© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark	Bd. 141	S. 99–141	Graz 2011

Artendiversität, Bestandsveränderungen und Quartiermerkmale von Fledermäusen (Mammalia, Chiroptera) in Winterquartieren im Grazer Bergland und in der Grazer Bucht (Steiermark, Österreich)

Von Peter Sackl[1], Harald Polt[2], Anton Mayer (†), Wolfgang Moche[3], Franz Moitzi[4], Uwe Passauer[5], Harald Pliessnig[6], Edmund Weiss[7] & Friederike Spitzenberger[8]

Mit 22 Abbildungen und 12 Tabellen

Angenommen am 29. September 2011

Summary: Species diversity, population trends and the significance of some macro-ecological parameters for hibernating bats (Mammalia, Chiroptera) in the southern foothills of the Eastern Alps (Styria, Austria). – In the present study population trends of bats which hibernate in the south-eastern foothills of the Austrian Alps are investigated. We analysed count data for 20 underground hibernacula – 14 caves, 4 galleries, and 2 underground quarries – that were visited almost annually since 1973. Most counts were conducted during 3–6 day periods in early January. Within hibernacula all visible bats were counted along constant routes. Neighbouring roosts were pooled to ± discrete winter populations, i.e. Römersteinbrüche Aflenz a. d. Sulm, Grazer and Weizer Bergland. After eliminating negative visits, Spearman's rank correlation and nonlinear regression models were applied to test population trends. For some species data from some irregularly visited caves were used to evaluate current trends and population numbers.

During 485 positive visits (= counts), i.e. 80% of all visits, 25.056 individual bats of 22 species, including the recently split pipistrelles *Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus*, were recorded. With some 17.900 individuals (ind.) or 71% of the total population the lesser horseshoe bat *(Rhinolophus hipposideros)* was the most abundant species, followed by greater horseshoe bat *(Rh. ferrumequinum)*, barbastelle *(Barbastella barbastellus)*, greater mouse-eared bat *(Myotis myotis)*, Geoffroy's *(M. emarginatus)* and Schreiber's bat *(Miniopterus schreibersii)*. All other species were found in numbers < 7% of the total population. Species and population numbers per count varied between 1–9 species (x = 3,6) and 1–607 ind. (x = 51,7), respectively. Large numbers of bats were found in roosts, situated in the lower montane altitudinal belt, while species as well as population numbers increased significantly with hibernacula size. Following to a steep increase of *Rh. hipposideros* in all large roosts, overall population numbers increased across all altitudes.

During the 1970s and 80s the numbers of greater and lesser horseshoe bats reached a historical low. Since then, population numbers of *Rh. hipposideros* have grown for the two- to sixfold. With a minimum of 2.400–4.000 ind. current population numbers (2008–2010) come close or may even surpass former numbers during the late 1940s and 50s. Since 1990, between-year fluctuation rates of lesser horseshoe bats, wintering in the Grazer and Weizer Bergland, varied between –38% and +159%, while cross-correlations revealed no linkages between the population numbers in both areas. After most former roosts of greater horseshoe bat have been abandoned, our study area currently harbours almost the whole Austrian

[1] Peter Sackl, Universalmuseum Joanneum, Biowissenschaften, Weinzöttlstraße 16, 8045 Graz, Austria. E-Mail of corr. author: peter.sackl@museum-joanneum.at
[2] Harald Polt, Stelzhamergasse 6, 8160 Weiz, Austria.
[3] Wolfgang Moche, Landstraßer Hauptstraße 139/15, 1030 Wien, Austria.
[4] Franz Moitzi, Kathal 17, 8742 Obdach, Austria.
[5] Uwe Passauer, Ranzenbach 282, 2533 Klausen-Leopoldsdorf, Austria.
[6] Harald Pliessnig, Reinprechtsdorfer Straße 55/30, 1050 Wien, Austria.
[7] Edmund Weiss, Kirchengasse 22/7, 1070 Wien, Austria.
[8] Friederike Spitzenberger, Naturhistorisches Museum, Säugetiersammlung, Burgring 7, 1010 Wien, Austria.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

winter population. Following an all-time low 1990–1993 (7–13 ind.), the species' numbers currently vary between 30–70 ind. By including some irregularly used roost-sites overall population numbers are estimated at 45–85 ind. (2000–2010). The consolidation of the population may derive from a northward shift of winter roosts or an increase of breeding populations in Slovenia and Croatia.

Most vespertilionid bats were found in lower numbers. Geoffroy's bat was first recorded in 1989; since the 1990s numbers increased to 15–25 ind. in the Grazer and Weizer Bergland, while the quarries in Aflenz a. d. Sulm harbour the most significant winter roost of Geoffroy's bats (30–60 ind.) in Austria. Similarly, Daubenton's bat which was seen only once till 1989, is currently present in small numbers in the Weizer Bergland. The visible populations of greater mouse-eared bat and barbastelles fluctuated between 20–70 ind. and 15–60 ind., respectively. While greater moused-eared bats were found in slightly larger numbers during the 1990s, more recently numbers have decreased in most hibernacula. During the same period numbers of barbastelles decreased significantly in Grazer Bergland, but the numbers in Weizer Bergland have grown from ≤ 17 ind. up to 25 ind. Simultaneously, in a winter roost, situated in the subalpine altitudinal belt of the Central Alps which harbours large numbers of barbastelles, the population increased from < 22 ind. during the 1990s to currently 50–85 ind. Consequently, over the last 10–15 years core numbers of hibernating barbastelles have shifted from the submontane to the montane and subalpine altitudinal belts. Until the 1980s Schreiber's bat was present in large numbers in the Grazer Bergland and in Aflenz a. d. Sulm during spring and autumn migration, while smaller numbers stayed during winter. In the 1970s the population fluctuated between 120–602 ind. and 27–450 ind., respectively, in March/April and in October/November. Since the early 1980s, after the species has disappeared from its former roost-sites in eastern and southern Austria, only solitary specimens were noted in winter.

For most other species which were found irregularly and in very small numbers, observation frequencies – as a rough estimate of abundance – did not change across the study period. Only the brown long-eared bat *(Plecotus auritus)* was noted more frequently during the 1990s, while the observation frequencies of the whiskered bat *(Myotis mystacinus)* declined significantly during the last decades. Finally, a cluster of 11 hibernating Bechstein's bats *(Myotis bechsteinii)* is mentioned.

Zusammenfassung: Für die vorliegende Studie wurden die Ergebnisse standardisierter Zählungen der Fledermausbestände in 20 steirischen Winterquartieren (Südost-Österreich) zwischen 1973 und 2010 mit Hilfe statistischer Methoden ausgewertet. Bei den untersuchten Quartieren handelt es sich um 14 Naturhöhlen, vier Stollenanlagen und zwei unterirdische Steinbrüche. Mit Ausnahme der beiden Römersteinbrüche in Aflenz a. d. Sulm, die im steirischen Alpenvorland (300–315 m Seehöhe) liegen, verteilen sich die Quartiere auf zwei im Grazer in der submontanen Höhenstufe und im Weizer Bergland in der tief- und mittelmontanen Höhenstufe gelegene Untersuchungsgebiete. Die sichtbaren Fledermausbestände wurden in allen Quartieren beinahe alljährlich, in der Regel in der 1. Jännerdekade entlang einer konstanten Route gezählt. Zur Überprüfung von Bestandtrends mittels Spearman'scher Rangkorrelationen und nichtlinearer Regressionsmodelle wurden alle Negativkontrollen ausgeschieden. Für die Beurteilung der Bestandtrends einiger häufiger Arten seit Anfang der 1990er Jahre ist auf Zählungen in mehreren zusätzlich, aber nicht alljährlich kontrollierten Winterquartieren zurückgegriffen worden.

Während 485 Zählungen wurden insgesamt 22 Fledermausarten, inklusive der beiden im Nachhinein nicht mehr zu trennenden Arten *Pipistrellus pipistrellus* und *P. pygmaeus*, mit in Summe 25.056 Individuen (Ind.) angetroffen. Nach der Kleinen Hufeisennase *(Rhinolophus hipposideros)*, die mit rund 17.900 Ind. oder 71% der Individuensumme die häufigste Art darstellte, gehören mit deutlichem Abstand (1%–7% der Gesamtzahl) die Große Hufeisennase *(Rh. ferrumequinum)*, die Mopsfledermaus *(Barbastella barbastellus)*, das Große Mausohr *(Myotis myotis)*, die Wimper- *(M. emarginatus)* und Langflügelfledermaus *(Miniopterus schreibersii)* zu den häufigsten Arten. Eine relativ hohe Antreffhäufigkeit (Präsenz) in einigen Quartieren weisen daneben die Wasserfledermaus *(Myotis daubentonii)*, die Bechsteinfledermaus *(M. bechsteinii)* sowie die beiden *Plecotus*-Arten – Braunes *(P. auritus)* und Graues Langohr *(P. austriacus)* – auf. Die Arten- und Gesamtzahlen schwanken in den untersuchten Winterquartieren zwischen 1–9 Arten/Zählung (x = 3,8) bzw. 1–607 Ind./Zählung (x = 51,7) und nehmen mit der Größe der Quartiere signifikant zu. Ferner hat die Höhenlage der Quartiere einen starken Einfluss auf die Arten- und Gesamtzahlen/Zählung. Aufgrund der starken Zunahme der Kleinen Hufeisennase in allen größeren Quartieren, haben seit Beginn der Untersuchungen die Fledermausbestände in beiden Gebieten und in allen Höhenstufen zugenommen.

Die Bestände der beiden Hufeisennasen in den untersuchten Winterquartieren erreichten in den 1970er und 80er Jahren einen Tiefststand. Ein anschließendes starkes und bis heute anhaltendes Populationswachstum zeigte die Kleine Hufeisennase, deren Bestände (2.400–4.000 Ind., 2008–2010) mittlerweile an die Verhältnisse vor dem Bestandseinbruch in den 1970er und 80er Jahren heranreichen oder diese sogar übertreffen dürften. Die jährlichen Fluktuationsraten des erfassten Winterbestandes im Grazer und Weizer Bergland schwanken zwischen –38% und +159%, während Kreuz-Korrelationen keinen Zusammenhang zwischen der Bestandsentwicklung in beiden Gebieten ergaben. Die jährliche Wachstumsrate der Population im Grazer Bergland ist seit 1990 doppelt so hoch wie im Weizer Bergland.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Die kontrollierten Winterquartiere beherbergen seit Ende der 1990er Jahre weiterhin den Großteil der österreichischen Winterpopulation der Großen Hufeisennase. Nach einem Tiefstand Anfang der 1990er Jahre beträgt die Zahl derzeit regelmäßig 45–85 Tiere.

Mit im Vergleich zur Kleinen Hufeisennase erheblich geringeren Bestandsgrößen, stieg die Zahl überwinternder Wimper- und Wasserfledermäuse. Der Bestand der Wimperfledermaus im Grazer und Weizer Bergland beträgt gegenwärtig 15–25 Tiere. In den Römersteinbrüchen, dem z. Z. zahlenmäßig bedeutendsten Winterquartier der Wimperfledermaus in Österreich, überwintern seit Mitte der 1990er Jahre alljährlich 30–60 Tiere. Auch die Zahl von Wasserfledermäusen hat, besonders im Weizer Bergland, markant zugenommen. Nach einem Bestandshoch in den 1990er Jahren sind die Zahlen des Großen Mausohrs seit 2000 in den meisten untersuchten Winterquartieren erneut rückläufig. Als häufigste Gebäude bewohnende Fledermaus in der Steiermark ist das Große Mausohr in den kontrollierten Quartieren mit alljährlich 20–80 Ind. aber nur in geringer Zahl vertreten. In ähnlicher Größenordnung schwankt der Winterbestand von Mopsfledermäusen. Deren Populationsentwicklung verlief seit 1973 im Grazer und Weizer Bergland gegenläufig: Während die Bestände im Grazer Bergland abnahmen, nehmen die Zahlen im Weizer Bergland seit Mitte der 1990er Jahre zu. Gleichzeitig stieg der Bestand im z. Z. bedeutendsten Winterquartier der Art, einer in 1800 m Seehöhe gelegenen Schachthöhle, um das Zwei- bis Vierfache. Die Langflügelfledermaus nutzte bis Anfang der 1980er Jahre die Höhlen im Grazer Bergland und die Römersteinbrüche in Aflenz a. d. Sulm im Frühjahr und Herbst in großer Zahl als Zwischenquartiere. Die Höchstwerte schwankten zwischen 120–602 Ind. im März/April bzw. 27–450 Ind. im Oktober/November. Seitdem ist die Population, mit Ausnahme von Einzelfunden, erloschen.

Die Antreffhäufigkeiten der weiteren, in sehr geringer Zahl angetroffenen Arten hat sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte kaum verändert. Lediglich das Braune Langohr dürfte in den 1990er Jahren ein Bestandshoch überschritten haben, während die Kleine Bartfledermaus *(Myotis mystacinus)* in den letzten 10–20 Jahren wesentlich seltener beobachtet worden ist. Abschließend wird eine Winterschlafgemeinschaft (Cluster) aus 11 Bechsteinfledermäusen erwähnt.

Keywords: bats, Chiroptera, species diversity, population numbers, hibernation, roost size, population trend, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis emarginatus*, *Myotis daubentonii*, *Myotis myotis*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Barbastella barbastellus*, *Miniopterus schreibersii*, *Myotis mystacinus*, *Myotis bechsteinii*, Styria, Austria

1. Einleitung

Seit Mitte des vorigen Jahrhunderts sind die Bestände beinahe aller heimischen Fledermausarten zurückgegangen. Besonders der Zusammenbruch ursprünglich kopfstarker Populationen der Großen und Kleinen Hufeisennase[9] in West- und großen Teilen Mitteleuropas (Übersicht bei Schober 1998, Krapp & al. 2001, IUCN 2010) sowie der Rückgang einer Reihe weiterer Arten in bedeutenden europäischen Fortpflanzungs- und Winterquartieren unterstrichen bereits in den 1960er und 70er Jahren die Notwendigkeit einer umfassenden Dokumentation der lokalen und regionalen Bestandsverhältnisse (Stebbings 1988). Die in der Folge von Fachinstitutionen mit Unterstützung durch zahlreiche ehrenamtliche Helfer erarbeiteten Verbreitungs- und Bestandsangaben haben in vielen Ländern Europas zu legislativen und umsetzungsorientierten Schutzmaßnahmen geführt (z. B. Kirk 1971, Kulzer & al. 1987, Zima & al. 1994, Burkhard 1997, Boye & al. 1999, Harbusch & al. 2002, Meschede & Rudolph 2004). 1991 wurde ein internationales Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen, EUROBATS, von vielen europäischen Staaten unterzeichnet**.**

Auch in Österreich wurde von den Mitarbeitern der Säugetiersammlung am Naturhistorischen Museum Wien (NMW) im Rahmen des Projektes „Säugetierfauna Österreichs" die Verbreitung heimischer Fledermäuse zwischen 1970 und 1999 gut dokumentiert (z. B. Spitzenberger 1981, 1988, 1993, 1995, 2002, Spitzenberger & Bauer 1987). Die langfristige Entwicklung der Bestände der meisten österreichischen Fledermausarten ist allerdings nur unzureichend bekannt. Für die jüngste Fassung der Roten Liste Öster-

[9] Wissenschaftliche und englische Artnamen siehe Anhang 1.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

reichs wurden lokale Trends der Bestandsentwicklung während der letzten 20–30 Jahre anhand der landesfaunistischen Literatur und Kontrollen bekannter Wochenstuben- und Winterquartiere eingeschätzt (Spitzenberger 2005). Längere Zeiträume umfassende, mittels konstanter Methode erhobene Bestandszahlen liegen nur für einzelne Quartiere, wie die Hermannshöhle im niederösterreichischen Alpenvorland (Baar & al. 1986, Spitzenberger 2002), vor, fehlen aber aus dem Großteil Österreichs völlig.

Hier wird erstmals eine langjährige Zeitreihe der Winterbestände steirischer Fledermäuse, die für einzelne Quartiere bis in die 1960er Jahre zurückreicht, vorgestellt. Die speläologische Erforschung des Mittelsteirischen Karstes seit Ende des 19. Jahrhunderts (Weissensteiner 1982, Fuchs 1983, Benischke & al. 1994, Polt 1995) und die von Bauer 1960, Bauer & Steiner 1960 und Kepka 1960, 1980/81 erzielten Wiederfunde beringter Fledermäuse zeigten, dass die Höhlen im Grazer und Weizer Bergland bedeutende Winterquartiere für Fledermäuse aus dem südostösterreichischen Alpenvorland und benachbarten Gebieten in Slowenien und Kroatien darstellen (Spitzenberger 2001, 2002). Seit den 1960er Jahren bis in die Gegenwart finden deshalb auf Initiative von A. Mayer und J. Wirth (zunächst Biospäleologische Arbeitsgemeinschaft, dann Säugetiersammlung am NMW) in Kooperation mit dem Landesverein für Höhlenkunde in der Steiermark (LVfH) beinahe alljährlich Erhebungen überwinternder Fledermäuse in einigen größeren, im Hochwinter gut erreichbaren Höhlen und Stollenanlagen im Grazer Bergland statt. Ab 1974 konnten die Zählungen auf eine Reihe wichtiger Winterquartiere in der Weiz- und Raabklamm im Weizer Bergland ausgedehnt werden. Seit Mitte der 1980er Jahre werden die alljährlichen Erhebungen in Kooperation mit der Säugetiersammlung des NMW und der Abteilung für Biowissenschaften am Universalmuseum (früher: Landesmuseum) Joanneum in Graz (UMJ) durch den LVfH Steiermark fortgesetzt. Nach gelegentlichen Begehungen zwischen 1969 und 1989 werden seit 1996 auch die Römersteinbrüche in Aflenz a. d. Sulm regelmäßig kontrolliert. Anhand dieses Materials werden in vorliegender Studie die Artenzusammensetzung, Bestandsveränderungen und die rezenten Populationsgrößen einiger in der Steiermark überwinternder Fledermausarten untersucht.

2. Untersuchungsgebiet

Die untersuchten Winterquartiere liegen in drei Untersuchungsgebieten (UG) im Weizer und Grazer Bergland und im südoststeirischen Alpenvorland (Grazer Bucht). Der Großteil befindet sich im Durchbruchstal der Mur zwischen Gratkorn und Frohnleiten, nördlich der steirischen Landeshauptstadt Graz und in den Engtälern der Raab- und Weizklamm im Nordwesten bzw. Norden von Weiz (Abb. 1). Wegen der ähnlichen Topographie und des identischen geomorphologischen Baues wird das Grazer und Weizer Bergland auch unter dem Oberbegriff Grazer Bergland oder Mittelsteirischer Karst zusammengefasst (Flügel 1975, Lieb 1991). Das dem kristallinen Steirischen Randgebirge mit seinen höchsten Erhebungen zwischen 2.187 m (Ameringkogel) im Westen und 1.280 m Seehöhe (Rabenwaldkogel) in der Oststeiermark vorgelagerte Grazer Bergland bildet etwa entlang der Linie Voitsberg–Graz–Anger b. Weiz den Südostrand der Alpen (Abb. 1). Es erstreckt sich in unserem UG zwischen etwa 390 m und 538 m Seehöhe am Talboden der Mur (Gratkorn) bzw. des Weizbaches (Naas) und dem 1.720 m hohen Gipfel des Hochlantsch.

Der im Einzelnen durch zahlreiche Verwerfungen und Einschlüsse silikatischer Substrate komplexe, geologische Bau des Grazer Berglandes besteht in der Hauptsache aus verkarstungsfähigen Gesteinen, vor allem aus Kalk, Kalkschiefer und Dolomit des Grazer Paläozoikums. Auf ehemaligen Verebnungsflächen (Landoberfläche) sowie im Inneren der schroffen Talhänge weisen die paläozoischen Kalke zahlreiche oberflächige Karren,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

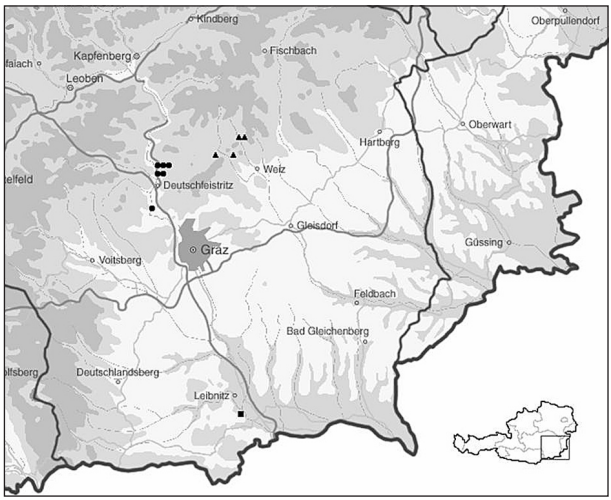

Abb. 1: Lage der beiden Untersuchungsgebiete im Grazer (Punkte) und Weizer Bergland (Dreiecke) sowie der beiden unterirdischen Römersteinbrüche in Aflenz a. d. Sulm (Quadrat). Darstellung in Minutenfeldern von 1' nördlicher Breite × 1' östlicher Länge.
Location of the two study areas in the Grazer (circles) and Weizer Bergland (triangles), and of both underground quarries Römersteinbrüche in Aflenz a. d. Sulm (square) according to 1' longitude × 1' latitude grid units.

Dolinen und Karstschächte sowie unterirdische Verkarstungen (Horizontalhöhlen) auf (Flügel 1975). Die Zahl der Höhlen im Grazer Bergland wird vom LVfH Steiermark (Stand: Dezember 2010) mit rund 770–850 geschätzt, wobei die größten Karsthöhlen die Drachenhöhle bei Mixnitz und die Lurgrotte (Lurhöhle) zwischen Peggau und Semriach darstellen. Mit Ausnahme einiger Steilhänge und Gipfelpartien tragen die Karstgebiete des Grazer und Weizer Berglandes infolge ihrer geminderten Nutzungsfähigkeit bis heute eine weitgehend geschlossene Vegetationsdecke (Grüner Karst) aus Buchen-, Tannen-, Kiefer- und Eichenwäldern. In der Weizklamm stocken über Schöckelkalken größere Bestände der Hopfenbuche *Ostrya carpinifolia* (Flügel 1975, Maurer 1981).

Die unterirdischen Römersteinbrüche in der Gemeinde Aflenz a. d. Sulm, die aus einem kleineren, z. Z. nicht genutzten Stollen (Unterer Römerbruch) und dem wesentlich größeren Römerbruch (Großer Muschelkalksteinbruch) bestehen (Tab. 1), liegen zwischen 310 und 315 m Seehöhe rund 36 km südlich von Graz (Abb. 1). Gemeinsam bilden sie das bedeutendste z. Z. bekannte Überwinterungsquartier von Fledermäusen im Bereich des aus tertiären und pleistozänen Schottern, Sanden und Tonen aufgebauten südoststeirischen Alpenvorlandes (Grazer Bucht). Die hellen Leithakalke mit Einschlüssen von Korallen, Seeigeln, Muscheln und anderen Meerestieren stellen die Reste eines jungtertiären Riffkörpers dar, die bereits Material für den Bau der römerzeitlichen Siedlung Flavia Solva in Leibnitz lieferten (Ebner & Gräf 1986).

3. Material und Methode

3.1 Untersuchungszeitraum und Auswahl der Quartiere

Von allen vom NMW und LVfH Steiermark kontrollierten Winterquartieren wurden für vorliegende Studie jene Quartiere ausgewählt, in denen die Fledermausbestände seit Beginn der Erhebungen Mitte der 1960er Jahre beinahe alljährlich und innerhalb eines engen Zeitfensters im Jänner bis spätestens Mitte Februar systematisch erfasst wor-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

den waren (vgl. 3.3). Dies betrifft insgesamt 20 Quartiere, die seit 1973 im Hochwinter kontrolliert wurden. Während seit 1996 ein vollständiger Datensatz mit alljährlichen Begehungen dieser Quartiere vorliegt, weisen die Zählreihen zwischen 1973 und 1995 für einige der untersuchten, vor allem im Weizer Bergland gelegene Winterquartiere teils mehrjährige Lücken auf (s. 3.4, Anhang 2).

Für die vorliegende Untersuchung standen Daten von insgesamt 607 Begehungen der ausgewählten 20 Winterquartiere (inklusive 122 Negativkontrollen) aus dem Zeitraum von 1973 bis 2010 zur Verfügung. Seit Anfang der 1990er Jahre werden von den Mitarbeitern des LVfH Steiermark im Verlauf des Winterhalbjahres darüber hinaus einige weitere Fledermausquartiere kontrolliert**,** die aber einen wesentlich kürzeren Zeitraum umfassen**.** Weiterhin können einige Höhlen, wegen ihrer schwierigen Erreichbarkeit im Winter, nicht alljährlich kontrolliert werden. Zählungen in diesen Quartieren wurden deshalb nur in Einzelfällen zur Überprüfung aktueller Bestandtrends einiger häufiger Arten herangezogen.

Für eine grobe Einschätzung der Relation zwischen den Winterbeständen und Fortpflanzungspopulationen im österreichischen Einzugsgebiet der untersuchten Winterquartiere konnte auf die Ergebnisse von 324 Kontrollen in beinahe allen Kirchen, Klöstern und Schlössern im Steirischen Alpenvorland und den Steirischen Randalpen (6679 km^2) zwischen 1991 und 1995 zurückgegriffen werden (P. Sackl, F. Spitzenberger & E. Weiss, unveröff.).

3.2 Quartiere und Quartiertypen

Abgesehen von den beiden unterirdischen Römersteinbrüchen handelt es sich bei den untersuchten Winterquartieren um zwei 34 bzw. 315 m lange, verfallene Bergwerkstollen (Johanni-Oberbau I & II) und 14 Naturhöhlen (Tab. 1). Sonderfälle stellen das Zigeunerloch bei Gratkorn und der Hammerbachursprung-Stollen IX in Peggau dar. Während des 2. Weltkrieges war zur Unterbringung kriegswichtiger Werksanlagen am Ende beider stark bewetterter Höhlen ein 110 bzw. 50 m langer Stollen errichtet worden. Da sich im Winter Fledermäuse vor allem in diesen Stollenanlagen aufhalten, werden hier beide Objekte als künstliche Stollen geführt. Die beiden, von den Zugängen in Peggau und Semriach aus kontrollierten Abschnitte der Lurgrotte werden wegen fehlender Zutrittsmöglichkeiten zur Lurgrotte Semriach in den 1970er und 80er Jahren aus rein auswertungstechnischen Überlegungen als getrennte Quartiere behandelt.

Neben der Gesamtlänge und Tiefe der begangenen Höhlen ist in Tab. 1 der GT-Code angeführt. Hierfür wurde nach Stummer & Plan 2002 die vom LVfH Steiermark durch Vermessung ermittelte Gesamtlänge (G) und Tiefe (T) der Höhle als zweistellige Zahlenkombination angegeben. Die resultierenden Größenklassen erwiesen sich als geeignetes Maß zur Klassifizierung der räumlichen Ausdehnung der untersuchten Objekte.

Mit Ausnahme der Klementgrotte (675 m Seehöhe, submontane Höhenstufe) befinden sich alle im Weizer Bergland untersuchten Quartiere in der tief- und mittelmontanen Höhenstufe, während alle Quartiere im Grazer Bergland und die Römersteinbrüche in der submontanen Höhenstufe liegen (vgl. Tab. 1). Die Entfernung zwischen den im Grazer und Weizer Bergland kontrollierten Quartieren und denen im südsteirischen Alpenvorland liegt bei 57–58 km, zwischen den beiden UG im Grazer und Weizer Bergland bei knapp 15 km. Innerhalb der beiden letztgenannten UG schwanken die Quartierabstände zwischen < 0,1–7,6 km bzw. 0,5–3,3 km (Abb. 1).

Alle größeren Winterquartiere, inklusive des Hammerbachursprung-Stollens IX, Zigeunerlochs und Unteren Römerbruchs, sind nach dem Naturhöhlengesetz aus dem Jahr 1928 als geschützte Höhlen oder laut Steiermärkischen Naturschutzgesetz als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Die meisten, gut zugänglichen Höhlen und Stollenanlagen

Tab. 1: Verzeichnis der untersuchten Winterquartiere. * Quartiere, die für die Berechnung von Populationstrends herangezogen wurden.
Location, conservation status, and some macro-ecological parameters of the winter roosts studied in southeastern Austria. * hibernacula which were used for calculating population trends.
Tabellenkopf und Abkürzungen: KAT = Nummer lt. Österreichischem Höhlenkataster; **GDE** = Gemeinde; **UG** = Untersuchungsgebiet: **GBL** = Grazer Bergland, **WBL** = Weizer Bergland, **RÖM** = Römersteinbrüche Aflenz a. d. Sulm; **QU** = Quartiertyp; **SCH** = Schutz: **GH** = Geschützte Höhle (lt. Naturhöhlengesetz 1928), **NSG** = Naturschutzgebiet (nach landesgesetzlichen Bestimmungen), **SH** = Schauhöhle, **SST** = Schaustollen, **#** durch Schutzgitter gesicherte Quartiere; **HST** = Höhenstufe (nach den forstlichen Wuchsbezirken Österreichs von Kilian & al. 1994): **sm** = submontan, **tm** = tiefmontan, **mm** = mittelmontan; **L** = Länge; **T** = Tiefe; **GT** = GT-Code (nach Stummer & Plan 2002).
Abbrevations: KAT = number according to the Austrian Cave Register; **GDE** = municipality; **UG** = study area: **GBL** = Grazer Bergland, **WBL** = Weizer Bergland, **RÖM** = Römersteinbrüche Aflenz a. d. Sulm; **QU** = roost type: **Höhle** = cave, **Stollen** = gallery, **Steinbruch** = underground quarry; **SCH** = conservation status: **GH** = protected cave, **NSG** = nature reserve, **SH** = show cave, **SST** = show gallery, **#** protective grids; **Höhe** = altitude (metres a.s.l.); **HST** = altitudinal belt (according to Kilian et al. 1994): **sm** = submontane, **tm** = lower montane and **mm** = montane altitudinal belt; **Länge** = length; **Tiefe** = depth; **GT-Code** = cave size, according to Stummer & Plan (2002).

Quartiere	Kataster-Nr.	GDE	UG	QU	SCH	Seehöhe (m)	HST	Länge (m)	Tiefe (m)	GT-Code
Große Badlhöhle*	2836/17a,b	Peggau	GBL*	Naturhöhle	GH #	495	sm	846	52	32
Kleine Badlhöhle	2836/16	Peggau	GBL	Naturhöhle		536	sm	43	4	11
Aragonithöhle	2836/14	Peggau	GBL	Naturhöhle		559	sm	34	4	11
Kapellenhöhle	2836/19	Peggau	GBL	Naturhöhle		420	sm	16	5	11
Hammerbachursprung (Stollen IX)*	2836/34	Peggau	GBL*	Höhle/Stollen	GH #	420	sm	50	5	21
Peggauer-Wand-Höhle I*	2836/35	Peggau	GBL*	Naturhöhle	GH	465	sm	90	32	21
Peggauer-Wand-Höhle II	2836/37	Peggau	GBL	Naturhöhle	GH	475	sm	40	16	11
Peggauer-Wand-Höhle III*	2836/38	Peggau	GBL*	Naturhöhle	GH	510	sm	312,3	29	21
Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI*	2836/39	Peggau	GBL*	Naturhöhle	GH	510	sm	548,1	35,1	31
Rittersaal	2836/40	Peggau	GBL	Naturhöhle		500	sm	20	5	11
Lurgrotte Peggau*	2836/1b	Peggau	GBL*	Naturhöhle	GH/SH #	412	sm	5975	273	44
Lurgrotte Semriach	2836/1	Semriach	GBL	Naturhöhle	GH/SH #	640	sm	5975	273	44
Zigeunerloch	2831/15	Gratkorn	GBL	Höhle/Stollen	NSG #	395	sm	110	0	21
Johanni-Oberbau I	B 2833/3a,b	Arzberg	WBL	Stollen		980	mm	315	20	21
Johanni-Oberbau II	B 2833/4	Arzberg	WBL	Stollen		980	mm	34	5	11
Klementgrotte*	2833/21a-c	Hohenau a. d. Raab	WBL*	Naturhöhle	GH	675	sm	845,7	53,4	32
Rablloch*	2834/8	Naas	WBL*	Naturhöhle	GH	764	tm	195	27	21
Grasslhöhle*	2833/60	Naas	WBL*	Naturhöhle	GH/SH #	740	tm	180	20	21
Unterer Römerbruch*	B 2791/1	Wagna bei Leibnitz	RÖM*	Steinbruch	NSG #	310	sm	45	1	11
Römerbruch (Gr. Muschelkalksteinbruch)*	B 2791/5	Wagna bei Leibnitz	RÖM*	Steinbruch	SST #	315	sm	2000	15	31

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

sind durch Schutzgitter gesichert. Mit dem Schwerpunkt im Sommerhalbjahr werden die Lurgrotte (beide kontrollierte Abschnitte) und die Grasslhöhle als Schauhöhlen genutzt (Tab. 1). Die heute verfallenen Stollenanlagen Johanni-Oberbau I & II gehen auf den Abbau blei- und zinkhältiger Gesteine zurück. Der Römerbruch in Aflenz a. d. Sulm – während des 2. Weltkrieges stark erweitert – diente als Zweigstelle des Konzentrationslagers Mauthausen. Heute befindet sich im vorderen Teil des Steinbruchs ein kleines Museum, das u. a. an die schrecklichen Ereignisse während der Naziherrschaft erinnert. Er wird darüber hinaus für Sportveranstaltungen (Bogenschießen) und andere touristische Großereignisse genutzt.

3.3 Zählungen

Der bei weitem überwiegende Teil der Zählungen überwinternder Fledermäuse fand im Hochwinter statt. In den frühen 1970er Jahren wurden die Zählungen jeweils an einem Wochenende in der zweiten Jännerhälfte oder in der 1. Februardekade durchgeführt. Mit wenigen Ausnahmen finden die Zählungen seit 1977 innerhalb von 3 bis 6 Tagen, zumeist durch zwei bis drei Zählteams, gegen Ende der Weihnachtsferien zwischen 3. und 8. Jänner statt.

Abweichungen von diesem Schema betreffen das Rablloch und die Grasslhöhle, die bis 1992 manchmal einige Wochen später, zwischen Ende Jänner bis spätestens Mitte März, begangen wurden, und die Jahre 1985 und 1992. In diesen beiden Jahren fanden die Erhebungen jeweils stark konzentriert am 3. bzw. 7. März statt. In beiden Höhlen sowie für beide Jahre weisen aber weder die Gesamtzahlen/Quartier, noch die Bestandsgrößen der verschiedenen Arten – mit Ausnahme der Mopsfledermaus (vgl. 4.6.5) – signifikante Abweichungen von den Werten in anderen Quartieren vergleichbarer Größe bzw. von den langjährigen Mittelwerten auf (s. auch die Ankunft- und Abflugtermine im Winterquartier bei Meschede & Rudolph 2004 und Kulzer 2005).

Unvollständige Erhebungen in einzelnen Quartieren, bei denen nicht die gesamte Zählstrecke begangen worden war, wurden im Vorfeld der Auswertung anhand schriftlicher Aufzeichnungen von A. Mayer ausgeschieden. Alle berücksichtigten Bestandszahlen betreffen somit Erhebungen entlang einer konstanten Route, zumeist der gesamten begehbaren Länge der Höhle (Anhang 2). In der Lurgrotte wird jeweils dieselbe Strecke von 700 ± 50 m bzw. 650 ± 50 m Länge, das sind 12% bzw. 11% der Gesamtlänge der Höhle, in den Abschnitten Peggau und Semriach begangen. Um möglichst den gesamten sichtbaren Fledermausbestand zu erfassen, werden die Wände, Decke und alle einsehbaren Nischen und Spalten entlang der Zählstrecke mittels Scheinwerfern ausgeleuchtet. Die Artbestimmung erfolgt ausschließlich visuell durch gut eingeschulte Experten; im Falle sehr hoch hängender Tiere mit Hilfe von Ferngläsern. Zur maximal möglichen Vermeidung von Störungen wird jeder unmittelbare Kontakt mit den Tieren vermieden. Im Verlauf der Zählungen aufgefundene Mumien wurden in der Sammlung des UMJ in Graz deponiert.

3.4 Statistische Auswertung

Zur Berechnung von Bestandtrends sind in einem ersten Schritt alle negativen Begehungen und alle Quartiere, die ≥ 10% Fehlwerte aufweisen, ausgeschieden worden (vgl. Tab. 1, Anhang 2). Neben der Lurgrotte Semriach, dem Zigeunerloch und dem Bergwerkstollen Johanni-Oberbau I betrifft dies mehrere sehr kleine Objekte von ≤ 34 m Gesamtlänge mit einer großen Zahl von Negativkontrollen (Tab. 1). Im Hinblick auf die große Quartiertreue der meisten behandelten Fledermausarten im Winter sowie der relativ hohen Stabilität der Bestandsgrößen in der zweiten Hälfte des Winterhalbjahres (Krapp & al. 2001, Krapp 2004, Meschede & Rudolph 2004, Kulzer 2005) wur-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

den in der Folge die Bestände benachbarter Quartiere anhand der in Tab. 1 angeführten UG zu annähernd diskreten Überwinterungspopulationen zusammengefasst (vgl. 3.2). Ebenso wurden jene Jahre, in denen mehr als zwei Quartiere/UG nicht begangen worden waren, von den Trendanalysen ausgeschlossen. Das sind im Grazer Bergland die Jahre 1983 und 1984; im Weizer Bergland die Jahre 1973, 1975, 1980–1985 und 1987–1988 (Anhang 2). Im Falle des Stollen IX – Hammerbachursprung (1994), der Klementgrotte (1976, 1990, 1992) und des Rabllochs (1990), d. h. in 1,4% aller 349 für die Trendanalysen berücksichtigten Zählungen, wurden die Fehlwerte mittels des jeweils bestangepassten Regressionsmodells interpoliert.

Alle statistischen Berechnungen erfolgten mit Hilfe des Statistikpaketes SPSS Statistics 19 (IBM® 2010), wobei eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $P < 0,05$ als statistisch sinnvoll festgelegt wurde. Zur Bestimmung der Richtung und Stärke von Bestandsveränderungen ist in erster Linie die Spearman'sche Rangkorrelation herangezogen worden. Die hierfür notwendige Voraussetzung einer geringen Autokorrelation der Residuen wurde mittels der Durbin-Watson-Statistik geprüft, wobei in einzelnen Fällen, im Hinblick auf die kleine Stichprobe, geringfügige Abweichungen der Prüfgröße D_W relativ großzügig behandelt wurden. In der Regel ist jedoch in Fällen $D_W < 1,5$ mittels nichtlinearer Funktionen eine möglichst gute Anpassung des Regressionsmodells (Kurvenanpassung) vorgenommen worden. Der Einfluss einiger bekannter Quartiermerkmale, die dem vom LVfH Steiermark geführten Höhlenkataster entnommen werden konnten (Weissensteiner, 1982), auf die Artenzahlen und Bestandsgrößen überwinternder Fledermäuse wurde mittels Allgemein Linearer Modelle (GLMs) überprüft. Dafür wurden die Rohdaten, d. h. die Arten- bzw. Bestandszahlen/Zählung, die von einer Normalverteilung abweichen ($P > 0,05$, Shapiro-Wilks-Test), Log10-transformiert und um eine bessere Besetzung der Faktorenstufen zu erzielen, die in Tab. 1 angeführten Quartiergrößen (GT-Codes) in größeren Klassen zusammengefasst.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Artenbestand

Eine Zusammenstellung der Bestandsgrößen der verschiedenen Arten bzw. der Arten- und Individuenzahlen in den untersuchten Winterquartieren ist in den Tab. 2–4 dargestellt. In Summe wurden im Verlauf der 38-jährigen Zeitreihe 20 zweifelsfrei bestimmte Fledermausarten gefunden (vgl. Tab. 3). Das sind rund 77% aller 26 rezent in Österreich regelmäßig vorkommenden Arten.

Neben der Kleinen Hufeisennase, die in allen drei UG in großer Regelmäßigkeit bei 51–93% aller Begehungen vertreten war, zählen das Große Mausohr (49%), die Mopsfledermaus (46%), die Große Hufeisennase (39%) und die Wimperfledermaus (34%) zu den seit 1996 regelmäßig angetroffenen Arten (Tab. 2). Hohe Präsenzwerte erreichen außerdem die Bechsteinfledermaus (17%) und insbesondere die Wasserfledermaus (56%) in den Höhlen des Weizer Berglandes sowie die beiden Langohren, die sowohl im Weizer Bergland als auch in den Römersteinbrüchen wiederholt gefunden wurden (Tab. 2).

4.2 Gesamtindividuenzahl und Artendiversität

Von in Summe 25.056 Fledermäusen, die zwischen 1973 und 2010 in den 20 untersuchten Winterquartieren gezählt wurden, ist mit rund 17.900 Individuen (Ind.) oder 71% aller erfassten Tiere die Kleine Hufeisennase die bei weitem häufigste Art. Mit großem Abstand folgen die Große Hufeisennase und Mopsfledermaus (je 7%), das Große Mausohr (6%), die Wimper- (5%) und Langflügelfledermaus (1%). Die Bestände aller anderen Arten erreichen nicht die 1%-Marke der erfassten Gesamtzahl (Tab. 3).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Antreffhäufigkeiten (Präsenz) aller beobachteten Fledermausarten in 20 Winterquartieren (GBL, WBL und RÖM), 1996–2010. n = Anzahl Begehungen. Abkürzungen siehe Tab. 1.
Observation frequencies of all bat species (percentage positive visits) which were observed in 20 winter roosts in the Grazer (GBL) and Weizer Bergland (WBL), and in the Römersteinbrüche in Aflenz a. d. Sulm (RÖM), 1996–2010.

Art	GBL (n = 195)		WBL (n = 75)		RÖM (n = 30)		GESAMT (n = 300)	
	n	Präsenz	n	Präsenz	n	Präsenz	n	Präsenz
Rhinolophus hipposideros	100	51%	70	93%	22	73%	192	64%
Myotis myotis	77	40%	46	61%	24	80%	147	49%
Barbastella barbastellus	91	47%	47	63%	–	–	138	46%
Rhinolophus ferrumequinum	59	30%	39	52%	18	60%	116	39%
Myotis emarginatus	31	16%	55	73%	16	53%	102	34%
Myotis daubentonii	15	8%	42	56%	–	–	57	19%
Plecotus auritus	14	7%	28	37%	–	–	42	14%
Plecotus austriacus	15	8%	8	11%	11	37%	34	11%
Eptesicus serotinus	12	6%	8	11%	–	–	20	7%
P. pipistrellus/pygmaeus	22	11%	–	–	–	–	22	7%
Myotis bechsteinii	–	–	13	17%	–	–	13	4%
Miniopterus schreibersi	10	5%	3	4%	–	–	13	4%
Myotis nattereri	5	3%	5	7%	–	–	10	3%
Myotis mystacinus	3	2%	3	4%	–	–	6	2%
Myotis oxygnathus	–	–	1	1%	1	3%	2	1%
Eptesicus nilssonii	2	1%	–	–	–	–	2	1%
Vespertilio murinus	1	< 1%	2	3%	–	–	3	1%
Pipistrellus nathusii	2	1%	–	–	–	–	2	1%
Nyctalus noctula	1	< 1%	–	–	–	–	1	< 1%

Tab. 3: Individuensummen aller in den untersuchten Winterquartieren erfassten Fledermäuse, 1973–2010. GBL: 13 Quartiere, WBL: 5 Quartiere, RÖM: 2 Quartiere. n = Anzahl Begehungen.
Total numbers of bats counted in 20 underground hibernacula in southeastern Austria, 1973–2010. Grazer Bergland: 13 roosts, Weizer Bergland: 5 roosts, Römersteinbrüche: 2 roosts. n = number of visits.

Art	Grazer Bergland n = 445		Weizer Bergland n = 125		Römersteinbrüche n = 37		GESAMT n = 607	
Rhinolophus hipposideros	10431	76,1 %	6692	70,8 %	775	41,0 %	17898	71,4 %
Rhinolophus ferrumequinum	688	5,0 %	876	9,3 %	177	9,4 %	1741	7,0 %
Barbastella barbastellus	1270	9,3 %	413	4,4 %	-	-	1683	6,7 %
Myotis myotis	685	5,0 %	704	7,5 %	174	9,2 %	1563	6,2 %
Myotis emarginatus	108	0,8 %	374	4,0 %	651	34,5 %	1133	4,5 %
Miniopterus schreibersii	179	1,3 %	3	< 0,1 %	90	4,8 %	272	1,1 %
Myotis daubentonii	38	0,3 %	192	2,0 %	-	-	230	0,9 %
P. pipistrellus/pygmaeus	122	0,9 %	-	-	-	-	122	0,5 %
Plecotus auritus	40	0,3 %	63	0,7 %	-	-	103	0,4 %
Plecotus austriacus	55	0,4 %	15	0,2 %	19	1,0 %	89	0,4 %
Eptesicus serotinus	42	0,3 %	11	0,1 %	-	-	53	0,2 %
Chiroptera indet.	17	0,1 %	17	0,2 %	2	0,1 %	36	0,1 %
Myotis bechsteinii	-	-	35	0,4 %	-	-	35	0,1 %
Myotis oxygnathus	5	<0,1 %	27	0,3 %	1	0,1 %	33	0,1 %
Myotis mystacinus	16	0,1 %	16	0,2 %	-	-	32	0,1 %
Myotis nattereri	12	0,1 %	10	0,1 %	-	-	22	0,1 %
Vespertilio murinus	2	<0,1 %	3	<0,1 %	-	-	5	<0,1 %
Eptesicus nilssonii	2	<0,1 %	-	-	-	-	2	<0,1 %
Pipistrellus nathusii	2	<0,1 %	-	-	-	-	2	<0,1 %
Myotis brandtii	1	<0,1 %	-	-	-	-	1	<0,1 %
Nyctalus noctula	1	<0,1 %	-	-	-	-	1	<0,1 %
SUMME	**13716**	**54,7 %**	**9451**	**37,7 %**	**1889**	**7,5 %**	**25056**	**100 %**

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Zwischen den untersuchten Quartieren schwanken die Arten- und Individuenzahlen erheblich (Tab. 4). Generell wurden in gut besetzten Höhlen mehr Fledermausarten/Zählung angetroffen als in solchen mit geringeren Individuenzahlen (r_P = 0,79, P < 0,001, n = 20, R-Quadrat 62%). Die größten Arten- und Bestandszahlen konnten wir in der Lurgrotte (beide kontrollierte Abschnitte), Klementgrotte, im Römerbruch und in der Großen Badlhöhle feststellen. Relativ arten- und individuenreiche Überwinterungsgemeinschaften wurden besonders im Weizer Bergland auch in kleineren Objekten, namentlich im Rabl-loch, in der Grasslhöhle und im Johanni-Oberbau I, beobachtet (Tab. 4). Die hohen Dominanzwerte von 43–88% an den entsprechenden Gesamtbeständen weisen die genannten Objekte als für die Kleine Hufeisennase wichtige Winterquartiere aus.

Tab. 4: Arten- und Individuenzahlen/Zählung überwinternder Fledermäuse (ohne Negativkontrollen) in 20 steirischen Winterquartieren, 1973–2010. Min. = Minimum, Max. = Maximum, x ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung.
Species and total population numbers/count of bats (negative visits excluded) for 20 underground hibernacula in southeastern Austria, 1973–2010. Min. = minimum, Max. = maximum, x ± SD = arithmetic mean ± standard deviation.

Quartier	n	Artenzahl/Kontrolle			Individuen/Kontrolle		
		Min.	Max.	x ± SD	Min.	Max.	x ± SD
Große Badlhöhle	38	3	9	5,2 ± 1,4	24	163	75,7 ± 33,7
Kleine Badlhöhle	9	1	2	1,7 ± 0,5	1	2	1,7 ± 0,5
Aragonithöhle	19	1	1	1,0	1	9	2,3 ± 2,0
Kapellenhöhle	20	1	2	1,1 ± 0,3	1	4	1,5 ± 1,3
Hammerbachursprung (St. IX)	34	1	9	3,3 ± 1,8	1	38	9,4 ± 8,7
Peggauer-Wand-Höhle I	35	1	6	2,1 ± 1,1	1	15	3,9 ± 3,0
Peggauer-Wand-Höhle II	5	1	1	1,0	1	1	1,0
Peggauer-Wand-Höhle III	36	1	7	2,4 ± 1,2	4	23	11,4 ± 4,3
Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI	38	1	6	3,2 ± 1,3	1	72	9,3 ± 11,8
Rittersaal	9	1	2	1,1 ± 0,3	1	4	2,1 ± 1,2
Lurgrotte Peggau	36	2	9	5,4 ± 1,6	4	607	189,9 ± 181,8
Lurgrotte Semriach	22	1	7	5,1 ± 1,5	3	284	111,9 ± 78,9
Zigeunerloch	31	1	3	1,9 ± 0,9	1	32	6,3 ± 7,6
Johanni-Oberbau I	19	3	7	5,1 ± 1,2	10	51	24,6 ± 12,1
Johanni-Oberbau II	14	1	2	1,1 ± 0,4	1	4	2,1 ± 0,9
Klementgrotte	27	2	9	6,3 ± 1,9	46	412	217,1 ± 119,7
Rablloch	30	2	9	5,7 ± 1,8	9	115	55,9 ± 24,0
Grasslhöhle	30	2	7	4,4 ± 1,4	6	89	47,2 ± 19,8
Unterer Römerbruch	18	1	4	2,1 ± 1,0	1	61	11,2 ± 18,3
Römerbruch	15	3	5	4,5 ± 0,6	65	164	112,5 ± 23,3
GESAMT	**485**	**1**	**9**	**3,6 ± 2,1**	**1**	**607**	**51,7 ± 89,8**

4.3 Der Einfluss von Quartiermerkmalen auf die Arten- und Bestandszahlen

Die Bedeutung der in Tab. 1 angeführten Quartiermerkmale – Quartiertyp, Lage in unterschiedlichen Höhenstufen und Größe der unterirdischen Winterquartiere (GT-Code) – für die Artendiversität und Bestandsgrößen von Fledermäusen wurde mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen untersucht. Hierfür wurden die genannten Quartiermerkmale als Faktoren (unabhängige Variablen) und die Arten- bzw. die Individuensummen/Zählung für den Beobachtungszeitraum von 1996 bis 2010 als abhängige Merkmale herangezogen (Tab. 5). Über den Einfluss eines wesentlichen weiteren Faktors, des Höhlenklimas (Temperatur und Luftfeuchtigkeit), können wir wegen fehlender Messungen keine Aussagen treffen. Aufgrund der höheren Diversität des Höhlenklimas in größeren Höhlen und verzweigten Höhlensystemen dürften den Tieren – neben dem höheren Raum- und Hangplatzangebot

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

– aber in größeren Quartieren in der Regel mehrere unterschiedlich bewetterte Höhlenabschnitte zur Verfügung stehen (Ransome 1990, Kulzer 2005).

Insgesamt üben die genannten Quartiermerkmale einen signifikanten Einfluss ($P < 0{,}001$) auf die Arten- und Individuenzahlen aus. Mit Eta-Quadrat 75% bzw. 70% ist ihr gemeinsamer Beitrag zur Aufklärung der Varianz der Arten- und Bestandszahlen/Zählung sehr groß (vgl. Modellzusammenfassungen in Tab. 5). Eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen den untersuchten Habitatmerkmalen liegt nur im Falle der Artenzahlen/Zählung vor: Im Hinblick auf die Artensummen/Zählung weisen die Quartiertypen eine starke Wechselwirkung mit der Quartiergröße ($F = 12{,}2$, $P = 0{,}001$, Eta-Quadrat 6%) auf. Dies ist auf die großen Artenzahlen im Johanni-Oberbau I und im Römerbruch sowie die artenarmen Überwinterungsgemeinschaften in den Kleinhöhlen im Grazer Bergland zurückzuführen (Tab. 4). Darüber hinaus liegen aber weder im Falle der Arten-, noch der Individuensummen/Zählung statistisch relevante Interaktionseffekte ($P \geq 0{,}58$) zwischen den überprüften Quartiermerkmalen vor.

Während sich die verschiedenen Quartiertypen durch einen sehr geringen Effekt auf die Arten- (Eta-Quadrat 5%) und Individuenzahlen (Eta-Quadrat 1%) auszeichnen, hat die Höhenstufe sowie die Quartiergröße einen signifikanten Einfluss auf die Artenzahlen. Die Haupteffekte beider Merkmale erklären 42% bzw. 57% der Gesamtvarianz der Artensummen/Zählung (Tab. 5). Die höchsten Artenzahlen wurden in der tiefmontanen Höhenstufe zwischen 700 und 900 m Seehöhe sowie in sehr großen Quartieren, wie der Lurgrotte, in der Großen Badlhöhle und Klementgrotte, angetroffen. Allerdings standen für die vorliegende Studie Bestandserhebungen nur für eine geringe Zahl oberhalb 700 m Seehöhe gelegener Winterquartiere zur Verfügung.

Tab. 5: Bedeutung einiger Quartiermerkmale für die Artenzahlen und Bestandsgrößen von Fledermäusen in 20 steirischen Winterquartieren (univariate Varianzanalysen, Modell II, 1996–2010).
Effects of some macro-ecological parameters on the species numbers (Arten/Zählung) and total population numbers of bats (Individuen/Zählung) in 20 winter roosts in southeastern Austria (univariate variance analyses, Model II, 1996–2010). Quartiertyp = roost type, Höhenstufe = altitudinal belt, Quartiergröße = hibernacula size.

Merkmal	Faktorenstufe	n	x ± SD	F	P	Eta-Quadrat*
Arten / Zählung						
Quartiertyp	Naturhöhle	145	4,1 ± 2,4	5,0	0,01	0,05
	Stollen	45	2,8 ± 1,9			
	Steinbruch	22	3,5 ± 1,5			
Höhenstufe	submontan	164	3,5 ± 2,3	73,7	< 0,001	0,42
	tiefmontan	26	5,6 ± 1,6			
	mittelmontan	22	3,7 ± 2,3			
Quartiergröße	GT 11	47	1,3 ± 0,6	134,2	< 0,001	0,57
	GT 21	87	3,7 ± 2,1			
	GT > 30	78	5,3 ± 1,7			
Modellzusammenfassung		212	3,8 ± 2,3	74,5	< 0,001	0,75
Individuen / Zählung						
Quartiertyp	Naturhöhle	145	94,9 ± 128,2	1,1	0,34	0,01
	Stollen	45	11,2 ± 11,3			
	Steinbruch	22	64,8 ± 53,9			
Höhenstufe	submontan	164	83,1 ± 125,6	37,9	< 0,001	0,27
	tiefmontan	26	66,3 ± 18,3			
	mittelmontan	22	15,0 ± 12,9			
Quartiergröße	GT 11	47	2,5 ± 1,9	127,6	< 0,001	0,56
	GT 21	87	27,6 ± 28,4			
	GT > 30	78	168,8 ± 138,5			
Modellzusammenfassung		212	74,0 ± 112,6	60,3	< 0,001	0,70

* Schätzer der Effektgröße (partielles Eta-Quadrat)

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Wie im Falle der Artenzahlen/Zählung ist der Einfluss der Quartiergröße auf die Bestandsgrößen überwinternder Fledermäuse sehr groß (Eta-Quadrat 56%). Während die Zahl der Tiere mit zunehmender Größe der Quartiere markant ansteigt, steuert – unter der Einschränkung, dass in der tief- und mittelmontanen Stufe eine geringere Zahl von Objekten kontrolliert wurde – die Lage der Winterquartiere in verschiedenen Höhenstufen im Vergleich zu den Artenzahlen einen geringeren Anteil (Eta-Quadrat 27%) zur Aufklärung der Varianz der Populationszahlen bei (Tab. 5). Ein Zusammenhang zwischen der Seehöhe – mit den größten Bestandszahlen in niederen Lagen – und der Länge bzw. Tiefe von 156 kontrollierten Höhlen und den Populationsgrößen überwinternder Fledermäuse wurde erst kürzlich von Kryštufek 2007 nachgewiesen.

Trotz teils erheblicher Abweichungen in der Artenzusammensetzung und den Dominanzverhältnisse der von Gaisler 1975 in der ehemaligen Tschechoslowakei sowie der von Kryštufek 2007 im Slowenischen Karst untersuchten Populationen, konnten wir auch in der Steiermark einen Zusammenhang zwischen den Individuenzahlen und der räumlichen Ausdehnung der unterirdischen Quartiere finden. Weiters nehmen, bei einer Höhenerstreckung unseres UG zwischen 300 und 1.000 m Seehöhe, die Artenzahlen mit der Größe der unterirdischen Winterquartiere zu (Tab. 5). Im Hinblick auf die große Bedeutung des Höhlenklimas für die Überwinterung von Fledermäusen (Ransome 1990, Kulzer 2005) sind in Übereinstimmung mit Kryštufek 2007 die anscheinend generell höheren Bestands- und Artenzahlen wohl in erster Linie auf das in großen Höhlen höhere Angebot an unterschiedlich temperierten Höhlenabschnitten zurückzuführen.

4.4 Regionale Unterschiede

Mit Ausnahme der Bechsteinfledermaus wurden im Grazer Bergland alle 20 im Verlauf der 38-jährigen Zählreihe nachgewiesenen Fledermausarten beobachtet. Dahinter folgen mit 15 bzw. 7 Arten die Höhlen im Weizer Bergland und die Römersteinbrüche in Aflenz a. d. Sulm (Tab. 3).

Neben den wenig aussagekräftigen Artensummen unterscheiden sich die mittleren Arten- und Individuenzahlen/Zählung in den drei UG teilweise erheblich (Tab. 6). Besonders in den Quartieren im Weizer Bergland wurden beinahe doppelt so viele Fledermausarten/Zählung (Z = 5,4, P < 0,001) und in der Regel wesentlich größere Individuenzahlen/Zählung (Z = 4,0, P < 0,001; Mann-Whitney U-Test) angetroffen als im Gra-

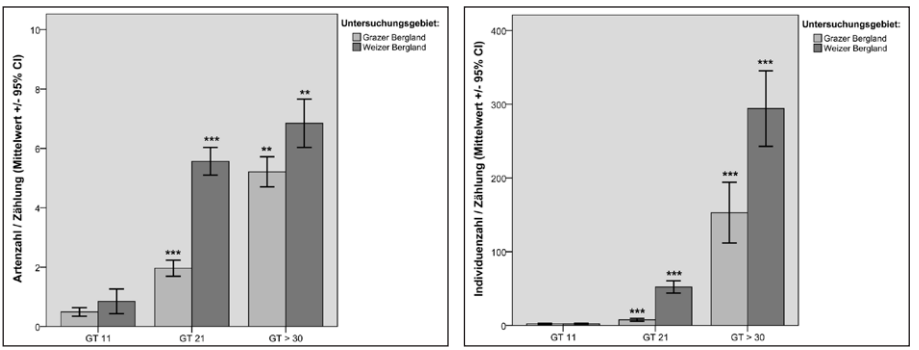

Abb. 2: Arten- (oben) und Individuenzahlen überwinternder Fledermäuse/Zählung (unten) in 18 Quartieren im Grazer und Weizer Bergland, 1973–2010, im Zusammenhang mit der Quartiergröße (GT-Code). * Signifikanzniveau Mann-Whitney U-Tests (** P < 0,01, *** P < 0,001).
Species numbers (above) and total population numbers/count of hibernating bats (below) in 18 winter roosts studied in the Grazer and Weizer Bergland, 1973–2010, in relation to hibernacula size (GT-Code). * significance level, Mann-Whitney tests (** P < 0,01, *** P < 0,001).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

zer Bergland. Aufgrund der Zugehörigkeit aller im Grazer Bergland kontrollierten Quartiere zur submontanen Höhenstufe ist ein Vergleich der Arten- und Individuenzahlen zwischen beiden UG anhand der Höhenlage nicht sinnvoll. Wie Abb. 2 zeigt, wurden aber im Weizer Bergland – mit Ausnahme sehr kleiner Objekte (GT 11) – unabhängig von der Quartiergröße durchwegs höhere Arten- und Individuenzahlen beobachtet als im Grazer Bergland. Zur Erklärung der größeren Artenzahlen und der größeren Zahl überwinternder Fledermäuse im Weizer Bergland sind deshalb weitere Faktoren, wie etwa die Lage der Winterquartiere zu geeigneten Nahrungsgebieten, Fortpflanzungsquartieren oder die Störungsfrequenz in den unterirdischen Winterquartieren, zu erwägen.

Tab. 6: Arten- und Individuenzahlen/Zählung (Mittelwert ± Standardabweichung) überwinternder Fledermäuse im Grazer und Weizer Bergland und in den Römersteinbrüchen Aflenz a. d. Sulm, 1996–2010.
Species numbers and total population numbers/count (arithmetic mean ± standard deviation) of hibernating bats in the Grazer and Weizer Bergland, and in two underground quarries in Aflenz a. d. Sulm, 1996–2010.

Untersuchungsgebiet	n	Arten/Begehung x ± SD	Ind./Begehung x ± SD
Grazer Bergland	129	3,1 ± 2,2	65,0 ± 118,4
Weizer Bergland	61	5,2 ± 2,2	96,3 ± 113,8
Römersteinbrüche	22	3,5 ± 1,5	64,8 ± 53,9
Gesamt	**212**	**3,8 ± 2,3**	**74,0 ± 112,6**

4.5 Langjährige Veränderungen der Arten- und Individuenzahlen

Im Großteil der kontrollierten Winterquartiere haben sich die Artenzahlen in den letzten Jahrzehnten kaum verändert. In vielen Quartieren ist aufgrund der hohen Restvarianzen (R-Quadrat) und der starken Autokorrelation der Arten- und Individuenzahlen kein eindeutiger Trend zu erkennen (Tab. 7). Eine langjährige Abnahme der beobachteten Fledermausarten, die zeitlich mit der Aufbringung eines Betonverputzes an den Seitenwänden des Stollens zusammenfällt (vgl. 4.7.2), konnte – außer im sehr kleinen und deshalb wenig repräsentativen Rittersaal – nur im Hammerbachursprung-Stollen

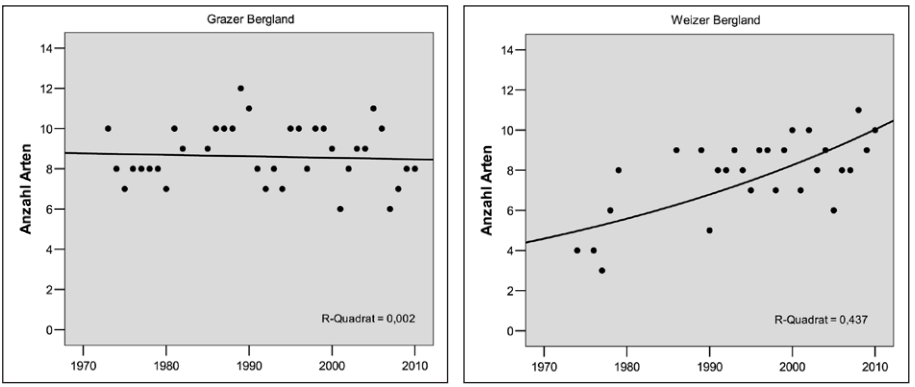

Abb. 3: Veränderung der Artenzahlen überwinternder Fledermäuse im Grazer (oben) und Weizer Bergland (unten), 1973–2010. Kurvenanpassung: Grazer Bergland, $y = 47{,}63 * 0{,}99^x$, F = 0,1, P = 0,74, n = 36; Weizer Bergland, $y = 9{,}20e\text{-}017 * 1{,}02^x$; F = 21,5, P < 0,001, n = 28.
Changes of the numbers of bat species recorded during winter counts in the Grazer (above) and Weizer Bergland (below), 1973–2010. Regression models: Grazer Bergland, $y = 47{,}63 * 0{,}99^x$, F = 0,1, P = 0,74, n = 36; Weizer Bergland, $y = 9{,}20e\text{-}017 * 1{,}02^x$; F = 21,5, P < 0,001, n = 28.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

IX festgestellt werden. Gemeinsam mit der unmittelbar benachbarten Peggauer-Wand-Höhle III und Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI (Große Peggauer-Wand-Höhle) stellen sie die einzigen Objekte dar, in denen seit Beginn der Erhebungen auch eine Abnahme der Gesamtindividuenzahlen beobachtet wurde. Im Gegensatz dazu nahmen, parallel zu einem markanten Rückgang des Führungsbetriebes im Winter, in der Grasslhöhle die Fledermausbestände sowie – nach Installation eines Schutzgitters – auch in der Großen Badlhöhle im Verlauf der letzten Jahrzehnte signifikant zu (Tab. 7).

Tab. 7: Langfristiger Trend der Artenzahlen und Individuensummen überwinternder Fledermäuse in 20 steirischen Winterquartieren, 1973–2010. D_W = Prüfgröße des Durbin-Watson-Tests.
Long-term trends of the species numbers (Artenzahlen/Zählung) and total population numbers of bats (Individuensumme/Zählung) in 20 underground hibernacula in southeastern Austria, 1973–2010. D_W = Durbin-Watson statistics.

Quartier	n	ARTENZAHL/ZÄHLUNG			INDIVIDUENSUMME/ZÄHLUNG		
		R-Quadrat	DW	Rangkorrelation	R-Quadrat	DW	Rangkorrelation
Große Badlhöhle	38	0,02	1,55	r_S = 0,16 (P = 0,34)	0,73	1,79	r_S = 0,86 (P < 0,001)***
Kleine Badlhöhle	9	< 0,01	2,00	r_S = –0,09 (P = 0,82)	< 0,001	2,00	r_S = –0,09 (P = 0,82)
Aragonithöhle	19	–	–	–	0,04	2,56	r_S = 0,03 (P = 0,92)
Kapellenhöhle	20	< 0,01	2,22	r_S = –0,03 (P = 0,90)	< 0,01	2,31	r_S = 0,12 (P = 0,63)
Hammerbachursprung (St. IX)	34	0,58	1,53	r_S = –0,79 (P < 0,001)***	0,63	0,75	r_S = –0,88 (P < 0,001)***
Peggauer-Wand-Höhle I	35	< 0,01	2,18	r_S = 0,11 (P = 0,52)	0,02	2,18	r_S = 0,16 (P = 0,37)
Peggauer-Wand-Höhle II	5	–	–	–	–	–	–
Peggauer-Wand-Höhle III	36	0,01	1,88	r_S = 0,06 (P = 0,74)	0,15	1,66	r_S = –0,37 (P = 0,03)*
Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI	38	0,02	1,96	r_S = –0,13 (P = 0,43)	0,06	1,80	r_S = –0,36 (P = 0,03)*
Rittersaal	9	0,08	2,56	r_S = –0,41 (P = 0,27)	0,11	2,35	r_S = –0,40 (P = 0,29)
Lurgrotte Peggau	36	0,24	1,59	r_S = 0,46 (P < 0,01)**	0,74	0,59	r_S = 0,85 (P < 0,001)***
Lurgrotte Semriach	22	0,40	2,01	r_S = 0,61 (P < 0,01)**	0,67	1,12	r_S = 0,88 (P < 0,001)***
Zigeunerloch	31	< 0,001	1,83	r_S = –0,01 (P = 0,94)	0,33	1,46	r_S = 0,71 (P < 0,001)***
Johanni-Oberbau I	19	0,58	2,45	r_S = 0,76 (P < 0,001)***	0,66	0,96	r_S = 0,81 (P < 0,001)***
Johanni-Oberbau II	14	0,05	1,22	r_S = 0,20 (P = 0,49)	< 0,001	1,65	r_S = –0,07 (P = 0,82)
Klementgrotte	27	0,37	1,78	r_S = 0,60 (P = 0,001)**	0,76	1,01	r_S = 0,87 (P < 0,001)***
Rabllоch	30	0,18	1,81	r_S = 0,35 (P = 0,06)	0,30	1,06	r_S = 0,46 (P = 0,01)*
Grasslhöhle	30	0,33	1,69	r_S = 0,52 (P < 0,01)**	0,54	1,64	r_S = 0,69 (P < 0,001)***
Unterer Römerbruch	18	0,02	2,61	r_S = 0,23 (P = 0,35)	0,25	2,56	r_S = –0,31 (P = 0,21)
Römerbruch	15	0,02	2,50	r_S = 0,11 (P = 0,70)	0,36	1,41	r_S = 0,55 (P = 0,03)*

Während sich die Zahl der angetroffenen Fledermausarten in den Höhlen des Grazer Berglandes (r_S = –0,04, P = 0,84, n = 36, D_W = 1,23) und in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm (r_S = 0,06, P = 0,82, n = 15, D_W = 2,23) im Untersuchungszeitraum wenig verändert hat, stiegen im Weizer Bergland die Artenzahlen von 3–8 Arten in den 1970er und 80er Jahren seit Beginn der 1990er Jahre auf 6–11 Arten/Winterhalbjahr (r_S = 0,53, P = 0,004, n = 28). Mit einer geringen Autokorrelation (D_W = 1,77) ist der Anstieg der Artenzahlen im UG Weizer Bergland, die zumindest teilweise auf die Zunahme überwinternder Wasser-, Wimper- und Mopsfledermäuse zurückzuführen ist (s. 4.6.3 und 4.6.5), gut gesichert (Abb. 3).

Infolge der starken Zunahme der Kleinen Hufeisennase in allen größeren Quartieren (vgl. 4.6.2) nehmen darüber hinaus seit den 1970er und 80er Jahren die Individuenzahlen in allen drei UG und in allen Höhenlagen zu. Aufgrund der hohen Dominanz der Kleinen Hufeisennase (vgl. 4.2, Tab. 3) sind die Gesamtindividuenzahlen aber für andere Arten wenig aussagekräftig.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

4.6 Bestandsentwicklung und Quartiermerkmale häufiger Arten

4.6.1 Große Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774

Im Grazer und Weizer Bergland liegen eine Reihe bedeutender Winterquartiere der Großen Hufeisennase. Nach Spitzenberger 2002 war der steirische Anteil an der österreichischen Winterpopulation im Zeitraum von 1990–2000 mit rund 60% zu beziffern. Da die Winterquartiere im niederösterreichischen Alpenvorland und im Burgenland in den letzten Jahren nur mehr sporadisch und in geringer Zahl besetzt waren (≤ 3 Ind./Winterhalbjahr) und nach dem Erlöschen beinahe aller österreichischen Sommer- und Wochenstubenkolonien (Spitzenberger et al. 2010), überwintert die Art gegenwärtig nur mehr in den Höhlen im Mittelsteirischen Karst und in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm in nennenswerter Zahl (Kepka 1961, Spitzenberger 2002).

Mit Ausnahme einer Reihe kleinerer, unregelmäßig besetzter Höhlen, in denen im Beobachtungszeitraum seit 1973 jeweils ≤ 5 Ind./Winterhalbjahr beobachtet wurden, wurde die Große Hufeisennase in großer Regelmäßigkeit (Präsenz ≥ 93%) sowie in größerer Zahl im Römerbruch (Höchstwerte 14 Ind.), in der Lurgrotte Peggau (39 Ind.) und in der Klementgrotte bei Weiz (63 Ind.) angetroffen (Tab. 8). Dagegen geht die Zahl von 22 Tieren im Unteren Römerbruch (Präsenz 23%) auf einen einmaligen Spitzenwert im Jänner 1975 zurück, der seither aber nicht mehr auch nur annähernd erreicht wurde. Darüber hinaus überwintert *Rh. ferrumequinum* in einiger Regelmäßigkeit (80–91% aller Zählungen), aber in deutlich geringerer Zahl in der Lurgrotte Semriach (Höchstwerte 8 Ind.), in der Großen Badlhöhle (4 Ind.) und in der Grasslhöhle (6 Ind.) (Tab. 8).

Tab. 8: Antreffhäufigkeiten (Präsenz) und Bestandsgrößen der Großen Hufeisennase *(Rhinolophus ferrumequinum)* in 14 steirischen Winterquartieren, 1973–2010 (224 Zählungen).
Observation frequencies (Präsenz = percentage positive visits) and population numbers of greater horseshoe bat *(Rhinolophus ferrumequinum)* in 14 winter roosts in southeastern Austria, 1973–2010 (224 counts).

Quartier	n	Präsenz	Ind.	Min.–Max.	x ± SD
Grazer Bergland	141	32%	688	1–39	4,9 ± 6,7
Gr. Badlhöhle	33	87%	63	1–4	1,9 ± 1,0
Hammerbachursprung	8	22%	13	1–4	1,6 ± 1,2
Peggauer-Wand-Höhle I	6	16%	8	1–2	1,3 ± 0,5
Peggauer-Wand-Höhle III	22	58%	48	1–5	2,2 ± 1,3
Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI	11	29%	15	1–3	1,4 ± 0,7
Lurgrotte Peggau	36	100%	454	1–39	12,6 ± 9,4
Lurgrotte Semriach	20	91%	82	1–8	4,1 ± 2,0
Zigeunerloch	5	15%	5	1	1,0
Weizer Bergland	63	50%	876	1–63	13,9 ± 17,5
Johanni-Oberbau I	2	11%	2	1	1,0
Klementgrotte	25	93%	804	5–63	32,2 ± 14,5
Rabllloch	12	40%	15	1–2	1,3 ± 0,5
Grasslhöhle	24	80%	55	1–6	2,3 ± 1,4
Römersteinbrüche	20	54%	177	1–22	8,9 ± 5,0
Unterer Römerbruch	5	23%	28	1–22	5,6 ± 9,2
Römerbruch	15	100%	149	6–14	9,9 ± 2,1
GESAMT	**224**	**37%**	**1741**	**1–63**	**7,8 ± 11,4**

Außer in den in vorliegender Studie behandelten Winterquartieren ist die Art seit 1965 in der Steiermark in insgesamt 20 weiteren, aber nur sporadisch kontrollierten Höhlen und unterirdischen Gewölben im Grazer und Weizer Bergland festgestellt worden. Davon nutzte die Große Hufeisennase die Drachenhöhle bei Mixnitz (x = 5,0 ± 3,8 SD,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

1–15 Ind., n = 11) und das Wildemannloch bei Peggau (x = 7,0 ± 2,6 SD, 5–10 Ind., n = 3) in größerer Zahl zur Überwinterung. In allen anderen, teilweise in mehrjährigen Abständen kontrollierten Höhlen wurden lediglich Einzeltiere oder sehr kleine Winterschlafgemeinschaften aus maximal 4 Tieren (x = 1,5 ± 0,9 SD, n = 32) beobachtet.

Die hohen Bestandszahlen im Quartiertyp „Steinbruch" (vgl. Abb. 4a) gehen auf die kleine, aber seit 1996 konstante Population in der ausgedehnten unterirdischen Anlage im Römerbruch in Aflenz a. d. Sulm zurück (Tab. 8, Abb. 6). Hier befinden sich Bereiche unterschiedlicher Bewetterung, zwischen denen die Tiere, ähnlich wie in den größeren Höhlensystemen im Grazer und Weizer Bergland, im Verlauf der Wintermonate wechseln können.

Aufgrund der Ergebnisse einer analog zu den Arten- und Individuensummen/Zählung (vgl. 4.3) berechneten Varianzanalyse beschreiben die in Abb. 4 dargestellten Quartiermerkmale lediglich ein Viertel (Eta-Quadrat 25%) der von 1973–2010 in den untersuchten Winterquartieren beobachteten Bestandszahlen (Modellzusammenfassung: F = 9,9, P < 0,001; keine Interaktionseffekte). Mit Ausnahme von zwei Einzeltieren wurde die Art ausschließlich in der sub- und tiefmontanen Höhenstufe gelegenen Winterquartieren angetroffen (Abb. 4b). Darüber hinaus hat die Höhenstufe (F = 0,3, P = 0,75), ebenso wie die verschiedenen Quartiertypen (F = 0,01, P = 0,93), keinen statistisch relevanten Einfluss auf die Bestandszahlen (Abb. 4). Allerdings wurden in sehr großen Objekten wesentlich größere Individuenzahlen beobachtet als in kleineren und mittelgroßen Quartieren (F = 12,3, P < 0,001, Eta-Quadrat 14%).

Der signifikante Einfluss der Quartiergröße auf die Bestandszahlen der Großen Hufeisennase bestätigt die mehrfach für die Art beschriebene Vorliebe für geräumige Großhöhlen. Laut Ransome & Hutson 1999 bevorzugen Große Hufeisennasen im Herbst, Winter und im Frühjahr unterschiedlich warme Quartiere bzw. Quartierabschnitte. Auf den Britischen Inseln variieren die bevorzugten Temperaturen zwischen 5–7 °C und

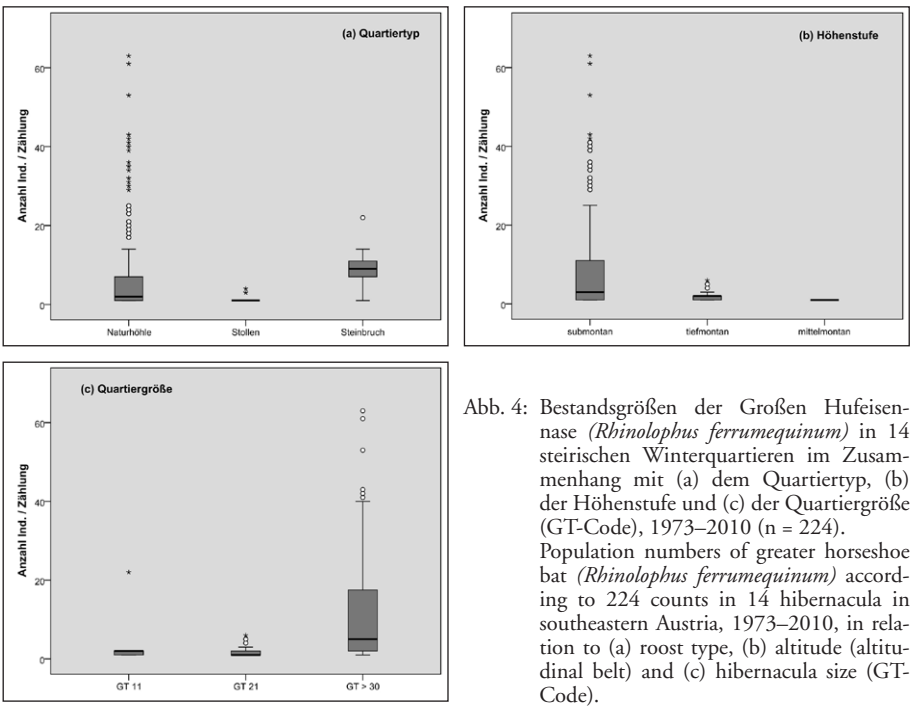

Abb. 4: Bestandsgrößen der Großen Hufeisennase *(Rhinolophus ferrumequinum)* in 14 steirischen Winterquartieren im Zusammenhang mit (a) dem Quartiertyp, (b) der Höhenstufe und (c) der Quartiergröße (GT-Code), 1973–2010 (n = 224).
Population numbers of greater horseshoe bat *(Rhinolophus ferrumequinum)* according to 224 counts in 14 hibernacula in southeastern Austria, 1973–2010, in relation to (a) roost type, (b) altitude (altitudinal belt) and (c) hibernacula size (GT-Code).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

9–11 °C. Darüber hinaus benötigen Tiere verschiedenen Geschlechts und Alters unterschiedliche Winterquartiertypen (Ransome 1968, Jones & al. 1995). Offenbar bieten sehr große Quartiere (GT > 30) in der Regel jene Mikrohabitate, die den im Verlauf der Winterperiode wechselnden Ansprüchen der Tiere an die Umgebungstemperaturen und Luftbewegung genügen (Ransome 1968, Ransome & Hutson 1999).

In den Quartieren im Grazer Bergland wurde die Große Hufeisennase bis Anfang der 1990er Jahre nur in geringer Zahl zwischen 3 und 20 Ind., die lediglich 1973 und 1986 überschritten wurden, beobachtet. Insgesamt zeichnet sich die Bestandsentwicklung im Grazer Bergland im Zeitraum 1973–1993 durch einen signifikant negativen Trend aus (r_S = –0,51, P = 0,03, n = 19, D_W = 1,82). Im historischen Vergleich führt Kepka 1961 aus den späten 1940er und für die 1950er Jahre Zahlen von bis zu 100 respektive 21 überwinternden Großen Hufeisennasen allein für die Lurgrotte Peggau und die Große Badlhöhle an.

Im Weizer Bergland, insbesondere in der Klementgrotte, überwintert die Art seit jeher in größerer Zahl. Allerdings war die Bestandsentwicklung zu Beginn der Erhebungen durch starke Schwankungen gekennzeichnet (Abb. 5). Besonders die massiven Bestandseinbrüche Mitte der 1970er und Anfang der 90er Jahre sind für den negativen Trend im Weizer Bergland zwischen 1973 und 1993 (r_S = –0,43, P = 0,19, n = 11, D_W = 1,46) verantwortlich (Abb. 5).

Wenngleich bisher weder im Weizer, noch im Grazer Bergland die Bestandsmaxima in den 1970er Jahren von zusammen 72–78 Ind. erreicht wurden, haben sich die Bestände seit Mitte der 1990er Jahre weitgehend konsolidiert. Über den gesamten Beobachtungszeitraum, 1973–2010, hat die Zahl der Tiere sogar in beiden Gebieten zugenommen (Abb. 5). Besonders die Summen für alle im Mittelsteirischen Karst kontrollierten Quartiere (= UG Grazer und Weizer Bergland) zeichnen sich seit 1996 durch eine deutliche Zunahme der Bestandszahlen aus (r_S = 0,57, P = 0,03, n = 15, D_W = 2,42), während sich für die kleine Überwinterungsgemeinschaft im Römerbruch bisher kein eindeutiger Trend (r_S = –0,35, P = 0,20, n = 15, D_W = 1,77) abzeichnet (Abb. 6). In allen durch den LVfH in der Steiermark kontrollierten Quartieren schwankten die Winterbestände für den Zeitraum seit 1996 zwischen mindestens 44 (1997) und 84 Tieren (2008).

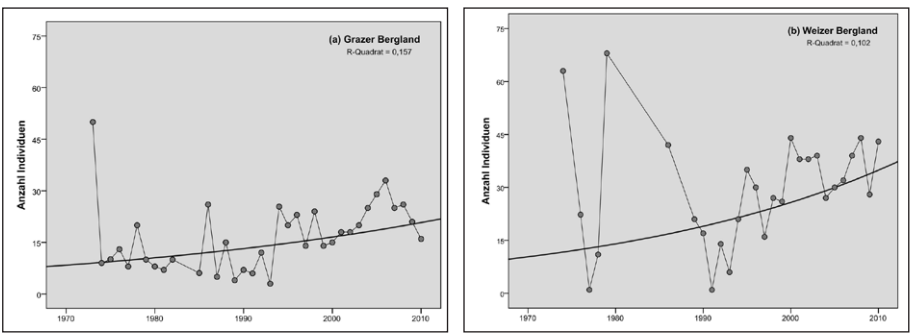

Abb. 5: Bestandsentwicklung der Großen Hufeisennase *(Rhinolophus ferrumequinum)* in den Winterquartieren im (a) Grazer und (b) Weizer Bergland, 1973–2010. Kurvenanpassung: (a) Grazer Bergland, y = 3,50e-019 * exp(0,02 * x), F = 6,4, P = 0,02, n = 36; (b) Weizer Bergland, y = 1,09e-025 * exp(0,03 * x), F = 3,0, P = 0,10, n = 28.
Population trends of greater horseshoe bat *(Rhinolophus ferrumequinum)* according to winter counts in (a) the Grazer and (b) Weizer Bergland, 1973–2010. Regression models: (a) Grazer Bergland, y = 3,50e-019 * exp(0,02 * x), F = 6,4, P = 0,02, n = 36; (b) Weizer Bergland, y = 1,09e-025 * exp(0,03 * x), F = 3,0, P = 0,10, n = 28.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

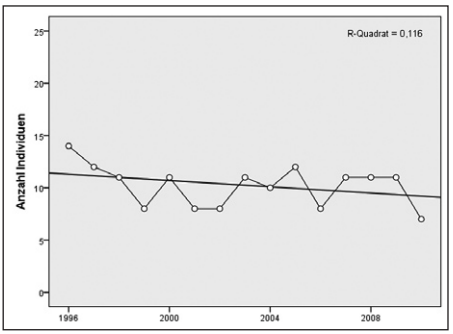

Abb. 6: Bestandsentwicklung der Großen Hufeisennase *(Rhinolophus ferrumequinum)* in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm, 1996–2010. Kurvenanpassung: y = 310,7 – 0,15 * x, F = 1,7, P = 0,22, n = 15.
Population trend of greater horseshoe bat *(Rhinolophus ferrumequinum)* according to winter counts in two underground quarries in Aflenz a. d. Sulm, 1996–2010. Regression model: y = 310,7 – 0,15 * x, F = 1,7, P = 0,22, n = 15.

Da die älteren, von Kepka 1961 angeführten Bestandszahlen ab Mitte der 1960er Jahre weder in der Lurgrotte Peggau, noch in der Großen Badlhöhle auch nur annähernd wieder erreicht worden sind, muss, wie in anderen Gebieten West- und Mitteleuropas, von einem markanten Rückgang der steirischen Winterpopulation in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ausgegangen werden (Schober 1998, Ransom & Hutson 1999). Die Herkunft am steirischen Ostalpenrand überwinternder Großer Hufeisennasen ist nur unzulänglich bekannt. Lediglich die beiden, von Kepka 1960 erwähnten Fernfunde von zwei in Aflenz a. d. Sulm und in der Lurgrotte Peggau markierten Tieren in der Nähe von Zagreb (104 km) bzw. im Schloss Weißenegg in der Südsteiermark (35 km) liefern einen Anhaltspunkt für den Einzugsbereich der steirischen Winterquartiere. Demnach überwintern im Grazer Bergland, neben der lokalen Sommerpopulation, auch Tiere aus benachbarten Gebieten im ehemaligen Jugoslawien. Seit 1995 ist der überwiegende Teil der steirischen Sommer- und Fortpflanzungskolonien erloschen (Spitzenberger & al. 2010). Für die jüngste Zunahme im Mittelsteirischen Karst könnte deshalb eine Bestandszunahme oder die Verlagerung der Winterquartiere von Populationen, die aus dem slowenisch-kroatischen und dem ungarischen Grenzraum stammen, verantwortlich sein.

4.6.2 Kleine Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800)

Ähnlich wie bei der Großen Hufeisennase sind die bevorzugten, an den Hangplätzen der Kleinen Hufeisennase gemessenen Umgebungstemperaturen in den Winterquartieren im Herbst und Frühling höher als im Winter. Zwischen geographischen Populationen bestehen jedoch große Temperaturunterschiede der in einzelnen Jahreszeiten benutzten Quartiere bzw. Quartierabschnitte (Zusammenfassung bei Kokurewicz & Kováts 1989).

In der Regel schwanken die Entfernungen zwischen den Sommer- und Winterlebensräumen für die generell sehr standorttreue Art zwischen 10 und 25 km (Mrkos 1962, Roer 1971, Schober 1998, Zahn & Weiner in Meschede & Rudolph 2004). Wie die von Kepka 1960 zusammengestellten Funde in der Steiermark beringter Kleiner Hufeisennasen zeigen, überwintern im Grazer und Weizer Bergland Tiere, die aus 4–42 km entfernten Sommerquartieren im Grazer Feld und angrenzenden Bereichen im Oststeirischen Hügelland stammen. Nur ein in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm markiertes Tier wurde 21 km südöstlich des Beringungsortes in Slowenien gefunden (Kepka 1960).

Im Gegensatz zur Großen Hufeisennase war die Kleine Hufeisennase in den Jahren 1970–1999 im südöstlichen Alpenvorland, von wo sie entlang der breiteren Täler bis in die Alpen vordringt, weit verbreitet (Spitzenberger 2002). In den Sommermonaten 1991–1995 konnten wir die Art in knapp einem Drittel (30%) aller in der Steiermark kontrollierten Gebäude mit zusammen 1.818 Ind. nachweisen. Gemeinsam mit dem

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Großen Mausohr ist sie damit die häufigste Gebäude bewohnende Fledermaus in diesem Bundesland.

Auch in den in vorliegender Studie untersuchten Winterquartieren ist die Kleine Hufeisennase die häufigste Art. In den Höhlen im Grazer und Weizer Bergland stellt sie mit 71–76% aller seit 1973 erfassten Tiere die mit Abstand häufigste Fledermausart dar (s. 4.2, Tab. 3). Mit Spitzenwerten > 100 Ind. im Beobachtungszeitraum seit 2001, gehören die beiden Abschnitte der Lurgrotte mit zusammen 215–827 Tieren, die Klementgrotte (207–361 Ind.), die Große Badlhöhle (51–149 Ind.), das Rablloch (11–103 Ind.) und der Römerbruch in Aflenz a. d. Sulm (26–104 Ind.) zu den bedeutendsten Winterquartieren. Darüber hinaus überwintert die Art regelmäßig, aber in geringerer Zahl in den Peggauer-Wand-Höhlen, im Zigeunerloch, im verlassenen Bergwerkstollen Johanni-Oberbau I und in der Grasslhöhle (Tab. 9).

Tab. 9: Antreffhäufigkeiten (Präsenz) und Bestandsgrößen der Kleinen Hufeisennase *(Rhinolophus hipposideros)* in 16 steirischen Winterquartieren, 2001–2010 (128 Zählungen).
Observation frequencies (Präsenz = percentage positive visits) and population numbers of lesser horseshoe bat *(Rhinolophus hipposideros)* in 16 winter roosts in southeastern Austria, 2001–2010 (128 counts).

Quartier	n	Präsenz	Ind.	Min.–Max.	x ± SD
Grazer Bergland	65	50%	6669	1–560	102,6 ± 147,2
Große Badlhöhle	10	100%	875	51–149	87,5 ± 34,4
Peggauer-Wand-Höhle I	6	60%	6	1	1,0
Peggauer-Wand-Höhle II	1	10%	1	1	-
Peggauer-Wand-Höhle III	9	90%	74	1–11	8,2 ± 3,0
Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI	7	70%	18	1–7	2,6 ± 2,1
Rittersaal	2	20%	4	2	2,0
Lurgrotte Peggau	10	100%	3920	168–560	392,0 ± 128,0
Lurgrotte Semriach	10	100%	1635	47–267	163,5 ± 56,3
Zigeunerloch	10	100%	136	5–29	13,6 ± 8,3
Weizer Bergland	47	94%	3786	1–361	80,6 ± 107,2
Johanni-Oberbau I	10	100%	158	3–28	15,8 ± 9,9
Johanni-Oberbau II	7	70%	14	1–3	2,0 ± 0,6
Klementgrotte	10	100%	2757	207–361	275,7 ± 51,6
Rablloch	10	100%	483	11–103	48,3 ± 28,2
Grasslhöhle	10	100%	374	18–56	37,4 ± 11,6
Römersteinbrüche	16	80%	546	2–104	34,1 ± 29,0
Unterer Römerbruch	6	60%	22	2–6	3,7 ± 1,6
Römerbruch	10	100%	524	26–104	52,4 ± 20,3
GESAMT	**128**	**64%**	**11001**	**1–560**	**86,0 ± 125,2**

Wie die Große Hufeisennase erscheint *Rh. hipposideros*, neben dem Großen Muschelkalksteinbruch (Römerbruch), vor allem in den größeren, stark gegliederten Naturhöhlen im Grazer und Weizer Bergland zur Überwinterung. Die hohen Bestandszahlen in der submontanen Höhenstufe (Abb. 7b) gehen auf die gute Besetzung der Lurgrotte, der Großen Badlhöhle sowie der Klementgrotte in der Weizklamm zurück (Tab. 9). Dagegen meidet die Art im Hochwinter die meisten kleineren, stärker bewetterten Höhlen und Stollenanlagen (Abb. 7a).

Insgesamt steigen die Bestandszahlen markant mit der Größe der kontrollierten Höhlen (χ^2 = 61,2, FG = 2, P < 0,001, 2001–2010; Kruskal-Wallis Test). Auch in den längeren Stollenanlagen, wie im Zigeunerloch und Johanni-Oberbau I, wurden im Mittel mehr Tiere angetroffen als im wesentlich kürzeren Hammerbachursprung-Stollen IX und im Johann-Oberbau II (Tab. 9).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

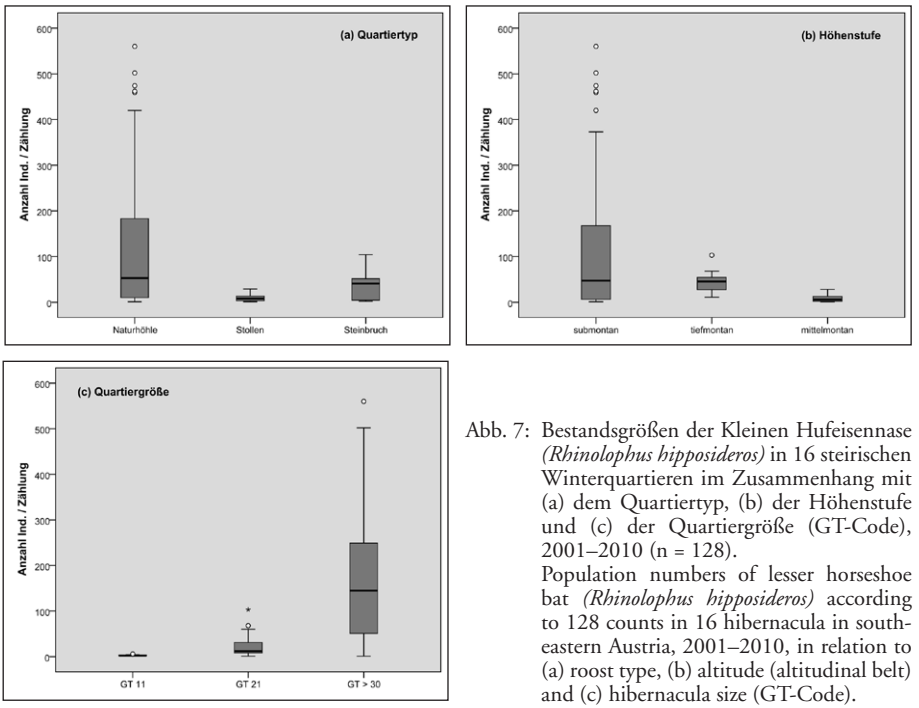

Abb. 7: Bestandsgrößen der Kleinen Hufeisennase *(Rhinolophus hipposideros)* in 16 steirischen Winterquartieren im Zusammenhang mit (a) dem Quartiertyp, (b) der Höhenstufe und (c) der Quartiergröße (GT-Code), 2001–2010 (n = 128).
Population numbers of lesser horseshoe bat *(Rhinolophus hipposideros)* according to 128 counts in 16 hibernacula in south-eastern Austria, 2001–2010, in relation to (a) roost type, (b) altitude (altitudinal belt) and (c) hibernacula size (GT-Code).

Ähnlich wie bei der Wimperfledermaus (vgl. 4.6.3) ist der gemeinsame Effekt der getesteten Quartiermerkmale auf die Bestandszahlen der Kleinen Hufeisennase besonders groß (Modellzusammenfassung: F = 23,5, P < 0,001, Eta-Quadrat 64%; keine Interaktionseffekte). Ebenso üben, wie bei den meisten untersuchten Fledermausarten, die verschiedenen Quartiertypen keinen Einfluss auf die Individuenzahlen/Zählung (F = 0,2, P = 0,81) aus. Neben der Höhenlage der Quartiere (F = 5,4, P = 0,01, Eta-Quadrat 9%), mit einer deutlichen Konzentration der Population in der submontanen Höhenstufe (Abb. 7), hat die räumliche Ausdehnung der Quartiere (F = 43,9, P < 0,001, Eta-Quadrat 45%) einen besonders starken Einfluss auf die Individuenzahlen (mehrfaktorielle Varianzanalyse, 2001–2010).

Zur Einschätzung langfristiger Bestandsveränderungen können die von Kepka 1961 angeführten Werte von 150–180 überwinternden Tieren in der Großen Badlhöhle, „bis 100“ Ind. in der Lurgrotte Peggau und „bis 350 ugf.“ *(sic!)* für die Drachenhöhle bei Mixnitz herangezogen werden. Besonders in der Großen Badlhöhle, einem Quartier, für das wegen seiner Übersichtlichkeit und der längsten Zeitreihe vermutlich die verlässlichsten Vergleichszahlen vorliegen, wurden diese Werte in den 1960er Jahren mit 38–42 Tieren nicht mehr erreicht (Jännerzählungen, 1965–1968; A. Mayer & J. Wirth, unveröff.). Offenkundig sind auch in der Drachenhöhle die Bestände bereits bis in die Mitte der 1960er Jahre zurückgegangen (10–173 Ind., Jännerzählungen, 1966–1968; W. Allinger, A. Mayer, R. Seemann, E. Stoiber & J. Wirth, unveröff.). Für die Lurgrotte liegen leider keine Zahlen aus diesem Zeitraum vor.

Einen Tiefststand erreichte die Winterpopulation in den 1970er und 80er Jahren (Abb. 8): In diesem Zeitraum schwankten die Bestandszahlen im UG Grazer und Weizer Bergland zwischen 34 und 121 Ind. bzw. 56 und 128 Ind. und überschritten damit nicht die von Kepka 1961 zwischen 1949 und 1960 allein in der Großen Badlhöhle beobach-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

tete Zahl von 150–180 Tieren. Im unmittelbaren Vergleich bewegen sich die Tiefst- und Höchstwerte in der Großen Badlhöhle im Zeitraum von 1973–1989 zwischen 3 und 27 Ind. (n = 17). Auch die entsprechenden Werte für die Lurgrotte Peggau liegen mit 3–88 Ind. (n = 15) deutlich unter den von Kepka 1961 genannten Zahlen. Insgesamt kann damit in der Großen Badlhöhle und in der Lurgrotte Peggau von einem Rückgang in der Größenordnung von etwa 82–98% bzw. 12–97% zwischen 1949 und den 1970er Jahren ausgegangen werden.

Seit den 1990er Jahren nahmen die Bestände in allen größeren Quartieren zu. Die Zunahme setzte im Grazer und Weizer Bergland annähernd zeitgleich in den Jahren zwischen 1989 und 1994 ein. Nach den besonders starken Zuwächsen zwischen 2000 und 2006 übertreffen die Bestände im Grazer Bergland die Bestandsverhältnisse in den 1970er und 80er Jahren um das Fünf- bis Sechsfache (Abb. 8a). Obwohl im Weizer Bergland die Zahl Kleiner Hufeisennasen weniger stark gestiegen ist, haben sich auch hier die Bestandszahlen seit Anfang der 1990er Jahre mehr als verdoppelt (Abb. 8b). Insgesamt ist die Bestandsentwicklung im Grazer und Weizer Bergland im Verlauf der letzten 20 Jahre durch ein starkes, exponentielles Wachstum gekennzeichnet. Eine signifikante Zunahme ist darüber hinaus seit Mitte der 1990er Jahre auch in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm beobachtet worden (Abb. 9).

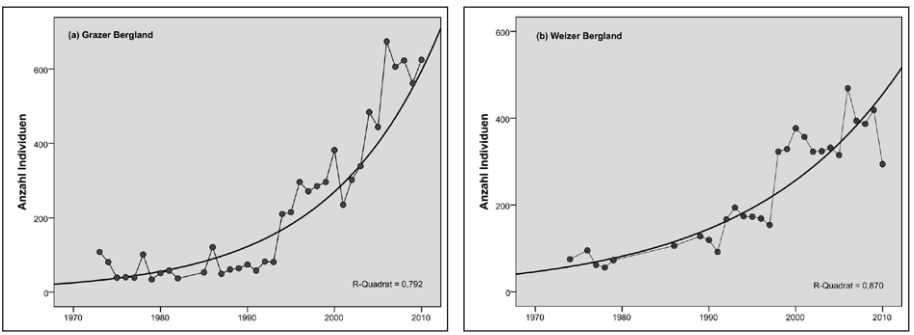

Abb. 8: Bestandsentwicklung der Kleinen Hufeisennase *(Rhinolophus hipposideros)* in den Winterquartieren im (a) Grazer und (b) Weizer Bergland, 1973–2010. Kurvenanpassung: (a) Grazer Bergland, y = 6,21e-067 * exp(0,08 * x), F = 129,6, P < 0,001, n = 36; (b) Weizer Bergland, y = 5,73e-048 * exp(0,06 * x), F = 174,0, P < 0,001, n = 28.
Population trends of lesser horseshoe bat *(Rhinolophus hipposideros)* according to winter counts in (a) the Grazer and (b) Weizer Bergland, 1973–2010. Regression models: (a) Grazer Bergland, y = 6,21e-067 * exp(0,08 * x), F = 129,6, P < 0,001, n = 36; (b) Weizer Bergland, y = 5,73e-048 * exp(0,06 * x), F = 174,0, P < 0,001, n = 28.

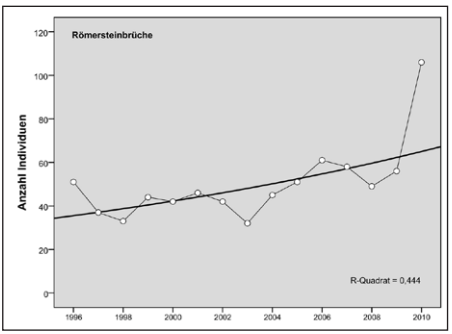

Abb. 9: Bestandsentwicklung der Kleinen Hufeisennase *(Rhinolophus hipposideros)* in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm, 1996–2010. Kurvenanpassung: y = 1,37e-036 * exp(0,04 * x), F = 10,4, P = 0,007, n = 15.
Population trend of lesser horseshoe bat *(Rhinolophus hipposideros)* in two underground quarries in Aflenz a. d. Sulm according to winter counts, 1996–2010. Regression model: y = 1,37e-036 * exp(0,04 * x), F = 10,4, P = 0,007, n = 15.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Eine detaillierte Analyse der beiden seit 1990 vollständigen Zeitreihen aus dem Grazer und Weizer Bergland mittels partieller Autokorrelationen (10 Lags) lieferte keine Anhaltspunkte für eine Periodizität der beobachteten Bestandszahlen im Weizer Bergland. Dagegen liegt im Falle der Zeitreihe aus dem Grazer Bergland ein signifikant negativer Zusammenhang (PACF = –0,42, SE = 0,17) zwischen dem aktuellen Bestand und der Populationsgröße im jeweils darauf folgenden Winterhalbjahr vor (vgl. Abb. 8a). Die jährlichen Fluktuationsraten der Population schwanken in beiden UG stark. Allerdings ist die jährliche Zunahme der Population im Grazer Bergland im Mittel (x = 16,5%, SD = 39,9; –38% – +159%) mehr als doppelt so groß wie im Weizer Bergland (x = 7,8%, SD = 33,5; –30% – +110%). Da weiterhin zwischen den beiden Zeitreihen keine signifikanten Beziehungen bestehen (Kreuz-Korrelation), sind für die Bestandsentwicklung in beiden Gebieten anscheinend unterschiedliche demographische Kenngrößen bzw. verschiedene Regulationsmechanismen verantwortlich.

Seit 2001 bewegen sich die Bestandszahlen der Kleinen Hufeisennase im Mittelsteirischen Karst zwischen 235 und 674 Ind. im Grazer bzw. 294 und 469 Ind. im Weizer Bergland. Im selben Zeitraum, 2001–2010, reichen die Bestandsmaxima in der Großen Badlhöhle (149 Ind.) knapp an die Werte aus den 1950er Jahren heran, während die Zahl von 168–560 Tieren in der Lurgrotte Peggau den von Kepka 1961 erwähnten Wert von bis zu 100 Ind. bei weitem überschreitet (Tab. 9). Die Summe aller in den Höhlen im Mittelsteirischen Karst und in den Römersteinbrüchen zwischen 2008 und 2010 beobachteten Kleinen Hufeisennasen, d. h. inklusive einiger nicht alljährlich kontrollierter und deshalb in vorliegender Analyse nicht berücksichtigter Quartiere, errechnet sich mit 2.430–3.960 Tieren. Die rezenten Bestandsgrößen dürften damit in etwa an die Größenordnung vor dem Einbruch in den 1960er und 70er Jahren heranreichen oder diese sogar überschreiten. Insgesamt fügt sich die Populationsentwicklung in der Steiermark gut in den zeitlichen Ablauf der massiven Bestandsverluste ab der Mitte des vorigen Jahrhunderts und der jüngsten Zunahme der Art in vielen Teilen Mitteleuropas (Roer 1972, Stutz & Haffner 1984, Zima & al. 1994, Uhrin & al. 1996, Schober 1998, Lemberk 2004, Zahn & Weiner in Meschede & Rudolph 2004, Řehak & Gaisler 2005).

4.6.3 Wimperfledermaus *Myotis emarginatus* (E. Geoffroy, 1806)

Die Verbreitungsschwerpunkte der relativ wärmebedürftigen Wimperfledermaus liegen im illyrischen und subillyrischen Klimagebiet Süd- und Ostösterreichs zwischen 200 und 700 m Seehöhe (Spitzenberger 2002). In den Sommermonaten 1991–1995 wurden in den Dachböden von 23 Gebäuden, das sind 7% aller kontrollierten Großgebäude, insgesamt 21 Fortpflanzungskolonien mit in Summe etwas mehr als 300 Wochenstubentieren sowie zwei Quartiere von Einzeltieren gefunden. Obwohl die Sommerverbreitung in Süd- und Ostösterreich verhältnismäßig gut dokumentiert ist, sind bisher nur wenige Winterquartiere der Wimperfledermaus bekannt geworden (Bauer 1957, Spitzenberger 2002).

In den Höhlen des Mittelsteirischen Karstes und den Römersteinbrüchen ist die Art bis Anfang der 1990er Jahre nur sporadisch beobachtet worden. Aus 15 Höhlen und unterirdischen Gewölben, die zwischen 1949 und 1960 kontrolliert wurden, führt Kepka 1961 nur vereinzelte Funde im Katerloch bei Weiz, in der Drachenhöhle, Großen Badlhöhle und in den Römersteinbrüchen an. Auch in der vorliegenden Zeitreihe aus dem Grazer und Weizer Bergland scheint *Myotis emarginatus* in den 1970er und 80er Jahren nur sporadisch und überwiegend mit Einzeltieren (x = 1,2 ± 0,4 SD, n = 13, 1973–1989) auf (Abb. 10).

In Übereinstimmung mit der Bestandsentwicklung in großen Teilen Europas, die durch eine markante Abnahme im Zeitraum zwischen 1960 und 1990 und eine darauf folgende deutliche Zunahme gekennzeichnet ist (IUCN 2010), konnten wir in den letzten zwei Jahrzehnten auch in der Steiermark eine bis heute anhaltende Zunahme der

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Wimperfledermaus beobachten. Besonders im Weizer Bergland haben die Überwinterungszahlen seit Anfang der 1990er Jahre signifikant zugenommen (Abb. 10). Wenige Jahre später wurden im Grazer Bergland die seither nicht mehr erreichten Höchstwerte von > 10 Tieren beobachtet. Seit den 1990er Jahren übertrifft die Antreffhäufigkeit (Präsenz) der Wimperfledermaus im Grazer und Weizer Bergland mit 32% (1996–2010) den entsprechenden Vergleichswert aus den 1970er und 80er Jahren (9%) um das Drei- bis Vierfache. Im selben Zeitraum stieg die Zahl der sichtbaren Tiere im Grazer Bergland von x = 1,3 ± 0,8 SD (1–3 Ind., n = 8, 1973–1989) auf 5,3 ± 3,8 SD (1–13 Ind., n = 15, 1996–2010). Im Weizer Bergland, wo die Wimperfledermaus erstmals im Jänner 1989 beobachtet wurde, variieren die Überwinterungszahlen seit 1996 zwischen 5 und 26 Ind. (x = 17,5 ± 5,8 SD, n = 15; Abb. 10).

Nach dem Erstfund im Februar 1957 (Bauer 1957) ist die Art bis zum Beginn systematischer Zählungen 1996 in den Römersteinbrüchen nicht mehr beobachtet worden. Seitdem überwintert die Wimperfledermaus (beinahe) alljährlich und in großer Zahl im Großen Muschelkalksteinbruch (Tab. 10). Abgesehen von dem Fehlwert im Jänner 1999, schwankt der Winterbestand in den Römersteinbrüchen seit 1996 – ohne ersichtlichen zeitlichen Trend (r_S = 0,29, P = 0,30, n = 14, D_W = 2,39) – zwischen 29 und 62 Tieren (Tab. 10, Abb. 11). Während in den meisten Quartieren überwiegend Einzeltiere beob-

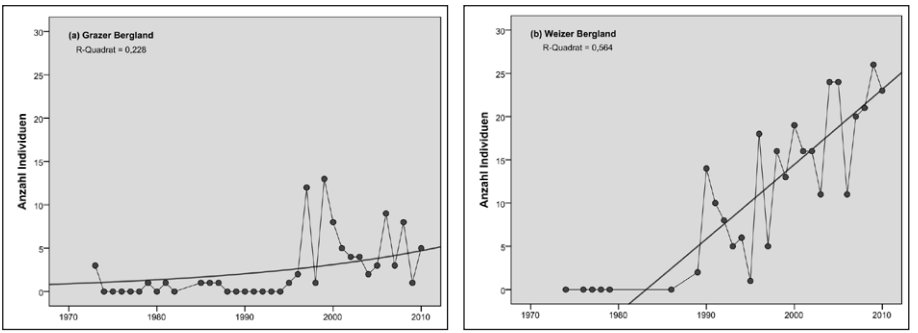

Abb. 10: Bestandsentwicklung der Wimperfledermaus *(Myotis emarginatus)* in den Winterquartieren im (a) Grazer und (b) Weizer Bergland, 1973–2010. Kurvenanpassung: (a) Grazer Bergland, y = 3,03e-036 * exp(0,04 * x), F = 5,9, P = 0,03, n = 22; (b) Weizer Bergland, y = –1714,49 + 0,87 * x, F = 25,9, P < 0,001, n = 22.
Population trends of Geoffroy's bat *(Myotis emarginatus)* according to winter counts in (a) the Grazer and (b) Weizer Bergland, 1973–2010. Regression models: (a) Grazer Bergland, y = 3,03e-036 * exp(0,04 * x), F = 5,9, P = 0,03, n = 22; (b) Weizer Bergland, y = –1714,49 + 0,87 * x, F = 25,9, P < 0,001, n = 22.

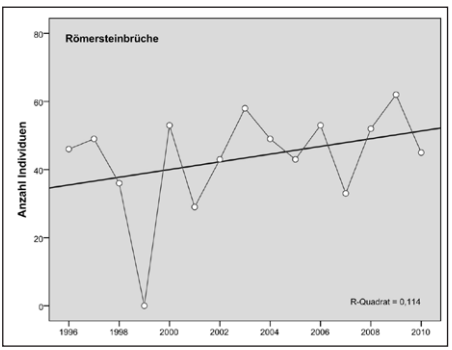

Abb. 11: Bestandsentwicklung der Wimperfledermaus *(Myotis emarginatus)* in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm, 1996–2010. Kurvenanpassung: y = –951,88 + 0,50 * x, F = 0,7, P = 0,41, n = 14.
Population trend of Geoffroy's bat *(Myotis emarginatus)* in two underground quarries in Aflenz a. d. Sulm according to winter counts, 1996–2010. Regression model: y = –951,88 + 0,50 * x, F = 0,7, P = 0,41, n = 14.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

achtet wurden, stellt der Große Muschelkalksteinbruch (Römerbruch) das gegenwärtig zahlenmäßig bedeutendste Winterquartier der Wimperfledermaus in Österreich dar (Spitzenberger 2002).

Tab. 10: Antreffhäufigkeiten (Präsenz) und Bestandsgrößen der Wimperfledermaus *(Myotis emarginatus)* in 12 steirischen Winterquartieren, 1973–2010 (129 Zählungen).
Observation frequencies (Präsenz = percentage positive visits) and population numbers of Geoffroy's bat *(Myotis emarginatus)* in 12 winter roosts in southeastern Austria, 1973–2010 (129 counts).

Quartier	n	Präsenz	Ind.	Min.–Max.	x ± SD
Grazer Bergland	41	9%	108	1–12	2,6 ± 2,8
Große Badlhöhle	10	26%	10	1	1,0
Hammerbachursprung (St. IX)	1	3%	1	1	-
Peggauer-Wand-Höhle III	4	11%	4	1	1,0
Lurgrotte Peggau	17	47%	75	1–12	4,4 ± 3,5
Lurgrotte Semriach	9	41%	18	1–4	2,0 ± 1,0
Weizer Bergland	72	58%	374	1–21	5,2 ± 5,0
Johanni-Oberbau I	18	95%	61	1–8	3,4 ± 1,9
Johanni-Oberbau II	1	5%	1	1	-
Klementgrotte	12	44%	38	1–7	3,2 ±1,9
Rabllоch	20	67%	45	1–7	2,3 ± 1,7
Grasslhöhle	21	70%	229	2–21	10,9 ± 5,5
Römersteinbrüche	16	43%	651	1–62	40,7 ± 17,7
Unterer Römerbruch	2	9%	2	1	1,0
Römerbruch	14	93%	649	29–62	46,4 ± 9,2
GESAMT	**129**	**21%**	**1133**	**1–62**	**8,8 ± 14,1**

Außer im Römerbruch überwintert *M. emarginatus* vor allem im Weizer Bergland, während sie in den Quartieren im Grazer Bergland bisher nur in der Lurgrotte in größerer Zahl beobachtet wurde (Tab. 10). Infolge der hohen Bestandszahlen im Großen Muschelkalksteinbruch ist, neben der Quartiergröße ($F = 21{,}0$, $P < 0{,}001$, Eta-Quadrat 26%), der Effekt der verschiedenen Quartiertypen auf die Individuenzahlen/Zählung ungewöhnlich groß ($F = 77{,}1$, $P < 0{,}001$, Eta-Quadrat 56%). Darüber hinaus wurde die Art, vermutlich aufgrund ihrer hohen Ansprüche an die Luftfeuchtigkeit (85–100%) und Umgebungstemperatur (6,5°–11,9° C) in den Sommer- und Winterlebensräumen (Harmata 1969, Gaisler 1971, Kretzschmar in Braun & Dieterlen 2003), in kleineren Objekten (GT 11) nur mit Einzeltieren angetroffen (Abb. 12). An den Hangplätzen im Großen Muschelkalksteinbruch und in den Höhlen im Mittelsteirischen Karst halten sich die Tiere zumeist einzeln, in tieferen Höhlenabschnitten, in Bohrlöchern, Deckenkolken oder in den engen Falten von Stalaktiten auf. Im Gegensatz zur Größe und dem Quartiertyp spielt die Höhenlage der Quartiere ($F = 6{,}4$, $P = 0{,}002$, Eta-Quadrat 10%) in unserem UG offenkundig eine untergeordnete Rolle für die Quartierwahl (mehrfaktorielle Varianzanalyse, Modellzusammenfassung: $F = 25{,}6$, $P < 0{,}001$, Eta-Quadrat 60%; keine Interaktionseffekte).

Ab der Mitte des vorigen Jahrhunderts ist in den Niederlanden, Belgien und Südpolen – entlang der nördlichen Arealgrenze der Wimperfledermaus in Mitteleuropa – ein massiver Bestandsrückgang beobachtet worden (Stebbings 1988, Kokurewicz 1990, Wołoszyn in Głowaciński 2001). In den relativ begrenzten Vorkommensgebieten in Südbayern und Baden-Württemberg gelangen allerdings in den letzten 10–20 Jahren eine Reihe neuer Fortpflanzungsnachweise. Gleichzeitig wurde in den 1990er Jahren in mehreren bayerischen und südbadischen Sommerquartieren sowie in Böhmen eine starke Zunahme und Ausbreitung der Vorkommen beobachtet (Benda & Hanák 2003, Kretz-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

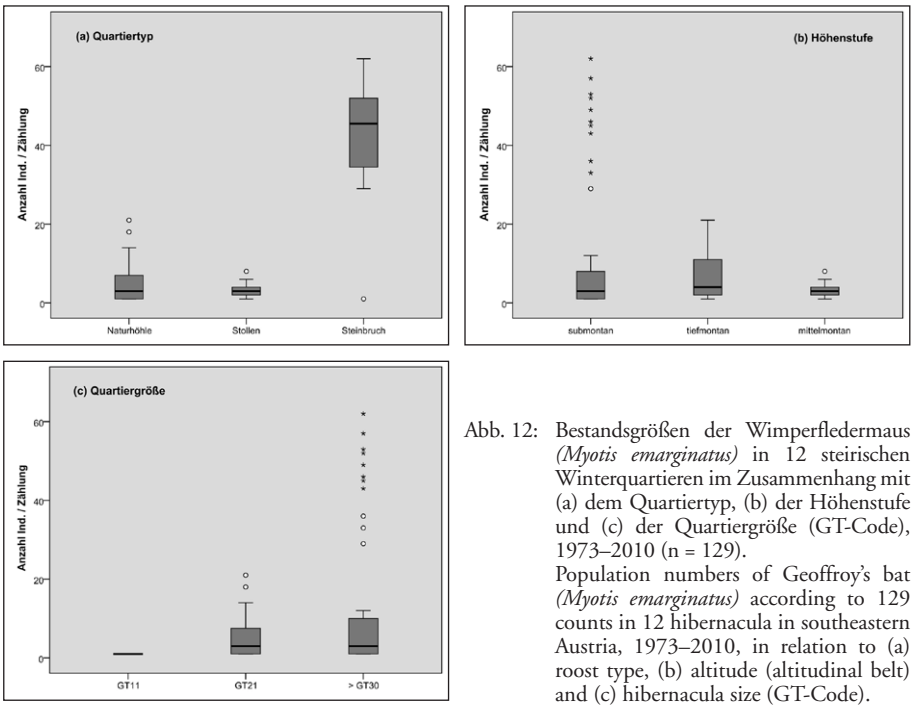

Abb. 12: Bestandsgrößen der Wimperfledermaus *(Myotis emarginatus)* in 12 steirischen Winterquartieren im Zusammenhang mit (a) dem Quartiertyp, (b) der Höhenstufe und (c) der Quartiergröße (GT-Code), 1973–2010 (n = 129).
Population numbers of Geoffroy's bat *(Myotis emarginatus)* according to 129 counts in 12 hibernacula in southeastern Austria, 1973–2010, in relation to (a) roost type, (b) altitude (altitudinal belt) and (c) hibernacula size (GT-Code).

schmar in Braun & Dieterlen 2003, Friemel & Zahn in Meschede & Rudolph 2004). Besonders die von Lemberk 2004 dokumentierte Zunahme der Winterpopulation in Ostböhmen (Tschechien) zeigt auffallende Parallelen zur Bestandsentwicklung in der Steiermark. An der Bestandszunahme in Südostösterreich könnten, obwohl die Art in Slowenien erst 1979 nachgewiesen wurde (Kryštufek 1984), aufgrund der von Kepka 1960 erzielten Ringfunde (5–67 km vom Beringungsort) sowohl österreichische als auch Tiere aus dem slowenisch-kroatischen und aus dem ungarischen Grenzraum beteiligt sein (zur Verbreitung in Slowenien und Ungarn s. Kryštufek & Režek Donev 2005, Bihari & al. 2007, Presetnik & al. 2009). Voraussetzung zur Entscheidung dieser Frage ist aber u. a. eine kontinuierliche Überwachung der Wochenstubenkolonien in der Ost- und Weststeiermark.

4.6.4 Großes Mausohr *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797)

In den österreichischen Ostalpen liegen mehrere bedeutende Überwinterungsgebiete des Große Mausohrs. Der größte Teil der bekannten Winterquartiere befindet sich in den stark zerklüfteten Niederösterreichisch-Steirischen Kalkhochalpen und in den Karsthöhlen des Grazer und Weizer Berglandes (Spitzenberger 1988, 2002). Wiederfunde in Österreich, Tschechien und der Slowakei beringter Tiere belegen, dass am Nord- und Ostrand der Alpen überwinternde Mausohren aus den nördlich der Alpen gelegenen Niederungsgebieten und aus dem Pannonischen Becken stammen (Gaisler & Hanák 1969, Spitzenberger 1988).

Die Einzugsgebiete der am Südrand der Alpen überwinternden Populationen reichen dagegen aufgrund von Wiederfunden in der Drachenhöhle und Großen Badlhöhle markierter Großmausohren südwärts ins Grazer Becken und nach Nordostslowenien (Kepka 1960, 1980/81).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Wie in vielen anderen Gebieten Mitteleuropas, machen die im Hochwinter in der Steiermark beobachteten Tiere nur einen kleinen Teil der Sommerpopulation aus (s. Literaturübersicht bei Güttinger & al. in Krapp & al. 2001). Dennoch ist in den kontrollierten Winterquartieren – mit Ausnahme einiger sehr kleiner Objekte (GT-Code 11) – im Vergleich zu den anderen *Myotis*-Arten die Antreffhäufigkeit des Großen Mausohrs (Median = 81%) sehr hoch (Tab. 11). Ausgehend von einer Gesamtzahl von 4.750 Ind., die wir während der Sommermonate 1991–1995 in 134 Wochenstuben- und Sommerquartieren (41% aller untersuchten Gebäude) im Steirischen Alpenvorland und in den Steirischen Randalpen fanden, machen die im selben Zeitraum in den Winterquartieren angetroffenen Tiere lediglich 1–2% der Sommerpopulation aus. Bei Berücksichtigung einiger weiterer Quartiere im Grazer und Weizer Bergland erhöht sich dieser Prozentsatz auf 5–8% und entspricht damit den von Gauckler & Kraus 1963 sowie den von Rudolph & al. in Meschede & Rudolph 2004 angeführten Werten.

Tab. 11: Antreffhäufigkeiten (Präsenz) und Bestandsgrößen des Großen Mausohrs *(Myotis myotis)* in 15 steirischen Winterquartieren, 1973–2010 (295 Zählungen).
Observation frequencies (Präsenz = percentage positive visits) and population numbers of greater mouse-eared bat *(Myotis myotis)* in 15 winter roosts in southeastern Austria, 1973–2010 (295 counts).

Quartier	n	Präsenz	Ind.	Min.–Max.	x ± SD
Grazer Bergland	179	40%	685	1–27	3,8 ± 3,9
Große Badlhöhle	38	100%	326	1–27	8,6 ± 5,6
Kleine Badlhöhle	4	11%	4	1	1,0
Hammerbachursprung (St. IX)	30	81%	75	1–8	2,5 ± 1,8
Peggauer-Wand-Höhle I	9	24%	11	1–2	1,2 ± 0,4
Peggauer-Wand-Höhle III	15	40%	21	1–3	1,4 ± 0,6
Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI	22	58%	48	1–6	2,2 ± 1,8
Lurgrotte Peggau	32	89%	101	1–7	3,2 ± 1,8
Lurgrotte Semriach	19	86%	88	1–9	4,6 ± 2,1
Zigeunerloch	10	29%	11	1–2	1,1 ± 0,3
Weizer Bergland	87	70%	704	1–35	8,1 ± 6,6
Johanni-Oberbau I	5	26%	14	1–6	2,8 ± 2,2
Klementgrotte	27	100%	265	1–22	9,8 ± 5,5
Rabllоch	30	100%	342	1–35	11,4 ± 7,6
Grasslhöhle	25	83%	83	1–7	3,3 ± 1,9
Römersteinbrüche	29	78%	174	1–17	6,0 ± 4,8
Unterer Römerbruch	14	64%	32	1–10	2,3 ± 2,5
Römerbruch	15	100%	142	2–17	9,5 ± 3,7
GESAMT	**295**	**49%**	**1563**	**1–35**	**5,3 ± 5,3**

Hinsichtlich der verschiedenen Quartiermerkmale unterscheiden sich die Individuenzahlen in den untersuchten Winterquartieren stark (Abb. 13). Dennoch ist, im Vergleich zu *Myotis emarginatus*, der gemeinsame Effekt der überprüften Habitatmerkmale auf die Bestandsgrößen/Zählung mit rund einem Drittel (Eta-Quadrat 32%) gering (mehrfaktorielle Varianzanalyse, Modellzusammenfassung: $F = 19,4$, $P < 0,001$; keine Interaktionseffekte). Während in kleinen und mittelgroßen Quartieren (GT-Code 11 und 21) in der Regel < 5 Mausohren angetroffen wurden, ist die Zahl der Tiere in sehr großen Objekten im Durchschnitt um mehr als das Doppelte so groß ($F = 43,4$, $P < 0,001$, Eta-Quadrat 23%). Gleichzeitig übt die Höhenstufe ($F = 27,0$, $P < 0,001$, Eta-Quadrat 16%), aber auch der Quartiertyp ($F = 4,3$, $P = 0,02$, Eta-Quadrat 3%) einen Einfluss auf die beobachteten Bestandsgrößen aus. Die größten Individuenzahlen wurden, neben dem Großen Muschelkalksteinbruch in Aflenz a. d. Sulm, in den größeren Höhlen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

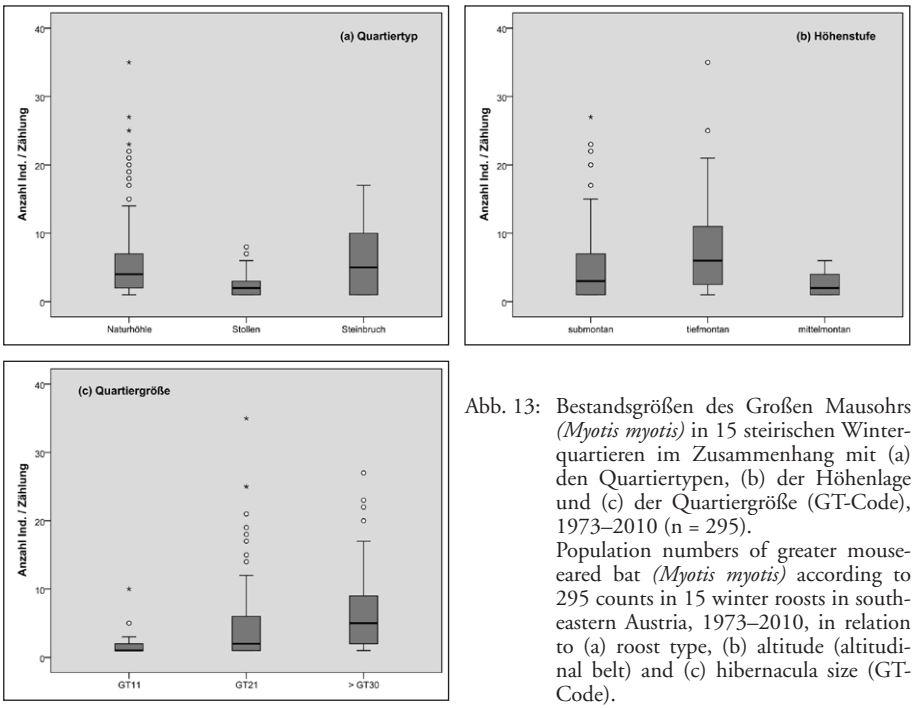

Abb. 13: Bestandsgrößen des Großen Mausohrs *(Myotis myotis)* in 15 steirischen Winterquartieren im Zusammenhang mit (a) den Quartiertypen, (b) der Höhenlage und (c) der Quartiergröße (GT-Code), 1973–2010 (n = 295).
Population numbers of greater mouse-eared bat *(Myotis myotis)* according to 295 counts in 15 winter roosts in south-eastern Austria, 1973–2010, in relation to (a) roost type, (b) altitude (altitudinal belt) and (c) hibernacula size (GT-Code).

im Grazer Bergland und in der Weizklamm in der sub- und tiefmontanen Höhenstufe < 800 m Seehöhe angetroffen (Abb. 13c). Dagegen wurde das Große Mausohr oberhalb 900 m Seehöhe in geringer Zahl nur in der verfallenen Stollenanlage Johanni-Oberbau I beobachtet (Tab. 11).

Viele Mausohren verlagern zwischen Jänner und März die Hangplätze in die Nähe des Höhleneinganges (Skiba 1987, Hanzal & Prucha 1988). Die Vergleichbarkeit von Zählungen in den Winterquartieren ist deshalb im Falle des Großen Mausohrs in besonderem Maße von den Erhebungsterminen abhängig. Weiterhin halten sich in den Winterquartieren viele Mausohren in Gesteinsspalten, Felsklüften, Deckenhohlräumen und Bohrlöchern auf. Die Tiere können deshalb leicht übersehen werden. Die knappen Angaben von Kepka 1961 – „einige Stücke" in den Römersteinbrüchen, 3–4 Tiere in der Großen Badlhöhle und 2 Ind. im Februar 1959 im Zigeunerloch – erlauben deshalb, im Gegensatz zu den überwiegend freihängenden Hufeisennasen (Rhinolophidae), keine Einschätzung der Bestandsverhältnisse für die Jahre unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg. Ebenso wenig ermöglichen die Zahlen für die seit 1966 in größeren Abständen kontrollierte Drachenhöhle bei Mixnitz eine Beurteilung der Bestandsentwicklung. Nach den Höchstwerten von 140–160 Ind. in den Jahren 1966–1988, wurden dort seit 2008 alljährlich 400–850 Große Mausohren gezählt (15 Jännerzählungen). Wegen der unzureichenden Ausrüstung mit leistungsstarken Scheinwerfern dürfte aber in der Drachenhöhle bis in die 1990er Jahre ein großer Teil der Tiere nicht erfasst worden sein.

Im Zeitraum zwischen 1980 und 1990 haben sich die Bestände des Großen Mausohrs in Mitteleuropa nach starken Verlusten in den vorangegangenen Jahrzehnten erholt (IUCN 2010). Der Tiefpunkt der Sommer- und Winterbestände ist in den 1960er und 70er Jahren in vielen Teilen West- und Mitteleuropas beobachtet worden (s. Roer 1985/86, Güttinger & al. in Krapp & al. 2001, Kulzer in Braun & Dieterlen 2003 und Rudolph & al. in Meschede & Rudolph 2004).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

In der Steiermark ist in den Quartieren im Grazer Bergland 1973 ein später nie mehr überschrittener Höchstwert von 35 Tieren beobachtet worden. Der optisch erfassbare Winterbestand erreichte mit ≤ 12 Ind. im Grazer Bergland Ende der 1970er Jahre einen Tiefstand (Abb. 14a). Im Weizer Bergland zählten wir in den 1990er Jahren mehr Tiere als bei den meisten vorhergegangenen Kontrollen in den 1970er und 80er Jahren (Abb. 14b). Insgesamt haben sich die erfassbaren Winterbestände in beiden Gebieten zwischen den 1970er und 1990er Jahren aber kaum verändert (Abb. 14).

Seit Ende der 1990er Jahre gingen die Überwinterungszahlen des Großen Mausohrs erneut zurück (Abb. 15). Am geringsten fiel bisher die Abnahme der kleinen, seit 1996 dokumentierten Winterschlafgemeinschaft von 7–17 Tieren in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm aus (r_S = –0,23, P = 0,41, n = 15, D_W = 1,51). Nach einem Höchststand von 46–67 Tieren, 1996–2000, nahm besonders die Summe der beobachteten Mausohren im UG Grazer und Weizer Bergland seit 2005 auf 27–44 Tiere ab ($F_{exp.}$ = 18,6, P = 0,001, n = 15, R-$Quadrat_{exp.}$ 59%). Ein negativer Trend wurde, nach einem Bestandshoch in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre, weiters in der Adolf-Mayer-Höhle in der Weizklamm beobachtet (r_S = –0,46, P = 0,19, n = 10, D_W = 2,52; Zähltermine von 26. 2.–18. 3.). Die verzweigte Schachthöhle, in der nur die vorderen Abschnitte zugänglich sind, ist das bedeutendste vom LVfH Steiermark kontrollierte Winterquartier, in dem sich im Spätwinter ab Mitte/Ende Februar 160–330 Großmausohren (1991–2010) aufhalten (Abb. 15).

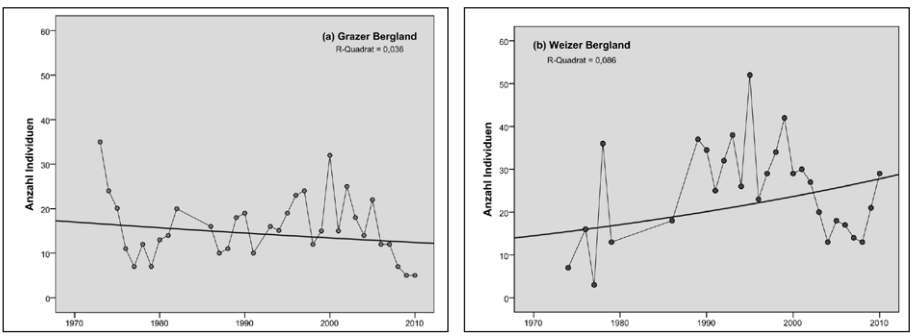

Abb. 14: Bestandsentwicklung des Großen Mausohrs *(Myotis myotis)* in den Winterquartieren im (a) Grazer und (b) Weizer Bergland, 1973–2010. Kurvenanpassung (ohne Märzzählungen 1985 und 1992): (a) Grazer Bergland, y = 83048628,3 * exp(–0,008 * x), F = 1,2, P = 0,28, n = 34; (b) Weizer Bergland, y = exp(36,3 – 66212,8 / x), F = 2,5, P = 0,13, n = 27.
Population trends of greater mouse-eared bat *(Myotis myotis)* according to winter counts in (a) the Grazer and (b) Weizer Bergland, 1973–2010. Regression models: (a) Grazer Bergland, y = 83048628,3 * exp(–0,008 * x), F = 1,2, P = 0,28, n = 34; (b) Weizer Bergland, y = exp(36,3 – 66212,8 / x), F = 2,5, P = 0,13, n = 27.

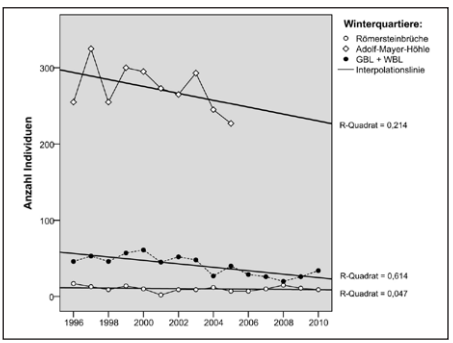

Abb. 15: Bestandsentwicklung des Großen Mausohrs *(Myotis myotis)*, 1996–2010, in den Römersteinbrüchen in Aflenz a. d. Sulm, im Mittelsteirischen Karst (= UG Grazer und Weizer Bergland) und in der Adolf-Mayer-Höhle in der Weizklamm.
Population trends of hibernating greater mouse-eared bats *(Myotis myotis)*, 1996–2010, in two underground quarries in Aflenz a. d. Sulm (Römersteinbrüche), in the Grazer and Weizer Bergland (GBL + WBL), and in Adolf-Mayer cave in the Weizer Bergland.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

4.6.5 Mopsfledermaus *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774)

Die Mopsfledermaus nutzt neben unterirdischen eine Vielzahl oberirdischer Zwischen- und Winterquartiere. Außer Felsspalten besiedelt sie im Winter auch das Mauerwerk von Gebäuden, Baumhöhlen und eine Vielzahl anderer oberirdischer Quartiere. Im Vergleich mit den bisher behandelten Arten gilt *B. barbastellus* als kälte- und trockentolerant und kann im Winter bis in die Subalpinstufe der Alpen angetroffen werden (Spitzenberger 2002, Nagel in Braun & Dieterlen 2003, Rudolph in Meschede & Rudolph 2004, Schober in Krapp 2004). Neben ihrer hohen Kälte- und Trockentoleranz zeichnet sich die Mopsfledermaus durch eine relativ kurze Winterschlafperiode aus. Häufig verlässt ein Teil der Tiere bereits im Februar und März das Winterquartier (Nagel in Braun & Dieterlen 2003, Kulzer 2005).

In Österreich dienen vor allem natürliche Felshöhlen, Stollen und Kelleranlagen von Burgen und Schlössern als Winterquartiere. Mit Ausnahme eines Tieres, das im Februar 1990 an der Burgruine Gleichenberg (427 m) im Bezirk Feldbach von A. Mayer beobachtet worden ist, stammt der größte Teil der steirischen Funde aus dem Winterhalbjahr aus den höhlenreichen Nördlichen Kalkhochalpen und den Südöstlichen Randalpen (Kepka 1961, Spitzenberger 1993, 2002). Im Grazer und Weizer Bergland wurde die Art im Untersuchungszeitraum seit 1973 mit Ausnahme des stillgelegten Bergwerkstollens Johanni-Oberbau II in allen regelmäßig kontrollierten Quartieren beobachtet, während sie trotz intensiver Kontrollen in den in der Grazer Bucht liegenden Römersteinbrüchen niemals gefunden wurde (Tab. 12). Das höchstgelegene, z. Z. bekannte Winterquartier ist das Wilde Loch in Neumarkt i. d. Steiermark (Spitzenberger 1993, 2002). Die in 1.800 m Seehöhe gelegene Schachthöhle wird seit 1993 kontrolliert.

In den beiden UG im Grazer und Weizer Bergland wurden seit Jänner 1973 alljährlich 20–59 Mopsfledermäuse (x = 40,4 ± 13,1 SD, n = 29) beobachtet. Die ungewöhnlich geringen Zahlen in den Jahren 1985 und 1992 von 9 bzw. 8 Tieren fallen mit den außer-

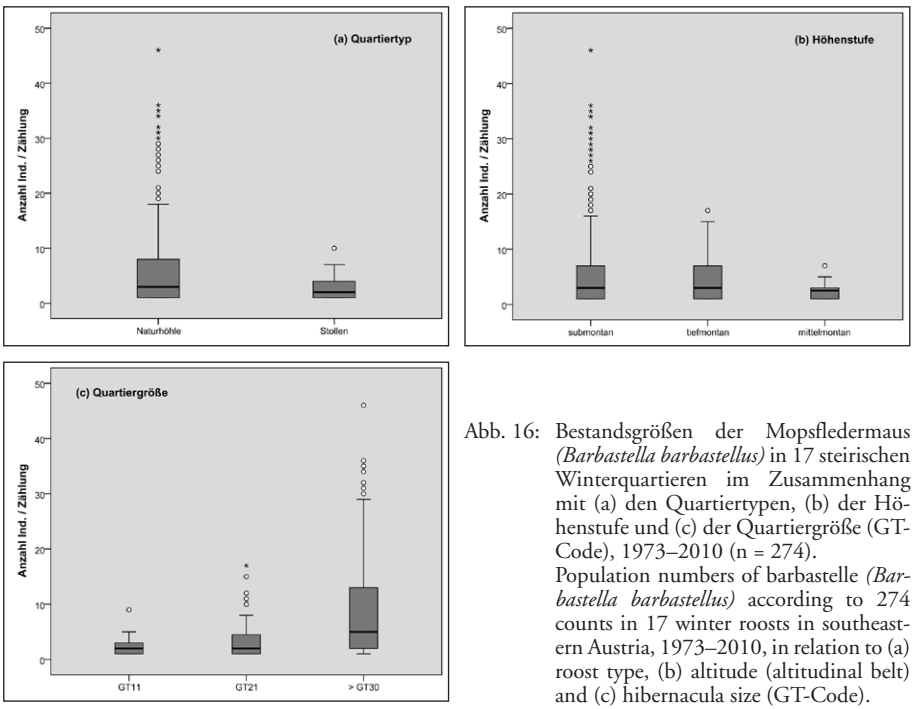

Abb. 16: Bestandsgrößen der Mopsfledermaus *(Barbastella barbastellus)* in 17 steirischen Winterquartieren im Zusammenhang mit (a) den Quartiertypen, (b) der Höhenstufe und (c) der Quartiergröße (GT-Code), 1973–2010 (n = 274).
Population numbers of barbastelle *(Barbastella barbastellus)* according to 274 counts in 17 winter roosts in southeastern Austria, 1973–2010, in relation to (a) roost type, (b) altitude (altitudinal belt) and (c) hibernacula size (GT-Code).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

gewöhnlich späten Begehungsterminen im März zusammen (vgl. 3.3). Beide Ausreißer wurden deshalb von allen nachfolgenden Berechnungen ausgeschlossen.

Einzelne Tiere oder kleinere Gruppen von Mopsfledermäusen überwintern in großer Regelmäßigkeit in einigen stark bewetterten Kleinhöhlen (Tab. 12, Abb. 16c), wie der Kapellen- (Präsenz 65%) und Aragonithöhle (46%). Im Mittel wurden aber in sehr großen Höhlen (GT > 30) mehr als doppelt so viele Mopsfledermäuse beobachtet (χ^2 = 154,8, FG = 2, P < 0,001, Kruskal-Wallis U-Test). Der mittels Varianzanalyse überprüfte Zusammenhang zwischen den in Abb. 16 dargestellten Habitatmerkmalen und den Individuenzahlen/Zählung ist mit Eta-Quadrat 21% sehr gering (Modellzusammenfassung: F = 13,8, P < 0,001; keine Interaktionseffekte). Während die untersuchten Quartiertypen (F = 0,8, P = 0,38) und die Höhenlage der Quartiere (F = 1,4, P = 0,26) keinen statistisch relevanten Einfluss auf die Zahl der sichtbaren Tiere hat (Abb. 16), steigen die Bestandsgrößen, wie bei allen behandelten Fledermausarten, mit der Größe der kontrollierten Quartiere (F = 27,2, P < 0,001, Eta-Quadrat 17%). Für die recht standorttreue, ursprünglich in Baumhöhlen und Rindenverstecken von Laub- und Mischwäldern übersommernde Art könnte demnach unseres Erachtens das Vorhandensein zur Überwinterung geeigneter Spalten und Klüfte in den unterirdischen Quartieren sowie die Ausdehnung und Habitatqualität, wie etwa das Alt- und Totholzangebot der Waldbestände im Umkreis der Winterquartiere eine größere Rolle für die Quartierwahl spielen als die getesteten Merkmale.

Tab. 12: Antreffhäufigkeiten (Präsenz) und Bestandsgrößen der Mopsfledermaus *(Barbastella barbastellus)* in 17 steirischen Winterquartieren, 1973–2010 (274 Zählungen).
Observation frequencies (Präsenz = percentage positive visits) and population numbers of barbastelle *(Barbastella barbastellus)* in 17 winter roosts in southeastern Austria, 1973–2010 (274 counts).

Quartier	n	Präsenz	Ind.	Min.–Max.	x ± SD
Grazer Bergland	197	44%	1270	1–46	6,5 ± 9,0
Große Badlhöhle	38	100%	818	1–46	21,5 ± 10,9
Kleine Badlhöhle	3	8%	3	1	1,0
Aragonithöhle	16	46%	41	1–9	2,6 ± 2,0
Kapellenhöhle	17	65%	34	1–4	2,0 ± 0,9
Hammerbachursprung (St. IX)	25	68%	83	1–10	3,3 ± 2,3
Peggauer-Wand-Höhle I	8	21%	20	1–10	2,5 ± 3,1
Peggauer-Wand-Höhle II	3	8%	3	1	1,0
Peggauer-Wand-Höhle III	5	13%	15	1–11	3,0 ± 4,5
Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI	22	58%	35	1–3	1,6 ± 0,8
Rittersaal	5	17%	11	1–4	2,2 ± 1,3
Lurgrotte Peggau	30	83%	121	1–8	4,0 ± 2,2
Lurgrotte Semriach	20	91%	80	1–10	4,0 ± 2,2
Zigeunerloch	5	15%	6	1–2	1,2 ± 0,5
Weizer Bergland	77	62%	413	1–19	5,4 ± 4,6
Johanni-Oberbau I	14	74%	37	1–7	2,6 ± 1,8
Klementgrotte	24	89%	203	2–19	8,5 ± 4,6
Rabllоch	27	90%	155	1–17	5,7 ± 4,5
Grasslhöhle	12	40%	18	1–3	1,5 ± 0,7
GESAMT	**274**	**46%**	**1683**	**1–46**	**6,1 ± 8,0**

In größerer Zahl ist *B. barbastellus* seit 1973 namentlich in den beiden Abschnitten der Lurgrotte, in der Klementgrotte, im Rabllоch und in der verfallenen Stollenanlage Johanni-Oberbau I beobachtet worden. Das zahlenmäßig wichtigste Quartier im Grazer und Weizer Bergland ist aber die Große Badlhöhle (Tab. 12). Bis Mitte der 1990er Jahre hielten sich dort alljährlich bis zu 46 Tiere auf. Danach sanken die Zahlen, wie in vielen

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

anderen Höhlen im Grazer Bergland, auf < 30 Ind. Insgesamt hat der erfassbare Winterbestand im Grazer Bergland seit den 1970er Jahren signifikant abgenommen (r_S = –0,43, P = 0,01, n = 34, D_W = 1,61). Besonders in den letzten Jahren hat die Zahl der Tiere die Marke von 20 Ind. nicht mehr überschritten (Abb. 17). Im Gegensatz zu den Verhältnissen im Grazer Bergland wurden im Weizer Bergland ab Mitte der 1990er Jahre mehr Tiere beobachtet als in den Jahren zuvor (r_S = 0,64, P < 0,001, n = 27, D_W = 1,68). Nach einem Maximum von 25 Tieren im Jänner 1997 schwanken die Zahlen im Weizer Bergland seit 2000 zwischen 9 und 22 Ind. (x = 15,9 ± 4,3 SD, n = 11, 1996–2010).

Eine starke Zunahme wurde in den letzten Jahren auch im Wilden Loch in der Obersteiermark beobachtet (r_S = 0,74, P = 0,001, n = 15, D_W = 1,93). In der geräumigen Schachthöhle, in der die Tiere in der Regel in einer oder mehreren dichten Trauben überwintern, hat sich der Bestand seit den 1990er Jahren mehr als verdoppelt (Abb. 18). Mit 54–89 Tieren (x = 69,5 ± 11,8 SD, n = 8, 2003–2010) ist das Wilde Loch z. Z. das wichtigste Winterquartier der Mopsfledermaus in Österreich (Spitzenberger 2002). Aufgrund der auffallend gegenläufigen Bestandsentwicklung im Grazer und Weizer Bergland und der markanten Zunahme im Wilden Loch hat sich der Schwerpunkt der erfassten Winterpopulation im Verlauf der letzten Jahrzehnte von der submontanen (400–700 m) in Höhenlagen > 700 m Seehöhe verlagert.

Von der Mopsfledermaus ist nur ein einziger ungewöhnlich weiter Überflug von mehr als 200 km zwischen den Sommer- und Winterquartieren bekannt geworden (Kepka 1960). Insgesamt belegen die umfangreichen Wiederfunde für einige nördlich der Alpen beheimatete Populationen vergleichsweise geringe Entfernungen zwischen den Sommer- und Winterlebensräumen (Höchstwerte 38–145 km) sowie eine hohe Quartier- und Hangplatztreue der Tiere (Abel 1960, Hoehl 1960, Frank 1963, Hůrka 1989). Die Fortpflanzungsquartiere von Mopsfledermäusen gelten als schwer auffindbar. Eine systematische Nachsuche hat, mit Ausnahme einiger Gebiete im nördlichen Waldviertel,

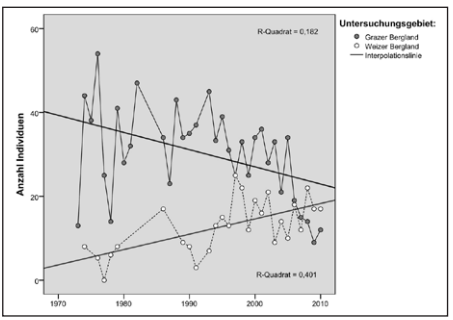

Abb. 17: Bestandsentwicklung der Mopsfledermaus *(Barbastella barbastellus)* in den Winterquartieren im Grazer und Weizer Bergland, 1973–2010.
Population trends of barbastelle *(Barbastella barbastellus)* in the Grazer and Weizer Bergland according to winter counts, 1973–2010.

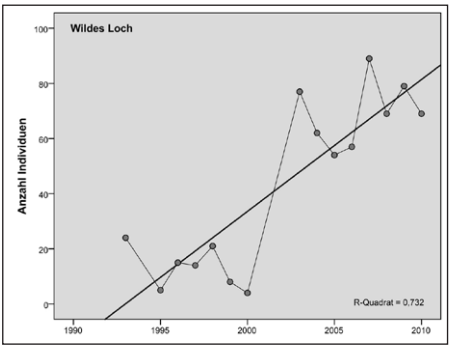

Abb. 18: Bestandsentwicklung überwinternder Mopsfledermäuse *(Barbastella barbastellus)* im Wilden Loch in Neumarkt i. d. Steiermark, 1993–2010 (15 Februar-Kontrollen).
Population trend of hibernating barbastelles *(Barbastella barbastellus)* in Wildes Loch cave in Neumarkt i. d. Steiermark, 1993–2010 (15 February counts).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

in Österreich bisher nicht stattgefunden. Aus dem österreichischen Alpenraum und dem südöstlichen steirischen Alpenvorland sind deshalb nur wenige Fortpflanzungsnachweise bekannt (Spitzenberger 2002). Im Hinblick auf die geringe Entfernung zwischen den Sommer- und Winterlebensräumen und die hohe Standorttreue der Mopsfledermaus, könnte die Zunahme im Weizer Bergland und im Wilden Loch mit einer Ausbreitung der Sommervorkommen in der stark bewaldeten, mittel- bis hochmontanen Höhenstufe der Alpen zusammenhängen. Wofür u. a. der seit einiger Zeit in den Alpen gemessene Anstieg der Jahresmitteltemperatur und der daraus resultierende Anstieg der Waldgrenze bzw. die Zunahme der Waldfläche im Gebirge verantwortlich sein könnte. In anderen Gebieten Mitteleuropas ist unseres Wissens ein ähnlicher Populationsanstieg bisher nur in einigen Winterquartieren in Ostböhmen beobachtet worden (Lemberk 2004).

4.7 Populationstrends seltener und unzulänglich erfasster Arten

Die folgenden Arten machen mit rund 4% nur einen geringen Teil der seit 1973 erfassten Gesamtzahl überwinternder Fledermäuse aus (vgl. Tab. 3). Wasser- und Zwergfledermäuse überwintern vorwiegend in unzugänglichen Gesteinsspalten und Felsklüften und sind mittels visueller Kontrollen nur unvollständig erfassbar. Die nachfolgenden Analysen beruhen deshalb auf der Annahme, dass sich die Habitatwahl und Entdeckungswahrscheinlichkeit sichtbarer Tiere in Relation zum anwesenden Winterbestand im Beobachtungszeitraum nicht wesentlich verändert hat.

4.7.1 Wasserfledermaus *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817)

Die Wasserfledermaus gilt als recht anpassungsfähige Art, die ein breites Beutespektrum aus vornehmlich aquatischen Insekten nutzt. Vermutlich hat sie in West- und Mitteleuropa von der Eutrophierung vieler Gewässer in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und dem daraus resultierenden hohen Beuteangebot profitiert (Roer & Schober in Krapp & al. 2001, Dietz & al. 2007). Eine Ausbreitung und teils massive Zunahme der Bestände ist in den Niederlanden, in der Norddeutschen Tiefebene, in Tschechien, der Slowakei und Polen beobachtet worden (Červený & Bürger 1990, Kokurewicz 1995, Uhrin & al. 1995). Hingegen liegen aus der Schweiz und aus Gebieten südlich der Alpen bisher keine Hinweise für eine Bestandszunahme vor (Spitzenberger 2002, Kryštufek & Režek Donev 2005, Presetnik & al. 2009).

Wasserfledermäuse wurden bisher in 12, das sind rund zwei Drittel (67%) aller 18 im Grazer und Weizer Bergland kontrollierten Quartiere, beobachtet. In den Römersteinbrüchen wurde sie erstmals bei der Zählung im Jänner 2011 gefunden. Wie in benachbarten Gebieten Sloweniens (Kryštufek & Režek Donev 2005) und in Bayern (Geiger & Rudolph in Meschede & Rudolph 2004) war *Myotis daubentonii* in allen positiv kontrollierten Quartieren nur in geringer Zahl vertreten (x = 2,6 ± 1,2 SD, 1–11 Ind., n = 87). Dieser Befund wird auch durch die Beobachtungen von Reiter & al. 2010 in der Peggauer Lurgrotte bestätigt. Der Großteil der Tiere (84%) wurde seit 1973 im aufgelassenen Bergwerkstollen Johanni-Oberbau I (x = 5,1 ± 2,4 SD, 1–11 Ind., n = 19) und in den größeren Höhlen im Weizer Bergland, mit einem Maximum von 8 Ind. in der Grasslhöhle 1989, beobachtet (vgl. Tab. 2 und 4).

Besonders im Weizer Bergland hat der sichtbare Bestand der Wasserfledermaus seit 1989 stark zugenommen. Nachdem die Art in den 1970er und frühen 80er Jahren nur sporadisch und ausschließlich mit Einzeltieren angetroffen wurde, werden seit 1995 im Grazer und Weizer Bergland in Summe beinahe alljährlich > 10 Tiere beobachtet (Abb. 19). Im Gegensatz zur Zunahme im Weizer Bergland (F = 4,0, P = 0,06, R-Quadrat 17%) hat sich im Untersuchungszeitraum seit 1973 die Zahl der Tiere im Grazer Bergland nur geringfügig verändert (F = 1,0, P = 0,33; R-Quadrat 6%). Allerdings ist die An-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

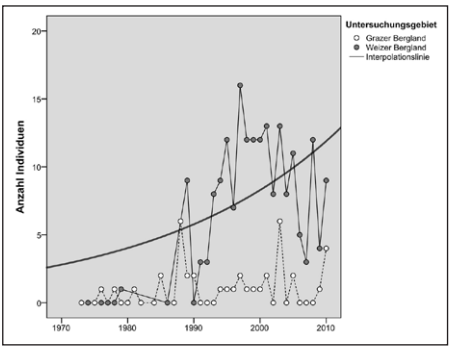

Abb. 19: Bestandsentwicklung der Wasserfledermaus *(Myotis daubentonii)* in den Winterquartieren im Grazer und Weizer Bergland, 1973–2010. Kurvenanpassung (Weizer Bergland): y = 3,65e-031*exp(0,036*x). Population trends of Daubenton's bat *(Myotis daubentonii)* in the Grazer and Weizer Bergland according to winter counts, 1973–2010.Regression model (Weizer Bergland); y = 3,65e-031*exp(0,036*x).

treffhäufigkeit seit den 1990er Jahren (62%) auch in den Quartieren im Grazer Bergland größer als in den 1970er und 80er Jahren (40%).

Aufgrund der vorliegenden Daten scheint die Wasserfledermaus z. Z. auch in den Gebieten südlich der Alpen zuzunehmen. Im Vergleich zu den gut dokumentierten Bestandsveränderungen im Norden Mitteleuropas hat die Zunahme in Südostösterreich um 2–3 Jahrzehnte später eingesetzt (Roer & Schober in Krapp & al. 2001). Neben dem von Roer & Schober l.c. vermuteten Zusammenhang mit der Gewässereutrophierung könnte die in der Ost- und Weststeiermark in den letzten 20–30 Jahren stark gestiegene Zahl von künstlichen Baggerseen, Fisch- und Bewässerungsteichen eine Rolle für die Zunahme der Wasserfledermaus spielen (vgl. auch die Diskussion zur Bestandsentwicklung in Bayern von Geiger & Rudolph in Meschede & Rudolph 2004).

4.7.2 Zwerg- *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) **und Mückenfledermaus** *P. pygmaeus* (Leach, 1825)

Auch Zwergfledermäuse, die den beiden, erst seit kurzem getrennten, kryptischen Spezies *Pipistrellus pipistrellus*/*pygmaeus* angehören, wurden im Rahmen vorliegender Untersuchung nur in geringer Zahl sowie ausschließlich im Grazer Bergland beobachtet (vgl. Tab. 2 und 4). Nach bisherigem Kenntnisstand überwintert *P. pygmaeus* (55 kHz-Fledermaus) vorwiegend in Gebäude- und Baumquartieren (Dietz & al. 2007). Eine sichere Zuordnung der Tiere im Grazer Bergland zu *P. pipistrellus* (45 kHz-Fledermaus) ist aber rückwirkend nicht mehr möglich. Sie werden daher hier zusammen besprochen.

Als ausgeprägte Spaltenbewohner ziehen sich Zwergfledermäuse während des Winterschlafes in Baumhöhlen, Mauernischen, Felsklüfte und Gesteinsspalten zurück (Nagel & Häussler in Braun & Dieterlen 2003, Taake & Vierhaus in Krapp 2004, Sachteleben & al. in Meschede & Rudolph 2004). Da seit Beginn unserer Untersuchungen möglichst alle geeigneten Spalten und Klüfte abgesucht wurden, stellen die registrierten Tiere vermutlich fast den gesamten Winterbestand dar. Dies unterstreicht auch der Befund von Reiter & al. 2010, die mittels automatischer fotographischer Erfassung von Fledermäusen am Eingang der Lurgrotte Peggau Ende Dezember lediglich 10–20 Ein- und Ausflüge von Zwergfledermäusen registrierten.

Mit in Summe alljährlich 1–9 Ind. (x = 3,9 ± 2,5 SD, n = 31; 1974–2010) ist der Großteil der Tiere in der Lurgrotte Peggau (13%), in der Peggauer-Wand-Höhle I (36%) und im Hammerbachursprung-Stollen IX (48%) beobachtet worden. In den 1970er und 80er Jahren wurden Zwergfledermäuse ausschließlich im Hammerbachursprung-Stollen IX angetroffen. Die kleine Überwinterungsgemeinschaft im Stollen IX umfasste zwischen 1974 und 1989 bis zu 7 Tiere (x = 4,8 ± 2,4 SD, n = 9). Im Anschluss an den markanten Einbruch der Population im Winter 1982/83 (Abb. 20a) ist das Vorkommen im Stollen IX bis Mitte der 1990er Jahre beinahe vollständig erloschen (r_S = –0,62, P = 0,003, n = 21,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

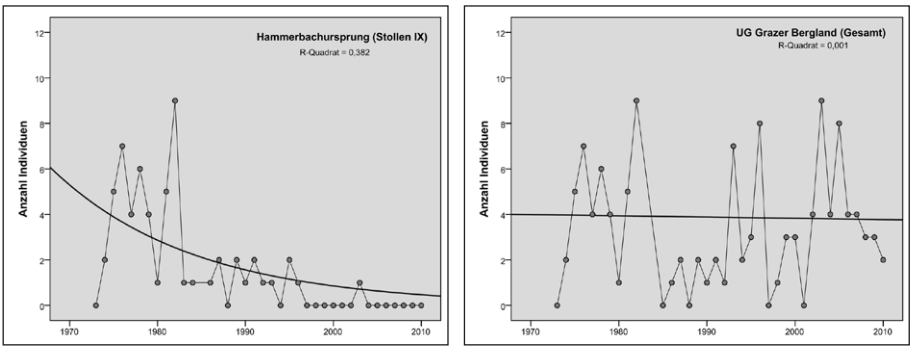

Abb. 20: Bestandsentwicklung überwinternder Zwergfledermäuse *P. pipistrellus/pygmaeus* im Hammerbachursprung-Stollen IX (oben) und im Grazer Bergland (unten), 1973–2010. Kurvenanpassung: Hammerbachursprung-Stollen IX, y = exp(–119,82 + 239331,77 / x), F = 11,8, P = 0,003, n = 21; Grazer Bergland, y = –0,005 * x + 14,71, F = 0,02, P = 0,83, n = 31.
Population trends of pipistrelles *Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus* in Hammerbachursprung-Stollen IX gallery (above) and in the Grazer Bergland (below) according to winter counts, 1973–2010. Regression models: Hammerbachursprung-Stollen IX, y = exp(–119,82 + 239331,77 / x), F = 11,8, P = 0,003, n = 21; Grazer Bergland, y = –0,005 * x + 14,71, F = 0,02, P = 0,83, n = 31.

D_W = 1,90; 1974–2003). Gleichzeitig wurden ab den 1990er Jahren Zwergfledermäuse vermehrt im Zigeunerloch, in den Peggauer-Wand-Höhlen und in der Lurgrotte Peggau beobachtet (Abb. 20b). Zwei kleine, weitgehend stabile Überwinterungsgemeinschaften mit in Summe 6–7 Ind. bestehen seitdem im Eingangsbereich der Lurgrotte in Peggau (x = 2,3 ± 1,8 SD, n = 7) und in der Peggauer-Wand-Höhle I (x = 2,9 ± 1,8 SD, n = 15).

Die beiden *Pipistrellus*-Arten gelten als die häufigsten europäischen Fledermäuse. Dennoch liegen kaum verlässliche Angaben über Bestandsgrößen und die Populationsentwicklung vor (Sachteleben & al. in Meschede & Rudolph 2004). Nach der Literaturübersicht von Taake & Vierhaus (in Krapp 2004) verläuft die Bestandsentwicklung anscheinend aber zeitlich und regional sehr unterschiedlich. Das Erlöschen der Winterschlafgemeinschaft im Hammerbachursprung-Stollen IX fällt mit dem Verschluss der Spaltenquartiere in den Seitenwänden des Stollens in den frühen 1980er Jahren durch die Aufbringung eines Betonverputzes zusammen[10]. Anschließend erreichte die Zahl der Tiere in den kontrollierten Winterquartieren im Grazer Bergland einen Tiefstand (Abb. 20b). Offenkundig konnten sich aber in den 1990er Jahren zwei neue Wintergemeinschaften in der 780 m entfernten Lurgrotte Peggau und in den 460 m entfernten Peggauer-Wand-Höhlen etablieren. In der Folge hat sich die Summe der sichtbaren Tiere in unserem Beobachtungsgebiet im Verlauf der letzten 38 Jahre nicht verändert (r_S = 0,01, P = 0,96, n = 31, D_W = 2,03). Dagegen hat laut der einzigen, z. Z. verfügbaren Vergleichsuntersuchung in den kontrollierten Höhlen- und Felsspaltenquartieren in der Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg) in den 1980er und 90er Jahren die Zahl von ursprünglich 2 auf 112 Tiere zugenommen (Nagel & Häussler in Braun & Dieterlen 2003).

4.7.3 Langflügelfledermaus *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1819)

Das Vorkommen der Langflügelfledermaus in den Höhlen des Grazer Berglandes und den Römersteinbrüchen wurde in den 1920er und 30er Jahren von F. Kincel und F. Spill-

[10] Mit Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Graz-Umgebung vom 30. Juni 1988 (GZ S.503/1988) wurde der Hammerbachursprung-Stollen IX zum Naturschutzgebiet erklärt (Quelle: www.ris.bka.gv.at/LRST_5500_02_69). Trotz des massiven Rückgangs der Fledermausbestände (s. 4.5) und einer mündlichen Zusage der Bezirkshauptmannschaft (A. Mayer, mdl. Mitt.) ist der Verputz bis heute nicht entfernt worden.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

mann entdeckt (Rebel 1933, Bauer & Steiner 1960). Bis in die 1980er Jahre beherbergten die Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI und der Untere Römerbruch in Aflenz a. d. Sulm die zahlenmäßig wichtigsten Vorkommen in Südösterreich (Spitzenberger 1981, 2002). In beiden Quartieren wurden seit 1973 rund 96% aller im Winter angetroffenen Tiere beobachtet (vgl. Tab. 3). Vereinzelt wurde die Art außerdem in folgenden Winterquartieren beobachtet: Lurgrotte (5 Ind.), Hammerbachursprung-Stollen IX (2 Ind.), Peggauer-Wand-Höhle I, Zigeunerloch, Klementgrotte und Rablloch (je 1 Ind.). Wie andere Massenquartiere in Österreich (Fledermauskluft in St. Margarethen, Stollen in Wimpassing a. d. Leitha/Nordburgenland), dienten die Peggauer-Wand-Höhlen und der Untere Römerbruch in erster Linie als Winter- und Zwischenquartiere (Spitzenberger 2002).

Beringungsergebnisse aus der Fledermauskluft in St. Margarethen und dem Unteren Römerbruch belegen, dass die am österreichischen Alpenostrand erscheinenden Langflügelfledermäuse der im Karpatenbecken beheimateten, westpannonisch-illyrischen Großpopulation angehören (Bauer & Steiner 1960, Spitzenberger 2002). Im Unteren Römerbruch markierte bzw. kontrollierte Tiere wurden in der ehemaligen, bis 1990 erloschenen Fortpflanzungskolonie in Jennersdorf im Südburgenland, im Schloss Grad (Nordostslowenien) und in der Wochenstubenkolonie in Plavecké Podhradie in der Slowakei, 43–273 km vom Beringungsort, gefunden (Bauer & Steiner 1960, Kepka 1980/81, Spitzenberger 2002). Besonders ein ♀, das zwischen Oktober und Dezember 1974 in Wimpassing a. d. Leitha, in der Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI und in der Fledermauskluft in St. Margarethen kontrolliert wurde, illustriert den engen Zusammenhang zwischen der Winterpopulation im Nordburgenland und Südostösterreich (Spitzenberger 2002).

Die Höchstwerte der insgesamt 97 Kontrollen zwischen 1965 und 2011, die sich über den gesamten Jahreslauf erstreckten (42–250 Ind. in der Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI, 120–602 Ind. im Unteren Römerbruch), stammen aus den Monaten März bis Mai. Die Zahlen aus dem Unteren Römerbruch weisen darüber hinaus einen Gipfel im Oktober/November (27–450 Ind.) auf, während in der Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI im Herbst nur einzelne Tiere beobachtet wurden. Abgesehen von den beiden Spitzenwerten Anfang der 1980er Jahre (vgl. Abb. 21), machen demnach die im Winter angetroffenen Tiere (1–16 Ind., 1973–2010) nur einen Bruchteil der im Frühjahr und Herbst anwesenden Tiere aus.

Aufgrund der hohen Aktivität von Langflügelfledermäusen im Winter, des Fehlens einer strikten Winterschlafperiode und der häufigen Ortswechsel fluktuieren die Zahlen in den Zwischen- und Winterquartieren erheblich (z. B. Bauer & Steiner 1960 für die Fledermauskluft St. Margarethen). Eine Beurteilung der langfristigen Bestandsentwicklung ist deshalb anhand von Einmalzählungen nicht sinnvoll (Kretzschmar in Braun & Dieterlen 2003, Boye in Krapp 2004). Trotz größerer Lücken wurden deshalb zur Beurteilung der Bestandsentwicklung seit Anfang der 1970er Jahre neben den Jännerzählungen auch die Ergebnisse von Begehungen aus dem Spätwinter und zeitigen Frühjahr (März bis April), wenn sich im Unteren Römerbruch und in den Peggauer-Wand-Höhlen größere Zahlen von Langflügelfledermäusen aufhalten, herangezogen (Abb. 21).

Ohne die beiden Ausreißer 1980 und 1983 streuten die Bestandszahlen im Jänner, 1973–2010, im Unteren Römerbruch ($x = 6{,}2 \pm 5{,}8$ SD, $n = 5$) und in der Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI ($x = 4{,}1 \pm 3{,}3$ SD, $n = 27$) zwischen 1 und 15 Tieren (Abb. 21). Die beiden ungewöhnlich hohen Werte im Jänner 1980 (60 Ind.) und 1983 (68 Ind.) fallen in eine Periode durchschnittlicher bis überdurchschnittlich milder Außentemperaturen. Ihre an sich nahe liegende Deutung als Kälteflucht aus stark bewetterten Höhlen und Gewölben, wie sie u. a. von Bauer & Steiner 1960 für den Spätwinter 1955/56 beschrieben wurde, ist deshalb nicht zwingend. Ab den frühen 1990er Jahren sank die Zahl der überwinternden Tiere in der Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI auf < 3 Ind., während im Unteren Römerbruch seit Ende der 1980er Jahre nur ein einziges Tier beobachtet worden ist (Abb. 21).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

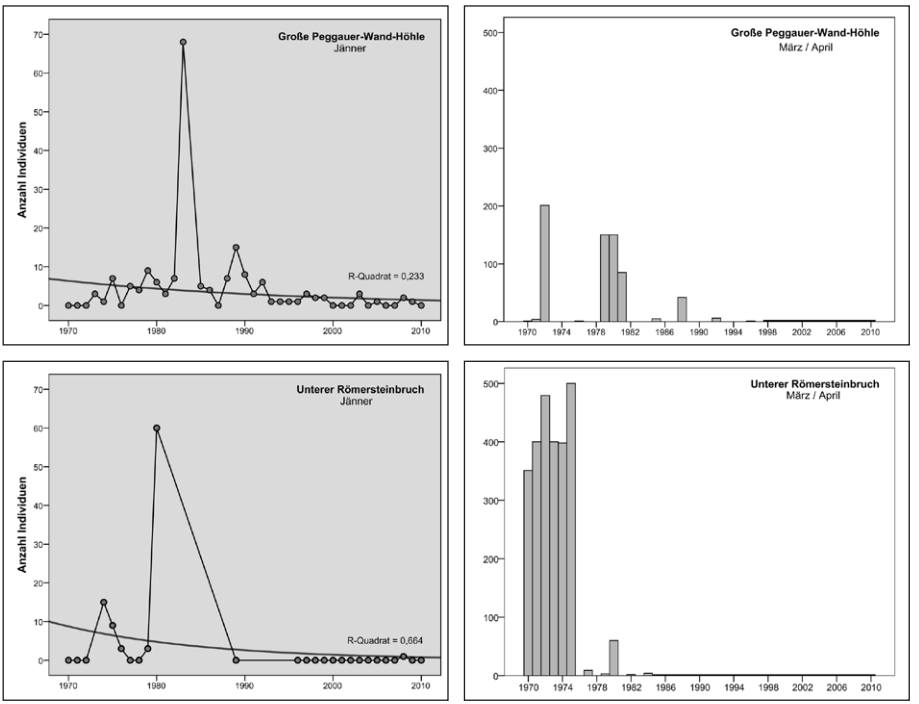

Abb. 21: Bestandsentwicklung der Langflügelfledermaus *(Miniopterus schreibersii)* anhand von Winterzählungen (Jänner) und Zählungen im Spätwinter (März/April), 1970–2010, in der Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI (oben) und im Unteren Römerbruch (unten). Kurvenanpassung Jänner (ohne Ausreißer): Unterer Römerbruch, $y = \exp(237217{,}26 - 118{,}25 / x)$, $F_{1/3} = 5{,}94$, $P = 0{,}09$; Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI, $y = \exp(76{,}30 - 0{,}04 * x)$, $F_{1/25} = 7{,}59$, $P = 0{,}01$. Man beachte die unterschiedliche Skalierung der Ordinate für die Jänner- und Spätwinter-Zählungen; der schwarze Balken entlang der x-Achse kennzeichnet Jahre ohne Zählungen im März/April.
Population numbers of Schreiber's bat *(Miniopterus schreibersii)* according to mid-winter counts in early January (left) and spring counts in March/April (right) in the Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI cave in Grazer Bergland (above) and in the quarry Unterer Römerbruch (below), 1970–2010. Regression models January counts (outliers excluded): Unterer Römerbruch, $y = \exp(237217{,}26 - 118{,}25 / x)$, $F_{1/3} = 5{,}94$, $P = 0{,}09$; Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI, $y = \exp(76{,}30 - 0{,}04 * x)$, $F_{1/25} = 7{,}59$, $P = 0{,}01$. Note different scales of the y-axis between January and March/April counts; black bars along the x-axis indicate years for which March/April counts are missing.

Leider wurden beide Quartiere seit den späten 1980er und 90er Jahren im Spätwinter und Frühjahr nur mehr sehr sporadisch kontrolliert. Allerdings sind nach dem starken Rückgang der Bestandszahlen die ursprünglichen Werte von 350–500 Tieren im Unteren Römerbruch ($r_S = -0{,}87$, $P < 0{,}001$, $n = 10$, $D_W = 2{,}20$; 1970–1984) und von 80–200 Tieren in der Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI ($r_S = 0{,}01$, $P = 0{,}99$, $n = 11$, $D_W = 2{,}16$; 1970–1997) ab den frühen 1980er Jahren auch im Spätwinter und Frühling nicht mehr erreicht worden (Abb. 21). Der Zusammenbruch der steirischen Population fällt mit einem anhaltenden Rückgang in der Slowakei und Ungarn zusammen (Spitzenberger 2002).

4.8 Selten angetroffene Arten

Eine Reihe von Fledermausarten, die teils in engen Spaltenquartieren überwintern, wurden im Verlauf der letzten 38 Jahre nur sporadisch und in sehr geringer Zahl

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

mit einem Anteil von ≤ 0,4% an der erfassten Gesamtzahl beobachtet (Tab. 3). Der größte Teil der Tiere in dieser Gruppe wurde im UG Grazer und Weizer Bergland, vorwiegend in der Lurgrotte, im Johanni-Oberbau I, im Rabllloch und in der Klementgrotte, gefunden. Funde der Breitflügelfledermaus sowie der beiden Langohren (*Plecotus* sp.) liegen dagegen aus den meisten größeren Quartieren vor. Die hohen Antreffhäufigkeiten des Braunen Langohrs in den Quartieren im Weizer Bergland und in der Großen Badlhöhle (s. Tab. 2) decken sich gut mit der Vorliebe der Art für Höhlen der sub- und tiefmontanen Höhenstufe als Winterquartier. Dagegen ist das Graue Langohr beinahe ausschließlich in Quartieren ≤ 500 m Seehöhe gefunden worden (Horáček 1975).

Mit einer Präsenz von 17% wurde die Bechsteinfledermaus trotz ihrer geringen Zahl (0,1% der Individuensumme) im Weizer Bergland auffallend häufig beobachtet (Tab. 2). Aufgrund der hohen Ortstreue und geringen Entfernung von maximal 48–73 km zwischen den Sommer- und Winterlebensräumen (Rudolph & al. in Meschede & Rudolph 2004, Dietz & al. 2007) ist die in den letzten Jahren beinahe regelmäßige Anwesenheit von Bechsteinfledermäusen in den Quartieren im Weizer Bergland

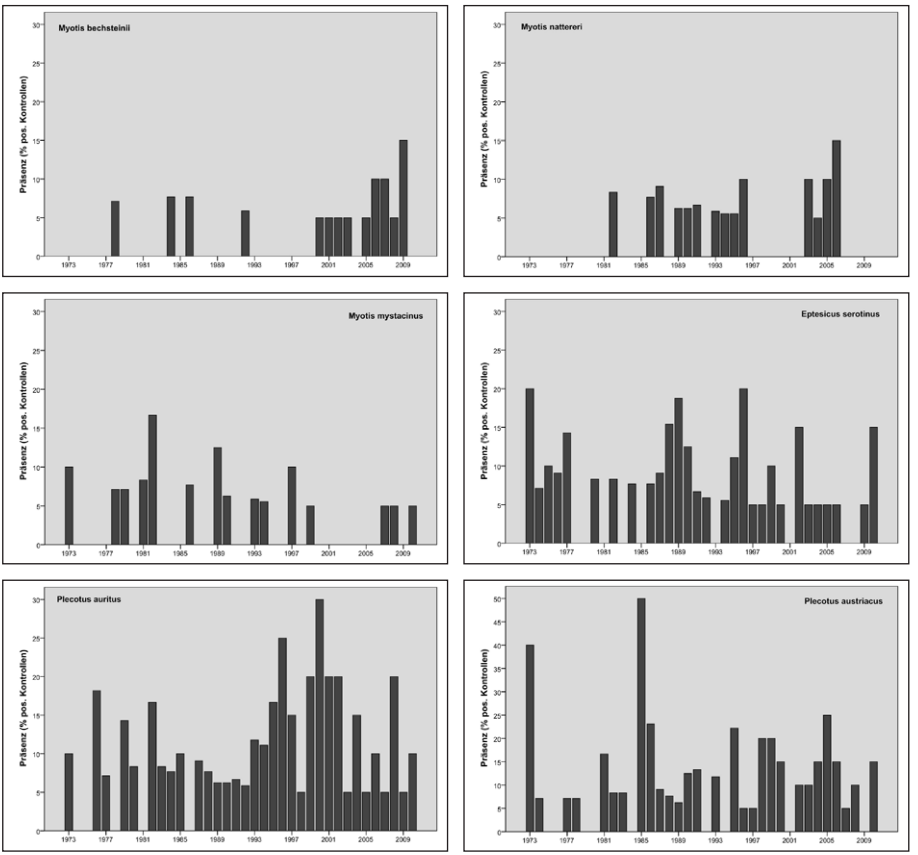

Abb. 22: Antreffhäufigkeiten (Präsenz) einiger seltener Fledermausarten in 20 steirischen Winterquartieren, 1973–2010 (607 Begehungen).
Observation frequencies of some bat species in 20 winter roosts in southeastern Austria, 1973–2010 (607 visits).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

(Abb. 22) wohl als Hinweis für die Existenz bisher unerkannter Sommervorkommen im steirischen Berg- und Hügelland zu deuten (Spitzenberger 2002).

Während von den meisten in diesem Abschnitt behandelten Fledermausarten nur Einzeltiere angetroffen wurden, konnten von den beiden Langohren mehrfach bis zu 5 Tiere in engem Körperkontakt oder in Abständen ≤ 10 cm zwischen den Hangplätzen beobachtet werden. Mehrere Feststellungen ähnlicher Winterschlafgemeinschaften (Cluster) aus 3–5 Tieren in der Lurgrotte und in der Klementgrotte betreffen die Kleine Bartfledermaus sowie in sechs Fällen Gruppen aus zwei bis drei Bechsteinfledermäusen im verlassenen Bergwerkstollen Johanni-Oberbau I, in der Klementgrotte und im Rabllloch. Als bisher größte Schlafgemeinschaft der Art wurde im Jänner 1978 ein Cluster von elf Bechsteinfledermäusen im vorderen Abschnitt des Rabllochs, einer stark bewetterten Höhle in der Weizklamm, beobachtet. Unseres Wissens stellt dies, gemeinsam mit einer von Baagøe in Krapp & al. 2001 erwähnten Meldung aus Frankreich, die bisher größte für *Myotis bechsteinii* nachgewiesene Winterschlafgemeinschaft dar.

Für eine grobe Abschätzung von Bestandtrends zeigt Abb. 22 die Antreffhäufigkeiten für den Untersuchungszeitraum seit 1973. Insgesamt haben sich die Beobachtungsfrequenzen der meisten Arten nicht wesentlich verändert. Neben dem Braunen Langohr, das anscheinend in den 1990er Jahren ein Bestandshoch überschritten hat (s. dazu auch die Bestandsentwicklung in bayerischen Winterquartieren in Meschede & Rudolph 2004), sind lediglich die Antreffhäufigkeiten der Kleinen Bartfledermaus im Verlauf der letzten 10–20 Jahre signifikant rückläufig ($r_S = -0{,}52$, $P = 0{,}05$, $n = 15$, $D_W = 2{,}34$). Dagegen wurde sowohl die Bechstein- als auch die Fransenfledermaus seit Mitte der 1980er Jahre etwas häufiger als zu Beginn unserer Erhebungen beobachtet (Abb. 22). Mit Ausnahme von *Myotis mystacinus* weisen aber die Beobachtungshäufigkeiten aller anderen Fledermausarten keinen eindeutigen zeitlichen Trend auf.

Dank

Für die langjährige Zutrittsmöglichkeit zu den unterirdischen Fledermausquartieren gilt unser Dank in erster Linie allen Grundeigentümern und Schauhöhlenbetreibern. Die Angaben zur Länge und Tiefe der untersuchten Höhlen aus dem Kataster des Landesvereines für Höhlenkunde in der Steiermark e.V. wurden uns dankenswerterweise von Herrn V. Weissensteiner (Graz) zur Verfügung gestellt. Neben den Autoren haben sich im Laufe der Jahre zahlreiche Personen an den traditionellen Winterzählungen im Mittelsteirischen Karst beteiligt.

In alphabetischer Reihenfolge waren dies: E. Auer, A. und W. Baar, H. Baumgartner, K. Breitfuss, R. Breitler, P. Cech, E. Cermak, E. und M. Christian, H. Draxler jr., A. Ebner, H. Eicher, K. Engel, M. Feichtgraber, B. Freitag, H. Frey, G. Fuchs, O. Gebhardt, F. Geissler, G. und M. Gordon, H. Grillhofer, E. Hammerl, F. und K. Heinl, N. Herdina, W. Hollender, E. Huberth, G. Illek, W. Jansky, L. Kotterer, A. Krügerl, J. Kurzweil, S. Lederhaas, R. List, E. Mayer, M. Moche, O. Moog, W. Moser, F. Neuherz, H. Nunner, K. Oberbichler, I. Ollinger, E. Oswald, G. Pacher, R. Pavuza, T. Petras Sackl, A. und B. Polacek, W. Pölz, C. und T. Polt, H. und M. Raschko, K. Rathauscher, W.-R. Reinhardt, A. Reiter, F. Ruzicka, C. Schimek, H. und O. M. Schmitz, R. Schreiber, R. Seemann, C. Stoiber, A. Synek, U. Trog, E. Vitmer, W. Wagner, W. Walter, V. Weissensteiner, G. Windisch, G. und R. Winkler, J. und R. Wirth, R. Wolf-Rainer und A. Zöhrer. Ihnen, sowie Frau N. Herdina (Wien) für die Hilfe bei der Klärung einiger methodischer und statistischer Fragen, sei an dieser Stelle in besonderer Weise gedankt.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Anhang

Anhang 1: Verzeichnis der wissenschaftlichen und englischen Namen der im Text erwähnten Fledermausarten.
Scientific and English names of bats mentioned in the text.

Wissenschaftlicher Taxonname	Deutscher Taxonname	Englischer Name
Rhinolophus ferrumequinum Schreber, 1774	Große Hufeisennase	Greater horseshoe bat
Rhinolophus hipposideros (Bechstein, 1800)	Kleine Hufeisennase	Lesser horseshoe bat
Myotis daubentonii (Kuhl, 1817)	Wasserfledermaus	Daubenton's bat
Myotis brandtii (Eversmann, 1845)	Große Bartfledermaus	Brandt's bat
Myotis mystacinus (Kuhl, 1817)	Kleine Bartfledermaus	Whiskered bat
Myotis emarginatus (E. Geoffroy, 1806)	Wimperfledermaus	Geoffroy's bat
Myotis nattereri (Kuhl, 1817)	Fransenfledermaus	Natterer's bat
Myotis bechsteinii (Kuhl, 1817)	Bechsteinfledermaus	Bechstein's bat
Myotis myotis (Borkhausen, 1797)	Großes Mausohr	Greater mouse-eared bat
Myotis oxygnathus Monticelli, 1885	Kleines Mausohr	Lesser mouse-eared bat
Eptesicus serotinus (Schreber, 1774)	Breitflügelfledermaus	Serotine
Eptesicus nilssonii (Keyserling & Blasius, 1839)	Nordfledermaus	Northern bat
Vespertilio murinus Linnaeus, 1758	Zweifarbfledermaus	Parti-coloured bat
Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)	Zwergfledermaus	Common pipistrelle
P. mediterraneus (Cabrera, 1904) oder *P. pygmaeus* (Leach, 1825)	Mückenfledermaus	Soprane pipistrelle (55 kHz pipistrelle)
Pipistrellus nathusii (Keyserling & Blasius, 1839)	Rauhhautfledermaus	Nathusius' pipistrelle
Nyctalus noctula (Schreber, 1774)	Großer Abendsegler	Noctule
Plecotus auritus (Linnaeus, 1758)	Braunes Langohr	Brown long-eared bat
Plecotus austriacus (J. B. Fischer, 1829)	Graues Langohr	Grey long-eared bat
Barbastella barbastellus (Schreber, 1774)	Mopsfledermaus	Barbastelle
Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1819)	Langflügelfledermaus	Schreiber's bat

Anhang 2: Anzahl der Begehungen (n), Länge des kontrollierten Abschnittes in Prozent der Gesamtlänge der Höhle (BAB) und Fehlwerte (Jahre ohne Kontrollen) für alle 1973–2010 untersuchten Winterquartiere.
Number of visits (n), transect length (BAB = percentage of transect length to cave length), and missing data (years) for all underground hibernacula investigated in southeastern Austria, 1973–2010.

Quartier	UG	BAB	n	Fehlwerte (Jahre)
Große Badlhöhle*	GBL*	95%	38	
Kleine Badlhöhle	GBL	100%	36	1975, 1985
Aragonithöhle	GBL	100%	35	1975-76, 1985
Kapellenhöhle	GBL	100%	26	1973-82, 1986, 1991
Hammerbachursprung (Stollen IX)*	GBL*	100%	37	1994
Peggauer-Wand-Höhle I*	GBL*	90%	38	
Peggauer-Wand-Höhle II	GBL	90%	38	
Peggauer-Wand-Höhle III*	GBL*	100%	38	
Peggauer-Wand-Höhle IV-V-VI*	GBL*	100%	38	

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Quartier	UG	BAB	n	Fehlwerte (Jahre)
Rittersaal	GBL	100%	29	1973-74, 1976-79, 1983, 1987, 1993
Lurgrotte Peggau*	GBL*	12%	36	1983-84
Lurgrotte Semriach	GBL	11%	22	1973-77, 1979-87, 1989, 1992
Zigeunerloch	GBL	100%	34	1976, 1978, 1982, 1986
Johanni-Oberbau I	WBL	80%	19	1973-91
Johanni-Oberbau II	WBL	100%	19	1973-91
Klementgrotte*	WBL*	95%	27	1973, 1975-76, 1980-82, 1985, 1987, 1990, 1992
Rablloch*	WBL*	90%	30	1973, 1975, 1980-81, 1985, 1987, 1990
Grasslhöhle*	WBL*	85%	30	1973, 1975, 1980, 1983-85, 1987
Unterer Römerbruch*	RÖM*	100%	22	1973, 1977, 1981-88, 1990-95
Römerbruch (Gr. Muschelkalksteinbruch)*	RÖM*	100%	15	1973-95

Literatur

Abel G. 1960: 24 Jahre Fledermausberingung im Lande Salzburg. – Bonn. zool. Beitr. (Sonderheft) 11: 25–32.

Baar A., Mayer A. & Wirth J. 1986: 150 Jahre Fledermausforschung in der Hermannshöhle. – Ann. Naturhist. Mus. Wien 88/89 B: 223–243.

Bauer K. 1957: Neue Funde der Wimperfledermaus, *Myotis emarginatus* (Geoffroy, 1806). – Säugetierkdl. Mitt. 5: 97–100.

Bauer K. 1960: Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich). – Bonn. zool. Beitr. 11: 141–344.

Bauer K. & Steiner H. 1960: Beringungsergebnisse an der Langflügelfledermaus *(Miniopterus schreibersi)* in Österreich. – Bonn. zool. Beitr. 11 (Sonderheft): 36–53.

Benda P. & Hanák V. 2003: Present status of distribution of the Geoffroy's bat *(Myotis emarginatus)* in Bohemia (Czech Republic). – Vespertilio 7: 71–86.

Benischke R., Schaffler H. & Weissensteiner V. (Hrsg.) 1994: Festschrift Lurgrotte 1894–1994 anlässlich des hundertsten Jahrestages der Einschließung von Höhlenforschern durch Hochwasser und ihrer Errettung. – Graz: Landesverein für Höhlenkunde in der Steiermark.

Bihari Z., Csorba G. & Heltai M. 2007: Magyarország emlöseinek atlasza. – Budapest: Kossuth Kiadó.

Boye P., Dietz M. & Weber M. 1999: Fledermäuse und Fledermausschutz in Deutschland. – Bonn, Bundesamt f. Naturschutz.

Braun M. & Dieterlen F. (Hrsg.) 2003: Die Säugetiere Baden-Württembergs, Bd. 1. – Stuttgart: E. Ulmer.

Burkhard W.-D. 1997: Fledermäuse im Thurgau. – Mitt. thurg. naturf. Ges. 54: 7–166.

Červený J. & Bürger P. 1990: Changes in bat population sizes in the Šumava Mts. (South-West Bohemia). – Folia Zool. 39: 213–226.

Dietz C., von Helversen O. & Nill D. 2007: Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. – Stuttgart: Franckh-Kosmos.

Ebner F. & Gräf W. 1986: 500 Millionen Jahre Steiermark. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum Graz 46: 1–79.

Flügel H. W. 1975: Die Geologie des Grazer Berglandes. Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100.000. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum Graz, Sonderheft.

Frank H. 1963: Ergebnisse der Fledermausberingung im Gebiet der mittleren Schwäbischen Alb. – Jh. Karst- und Höhlenkde. 22: 303–315.

Fuchs G. 1983: Der Karst am Ostufer der Weizklamm. – Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 12(1): 1–56.

Gaisler J. 1971: Zur Ökologie von *Myotis emarginatus* in Mitteleuropa. – Decheniana-Beihefte 18: 71–82.

Gaisler J. 1975: A quantitative study of some populations of bats in Czechoslovakia (Mammalia: Chiroptera). – Acta Sc. Nat. Brno 9: 3–43.

Gaisler J. & Hanák V. 1969: Ergebnisse der zwanzigjährigen Beringung von Fledermäusen (Chiroptera) in der Tschechoslowakei: 1948–1968. – Acta Sc. Nat. Brno 3: 1–33.

Gauckler A. & Kraus M. 1963: Über ein Massenquartier winterschlafender Mausohren *(Myotis myotis)* in einer Höhle in der Frankenalb. – Bonn. zool. Beitr. 14: 187–205.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Głowaciński Z. (Red.) 2001: Polska czerwona księga zwierząt, Kręgowce. – Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
Hanzal V. & Prucha M. 1988: Seasonal dynamics of bat communities at winter shelters of Cesky kras (Central Bohemia) during 1984–1986. – Lynx (Praha) 24: 15–35.
Harbusch C., Engel E. & Pir J. B. 2002: Die Fledermäuse Luxemburgs (Mammalia: Chiroptera). – Ferrantia 33: 1–153.
Harmata W. 1969: The thermopreferendum of some species of bats. – Acta Theriol. 14: 49–62.
Hoehl E. 1960: Beringungsergebnisse in einem Winterquartier der Mopsfledermaus *(Barbastella barbastellus)* in Fulda. – Bonn. zool. Beitr. 11 (Sonderheft): 192–197.
Horáček I. 1975: Notes on the ecology of bats of the genus *Plecotus* Geoffroy, 1818 (Mammalia: Chiroptera). – Vestn. Čs. Spol. Zool. 39: 195–210.
Hůrka L. 1989: Die Säugetierfauna des westlichen Teils der Tschechischen Sozialistischen Republik. Teil II: Die Fledermäuse (Chiroptera). – Fol. mus. rer. nat. Boh. occid. Plzeň 29: 1–61.
IBM® 2010: IBM® SPSS® Statistics 19. – New York.
IUCN 2010: IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4 – www.iucnredlist.org (Zugriff vom 19. 12. 2010).
Jones G., Duvergé P. L. & Ransome R. D. 1995: Conservation biology of an endangered species: field studies of Greater Horseshoe Bats. – Symp. Zool. Soc. London 67: 309–324.
Kepka O. 1960: Die Ergebnisse der Fledermausberingung in der Steiermark vom Jahr 1949 bis 1960. – Bonn. zool. Beitr. 11 (Sonderheft): 54–76.
Kepka O. 1961: Über die Verbreitung einiger Fledermäuse in der Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 91: 58–76.
Kepka O. 1980/81: Fledermäuse der Steiermark. – Myotis 18/19: 168–179.
Kilian W., Müller F. & Starlinger F. 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. – Berichte Forstl. Bundesversuchsanstalt 82.
Kirk G. 1971: Gesetzlicher Fledermausschutz in Europa. – Decheniana-Beihefte 18: 45–50.
Kokurewicz T. 1990: *Myotis emarginatus* in Poland: the past, the present status and the perspectives. – Myotis 28: 73–82.
Kokurewicz T. 1995: Increased population of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii,* Kuhl, 1819) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Poland. – Myotis 32/33: 155–161.
Kokurewicz T. & Kováts N. 1989: Interpopulation differences in the thermopreferendum of the Lesser Horseshoe Bat, *Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800 (Chiroptera: Rhinolophidae) in selected areas of Poland and Hungary. – Myotis 27: 131–138.
Krapp F. (Hrsg.) 2004: Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 4, Fledertiere, Teil 2: Chiroptera II. – Wiebelsheim, Aula-Verlag.
Krapp F., Schober W. & Thiesmeier B. (Hrsg.) 2001: Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 4, Fledertiere, Teil 1: Chiroptera I. – Wiebelsheim, Aula-Verlag.
Kryštufek B. 1984: Novi in redki netopirji (Chiroptera, Mammalia) v favni Slovenije. – Biološki vestnik 32: 45–54.
Kryštufek B. 2007: Bat hibernacula in a cave-rich landscape of the northern Dinaric Karst, Slovenia. – Hystrix It. J. Mamm. (n.s.) 18: 195–204.
Kryštufek B. & Režek Donev N. 2005: The Atlas of Slovenian Bats (Chiroptera). – Scopolia 55: 1–92.
Kulzer E. 2005: Handbuch der Zoologie, Bd. VIII (Mammalia), Teilband 62. Chiroptera, Vol. 3 : Biologie. – Berlin u. New York, Walter de Gruyter.
Kulzer E., Bastian H. V. & Fiedler M. 1987: Fledermäuse in Baden-Württemberg. Ergebnisse einer Kartierung in den Jahren 1980–1986 der Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 50: 1–152.
Lemberk V. 2004: Netopýři (Chiroptera) východních Čech. – Lynx (Praha), n. s., 35: 49–118.
Lieb G. K. 1991: Eine Gebietsgliederung der Steiermark aufgrund naturräumlicher Gegebenheiten. – Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz 20: 1–30.
Maurer W. 1981: Die Pflanzenwelt der Steiermark und angrenzender Gebiete am Alpen-Ostrand. – Graz, Verlag für Sammler.
Meschede A. & Rudolph B.-U. (Hrsg.) 2004: Fledermäuse in Bayern. – Stuttgart, E. Ulmer.
Mrkos H. 1962: Fledermausbeobachtungen in der Hermannshöhle bei Kirchberg am Wechsel/Niederösterreich. – Bonn. zool. Beitr. 13: 274–283.
Polt H. 1995. Die Höhlen am Ostufer der Weizklamm. – Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 24(1–4): 6–167.
Presetnik P., Koselj K. & Zagmajster M. (ured.) 2009: Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije – Atlas Faunae et Florae Sloveniae 2. – Miklavž n. Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
Ransome R. D. 1968: The distribution of the Greater Horseshoe Bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, during hibernation, in relation to environmental factors. – J. Zoology (London) 154: 77–112.
Ransome R. 1990: The Natural History of Hibernating Bats. – London, Christopher Helm.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Ransome R. & Hutson A. 1999: Revised Action Plan for Conservation of the Greater Horseshoe Bat (*Rhinolophus ferrumequinum*) in Europe. – Council of Europe, T-PVS (99)11 rev.

Rebel H. 1933: Die freilebenden Säugetiere Österreichs. – Wien u. Leipzig, Österr. Bundesverlag f. Unterricht,, Wissenschaft u. Kunst.

Řehak Z. & Gaisler J. 2005: Long-term changes in the numbers of bats hibernating in mass hibernacula on the territory of Moravia (Czech Republic). – In: Xth European Bat Research Symposium, p. 61. – Galway, National University of Ireland & The Heritage Council.

Reiter H., Gebhardt O. & Kugelschafter K. 2010: A picture of bat activity at a cave entrance in Austria. – In: Conference Manual, 15th IBRC, Poster Presentations, 1 p. – Prague.

Roer H. 1971: Weitere Ergebnisse und Aufgaben der Fledermausberingung in Europa. – Decheniana-Beihefte 18: 121–144.

Roer H. 1972: Zur Bestandsentwicklung der Kleinen Hufeisennase (Chiroptera, Mammalia) im westlichen Mitteleuropa. – Bonn. zool. Beitr. 23: 325–337.

Roer H. 1985/86: The population density of mouse-eared bat in north-west Europe. – Myotis 23/24: 217–222.

Schober W. 1998: Die Hufeisennasen Europas (Rhinolophidae). – Hohenwarsleben, Neue Brehm-Bücherei 647, Westarp Wissenschaften.

Skiba R. 1987: Bestandsentwicklung und Verhalten von Fledermäusen in einem Stollen des Westharzes. – Myotis 25: 95–104.

Spitzenberger F. 1981: Die Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersii,* Kuhl, 1819) in Österreich. – Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum 10: 139–156.

Spitzenberger F. 1988: Großes und Kleines Mausohr, *Myotis myotis* Borkhausen, 1797, und *Myotis blythi* Tomes, 1857 (Mammalia, Chiroptera) in Österreich. – Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum 42: 1–68.

Spitzenberger F. 1993: Die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus,* Schreber, 1774) in Österreich. Mammalia austriaca 20. – Myotis 31: 111–153.

Spitzenberger F. 1995: Verbreitung und Bestandsentwicklung der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) in Österreich. – Nebra, Tagungsband „Zur Situation der Hufeisennasen in Europa", 26.–28. Mai 1995, p. 135–141.

Spitzenberger F. 2001: List of Proposed Sites of Community Interest for Bat Species of Annex II of the Habitat Directive and of Sites of Community Interest not yet Proposed in the Alpine Region of Austria. – Vienna, Unpubl. Rep., Natural History Museum.

Spitzenberger F. 2002: Die Säugetierfauna Österreichs. – Wien, Grüne Reihe 13, Bundesministerium f. Land- u. Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft.

Spitzenberger F. 2005: Rote Liste der Säugetiere Österreichs. – In: Zulka H. P. (Hrsg.), Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs, p. 45–62. – Wien, Köln u. Weimar, Böhlau Verlag.

Spitzenberger F. & Bauer K. 1987: Die Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus,* Geoffroy, 1806) (Mammalia, Chiroptera) in Österreich. – Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum 40: 41–64.

Spitzenberger F., Weiss E. & Sackl P. 2010: Massive population decline of the Critically Endangered Greater Horseshoe Bat, *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774), in Styria, south-eastern Austria, between the mid-1990s and 2009 (Mammalia, Chiroptera). – Joannea Zool. 11: 5–17.

Stebbings R. E. 1988: The Conservation of European Bats. – London, Christopher Helm.

Stummer G. & Plan L. 2002: Speldok Austria. Handbuch zum Österreichischen Höhlenverzeichnis inklusive bayerischer Alpenraum. – Wien, Speldok 10.

Stutz H.-P. & Haffner M. 1984: Arealverlust und Bestandsrückgang der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800) in der Schweiz. – Jb. naturforsch. Ges. Graubünden 101: 169–178.

Uhrin M., Danko S. & Obuch J. 1995: Distributional patterns of bats in Slovakia. Part II: *Myotis dasycneme* and *Myotis daubentoni*. – Výskum a ochrana cicavcov na Slovensku 2: 71–85.

Uhrin M., Danko S., Obuch J., Horáček I., Pačenovsky P., Jenčák P. & Fulín M. 1996: Distributional patterns of bats (Mammalia: Chiroptera) in Slovakia. Part 1, Horseshoe Bats (Rhinolophidae). – Acta Soc. zool. Bohem 60: 247–279.

Weissensteiner V. 1982: Die Höhlen- und Karsterscheinungen des Schöckelgebietes. – Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 11(1): 23–58.

Zima J., Kovařík M., Gaisler J., Řehák Z. & Zukal J. 1994: Dynamics of the number of bats hibernating in the Moravian Karst in 1983 to 1992. – Folia Zool. 43: 109–119.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: 141

Autor(en)/Author(s): Sackl Peter, Polt Harald, Mayer Anton, Moche Wolfgang, Moitzi Franz, Passauer Uwe, Pliessnig Harald, Weiss Edmund, Spitzenberger Friederike

Artikel/Article: Artendiversität, Bestandsveränderungen und Quartiermerkmale von Fledermäusen (Mammalia, Chiroptera) in Winterquartieren im Grazer Bergland und in der Grazer Bucht (Steiermark, Österreich). 99-141