

Entomol. Gener.	19 (1/2): 049–056	Stuttgart 1994-09	ISSN: 0171-8177
-----------------	-------------------	-------------------	-----------------

EGT-Nr 754

VII

Vergleich von Anzahl und Lage der Mikropylen und der Form der Eier von *Saga pedo*, *S. natoliae* und *S. ephippigera* (Orthoptera: Tettigoniidae)*

Karl Sänger & Brigitte Helfert

Eingang: 1992-01-03/1992-04-15

Annahme: 1992-06-06

Sänger, K. [Inst. Zool., Univ. Wien, A-1090 Wien], Helfert, B. [Inst. Zool., Univ. f. Bodenkultur, A-1180 Wien]: **Comparative Studies on Number and Position of the Micropyles and the Shape of the Eggs of *Saga pedo*, *S. natoliae* and *S. ephippigera* (Orthoptera: Tettigoniidae).** – Entomol. Gener. 19(1/2): 049–056; Stuttgart 1994. – [Article].

The geometric shape of eggs of 3 species of *Saga* is described as a body of revolution, characterized by the median section, which is an elongated oval. The egg-shape, the number and the position of the micropyles are typical for every species. For the obligatory parthenogenetic *Saga pedo* the % of eggs without micropyles is fairly high (27% of all eggs); if micropyles occur at all, they are exclusively concentrated in a very limited area on the upper side of the egg. In contrast, every egg of the investigated bisexual species *S. natoliae* and *S. ephippigera* has developed micropyles. Up to a species-specific minimal quantity, these are situated on the upper side of the egg only, but with increasing numbers, they occur both on the upper side and on the lower side of the egg. The presence of structures without function, like micropyles in the eggs of *Saga pedo*, is regarded and discussed as a phylogenetic reminiscence.

Key words: *Saga* – Saginae – egg morphology – micropyles – parthenogenesis.

Sänger, K. [Inst. Zool., Univ. Wien, A-1090 Wien], Helfert, B. [Inst. Zool., Univ. f. Bodenkultur, A-1180 Wien]: **Vergleich von Anzahl und Lage der Mikropylen und der Form der Eier von *Saga pedo*, *S. natoliae* und *S. ephippigera* (Orthoptera: Tettigoniidae).** – Entomol. Gener. 19(1/2): 049–056; Stuttgart 1994. – [Abhandlung].

Die geometrische Form dreier Arten der Gattung *Saga* entspricht einem Drehkörper und wird durch den Medianschnitt beschrieben. Die Medianschnitte sind längliche Ovale, die ebenso wie die Anzahl und die Lage der Mikropylen artspezifisch sind. Ein relativ hoher %-Satz (27%) der Eier von *Saga pedo*, die sich obligat parthenogenetisch fortpflanzt, hat keine Mikropylen ausgebildet. Vorhandene Mikropylen liegen bei dieser Art in einem eng begrenzten Bereich ausschließlich auf der morphologischen Oberseite des Eies. Die Eier der bisexuellen Arten *S. natoliae* und *S. ephippigera* weisen hingegen immer Mikropylen auf. Bei Eiern mit wenigen Mikropylen liegen diese ebenfalls nur auf der Ei-Oberseite; wird aber eine artspezifische Mindestanzahl überschritten, befinden sie sich auch auf der Ei-Unterseite. Die Beibehaltung funktionsloser Mikropylen bei *Saga pedo* wird als stammesgeschichtliche Reminiszenz interpretiert.

* Dem Andenken von Herrn Univ.-Prof. Dr Friedrich Schremmer gewidmet.

1 Einleitung

Die Gattung *Saga* Charpentier 1825 umfaßt 14 Arten, die von den klimatisch begünstigsten Teilen Mitteleuropas über die europäischen und vorderasiatischen Mittelmeerländer bis nach Zentralasien verbreitet sind [Kaltenbach 1986]. Bis auf *Saga pedo* (Pallas 1771) pflanzen sich alle Arten bisexuell fort. *S. pedo* nimmt in fortpflanzungsbiologischer und ökologischer Hinsicht eine Sonderstellung ein. Sie ist obligat parthenogenetisch; sämtliche Angaben über männliche Tiere dieser Art beruhen nach Kaltenbach auf Fehlbestimmungen.

Saga-Species legen charakteristisch geformte Eier, die einzeln in den Boden versenkt werden [Kaltenbach 1970]. Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die Morphologie der Eier vergleichend zu untersuchen. Es standen dafür Gelege von 2 bisexuellen Arten (*S. natoliae* Serville 1839 und *S. ephippigera* Fischer de Waldheim 1846) sowie der parthenogenetischen *S. pedo* zur Verfügung. Diese 3 Arten repräsentieren innerhalb der Gattung sehr unterschiedliche Verbreitungstypen. *S. pedo* ist die am weitesten nach N vorgedrungene Art, die im S ihres Verbreitungsgebietes auch in beträchtlichen Höhen auftritt (bei Trpejca/Mazedonien in 1700 m NN, [Willemse 1984]). Das Artareal von *S. natoliae* umfaßt ein Gebiet, das vom Südbalkan bis Südanatolien und in die syrischen Küstengebiete reicht und somit ungefähr im Zentrum des Verbreitungsgebietes der Gattung liegt. *S. ephippigera* ist die südlichste Art, die von Palästina bis in den NW des Iran vorkommt.

Da *S. peda*, *S. natoliae* und *S. ephippigera* infolge ihrer sehr unterschiedlichen Ökologie für die Bandbreite der *Saga*-Species repräsentativ sein dürften, war anzunehmen, daß die Unterschiede in der Morphologie der Eier quantitative oder qualitative ootaxonomische Kriterien darstellen. Neben der Form der Eier sind diesbezüglich vor allem Zahl und Lage der Mikropylen von Bedeutung. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, ob und in welchem Ausmaß morphologische Bildungen wie die Mikropylen, die zumindest hinsichtlich der Fortpflanzung funktionslos sind, bei der parthenogenetischen *S. pedo* erhalten geblieben sind.

2 Material und Methode

Die weiblichen Elterntiere (2 *S. pedo*, 7 *S. natoliae*, 3 *S. ephippigera*) wurden einzeln in reich strukturierten Glasbecken nach der bei Helfert & Sänger (1975) beschriebenen Methode gehalten und entsprechend ihrer räuberischen Lebensweise ad libitum mit Heuschrecken gefüttert. Ein paarweises Zusammensetzen erfolgte bei den beiden bisexuellen Arten nur zur Kopulation. Bei *S. pedo* und *S. ephippigera* handelte es sich um Wildfänge; *S. pedo* wurde von Wien (Raum Mödling, Niederösterreich) gesammelt, *S. ephippigera* stammte aus der Gegend von Al Quneitra, Golan. Von *S. natoliae* standen Laborzuchten in der 3. Filialgeneration zur Verfügung; die Parentalgeneration kam aus Aydinçik (Raum Anamur, bei Mersin/S-Anatolien).

Als Eiablage-Substrat dienten 5 cm dicke, locker strukturierte Styroporplatten, die nach jeder beobachteten Eiablage ausgetauscht wurden. Von *S. natoliae* und *S. ephippigera* wurde eine Stichprobe von je 100 Eiern verteilt über die reproduktive Phase untersucht, von *S. pedo* stand wegen der wesentlich geringeren Fekundität der ♀♀ eine Grundgesamtheit von nur 74 Eiern für die Auswertung zur Verfügung. Die Befunde zur Morphologie wurden ausschließlich an frisch abgelegten Eiern erhoben, die noch keinen Kontakt zu einem feuchten Medium hatten.

Die zahlen- und lagemäßige Erfassung der Mikropylen (im folgenden als MP bezeichnet) erfolgte zeichnerisch mit Hilfe eines Zeichenspiegels und photographisch unter einem Wild M8-Stereomikroskop. Als geometrisches Bezugssystem für die Positionierung der MP diente die durch den charakteristischen Einstich vorgegebene „Halbierungsebene“ (im folgenden Medianebene genannt), die die Eioberfläche in eine „Oberseite“ und eine „Unterseite“ teilt. In der praktischen Durchführung wurde die relative Lage der Medianebene zur Eioberfläche mit Hilfe einer speziell dünnen, feststellbaren Pinzette fixiert. Diese wurde in den Stichkanal des Ovipositors eingeführt und die Eier in der exakten Position ihrer Ablage aus dem Substrat herausgezogen. Die Verteilung der MP auf der Eioberfläche

wurde mit Hilfe der durch sie gezogenen Parallelkreise (Schnitte normal zur Drehachse) und durch die Position auf der Ei-Oberseite bzw Ei-Unterseite (im folgenden Ei-O und Ei-U) beschrieben (Abb 1). MP, die in unmittelbarer Nähe der durch die Pinzette fixierten Medianebene lagen, wurden für die statistische Auswertung ihrer Verteilung nicht herangezogen.

Die Überprüfung der lichtoptischen Befunde, die Vermessung der MP und der Abstände zwischen den Parallelkreisen erfolgten im REM (JEOL 5200 mit der Meßeinheit Micron Reader T330MCR), die Größe der Eier und die maximale Länge des Mikropylarbereiches wurden unter einem Wild M8 in Verbindung mit dem MMS 235 Censor (Meßgenauigkeit 10^{-3} mm) gemessen. Für die statistische Auswertung der Ergebnisse wurden der U-Test nach Mann-Whitney, der Friedmann-Test, der χ^2 -Test, eine „generalized least squares“-Schätzung [Eßl 1987] und polynomiale Regressionen verwendet.

3 Ergebnisse

3.1 Geometrische Form und Größe der Eier

Die Eier der 3 untersuchten *Saga*-Species können von der Anlage her als Drehkörper angesehen werden. Wegen der Drehsymmetrie wird daher die geometrische Form des Eikörpers vollständig durch die geometrische Form des Medianschnittes festgelegt (Abb 1). Die Medianschnitte der *Saga*-Eier sind längliche Ovale mit einem Verhältnis Länge: maximaler Breite $\approx 5:1$; dieses Verhältnis ist weitgehend unabhängig von der Größe der Eier. Die beiden Pole sind die Schnittpunkte des Ovals mit der Drehachse. Bei den betrachteten Arten sind die Ovale in diesen beiden Bereichen verschieden geformt; man kann zwischen einem „spitzen“ und einem „stumpfen“ Pol unterscheiden. Beim spitzen Ende ist das Krümmungsmaximum stärker ausgebildet als beim stumpfen. Als wesentlichste Unterscheidungskriterien ergaben sich bei den 3 Arten: (a) die unterschiedliche Ausbildung der Ovale bei den Polen und (b) die Abweichung des Kurvenverlaufs zwischen den beiden Polen von einer Geraden.

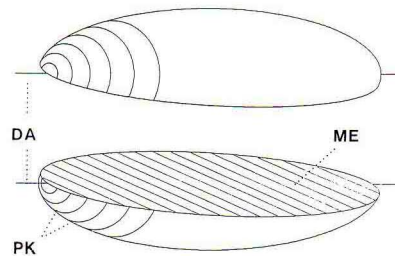


Abb 1: Geometrische Begriffe zur Beschreibung der Eier von *Saga*-Species [Orthoptera: Tettigoniidae]. – DA Drehachse, PK Parallelkreise, ME Medianebene.

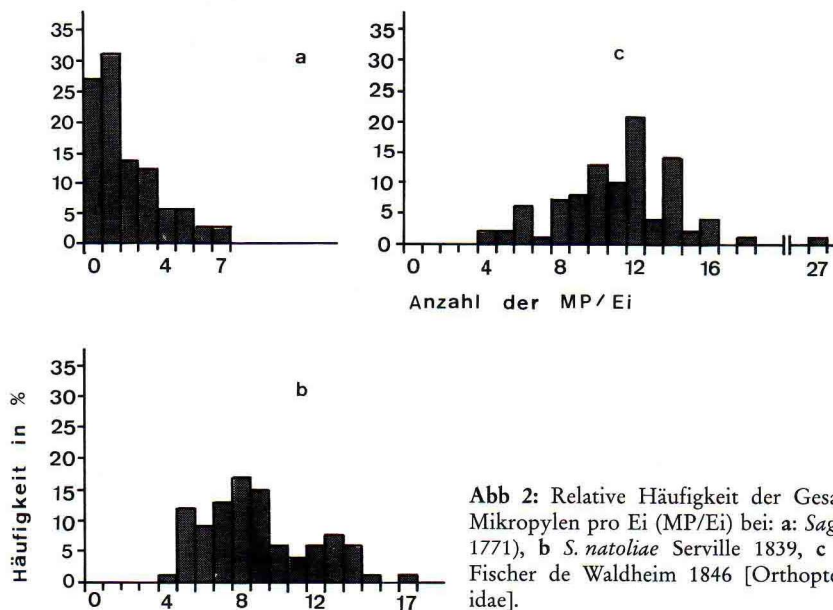
Bei den Eiern von *S. pedo* hat der in bezug auf die Position bei der Eiablage anteriore Pol ein sehr deutliches Krümmungsmaximum, er ist klar als „spitzer“ Pol erkennbar. Beim posterioren Ende hingegen ist die Ovale über ein längeres Stück beinahe kreisförmig und damit deutlich als stumpfer Pol gekennzeichnet. Die Breite des Ovals ist über das mittlere Drittel der Gesamtlänge nahezu konstant, die Ovale verläuft dort fast geradlinig und parallel zur Drehachse. Die Eier von *S. natoliae* zeigen wesentlich weniger Krümmungsunterschiede bei den beiden Polen, trotzdem kann man noch zwischen einem spitzen und einem stumpfen Pol differenzieren. Die Breite des Ovals bleibt über $\frac{3}{4}$ der Gesamtlänge fast konstant. Ähnlich wie die Eier von *S. natoliae* haben die Eier von *S. ephippigera* 2 wenig unterschiedliche Pole. Hingegen weist die Breite des Medianschnittes in der Nähe der Mitte ein deutliches Maximum auf, in diesem Bereich verläuft die Ovale merklich gekrümmt. Bei allen 3 Arten kann unter dem Einfluß verschiedener Faktoren die gerade beschriebene Form noch leicht durch eine Biegung modifiziert werden, die die Drehachse in ein Kreissegment verformt. Das Ausmaß dieser Verbiegung ist jedenfalls stets gering und kann bezüglich der Position der MP beliebige Richtungen annehmen.

Die Eier von *S. pedo* sind durchschnittlich $9,9 \pm 0,3$ mm lang und matt hellbraun; sie unterscheiden sich

weder in der Farbe noch in ihrer mittleren Länge von den Eiern von *S. natoliae* ($\bar{x} = 9,8 \pm 0,3$ mm). Die Eier von *S. ephippigera* hingegen sind braun-schwarz glänzend und mit durchschnittlich $12,6 \pm 0,2$ mm signifikant länger als die der beiden andern *Saga*-Arten ($p < 0,01$). Die geringe Streuung der Werte indiziert, daß es in bezug auf die Größe der Eier keine individuellen Unterschiede zwischen den Weibchen gibt und daß sie sich im Verlauf der reproduktiven Phase nicht ändert.

3.2 Lage, Anzahl und Verteilung der Mikropylen auf der Ei-Oberfläche

REM-Untersuchungen bestätigen den lichtoptischen Befund, daß die Feinstruktur des Mikropylarbereiches bei den drei *Saga*-Species sehr ähnlich ist. Danach befinden sich die Mikropylaroffnungen im Zentrum gut abgrenzbarer, scheibenförmiger Erhebungen des Exochorion, deren Durchmesser bei *S. pedo* und *S. natoliae* 25–30 μm , bei *S. ephippigera* hingegen nur 10–15 μm beträgt. Auch hinsichtlich der Größe der Mikropylaroffnungen gibt es keine ausgeprägten Unterschiede zwischen den beiden erstgenannten Arten (\emptyset jeweils 2–3 μm), sie lassen sich aber diesbezüglich eindeutig von *S. ephippigera* differenzieren. Bei dieser Art beträgt der \emptyset der Mikropylaroffnungen nur 1–2 μm . Die MP liegen in grubenformigen Vertiefungen des Chorion unterhalb des spitzen Poles und sind im Bereich dieser Gruben von einer polygonalen Felderung umgeben, die bei allen 3 Arten auf der gesamten Ei-Oberfläche ausschließlich dort auftritt.



Die artspezifische durchschnittliche Anzahl der MP ist statistisch signifikant unterschiedlich ($p < 0,01$). Eier von *S. pedo* weisen im Mittel nur $1,8 \pm 1,8$ MP auf und heben sich damit deutlich von den Eiern der beiden bisexuellen Arten ab. Die Anzahl der MP beträgt bei Eiern von *S. natoliae* durchschnittlich $8,9 \pm 2,9$ und bei *S. ephippigera* $11,2 \pm 3,3$. Bei *S. pedo* haben 27% der Eier keine MP mehr ausgebildet (Abb 2), bei diesen fehlen auch die begleitenden Strukturen des Mikropylarbereiches. 1 MP/Ei tritt mit 31% am häufigsten auf, die Maximalanzahl von 7 MP weisen 3% der Eier auf. Im Gegensatz zur parthenogenetischen *S. pedo* sind alle untersuchten Eier von *S. natoliae* und *S. ephippigera* mit MP ausgestattet, wobei 4 MP/Ei bei beiden Arten die Minimalanzahl darstellen. Der Maximalwert von 17 MP bei *S. natoliae* und 27 MP bei *S. ephippigera* tritt jeweils nur bei 1% der Eier auf. Die Häufigkeitsverteilung der MP auf der Ei-O und der Ei-U ist bei den bisexuellen Arten inter- und

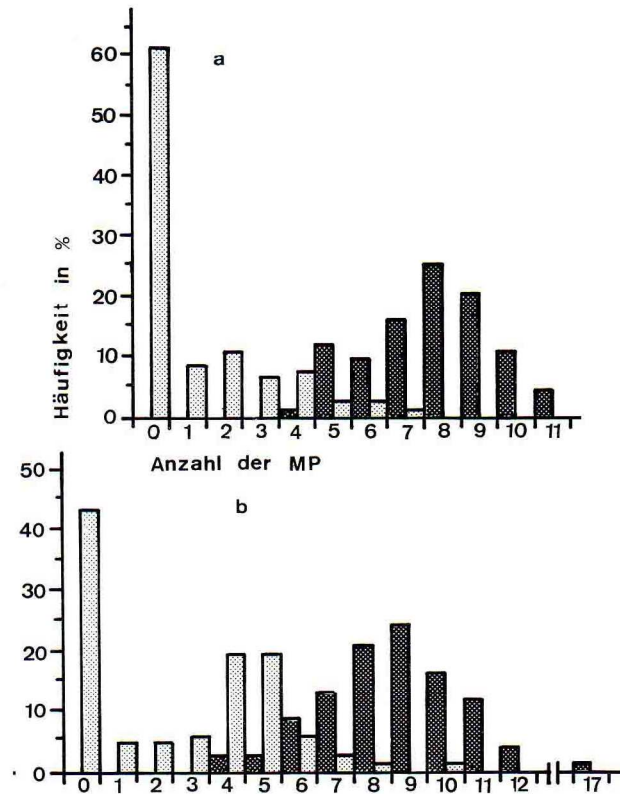


Abb 3: Relative Häufigkeit der Anzahl der Mikropylen auf der Ei-Oberseite (dunkle Blöcke) und der Ei-Unterseite (helle Blöcke) bei Eiern von a *Saga natoliae* (Serville 1839), b *S. ephippigera* Fischer de Waldheim 1846 [Orthoptera: Tettigoniidae].

intraspezifisch signifikant unterschiedlich ($p < 0,01$) (Abb 3). Sie entspricht auf der Ei-O in beiden Fällen annähernd einer Normalverteilung mit unterschiedlichen Maxima (8 MP bei *S. natoliae* bzw 9 MP bei *S. ephippigera*) und einem unterschiedlich großen Bereich der beobachteten Werte (4–11 MP bzw 4–17 MP). Die relative Häufigkeit der Eier ohne MP auf der Ei-U ist bei den beiden Arten unterschiedlich hoch (61 % bei *S. natoliae* bzw 43 % bei *S. ephippigera*), sie bestimmt aber jedenfalls die nicht symmetrische Verteilung der MP auf der Ei-U. Ihre Variationsbreite beträgt 0–7 MP bei *S. natoliae* und 0–8 MP bei *S. ephippigera*. Bei den bisexuellen Arten hängt das quantitativ unterschiedliche Auftreten von MP auch auf der Ei-U mit der Gesamtzahl der MP/Ei zusammen, die Korrelation dieser beiden Parameter ist allerdings nicht linear (Abb 4). Eine statistische Analyse des Zusammenhangs ergibt, daß die beste polynomiale Approximation bei Eiern von *S. natoliae* durch eine Kurve zweiter Ordnung und bei Eiern von *S. ephippigera* durch eine Kurve dritter Ordnung gegeben ist. Bei *S. pedo* mit der vergleichsweise geringsten mittleren Zahl von MP/Ei hingegen liegen alle MP auf der Ei-O. Im Hinblick auf die durchschnittliche Anzahl der Parallelkreise als ein weiteres Kriterium für das Ausmaß der räumlichen Verteilung der MP gibt es signifikante Unterschiede zwischen den 3 Arten ($p < 0,01$): bei *S. pedo* liegen die MP im Mittel auf $1,8 \pm 0,9$ Parallelkreisen (Variationsbreite 1–4), bei *S. natoliae* auf $5,5 \pm 2,7$ (2–11) und bei *S. ephippigera* auf $7,9 \pm 3,3$ (3–15) Parallelkreisen. Bei allen Arten besteht jeweils ein linearer Zusammenhang zwischen der Gesamtzahl von MP/Ei und der Anzahl der Parallelkreise, auf denen sie positioniert sind. Diese Beziehung ist auch im interspezifischen Vergleich gegeben: der Regressionskoeffizient ($b_1 = 0,6540 \pm 0,0317$), der durch eine „generalized least squares“-

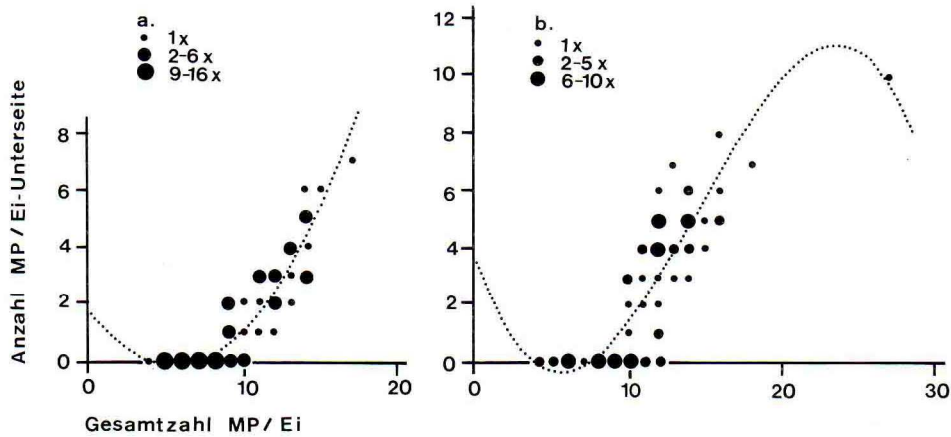


Abb 4: Abhängigkeit der Anzahl von Mikropylen auf der Ei-Unterseite von der Gesamtzahl der Mikropylen pro Ei (MP/Ei). a *Saga natoliae* Serville 1839, $r = 0,93$, $f(x) = 1,90 - 0,71x^1 + 0,06x^2$; b *S. ephippigera* Fischer de Waldheim 1846 [Orthoptera: Tettigoniidae], $r = 0,85$, $f(x) = 3,72 - 1,57x^1 + 0,17x^2 - 0,004x^5$.

Schätzung aus den Gruppen-Mittelwerten errechnet wurde, bestätigt den positiven Zusammenhang zwischen den beiden Parametern bei den untersuchten *Saga*-Species ($p = 0,317$).

Die Vermessung der Abstände zwischen den einzelnen Parallelkreisen erfolgte stichprobenartig im REM. Danach variieren die Abstände bei allen drei Arten zwischen 56–1100 μm . Der erste Parallelkreis beginnt bei den untersuchten Eiern der Gattung *Saga* zwischen 0,97–1,36 mm unterhalb des spitzen Poles. Statistisch relevante artspezifische Unterschiede sind im Hinblick auf diesen Meßwert nicht feststellbar. Der maximale Langensbereich, den die MP auf der Eiflache einnehmen, beträgt bei *S. pedo* 1,94 mm (13,5 % der durchschnittlichen Gesamtlänge der Eier), bei *S. natoliae* 2,88 mm (29,4 %) und bei *S. ephippigera* 3,89 mm (30,8 %).

4 Diskussion

Bei den Eiern der Tettigonioidae, die hinsichtlich ihrer Oberflächenstruktur bisher untersucht wurden [Mazzini 1974, Mazzini 1976, Hartley 1971], liegen die MP meist nicht auf deutlich abgrenzbaren Bezirken des Chorions, sondern sind in der Nähe des anterioren Poles unregelmäßig verteilt. Die Eischale ist jedoch in diesem Bereich, wie bei vielen Insektengruppen, deutlich anders strukturiert als das übrige Chorion [Hinton 1981]. Dies trifft auch auf die Eier der untersuchten *Saga*-Species zu: die MP liegen in grubenformigen Vertiefungen unterhalb des spitzen Poles. Sie sind von einer polygonalen Felderung umgeben, die zumindest bei frisch abgelegten Eiern deutlich erkennbar ist und als Abdruck der bei ihrer Bildung beteiligten Follikelzellen gedeutet werden kann [Margaritis 1985]. Die durchschnittliche Anzahl der MP bzw deren Fehlen ist artspezifisch und somit als ootaxonomisches Kriterium verwendbar. Im Gegensatz zur ebenfalls artspezifischen Form der Eier, die sich aber im Lauf der Entwicklung verändert, ist sie in jedem Abschnitt der Embryogenese konstant. Allerdings wurden diesbezüglich von den 13 *Saga*-Species bis jetzt nur *S. pedo* [Mazzini 1974] sowie die in dieser Arbeit behandelten Arten untersucht.

S. pedo ist im Gegensatz zu den bisexuellen *S. natoliae* und *S. ephippigera* obligat parthenogenetisch [Matthey 1941]. In engem Zusammenhang mit diesem Fortpflanzungsmodus ist auch

das Fehlen von MP bei 27 % der untersuchten Eier zu sehen. Dieses Ergebnis unterscheidet sich zumindest quantitativ von den Befunden Mazzinis [1974]; weitere Differenzen bestehen bezüglich der Eiggröße und ultrastruktureller Differenzierungen im Bereich der MP-Region. Nach Mazzini weisen nur 4,4 % von 45 Eiern keine MP auf, die Eier sind insgesamt um 1–2 mm größer und haben wesentlich weitere MP-Öffnungen (6 μm im Vergleich zu 2–3 μm nach der vorliegenden Untersuchung). Weiters beobachtete der Autor in der Nähe der MP fallweise Aeropylen, die bei keinem der von uns untersuchten *Saga*-Eier nachgewiesen werden konnten. Bedauerlicherweise gibt Mazzini keine Fundortdaten für *S. pedo* an; es ist denkbar, daß die Unterschiede vor allem hinsichtlich des %-Satzes der Eier ohne MP, darauf beruhen, daß die Populationen nahe der N' Verbreitungsgrenze der Art zu stärkeren Reduktionen nicht mehr funktioneller Strukturen tendieren. Die Entfernung vom ursprünglichen Zustand der Zweigeschlechtlichkeit und damit der Notwendigkeit, Strukturen für eine Befruchtung beizubehalten, kann sich offenbar auf unterschiedliche Weise manifestieren. Es kann auf derartige Bildungen ganz verzichtet werden, oder sie können in stark reduzierter Anzahl erhalten bleiben. Im letzten Fall könnten die MP potentiell funktionsfähig sein oder aber durch einen nicht durchgängigen MP-Kanal ihre Funktionsfähigkeit verlieren. Es wäre also in diesem Zusammenhang zu überprüfen, ob bei *S. pedo* neben den oberflächlich sichtbaren Strukturen auch jene Differenzierungen des MP-Komplexes vorhanden sind, die von den inneren Chorionschichten und der Membrana vitellina gebildet werden. Lamb & Willey [1989] wiesen bei *Euhadenoecus insolitus* (Rhaphidophoridae) nach, daß sich obligat parthenogenetische Populationen aus „quasi-kompetenten“, unbegatteten ♀♀ aus bisexuellen Populationen entwickeln. In diesem Fall lassen sich naturgemäß keine strukturellen Unterschiede zwischen den parthenogenetisch und den bisexuell produzierten Eiern feststellen. Bei *S. pedo* gibt es hingegen ausschließlich nur mehr thelytoke Fortpflanzung. Die Erhaltung der MP ist jedenfalls als Reminiszenz zu interpretieren, wobei offenbleiben muß, ob bzw wie stark das Beibehalten dieses Merkmals verbreitungsabhängig ist.

Die Eier aller 3 *Saga*-Species haben im Mittel signifikant unterschiedlich viele MP ausgebildet (*S. pedo* 1,8; *S. natoliae* 8,9; *S. ephippigera* 11,2). Für Insekteneier gilt ganz allgemein, daß die Lage der Eier in den Geschlechtswegen mit der Ausmündung des Receptaculum seminis umso präziser übereinstimmen muß, je weniger MP vorhanden sind, um den Spermieintritt zu gewährleisten [Margaritis 1985, Pohlhammer 1978]. Auch bei den untersuchten *Saga*-Species besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen der artspezifischen Anzahl und der räumlichen Verteilung der MP. Dies betrifft auch die parthenogenetische *S. pedo*, bei der die Lage dieser Strukturen an sich bedeutungslos ist. *S. pedo* weist im interspezifischen Vergleich die geringste Anzahl von MP bei gleichzeitig größter räumlicher Konzentration auf: diese sind ausschließlich auf der Eioberfläche in einem Bereich von höchstens 13,5 % der Gesamtlänge konzentriert. Bei *S. natoliae* und *S. ephippigera* hingegen kommt es zu einer stärkeren Verteilung der MP: ab einer artspezifischen Mindestzahl (9 bzw 10 MP), die in jedem Fall auf der Ei-O liegen, treten diese abhängig von der Gesamtzahl auch auf der Ei-U auf. Der maximale Bereich, in dem MP ausgebildet sind, beträgt bei den bisexuellen Arten etwa 30 % der Gesamtlänge.

Die Angrenzung der Oberseite von der Unterseite durch die gedachte Medianebene erscheint bei einem drehunden Ei zunächst nur als operationelles Hilfsmittel. Die räumliche Konzentration von wenigen MP auf eine hinsichtlich der Besamungsmöglichkeit „funktionelle“ Oberseite stimmt jedoch mit der lagemäßig determinierten Oberseite überein. Individuelle Abweichungen der Eier von der idealen Form eines Drehkörpers bestehen in geringfügigen Verbiegungen der Rotationsachse, die in beliebiger Richtung erfolgen kann. Dies läßt den Schluß zu, daß die Verformung auf mechanische Einflüsse im inneren Genitaltrakt zurückzuführen ist und nicht durch die Bewegungen der Gonapophysen verursacht wird, da das Chorion bereits unmittelbar nach der Oviposition ausgehärtet ist.

5 Danksagung

Wir danken Herrn ao. Professor Dr Wolfgang Ruppert, Inst. f. Mathematik, Univ. f. Bodenkultur, Wien, für seine Unterstützung bei der Abfassung des mathematisch deskriptiven Teiles der Arbeit und Herrn Dr Erich Travnicek für die Übersendung des Zuchtmaterials von *S. ephippigera*.

6 Literatur

- El, A. [1987]: Statistische Methoden in der Tierproduktion. – Verlagsunion Agrar; Wien - München - Frankfurt.
- Hartley, J. C. [1971]: The respiratory system of the eggshell of *Homorocoryphus nitidulus vicinus* (Orthoptera, Tettigoniidae). – J. Exp. Biol. 55: 165–175; Berlin/Deutschland.
- Helfert, B., & Sänger, K. [1975]: Haltung und Zucht europäischer Heuschrecken (Orthoptera, Saltatoria) im Labor. – Z. angew. Zool. 62: 267–280; Berlin/Deutschland.
- Hinton, H. E. [1981]: Biology of Insect Eggs. I & II. – Pergamon Press; Oxford - New York - Toronto - Sydney - Paris - Frankfurt.
- Kaltenbach, A. [1970]: Unterlagen für eine Monographie der Saginae. II. Beiträge zur Autökologie der Gattung *Saga* Charpentier (Saltatoria: Tettigoniidae). – Zool. Beitr. N.F. 16: 155–245; Berlin/Deutschland.
- Kaltenbach, A. [1986]: Saginae. – In: Wermuth, H. & Mohn, E. (eds.): Das Tierreich, Bd. 103; De Gruyter, Berlin - New York.
- Lamb, R.Y., & Willey, R. B. [1989]: Parthenogenetic mechanism and its evolutionary potential in the cave cricket *Euhadenoecus insolitus* (Orthoptera: Rhaphidophoridae). – Ann. Ent. Soc. Amer. 82: 001–108; College Park, Md./USA.
- Margaritis, L. H. [1985]: Structure and physiology of the eggshell. In: Kerkut, G. A., & Gilbert, L. I. (eds.): Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology. I. – Pergamon Press, Oxford - New York - Toronto - Sydney - Paris - Frankfurt.
- Matthey, R. [1941]: Etude biologique et cytologique de *Saga pedo* Pallas (Orthoptères-Tettigonidae). – Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 19: 482–484; Bern - Lausanne/Schweiz.
- Mazzini, M. [1974]: Sulla fine struttura del micropilo negli insetti. – Redia 55: 343–372; Siena/Italia.
- Mazzini, M. [1976]: Sulla fine struttura del micropilo negli insetti. – IV. Le sculture corionidee come mezzo di identificazione delle uova degli Ortoteri Tettigonioidi. – Redia 59: 109–134; Siena/Italia.
- Pohlhammer, K. [1978]: Die Besamung der Eier bei der australischen Grille *Teleogryllus commodus* Walker (Insecta, Orthoptera). – Zool. Jb. Anat. Ontog. Tiere 99: 157–173; Jena/Deutschland.
- Willemsse, F. [1984]: Catalogue of the Orthoptera of Greece. In: Fauna Graeciae I–XII: 1–275; Athen/Hellas.

Anschriften der Verfasser – Authors' addresses: Dozent Dr Karl Sänger, Institut für Zoologie der Universität Wien, Althanstrae 14, A-1090 Wien; Österreich-Austria. – Dozent Dr Brigitte Helfert, Institut für Zoologie der Universität für Bodenkultur, Gregor Mendelstrae 33, A-1180 Wien; Österreich-Austria.

Meister, H.: **Umweltprobleme am Bauernhof**. Wie man Schäden vermeidet. – [248 Seit, zahlr Zeichn, Photogr & Tab, 150 × 230 mm, Weichkart-Ebd]. – Publ: Leopold Stocker, Graz; ISBN: 3-7020-0535-8; Pr: DM 28,00. – – – [EGR-Nr 1804].

Ein notwendiges Anleitungsbuch zum umweltgerechten Handeln für Landwirte liegt hier vor. Es zeigt auf, in welcher Weise Entsorgungsprobleme umweltfreundlich zu lösen sind, und gibt Anregungen zum Erkennen und Vermeiden von Umweltbeeinträchtigungen. Landwirtschaftliche Ausbildungsstätten und Landwirte selbst, die hier direkt angesprochen werden, aber ebenso Naturschutzbehörden, okologen und andere Naturwissenschaftler, die sich mit Landschaftspflegemanahmen im ländlichen Raum befassen, können aus dieser Darstellung wichtige Informationen für Belehrungen oder Planungen und Entscheidungen entnehmen.

Heinrich Mayer (Essen)