

Aus dem Hygiene-Institut des Bezirkes Halle (Direktor: OMR Prof. Dr. H. Grahneis)
und dem Fachbereich Zoologie (Leiter: Prof. Dr. J. O. Hüsing)
der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Beiträge zur Stechmücken-Fauna (Dipt., Culicidae) der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlerer Elbe

4. Ergebnisse physikalisch-chemischer Analysen von Larvenbrutgewässern der Gattung *Aedes* Meigen 1818¹

Von

Volker Dix

Mit 3 Tabellen

(Eingegangen am 7. Juni 1971)

Inhalt

1. Einleitung	69
2. Methodik	70
3. Diskussion der Ergebnisse	70
4. Zusammenfassung	74
Schrifttum	74

1. Einleitung

In der Vielzahl der Arbeiten über faunistisch-ökologische Untersuchungen an Stechmücken des deutschen Faunengebietes finden wir nur wenige, die über physikalisch-chemische Analysen der Larvenbrutgewässer berichten.

Weyer (1934) untersuchte den Chloridgehalt und den pH-Wert norddeutscher Anophelengewässer, Henkel (1936) die verschiedensten Faktoren der Brutgewässer von *Ae. caspius* und *vexans*. Die ersten umfassenden Untersuchungen führten Kapeszky (1940) in der Umgebung von Wien und in Fortführung deren Arbeit Anschau und Exner (1952) in der Steiermark durch.

Scherpner (1960), der die Fauna und Ökologie der Culiciden in der Umgebung von Frankfurt am Main studierte, bemerkte, daß zu der Feststellung der Bedeutung der einzelnen chemischen Faktoren, der Bestimmung der Vorzugsbereiche der einzelnen Arten sowie der Ermittlung der Grenzwerte, zwischen denen die Larven leben, Untersuchungsergebnisse aus den verschiedensten Gebieten vorhanden sein müssen.

Aus dem mecklenburgischen Raum liegt eine Mitteilung von Mohrig (1964) vor und über erste Ergebnisse derartiger Untersuchungen im mitteldeutschen Gebiet berichten Ockert (1970), Dix und Ockert (1971) sowie Schuster und Mohrig (1971).

¹ Teil einer von Herrn Prof. Dr. Hüsing betreuten Dissertation. Herrn Prof. Dr. Hüsing sei an dieser Stelle mein aufrichtiger Dank ausgesprochen.

2. Methodik

Das Larvenmaterial wurde in der bereits beschriebenen Weise (1.-3. Mitteilung) gesammelt und bearbeitet. Zur physikalisch-chemischen Analyse wurden einem Brutplatz 250 cm³ Wasser entnommen und, da eine sofortige Bearbeitung aus technischen Gründen in der Regel nicht möglich war, über Nacht im Kühlschrank aufbewahrt. Die Analyse erfolgte aber nie später als 24 Stunden nach der Entnahme der Proben.

Folgende Werte wurden zur Charakterisierung der Larvenbrutgewässer bestimmt:

1. pH-Wert elektrometrisch mit dem MV11S der Firma Clamann & Grahnert, Dresden
2. Chloridgehalt in mg/l titrimetrisch nach Mohr
3. Kaliumpermanganatverbrauch in mg/l
4. Alkalität (Säurebindungsvermögen) titrimetrisch mit n/10 HCl nach Tashiro
5. Gesamthärte komplexometrisch mit Komplexon 3 gegen den Indikator Eriochromschwarz T
6. Karbonat- und Nichtkarbonathärte wurden aus den Werten von 4 und 5 errechnet
7. elektrolytische Leitfähigkeit (μ S) mit dem Zucker-Asche-Bestimmer des VEB Laborgerätebau Ilmenau (bei 20 °C).

An dieser Stelle möchte ich Herrn H.-W. Zeschmar (Hygieneinstitut Halle) für seine Unterstützung bei der Durchführung der Analysen meinen Dank aussprechen.

3. Diskussion der Ergebnisse

Über die Wichtigkeit der einzelnen physikalisch-chemischen Faktoren gibt es in der Literatur die verschiedensten Ansichten.

Bates (1949) hob hervor, daß die Wahl des Brutplatzes durch die Weibchen von einer Vielzahl kompliziert ineinandergreifender Einzelfaktoren abhängt.

Allgemein wird der Wasserstoffionenkonzentration die größte Bedeutung beigemessen. Sie ist ein wichtiges ökologisches Moment und bestimmt die quantitativen Verhältnisse zwischen den Organismen einer Biozönose.

Nach Buchmann (1931), der experimentell die Entwicklung verschiedener Arten bei unterschiedlichen pH-Werten untersuchte, gibt es eury- und stenoionene Arten, unter diesen wiederum azidophile und alkaliphile.

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse können *Ae. cantans*, *cinereus*, *excrucians* und *punctor* als ausgesprochen euryion angesehen werden (Tab. 1).

Von ihnen ist *punctor* aber die einzige Art, die in stark sauren Gewässern massenhaft zur Entwicklung kommt, so daß man sie wie Mohrig (1969) als azidophil bezeichnen kann. Die anderen als euryion bezeichneten Arten zeigen eine deutliche Bevorzugung des neutralen Bereiches. Dies stimmt auch mit den Ergebnissen von Kapeszky (1940), Natvig (1948), Anschau und Exner (1952), Scherpner (1960) und Mohrig (1964) überein. Für *Ae. cinereus*, *excrucians* und *sticticus* liegen die ermittelten niedrigsten pH-Werte auffallend unter den bei diesen Autoren angegebenen unteren Grenzen (Tab. 1).

Ae. sticticus wird von Anschau und Exner (1952), die in Bruttümpeln dieser Art pH-Werte zwischen 5,8 und 7,7 feststellten, als euryion bezeichnet. Auch die Ergebnisse von Scherpner (1960) – pH-Werte von 5,0 bis 6,9 – und dieser Arbeit sprechen für diese Ansicht. Jedoch scheint *sticticus*, wie auch die Arten *caspius* und *dorsalis*, saure Gewässer weitgehend zu meiden.

Ae. flavescens und *leucomelas* wurden bisher (Mohrig, 1969) nur in neutralen Brutgewässern nachgewiesen.

Tabelle 1. Ergebnisse der pH-Wertbestimmung
Die Zahlen in den Klammern geben die Anzahl der Brutplätze wieder.
(+) - Einzelfund, + - vereinzelt, ++ - häufig, +++ - massenhaft.

	3-3,9	4-4,9	5-5,9	6-6,9	7-7,9	8-8,9
<i>Ae. annulipes</i>				+	+	
				(3)	(7)	
<i>Ae. cantans</i>	+	+		+ - + + +	+ - + + +	
	(2)	(1)		(10)	(20)	
<i>Ae. caspius</i>			++	+ - + + +	+++	
			(1)	(4)	(2)	
<i>Ae. cataphylla</i>				+	+	
				(1)	(2)	
<i>Ae. cinereus</i>	+	+		+ - + + +	+ - + + +	
	(2)	(1)		(5)	(10)	
<i>Ae. communis</i>				+	(+) - +	
				(2)	(5)	
<i>Ae. detritus</i>	+					
	(2)					
<i>Ae. dorsalis</i>			+++	+++	+++	
			(1)	(3)	(5)	
<i>Ae. excrucians</i>	+	+		+	(+) - + + +	++
	(2)	(1)		(4)	(12)	(1)
<i>Ae. flavescens</i>		++		+++	+ - + + +	
		(1)		(4)	(10)	
<i>Ae. leucomelas</i>	+				+ - + + +	+
	(1)				(5)	(1)
<i>Ae. punctor</i>	+ - + + +	+++	+++	+++	+ - + + +	
	(3)	(5)	(2)	(8)	(10)	
<i>Ae. sticticus</i>	+			+	+ - + + +	
	(1)			(1)	(6)	
<i>Ae. vexans</i>				+	+ - + + +	
				(1)	(8)	

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen lassen vermuten, daß auch diese Aedinen eine gewisse Toleranz gegenüber niedrigen pH-Werten besitzen.

Der Nachweis von *Ae. detritus* im Stadforst Halle (Dix, 1971) - pH 3,6, Cl 290-328, PV 100-110 - bestätigt die große ökologische Valenz dieser Culicidae.

Obwohl *Ae. communis* im Untersuchungsgebiet nur in Tümpeln mit neutralen Reaktionen gefunden wurde, ist sie ebenfalls zu den euryionen Arten zu zählen, da sie vielfach und recht zahlreich (Mohrig, 1969) in sauren Gewässern, oft vergesellschaftet mit *Ae. punctor*, zur Entwicklung kommt.

Ae. annulipes, *cataphylla* und *vexans* sind noch enger als die anderen Arten an den neutralen Bereich gebunden, obwohl sie gelegentlich in schwach sauren Gewässern nachgewiesen werden können. Jedoch ist der Larvenbesatz dann sehr gering.

Neben der H-Ionenkonzentration hat sich der Chloridgehalt eines Gewässers als wichtiger ökologischer Faktor erwiesen. Zusätzlich wurde die elektrolytische Leitfähigkeit (μ S) gemessen. Durch sie kann man eine Aussage über den gesamten Salz-

gehalten erhalten. Die festgestellten Minimal- und Maximalwerte sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Die im Gebiet zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlerer Elbe gewonnenen Ergebnisse zeigen, wie auch die anderer Autoren (Natvig, 1948; Anschau und Exner, 1952; Scherpner, 1960 und Mohrig, 1964), daß sich die Arten gegenüber dem Faktor Salz verschiedenartig verhalten.

Es gibt solche, die man als ausgesprochene Süßwasserformen bezeichnen kann. Zu ihnen gehören *Ae. cataphylla* und *communis*. *Ae. cinereus*, *punctor*, *annulipes* und *sticticus* sind ebenfalls zu den Süßwasserformen zu zählen. Sie wurden im Untersuchungsgebiet aber auch in Tümpeln mit Chloridwerten gefunden, die teilweise deutlich über den von Mohrig (1964) ermittelten Werten lagen. Die Ergebnisse der Messung der elektrolytischen Leitfähigkeit (Tab. 3) lassen örtlich sogar beträchtliche Salzkonzentrationen, in der Hauptsache wahrscheinlich in der Form von Sulfaten, vermuten. In solchen Fällen war der Larvenbesatz aber durchweg sehr gering.

Andere Arten, wie *Ae. leucomelas*, *cantans*, *vexans* und *excrucians*, besitzen gegenüber dem Faktor Salz eine große ökologische Valenz (Mohrig, 1969). Sie bevorzugen aber eindeutig süße Gewässer und treten nur in diesen häufiger auf (Tab. 2).

Tabelle 2. Ergebnisse der ermittelten Cl-Werte
Die Zahlen in den Spalten geben die Anzahl der Brutplätze wieder

	—50	—100	—200	—500	—1000	—2000	—5000	—10 000
<i>Ae. annulipes</i>	4	2	1	2	1			
<i>Ae. cantans</i>	11	8	7	6	1			
<i>Ae. caspius</i>		1		1		3	1	1
<i>Ae. cataphylla</i>		2	1					
<i>Ae. cinereus</i>	8	3	4	2	1			
<i>Ae. communis</i>	4	1		2				
<i>Ae. detritus</i>				1				
<i>Ae. dorsalis</i>		1				4	2	2
<i>Ae. excrucians</i>	6	3	5	3	1	2		
<i>Ae. flavescens</i>		8	2	2	1	2		
<i>Ae. leucomelas</i>			2	4				
<i>Ae. punctor</i>	10	5	9	2				
<i>Ae. sticticus</i>		2	2	2	2			
<i>Ae. vexans</i>		3	2	3	1			

Ae. flavescens dagegen kann auch in Gewässern mit hohem Salzgehalt sehr zahlreich angetroffen werden (7735 μ S, 1466 mg Cl/l). Mohrig (1964) fand sie noch bei 2000 mg Cl/l massenhaft.

Demgegenüber stehen die halobionten *Ae. caspius*, *dorsalis* und *detritus*. Die Larven dieser Arten kommen in Tümpeln mit hohem Salzgehalt massenhaft zur Entwicklung, werden aber auch – besonders *Ae. caspius* – im Süßwasser gefunden.

Im Binnenland sind diese Aedinen an Solequellen und Binnensalzstellen (z. B. Süßer See bei Eisleben, Artern, Stausee Kelbra) bis auf *detritus* in der Regel zu erwarten und können dort teilweise plagerregend auftreten.

Während die Härte des Wassers und die Alkalität offenbar als ökologisch begrenzende Faktoren keine Bedeutung besitzen (Tab. 3), ist die Bewertung des KMnO_4 -Verbrauches, der ja Abwasserverschmutzung und organische Zersetzungen gleichermaßen anzeigt, noch unklar.

Die von mir im Untersuchungsgebiet gewonnenen Werte lagen zwischen 4 und 711 mg KMnO_4 /l, waren also teilweise etwas erhöht (Tab. 3). Es konnte aber in keiner

Tabelle 3. Grenzwerte der einzelnen physikalisch-chemischen Faktoren der Larvenbrutgewässer

	pH	Cl	PV	μ S	Alk.	GH	KH	NKH
<i>Ae. annulipes</i>	6,1	20	30	503	0,4	13,2	1,1	9,0
	7,8	694	190	6696	7,0	30,2	19,6	29,1
<i>Ae. cantans</i>	3,2	16	30	503	0,4	13,2	1,1	5,6
	7,6	694	398	6696	7,0	86,4	23,7	69,0
<i>Ae. caspius</i>	5,0	98	25	1553	4,0	146,0		
	7,4	7070	494	15040				
<i>Ae. cataphylla</i>	6,9	54	90	909	3,6	25,0	10,1	14,9
	7,6	104	130		7,0	39,6	23,7	20,0
<i>Ae. cinereus</i>	3,2	12	4	380	0,0	7,6	0,0	5,1
	7,6	650	711	4440	5,0	86,0	14,0	72,0
<i>Ae. communis</i>	6,6	12	40	381	1,6	9,6	4,5	5,1
	7,8	254	164	4164	2,0	12,8	5,6	7,2
<i>Ae. detritus</i>	3,6	290	100					
		328	110					
<i>Ae. dorsalis</i>	5,0	98	25	1553	4,0	26,8	11,2	13,4
	7,6	7070	494	15040	4,6	215,8	13,4	204,6
<i>Ae. excrucians</i>	3,6	16	30	503	0,6	14,0	1,7	9,0
	8,0	1466	340	7735	9,2	156,8	25,8	103,9
<i>Ae. flavescens</i>	4,0	70	4	613	1,4	19,6	3,9	10,0
	7,7	1466	340	7735	9,2	156,8	25,8	133,3
<i>Ae. leucomelas</i>	3,9	188	36	888	2,8	23,6	10,6	21,0
	8,8	328	168	1371	3,9	51,2	13,4	40,6
<i>Ae. punctor</i>	3,2	12	28	336	0,0	3,0	0,0	1,0
	7,6	502	200	3512	7,0	86,2	39,6	10,6
<i>Ae. sticticus</i>	3,6	52	32	1488	3,8	39,6	10,6	20,0
	7,6	694	711	6696	7,6	62,0	40,7	40,6
<i>Ae. vexans</i>	6,6	14	84	426	2,6	26,6	7,3	18,1
	7,4	630	711	3512	7,6	62,0	40,7	28,6

GH — Gesamthärte, KH — Karbonathärte, NKH — Nichtkarbonathärte (in °dH)

Weise eine Abhängigkeit der Larvenzusammensetzung von der Höhe der Permanganatsverbrauchswerte festgestellt werden. Es ist jedoch denkbar, daß extrem hohe Permanganatsverbrauchszahlen (starke organische Verunreinigungen), wie sie Ockert (1970) teils feststellte, einen begrenzenden Faktor darstellen können. Derartige Verhältnisse dürften aber in den für Aedesmücken typischen Freilandtümpeln nur selten auftreten. Bislang liegen in der Literatur keine vergleichbaren Werte vor.

4. Zusammenfassung

Es wird über physikalisch-chemische Analysen von Larvenbrutgewässern der Gattung *Aedes* im Bezirk Halle berichtet. Von den untersuchten Faktoren (pH-Wert, Cl-Gehalt, KMnO_4 -Verbrauch, elektrolytische Leitfähigkeit, Alkalität und Härte) spielen die Alkalität und die Härte des Wassers offenbar als ökologisch begrenzende Faktoren keine Rolle. Die größte Bedeutung haben der pH-Wert und der Salzgehalt eines Gewässers. Die Beziehungen zu den einzelnen Arten werden diskutiert.

Schrifttum

- Anschau, M., und H. Exner: Faunistische und ökologische Untersuchungen an steirischen Culiciden. Z. Tropenmed. Parasitol. 4 (1952) 95—116.
- Bates, M.: The natural history of mosquitoes. New York 1949.
- Buchmann, W. Untersuchungen über die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Entwicklung der Mückenlarven. Z. angew. Ent. 18 (1931) 46—54.
- Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen, physikalische, chemische und bakteriologische Verfahren. Weinberg/Bergstraße 1954.
- Dix, V.: Beiträge zur Stechmücken-Fauna (Dipt., Culicidae) der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche- Unstrutniederung und mittlerer Elbe. 3. Zur Fauna und Ökologie der Stechmücken des Stadtförstes Halle/S. mit speziellen Bemerkungen über *Aedes punctor* (Kirby, 1837). Hercynia N. F., 8 (1971) 205—211.
- Dix, V., und G. Ockert: Beiträge zur Stechmücken-Fauna (Dipt., Culicidae) der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlerer Elbe. 2. Ergebnisse faunistisch-ökologischer Untersuchungen in den Jahren 1968 und 1969. Hercynia N. F., 8 (1971) 197—204.
- Henkel, H.: Studien zur Entstehung und zum Verlauf einer Aedesplage. Z. hyg. Zool. Schädlingsbekämpf. 28 (1936) 17—30.
- Kapeszky, E.: Die Culicidenfauna der engeren Umgebung Wiens und ihre Abhängigkeit von der physikalisch-chemischen Beschaffenheit des Mediums. Arch. Schiffs-Tropenhyg. 44 (1940) 103—119.
- Mohrig, W.: Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Culiciden der Umgebung von Greifswald. Dt. Ent. Z. 11 (1964) 327—352.
- Mohrig, W.: Die Culiciden Deutschlands. Parasitol. Schriftenr. H. 18 (1969).
- Natvig, R. L.: Danish and Fennoscandian Mosquitoes: Culicini. Norsk. Ent. Tidsskrift, Suppl. 1 (1948) 567 S.
- Ockert, G.: Beiträge zur Stechmücken-Fauna (Dipt., Culicidae) der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlerer Elbe. 1. Ergebnisse faunistisch-ökologischer Untersuchungen im Zeitraum von 1961—1967. Hercynia N. F., 7 (1970) 250—276.
- Scherpner, C.: Zur Ökologie und Biologie der Stechmücken des Gebietes von Frankfurt am Main (Diptera, Culicidae). Mitt. Zool. Mus. Berlin 36 (1960) 49—99.
- Schuster, W., und W. Mohrig: Stechmücken und ihre Bekämpfung im DDR-Bezirk Magdeburg. Angew. Parasitol. 12 (1971) 11—18.
- Weyer, F.: Über den Cl-Gehalt und das pH verschiedener Brutgewässer von *Anopheles maculipennis* in Norddeutschland und die Beziehungen zur Rassenfrage. Arch. Hydrobiol. 27 (1934) 595—608.

Dr. rer. nat. Volker Dix,
DDR-401 Halle (Saale),
Burgstraße 40/41