

Joannea Zool. 2: 37–69 (2000)

Verbreitung und Habitatansprüche der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* (FIEBER, 1844) in der Steiermark, Österreich (Saltatoria, Gryllidae)

Lisbeth ZECHNER, Günter FACHBACH & Reinhold LAZAR

Zusammenfassung: Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden in den Jahren 1996 bis 1998 im Ost- und Weststeirischen Hügelland sowie am Fuße des Steirischen Randgebirges insgesamt 381 Untersuchungsflächen (USF) nach Vorkommen der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* untersucht, wobei die Östliche Grille auf 170 Flächen in 145 Rasterfeldern (1° geogr. Breite \times 1° geogr. Länge) festgestellt werden konnte. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in der Südoststeiermark. Die Östliche Grille besiedelt unterschiedlichste Lebensräume, wie Sand- und Kiesgruben, Steinbrüche, Ruderalflächen, Magerwiesen, Acker- und Waldränder sowie Bahndämme, wobei regelmäßige Nachweise ($> 50\%$ der USF) in Sand- bzw. Kiesgruben und entlang von Bahndämmen erbracht wurden. In der Weststeiermark sowie im Oststeirischen Hügelland nördlich der Linie Graz–Laßnitzhöhe–Gleisdorf und im nordöstlichen Teil zwischen Fürstenfeld und Hartberg stammen sämtliche Nachweise von Bahndämmen, welche offensichtlich auch am Rande des Verbreitungsgebietes günstige mikroklimatische Bedingungen aufweisen. Die kleinsten besiedelten Flächen haben eine Größe zwischen 20 und 30 m². Die Fundorte liegen in Seehöhen zwischen 200 und 475 m NN. Mehr als 50 % der Fundorte weisen eine strahlungsbegünstigte Exposition zwischen S – SW – WSW auf. Die besiedelten Teile der Untersuchungsflächen zeichnen sich durch einen sehr geringen Vegetationsdeckungsgrad mit einem mittleren Deckungsgrad der Krautschicht von 20 % (Median) und einem mittleren Rohbodenanteil von 80 % sowie durch eine lückige, lockere Bodenbeschaffenheit aus. Hinsichtlich der Zeigerwerte der Vegetation ergaben sich v. a. für die Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahl größere Schwankungsbreiten.

Obwohl die Berechnung der Besonnungssummenwerte für den überwiegenden Teil der Fundorte sehr gute bis ausgezeichnete Besonnungsgrade von > 140 kcal/cm² und Jahr erbrachte, welche den Gunstlagen für den Wein- und Obstbau entsprechen, ergaben die Temperaturmessungen an fünf Fundorten, dass die Östliche Grille in der Steiermark Flächen mit sehr unterschiedlichem Temperaturniveau besiedelt. Ein deutlich tieferes Temperaturniveau, welches für die Besiedlung durch *M. frontalis* noch ausreichend ist, vermutlich aber im Grenzbereich liegt, zeigte der nordexponierte Messpunkt in Greith.

Die besiedelten Sand- und Kiesgruben sind v. a. durch die natürliche Sukzession, Rekultivierungsmaßnahmen und Freizeitnutzung gefährdet, sodass die Art trotz ihrer derzeit guten Verbreitungssituation als gefährdet eingestuft werden muss.

Abstract: Distribution and habitat requirements of *Modicogryllus frontalis* (FIEBER, 1844) in Styria, Austria (Orthoptera, Gryllidae). During this study which was carried out between 1996 and 1998 in the hillsides of W and E Styria, 381 sites were studied with regard to a potential existence of *Modicogryllus frontalis*. The cricket was found at 170 sites in 145 grids (1° lat. × 1° long.). The core distribution area is SE Styria.

The Eastern Cricket lives in different types of habitat such as sand and gravel pits, quarries, ruderal areas, once cut meadows, edges of fields and forests, but also along railway embankments. In sand pits, gravel pits and along railway embankments its existence can be termed „regular“ (i. e. > 50 % of studied sites). In the valleys of W Styria, but also in E Styria north of a line Graz–Laßnitzhöhe–Gleisdorf and in the north-eastern part of the hilly region between Fürstenfeld and Hartberg all records are of railway embankments, a fact which indicates very good microclimatic conditions in this type of habitat even in its distribution border area. The smallest populated locations are about 20 to 30 m² in size. The populated sites are situated in altitudes of 200 to 475 m asl. More than 50 % of all sites with populations of *M. frontalis* are S – SW – WSW facing sites with good solar insolation. The populated locations are sparsely covered with vegetation so that on average the herb layers covers 20 % of the ground, while 80 % is immature soil and altogether the soils of the populated sites are not compact and full of gaps. The indicator values of vascular plants show wide variations for soil moisture, soil acidity and the availability of nitrogen.

Although for most habitats the calculation of total insolation shows good or very good conditions of insolation (> 140 kcal/cm² and year), which corresponds to the best condition for growing of wine and fruits, temperature measurements taken at five habitats have shown that in Styria the Eastern Cricket inhabits sites with strongly differing conditions of temperature. Distinctly lower temperatures were registered in the N facing observation point Greith; although these temperatures are obviously high enough for an inhabitation by *M. frontalis* they are probably only just high enough.

Most of the sand and gravel pits are threatened by natural succession, recultivation and human leisure-time activities.

Schlüsselworte: *Modicogryllus frontalis*, Verbreitung, Habitatansprüche, Gefährdung

1. Einleitung

Obwohl die Erforschung der heimischen Heuschreckenarten bereits früh begonnen hat (REDTENBACHER 1900, WERNER 1932 u.a.), ist der Wissensstand über die Verbreitung

vieler Arten nach wie vor gering und besonders die in den letzten Jahrzehnten stattfindenden Areal- und Bestandsveränderungen wurden kaum dokumentiert, sodass man über den Artenschwund im Zuge der Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung nur Vermutungen anstellen kann. Neben Verbreitungs- bzw. Habitatangaben in älteren Werken (z. B. FRANZ 1961, EBNER 1951, 1958, PICHLER 1954) wurden in der Steiermark aber v. a. während der letzten Jahre in zunehmendem Maße Arbeiten zur Heuschreckenfauna mit naturschutzrelevanten Fragestellungen durchgeführt (ADLBAUER 1993, 1994, BRAUN et al. 1995, STRAUSS 1996, ZECHNER 1998a, 1998b, 1999a, SACKL & ZECHNER 1999). Eine Übersicht über neuere Funddaten seltener und gefährdeter Arten bieten ADLBAUER & SACKL 1993. Arbeiten über Veränderungen von Artengemeinschaften während der letzten Jahrzehnte wurden von ADLBAUER 1987 und BACHLER 1999 in der Umgebung von Graz bzw. am Häuselberg bei Leoben durchgeführt. Für einen Großteil der Arten fehlen jedoch ausreichend genaue Angaben über die Verbreitungs- und Bestandsituation in der Steiermark, sodass zur Einschätzung der Gefährdungssituation im Rahmen von naturschutzfachlichen Bewertungen meist die Grundlagen fehlen. Neben der Rote Liste gefährdeter Heuschrecken und Grillen, Ohrwürmer, Schaben und Fangschrecken Österreichs (ADLBAUER & KALTENBACH 1994) wurden mittlerweile für die Bundesländer Tirol (LANDMANN 1993), Niederösterreich (BERG & ZUNA-KRATKY 1997) und Kärnten (DERBUCH & BERG 1999) auch aktuellere Gefährdungslisten erstellt. Umfangreiche Kartierungen als Grundlage zur Bestandseinschätzung und Gefährdung der heimischen Heuschreckenfauna wären auch in der Steiermark dringend notwendig.

Besonders die Östliche Grille *Modicogryllus frontalis* zählt zu den „kleinen Unbekannten“ der heimischen Heuschrecken- und Grillenfauna. Über die Biologie und Habitatansprüche dieser Art ist bisher nur wenig bekannt (DETZEL 1991, 1998). Im Gegensatz zur weit verbreiteten Feldgrille *Gryllus campestris* zählt die in Mittel- und Osteuropa sowie Kleinasien vorkommende Östliche Grille in Österreich und Deutschland zu den seltenen Arten und ist in beiden Ländern stark gefährdet bzw. vom Aussterben bedroht (HARZ 1957, BELLMANN 1993, ADLBAUER & KALTENBACH 1994, DETZEL 1998). Die Art erreicht hier, abgesehen von einem isoliert liegenden Neufund in Frankreich, die Westgrenze ihrer Verbreitung. In Österreich beschränkt sich das Verbreitungsgebiet auf die östlichen und südlichen Landesteile. Aus der Steiermark waren bisher nur wenige und ältere Fundorte südlich von Graz und aus der Oststeiermark bekannt (FRANZ 1961).

Die vorliegende Arbeit zeigt anhand aktueller Untersuchungen die Verbreitung der Art und gibt Informationen über die besiedelten Habitattypen, welche eine Einschätzung der derzeitigen Bestands- und Gefährdungssituation erlauben.

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst mit dem Ost- und Weststeirischen Hügel- bzw. Riedelland den Großteil der außeralpinen Bereiche der Steiermark. Die Höhenlage der

einzelnen Untersuchungsflächen reicht von 200 m NN bei Bad Radkersburg bis 620 m NN am Demmerkogel im Sausal bzw. 980 m am Rande des Grazer Berglandes.

Nach WAKONIGG 1978 weisen das Vorland und der Fuß des Randgebirges einheitliche Witterungszüge mit mittleren Jahrestemperaturen von 9 bzw. 8 °C und Julimittel von 18– ≥19 bzw. 15,5–17,5 °C auf. Entscheidend für den Witterungsverlauf in diesem Gebiet ist die Abgeschildertheit gegenüber den nord- und südalpiner Niederschlagslagen. Die Niederschlagsmenge nimmt von SW nach NE ab und beträgt 800–1300 mm. Die Zahl der Frosttage liegt zwischen < 100 und 140. Die nur nach Osten offene Lage verursacht einen verzögerten Luftmassenaustausch bei allgemein geringer Windwirkung. Das Untersuchungsgebiet umfasst nach WAKONIGG 1978 fünf verschiedene Klimalandchaften: das untere Murtal, die Talböden des Vorlandes, die Terrassenstufe, das Riedelland und den Fuß des Randgebirges. Aufgrund der günstigen klimatischen Voraussetzungen werden die geeigneten Expositionen des Ost- und Weststeirischen Hügellandes auch vorwiegend für den Obst- und Weinbau genutzt, während in den spätfrostgefährdeten Tallagen hauptsächlich Ackerbau betrieben wird.

3. Material und Methode

3.1. Untersuchungsflächen

Die Auswahl der Untersuchungsflächen erfolgte anhand bereits bekannter Fundorte, sodass die Kontrollen zur Erfassung der Verbreitungssituation zu Beginn der Kartierungsarbeiten auf ausgewählten Flächen, d. h. vor allem in Sand- und Kiesgruben sowie auf Magerwiesen, erfolgten. Regelmäßige Vorkommen von Sanden und Kiesen finden sich hauptsächlich in den Bezirken der Süd- und Oststeiermark, in welchen Quartär- und Tertiärablagerungen verbreitet sind. Als weitere potentiell besiedelbare Flächen wurden v. a. Bahndämme sowie zufällig gefundene und als geeignet eingestufte Flächen, wie Hanganrisse, Erdaufschüttungen oder kleinere Sandgruben, kontrolliert. Zur Abschätzung des besiedelbaren Lebensraumspektrums erfolgten ergänzende Kontrollen in diversen Habitattypen wie Wald-, Acker- und Wegränder oder Fettwiesen. Daten über Lockergesteinsvorkommen und Steinbrüche wurden in Form von Kartenmaterial und Lagerstättenblättern (GRÄF 1984) vom Landesmuseum Joanneum, Unterlagen zum Vorkommen von Trocken- und Magerwiesen (Biodigitop) von der Abteilung für Naturschutz, Rechtsabteilung 6, Amt der Steiermärkischen Landesregierung zur Verfügung gestellt.

Die Orts- und Höhenangaben der Untersuchungsflächen beziehen sich auf die Österreichische Karte Maßstab 1:50.000. Die Freilandarbeiten (ohne Temperaturmessungen) erstrecken sich vom 17. April bis 19. Oktober 1996 bzw. von 18. April bis Mitte September 1997.

Von sämtlichen Untersuchungsflächen wurden nach KLEINERT 1992, LANDMANN 1993 u. a. folgende Parameter aufgenommen:

- Habitattyp: Allgemeine Charakterisierung des Habitattyps
- Flächengröße (bis 100 m², 101–1.000 m², 1.001–5.000 m², 5.001–10.000 m², 10.001–50.000 m², > 5 ha).
- Lage im Gelände (Tallage, Unterhang, Hangmitte, Riedellage).
- Exposition, Seehöhe und Hangneigung.
- Rohbodenanteil und der Deckungsgrad der Vegetation (Baum-, Strauch-, Krautschicht) in 5–10 %-Klassen.

Weiters wurde an den Fundorten von *M. frontalis* (Messpunkt d = 1 m) folgende Parameter erhoben:

- Flächenanteil der verschiedenen Korngrößenklassen ($\varnothing < 1$ cm, 1–10 cm, 10–50 cm oder > 50 cm) in 5–10 % Klassen
- Bodenfestigkeit in drei Kategorien (locker, fest und locker/fest)
- Lückigkeit des Bodens in vier Klassen (nicht lückig = ohne Spalten und Risse, wenig lückig = vereinzelte Spalten, Risse bzw. Röhren, lückig = ca. die Hälfte der Fläche mit Hohlräumen, sehr lückig = gesamte Fläche mit Hohlräumen, z. B. Bahndämme, Kiesgruben- und Steinbruchflächen mit kleineren Steinen) unterteilt.
- pH-Wert des Bodens (Messung mit einer Glaselektrode nach Herstellen einer wässrigen Bodensuspension nach MÜHLENBERG 1993)
- Deckungsgrad der Baum-, Strauch-, Krautschicht in 5–10 % Klassen geschätzt
- Pflanzenarten (mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. 1992).

Die Bestimmung der Pflanzen wurde von Herrn Mag. Dr. Detlef Ernet, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum, Graz, Herrn Ost.R. Mag. Helmut Melzer, Zeltweg, und Lisbeth Zechner durchgeführt.

3.2. Erfassung von *Modicogryllus frontalis*

Zur Feststellung von Vorkommen von *M. frontalis* wurden die potentiell besiedelbaren Habitate zwischen April und Oktober 1996–1998 bei geeigneten Witterungsbedingungen, d. h. sonnigem, warmem Wetter, kontrolliert. Dazu wurden die Flächen langsam, linien- oder schleifenförmig durchschritten und Vorkommen der Grillenart v. a. anhand von Sichtbeobachtungen der Larven oder Imagines festgestellt. Besonders bei dichter Vegetation konnten vereinzelte Nachweise auch mit Hilfe des Gesanges erbracht werden.

3.3. Berechnung der Besonnungssummenwerte und Temperaturmessungen

Zur Messung der Besonnungsverluste wurde der Besonnungswert für 82 Untersuchungsflächen in der Ost- und Weststeiermark mit Nachweisen der Östlichen Grille anhand von Hangneigung und Exposition der Flächen nach den Tabellen von KAEMPFFERT & MORGEN 1952 ermittelt und die entsprechenden Besonnungszahlen sowie Abzüge durch Überhöhung in kcal/cm² und Jahr berechnet (LAZAR 1978).

Um im Rahmen der Untersuchung die thermischen Voraussetzungen an den von *M. frontalis* besiedelten Flächen zu beschreiben, wurden in der Oststeiermark an folgenden fünf Messpunkten in unterschiedlicher Lage im Gelände und Exposition zwischen Mai 1996 und Mai 1997 u. a. Messungen der Minimal- und Maximalwerte (Lufttemperatur in 100 cm Höhe, Bodentemperaturen in 1 und 5 cm Tiefe) mittels elektronischer Thermometer mit Maximum/Minimum-Speicherung durchgeführt, wobei der Messfühler zur Messung der Lufttemperatur durch ein weißes, N-S und schräg aufwärts gerichtetes Plastikrohr vor direkter Sonnenbestrahlung geschützt wurde.

- Gaberling bei St. Peter am Ottersbach (Sand/Kiesgrube, Exp. S, Terrassenfußlage, 260 m NN),
- Aug (Magerwiese mit Sandanriss, Exp. S, Hangfuß, 300 m NN),
- Glatzberg (Sand/Kiesanriss, Exp. SW, Riedellage, 390 m NN),
- Greith bei St. Stefan im Rosental (Sand/Kiesgrube, Exp. N, Riedellage, 400 m NN)
- Kirchbach (Sand/Lehmgrube, Exp. W, Unterhang, 340 m NN).

Die Lage der Messpunkte ist in Abb. 1 ersichtlich. Sie liegen maximal 18 km voneinander entfernt, sodass hinsichtlich der Bewölkungs- und Niederschlagsverhältnisse sowie



Abb. 1: Lage der fünf Messpunkte in der SE-Steiermark.

der allochthonen Wind- und Störungseinflüsse im witterungsklimatologischen Sinn nur geringe Differenzen zu erwarten waren. Da lokalklimatische Gegensätze am deutlichsten bei extremem Schönwetter zur Geltung kommen, wurden die Messungen nur während solcher Perioden durchgeführt.

3.4. Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen fanden mit Hilfe der Programme Excel 5.0 bzw. 97 und SPSS Version 8 unter Benützung einschlägiger Literatur (LORENZ 1992, BÜHL & ZÖFEL 1999, FOWLER & COHEN, o. Jahreszahl) statt. Zur Beschreibung der Irrtumswahrscheinlichkeit finden die gängigen Signifikanzniveaus (nicht signifikant, $p < 0,05$ signifikant, $p < 0,01$ sehr signifikant, $p < 0,001$ höchst signifikant) Verwendung. Folgende Abkürzungen finden sich im Text: K = Kelvin, M = Median, n = Stichprobenumfang, p = Irrtumswahrscheinlichkeit, s = Standardabweichung, r_s = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient, \bar{x} = Mittelwert.

4. Ergebnisse

4.1. Verbreitungsgebiet von *Modicogryllus frontalis*

Im Ost- und Weststeirischen Hügelland sowie am Fuße des Steirischen Randgebirges wurden im Rahmen dieser Untersuchung 381 Flächen in 306 geographischen Minutenfeldern kontrolliert. Insgesamt konnte die Östliche Grille auf 170 Flächen in 145 Minutenfeldern festgestellt werden. Auf 211 Flächen in 187 verschiedenen Minutenfeldern wurde hingegen kein Nachweis erbracht (Abb. 2).

Die Fundorte verteilen sich über das gesamte Ost- und Weststeirische Hügelland, wobei die Verbreitungslücken im südlichen Teil des Oststeirischen Hügellandes v. a. auf das Fehlen von geeigneten Habitaten zurückzuführen sind. In der Weststeiermark konnten im Riedelland fast gar keine Nachweise erbracht werden, sodass hier, im Bereich der Windischen Büheln und gegen das Randgebirge hin – bei vergleichsweise geringer Zahl an kontrollierten Flächen – nur wenige Nachweise, und diese fast ausschließlich in den Tälern entlang von Bahndämmen, erbracht wurden. Eine ähnliche Situation zeigte sich in der Oststeiermark nördlich der Linie Graz–Laßnitzhöhe–Gleisdorf sowie im nordöstlichen Teil zwischen Fürstenfeld und Hartberg. Die Verbreitungsgrenzen zeigten sich durch Kartierungen entlang der Bahndämme im Bereich von Krottendorf–Voitsberg, im Murtal nördlich Graz, im Feistritztal bei Anger und auf der Wechselstrecke bei Hartberg.

4.2. Lebensraum

Die Östliche Grille wurde in unterschiedlichsten Lebensräumen vorgefunden. Regelmäßige Nachweise an über 50 % der kontrollierten Flächen konnten in den untersuchten Sand- bzw. Kiesgruben und entlang von Bahndämmen erbracht werden. Mit geringerer Stetigkeit von rund 30 bis 40 % wurden Hanganrisse, Erdaufschüttungen bzw. Ruderalflächen, Mager- und Trockenböschungen bzw. -wiesen besiedelt (Tab. 1).

Auf Äckern, Fettwiesen und in Steinbrüchen war die Nachweisrate mit 10 bis max. 22 % am geringsten, wobei allerdings nur je 9 bis 12 Flächen kontrolliert wurden. Die gezielte Nachsuche auf Äckern erbrachte ausschließlich in der Nähe der von *M. frontalis* besiedelten Sandgruben, z. B. in Takern und Pirkwiesen, Nachweise der Art, wobei im Inneren der Äcker keine Tiere gefunden wurden. Zusätzliche Hinweise auf die häufigere Besiedlung von Ackerrändern ergaben sich auch durch Zufallsbeobachtungen stridulierender Tiere am Rande von Maisäckern nahe den Untersuchungsflächen Rindenkapelle, Aug und Straden.

Die Überprüfung der untersuchten Habitattypen Anriss, Sand/Kiesgrube, Steinbruch, Mager/Trockenwiese, Fettwiese, Acker und Bahndamm bezogen auf die Zahl der Flächen mit bzw. ohne Nachweis ergab mittels Chi-Quadrat-Test einen signifikanten Unterschied in den Häufigkeiten ($\chi^2 = 19,955$, $df = 6$, $p = 0,003$). In Sand-/Kiesgruben und an Bahndämmen waren Nachweise vergleichsweise häufiger. Weitere Lebensraumtypen, wie Sand- bzw. Schotterbänke an Fließgewässern, Waldränder oder

	mit Nachweis	ohne Nachweis	Gesamt
Sand/Kiesgrube	65	60	125
Bahndamm	59	54	113
Anriss	19	36	55
Mager/Trockenwiese	9	16	25
Mager/Trockenböschung	5	11	16
Waldrand	4	1	5
Ruderalfläche	3	5	8
Acker	2	7	9
Steinbruch	2	10	12
Fettwiese	1	9	10
Weide	1	1	2
Ufer	0	1	1
Gesamt	170	211	381

Tab. 1: Untersuchungsflächen mit bzw. ohne Nachweis, getrennt nach Lebensraumtypen.



Abb. 2: Übersichtskarte der kontrollierten Minutenfelder mit negativen Kontrollen bzw. einem oder mehreren Fundorten.

Weiden wurden nur in sehr geringer Zahl untersucht, wobei Funde an mehreren Waldrändern bzw. von einer Weide, die mehrere durch Vertritt entstandene Erosionsflächen aufweist, vorliegen.

4.3. Flächengröße

Der überwiegende Teil (42 %) aller Flächen mit Nachweisen von *M. frontalis* liegt in der Größenklasse 100 -1000 m², wobei die Untersuchungsflächen ohne Nachweis eine ähnliche Verteilung auf die definierten Größenklassen zeigen und sich daher keine signifikanten Unterschiede zwischen Flächen mit bzw. ohne Nachweis ergaben (U-Test, $U = 7211$, $p = 0,1$; $\chi^2 = 9,737$, $df = 5$, $p = 0,083$). Nur die beiden oberen Größenklassen waren verhältnismäßig häufiger besiedelt. Die kleinsten besiedelten Flächen, Sand/Kiesgruben oder Anrisse, weisen eine Größe von 20 bis 30 m² auf. Bahndämme blieben in diesem Fall unberücksichtigt, da eine räumliche Abgrenzung der Untersuchungspunkte naturgemäß nicht möglich war.

4.4. Vertikalverbreitung, Exposition und Lage im Gelände

Alle Nachweise von *M. frontalis* stammen aus Seehöhen zwischen 200 m NN bis maximal 475 m NN (Abb. 3), wobei Flächen bis in eine Seehöhe von 620 m und eine Fläche in 980 m NN aufgesucht wurden. Da auf höher gelegenen Untersuchungsflächen keine Nachweise erbracht werden konnten, zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Flächen mit bzw. ohne Nachweis (U-Test, $U = 16075$, $p = 0,017$). Rund 80 % aller Nachweise liegen in einer Seehöhe zwischen 250 m und 400 m NN.

Rund 50 % ($n = 59$) aller Flächen mit Vorkommen der Östlichen Grille weisen eine Exposition zwischen S – SW – WSW auf (Abb. 3), wobei kein signifikanter Unterschied zwischen den Expositionen von Flächen mit bzw. ohne Nachweis erkennbar ist (U-Test, $U = 16246$, $p = 0,843$), da rund 45 % aller Untersuchungsflächen in diesem Bereich liegen.

Die Mehrzahl aller Nachweise von *M. frontalis* – rund 40 % – stammen aus dem Talbereich. Die restlichen Flächen verteilen sich fast gleichmäßig auf die drei anderen unterschiedenen Kategorien Hangfuß, -mitte bzw. -rücken. Ähnlich wie bei den Größenklassen, zeigen auch hier die Flächen mit bzw. ohne Nachweise eine ähnliche Verteilung auf die einzelnen Kategorien (U-Test $U = 16075$, $p = 0,071$, $\chi^2 = 5,032$, $df = 3$, $p = 0,0169$). Der hohe Anteil von Nachweisen im Talbereich kommt durch die große

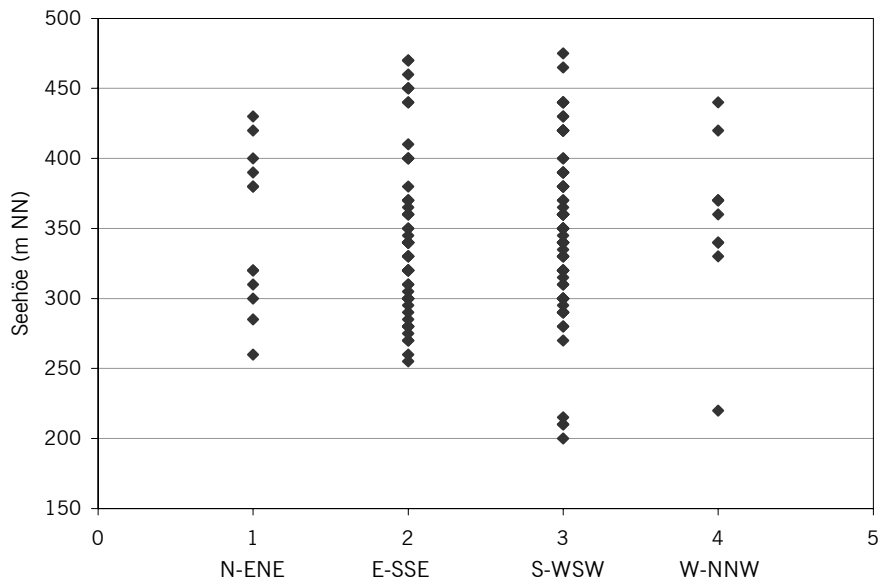


Abb. 3: Seehöhe und Exposition der Flächen mit Nachweisen von *M. frontalis* ($n = 162$, z.T. sich überlagernd).

Anzahl von Fundorten entlang von Bahndämmen zustande. Die einzelnen Habitattypen nehmen je nach Lage recht unterschiedliche Anteile ein, sodass sich für die am häufigsten untersuchten Lebensraumtypen Sand/Kiesgrube, Anriss, Mager/Trockenwiese bzw. -böschung und Bahndamm signifikante Unterschiede in der Verteilung zeigen ($\chi^2 = 141,5$, $df = 9$, $p < 0,001$). Sand- und Kiesgruben nehmen v. a. in den Hangbereichen einen großen Anteil ein, in Tallagen aber einen vergleichsweise kleinen. In ähnlicher Weise stammt ein Großteil der Funde auf Anrissflächen und Mager/Trockenwiesen bzw. -böschungen naturgemäß aus Hanglagen, während diese Habitattypen im Talbereich fast zur Gänze fehlen.

4.5. Neigung der Fundorte

Rund 70 % der kleinräumig untersuchten Fundorte weisen eine Hangneigung von 20 bis 35° auf, wobei fast ein Viertel aller Flächen eine Neigung von 30° hat. Nicht oder leicht geneigte Fundorte mit einer Neigung $\leq 10^\circ$ sowie stärker geneigte Flächen (40–50°) sind mit einem Anteil von rund 12 bzw. 10 % vorhanden

4.6. Vegetationsdeckungsgrad

Der Deckungsgrad der Baum- wie auch der Strauchschicht ist auf sämtlichen Untersuchungsflächen sehr niedrig ($M = 0\%$), wobei der maximale Deckungsgrad der Baumschicht bei Flächen ohne Nachweis 70 % – gegenüber 40 % bei Flächen mit Nachweis – beträgt, im Mittel (Median) jedoch keine Unterschiede zu erkennen sind (U-Test $U = 15466$, $p = 0,637$). Ähnliches gilt für die Strauchschicht mit 80 resp. 40 % (U-Test $U = 15132$, $p = 0,42$). Negativflächen zeigen aber einen im Mittel signifikant höheren Deckungsgrad der Krautschicht (35 gegenüber 20 % bei Flächen mit Nachweis) (U-Test $U = 12891$, $p = 0,002$) bzw. einen geringeren Deckungsgrad des Rohbodens (50 gegenüber 75 %, U-Test $U = 12036$, $p < 0,001$) auf.

Vor allem die kleinräumig untersuchten Fundorte ($d = 1\text{ m}$) weisen einen sehr geringen Deckungsgrad der Strauch- und Baumschicht auf. Großteils überwiegen vegetationsarme Flächen mit einem hohen Rohbodenanteil ($M = 80\%$) und einem sehr geringen Deckungsgrad der Krautschicht ($M = 20\%$).

4.7. Zeigerwerte und pH-Wert

Die festgestellten mittleren Lichtzahlen aller Flächen decken einen relativ breiten Bereich zwischen Halbschattenpflanzen (Zeigerwert ZW 5) und Lichtpflanzen (ZW 8) ab (Tab. 2). Die erhaltenen Temperaturzahlen liegen zwischen den Mäßigwärmezeigern (ZW 5) und den Wärmezeigern (ZW 7), welcher einem planaren bis collinen Vorkom-

men der Pflanzen im westlichen Mitteleuropa entspricht, und die mittleren Kontinentalitätszahlen umfassen Werte zwischen 3 (ozeanisch-subozeanische Verbreitung bzw. in großen Teilen Mitteleuropas vorkommend) und 5 (intermediäre, d. h. schwach subozeanisch bis schwach subkontinentaler Verbreitung).

	L	T	K	F	R	N
n	72	67	67	71	62	71
\bar{x}	7,0	5,8	3,9	4,6	6,7	5,1
s	0,4	0,3	0,4	0,6	0,6	1,2
Min	5,6	5,3	3,0	3,4	5,2	3,0
Max	7,6	6,4	4,8	6,0	7,7	7,6

Tab. 2: Mittlere Zeigerwerte (\bar{x}) mit Standardabweichung (s) sowie niedrigster (Min) und höchster (Max) Wert für die Lichtzahl L, Temperaturzahl T, Kontinentalitätszahl K, Feuchtezahl F, Reaktionszahl R und Stickstoffzahl N der Fundorte der Östlichen Grille, wobei mehrere Fundorte pro USF zusammengefasst wurden. n = Anzahl der Flächen.

Die Fundorte decken hinsichtlich der festgestellten mittleren Feuchtezahlen ein breites Spektrum ab, das von Trockniszeigern (ZW 3) bis zu Frische-Feuchtezeigern (ZW 6) reicht. Der Mittelwert von 4,6 liegt im Bereich der Frischezeiger, die ihr Hauptvorkommen auf mittelfeuchten Böden haben. Die festgestellten Reaktionszahlen liegen zwischen den Mäßigsäurezeigern (ZW 5), Schwachsäure- bis Schwachbasenzeigern (ZW 7) und Pflanzen, die meist auf Kalk hinweisen (ZW 8). Die während der Sommermonate gemessenen pH-Werte liegen im Bereich zwischen mäßig sauer (pH-Wert 5,3) bis stark alkalisch (pH-Wert 9,1) und korrelieren sehr signifikant mit den ermittelten Zeigerwerten ($r_s = 0,4^{**}$; $n = 55$). Die Stickstoffzahlen der Fundorte weisen auf ein besonders breites Spektrum der Mineralstoffversorgung der Flächen hin, das von stickstoffarmen Standorten (ZW 3) bis zu ausgesprochenen Stickstoffzeigern (ZW 8) reicht. Der Mittelwert (5,1) liegt im Übergangsbereich der mäßig stickstoffreichen Standorte.

4.8. Bodenverhältnisse

Die untersuchten Standorte befinden sich im tertiärem Riedelland des südöstlichen Alpenvorlandes, wo grundsätzlich Lockersedimentbraunerdeböden vorherrschen. Im C-Horizont treffen wir häufig auf Sande, Tone und Mergel, mitunter auch Schotter. In Abhängigkeit von diesen Substratbedingungen streuen die Bodenentwicklungen relativ stark zwischen leichten sandigen Böden und schweren schluffig-lehmigen Böden, die zumeist leicht bis mäßig verglejt sind. In Abschnitten mit hohem Wasserangebot gibt es auch Gleye, auf älteren Terrassen auch ausgeprägte Pseudogleye. Die Östliche Grille

bevorzugt bei weitem die leichten Lockersedimentböden und meidet die Gleye. Entsprechend der Mehrzahl der untersuchten bzw. besiedelten Habitattypen, wie Kiesgruben und Bahndämme, herrschen auf einem Großteil der Untersuchungsflächen (rund 45 %) Bodenarten mit hohem Kiesanteil, d. h. einer Kornfraktion > 2 mm, vor. Relativ häufig treten weiters Sand (Kornfraktion $2-0,063$ mm) bzw. Sand-Kies-Gemische auf (16 bzw. 21 %). Gemische aus verschiedenen Bodenarten mit höherem Humusanteil oder Steinen wurden dagegen auf den Fundorten in geringer Anzahl festgestellt. Insgesamt ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Bodenarten der Flächen mit bzw. ohne Nachweis mit signifikant geringerer Zahl von Funden auf Flächen mit höherem Humusanteil ($\chi^2 = 28,6$, $df = 7$, $p < 0,001$).

Auf den untersuchten Fundorten wurden zum überwiegenden Teil, d. h. mit einem mittleren Deckungsgrad von 77 % ($M = 100$), Kornfraktionen $\varnothing < 1$ cm festgestellt. Kleinere Steine $\varnothing 1-10$ cm nehmen dagegen einen weitaus geringeren relativen Anteil von 18 % ($M = 0$) ein. Größere Steine ($\varnothing 10-50$ cm) sowie Blöcke ($\varnothing > 50$ cm) fehlen fast zur Gänze und sind naturgemäß hauptsächlich in Steinbrüchen zu finden. Nach den vorliegenden Ergebnissen, werden insbesondere Flächen mit lockeren, lückig bis sehr lückigen Substraten bevorzugt besiedelt (67 % aller Flächen mit Nachweis), wobei die Erfassungsmethode nur grobe Rückschlüsse zulässt.

4.9. Besonnungs- und Temperaturverhältnisse an den Fundorten

4.9.1. Besonnung

Vier der insgesamt 82 Flächen mit Nachweisen von *M. frontalis*, für welche die Besonnungssummenwerte errechnet wurden, weisen einen sehr schlechten und drei Flächen einen schlechten Besonnungsgrad von ≤ 70 bzw. > 70 bis ≤ 90 kcal/cm² und Jahr auf. Rund ein Viertel der Flächen erreicht sehr mäßige bis mäßige Besonnungswerte von > 90 bis ≤ 120 kcal/cm² und Jahr. Ausreichende bis gute Besonnungsgrade von > 120 bis ≤ 140 kcal/Jahr weisen 9 Flächen auf, während der Großteil der Flächen (55 %) sehr gute bis ausgezeichnete Besonnungsgrade von > 140 kcal/Jahr erreicht, welche den Gunstlagen für die landwirtschaftliche Nutzung mit Weinkulturen und Obstbau entsprechen. Dabei handelt es sich bei den Werten unter 120 kcal/cm² um Hanglagen im Sektorbereich NW bis NE, bei solchen über 120 kcal/cm² um Expositionen im Sektor SW bis SE.

4.9.2. Lufttemperaturen

Die gemessenen Lufttemperaturminima spiegeln großteils bekannte Gesetzmäßigkeiten bzw. allgemeine Unterschiede zwischen Tal- und Riedellagen wider (Abb. 4). In Tallagen ist die Kaltluftgefährdung am größten und die tiefsten Minima wurden daher in

Gaberling im Ottersbachtal mit $-20,4\text{ °C}$ im Dezember bzw. $8,7\text{ °C}$ im Mai gemessen. Dagegen wurden in Greith, trotz N-Exposition häufig die vergleichsweise höchsten Minimalwerte erreicht (Dezember $-16,0\text{ °C}$, Mai $12,9\text{ °C}$), da es in Hanglagen nicht zur Bildung von Kaltluftseen kommt. Zusätzlich verhindert die windoffene Lage bzw. gute Durchlüftung dieses Standortes eine extreme Abkühlung während der Nachtstunden.

Bezüglich der maximalen Lufttemperaturen zeigte sich kein genereller Unterschied zwischen den Tal- und Riedellagen. Wichtige Parameter, welche die Temperaturverhältnisse und den Grad der Überwärmung beeinflussen, sind hingegen v. a. die Exposition und Neigung sowie die Windoffenheit der Flächen. Die maximalen Lufttemperaturen wurden während der Messperiode in den Monaten Mai bis August mit 30 °C (Greith), 32 °C (Gaberling) bzw. mit rund 33 °C in Aug, Glatzberg und Kirchberg erreicht. Die vergleichsweise niedrigsten Maximalwerte stammen vom Dezember 1996 mit $0,5\text{ °C}$ in Gaberling, $-1,2$ bis $-1,7\text{ °C}$ in Aug, Glatzberg und Kirchbach bzw. $-5,5\text{ °C}$ in Greith. In Gaberling wurden mit Ausnahme der Monate März, Juli und August die höchsten Maximaltemperaturen erreicht, wobei die starke Erwärmung durch die S-Exposition und die windgeschützte Lage der leicht konkaven Sandgrube zustande kommt. Der Messpunkt Gaberling weist daher die größten aperiodischen Tagesschwankungen der Lufttemperatur auf. Am ebenfalls S-exponierten Messpunkt Aug wurden hingegen größtenteils niedrigere Werte gemessen, da die windoffene Lage eine Überwärmung verhin-

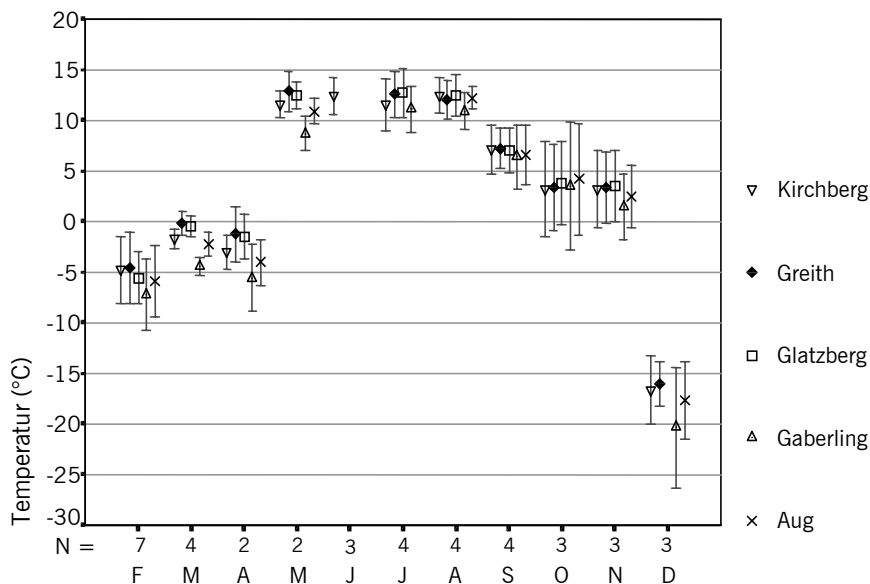


Abb. 4: Minimaltemperaturen (Luft 100 cm) aller Messpunkte (Mittelwerte und Standardabweichung).

dert. Durch den schlechten Besonnungsgrad wurden besonders auf der N-exponierten Fläche in Greith deutlich geringere Maximalwerte festgestellt.

Im Vergleich zu den Messwerten der amtlichen Stationen Bad Gleichenberg in Terrassenlage und Messendorfberg ergaben sich für die Messpunkte großteils tiefere Temperaturminima mit einer Differenz bis max. 4 K, wobei die errechneten Mittelwerte je Monat jeweils hoch signifikant miteinander korrelieren. Dagegen wurden mit Ausnahme des N-exponierten Messpunktes Greith überall höhere Temperaturmaxima gemessen (Differenz bis max. 7,9 K). In Greith erreichten die Temperaturen ausschließlich im Juli und August um 3,7 bzw. 4,2 K höhere Werte als in der Vergleichsstation Messendorfberg.

4.9.3. Bodentemperaturminima und -maxima während des Sommerhalbjahres

Während der Monate Mai, Juli und August erreichten die Temperaturminima in 1 cm Tiefe an allen Messpunkten großteils Werte um 15 °C. Nur in Gaberling wurde im Mai ein niedrigeres Minimum von 14 °C festgestellt und am Messpunkt Glatzberg, welcher durch einen hohen Vegetationsdeckungsgrad und die SW-exponierte Riedellage wärmebegünstigt ist, wurden im Juli und August mit 16,6 und 17 °C höhere Temperaturminima erreicht (Abb. 5). Am N-exponierten Messpunkt Greith zeigen sich keine deutlich niedrigeren Werte. Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Messpunkten bei den Minimalwerten weitaus geringer als bei den Maximaltemperaturen. Die Messergebnisse der Bodentemperaturminima in 5 cm Tiefe ergaben ähnliche Ergebnisse, wobei es jedoch zu einer Dämpfung der Werte kommt. Insgesamt nehmen die starken täglichen Temperaturschwankungen mit zunehmender Bodentiefe rasch ab (GEIGER et al. 1995).

Die Maximalwerte der Bodentemperatur in 1 cm Tiefe blieben in Greith durch den geringen Besonnungsgrad mit 35,2 bzw. 29,5 °C im Mai bzw. August am niedrigsten, wobei sich während der Sommermonate durch die kurzfristige Besonnung in den Vormittagsstunden der geringste Unterschied zu den anderen Messpunkten ergab. Während die Messungen in Aug Werte von 39,6 bzw. 33,9 °C ergaben, wurde das höchste Maximum in 1 cm Tiefe mit 49,9 °C am SW-exponierten Messpunkt Glatzberg im Mai gemessen (Abb. 6). Deutlich höhere Werte wurden in Glatzberg auch während der Einzelmessungen für diesen Monat erzielt und sind vermutlich durch rutschendes Erdmaterial zustande gekommen. Generell finden sich die höchsten mittleren Bodentemperaturen bei sonst gleichen Verhältnissen an den der Nachmittagssonne ausgesetzten SW-Hängen, während die absoluten Höchstwerte an S-Expositionen, bedingt durch die besonderen Verhältnisse extrem strahlungsreicher und warmer Tage, die die Auswirkung der direkten Sonneneinstrahlung begünstigen, gemessen werden (LAZAR & PACHATZ 1994). Die deutliche thermische Bevorzugung der SW-Lage wird durch das volle Ausmaß der Erwärmung wirksam. Während in SE-Lagen ein bedeutender Teil der Strahlungsenergie

während der Vormittagsstunden zum Trocken der Vegetationsdecke bzw. Bodenoberfläche benötigt wird, steht diese am Nachmittag fast ausschließlich zur Erwärmung des Bodens und der bodennahen Luftschicht zur Verfügung. In Glatzberg bedingen jedoch v. a. auch der vergleichsweise hohe Vegetationsdeckungsgrad (40–80 %) und die windoffene Lage die Verringerung der Maximalwerte. Die höchsten Maxima in 1 cm Tiefe stammen daher größtenteils vom S-exponierten und windgeschützten Messpunkt Gaberling (z. B. Mai 43,2 °C, August 36 °C), während in Aug – mit Ausnahme des Julis (42,3 °C) – durch die windoffene Lage tiefere Werte gemessen wurden.

Die festgestellten Minima und Maxima während der Monate Mai, Juli und August mit einer Spannweite zwischen rund 14–17 °C und 30–43(49) °C in 1 cm Tiefe bzw. zwischen 15–18 °C und 26–39 °C in 5 cm Tiefe liegen damit offensichtlich in einem Temperaturbereich, welcher für die Eientwicklung von *M. frontalis* ausreichend ist.

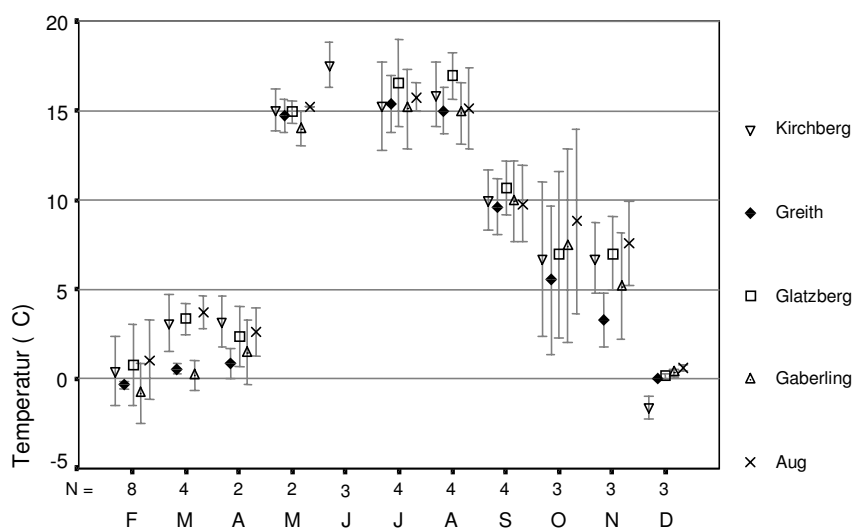


Abb. 5: Minimale Bodentemperaturen in 1 cm Tiefe, Mittelwerte und Standardabweichung aller Messpunkte.

4.9.4. Bodentemperaturminima und -maxima während des Winterhalbjahres

Bei geschlossener Schneedecke zeigten sich im Dezember 1996 zwischen den einzelnen Messpunkten bei den Minimaltemperaturen, mit Ausnahme von Kirchbach, nur sehr geringfügige Unterschiede (0–0,6 °C in 1 cm Tiefe; 0,1–1 °C in 5 cm Tiefe) (Abb. 5). Die niedrigen Werte in Kirchbach sind vermutlich ein Artefakt, da die Thermometer

durch abbröckelndes Material freigelegt wurden. Infolge unterschiedlicher Schneeverhältnisse kamen jedoch im Februar 1997 etwas größere Unterschiede zwischen den Messwerten zustande. In Gaberling wurden in 1 bzw. 5 cm Tiefe bei fehlender Schneebedeckung $-0,8$ bzw. $0,5$ °C, in Greith bei geschlossener Schneedecke hingegen $-0,3$ bzw. $-0,1$ °C festgestellt, während die anderen Messpunkte bei lückiger oder fehlender Schneedecke Pluswerte von $0,5$ bis $1,1$ °C in 1 cm Tiefe und von $1,4$ bis $1,9$ °C in 5 cm Tiefe erreichten.

Im Dezember wurden bei großteils geschlossener Schneedecke für alle Messpunkte Maximalwerte zwischen $0,4$ und 4 °C in 1 cm Tiefe bzw. zwischen $0,8$ und $2,4$ °C in 5 cm Tiefe gemessen (Abb. 6). Die Schneebedeckung bewirkt eine Angleichung der Temperaturen, sodass bei den Maxima in diesem Monat die geringsten Unterschiede zwischen den einzelnen Messpunkten auftraten. Sie lassen bei Schneebedeckung auf ausgeglichene und ähnliche Temperaturbedingungen während der Diapause der Grillen schließen, da sich die Bodenoberfläche und die Luft, bedingt durch die hohe Albedo von Schnee (bis zu 75–98 %), langsamer erwärmen. Unterhalb von Schneeresten bleibt auch nach mehreren warmen Tagen eine Kältezone erhalten. Im Februar wurden in Greith in 1 cm Tiefe bei geschlossener Schneedecke nur $0,2$ °C erreicht, während in Gaberling bei schneefreien Verhältnissen bereits $17,1$ °C gemessen wurden.

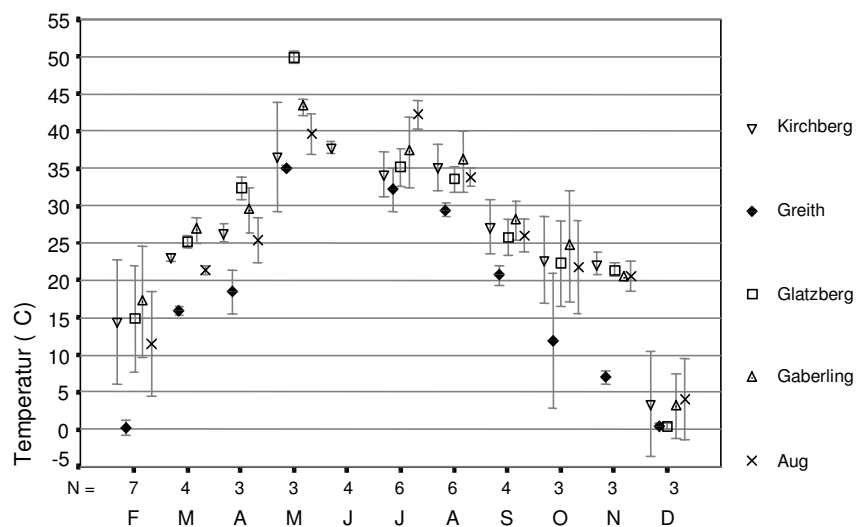


Abb. 6: Maximale Bodentemperaturen in 1 cm Tiefe, Mittelwerte und Standardabweichung aller Messpunkte.

4.10. Gefährdung der Flächen

Für einen Großteil der besiedelten Flächen bzw. aller Untersuchungsflächen besteht keine unmittelbare Gefährdungssituation. Zu den kurz- bis mittelfristig bedeutsamen Hauptgefährdungsursachen zählen Verbuschung (rund 25 % der besiedelten Flächen) Verkrautung (rund 15 %) sowie Düngereintrag, d. h. Eutrophierung der Flächen (rund 20 %).

Der Grad der Gefährdung hängt vom Habitattyp ab. Für nicht aufgelassene Bahnstrecken besteht keine unmittelbare Gefährdung, während Anrisse und Sand/Kiesgruben durch die fortschreitende Sukzession nach der Nutzungsaufgabe oder durch Rekultivierungsmaßnahmen, z. B. Aufforstung, maßgeblich betroffen sind. Für kleinflächige Anrisse und Mager/Trockenwiesen bzw. -böschungen spielt besonders der Dünger- bzw. Pestizideintrag von umliegenden, landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen eine größere Rolle.

Ähnliche Ergebnisse erbrachte auch die Analyse von 190 „Negativflächen“, welche nach einer Kontrolle vor Ort für eine Besiedlung durch *M. frontalis* nicht mehr in Frage kommen. Während die 172 Sand/Kiesgruben durch natürliche Sukzession (32 bis 47 %) oder Rekultivierung (28 bis 31 %) als Lebensraum verloren gegangen sind, ist der Großteil der 14 Mager- bzw. Trockenrasen durch Intensivierung, d. h. Umwandlung in Fettwiese, Acker, Obstplantage usw., zerstört worden.

5. Diskussion

5.1. Verbreitung

Als kaspisches Faunenelement ist *M. frontalis* von Mittel- und Südrussland über Westasien und Anatolien, Südost- und Osteuropa, d. h. Rumänien, Bulgarien, Serbien, Bosnien-Herzegowina, Kroatien, Slowenien, Ungarn, Ostösterreich, der Slowakei, Tschechien sowie Polen, bis nach Deutschland und Frankreich verbreitet (REDTENBACHER 1900, RAMME 1951, US 1967, 1971, 1992, HARZ 1957, 1969, DETZEL 1998, AELLEN & THORENS 1997, HELLER et al. 1998, KOCÁREK et al. 1999). Möglicherweise kommt die Art auch in Nordgriechenland vor (DETZEL 1998), obwohl sie von INGRISCH & PAVICEVIC 1985 für Nordost-Griechenland nicht angegeben wird.

In Deutschland ist diese Grillenart von wenigen, mittlerweile als erloschen geltenden Fundorten, bei Regensburg in Bayern, bei Tübingen und Kirchheim in Württemberg sowie vom Kaiserstuhl und aus Hecklingen in Südbaden, bekannt. Aktuelle Funde stammen aus Kali- bzw. Kiesgruben bei Buggingen (Südbaden) sowie aus den Weinbergen bei Dörzbach im Jagsttal in Nordwürttemberg (BRANDT 1997, BUCHWEITZ & TRAUTNER 1997, DETZEL 1998). Mit dem Erstnachweis der Art für Frankreich gelang Anfang der 90er-Jahre ein überraschender Fund, denn aus der Schweiz und aus Italien sind bisher

keine Vorkommen bekannt (THORENS & NADIG 1997, HELLER et al. 1998). Der hiermit westlichste und sehr isoliert gelegene Fundort liegt in der Provence im Departement Var (ALLEN & THORENS 1997). In Ungarn ist die Art mit Funden einzelner Tiere aus der Ebene und den niedrigeren Hügelländern in verschiedenen Landesteilen, z. B. den Bükk Mountain in N-Ungarn, aus Bátorliget in NE-Ungarn, der Hortobágy in E-Ungarn und der Umgebung von Budapest, bekannt (NAGY 1983, 1990, 1997, NAGY & RÁCZ 1996) bekannt. Obwohl die Östliche Grille in Slowenien vermutlich weiter verbreitet sein dürfte, gibt es z. Z. nur einen publizierten, historischen Fund bei Šmarni gori (Us 1971, 1992). Aktuelle Nachweise gelangen im September 1999 in Sandgruben bei Pertoca und Martinje (L. Zechner, unveröff. Beob.).

Von FIEBER 1853 wurde *M. frontalis*, neben Böhmen und Russland, auch bereits für Österreich angegeben. Die Vorkommen in Österreich beschränken sich allerdings auf die östlichen und südöstlichen Tieflagen des Landes vom Weinviertel bis ins Südburgenland und in die Südoststeiermark. Weiters sind einige Funde aus dem Drautal in Kärnten, z. B. der Annabrücke bei der Vellachmündung, aus Maria Rain, Villach und Spittal/Drau, bekannt (EBNER 1951, 1958, FRANZ 1961, HÖLZEL 1955). In Niederösterreich liegen aktuell nur einige Nachweise aus vier Material-Abbaubereichen im Weinviertel und Marchfeld, der Nachweis eines größeren Vorkommens im Tullnerfeld sowie ein Einzelfund im Weinviertel vor (BERG & ZUNA-KRATKY 1997). Ältere Funde aus dem Burgenland stammen vom Neusiedlersee-Gebiet in Kittsee und Zurndorf (WERNER 1932, EBNER 1958, SAUERZOPF 1959). Von den Zitzmannsdorfer Wiesen und dem angrenzenden Seedamm fehlen allerdings aktuelle Beobachtungen (KARNER et al. 1992). Im Südburgenland konnte *M. frontalis* in den letzten Jahren v. a. im Hügelland zwischen Jennersdorf und Grieselstein bzw. zwischen dem Raab- und Lafnitztal aufgefunden werden (B. Braun, E. Lederer, pers. Mitt.).

Aus der Steiermark lagen bis vor kurzem nur ältere und vereinzelte Funde aus dem Kaiserwald bei Unterpremstätten, aus Bad Gleichenberg, der Umgebung des Schlosses Kapfenstein, aus St. Kind, Kroisbach und Söchau bei Fürstenfeld sowie aus Schildbach bei Hartberg und aus Safenau vor (FRANZ 1961). Im Rahmen orthopterologisch-faunistischer Untersuchungen konnte die Art in den 90er-Jahren am Bahndamm in Kraubath in der Weststeiermark, in den Murauen bei Gosdorf sowie am Rudorfskogel bei Bad Gleichenberg, weiters auf den trockenen Wiesen am Flugfeld Graz-Thalerhof und im Sulmtal auf der aufgelassenen Bahnstrecke festgestellt werden (K. Adlbauer, G. Derbuch, E. Jantscher, pers. Mitt.).

Die vorliegende Untersuchung erbrachte durch eine gezielte Kartierung dieser Art weitere 170 Nachweise für die Steiermark, die sich v. a. auf das Oststeirische Hügelland, das Murtal und die Tallagen in der Weststeiermark verteilen. Demnach liegt der Verbreitungsschwerpunkt von *M. frontalis*, ohne Berücksichtigung der Vorkommen entlang von Bahnlinien, in der Oststeiermark ungefähr im Bereich, der durch die Verbindung der Orte Kirchbach–Markt Hartmannsdorf–Loipersdorf–Straden eingegrenzt werden kann. Nachweise aus den Riedellagen des Weststeirischen Hügellandes fehlen zur Gänze. Aus diesem Bereich liegen nur Funde in Tallagen entlang der Bahndämme zwi-

schen Graz und Deutschlandsberg bzw. in Kraubath i. d. Weststeiermark (Flascherzug) sowie im Sulmtal vor. Nachweise abseits von Bahndämmen fehlen auch im Oststeirischen Hügelland nördlich der Linie Graz–Laßnitzhöhe–Gleisdorf sowie im nordöstlichen Teil zwischen Fürstenfeld und Hartberg. Eine weitere Verbreitungslücke besteht im oststeirischen Grabenland.

Zwei Ursachen werden für diese Verbreitungslücken bzw. fehlenden Nachweise in Betracht gezogen. Einerseits könnte der Mangel an geeigneten Lebensräumen, wie Sand- und Kiesgruben, v. a. in der Weststeiermark eine Ursache für das Fehlen der Art im Hügelland sein. Die Lockergesteinsvorkommen im Bezirk Deutschlandsberg stehen größtenteils außer Nutzung, sodass potentiell besiedelbare Flächen rekultiviert bzw. durch die fortgeschrittene Sukzession vermutlich verbuscht sind. Im Bezirk Voitsberg ist die Zahl der Lockergesteinsvorkommen insgesamt niedrig (GRÄF 1984). In beiden Bezirken konnten daher nur wenige geeignete Flächen für eine Kontrolle gefunden werden. Andererseits könnten die unterschiedlichen klimatischen Voraussetzungen in einzelnen Teilen des Steirischen Hügellandes eine weitere Ursache für das lückenhafte Auftreten in der Weststeiermark sein (vgl. Kap. 5.6).

5.2. Besiedelte Lebensräume

Die meist recht allgemein gehaltenen Lebensraumbeschreibungen verschiedener Autoren werden durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigt bzw. können detaillierter aufgeschlüsselt werden. Es zeigte sich, dass *M. frontalis* im oststeirischen Hügelland unterschiedlichste Lebensräume, v. a. aber vegetationsarme und lückige Flächen wie Sand- und Kiesgruben oder Bahndämme unabhängig von der Lage im Gelände, der Exposition und der Größe regelmäßig besiedelt, während die Art auf Flächen mit dichter Vegetation, wie Fettwiesen, nur selten gefunden wurde. Das regelmäßige Vorkommen entlang von Bahndämmen war bisher unbekannt.

Bereits FIEBER 1853 schildert die Östliche Grille als Bewohner steiniger grasiger Hügel in Böhmen, Österreich und Russland. Nach BRUNNER VON WATTENWYL 1882 und REDTENBACHER 1900 lebt die Art auf steinigem, aber mit niedrigem Gebüsch bewachsenem Boden, sowie in faulen Baumstümpfen, während sie nach PUNGUR 1891 verbuschte Lichtungen und manchmal auch Felder bewohnt, wo sie horizontale Gänge gräbt. Von FRANZ 1931 wird das Vorkommen von *M. frontalis* im Burgenland auf Trockenwiesen der Parndorfer Platte beschrieben und auch von EBNER 1951 wird die Art als Bewohner trockener Wiesen bezeichnet. ROLLER 1936 beschreibt das Vorkommen der Östlichen Grille auf offenen, teils grasbestandenen Lössabhängen am Bisamberg. Nach HARZ 1957 zählt *M. frontalis* zu den xerophilen Arten und kommt auf Steppenheiden, pontischen Hügeln, Weinbergen, Steinhaufen und auch auf sandig-lehmigen Böden, gemeinsam mit *Gryllus campestris*, vor. FRANZ 1961 bezeichnet sie als xerotherme Art, die trockene Wiesen und Äcker bewohnt, Wälder meidet, aber auch in der Kultursteppe vorkommt.

Nach NAGY 1983 ist *M. frontalis* ein xerophiler Bodenbewohner, aber kein eigent-

licher Besiedler von Steppenbiotopen in der Hortobágy-Puszta. Im Bükk Gebirge, wo *M. frontalis* vereinzelt in den Randgebieten gefunden wurde, zählen natürliche (Steppen-) Trockenrasen in Hanglage zu den wenig bevorzugten Habitaten der Art (NAGY & RÁCZ 1996). Gelegentlich kommt sie auch in Karstbuschwäldern bzw. Kahlschlägen mit Steppenrasen vor.

Für Baden-Württemberg wird die Östliche Grille in DETZEL 1998 als Bewohner von Weinbergen und Kiesgruben genannt. In Niederösterreich fanden sich die Tiere im Tullnerfeld in lückiger Ruderalflur inmitten eines ausgedehnten Schotterabbaugebietes und im Weinviertel in einer durch Lössabhänge reich gegliederten Acker/Weingartenlandschaft. Im Burgenland liegen Funde aus Trockenrasen, Hutweiderelikten, sandigen Abbauf Flächen sowie von Waldrändern mit lückiger Vegetationsbedeckung vor (BERG & ZUNA-KRATKY 1997). Ähnlich wie in der Steiermark wurde die Östliche Grille im Südburgenland während umfangreicher, mehrjähriger orthopterologischer Kartierungen in den unterschiedlichsten Habitaten (n = 35) gefunden (B. Braun, E. Lederer, pers. Mitt.): Sandgrube (7), mehrschürige Magerwiese (5), Waldrand (6), Kahlschlag/Lichtung (3), Weg- bzw. Straßenböschung/-rand (3), Feldweg (2), Acker (Mais [3], Getreide [1]), Ackerrain (2), Brache (2) und unbewirtschaftete Streuobstwiese (1).

5.3. Flächengröße

Über die Größe bzw. Mindestgröße von besiedelten Lebensräumen liegen nur wenige Informationen vor. Die gesamte Abraumhalde der Kaligrube bei Buggingen in Baden-Württemberg ist etwa 1–2 ha groß, während die aktuell besiedelten Hangbereiche in der Nähe der Kaligrube nur wenige Ar groß sind (DETZEL 1998). In der Steiermark findet sich der überwiegende Teil (42 %) aller Funde auf 100–1000 m² großen Flächen. Da allerdings sämtliche Untersuchungsflächen eine ähnliche Verteilung auf die definierten Größenklassen zeigen, ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Flächen mit bzw. ohne Nachweis. Verhältnismäßig häufiger waren ausschließlich die beiden obersten Klassen 1–5 ha und > 5 ha besiedelt. Da, ähnlich wie in Baden-Württemberg – meist nur Teilbereiche der Sand- und Kiesgruben besiedelt werden, finden sich besiedelbare Flächen in größeren Gruben durch das meist vorhandene Mosaik unterschiedlichster Sukzessionsstadien vermutlich leichter. Die kleinsten besiedelten Flächen, Sand/Kiesgruben oder Anrisse, haben eine Flächengröße von nur 20 bis 30 m². Nach DETZEL 1998 weisen die bei *M. frontalis* auftretenden Abundanzschwankungen allerdings auf ein großes Minimalareal hin. Eine Zusammenfassung über die in der Literatur vorhandenen Angaben zu Mindestflächengröße verschiedener Heuschreckenarten findet sich in WALLASCHKEK 1996, wobei *M. frontalis* nicht Erwähnung findet. Demnach können auch viele andere Arten bereits in Flächen < 100 m² vorkommen. Die Untergrenze für das Vorkommen der meisten Arten liegt im Bereich von wenigen Quadratmetern (1–10 m²), wobei es über die Dauerhaftigkeit der Besiedlung solcher Flächen keine Angaben gibt.

5.4. Vertikalverbreitung und Exposition

Ebenso liegen zur Höhenverbreitung der Östlichen Grille nur wenige Angaben vor. In der Steiermark wurde die Art im Rahmen der vorliegenden Untersuchung bis in eine Seehöhe von maximal 475 m NN gefunden, wobei der Großteil der Nachweise aus Höhen zwischen > 250 und 400 m NN stammt. In Baden-Württemberg zeigt *M. frontalis* eine ähnliche Höhenverbreitung wie in der Steiermark. Die wenigen, dort bekannten Vorkommen liegen in Höhen von 204 m, 280–300 m und ca. 470 m NN (DETZEL 1998).

Aus Kärnten gibt es einen historischen Fund ohne Höhenangabe bei Spittal/Drau (EBNER 1951, FRANZ 1961, HÖLZEL 1955), wobei der Ort in einer Höhe von 560 m liegt und demnach der höchstgelegene Fund in Österreich wäre. Auch in Südosteuropa fehlt die Art nach DETZEL 1998 in den höchsten Lagen. Die Nachweise in Rumänien stammen beispielsweise aus Höhen bis 800 m NN. Im Bükk Gebirge (Ungarn) kommt die Östliche Grille nach NAGY & RÁCZ 1996 in der Höhenzone zwischen 200 und 500 m vor.

In der Steiermark weisen die in über 500 m Seehöhe gelegenen Flächen, z. B. am Fuße des Randgebirges, mit geringeren mittleren Juli- und Jahrestemperaturen, einer deutlich geringeren Zahl an Sommertagen (Tage mit Temperaturmaxima ≥ 25 °C) und einer relativ langen Dauer der Schneedecke vermutlich zu ungünstige klimatische Bedingungen auf. Da sich die mittleren Jännertemperaturen am Fuß des Randgebirges von jenen der besiedelten, tiefer liegenden Gebietsteilen nicht unterscheiden, dürften vor allem die Temperaturverhältnisse während der Frühjahrs-, Sommer- und Herbstmonate von Bedeutung sein.

Ein Großteil der steirischen Fundorte weist mit Expositionen zwischen S – SW – WSW und einer leichten Hangneigung von 20 bis 35° eine wärmebegünstigte Situation auf. Auch in Baden-Württemberg wird *M. frontalis* als wärmeliebende Art beschrieben, da sich die Vorkommen auf überwiegend S-exponierte Böschungen in Weinbergslagen, stark geneigte, südexponierte Rebflächen sowie auf besonnte Bereiche innerhalb von Abbaustätten beschränken. Im Süden Polens ist die Art ausschließlich an xerothermen Stellen, gemeinsam mit anderen wärmeliebenden Arten *Ephippiger ephippiger*, *Gampsocleis glabra* und *Stenobothrus nigromaculatus* nachgewiesen (DETZEL 1998).

5.5. Besonnung und Temperaturbedingungen

Die Verbreitung von Tieren hängt nicht nur von den makroklimatischen Verhältnissen, sondern auch von den mikroklimatischen Bedingungen ab. Tiefstwerte der Temperatur können besonders für frostempfindliche Arten im Früh- und Spätsommer von Bedeutung sein (BROCKSIEPER 1978). Tierarten, die sich nahe ihrer klimatisch bedingten Verbreitungsgrenze befinden, reagieren demnach neben den extrem stenothermen und stenohygen Formen am empfindlichsten auf Mikroklimaunterschiede (Lebensfaktor nahe der Minimumgrenze). Die klimatisch begünstigten Punkte einer Landschaft sind daher die Aufenthaltsorte der wärmeliebendsten Arten der Fauna (FRANZ 1931). Die Östliche Gril-

le gilt allgemein als wärmeliebend und stößt in der Steiermark auf die Westgrenze ihrer Verbreitung, sodass davon ausgegangen werden kann, dass v. a. wärmebegünstigte Flächen besiedelt werden.

Die errechneten Besonnungssummenwerte der Fundorte zeigen allerdings eine große Spannweite. Obwohl ein Großteil der von *M. frontalis* besiedelten Flächen (55 %) sehr gute bis ausgezeichnete Besonnungsverhältnisse mit errechneten Besonnungssummenwerten von $> 140 \text{ kcal/cm}^2$ und Jahr aufweist, welche den Gunstlagen für Wein- und Obstbau entsprechen, sind auch einige wenige besiedelte Flächen bekannt, die einen (sehr) schlechten Besonnungsgrad von $< 80 \text{ kcal/cm}^2$ und Jahr aufweisen. Diese finden sich jedoch im mittleren oder oberen Hangbereich, wo es in den Nachtstunden zu keiner extremen Abkühlung kommt, da die Kaltluft abfließen kann, und somit starke aperiodische Tagesschwankungen der Temperatur ausbleiben (z. B. Messpunkt Greith).

Die extremen Werte mit größeren aperiodischen Tagesschwankungen der Temperatur an den fünf Messpunkten verglichen mit den Werten der amtlichen Messstationen ergaben sich aus folgenden Gründen: Neben Unterschieden in der Exposition und Seehöhe spielen die Messanordnung mit verschiedener Messhöhe (1 m Höhe am Messpunkt gegenüber 2 m bei der amtlichen Messstation), die geringere Abschirmung der Messgeräte gegen die Strahlung und der geringere Vegetationsdeckungsgrad an den Messpunkten eine Rolle. Wie hoch der Einfluss der einzelnen Faktoren ist, kann allerdings nicht beurteilt werden.

Bedingt durch die sehr unterschiedlichen Oberflächenbedingungen zeigen Böden extreme Unterschiede im Mikroklima. Die Temperatur der Bodenoberfläche reagiert auf Witterungsänderungen rascher als die Lufttemperatur, wodurch die jährlichen Temperaturschwankungen in der Luft „gemäßiger“ sind als an der Bodenoberfläche. Bei Bodentypen, die eine gute Leitfähigkeit aufweisen, z. B. Fels und nasser Sand, reichen die Tages- und Jahresschwankungen der Temperatur tiefer in den Boden hinein verglichen mit Böden, die eine schlechte Leitfähigkeit haben, wie etwa trockener Sand. Gleichzeitig sind die Maxima eines Bodens mit hoher Wärmekapazität niedriger und die täglichen Temperaturminima höher. Solche Böden halten mehr Strahlungsenergie zurück, die Durchschnittstemperaturen sind höher und die Tagesschwankungen der Temperatur reichen tiefer in den Boden hinein als in Böden mit schlechter Leitfähigkeit (GEIGER et al. 1995).

An den fünf ausgewählten Messpunkten spielen, neben Unterschieden in der Substratbeschaffenheit (unterschiedlicher Sand-, Kies- bzw. Lehmenteil), aber v. a. die Lage und Exposition eine entscheidende Rolle, während der Vegetationsdeckungsgrad – mit Ausnahme von Glatzberg – überall ähnlich gering ist. Nach den vorliegenden Temperaturmessungen besiedelt die Östliche Grille in der Steiermark Flächen mit einem sehr unterschiedlichen Temperaturniveau und dürfte daher auch am Rande ihres Verbreitungsgebietes weit weniger stenotherm (stenotop) sein als bisher angenommen wurde. Große Temperaturschwankungen scheinen für die Art kein Problem zu sein, da in den Tallagen, z. B. am Messpunkt Gaberling, große aperiodische Tagesschwankungen der Lufttemperatur auftreten. Noch extremere Temperaturunterschiede zeigen sich mögli-

cherweise in den besiedelten Kiesgruben im Murtal, z. B. Leibnitzer Feld, da diese Nassbaggerungen die tiefsten Punkte im Gelände sind und es dadurch während der Nacht zur Entstehung von Kaltluftseen, tagsüber bei windgeschützter Lage aber zur Überwärmung der Flächen kommt. Durch den großteils geringen Vegetationsdeckungsgrad der besiedelten Flächen erwärmt sich die Bodenoberfläche je nach Wärmeleitfähigkeit des Bodentyps sehr stark, während es nachts in Abhängigkeit von der Wärmekapazität zu einer deutlichen Abkühlung kommt. Geringere Schwankungsbreiten durch geringere Abkühlung während der Nacht sind in Hang- und Riedellagen zu erwarten. Zu einer Abschwächung der Temperaturextreme kommt es auch bei der Zunahme des Vegetationsdeckungsgrades.

Ein vergleichsweise tiefes Temperaturniveau mit einer geringen Schwankungsbreite zeigt der N-exponierte Messpunkt Greith und weicht dadurch deutlich von den anderen Messpunkten ab. Während die Lufttemperaturminima im Jahresverlauf und die Bodentemperaturminima während der Sommermonate und im Winterhalbjahr bei geschlossener Schneedecke nicht wesentlich tiefer sind als an den anderen vier Messpunkten, sind die Maximaltemperaturen durch den geringen Besonnungsgrad und die längere Dauer der Schneedecke deutlich tiefer. Die Temperatursummen reichen aber offensichtlich für eine dauerhafte Besiedlung dieser Flächen durch *M. frontalis* aus. Möglicherweise kommt es jedoch unter diesen thermischen Bedingungen zu Unterschieden bzw. Verschiebungen im Entwicklungszyklus (evtl. von einjährigem zu zweijährigem Entwicklungszyklus, ZECHNER 1999b).

Die Mehrzahl der Fundorte kann jedoch durch die Habitateigenschaften (hoher Rohbodenanteil, geringer Vegetationsdeckungsgrad), den hohen Besonnungsgrad und die Lage im Gelände als wärmebegünstigt eingestuft werden. Ein Großteil der besiedelten Habitattypen, Sand- und Kiesgruben, Anrissflächen, Steinbrüche und Bahndämme, zeichnet sich allerdings durch extreme Temperaturbedingungen mit großer Amplitude aus, welche kleinräumig durch unterschiedliche Exposition, Vegetationsdeckungsgrad oder durch verschiedene Feuchtigkeitsverhältnisse stark variieren können und in einer Bodentiefe von wenigen Zentimetern bereits deutlich abnehmen (KAUSCH & HEIL 1965, SUOMINEN 1969, JENTSCH 1993, GILCHER & BRUNS 1999).

5.6. Verbreitung der Östlichen Grille und lokale Klimaunterschiede

Verbreitungslücken bzw. fehlende Nachweise im Weststeirischen Hügelland und den nordöstlichen Teilen des Oststeirischen Hügellandes ergeben sich wahrscheinlich durch das Fehlen geeigneter Lebensräume (vgl. 5.1). Vermutlich spielen aber auch klimatische Unterschiede eine Rolle. Der Großteil der Vorkommen abseits von Bahndämmen beschränkt sich auf die klimatisch begünstigte Gebiete der Oststeiermark, die eine mittlere Temperatur im Juli von 19 °C bzw. eine mittlere Jahrestemperatur von 9 °C aufweisen (WAKONIGG 1978). Die ebenfalls thermisch begünstigten Bereiche im Weststeirischen Hügelland und in den südlichen Teilen des Grabenlandes in der Oststeiermark weisen

dagegen höhere Niederschlagsmengen auf. Durch die höheren Niederschlagsmengen sowie die höhere Zahl der Tage mit Schnee- bzw. Winterdecke ergeben sich möglicherweise ungünstigere Bedingungen. Hingegen herrschen entlang der Bahndämme offensichtlich sehr günstige Voraussetzungen für die Östliche Grille, welche vermutlich durch die hohe Erwärmung bei Besonnung, das rasche Abtrocknen nach Niederschlägen sowie die kurze Dauer der Schneedecke bedingt werden. Ausschließlich entlang der Bahndämme reichen die Vorkommen von *M. frontalis* über die 19 °C-Juli-Isotherme hinaus nach SW, W, N und NE, beispielsweise in der Weststeiermark bis nach Wies und Krottendorf-Gaisfeld bzw. in der Oststeiermark beinahe bis nach Anger sowie bis nach St. Johann in der Haide.

5.7. Zusammenfassung aller berücksichtigten Parameter

Im Rahmen der Untersuchung wurden verschiedene Lebensraumtypen nach Vorkommen der Östlichen Grille untersucht, wobei in Sand- und Kiesgruben und entlang von Bahndämmen Nachweise häufiger gelangen. Da die Auswahl der Flächen nicht zufallsmäßig, sondern gezielt erfolgte, zeigen die einzelnen Untersuchungsflächen große Ähnlichkeit bezüglich der berücksichtigten Parameter Exposition, Lage im Gelände oder Größe, sodass nicht auszuschließen ist, dass die Art auch auf weiteren Untersuchungs-

Parameter	Signifikanzniveau
Habitattyp	$p < 0,01$
Flächengröße	nicht signifikant
Lage im Gelände	nicht signifikant
Seehöhe	$p < 0,05$
Exposition	nicht signifikant
Neigung	nur Fundorte untersucht
DG Baumschicht	nicht signifikant
DG Strauchschicht	nicht signifikant
DG Krautschicht	$p < 0,01$
DG Rohboden	$p < 0,001$
Vegetation – Zeigerwerte	nur Fundorte untersucht
Bodenart	$p < 0,001$
Kornfraktion	nur Fundorte untersucht
Bodenfestigkeit	nicht signifikant
Bodenlückigkeit	$p < 0,01$

Tab. 3: Zusammenfassung der untersuchten Parameter mit Signifikanzniveau bei Überprüfung zwischen Flächen mit und ohne Nachweis der Östlichen Grille. DG = Deckungsgrad in %.

flächen vorkommt (Tab. 3). Besonders kleine Vorkommen dieser Grillenart sind leicht zu übersehen und durch ihren unregelmäßigen Gesang ist *M. frontalis* auch akustisch nur schwer nachweisbar. Auch kann die Populationsgröße nur schwer bestimmt werden. Fang-Wiederfang-Versuche deuten aber auf große Populationschwankungen hin (ZECHNER 1999b). Eine gesicherte Aussage über die Abwesenheit auf Flächen ist nicht möglich, da bei fehlendem Nachweis trotz mehrmaliger Kontrollen das Vorhandensein der Tiere nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

Für die Besiedlung von Flächen durch *M. frontalis* dürfte neben einer ausreichenden Besonnung und damit verbundenen thermischen Begünstigung v. a. auch das Vorhandensein eines Lückensystems und der geringe Vegetationsdeckungsgrad entscheidend sein. Hierin zeigte sich, wie in der Höhenverteilung, ein signifikanter Unterschied zwischen Flächen mit bzw. ohne Nachweis von *M. frontalis* in der Steiermark (Tab. 3). Nachweise gelangen v. a. auf Flächen mit sandigem oder kiesigem Substrat, während Funde auf Flächen mit höherem Feinerdeanteil signifikant seltener gelangen. Eine Bevorzugung des Lückensystems wurde auch entlang der Bahndämme festgestellt. Stridulierende Tiere konnten ausschließlich im Schotterkörper oder im oberen, unmittelbar anschließenden Bereich der Dämme festgestellt werden. Beobachtungen aus Dammbereichen mit dichter Vegetation und Humusaufgabe fehlen hingegen. Auch die aus Baden-Württemberg bekannten historischen und aktuellen Fundorte sind durch ein vorhandenes Lückensystem, das durch Kies oder Felsschutt gebildet wird, gekennzeichnet (vgl. DETZEL 1998). In der Oberrheinebene wurde die Östliche Grille nach BRANDT 1997 in feinerdearmem, nur gering bewachsenem, lockerem Kies mit einem Deckungsgrad der Krautschicht von < 5 % mit Ruderalvegetation gefunden. Alle Vorkommen wurden im Bereich ESE- bis SE-exponierter, meist zirkusförmig konkaver Halden festgestellt. In Nordwürttemberg werden vegetationsarme bis -freie, stark hanggeneigte, voll besonnte und bewirtschaftete Rebflächen mit senkrecht verlaufenden Rebzeilen auf Kalkscherbenböden besiedelt. Neben der vollen Besonnung der Flächen ist für eine Besiedlung mit großer Wahrscheinlichkeit das Vorhandensein eines ausgeprägten Lückensystems zwischen den Kalksteinen entscheidend. Durch regelmäßige, zweimal jährlich stattfindende Herbizidbehandlung der Rebflächen bleiben vegetationsarme Flächen über längere Zeiträume bestehen (BUCHWEITZ & TRAUTNER 1997). Ähnliches gilt für in Betrieb stehende Bahnanlagen und -dämme in der Steiermark, die durch meist einmal pro Jahr stattfindenden Herbizideinsatz offen gehalten werden, während aufgelassene Dämme durch zunehmende Verbuschung im Laufe der Zeit als Lebensraum für die Östliche Grille ungeeignet werden. So konnte die Art im Rahmen der spinnenkundlichen Untersuchung entlang des 1967 aufgelassenen Bahndammes im Sulmtal (JANTSCHER 1997) nur noch an einer, der offensten Stelle mit Resten des Schotterkörpers und der Schwellen gefunden werden (E. Jantscher, pers. Mitt.).

5.8. Gefährdungsfaktoren

Gefährdungsfaktoren für Abbaustellen ergeben sich v. a. durch die Änderungen der Abbaumethoden. Kleine Abbauwerkzeuge bewirkten die Entstehung kleinräumiger, differenzierter Strukturen, während die heutigen Maschinen und Werkzeuge großdimensionierte, homogene Strukturen erzeugen (GILCHER & BRUNS 1999). Probleme ergeben sich v. a. auch durch die unterschiedlichen Nutzungsansprüche bzw. Interessen der Besitzer, der Öffentlichkeit sowie verschiedener gesellschaftlicher Gruppen und Verbände. Hauptgefährdungsursachen nach Auflassung sind die Rekultivierung für wirtschaftliche Zwecke (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei) sowie die Freizeitnutzung, die Rekultivierung nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten (Bepflanzung und Aufforstung), das Einwehen bzw. -schwemmen von Dünger aus intensiv genutztem Umland, die Zerstörung durch Auffüllung oder die Beeinträchtigung durch Müllablagerung (WARTNER 1983, BLAB 1993). Eine ausführliche Abhandlung über Konflikte zwischen verschiedenen Folge-nutzungsansprüchen geben GILCHER & BRUNS 1999.

Die in der Steiermark untersuchten Anrisse und Sand/Kiesgruben sind maßgeblich durch die fortschreitende Sukzession nach Nutzungsaufgabe und in geringerem Ausmaß durch Aufforstung (Rekultivierung) betroffen. Ein Großteil der 172 nicht mehr besiedelbaren Sand/Kiesgruben („Negativflächen“) ist durch natürliche Sukzession (mind. 47 %) oder Rekultivierung (mind. 31 %) als potentieller Lebensraum für die Östliche Grille verloren gegangen. Auch in Baden-Württemberg sind die fortschreitende Vegetations-sukzession in der Kiesgrube bei Buggingen und die Aufgabe der Bewirtschaftung bzw. Nutzungsänderung bei Dörzbach (Kiesgrube) die primären Gefährdungsfaktoren für die Östliche Grille. Ein Mindestmaß an Dynamik zur Offenhaltung des Bodens ist daher notwendig (DETZEL 1998).

Der Düngereintrag von umliegenden Flächen in Sand- und Kiesgruben dürfte insgesamt nicht zu unterschätzen sein, während die Müllablagerung bzw. Ablagerung von Holz und/oder anderen Materialien eine geringere Bedeutung hat und kaum als Gefährdungsursache gelten können. V. a. kleinflächige Anrisse sowie Mager- und Trockenwiesen bzw. -böschungen sind im Untersuchungsgebiet durch den Dünger- und Pestizid-eintrag der umliegenden, landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen beeinträchtigt.

Besonders bei großflächigen Nassbaggerungen, wie sie im Murtal z. B. bei Bad Radkersburg, im Leibnitzer und Grazer Feld vorhanden sind, spielt auch die Freizeitnutzung (Badeteiche, Fischerei) eine wesentliche Rolle. Intensive Erholungsnutzung und der Schutz von Tierarten schließen einander meist aus, da es zu erheblichen Störungen kommt (PLACHTER 1991, GILCHER & BRUNS 1999). Auch im Unteren Enns- und Steyrtal zeigt sich, dass Schottergruben wertvolle Ersatzlebensräume darstellen, wobei die Folge-nutzung (Mülldeponie, Parkplatz, Aufforstung etc.) negative Auswirkungen mit sich bringt (BRADER & ESSL 1994).

Trotz der derzeit guten Verbreitungssituation ist die Art v. a. durch die Auflassung kleinerer Sand- und Kiesentnahmestellen sowie die derzeit übliche Folgenutzung größerer Abbaugelände mit dem damit verbundenen Rückgang von besiedelbaren Flächen

gefährdet. Die zahlenmäßige Abnahme kleiner Entnahmestellen lässt sich mangels vorhandener Statistiken nicht nachvollziehen. Bahndämme dürften daher zum Erhalt der Populationen und als lineare Ausbreitungsstrukturen eine zunehmend wichtigere Rolle für die Östliche Grille spielen.

5.9. Schutz- und Pflegemaßnahmen

Speziell bei der Planung neuer Abbaugebiete müssen die Gesichtspunkte des Naturschutzes hinsichtlich der Standortwahl, Flächengröße, des Abbaubetriebes und der Folgenutzung Berücksichtigung finden (PLACHTER 1983, 1991, BLAB 1993). Umfangreiche Vorschläge für die Anlage, den Abbau und die Renaturierung von Abbaugebieten finden sich in PLACHTER 1983 und GILCHER & BRUNS 1999.

Die fortschreitende Verbuschung von stillgelegten Bahndämmen ist oft nur mit sehr großem Arbeits- und Kostenaufwand hintanzuhalten. Größere Aufmerksamkeit sollte daher vonseiten des Naturschutzes auch den in Betrieb stehenden Eisenbahnlinien gewidmet werden, um optimale Voraussetzungen für Arten zu schaffen, die auf vegetationsarme und wärmebegünstigte Flächen angewiesen sind. Wünschenswert wäre vor allem der Erhalt bzw. die Förderung einer kargen, xerophilen Ruderalvegetation, die für viele gefährdete Heuschreckenarten günstige Raumstrukturen bietet (DETZEL 1991). Sie sollte durch Entbuschung und Ausmähen bei gleichzeitigem Abtransport des Gehölzmaterials und Mähguts erhalten bleiben (DETZEL 1998). Als mögliche Maßnahme sollte auch kleinflächiges, kontrolliertes Brennen in Erwägung gezogen werden (vgl. GOLDAMMER et al. 1997, HANDKE 1997, WEGENER 1997). Dadurch ließe sich möglicherweise der Herbizideinsatz verringern. Daneben ist in intensiv genutzten Gebieten die Schaffung ausreichend breiter Pufferzonen wünschenswert, um so das Lebensraumpotential am Bahndamm zu vergrößern und negative Einflüsse aus der Umgebung (Pestizideinsatz, Düngereintrag etc.) zu reduzieren. Weiters ist an eine Unterschutzstellung besonders wertvoller Abschnitte zu denken, da sie als Verbundelemente für den Arten- und Biotopschutz eine große Rolle spielen (DETZEL 1998).

Für die Sicherung der Bestände von *M. frontalis* lassen sich folgende Schutz- und Pflegemaßnahmen nennen:

1. Schutz besiedelter Flächen (Sand- und Kiesgruben, Steinbrüche, Bahndämme etc.) sowie von potentiellen Lebensräumen in der Umgebung der Vorkommen durch Unterbindung der Vegetationssukzession (Offenhalten durch gezielte Abgrabungen oder kleine Entnahmestellen usw.)
2. Gezielter Erhalt bzw. Rücksichtnahme auf Besiedlungsflächen während des Lockergesteinsabbaus

3. Schaffung von gesetzlichen Grundlagen für die Erstellung von Rekultivierungsplänen für aufgelassene Sand- und Kiesgruben bzw. Steinbrüchen und für die Erstellung von Pflegeplänen für aufgelassene Bahnstrecken unter Berücksichtigung der Habitatansprüche von *M. frontalis* sowie weiterer (stark) gefährdeter Heuschreckenarten (*Oecanthus pellucens*, *Melanogryllus desertus*, *Sphingonotus caeruleus*, *Caliptamus italicus*) und anderer Tiergruppen (Vögel, Amphibien, Reptilien, Laufkäfer, Schmetterlinge, Wildbienen, Spinnen).

Dank

Lisbeth Zechner: Besonders herzlich möchte ich den Betreuern meiner Doktorarbeit, Herrn Univ.-Prof. Dr. Günter Fachbach und Herrn Univ.-Prof. Dr. Reinhold Lazar, danken, aber auch allen anderen Personen, die zum Entstehen der Arbeit beigetragen haben, insbesondere Dr. Karl Adlbauer, DI Rudolf Aschauer, Hans-Martin Berg, Mag. Birgit Braun, Georg Derbuch, Mag. Dr. Detlef Ernet, Dr. Ingomar Fritz, Mag. Elke Jantscher, Dr. Andrea Krapf, Emanuel Lederer, Mag. Franz Luttenberger, OSt.R. Mag. Helmut Melzer, Dr. Peter Sackl und Mag. Klaus Zorn-Pauly sowie meinen Eltern Peter und Juliane Zechner. Die Arbeit wurde durch ein Förderstipendium der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Graz finanziell unterstützt.

Literatur

- ADLBAUER K. 1987. Untersuchungen zum Rückgang der Heuschreckenfauna im Raum Graz (Insecta, Saltatoria). – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 117: 111–165.
- ADLBAUER K. 1993. Ökologisch-entomologische Untersuchung an den Mur-Staustufen der STEWEAG südlich von Graz. – Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum, 47: 67–85.
- ADLBAUER K. 1995. Der Reliktstandort am Steinbruch Klausen bei Bad Gleichenberg – ein neues Naturschutzgebiet. – Landesmus. Joanneum Graz, Jber., N.F., 24: 45–63.
- ADLBAUER K. & KALTENBACH A. 1994. Rote Liste gefährdeter Heuschrecken und Grillen, Ohrwürmer, Schaben und Fangschrecken (Saltatoria, Dermaptera, Blattodea, Mantodea). In: GEPP J. (Hrsg.). Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. – Grüne Reihe BM Umwelt, Jugend u. Fam., 2: 83–92.
- ADLBAUER K. & SACKL P. 1993. Zum Vorkommen und zur Verbreitung seltener Heuschrecken und Grillen in der Steiermark (Insecta, Saltatoria). – Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum, 47: 55–66.
- AELLEN V. & THORENS P. 1997. *Modicogryllus frontalis* (FIEBER, 1844), un nouveau Grillon pour la faune française découvert dans le Var (Orthoptera, Gryllidae). – L'Entomologiste, 53(6): 241–246.
- BACHLER E. 1999. Ökofaunistische Studien an Orthopteren des Leobner Häuselberges (Steiermark). – Diplomarbeit, Naturwiss. Fakultät, Univ. Graz, 79 pp.
- BELLMANN H. 1993. Heuschrecken beobachten – bestimmen. – Naturbuch Verlag, Augsburg, 349 pp.
- BERG H.-M. & ZUNA-KRÁTKÝ T. 1997. Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs – Heuschrecken und Fangschrecken (Insecta: Saltatoria, Mantodea), 1. Fassung 1995. – NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Wien, 112 pp.

- BLAB J. 1993. Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Ein Leitfaden zum praktischen Schutz der Lebensräume. – Kilda, Bonn-Bad Godesberg, 479 pp.
- BRADER M. & ESSL F. 1994. Beiträge zur Tier- und Pflanzenwelt der Schottergruben an der Unteren Enns. – Beitr. Naturkde. Oberösterreichs, 2: 3–63.
- BRANDT D. 1997. Einige Beobachtungen zu Vorkommen, Ökologie und Biologie der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* (FIEBER, 1844) in Kiesgruben der Südlichen Oberrheinebene. – *Articulata*, 12(2): 211–218.
- BRAUN B., LEDERER E., SACKL P. & ZECHNER L. 1995. Verbreitung, Phänologie und Habitatansprüche der Großen Schiefkopfschrecke, *Ruspolia nitidula* SCOPOLI, 1786, in der Steiermark und im südlichen Burgenland (Saltatoria, Tettigoniidae). – *Mitt. Landesmus. Joanneum, Zool.*, 49: 57–87.
- BROCKSIEPER R. 1978. Ökologische Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Verbreitung der Saltatorien und dem Mikroklima ihrer Lebensräume. – *Beih. Decheniana*, 21: 1–141.
- BRUNNER VON WATTENWYL C. 1882. Prodrömus der europäischen Orthopteren. – Engelmann, Leipzig, 466 pp.
- BUCHWEITZ M. & TRAUTNER J. 1997. In vino veritas? Zum Vorkommen der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* (FIEBER, 1844) im Jagsttal (Baden-Württemberg). – *Articulata*, 12(2): 201–209.
- BÜHL A. & ZÖFEL P. 1999. SPSS Version 8. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 5. Aufl. – Addison-Wesley Longman, Bonn, 672 pp.
- DERBUCH G. & BERG H.-M. 1999. Rote Liste der Geradflügler Kärntens (Insecta: Saltatoria, Dermaptera, Blattodea und Mantodea). In: ROTTENBURG T., WIESER C., MILDNER P. & HOLZINGER W. E. (Hrsg.). Rote Listen gefährdeter Tiere Kärntens. – *Naturschutz in Kärnten*, 15: 473–488.
- DETZEL P. 1991. Ökofaunistische Analyse der Heuschreckenfauna Baden-Württembergs (Orthoptera). – *Diss. Univ. Tübingen*, 365 pp.
- DETZEL P. 1998. Die Heuschrecken Baden-Württembergs. – Ulmer, Stuttgart, 580 pp.
- EBNER R. 1951. Kritisches Verzeichnis der orthopteroiden Insekten von Österreich. – *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien*, 92: 143–165.
- EBNER R. 1958. Nachträge und Ergänzungen zur Fauna der Orthopteroidea und Blattoidea von Österreich. – *Ent. Nachrichtenbl. Österr. u. Schweizer Entomologen*, 10: 6–12.
- ELLENBERG H. WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D. 1992. Zeigerwerte der Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – *Scripta Geobotanica, Univ. Göttingen*, 258 pp.
- FIEBER X. 1853. Synopsis der europäischen Orthopteren. – *Lotus, Z. Naturwiss.*, 3: 235.
- FOWLER J. & COHEN L. o. Jahresszahl. *Statistics for Ornithologists*. – *BTO Guide* 22, 150 pp.
- FRANZ H. 1931. Über die Bedeutung des Mikroklimas für die Faunenzusammensetzung auf kleinstem Raum. (Ökologische Beobachtungen aus der Umgebung von Zurndorf im nördlichen Burgenland.). – *Z. Morph. Ökol. Tiere*, 22(2/3): 587–628.
- FRANZ H. 1961. Überordnung Orthopteroidea. In: FRANZ H. *Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt*, 2. – Wagner, Innsbruck: 13–55.
- GEIGER R., ARON R. H. & TODHUNTER P. 1995. *The Climate Near the Ground*. – Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, 528 pp.
- GILCHER S. & BRUNS D. 1999. Renaturierung von Abbaustellen. – Ulmer, Stuttgart, 355 pp.

- GOLDAMMER J. G., PAGE H. & PRÜTER J. 1997. Feuereinsatz im Naturschutz in Mitteleuropa – Ein Positionspapier. – *NNA-Ber.* 10(5): 2–17.
- GRÄF W. 1984. Systematische Erfassung von Lockergesteinen in der Steiermark. Kiese – Sande – Tone – Lehme. Teil I, Bestandsaufnahme und Istzustandserhebung. – *Forschungsges. Joanneum*, 128 pp.
- HANDKE K. 1997. Zur Wirbellosen-Fauna regelmäßig gebrannter Brachflächen in Baden-Württemberg. – *NNA-Ber.* 10(5): 72–81.
- HARZ K. 1957. Die Geradflügler Mitteleuropas. – Fischer, Jena, 494 pp.
- HARZ K. 1969. Die Orthopteren Europas I. – *Series Entomologica*, 5, Dr. W. Junk N. V., The Hague, 749 pp.
- HELLER K.-G., KORSUNOVSKAYA O., RAGGE D. R., VEDENINA V., WILLEMSE F., ZHANTIEV R. D. & FRANTSEVICH L. 1998. Check-List of European Orthoptera. – *Articulata*, Beih. 7: 1–61.
- HÖLZEL E. 1955. Heuschrecken und Grillen Kärntens. – *Carinthia* II, 19. Sonderheft, 112 pp.
- INGRISCH S. & PAVICEVIC D. 1985. Zur Faunistik, Systematik und ökologischen Valenz der Orthopteren von Nordost-Griechenland. – *Mitt. Münchn. Ent. Ges.*, 75: 45–77.
- JANTSCHER E. 1997. Ökofaunistische Untersuchungen an Spinnen des aufgelassenen Sulmtal-Bahndammes in der Südweststeiermark (Arachnida, Araneae). – *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 127: 115–125.
- JENTSCH S. 1993. Die Heuschreckenfauna stillgelegter Gleisanlagen im südlichen Ruhrgebiet. – Unveröff. Diplomarbeit Ruhr-Univ. Bochum, Fak. f. Biol., Allgem. Zool. und Neurobiol., 99 pp.
- KARNER E., RANNER A. & ZUNA-KRATKY T. 1992. Zur Heuschreckenfauna der Zitzmannsdorfer Wiesen und des angrenzenden Seedammes (Neusiedler See, Burgenland). – *BFB-Ber.*, 78: 31–46.
- KAUSCH W. & HEIL H. 1965. Der Bahndamm als Modell für mikroklimatisch bedingte Vegetationsunterschiede auf kleinstem Raum. – *Die Naturwiss.*, 52: 351.
- KAEMPFFERT W. & MORGEN A. 1952. Die Besonnung. Diagramme der solaren Bestrahlung verschiedener Lagen. – *Z. Met.*, 6(5): 138–146.
- KLEINERT H. 1992. Entwicklung eines Biotopbewertungskonzeptes am Beispiel der Saltatoria (Orthoptera). – *Articulata*, Beih. 1: 1–117.
- KOČÁREK P., HOLUSA J. & VIDLICKA L. 1999. Check-list of Blattaria, Mantodea, Orthoptera und Dermaptera of the Czech and Slovak Republics. – *Articulata*, 14(2): 177–184.
- LANDMANN A. 1993. Die Heuschrecken der Nordtiroler Trockenrasen. – Eine Grundlagenstudie im Auftrag der Tiroler Landesregierung, Innsbruck, 182 pp.
- LAZAR R. 1978. Kleinklimatische Beobachtungen der Temperatur, der Talnebel und der Föhnfälle mit besonderer Berücksichtigung des Temperaturminimums und der Früh- und Spätfröste in der Südweststeiermark (Gleintalriedelland und Sausal). – *Diss. Univ. Graz*, 448 pp.
- LAZAR R. & PACHATZ G. 1994. Agrar- und Bioklima, I. + II. Skriptum. – *Inst. f. Geographie, Univ. Graz*, 142 pp.
- LORENZ R. J. 1992. Grundbegriffe der Biometrie. – Fischer, Stuttgart-Jena, 241 pp.
- MÜHLENBERG M. 1993. Freilandökologie. 3. Aufl. – Quelle & Meyer, Heidelberg-Wiesbaden, 512 pp.
- NAGY B. 1983. A Survey of the Orthoptera fauna of the Hortobágy National Park. In: Mahunka, S. (Hrsg.). *The fauna of the Hortobágy National Park.* – *Akadémiai Kiadó, Budapest*: 81–117.
- NAGY B. 1990. Orthopteroid insects (Orthoptera, Mantodea, Blattodea, Dermaptera) of the Bátorliget Nature Reserves (NE Hungary) (an ecofaunistic account). – *The Bátorliget Nature Reserves – after forty years*: 295–318.

- NAGY B. 1997. Orthoptera species and assemblages in the main habitat types of some urban areas in the Carpathian Basin. – *Biologia*, Bratislava, 52(2): 233–240.
- NAGY B. & RÁCZ I. 1996. Orthopteroid insects in the Bükk Mountain. – In: *The Fauna of the Bükk National Park*: 95–123.
- PICHLER F. 1954. Beitrag zur Kenntnis der Heuschreckenfauna der Umgebung von Graz. – *Mitt. Abt. Zool. Bot. Landesmus. Joanneum*, 3: 1–19.
- PLACHTER H. 1983. Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen. Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen mit Feuchtbiotopen. – *Schr.reihe Bayrisches Landesamt für Naturschutz* 56, 112 pp.
- PLACHTER H. 1991. *Naturschutz*. – Fischer, Stuttgart, 463 pp.
- PUNGUR G. 1891. *A Magyarországi Tücsökfélék Természettrajza (Histoire naturelle des Grillides de Hongrie)*. – Kiadja a Kir. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 79 pp.
- RAMME W. 1951. *Zur Systematik, Faunistik und Biologie der Orthopteren von Südost-Europa und Vorderasien*. – Akademie-Verlag, Berlin, 431 pp.
- REDTENBACHER, J. 1900. *Dermatopteren und Orthopteren (Ohrwürmer und Geradflügler) von Österreich-Ungarn und Deutschland*. – Carl Gerold's Sohn, Wien, 148 pp.
- ROLLER H. 1936. Faunistisch-ökologische Studien an den Lößwänden der Südostabhänge des Bisamberges. – *Z. Morph. Ökol. Tiere*, 31: 294–327.
- SACKL P. & ZECHNER L. 1999. Das Weinhähnchen *Oecanthus pellucens* (SCOPOLI, 1763) in der Steiermark, Österreich (Saltatoria, Oecanthidae). – *Joannea Zool.*, 1: 91–102.
- SAUERZOPF F. 1959. Die Orthopteren des Neusiedlerseeraumes. *Landschaft Neusiedlersee: Grundriß der Naturgeschichte des Großraumes Neusiedlersee*. – Eisenstadt: 147–151.
- STRAUSS I. 1996. Die Heuschreckenfauna am stillgelegten Bahndamm im Sulmtal – Ökofaunistik und Biotopschutz. – *Diplomarbeit, Naturwiss. Fakultät, Univ. Graz*, 71 pp, (Anhang).
- SUOMINEN J. 1969. The plant cover of Finnish railway embankments and the ecology of their species. – *Ann. Bot. Fenn.*, 6: 183–235.
- THORENS, P. & NADIG A. 1997. *Atlas de Distribution des Orthoptères de Suisse*. – Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel, 236 pp.
- US P. A. 1967. *Catalogus Faunae Jugoslaviae. Orthopteroidea*. – *Academia Scientiarum et Artium Slovenica*, Ljubljana, 47 pp.
- US P. A. 1971. Beitrag zur Kenntnis der Orthopteren-Fauna (Saltatoria) von Slowenien. – *Beitr. Ent.*, 21: 5–31.
- US P. A. 1992. *Favna ortopteroidnih insektov Slovenije – Fauna of Orthopteroidea in Slovenia*. – *Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana*, 314 pp.
- WAKONIGG H. 1978. *Witterung und Klima in der Steiermark*. – Technische Universität Graz, 473 pp.
- WALLASCHEK M. 1996. Tiergeographische und zoözoologische Untersuchungen an Heuschrecken (Saltatoria) in der Halleschen Kuppenlandschaft. – *Articulata*, Beih. 6: 191 pp. (Anhang).
- WARTNER H. 1983. *Steinbrüche, vom Menschen geschaffene Lebensräume*. – *Landschaftsökologie Weihenstephan, Freising*, 67 pp.
- WEGENER U. 1997. *Feuereinsatz zur Pflege von Trockenrasen*. – *NNA-Ber.*, 10(5): 54–58.
- WERNER F. 1932. Die Orthopteren (Geradflügler) des nördlichen Burgenlandes. – *Burgenländ. Heimatbl.*, 1: 103–106.

- ZECHNER L. 1998a. Die Heuschreckenfauna und das Vorkommen der Gottesanbeterin an Bahndämmen in der Südoststeiermark, Österreich (Saltatoria, Mantodea). – Mitt. Landesmus. Joanneum Zool., 51: 65–90.
- ZECHNER L. 1998b. Die Heuschreckenfauna des LIFE-Projektgebietes „Wörschacher Moos und Randgebiete“ im steirischen Ennstal, Österreich (Saltatoria). – Mitt. Landesmus. Joanneum Zool., 51: 91–107.
- ZECHNER L. 1999a. Die Heuschreckenfauna und das Vorkommen der Gottesanbeterin an Bahndämmen in der Oststeiermark, Österreich (II) (Saltatoria, Mantodea). – Joanneum Zool., 1: 103–123.
- ZECHNER L. 1999b. Verbreitung und Biologie der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* (FIEBER, 1844) in der Steiermark mit Berücksichtigung der Heuschreckenfauna ausgewählter Fundorte. – Diss., Naturwiss. Fakultät, Univ. Graz, 263 pp.

Anschrift der Verfasser:

Mag. Dr. Lisbeth ZECHNER
Prof. Dr. Günter FACHBACH
Karl Franzens-Universität Graz
Institut für Zoologie
Universitätsplatz 2
A-8010 Graz
lisbeth.zechner@kfunigraz.ac.at
guenter.fachbach@kfunigraz.ac.at

Prof. Dr. Reinhold LAZAR
Karl Franzens-Universität Graz
Institut für Geographie
Heinrichstraße 36
A-8010 Graz
reinhold.lazar@kfunigraz.ac.at