1-54; Saarbrücken.

NAGEL, A. (1995): Fledermausvorkommen in Brücken im Nordschwarzwald. – Unveröff. Abschlußbericht i. A. der Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden; Karlsruhe.

NAGEL, A. (1996): Die Belastung einheimischer Fledermäuse mit Chlorkohlenwasserstoffen. – In: LfU (Hrsg.): Belastung von Säugetieren mit Umweltschadstoffen: 129-147; Karlsruhe.

NAGEL, A. (1997): Die Ilmbrücke bei Mellingen (Thüringen) als Fledermausquartier. – Nyctalus (N.F.), **6** (3): 282-284; Berlin.

NAGEL, A. & DISSER, J. (1990): Rückstände von Chlorkohlenwasserstoff-Pestiziden in einer Wochenstube der Zwergfledermaus *(Pipistrellus pipistrellus)*. – Z. Säugetierkunde, **55**: 217-225; Hamburg, Berlin (Parey).

NAGEL, A., HÄUSSLER, U. & BRAUN, M. (1995): Massensterben beim Abendsegler *(Nyctalus noctula)* in einem Brückenquartier. – Z. Säugetierkunde, **60** (Sonderheft): 47; Jena (Fischer).

NAGEL, A, WINTER, S. & STREIT, B. (1991): Residues of chlorinated hydrocarbons in six European bat species. – Bat Research News, **32**: 20-21.

RICHARZ, K. & LIMMBRUNNER, A. (1992): Fledermäuse: fliegende Kobolde der Nacht. – 192 S., Franckh-Kosmos; Stuttgart.

RIETSCHEL, G. & BRAUN, M. (1994): Rätselhaftes Sterben einer Abendsegler-Gruppe in Mannheim. – Der Flattermann, **12**: 6-7; Karlsruhe.

RINGER, R. K. (1983): Toxicology of PCBs in mink and ferrets. – In: D'ITRI, F. M. & KAMRIN, M.A. (Eds.): PCBs: Human and environmental hazards. – Butterworth Publishers: 227-240.

ROER, H. (1987): Rheinische Mausohren *(Myotis myotis)* überwintern bei Frosttemperaturen in einem Wochenstubenquartier. – Myotis, **25**: 77-83; Bonn.

ROER, H. (1995): Gefährdung und Schutz von Fledermäusen in Brückenbauten, dargestellt an zwei Beispielen aus Westdeutschland. – Tier und Museum, **4** (2): 50-54; Bonn.

RUDOLPH, B.-U. & LIEGL, A. (1990): Sommerverbreitung und Siedlungsdichte des Mausohrs *(Myotis myotis)* in Nordbayern. – Myotis, **28**: 19-38; Bonn.

SAFE, S. (1984): Polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated biphenyls (PBBs): Biochemistry, toxicology, and mechanisms of action. – CRC Critical Rev. in Toxicol., **13**: 319-395; Boca Raton, Florida.

SCHMIDT, A. (1980): Unterarmlänge und Körpermasse von Abendseglern, *Nyctalus noctula* (SCHREBER 1774), aus dem Bezirk Frankfurt/O. – Nyctalus (N.F.), **1**(3): 246-252; Berlin.

SCHMIDT, A. (1988): Beobachtungen zur Lebensweise des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774), im Süden des Bezirkes Frankfurt/O. – Nyctalus (N.F.), **2** (5): 389-422; Berlin.

SCHOBER, W. (1989): Ein ungewöhnliches Wochenstuben-Quartier des Großen Mausohrs. – Veröff. Naturkundemuseum Leipzig, **6**: 59-64; Leipzig.

SLEIGHT, S. D. (1983): Pathologic effects of PCB in mammals. – In: D'ITRI, F. M. & KAMRIN, M. A. (Eds.): PCBs: Human and environmental hazards. Butterworth Publishers: 215-226.

SMIDDY, P. (1997): A survey of bats and bridges. – Abstract in: Bat Research News, **38**: 2.

SPEAKMAN, J. R. & RACEY, P.A. (1986): The influence of body condition on the sexual development of male Brown long-eared bats *(Plecotus auritus)* in the wild. – J. Zool., **210**: 515-525; London.

SPITZENBERGER, F. (1992): Der Abendsegler (*Nyctalus noctula* SCHREBER, 1774) in Österreich. – Mammalia austriaca 19. – Nyctalus (N.F.), **4** (3): 241-268; Berlin.

STEBBINGS, R. E. (1968): Measurements, composition, and behaviour of a large colony of the bat *Pipistrellus pipistrellus*. – Journal of Zoology, **156**: 15-33; London.

STRELKOV, P.P. (1980): The bats (Chiroptera, Vespertilionidae) of Central and West Kazakhstan. – Proceedings of the Zoological Institute, **99**: 99-123; Leningrad.

STREIT, B., WINTER, S. & NAGEL, A. (1995): Bioaccumulation of selected organochlorines in bats and tits: influence of chemistry and biology. – Environ. Sci. Pollut. Res., **2**:194-199; Landsberg.

STUTZ, H.-P. & HAFFNER, M. (1985-86): The reproductive status of *Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774) in Switzerland. – Myotis, **23-24**: 131-136; Bonn.

WERNER, M. (1996): Die Aichtalbrücke – Quartier und Todesfalle für Fledermäuse. – Der Flattermann, Regionalbeilage für Baden-Württemberg, **8**: 16-22; Tübingen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 55

Autor(en)/Author(s): Arnold Andreas, Braun Monika, Häussler Ursel, Heinz Brigitte, Nagel Alfred, Rietschel Gerhard

Artikel/Article: Rheinbrücke bei Mannheim als Fledermausfalle 81-93