Entomologie heute 23 (2011): 23-29

Kreuzmuster und Epigyne der Gartenkreuzspinne *Araneus diadematus* Clerck, 1757 (Araneae: Araneidae) unterscheiden sich in verschiedenen geografischen Regionen

Cross-like Pattern and Epigyne of the Garden Spider *Araneus diadematus* Clerck, 1757 (Araneae: Araneidae) Differ in Various Geographical Regions

Stephan Loksa & Silke Stoll

Zusammenfassung: Das Kreuzmuster des Opisthosomas sowie die Gestalt der Epigyne von Weibchen der Gartenkreuzspinne (*Araneus diadematus* Clerck, 1757) und deren weiblichen Nachkommen zeigen eine deutliche Variation in verschiedenen Regionen Europas. In der vorliegenden Arbeit wurden Tiere aus Teilen Deutschlands, Österreichs, Ungarns und Italiens untersucht. Etwa 40-50 % der im Freiland gefangenen Weibchen und der im Labor aufgezogenen weiblichen Nachkommen zeigen eine Regionalspezifität im Kreuzmuster und in Form und Länge der Scapula der Epigyne. Dies deutet eher auf eine genetische Ursache hin als auf den Einfluss verschiedener Umweltfaktoren.

Schlüsselwörter: Farbmuster, Vererbung, Länge der Epigyne, Biogeografie

Summary: The cross-like pigmentation patterns of the opisthosoma as well as the epigyne of females of the Garden Spider (*Araneus diadematus* Clerck, 1757) from various regions of Europe and their female offspring show a considerable variation. In the present note we examined spiders from parts of Germany, Austria, Hungary and Italy. About 40 to 50% of captured females as well as the female offspring bred in the lab showed a region-specific pattern concerning the cross-like pattern and the shape and length of the scape of the epigyne. These findings suggest heritability of these features rather than environmental influences.

Keywords: colour pattern, inheritance, length of the epigyne, biogeography

1. Einleitung

Eine hohe Variabilität im Zeichnungsmuster ist von verschiedenen Spinnenarten bekannt, so von der Vierfleckkeuzspinne *Araneus quadratus* und der Haubennetzspinne *Theridion frondeum* (Agnarsson 2004). In Mitteleuropa kommt die Gartenkreuzspinne in der Nähe menschlicher Umgebung (Gärten, Parks, Friedhöfe) besonders häufig vor (z. B. Hänggi et al. 1995; Samu & Szinetár 1999). Diese Orte bieten einen relativ hohen Schutz und ausreichend Nahrung. Sie wird von Menschen weitgehend akzeptiert und nicht gezielt vernichtet, sondern hat sich als Kulturfolger sogar stark vermehrt und ausgebreitet. Man vermutet, dass das auf dem Opisthosoma befindliche Fleckenmuster in Form eines Kreuzes eine Art Schutzmechanismus darstellt: Dieses Muster wird von vielen Menschen mit der christlichen Religion in Verbindung gebracht (Renner 1990; Nitzsche 2004). Das Kreuzmuster besteht aus dem Hauptkreuzmuster und

dem V-förmigen Zickzackmuster, welches das Kreuz umrandet. Das Hauptkreuzmuster ist durch ein bis drei mehr oder weniger vollständige, aufeinander folgende Kreuze charakterisiert (s. Abb. 1 a).

Aufgrund der starken Verbreitung und der selbst in Städten Allgegenwärtigkeit der Gartenkreuzspinne zählt diese zu den am einfachsten und häufigsten zu beobachtenden Spinnen in der menschlicher Umgebung. Dadurch ist seit langem bekannt, dass das Kreuzmuster von *A. diadematus* stark variieren kann (z. B. BLANKE & MERKLINGER 1983). Generell sind Färbungen und Zeichnungsmuster von Spinnen auf dem Opisthosoma ein hoch variables Merkmal. Diese Variabilität kann dem Schutz dienen, kann Ausdruck eines Geschlechtsdichromatismus sein (z. B. WALDOCK 1991), kann daran liegen, dass verschiedene postembryonale Entwicklungsstadien unterschiedlich gefärbt sind (z. B. OXFORD & GILLESPIE 1998), ist von Klimafaktoren abhängig (OXFORD 1985) oder dient der Thermoregulation (z. B. HUMPHRIES 1987).

Das Kreuzmuster ist zwar typisch für die Gartenkreuzspinne (siehe Abb. 1 a), kann in seiner Variabilität jedoch nur in abstrahierter Form, z. B. der Form des Kreuzes, jedoch nicht der Anzahl der Hauptkreuze, zur Bestimmung herangezogen werden.

GRASSHOFF (1968) schrieb, dass die Weibchen von *A. diadematus* gerade in der Ausprägung des Kreuzmusters weder innerhalb noch zwischen verschiedenen Regionen eine nennenswerte Variabilität zeigen. Während der Sammelaktivitäten von S. LOKSA in verschiedenen Ländern Mitteleuropas wurden Kreuzspinnen in den unterschiedlichsten Biotopen beobachtet, gesammelt und fotografiert. Dabei fiel auf, dass das Kreuzmuster auf dem weiblichen Opisthosoma und die Epigyne innerhalb einer untersuchten Region wenig, zwischen den Regionen jedoch stark variierte. Das betraf jedoch nicht die Grundfarbe des Opisthosomas, die auch innerhalb einer Region äußerst stark variiert (z. B. BLANKE & MERKLINGER 1983). Farben und Farbnuancen zwischen Gelbbraun und Braun, sogar einheitlich Grau oder Rotbraun gefärbte Tiere wurden in allen beschriebenen Regionen beobachtet.

Darüber hinaus bestätigten wir die bemerkenswerte Variationen der Epigyne (ROBERTS 1993). Die Epigyne der Weibchen ist wie der Pedipalpus der Männchen ein Charakteristikum der äußeren Geschlechtsorgane echter Webspinnen und befindet sich ventral des Opithosomas. Die beobachteten Variationen beziehen sich vor allem auf Form und Größe des Epigynenvorsprungs (Scapula) (s. Abb. 1 b).

Die vorliegende Mitteilung beschreibt Variation und regionale Spezifität von Kreuzmuster und Epigyne bei mitteleuropäischen Kreuzspinnen zunächst weitgehend qualitativ. Eine quantitative Analyse des umfangreichen Datenmaterials ist noch nicht abgeschlossen.

2. Material und Methoden

Tiere der folgenden Fundstellen in Mitteleuropa wurden miteinander verglichen. Deutschland: Nordrhein-Westfalen (Einzugsgebiet Düsseldorf sowie zwischen Köln und Aachen) und Bayern (zwischen Augsburg und München). Österreich: Gebiet um den Bodensee, Dornbirn und Graz, Mittel- und Südungarn sowie Italien um Vicenza.

Von über 900 Weibchen wurden das Opisthostoma-Muster (Kreuzmuster) sowie die Epigyne zum Teil an Ort und Stelle im Netz fotografiert (Canon EOS 20d, Canon Macro Lens EF-S 60 mm). Zudem wurden etwa 300 bereits in der Natur verpaarte Weibchen gefangen und zum Transport in Plastikröhrchen (L = 85 mm, Ø = 40 mm) überführt. In einem Zuchtraum wurde jedes Weibchen einzeln in einen Plastikbehälter (B x L x H = 17 x 8 x 28 cm) gesetzt, wo es seine Kokons bauen und Eier absetzen konnte.

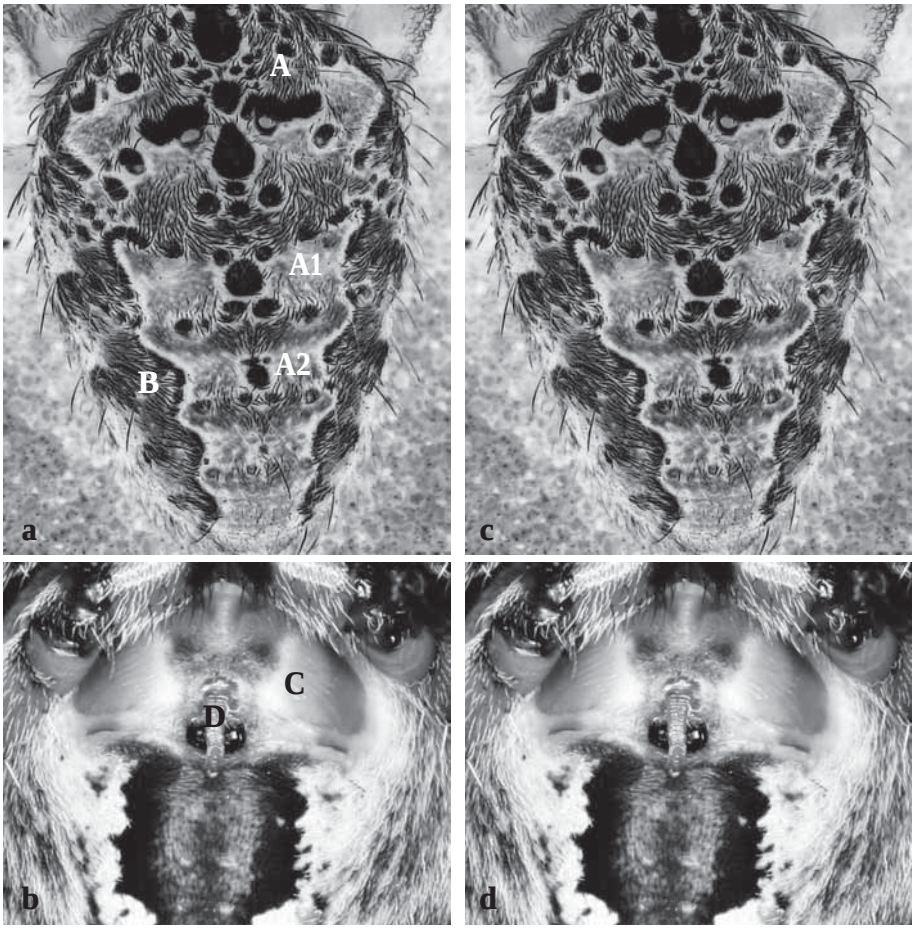

Abb. 1: Kreuzmuster (**a**) und Epigyne (**b**) von *Araneus diadematus* (NRW). A: vollständiges erstes Kreuz des Hauptkreuzmusters; A1 unvollständiges zweites Kreuz; A2: in Punkten auslaufendes drittes Kreuz; B: V-förmige Zickzackmuster. Kreuzmuster (**c**) und Epigyne (**d**) von *A. diadematus* aus NRW (Deutschland).

Fig. 1: Cross-like pattern (**a**) and epigyne (**b**) of *Araneus diadematus* (NRW). A: complete first cross of the main cross-like pattern; A1 fragmentary second cross; A2: third coss peaked in dots; B: V-shaped zigzag pattern. Cross-like pattern (**c**) and epigyne (**d**) of *A. diadematus* from NRW (Germany).

Die Bedingungen im Zuchtraum waren: 26 °C Tages-, 22 °C Nachttemperatur, ca. 80 % Luftfeuchtigkeit, 16-stündige Beleuchtung. Die Zuchtbehälter standen in Regalen nebeneinander. Die Jungtiere wurden mit Taufliegen *Drosophila melanogaster* und Stubenfliegen *Musca domestica* bis zur Geschlechtsreife aufgezogen. Die ca. 40 % weiblichen Nachkommen wurden wie die Freilandtiere oder mit CO_2 betäubt auf einer weißen Unterlage fotografiert. Bei allen nicht fotografierten Tieren wurden lediglich die Merkmale notiert.

Insgesamt wurden auf diese Weise ca. 2300 Weibchen untersucht und deren Fotos ausgewertet: 917 Tiere aus der Natur (entweder vor Ort oder im Labor fotografiert, s. o.) und ca. 1400 Nachzuchttiere. Zur besseren Visualisierung wurden die Digitalfotos im Kontrast leicht erhöht sowie in „Graustufen" und als „Negativ" umgewandelt.

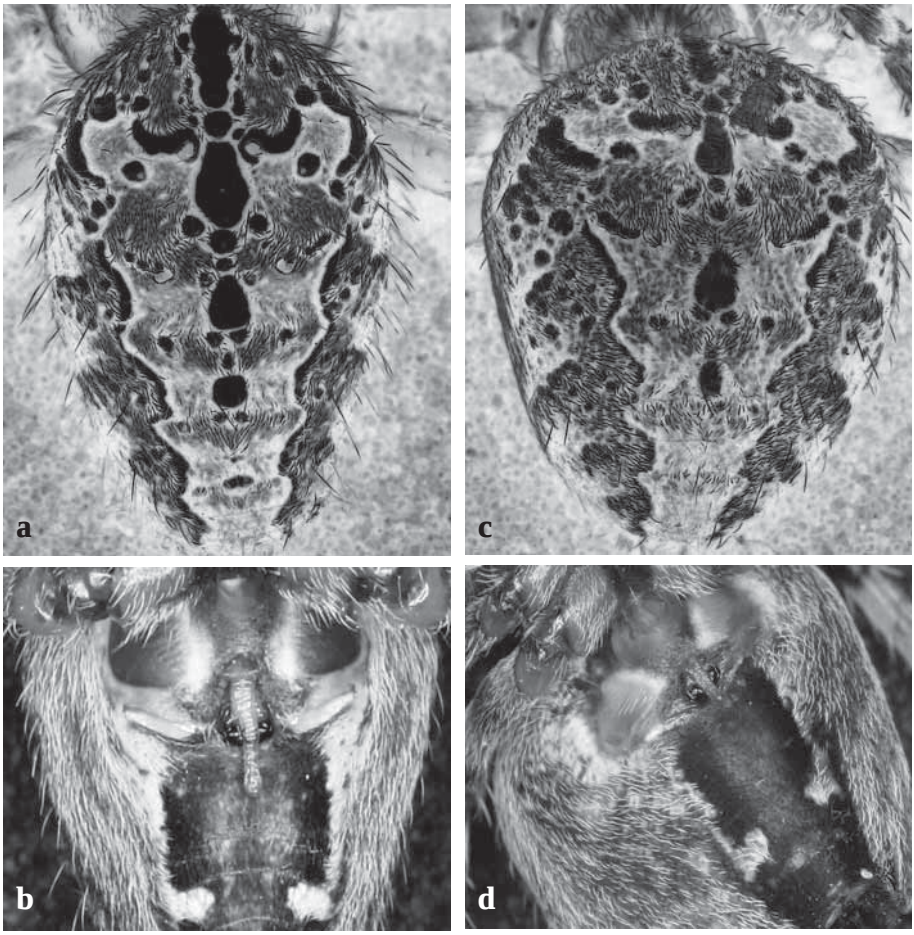

Abb. 2: Kreuzmuster (**a, c**) und Epigyne (**b, d**) von *Araneus diadematus* aus Bayern (Deutschland) und vom Bodensee, Dornbirn (Österreich) (a, c) sowie Graz (Österreich) (c, d).
Fig. 2: Cross-like pattern (**a, c**) and epigyne (**b, d**) of *Araneus diadematus* from Bavaria (Germany) and from Lake Constance, Dornbirn (Austria) (a, b) and Graz (Austria) (c, d).

3. Ergebnisse

3.1. Deutschland: Nordrhein-Westfalen

Das Kreuzmuster ist deutlich und kontrastreich ausgebildet. Die weißen Flecken in Richtung der Spinnwarzen werden dagegen immer undeutlicher. Das V-förmige Zickzackmuster ist mehr oder weniger deutlich zu sehen (Abb. 1 c). Der Epigynenvorsprung (Scapus) ist etwa doppelt so lang wie die Epigyne selbst. Er zeigt eine kugelförmige Verdickung am Ende, die nach unten gebogen ist (Abb. 1 d).

3.2. Deutschland: Bayern; Österreich: Bodensee, Dornbirn

Das sehr deutlich erkennbare Kreuzmuster verläuft kontrastreich in Richtung Spinnwarzen in runden Flecken aus. Die seitlichen Kreuzflecken sind oft gebogen oder rund. Das V-förmige Zickzackmuster ist deutlich ausgebildet und meist relativ dick gezeichnet (Abb. 2 a). Der Epigynenvorsprung ist lang, meist länger als die Hälfte der Epigyne, oft etwas geknickt und besitzt eine Verdickung am Ende (Abb. 2 b).

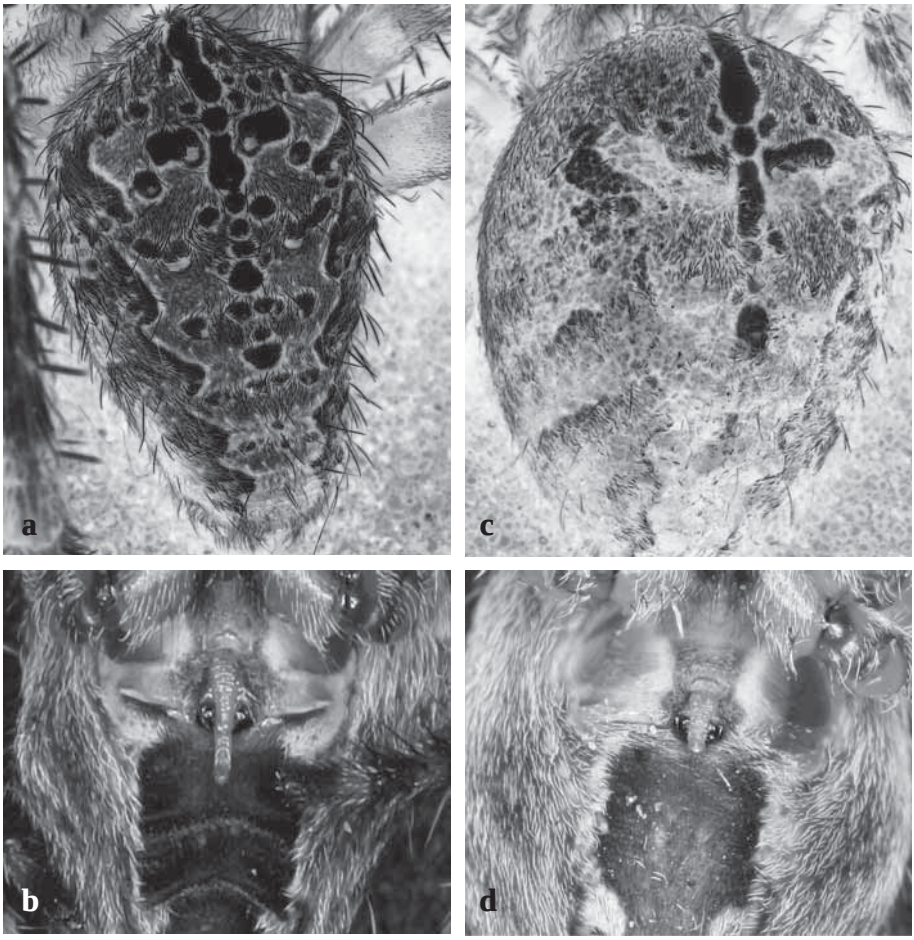

Abb. 3: Kreuzmuster (**a, c**) und Epigyne (**b, d**) von *Araneus diadematus* von Mittel- und Südungarn (a, b) sowie Vicenza (Italien) (c, d).
Fig. 3: Cross-like pattern (**a, c**) and epigyne (**b, d**) of *Araneus diadematus* from the middle and south of Hungary (a, b) and from Vicenza (Italy) (c, d).

3.3. Österreich: Graz

Das Kreuzmuster ist relativ kontrastarm. Es wird nach distal immer undeutlicher, die Flecken bleiben aber meist länglich. Das Zickzackmuster ist bis zur Abdomenspitze ausgebildet, verliert jedoch ebenfalls an Schärfe (Abb. 2 c). Der Epigynenvorsprung (Scapula) ist häufig etwas länger als die Epigyne selbst, jedoch relativ breit und spitz auslaufend (Abb. 2 d).

3.4.Ungarn: Mittelungarn, Nördlich von Budapest, Széksfehérvár; Südungarn: Mecsek-Gebirge

Das Hauptkreuzmuster ist in der gesamten Länge deutlich abgebildet. Ein zweites, oft sogar drittes Kreuz aus immer kleiner werdenden Punkten ist erkennbar. Das V-Muster bleibt relativ konstant bis zur Abdomenspitze (Abb. 3 a). Der Epigynenvorsprung ist doppelt so lang wie die Epigyne, rund auslaufend, jedoch ohne deutliche Verdickung am Ende (Abb. 3 b).

3.5. Italien: Vicenza

Das Kreuzmuster ist deutlich reduziert. Oft ist lediglich die erste Hauptkreuzform sichtbar. Die einzelnen Flecken sind länglich und kontrastarm. Das V-förmige Zickzackmuster fehlt oft (Abb. 3 c). Der Epigynenvorsprung ist meist sehr kurz und breit und etwa halb so breit wie lang (Abb. 3 d).

3.6. Alle Regionen

Eine vorläufige Analyse des gesamten Materials zeigt, dass etwa 40-50 % der Individuen aus dem Freiland und etwa der gleiche Prozentsatz der Nachzuchtweibchen diese „regionalspezifischen" Zeichnungen aufwiesen. Unter den Geschwistertieren eines Kokons fanden sich immer auch wesentlich dunkler oder heller gefärbte Tiere,

4. Diskussion

Variationen in der Körperzeichnung von Spinnen unterschiedlicher Familien sind bekannt und werden unterschiedlich interpretiert (z. B. GRASSHOFF 1968; BLANKE & MERKLINGER 1983; OXFORD und GILLESPIE 1998).

Unsere noch nicht vollständig ausgewerteten Daten belegen, dass für die Gartenkreuzspinne offensichtlich regionalspezifische Muster existieren, die in einem großen Prozentsatz, nämlich 40-50 % der Tiere, realisiert sind. Dabei handelt es sich um die Anzahl der Hauptkreuze und des V-förmigen Zickzackmusters (s. Abb. 1 a). Zusätzlich gibt es Farbänderungen, die wir jedoch nicht erfasst haben, da sie uns zu variabel und nicht spezifisch erschienen. Unter den Geschwistertieren eines Kokons fanden sich auch immer wesentlich dunkler oder heller gefärbte Tiere, was wiederum eine grundsätzlich vorhandene Variabilität in der Farbintensität bestätigt. Interessant war jedoch, dass in der Zucht die in der Natur einheitlich grau oder rotbraun gefärbten Tiere vollständig fehlten, auch, wenn die Eier von derart gefärbten Weibchen stammten. Ob diese uniformen Färbungen wieder in der Zucht auftreten, bleibt abzuwarten. Es ist bekannt, dass die Abdominalfärbung bei *Araneus diadematus* und *Araneus marmoreus* unter anderem von der Lichtintensität abhängig sein kann (BLANKE & MERKLINGER 1983). Diese Beobachtungen können wir bestätigen. Einige Tiere von jedem Fundort wurden unter etwas dunkleren Bedingungen (ca. 20 % geringere Lichtstärke, Lichtdauer um 3 h verringert) gehalten. Dabei reduzierte sich die Breite der einzelnen Pigmentflächen, nicht jedoch das Muster. Die Stärke der Pigmentierung der meisten im Zuchtraum geschlüpften Tiere dagegen war ähnlich. Das führen wir auf die konstant bleibenden Lichtverhältnisse im Zuchtraum zurück.

Die Merkmale des Kreuzmusters können als regionale „Standardmerkmale" angesehen werden. Sie sind höchstwahrscheinlich umweltunabhängig, da das äußerst ähnliche Muster der weiblichen P-Generation sich zu 40-50 % auch bei der weiblichen F1-Generation, die aus den Eiern der gesammelten und bereits begatteten Weibchen schlüpfte, zeigte.

GRASSHOFF (1968) untersuchte die Epigyne und vor allem die Scapula von Araneinae-Arten und konnte lediglich eine kaum ausgeprägte intraspezifische Variabilität der Scapula ausmachen. ROBERTS (1993) beschrieb, dass Pedipalpen (der Männchen) und Epygynen (der Weibchen) bei *A. diadematus* zwischen, aber auch innerhalb von Populationen sehr variabel sind. Er führt keine Zahlen an, beschreibt jedoch, dass er in seinen relativ kleinen Proben keine einheitlichen, regional spezifischen Formen ausmachen konnte. Auf seinen Zeichnungen zur Bestimmung versucht er jedoch, bei der Struktur der Pedipalpen geografische Unterschiede zu dokumentieren oder zumindest anzudeuten. Bei den Epigynen gelingt ihm das nicht, hier zeigen seine Zeichnungen einen „Durchschnittstyp".

Deshalb waren wir überrascht, dass es uns gelang, die Vielfalt der Epigyne geografisch eindeutig einzugrenzen. Auch hier zeigten die weiblichen Nachkommen im Zuchtraum die gleichen Merkmale wie die Weibchen der P-Generation im natürlichen Lebensraum. Es ist deshalb anzunehmen, dass auch hier keine umweltabhängige Ausprägung vorliegt. Ähnlich wie beim Kreuzmuster wurde von uns nach Scapula-Ausprägungen gesucht, die mindestens 40 % der untersuchten Tiere zeigten. Daher könnte auch die Form und Länge der Scapula als regionales „Standardmerkmal" angesehen werden. Ob diese Ausprägungen bereits zu einer die Fortpflanzung begrenzenden Barriere führen können, ist nicht bekannt.

Zum jetzigen Zeitpunkt können wir nicht sagen, ob die Variabilität der Epigyne an die des Kreuzmusters gekoppelt ist. Die Beobachtungen zeigen lediglich, dass beide Merkmale immer gemeinsam und in den beschriebenen Regionen auftreten.

Literatur

AGNARSSON, I. (2004): Morphological phylogeny of cobweb spiders and their relatives (Araneae, Araneoidea, Theridiidae). Zoological Journal of the Linnean Society 141: 447-626.

BLANKE, R., & MERKLINGER, F. (1983): Die Variabilität von Zeichnungsmuster und Helligkeit des Abdomens bei *Araneus diadematus* Clerck und *Araneus marmoreus* Clerck. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 20: 63-75.

GRASSHOFF, M. (1968): Morphologische Kriterien als Ausdruck von Artgrenzen bei Radnetzspinnen der Subfamilie Araneinae (Arachnida: Araneae: Araneidae). Abhandlungen der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung 516: 1-100.

HÄNGGI A., STÖCKLI, E., & NENTWIG, W. (1995): Lebensräume mitteleuropäischer Spinnen. Charakterisierung der Lebensräume der häufigsten Spinnenarten Mitteleuropas und der mit diesen vergesellschafteten Arten. Miscellanea Faunistica Helvetiae 4: 1-460.

HUMPHREYS W.F. (1987): Behavioural temperature regulation. Pp. 56-65 in: NENTWIG W. (ed.): Ecophysiology of spiders. Springer; Berlin Heidelberg, New York.

NITZSCHE, R. (2004): Spinne sein: Spinnen-Spiegelungen in Menschen-Augen. Nitzsche; Kaiserslautern.

OXFORD, G.S. (1985): A countrywide survey of colour morph frequencies in the spider *Enoplognatha ovata* (Clerck) (Araneae: Theridiidae): evidence for natural selection. Biological Journal of the Linnean Society 24: 103-142.

OXFORD, G.S., & GILLESPIE, R.G. (1998): Evolution and ecology of spider coloration. Annual review of entomology 43: 619-643.

RENNER, F. (1990): Spinnen ungeheuer – sympatisch. Nitzsche; Kaiserslautern.

ROBERTS, M.J. (1993): Spiders of Great Britain and Ireland. Reprinted 2009. Apollo Books; Stenstrup, Denmark.

SAMU, F., & SZINETÁR, C. (1999): Bibliographic check list of the Hungarian spider fauna. Bulletin of the British Arachnological Society 11 (5): 161-184.

WALDOCK, J.M. (1991): The colour-forms of the Christmas spider *Gasteracantha minax* in southwestern Australia. The Western Australian Naturalist 18: 207-15.

Dr. Stephan Loksa (korrespondierender Autor)
Dorfplatz 5
D-50189 Elsdorf
E-Mail: spinnen@loksa.net

Dr. Silke Stoll
Aquazoo / Löbbecke-Museum
Kaiserswerther Straße 380
D-47474 Düsseldorf
E-Mail: silke.dr_stoll@duesseldorf.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologie heute

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: 23

Autor(en)/Author(s): Loksa Stephan, Stoll Silke

Artikel/Article: Kreuzmuster und Epigyne der Gartenkreuzspinne Araneus diadematus Clerck, 1757 (Araneae: Araneidae) unterscheiden sich in verschiedenen geografischen Regionen. Cross-like Pattern and Epigyne of the Garden Spider Araneus diadematus Clerck, 1757 (Araneae: Araneidae) Differ in Various Geographical Regions 23-29