

Anophelinae (Diptera: Culicidae) in ausgewählten Marschgebieten Niedersachsens: Bestandserfassung, Habitatbindung und Interpolation

Anna Wilke¹, Ellen Kiel¹, Winfried Schröder², Helge Kampen³

¹ **Institut für Naturschutz und Umweltbildung, Hochschule Vechta**

² **Institut für Umweltwissenschaften, Hochschule Vechta**

³ **Institut für Medizinische Parasitologie, Universität Bonn**

Abstract: The disappearance of malaria from Northern Germany in the middle of the 20th century was closely linked to a significant reduction of *Anopheles* breeding sites as a consequence of intense drainage of marshes, swamps and moors. Nature conservation activities and the reestablishment of swamps and wetland areas may nowadays lead to a converse effect and contribute to the multiplication and spread of culicid mosquitoes again. Therefore, the monitoring of their distribution and abundance is advisable. The presented investigation concentrates on typical Lower Saxony marshland ditches and on their suitability to provide breeding facilities for Culicidae in general, and for the former malaria vectors *An. atroparvus* and *An. messeae* in particular. The study area was fixed geographically with special reference to historical vector findings, former malaria regions and current archive data. To determine the habitat preferences of the mosquitoes, a structural mapping of single ditches was performed and essential abiotic factors were recorded. *Anopheles* specimens regularly were found in ditches with submerge and emerge macrophytes but never in ditches with a high degree of surface coverage by swimming plants. Conductivity, pH-value and total phosphate in the water body appear to be further variables which correlate with the occurrence and abundance of *Anopheles* larvae and pupae and therefore can be used for predictions. By means of geographic information systems (GIS) and geostatistical procedures, a surface related assessment of the given *Anopheles* densities within the ditches should now be feasible. To this end, the multivariate correlations between the empirical data were analysed by Classification and Regression Trees. The relations detected serve to predict the empirical findings to biotopes similar to the sampling sites. Furthermore, recent climate predictions will be analysed with respect to possible effects climate change may have on the distribution of Anophelinae in Lower Saxony.

Key words: *Anopheles*, Culicidae, marshland ditches, ecological characteristics, Lower Saxony

Anna Wilke, Ellen Kiel, Institut für Naturschutz und Umweltbildung, Hochschule Vechta, Driverstr. 22, D-49377 Vechta; e-mail: anna.wilke@uni-vechta.de; Winfried Schröder, Institut für Umweltwissenschaften, Hochschule Vechta, Oldenburger Str. 97, D-49377 Vechta; Helge Kampen, Institut für Medizinische Parasitologie, Universität Bonn, Sigmund-Freud-Str. 25, D-53127 Bonn

Nach HIRSCH (1883) war die Malariasituation im 19. Jahrhundert in Norddeutschland am schlimmsten in Schleswig-Holstein, an der Küste westlich der Elbe sowie in den Mooregebieten von Hannover und Oldenburg. Erst mit Beginn des 20. Jahrhunderts nahm dort die Zahl der Infektionen ab. Dieser Rückgang wurde vielfach auf die Trockenlegung von Marsch-, Sumpf- und Mooregebieten zurückgeführt (MAIER 2004). Aktuell wird deshalb in Teilen der Bevölkerung ein Wiederaufflackern der Malaria bzw. anderer Mücken-assoziiierter Krankheiten als indirekte Folge von Wiedervernässungsmaßnahmen befürchtet. Hinzu kommen Klima- und weitere Umweltveränderungen, welche nach MAIER et al. (2003) Ursache für neu auftretende oder wiederkehrende Krankheiten sein können.

Mit dem Verschwinden der Malaria wurde in Deutschland kaum weitere Forschung zur Verbreitung und Ökologie der Culiciden betrieben. Das Fehlen von fundierten Daten zur Ökologie und Populationsentwicklung der präimaginalen Culicidenstadien in den heute vorhandenen Lebensräumen (z.B. Gräben, Polder, Wiedervernässungsflächen, Mooren) erschwert Aussagen und Prognosen zur Verbreitung potenzieller Vektoren.

Die aktuellen Untersuchungen konzentrierten sich zunächst auf die Untersuchung der aquatischen Entwicklungsstadien von *Anopheles*-Arten (Diptera: Culicidae) in Entwässerungsgräben. Diese Biotop sind

für die heutige Landschaftsstruktur der Marschengebiete im Nordwesten Niedersachsens typisch, stellen dort einen hohen Anteil der Wasserflächen dar und sind grundsätzlich als Brutgewässer geeignet (CRANSTON et al. 1987, MOHRIG 1969).

Wesentliches Ziel der Untersuchung war zunächst die Darstellung historischer Fundgebiete, der abgesicherte Nachweis aktueller Brutgebiete verschiedener *Anopheles*-Arten und die Entwicklung einer standardisierten Methode zur Charakterisierung der betreffenden Biotope. Darauf aufbauend sollen mit GIS-Techniken, Classification and Regression Trees (CART) und Geostatistik zukünftig Möglichkeiten der Übertragung dieser Resultate auf ähnlich ausgestattete Landschaftsräume geprüft werden.

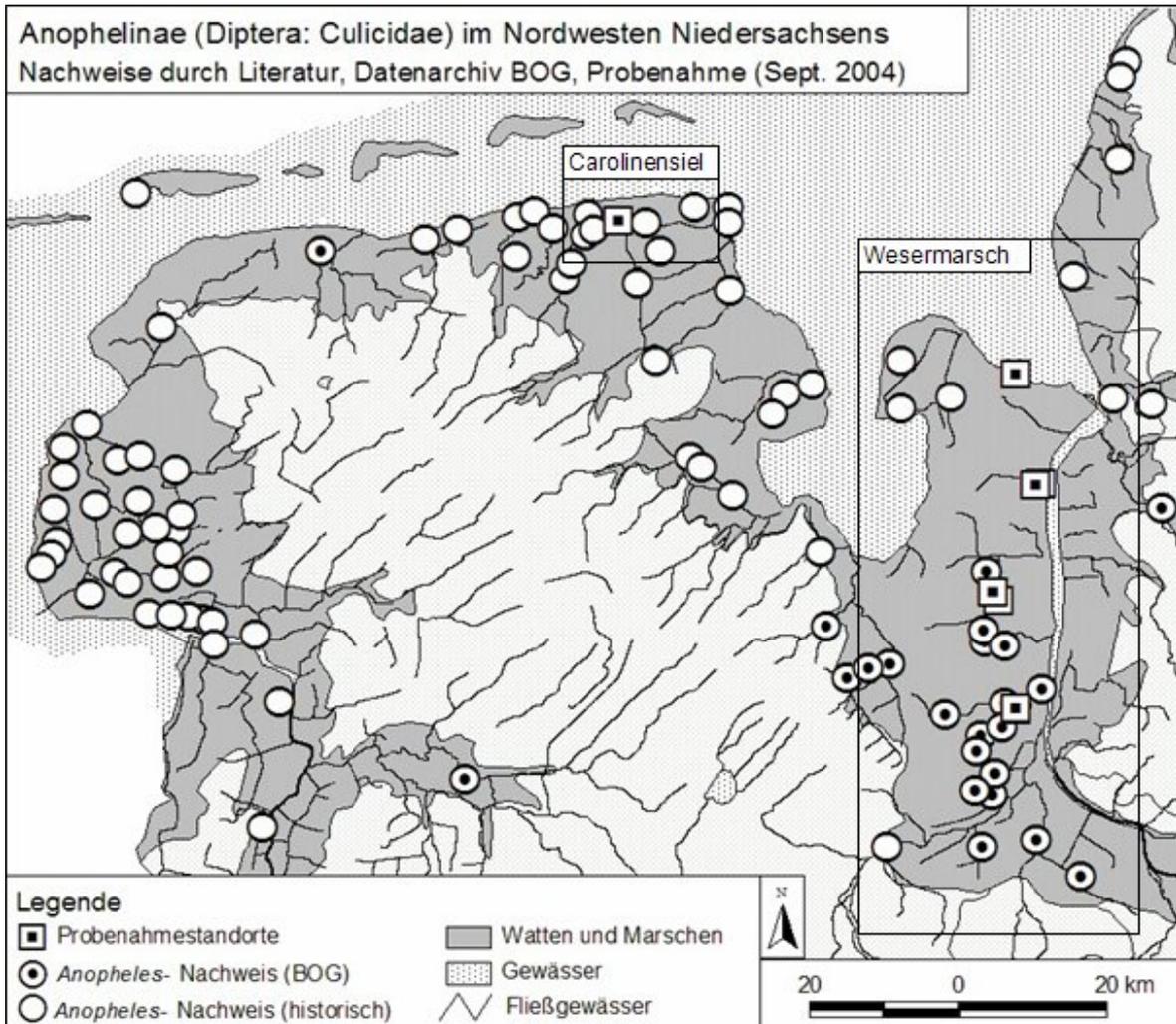


Abb. 1: Darstellung der Nachweise von *Anopheles*-Arten in Nordwest Niedersachsen (Stand: September 2004). Datenbasis der historischen *Anopheles*-Nachweise: KÜHLHORN 1954, MARTINI 1920, MÜHLENS 1908, SCHUBERG 1927, WEYER 1933, 1938, 1951, 1956

Methoden

Für die Bestandserfassung wurden zunächst alte Vektorfunde aus früheren Malariagebieten (KÜHLHORN 1954, MARTINI 1920, MÜHLENS 1908, SCHUBERG 1927, WEYER 1933, 1938, 1951, 1956) und ein aktuelles Datenarchiv zur Biologie der Oberflächengewässer Niedersachsens (BOG) ausgewertet und kartographisch aufbereitet. Die daraus resultierende Karte bietet einen Überblick über die Verteilung der *Anopheles*-Nachweise (Abb. 1) und ermöglicht eine gezielte Suche nach Brutgewässern im Untersuchungsraum.

Die in aktuellen Brutgewässern durchgeführten Untersuchungen umfassen eine Vegetations- und Strukturkartierung. Die Probenentnahme begleitende Erfassung abiotischer Parameter (Sondenmessungen: Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und -sättigung) sowie die Bestimmung von Orthophosphat-, Gesamtphosphat-, Ammonium-, Nitrit-, Nitrat-, Gesamtstickstoff- und Chloridgehalt erfolgte durch Analysen nach DIN.

Insgesamt wurden acht Gräben untersucht. Für die Vegetationsaufnahme und den Fang der Larven und Puppen wurden die Gräben, entsprechen ihrer Länge, in 10 m lange Transekte aufgeteilt. Die Hälfte dieser Transekte, insgesamt 53, wurde für die Erfassung der Culiciden randomisiert ausgewählt. Die Vegetation wurde unter Angabe von Deckungsgraden (nach erweiterter Braun-Blanquet-Skala) aufgenommen. Der Fang der *Anopheles*-Larven und -Puppen erfolgte durch Dippen mit einer Frisbee-Scheibe (SERVICE 1993). Je Transekt wurden so 30 Proben genommen, die zu gleichen Teilen auf die Grabenmitte und Grabenränder verteilt wurden. Die Pause zwischen den einzelnen Fängen betrug eine Minute. Mit Hilfe spezieller Bestimmungsschlüssel (BECKER et al., 2003, CRANSTON et al. 1987) wurden die gefangenen Mückenlarven morphologisch bis zur Komplexebene bestimmt. Die Identifizierung der Zwillingsarten erfolgte durch PCR-Tests (KAMPEN et al. 2003, PROFT et al. 1999).

Neben der deskriptiv-statistischen Kennzeichnung der Funddaten sowie deren bivariate Korrelation mit den Habitatfaktoren wurde eine multivariat-statistische Analyse mit CART, implementiert in Answer Tree (SPSS), durchgeführt. CART ist eine Klassifizierungsmethode, die sich besonders für ökologische Fragestellungen eignet, da sehr große Datensätze mit kategorialen, d.h. nominalen und ordinalen Daten sowie mit kontinuierlichen, d.h. ratio- und intervallskalierten Daten unterschiedlicher statistischer Verteilungen verarbeitet werden können (BREIMAN et al. 1984). Ziel dieser Methode ist eine hierarchisch-binäre Klassifikation von Objekten anhand der Ähnlichkeit der Ausprägungen ihrer Merkmale. Die Optimierungskriterien sind die klasseninterne Homogenität sowie die Trennschärfe der Klassen. Die Aufteilung einer Ausgangsmenge in jeweils zwei Teilmengen erfolgt durch ein sogenanntes „Split-Kriterium“. Darunter ist die Ausprägung einer der Variablen zu verstehen, welche die Aufteilung der Objekte im Sinne der Optimierungskriterien am besten erfüllt. Das Ergebnis der CART-Analyse ist ein Entscheidungsbaum, der die Regeln der Klassifikation abbildet. Diese Regeln können aus dem Dendrogramm ausgelesen und für Vorhersagen genutzt werden. Diese Vorhersage kann eine Regel basierte Datenbankabfrage sein, bei der es um die Suche nach Räumen geht, die ähnlich wie die Fundstellen ausgestattet sind. In der Landschaftsökologie wird CART u.a. für Raumgliederungen verwendet (SCHMIDT 2002), welche die zuvor angesprochene Extrapolation per Analogieschluss unterstützt.

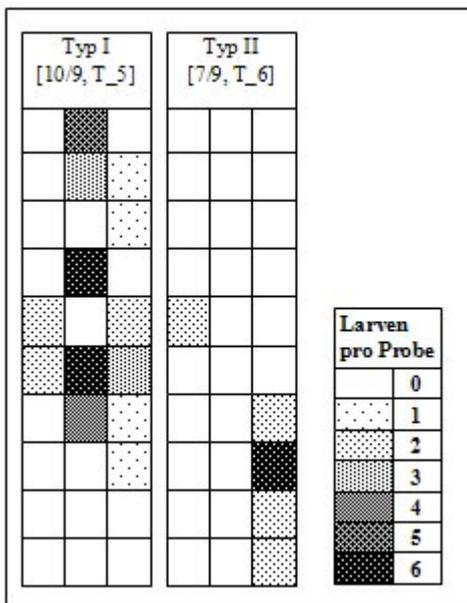


Abb. 2: Verteilungsmuster von *Anopheles*-Larven in zwei unterschiedlichen Grabentypen [Probennummer, Transektnummer]

Tab. 1: Liste der erfassten Arten

Unterfamilie	Taxon	Probennummer							
		2/9	5/9	7/9	8/9	10/9	15/9	16/9	17/9
Anophelinae	<i>An. atroparvus</i>			X		X	X		X
	<i>An. claviger s.s.</i>				X				
	<i>An. messeae</i>	X	X	X		X	X	X	X
Culicinae	<i>Cx. pipiens s.l.</i>				X	X			
	<i>Cx. territans</i>				X				

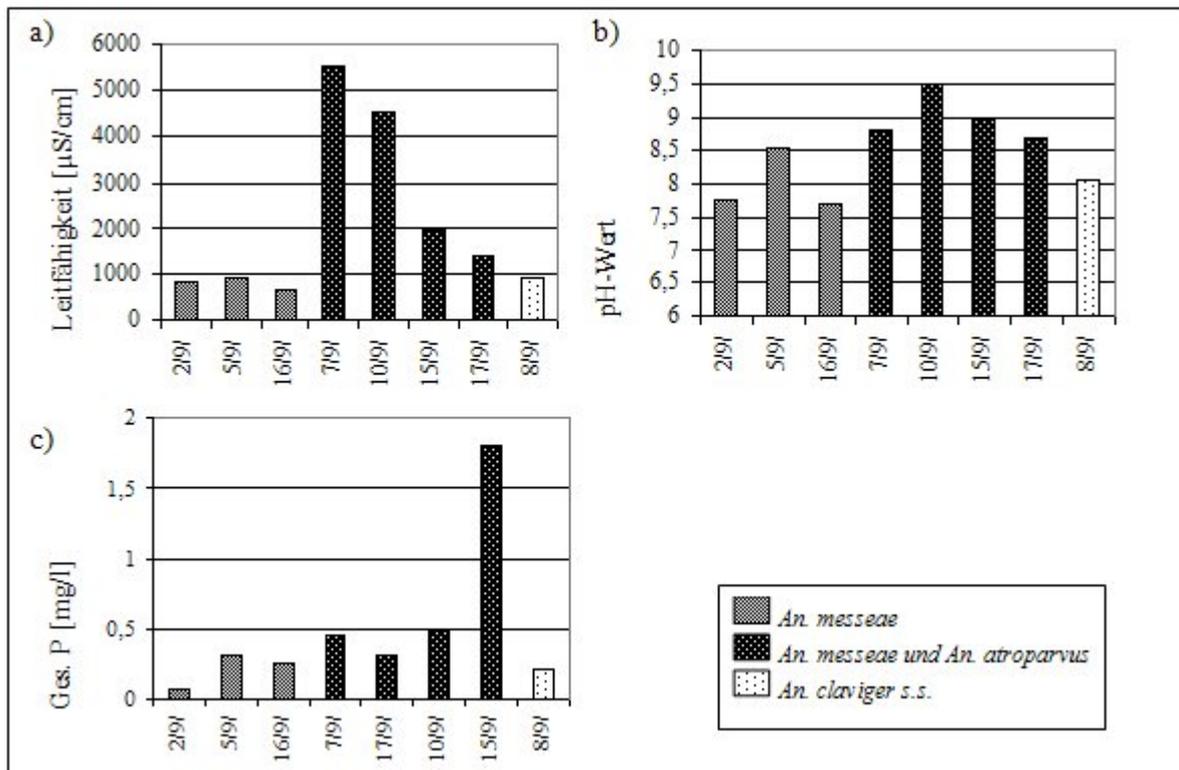


Abb. 3: Wasserchemische Parameter zur Charakterisierung der Brutgewässer von *Anopheles*-Arten nach CART-Analyse.

Tabelle 1 zeigt die nachgewiesenen Culicidenarten. *An. messeae* trat am häufigsten auf, gefolgt von *An. atroparvus*, die in allen Fällen zusammen mit *An. messeae* vorkam. *An. claviger s.s.* war ein Einzelfund. Die Nachweise der *Culex*-Arten sind unzureichend für Angaben zur Habitatbindung und werden somit in der weiteren Betrachtung nicht berücksichtigt.

Wenngleich die Beziehungen derzeit noch mit einer relativ geringen Stichprobengröße belegt werden können, ergeben sich erste Hinweise auf Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen und der Dichte von *Anopheles*-Arten und den Eigenschaften der Brutgewässer. So wurden *Anopheles*-Arten lediglich in Gräben des Typs I und II nachgewiesen (Abb. 2). In Gräben mit Schwimmblattpflanzen, deren Deckung > 90 % (Grabentyp III) ist, traten keine Culiciden auf. Im Grabentyp I wurden die höchsten Larvenzahlen pro Probe erfasst. Sie verteilten sich sowohl auf die Randbereiche als auch auf die Grabenmitte, wobei die Verteilung in der Grabenmitte den Schwerpunkt bildet (Abb. 2). Im Grabentyp II wurden insgesamt weniger Culiciden

gefangen als in Gräben des Typs I. In der Mitte von Gräben des Typs II wurden keine Larven angetroffen (Abb. 2).

Im Fokus der weiteren Analyse stehen mögliche Zusammenhänge zwischen den abiotischen Faktoren und dem Auftreten der einzigen regelmäßig nachgewiesenen Art *An. messeae*. Leitfähigkeit und pH-Wert scheinen danach wesentliche Kenngrößen für Brutgewässer zu sein (CART-Analyse). Alle drei Gräben, in denen *An. messeae* allein auftrat, wiesen Leitfähigkeitswerte < 912 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und pH-Werte < 8,5 auf (Abb. 3a, b). Alle gemeinsamen Nachweise von *An. atroparvus* und *An. messeae* traten in Gewässern mit deutlich höheren Werten für Leitfähigkeit und pH-Werte auf. Der Gesamtphosphatgehalt (Ges. P) könnte ein weiteres Kriterium zur Kennzeichnung der *Anopheles*-Gewässer sein. Gräben, in denen *An. messeae* und *An. atroparvus* zusammen nachgewiesen werden konnten, waren durch deutlich höhere Werte gekennzeichnet (Abb. 3c).

Ausblick

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Eignung von Gräben als Brutgewässer aufgrund des Pflanzenwachstums saisonal schwankt. Sofern sich die oben aufgeführten Ergebnisse anhand eines größeren und auf längere Zeiträume bezogenen Datenbestandes verifizieren und ggf. weiter differenzieren lassen, können zukünftig auf Basis der hier erfassten Zusammenhänge Datenbankabfragen (z.B. BOG-Archiv) durchgeführt werden. Diese ermöglichen eine Selektion und weitere Charakterisierung potentieller Brutgewässer für unterschiedliche *Anopheles*-Arten und die Übertragung dieser Erkenntnisse auf größere, ähnlich ausgestattete Räume.

Literatur

- BECKER, N., PETRIĆ, D., ZGOMBA, M., BOASE, C., DAHL, C., LANE, J. & KAISER, A. (2003): Mosquitoes and their control. – Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York.
- BREIMAN, L., FRIEDMAN, J.H., OHLSON, R.A. & STONE, C.J. (1984): Classification and Regression Trees. – Wadsworth, Pacific Grove.
- CRANSTON, P.S., RAMSDALE, C.D., SNOW, K.R. & WHITE, G.B. (1987): Adults, Larvae and Pupae of British Mosquitoes (Culicidae): A Key. – Titus Wilson & Son Ltd., Kendal.
- HIRSCH, A. (1883): Malarial diseases. – In: Handbook of Geographical and Historical Pathology. Vol. 1, Acute Infective Disaeses. – The New Sydenham Society, London.
- KAMPEN, H., STERNBERG, A., PROFT, J., BASTIAN, S., SCHAFFNER, F., MAIER, W.A. & SEITZ, H.M. (2003): Polymerase chain reaction-based differentiation of the mosquito sibling species *Anopheles claviger* s.s. and *Anopheles petragrani* (Diptera: Culicidae). – Am. J. Trop. Med. Hyg. 69 (2): 195-199.
- KÜHLHORN, F. (1954): Beitrag zur Verbreitung, Ökologie und Biologie der Fiebermücken in Süd- Niedersachsen. – Beitr. Naturk. Nieders. 7: 12-21.
- MAIER, W.A. (2004): Das Verschwinden des Sumpffiebers in Europa: Zufall oder Notwendigkeit? – Denisia 13: 515-527.
- MAIER, W.A., GRUNEWALD, J., HABEDANK, B., HARTELT, K., KAMPEN, H., KIMMIG, P., NAUKE, T., OEHME, R., VOLLMER, A., SCHÖLER, A. & SCHMITT, C. (2003): Mögliche Auswirkungen von Klimaveränderung auf die Ausbreitung von primär humanmedizinisch relevanten Krankheitserregern über tierische Vektoren sowie auf die wichtigen Humanparasiten in Deutschland. – Climate Change 05/03, Berlin.
- MARTINI, E. (1920): *Anopheles* in der näheren und weiteren Umgebung von Hamburg und ihre voraussichtliche Bedeutung für die Volksgesundheit. – Abh. Geb. Naturwiss. 21: 3-32.
- MOHRIG, W. (1969): Die Culiciden Deutschlands – Untersuchungen zur Taxonomie, Biologie und Ökologie der einheimischen Stechmücken. – Parasitol. Schr. Reihe 18, Fischer Verlag, Jena.
- MÜHLENS, P. (1908): Über einheimische Malariaerkrankungen in der Umgegend von Wilhelmshaven und ihre Bekämpfung. – Arch. Schiffs- Tropenhyg. 12: 57-70.
- PROFT, J., MAIER, W.A. & KAMPEN, H. (1999): Identification of six sibling species of *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) by a polymerase chain reaction assay. – Parasitol. Res. 85: 837-843.
- SCHMIDT, G. (2002): Eine multivariat-statistisch abgeleitete ökologische Raumgliederung für Deutschland. – dissertation.de – Verlag im Internet, Berlin (www.dissertation.de).

- SCHUBERG, A. (1927): Das gegenwärtige und frühere Vorkommen der Malaria und die Verbreitung der Anophelesmücken im Gebiete des Deutschen Reiches. – Arb. a. d. Reichsgesundheitsamt 59: 1-424.
- SERVICE, M.W. (1993): Mosquito Ecology. Field Sampling Methods. 2. Aufl. – Chapman & Hall, London.
- WEYER, F. (1933): Untersuchungen zur Rassenfrage an *Anopheles maculipennis* in Norddeutschland. – Zentbl. Bakt., Parasitenk. Infektionsk. 127: 398-417.
- WEYER, F. (1938): Die geographische Verbreitung der Rassen von *Anopheles maculipennis* in Deutschland. – Z. Parasitenk. 10: 437-463.
- WEYER, F. (1951): Neuere Beobachtungen an *Anopheles* in Deutschland. – Z. Tropenmed. Parasitol. 2: 367-401.
- WEYER, F. (1956): Bemerkungen zum Erlöschen der ostfriesischen Malaria und zur *Anopheles*-Lage in Deutschland. – Z. Tropenmed. Parasitol. 2: 219-228.