

Lauterbornia H. 16: 69-88, Dinkelscherben, April 1994

Die Köcherfliegfauna des eutrophen Belauer Sees in Schleswig-Holstein

[The caddis flies in the eutrophic Belauer See in Schleswig-Holstein, Germany]

Claus-Joachim Otto

Mit 15 Abbildungen und 8 Tabellen

Schlagwörter: Trichoptera, Insecta, Schleswig-Holstein, Deutschland, See, Emergenz, Biomasse, Trockengewicht, Energieinhalt, Phänologie, Imago, Faunistik

Bei Emergenzuntersuchungen im Belauer See 1988-1990 wurden 38 Trichoptera-Arten festgestellt, die alle typisch für stehende Gewässer sind. Von 18 Arten wurden Trockengewicht und Energiegehalt bestimmt, für 12 Arten wird die Schlupfrhythmik dargestellt. Die Trichoptera-Emergenz wird zur Gesamtemergenzen der merolimnischen Insekten des Belauer Sees in Bezug gesetzt und mit den Verhältnissen in anderen Seen verglichen.

Emergence investigations in the Lake of Belau 1988-1990 provided 38 species of Trichoptera, all typical for stagnant waters. Dryweight and calorific content of 18 species have been determined. For 12 species the rhythm of emergence is represented. The emergence of Trichoptera is referred to the that of all aquatic insects and compared with the situation in other lakes.

1 Einleitung

Untersuchungen zur Trichoptera-Fauna von nord- und ostdeutschen Seen liegen unter anderem vor EHRENBERG 1957, JACOB & al. (1983), KLEY (1981), LETTOW (1988), LUNDBECK (1926), MEUCHE (1939), MOTHES (1967), MÜLLER-LIEBENAU (1956) und SCHWAHN (1985). Unsere Untersuchung zur Trichoptera-Fauna des Belauer Sees ist Teil einer Benthon-Studie (OTTO 1991) im Rahmen des Projektes "Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette" und liefert Angaben zu Präsenz, Abundanz, Biomasse und Schlupfverhalten der Trichoptera. Hierbei wurde die Emergenzhaus-Methode angewandt, um über den Fang der Imagines eine qualitative Bestandsaufnahme sowie die Ermittlung von Biomassedaten zu erreichen. Trotz guter Erfahrungen mit dieser Methode liegen Emergenzuntersuchungen bisher vornehmlich aus Fließgewässern vor (CASPER 1980, 1983, ILLIES 1971, 1978, RINGE 1974), aus stehenden Gewässern ist es nur die Publikation von JACOB & al. (1983) und die von SCHLEUTER (1985) für Kleingewässer.

Die Ergebnisse bei den Trichoptera werden in Bezug zu den übrigen merolimnischen Insektengruppen gesetzt.

2 Untersuchungsgebiet

Der Belauer See, einer von sechs Seen der Bornhöveder Seenkette, liegt etwa 30 km südöstlich von Kiel im Östlichen Hügelland (TK25 1827, 1927; Abb. 1)

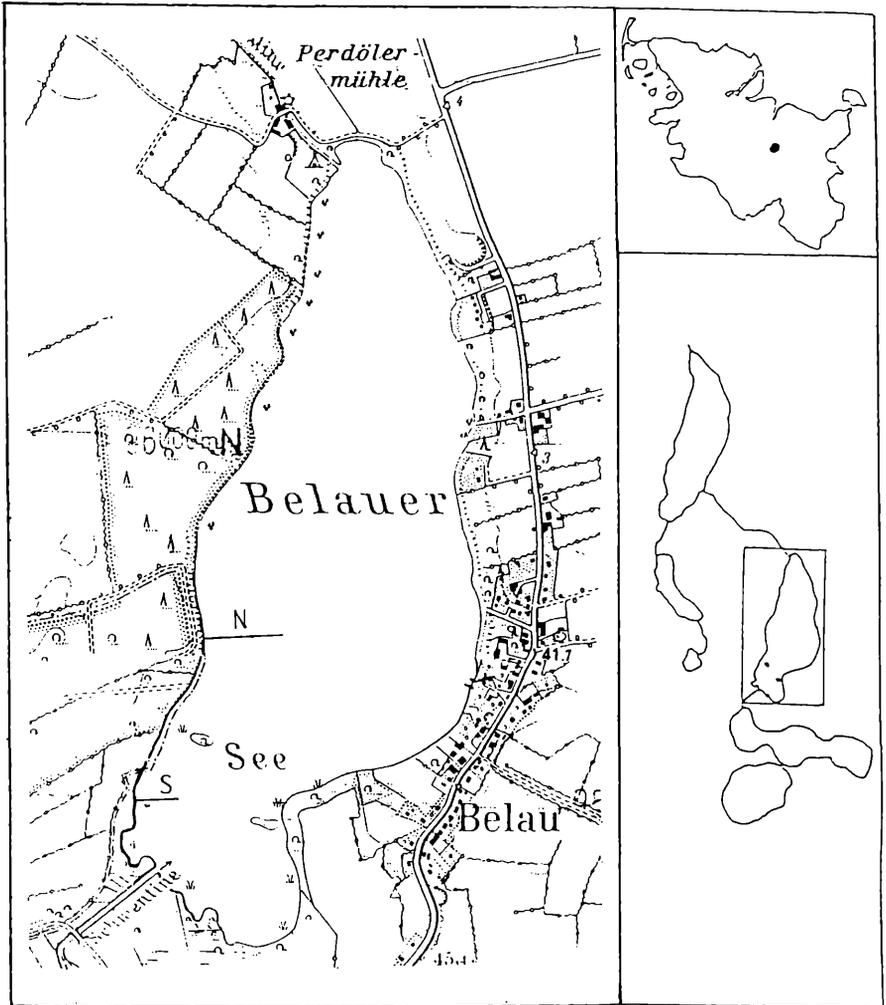


Abb. 1: Der Belauer See. N = Nordtransekt, S = Südtransekt

und wird von der Alten Schwentine durchflossen. Die Entstehung des Sees geht auf spätglazial abschmelzendes Eis zurück (GARNIEL 1988). Der Belauer See erstreckt sich in Längsrichtung von Nord nach Süd und gliedert sich in einen flachen Südteil (maximale Tiefe 2 m) und in einen tieferen Nordteil (maximale Tiefe 25,6 m). Die Wasseroberfläche beträgt 1,13 km² bei einem Wasservolumen von 10 Mill. m³. Der südliche Seeteil hat eine Detritusauflage, im Profundal des Nordteiles lagert Faulschlamm. Chemisch-physikalische Untersuchungen von BARKMANN (1989), LAMMEN (1989) und vom LANDESAMT

FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN (1982) weisen den Belauer See als eutroph aus. Ursache der Eutrophierung sind im wesentlichen die Einleitung aus der Kläranlage Bornhöved (mittlerweile mit einer Phosphateliminierung ausgerüstet) und die Fischzuchtanlagen am oberhalb gelegenen Bornhöveder See.

Beprobt wurde ein Transekt mit zwei Untersuchungsstellen im flachen Südteil des Sees und eines im Nordteil mit vier Untersuchungsstellen (Tab. 1).

Tab. 1: Untersuchungsstellen im Belauer See

Untersuchungsstelle	Wassertiefe (m)	Habitat
nördlicher Seeteil	N1 0,5	Schilf, Sand/Kies
	N2 1,0	Schilfrand, Sand/Kies
	N3 2,5	Freiwasser, Detritus, H ₂ S-Bildung
	N4 4,5	Freiwasser, Detritus, H ₂ S-Bildung
südlicher Seeteil	S5 0,5	Schilf, Detritus, H ₂ S-Bildung
	S6 1,2	Freiwasser, Detritus, H ₂ S-Bildung

3 Material und Methoden

Der Fang der Imagines fand 1988-1990 mit Hilfe von Emergenzfallen (Fläche: 0,5 m²), die in Schwimmkörpern eingehängt waren, statt (Abb. 2). Sie bestanden aus einem mit Gaze (Maschenweite: 0,5 mm) bespannten Holzrahmen und waren mit einem Klappenmechanismus ausgestattet der den Verlust von gestorbenen Tieren verhindern sollte sowie ein Absammeln vom Boot aus ermöglichte. Abgesammelt wurde mit Hilfe eines Exhaustors dreimal wöchentlich von April bis Oktober; Konservierung mit 70 % Alkohol. Zur Diskussion der Emergenz-Methode siehe BRINKMANN (1992), ILLIES (1971), RINGE (1974) und SCHLEE (1977).

Zum Teil wurde das Tiermaterial zur Bestimmung von Trockengewicht und Brennwert (Energiegehalt) mit Tabakrauch abgetötet (THIENEMANN 1925), um eine Gewichtsreduktion durch den Alkohol zu vermeiden. Anschließend wurde das Material nach Arten und Geschlechtern sortiert bis zur Gewichtskonstanz bei 60 °C getrocknet (SCHWOERBEL 1986) und auf 0,01 mg gewogen.

Zur Energiebestimmung diente ein Verbrennungskalorimeter (Firma Morat, Typ: FRAMO MK 200). Die Bildungswärme der bei der Verbrennung entstehenden Schwefelsäure war aufgrund des niedrigen Schwefelgehaltes von 1,4 % bei Arthropoden (BOWEN 1966) vernachlässigbar. Die Bildungswärme der Salpetersäure wurde anhand des von KERSTING (1972) angegebenen Korrekturwertes von 24712 J/g Stickstoff und einem Stickstoffgehalt von 12,3% des Trockengewichts bei Arthropoden (BOWEN 1966) abgeschätzt und abgezogen. Für die Gesamtbetrachtung der Energiegehalte an den Untersuchungsstellen fanden auf Ordnungs- bzw. Familienniveau die für männliche und weibliche Tiere gebildeten Mittelwerte Berücksichtigung, da die gemessenen Werte zwischen den Arten sich nicht signifikant unterschieden.

Das Material wurde bestimmt nach MACAN (1973), MALICKY (1983) und TOBIAS & TOBIAS (1981); letztere Bearbeitung bildet auch die nomenklatorische Grundlage. Die Bestimmung der Dominanz folgt SCHWERDTFEGER (1978), TISCHLER (1949) und HEYDEMANN (1953).

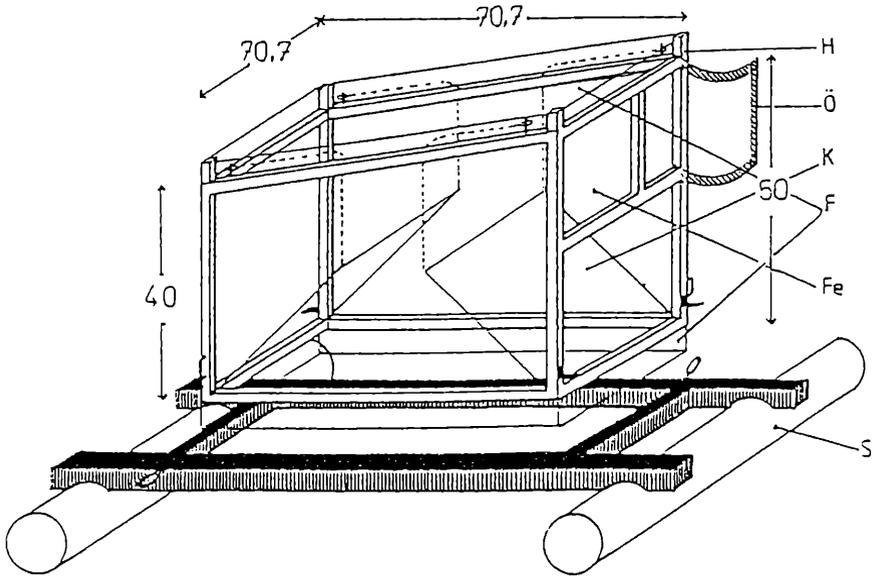


Abb. 2: Ereignisnetz für den Belauer See mit Schwimmer (S). H = Holzrahmen, Ö = Öffnung, F = Kunststoffolie, K = Kunststoffklappe und Fe = Fenster. Längenangaben in cm

4 Ergebnisse

4.1 Der Artenbestand

Die höchste Artenzahl stellen die Chironomidae mit 108 Arten, entsprechend 69,2 %. Es folgen die Trichoptera mit 38 (24,4 %) und die Ephemeroptera mit 5 Arten (3,2 %). Die Plecoptera, Megaloptera, Planipennia, Chaoboridae und Culicidae waren jeweils mit 1 Art (0,6 %) vertreten (Tab. 2).

Tab. 2: Gesamtartenzahl merolimnischer Insekten aller Untersuchungsstellen im Belauer See 1988-1990.

Ephemeroptera:	5	Phryganeidae:	3
Plecoptera:	1	Limnephilidae:	8
Megaloptera:	1	Leptoceridae:	9
Planipennia:	1	Molannidae:	3
Trichoptera:	38	Diptera:	120
Hydroptilidae:	8	Limoniidae:	10
Polycentropodidae:	4	Chaoboridae:	1
Psychomyiidae:	2	Culicidae:	1
Ecnomidae:	1	Chironomidae:	108

Unter den Trichoptera (Tab. 3) sind die Leptoceridae mit 9 Arten (23,7 %) die artenreichste Familie vor den Hydroptilidae und den Limnephilidae mit jeweils 8 Arten (21,1 %). Die Artenzusammensetzung der einzelnen Untersuchungsstellen wies deutliche Unterschiede auf (Tab. 3). Nach den Angaben in der Literatur sind alle im Belauer See festgestellten Trichoptera-Arten typisch für stehende oder langsam fließende Gewässer.

Tab. 3: Trichoptera-Emergenz an den Untersuchungsstellen des Belauer Sees 1988-1990. 1 = 1-2 Tiere, + = mehr als 2 Tiere

Taxon	Probestellen						Vorkommen der Larven nach TOBIAS & TOBIAS 1981
	NI	N2	N3	N4	S5	S6	
<i>Hydroptilidae</i>							
<i>Orthotrichia angustella</i> McLACHLAN 1865	+	+		1			hauptsächlich stehende Gewässer, pflanzen- u. detritusreiche Uferzonen
<i>Orthotrichia costalis</i> (CURTIS 1834)	+	+	+	+		+	stehende, pflanzenreiche Gewässer
<i>Oxyethira flavicornis</i> (PICTET 1834)	-	+	-	1	-	1	Seen u. kleinere, pflanzenreiche stehende Gewässer
<i>Hydroptila cornuta</i> MOSELY 1922	+	+	1	-	1		kleinere Fließgewässer und Mittellauf von Flüssen
<i>Hydroptila pulchricornis</i> PICTET 1834	+	+	1	1	+		pflanzenreiche, langsam fließende und stehende Gewässer
<i>Hydroptila sparsa</i> CURTIS 1834	-	1	1	-			Potamal, Rhithral
<i>Agraylea multipunctata</i> CURTIS 1834	-	+	+	+		+	Potamal, Teiche u. Seen
<i>Agraylea sexmaculata</i> CURTIS 1834	-			1		1	Staubereiche kleiner Flüsse, Verlandungszonen in Seen
<i>Polycentropodidae</i>							
<i>Holocentropus picicornis</i> (STEPHENS 1836)	-			-	1	-	stehende Gewässer mit reichem Pflanzenwuchs
<i>Cyrnus flavidus</i> McL., 1864	+			1	1	1	stehende u. langsam fließende Gewässer mit Algenflora
<i>Cyrnus trimaculatus</i> (CURTIS 1834)	+			1	1	1	euryöke Art
<i>Cyrnus spec.</i>	1						
<i>Psychomyiidae</i>							
<i>Lype phaeopa</i> (STEPHENS 1836)	+						Fließgewässer u. Seen, oft mit <i>Cyrnus trimaculatus</i> u. <i>Tinodes waeneri</i>
<i>Tinodes waeneri</i> (LINNAEUS 1758)	+						euryöke Art
<i>Ecnomidae</i>							
<i>Ecnomus tenellus</i> (RAMBUR 1842)	+						langsam fließende u. stehende Gewässer
<i>Phryganeidae</i>							
<i>Agrypnia pagetana</i> CURTIS 1835	-	-	-		1		pflanzenreiche, langsam fließende Flüsse, Verlandungszonen von Seen
<i>Phryganea bipunctata</i> RETZIUS 1783	-	+	1		-		vorwiegend stehende Gewässer mit reichem Pflanzenbestand
<i>Phryganea grandis</i> LINNAEUS 1758	-	1					langsam fließende Gewässer, Weiher u. Tümpel
<i>Limnephilidae</i>							
<i>Limnephilus flavicornis</i> (FABRICIUS 1787)	-	1		-	1		ruhige, pflanzenreiche Gewässer
<i>Limnephilus marmoratus</i> CURTIS 1834	+	+		1	+	-	langsam fließende u. stehende Gewässer
<i>Limnephilus nigriceps</i> (ZETTERSTEDT 1840)	-		-	-	+	1	pflanzenreiche Bäche u. kleine Flüsse in Moorgegenden
<i>Limnephilus politus</i> McLACHLAN 1865	+	+	1	1	+	1	Gewässer mit reichem Pflanzenwuchs, auch im tieferen Seenlitoral (3-5m)
<i>Limnephilus spec.</i>	-				1		
<i>Glyptotaelius pellucidus</i> (RETZIUS 1783)	-	1		-	-		in Weihern, Auwaldniederungen und Seen
<i>Anabolia furcata</i> BRAUER, 1857	+	+		1		1	Bäche, Flüsse u. stehende Gewässer mit Ablagerung von Pflanzenresten
<i>Halesus radiatus</i> (CURTIS 1834)	1						Bäche u. Flüsse mit ruhiger Stömung.
<i>Leptoceridae</i>							
<i>Athripsodes aterrimus</i> (STEPHENS 1836)	1						stehende Gewässer.
<i>Athripsodes cinereus</i> (CURTIS 1834)	+						strömungsschwache u. stehende Gewässer.
<i>Ceraclia fulva</i> (RAMBUR 1842)	-						Gewässer mit langsamer Strömung.
<i>Mystacides azurea</i> (LINNAEUS 1761)	+			1			langsam fließende u. stehende Gewässer.
<i>Mystacides longicornis</i> (LINNAEUS 1758)	+			1			Seen u. Flußläufe mit Pflanzengürtel.
<i>Mystacides nigra</i> (LINNAEUS 1758)	+			+			Gewässer mit geringer Bewegung u. Wasserpflanzenbestand.
<i>Trienodes bicolor</i> (CURTIS 1834)	-						pflanzenreiche Tümpel, Teiche, Weiher, Gräben u. anmoorige Gewässer
<i>Oecetis lacustris</i> (PICTET 1834)	+	+					stehende o. langsam durchströmte Gewässer.
<i>Oecetis ochracea</i> (CURTIS 1825)	-	1					Teiche, Seen u. vegetationsarme Stauseen.

Tab. 3: Fortsetzung

Taxon	Probestellen						Vorkommen der Larven nach TOBIAS & TOBIAS 1981
	N1	N2	N3	N4	S5	S6	
Molannidae							
Molanna albicans (ZETTERSTEDT 1840)	-	+					langsam fließende u. stehende Gewässer. Seen mit sandigem Grund u. flachen Uferzonen, auch anmoorige Seen
Molanna angustata CURTIS 1834	+	+					
Molanna spec.	-	1					

Tab. 4: Individuenzahlen der Großgruppen der Wasserinsekten des Belauer Sees 1989 und 1990. Anzahl/0,5 m² Fangfläche

Taxon	Probestelle/Jahr											
	N1		N2		N3		N4		S5		S6	
	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990
Ephemeroptera	52	68	149	285	16	40		7	14	14	8	12
Plecoptera	-	-	-	-	1	-		-	-	-	-	-
Megaloptera	-	1	1	-	-	-		-	-	-	-	-
Planipennia	4	-	2	-	-	-		-	3	2	-	-
Trichoptera	314	462	892	103	85	154	54	85	191	90	175	101
Limoniidae	15	3	14	6	14	2	5	4	26	31	4	1
Psychodidae	27	22	9	26	3	9	3	2	6	14	8	6
Diptera												
Dixidae	-	-	-	-	-	-		-	-	33	-	-
Chaoboridae	65	152	108	212	34	50	47	109	13	206	4	4
Culicidae	-	-	1	-	-	-		-	-	-	1	-
Chironomidae	7177	13262	12983	21007	3369	11034	6552	11491	2044	2922	14461	26679
Ceratopogonidae	271	390	132	359	34	183	25	58	106	63	39	63
Bibionidae	62	-	94	-	92	-	37	-	8	-	21	-
Cecidomyiidae	12	15	12	25	2	11	7	10	7	7	10	8
Sciaridae	100	68	137	202	54	227	150	109	14	10	163	233
Brachycera	397	206	851	513	131	225	152	112	1443	1498	156	138

4.2 Schlüpfdichte der aquatischen Insekten im Belauer See

An allen Untersuchungsstellen traten die höchsten Individuenzahlen bei den Chironomidae auf, ihr Anteil bewegte sich zwischen 80 und über 90%. Es folgten auf deutlich niedrigerem Niveau die Trichoptera (bis 5,6%) und die Ephemeroptera (bis 1%). Im Nordtransekt wurden die höchsten Individuenzahlen dieser drei Taxa an der Untersuchungsstelle N2 festgestellt. Dies ist der Randbereich des Schilfgürtels. Für den Schilfgürtel selbst lag die Zahl deutlich niedriger. Im Südtransekt trat bei den Chironomidae die höchste Individuenzahl im Freiwasser auf (26679 Individuen/0,5 m²; 1990). Die Trichoptera und Ephemeroptera zeigten in der Individuenzahl eine deutliche Abnahmetendenz zum Freiwasser hin. Dies galt sowohl für das Nordtransekt wie auch für das Südtransekt (Tab. 4). Diese beiden Gruppen hatten im Norden ihr Maximum am Schilfrand. Generell waren die Individuenzahlen im Jahr 1990 an allen Untersuchungsstellen deutlich höher als 1989.

Die Ceratopogonidae stellten innerhalb der Nematocera nach den Chironomidae die meisten Individuen. Hohe Zahlen erreichten Gruppen mit terrestrischer Larvalentwicklung wie z. B. Sciaridae und einige Brachycera. SCHLEE (1977) beobachtete verschiedene Brachycera beim Tauchen nach Beute; dies könnte eine Erklärung für obigen Umstand sein.

4.3 Dominanz der Trichoptera-Arten

Einem hohen Anteil dominanter Arten steht ein geringerer Anteil rezedenter Arten gegenüber, dabei sind die Arten in den beiden Untersuchungsjahren sowie an den einzelnen Untersuchungsstellen in unterschiedlichen Dominanzklassen vertreten.

An der Untersuchungsstelle N1 waren 1989 *Orthotrichia costalis* und *Mystacides nigra* in der höchsten Dominanzklasse vertreten. 1990 kamen *Mystacides azurea* und *Molanna angustata* dazu.

Für die Untersuchungsstelle N2 zeigten sich im Jahr 1989 als wichtigste Vertreter *Orthotrichia costalis* und *Mystacides nigra*. 1990 rückte noch *Ecnomus tenellus* in die Klasse der Eudominanten auf.

Untersuchungsstelle N3 wies 1989 und 1990 als Vertreter der höchsten Dominanzklasse *Orthotrichia costalis*, *Tinodes waeneri* und *Molanna angustata* auf. Die Abundanz dieser Arten zeigte in den Untersuchungsjahren Unterschiede. Ferner war 1989 *Cynus flavidus* eudominant (10,6 %), diese Art trat 1990 nur subrezent auf. *Cynus trimaculatus* war 1989 dominant, 1990 hingegen gar nicht präsent.

Sowohl 1989 wie 1990 waren an Untersuchungsstelle N4 *Agraylea multipunctata* und *Tinodes waeneri* eudominant. *Orthotrichia costalis* war 1989 ebenfalls in der höchsten Dominanzklasse vertreten, 1990 kamen in dieser Klasse *Molanna albicans* und *Molanna angustata* hinzu.

An Untersuchungsstelle S5 war in beiden Jahren *Orthotrichia costalis* eudominant (51,3 bzw. 37,8 %), 1990 außerdem noch *Lype phaeopa*.

Agraylea multipunctata und *Tinodes waeneri* traten 1989 und 1990 an S6 eudominant auf. *Orthotrichia costalis*, 1990 mit 5,9 % dominant, war 1989 eudominant.

Die Einzelbefunde zusammenfassend ergibt sich die folgende Dominanzverteilung der Trichoptera im Belauer See, geordnet nach dem höchsten erreichten Dominanzgrad.

Eudominante Arten (über 10%)

Agraylea multipunctata (59,4%), *Orthotrichia costalis* (51,3%), *Tinodes waeneri* (33,8%), *Molanna angustata* (29,4%), *Lype phaeopa* (23,3%), *Mystacides nigra* (23,2%), *Mystacides azurea* (14,7%), *Ecnomus tenellus* (14,2%), *Molanna albicans* (14,1%), *Cynurus flavidus* (10,6%)

Dominante Arten (5-10%)

Ceraclea fulva (7,8%), *Oecetis lacustris* (7,1%), *Cynurus trimaculatus* (5,9%), *Mystacides longicornis* (5,9%), *Limnephilus marmoratus* (5,2%)

Subdominante Arten (2-5%)

Hydroptila pulchricornis (4,9%), *Limnephilus politus* (4,2%), *Anabolia furcata* (3,7%), *Hydroptila cornuta* (3,5%), *Orthotrichia angustella* (3,1%), *Limnephilus nigriceps* (3,1%), *Oecetis ochracea* (2,0%)

Rezedente Arten (1-2%)

Oxyethira flavicornis (1,9%), *Agraylea sexmaculata* (1,9%), *Athripsodes cinereus* (1,8%), *Holocentropus picicornis* (1,1%), *Phryganea bipunctata* (1,1%), *Trianonodes bicolor* (1,1%)

Subrezedente Arten (unter 1%)

Die restlichen 10 der im Belauer See festgestellten Arten

4.4 Die Biomasse als Trockengewicht und der Energiegehalt als Brennwert

4.4.1 Trichoptera

Für 18 Trichoptera-Arten wurden das Trockengewicht und für 11 Arten der Brennwert bestimmt (Tab. 5). Es gab z. T. erhebliche Unterschiede im Trockengewicht zwischen männlichen und weiblichen Tieren, der Energiegehalt von Männchen und Weibchen und von verschiedenen Taxa wies hingegen keine signifikanten Unterschiede auf.

Tab. 5: Trockengewicht (mg/Indiv.) und Brennwert (J/g Trockengewicht) einzelner Trichoptera-Arten des Belauer Sees.

Art	Trockengewicht (mg)		Brennwert (J/g TW)	
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen
Hydroptilidae				
<i>Orthotrichia costalis</i>	0,10	0,14		20247
<i>Hydroptila cornuta</i>	0,04	0,10		
<i>Agraylea multipunctata</i>	0,23	0,29		
Polycentropodidae				
<i>Cyrnus flavidus</i>	0,94	1,28		
Psychomyidae				
<i>Lype phaeopa</i>	0,32	1,63		-
<i>Tinodes waeneri</i>	1,17	1,20		19416
Ecnomidae				
<i>Ecnomus tenellus</i>	0,62	1,07	18001	19540
Phryganeidae				
<i>Phryganea bipunctata</i>	21,35		20649	
Limnephilidae				
<i>Limnephilus politus</i>	11,71	33,91		
<i>Anabolia furcata</i>	16,35	32,23		
Leptoceridae				
<i>Athripsodes cinereus</i>	2,44	3,29		18024
<i>Ceraclea fulva</i>	5,48	4,23	-	-
<i>Mystacides azurea</i>	1,24	1,53	18814	18706
<i>Mystacides longicornis</i>	1,66	3,00	18084	18868
<i>Mystacides nigra</i>	1,22	4,32	17583	19246
<i>Oecetis lacustris</i>	0,65	1,04	18629	
Molannidae				
<i>Molanna albicans</i>	3,55	9,08	18186	17062
<i>Molanna angustata</i>	2,94	6,83	18440	18420

4.4.2 Vergleich der Insekten-Großgruppen

Die Gesamtbio­masse auf Grund des Trockengewichts der Ephemeroptera, Trichoptera, Chaoboridae und Chironomidae war an den einzelnen Untersuchungsstellen deutlich unterschiedlich (Tab. 6). Auch zwischen den Untersuchungs­jahren waren z. T. erhebliche Unterschiede zu beobachten, z. B. bei den Chironomidae über 100 %, wobei der Energiegehalt (Brennwert) mit der Bio­masse (Trockengewicht) korreliert ist.

Mit Ausnahme von S5 dominierten an allen Untersuchungsstellen die Chironomidae vor den Trichoptera. Die höchsten Bio­masse- und Energiewerte wurden für alle angegebenen Gruppen an N2 erreicht. Die Ephemeroptera erreichten 1990 an N2 die höchsten Werte (156,88 mg, 2861 J). Die Trichoptera hatten 1989 an N2 ihr Maximum (1279,53 mg, 21763 J) und 1989 an N4 ihr Minimum (52,03 mg, 966 J). Die Maxima für die Chironomidae wurden 1990 an N2 (11227,20 mg, 198768 J) und die Minima 1989 an N3 (575,26 mg, 10185 J) erreicht. Mit über 11 g Trockengewicht/0,5 m² im Jahr 1990 an N2 erlangte diese Gruppe den höchsten Bio­masse-Wert aller untersuchten Gruppen.

Tab. 6: Biomasse (B; mg/0,5 m² Fangfläche) und Energiegehalt (E; J/0,5 m²) der Ephemeroptera-, Trichoptera-, Chaoboridae- und Chironomidae-Emergenz des Belauer Sees 1989 und 1990

Ordnung/Familie	Probestelle/Jahr												
	N1		N2		N3		N4		S5		S6		
	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	1990	1989	199	
Ephemeroptera	B	23,15	35,89	98,74	156,88	7,91	16,21		2,67	6,37	6,54	3,77	6,13
	E	425	652	1777	2861	144	306		50	116	126	72	111
Trichoptera	B	535,82	720,67	1279,53	1171,38	138,83	257,71	52,03	218,76	677,60	194,44	102,93	134,06
	E	9977	13417	23790	21763	1759	4783	966	4072	12606	3746	1918	2490
Chaoboridae	B	55,32	111,30	91,91	150,45	28,93	36,41	40,00	73,72	11,06	175,31	3,40	2,32
	E	1111	2177	1845	2925	581	711	803	1409	222	3520	68	43
Chironomidae	B	158,66	6977,92	7193,66	11227,20	575,26	1341,24	746,17	1388,35	655,75	1642,61	1332,72	2178,44
	E	55908	110930	127349	198768	10185	23790	13255	24645	11609	29088	23595	38560

Die Anteile der Ephemeroptera, Trichoptera, Chaoboridae und Chironomidae an der von ihnen gebildeten Gesamt-Biomasse zeigten Unterschiede zwischen den Untersuchungsstellen, jedoch mit Ausnahme von S5 kaum Unterschiede zwischen den Untersuchungsjahren (1989 und 1990). Der Anteil der Chironomidae war mit Ausnahme von S5 am höchsten. Hier erreichten die Trichoptera im Jahr 1989 50,2 %. An N1, N2, N4 und S5 (1990) kamen die Chironomidae auf über 80 %. An N3 waren es nahezu 80 % und an S6 über 90 %. Anteile zwischen 10 % und 20 % bei den Trichoptera konnten 1989 an N1 und N2, 1989 und 1990 an N3 und 1990 an N4 ermittelt werden. In allen anderen Fällen, außer 1989 an S5 (50,2 %), lagen die Werte bei dieser Gruppe unter 10 %. Die Anteile der Ephemeroptera bewegten sich im Bereich bis 1 %. Die Ausnahme bildeten N2 und N3, hier erreichte diese Gruppe knapp über 1 %.

4.5 Jahresperiodik der Emergenz der Trichoptera im Belauer See

Die Trichoptera erschienen in den Jahren 1989 und 1990 mit einem Sommermaximum im Juni/Juli (Abb. 3). Ferner deutete sich 1989 ein zweites Maximum im August an. Die Schlüpfrythmik der eudominanten, dominanten und subdominanten Arten zeigt die folgenden Muster:

Arten mit nur einem Emergenz-Maximum

Ecnomus tenellus (Abb. 4) und *Molanna albicans* (Abb. 5) hatten längere Schlüpfphasen mit einem Maximum. Vermutlich lag hier nur eine Generation vor. Die längeren Schlüpfphasen würden dann aus einer asynchronen Entwicklung der präimaginalen Stadien resultieren.

Arten mit mehr als einem Emergenz-Maximum

Es sind dies *Orthotrichia costalis* (Abb. 6), *Tinodes waeneri* (Abb. 7), *Mystacides nigra* (Abb. 8), *Mystacides longicornis* (Abb. 9), *Oecetis lacustris* (Abb. 10) und *Molanna angustata* (Abb. 11). Die aufgeführten Schlüpfkurven lassen mindestens eine Generation im Jahr vermuten. Die Zahl der Maxima muß jedoch nicht der Zahl der Generationen entsprechen, sie können auch durch verzögerte Larvalentwicklungen verursacht werden.

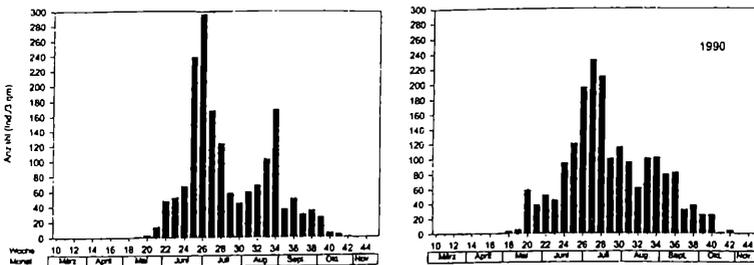


Abb. 3: Trichoptera-Emergenz im Belauer See 1989 und 1990

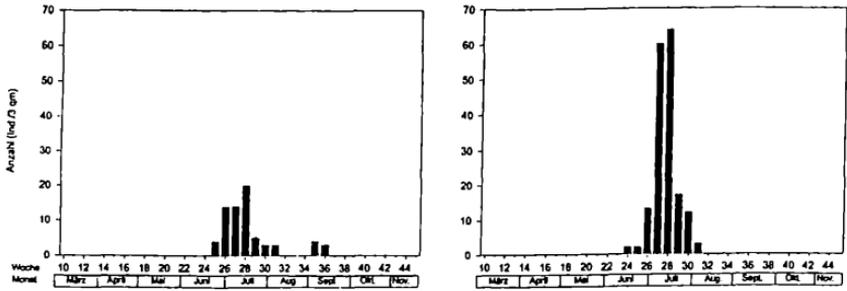


Abb. 4: Emergenz von *Ecnomus tenellus* im Belauer See 1989 und 1990

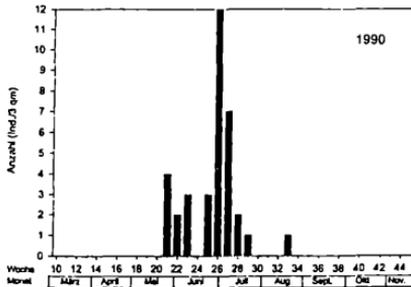


Abb. 5: Emergenz von *Molanna albicans* im Belauer See 1990

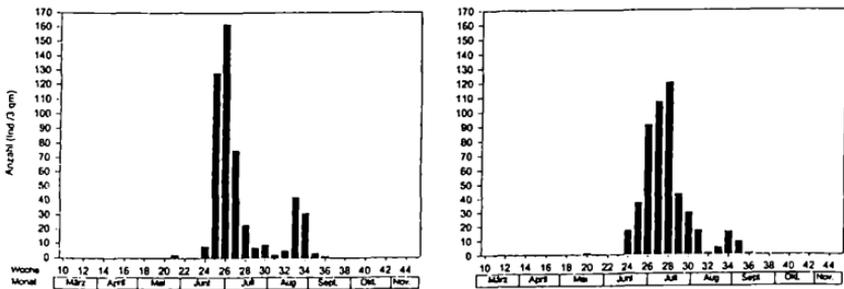


Abb. 6: Emergenz von *Orthotrichia costalis* im Belauer See 1989 und 1990

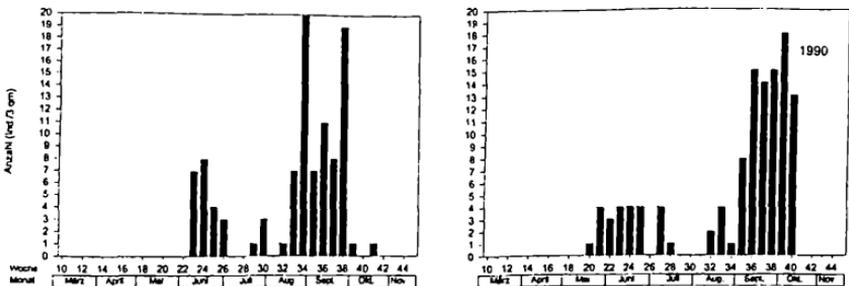


Abb. 7: Emergenz von *Tinodes waeneri* im Belauer See 1989 und 1990

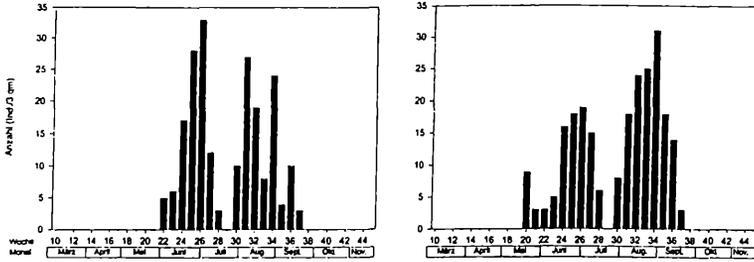


Abb. 8: Emergenz von *Mystacides nigrum* Belauer See 1989 und 1990

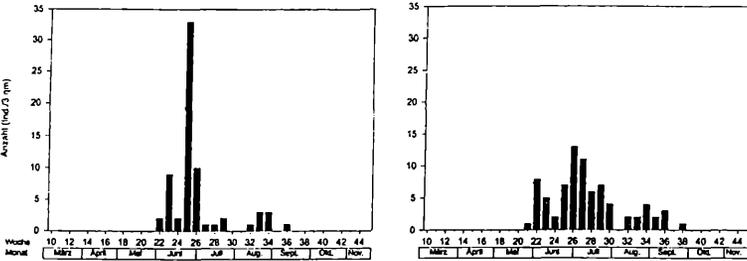


Abb. 9: Emergenz von *Mystacides longicornis* Belauer See 1989 und 1990

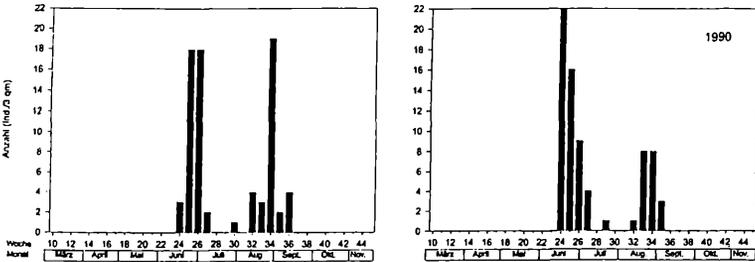


Abb. 10: Emergenz von *Oecetis lacustris* im Belauer See 1989 und 1990

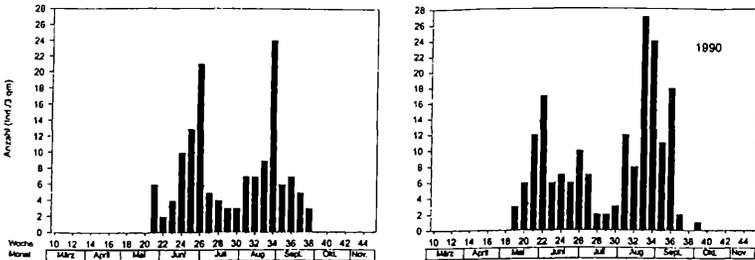


Abb. 11: Emergenz von *Molanna angustata* im Belauer See 1989 und 1990

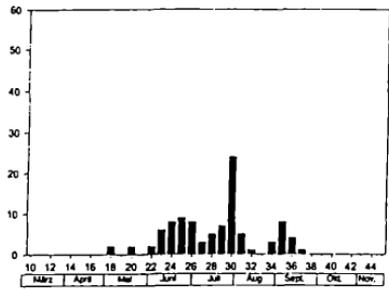
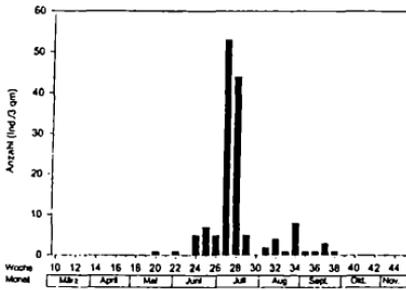


Abb. 12: Emergenz von *Agraylea multipunctata* im Belauer See 1989 und 1990

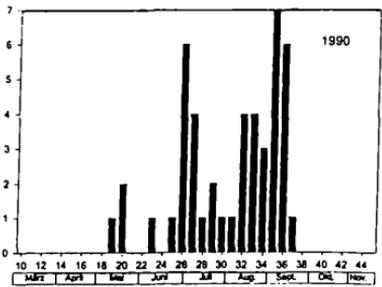
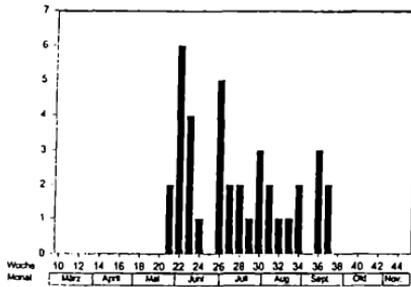


Abb. 13: Emergenz von *Cymus flavidus* im Belauer See 1989 und 1990

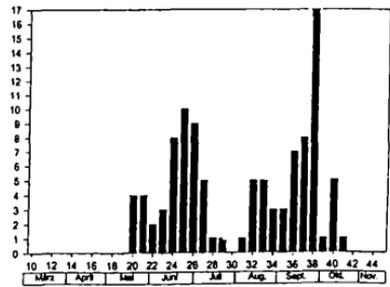
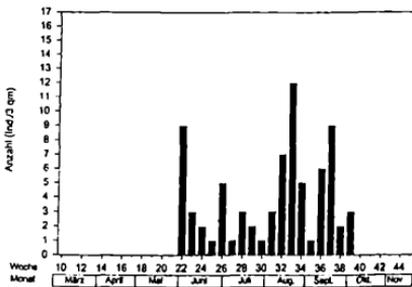


Abb. 14: Emergenz von *Lype phaeopa* im Belauer See 1989 und 1990

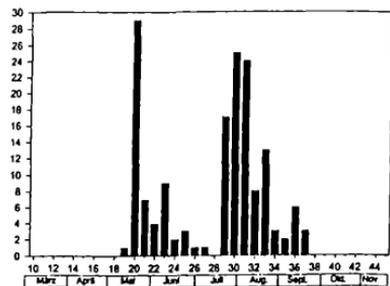
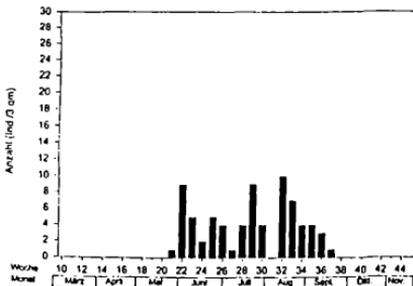


Abb. 15: Emergenz von *Mystacides azurea* im Belauer See 1989 und 1990

Arten ohne abgrenzbare Maxima

Zu nennen sind *Agraylea multipunctata* (Abb. 12), *Cynurus flavidus* (Abb. 13), *Lype phaeopa* (Abb. 14) und *Mystacides azurea* (Abb. 15).

5 Diskussion

5.1 Der Artenbestand des Belauer Sees im Vergleich mit anderen Seen

Unter den merolimnischen Insekten sind die Chironomidae bezüglich der Artenvielfalt die wichtigste Gruppe vor den Trichoptera. Dies steht im Einklang mit FITTKAU & REISS (1978): "Die Chironomiden sind die arten- und oft auch individuenreichste Tiergruppe unserer Binnengewässer".

Die Zahl der Trichoptera-Arten in stehenden Gewässern ist im Vergleich zu den Ephemeroptera in der Regel deutlich höher. Im Belauer See wurden 38 Arten ermittelt. Im Vergleich zu anderen Untersuchungen an stehenden Gewässern ist dies ein besonders hoher Wert. Die Übereinstimmung im Artenbestand der Trichoptera des Belauer Sees mit dem anderer Seen ist hoch (Tab. 7).

Tab. 7: Ähnlichkeit der Trichoptera-Fauna verschiedener Seen mit der des Belauer Sees

Gewässer Autor	Trophie	Artenzahl	Artidentität mit dem Belauer See
Belauer See	eutroph	38	
vorliegende Arbeit			
ostholsteinische Seen MEUCHE (1939)	mehrere Seen	30	50%
Ostholsteinische Seen MÜLLER-LIEBENAU (1956)	mehrere Seen	24	50%
Ostholsteinische Seen EHRENBERG (1957)	mehrere Seen	28	50%
Borgdorfer See LETTOW (1988)	polytroph	29	59%
Großer Schierensee SCHWAHN (1985)	polytroph	36	64%
Stechlinsee (Mecklenburg) MOTHES (1967)	oligotroph	44	46%
Mindelsee (Baden-Württemberg) SMUKALLA & MEYER (1988)	mesotroph	9	67%
Mindelsee (Baden-Württemberg) EIDEL & TOBIAS (1983)	mesotroph	20	88%
Rheinauensee (Nordrhein-Westfalen) CASPERS (1983b)		8	88%
Esrom-See (Dänemark) DALL & al. (1984)	mesotroph	25	48%
Pääjärvi (Finnland) PAASIVIRTA (1974)	oligotroph	30	33%

5.2 Individuenzahl und Biomasse

Hinsichtlich der Individuenzahl sind die Chironomidae in der Emergenz des Belauer Sees die dominierende Gruppe. Dies gilt sowohl für die Schilfzone als auch für die Freiwasserzone. Eine weitere Gruppe mit hohen Individuenzahlen sind die Trichoptera, sie kommen hauptsächlich im Schilfröhricht vor. Im Vergleich zu den Trichoptera und Chironomidae ist die Abundanz der Ephemeroptera unbedeutend; auch diese Gruppe hat ihren Hauptlebensraum im Schilfgürtel des Sees. Die dominierende Rolle der Chironomidae in der Emergenz merolimnischer Insekten stellen auch andere Autoren fest, so BRITAIN & LILLEHAMMER (1978), JACOB & al. (1983), MORGAN & WADDELL (1961), PAASIVIRTA (1974), POTTER & LEARNER (1974) und SMUKALLA & MEYER (1988). Sie geben einen Anteil von über 70 % für die Chironomidae an. Am Belauer See liegen außer an Untersuchungsstelle S5 die Anteile dieser Gruppe über 80 %. Auch SCHLEUTER (1985) gibt für Kleingewässer einen sehr hohen Anteil der Chironomidae in der Emergenz an. Bezüglich der Individuen-Abundanz von Trichoptera und Ephemeroptera unterscheiden sich die genannten Arbeiten deutlich. So gleichen die Ergebnisse bei JACOB & al. (1983) denen der vorliegenden Studie. Dagegen nennen MORGAN & WADDELL (1961) für einen Fischteich und SMUKALLA & MEYER (1988) für den Mindelsee höhere Ephemeroptera- als Trichoptera-Anteile.

Auch bezüglich der Biomasse auf Grund des Trockengewichts sind die Chironomidae mit Ausnahme von S5 (1989) an fast allen Untersuchungsstellen des Belauer Sees die dominierende Gruppe. Die Ephemeroptera und Trichoptera erreichen nur sehr geringe Anteile ein. Der Biomasse-Anteil der Chironomidae ist im Vergleich zum Anteil der Individuenzahlen kleiner, der der Trichoptera größer und der der Ephemeroptera nahezu gleich. Dennoch ist der Anteil der Chironomidae an der Biomasse in der Regel mehr als 5 mal so hoch wie der der Trichoptera. Nur an S5 nehmen bezüglich der Biomasse die Trichoptera den gleichen Anteil wie die Chironomidae ein, obwohl erstere nur 10 % der Individuenzahl der Chironomidae erreichen. Dies überrascht, da ILLIES (1971) für Bäche angibt: "Die große Zahl der Chironomidenindividuen spielt in der Gesamtproduktion nur eine verhältnismäßig geringe Rolle". Dies trifft sicherlich dann zu, wenn das durchschnittliche Individualgewicht der Trichoptera deutlich über dem der Chironomidae liegt. Doch nehmen in einem schleswig-holsteinischen Tieflandbach (BÖTTGER & al. 1987) die Chironomidae sowohl bei den Individuenzahlen als auch bei der Biomasse eine dominierende Stellung ein.

Im Belauer See dominieren bei den Trichoptera Arten aus Familien mit geringem (Hydroptilidae) und mittlerem durchschnittlichen Individualgewicht (Leptoceridae). Umgekehrt dominieren bei den Chironomidae auch Arten mit vergleichsweise hohem Individualgewicht.

Die Biomasse der Ephemeroptera-, Trichoptera-, Chaoboridae- und Chironomidae-Emergenz erreichen in der Schilfzone des Nordteils des Belauer Sees 7,6 bis 25,4 g Trockengewicht/m². In der Schilfzone des Südteils sind es 2,8 bis 4,0 g/m² und in der Freiwasserzone 1,6 bis 4,6 g/m². Die Biomasse der Chirono-

midae liegt im Schilf des Nordteils bei 6,4 bis 22,4 g/m², im Schilf des Südteils bei 1,4 bis 3,2 g/m² und im Freiwasser bei 1,2 bis 4,4 g/m². Diese Werte sind hoch im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Autoren. BRITAIN & LILHAMMER (1978) geben 6,9 g/m² für die Gesamt-Emergenz und 2,6 g/m² für die Chironomidae-Emergenz an. In einem Fischteich ermittelten MORGAN & WADDELL (1961) eine Biomasse von 1,3 bis 4,4 g/m². POTTER & LEARNER (1974) kamen auf 1,4 g/m² für Chironomidae und JONASSON (1972) auf 7,6 g/m² für dieselbe Gruppe. Ein Vergleich der Werte des Belauer Sees mit denen aus Bächen zeigt, daß letztere niedriger sind. ILLIES (1971) gibt 3,7 g/m² für den Breitenbach/Fulda an, BÖTTGER & al. (1987) ermittelten 1,4 g/m² für eine naturnahe und 3,6 g/m² für eine naturferne Bachstrecke (Fuhlenau, Schleswig-Holstein). HOLM (1988) stellte im Schierenseebach (Schleswig-Holstein) 0,4 bis 4,3 g/m² für Chironomidae fest.

5.3 Dominanz der wichtigsten Trichoptera-Arten

Vergleicht man die Dominanz der häufigsten Trichoptera des Belauer Sees mit denen anderer Seen Schleswig-Holsteins, zeigt sich folgendes: Im Algenaufwuchs (MEUCHE 1939) ist *Tinodes waeneri* die vorherrschende Art. Sie gehört im Belauer See an N3 und N4 zu den eudominanten Arten. Weiter sind im Belauer See von Bedeutung *Agraylea multipunctata*, *Lype phaeopa*, *Ecnomus tenellus* und *Orthotrichia costalis*. *Tinodes waeneri* hat auch auf Steinsubstrat (EHRENBERG 1957) den höchsten Dominanzrang. Bei MÜLLER-LIEBENAU (1956) erreicht in der *Potamogeton*-Zone *Cyrnus flavidus* die höchste Dominanz. Im Belauer See gehört diese an N3 zu den eudominanten Arten. *Agraylea multipunctata* ist eine weitere häufige Art in der *Potamogeton*-Zone, die auch im Belauer See Bedeutung hat. Sie ist eudominant an S6, dem Freiwasser im Südteil des Belauer Sees mit Wassertiefen 1-1,5 m. Für den Großen Schierensee gibt SCHWAHN (1985) *Anabolia furcata* als wichtigste Art an. *A. furcata* gehört auch zu den dominanten Arten des Borgdorfer Sees (LETTOW 1988). Sie kommt im Belauer See nur an S5 mit höheren Anteilen vor und ist dort subdominant. Von den bei SCHWAHN (1985) erwähnten häufigen Arten kommen im Belauer See vier vor, die auch dort zu den wichtigsten zählen.

In Untersuchungen außerhalb von Schleswig-Holstein von CASPERS (1983 b) und JACOB & al. (1983) wird *Ecnomus tenellus* als häufigste Trichoptera-Art beschrieben. Diese gehört im Belauer See zu den bedeutenden Arten, an N2 tritt sie 1990 eudominant auf. In Kleingewässern sind die Limnephilidae die wichtigste Gruppe (KREUZER 1940, SCHLEUTER 1985); im Belauer See hat diese Familie ihren Schwerpunkt an S5 im flachen Südteil. Es zeigt sich, daß die Übereinstimmungen mit Seen, die außerhalb von Schleswig-Holstein liegen, z. T. größer sind als mit denen in Schleswig-Holstein, so mit dem Mindelsee bezüglich der häufigsten Arten. Die wichtigsten Arten des Belauer Sees haben offensichtlich eine breite ökologische Valenz.

5.4 Schlüpfrythmik

Die jährliche Schlüpfrythmik erlaubt Aussagen zur potentiellen Generationszahl der Arten. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß eine verzögerte Larvalentwicklung der Larven vorliegen kann, so daß die Zahl der Schlüpfhöhepunkte nicht unbedingt die Generationsfolge wiedergibt. Da entsprechende Untersuchungen nur für wenige Arten vorliegen, ist es fraglich, ob die von verschiedenen Autoren ausschließlich aufgrund der Schlüpfmaxima gefolgerten Generationszahlen tatsächlich zutreffen. MALICKY (1973) vermutet, daß die Mehrzahl der Arten in unserer Region eine Generation im Jahr durchlaufen. CRICHTON (1960) gibt für zwei Arten zwei Generationen an. Es sind dies *Tinodes waeneri* (im Belauer See mit zwei Emergenz-Maxima) sowie *Agraylea multipunctata* (im Belauer See ohne abgrenzbares Maximum).

Die Schlüpfzeiträume der besprochenen Arten des Belauer Sees sind den in der Literatur genannten sehr ähnlich (Tab. 8). Nach TOBIAS & TOBIAS (1981) endet die Schlüpfperiode bei *Orthotrichia costalis* sowie *Tinodes waeneri* einen Monat früher und beginnt bei *Mystacides longicornis* sowie *Molanna albicans* einen Monat später. Für *Mystacides azurea* geben sie eine Periode an, die um einen Monat zum Jahresende hin verschoben ist. Die Funde von PAASIVIRTA (1974) erfolgten Mitte Juni bis Mitte August.

Tab. 8: Schlüpfzeiträume und Emergenz-Maxima (M) ausgewählter Trichoptera-Arten des Belauer Sees (BS) im Vergleich mit den Angaben bei TOBIAS & TOBIAS (1981) (T&T)

Art	Monat											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Orthotrichia costalis</i>	BS							M	M			
	T&T											
<i>Tinodes waeneri</i>	BS					M			M			
	T&T											
<i>Ecnomus tenellus</i>	BS						M					
	T&T											
<i>Mystacides azurea</i>	BS											
	T&T											
<i>Mystacides longicornis</i>	BS						M		M			
	T&T											
<i>Mystacides nigra</i>	BS						M		M			
	T&T											
<i>Oecetis lacustris</i>	BS						M		M			
	T&T											
<i>Molanna albicans</i>	BS							M				
	T&T											
<i>Molanna angustata</i>	BS											
	T&T											

Literatur

- BARKMANN, S. (1989): Primärproduktion und Phytoplankton im Belauer See (Bornhöveder Seenkette).-118 S., Diplomarbeit Univ. Hamburg.
- BÖTTGER, K., U. HOLM & K. MIKOWSKI (1987): Vergleichende Emergenzstudien an einem naturnahen und einem naturfernen Abschnitt des Fließgewässersystems der Fuhlenau (Schleswig-Holstein).- Int. Rev. ges. Hydrobiol. 72: 339-368, Berlin.

- BOWEN, H.J.M. (1966): Trace Elements in Biochemistry.- 241 S. (Acad. Press) London.
- BRINKMANN R. (1992): Zur Habitatpräferenz und Phänologie der Limoniidae, Tipulidae und Cylindrotomidae (Diptera) im Bereich eines Norddeutschen Tieflandbaches.- Faun-Ökol. Mitt. Suppl. **11** (1991): -156, Kiel.
- BRITTAIN, J.E. & LILLEHAMMER, A. (1978): The fauna of the exposed zone of Ovre Heimdalsvatn: Methods, sampling stations and general results.- *Holarct. Ecol.* **1**: 221-228, Copenhagen.
- CASPERS, N. (1980): Die Emergenz eines kleinen Waldbaches bei Bonn.- *Decheniana Beih.* **23**: 1-175, Bonn.
- CASPERS, N. (1983 a): Chironomiden-Emergenz zweier Lunzer Bäche, 1972.- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **65**: 484-549, Stuttgart.
- CASPERS, N. (1983 b): Sukzessionsanalyse des Makrozoobenthos eines neu angelegten stehenden Gewässers.- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **65**: 300-370, Stuttgart.
- CRICHTON, M.I. (1960): A study of captures of Trichoptera in a light near Reading, Berkshire.- *Trans. R. ent. Soc. London* **112**: 319-344, London.
- DALL, P. C., C. LINDEGAARD, E. JONSSON, G. JONSSON & P. M. JONASSON (1984): Invertebrate communities and their environment in the exposed littoral zone of lake Esrom, Denmark.- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **69**: 477-524, Stuttgart.
- EHRENBERG, H. (1957): Die Steinfauuna der Brandungsufer ostholsteinischer Seen.- *Arch. Hydrobiol.* **53**: 87-159, Stuttgart.
- EIDEL, K. & W. TOBIAS (1983): Köcherfliegen und Steinfliegen des Mindelsees und angrenzender Fließgewässer (Trichoptera, Plecoptera).- *Natur und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ.* **11**: 639-644, Karlsruhe.
- FITTKAU, E.J. & F. REISS (1978): Chironomidae.- In: ILLIES, J. (Hrsg.): *Limnofauna Europaea*, 2. Aufl.: 404-440, (G. Fischer) Stuttgart.
- GARNIEL, A. (1988): Morphogenetische Entwicklung im Bereich der Bornhöveder Seenkette.- *Interne Mitt., Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette* **2**: 40-52, Kiel.
- HEYDEMANN, B. (1953): Agrarökologische Problematik, dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder.- 433 S., Diss. Univ. Kiel.
- HOLM, U. (1988): Ökologische Studien an den Chironomiden (Diptera, Nematocera) eines norddeutschen Tieflandsbaches (Unterer Schierenseebach). - 250 S., Diss. Univ. Kiel.
- ILLIES, J. (1971): Emergenz 1969 im Breitenbach. Schlitzer produktionsbiologische Studien (1).- *Arch. Hydrobiol.* **69**: 14-59, Stuttgart.
- ILLIES, J. (1978): Vergleichende Emergenzmessung im Breitenbach 1969-1976 (Ins.: Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera). Schlitzer Produktionsbiologische Studien, Nr. 15. -*Arch. Hydrobiol.* **82**: 432-448, Stuttgart.
- JACOB, U., B. KLAUSNITZER & H. WALTHER (1983): Qualitative and quantitative entomofaunistic investigation of an open-cast residual lake near Leipzig (GDR).- *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **68**: 701-713, Berlin.
- JONASSON, P. M. (1972): Ecology and production of the profundal benthos in relation to the phytoplankton in Lake Esrom.- *Oikos Suppl.* **14**: 1-148, Copenhagen.
- KERSTING, K. (1972): A Nitrogen Correction for Calorific Values.- *Limnol. Oceanogr.* **17**: 643-644, Lawrence, Kansas.
- KLEY, A. (1981): Das Benthos des Kleinen Pohlsee. Eine Charakteristik der pflanzlichen und tierischen Besiedlung.- 99 S., Staatsexamensarbeit Univ. Kiel.
- KREUZER, R. (1940): Limnologisch-ökologische Untersuchung an holsteinischen Kleingewässern.- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **10**: 359-572, Stuttgart.
- LAMMEN, C. (1989): Untersuchungen zum Crustaceen-Plankton des Belauer Sees (Bornhöveder Seenkette).- 79 S., Diplomarbeit Univ. Hamburg.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1982): Bornhöveder Seenkette (Kreis Plön und Segeberg). Bericht über die Untersuchung des Zustandes und die Benutzung des Bornhöveder Sees, Schmalensees, Belauer Sees, Stolper Sees und Schierensees von Mai 1979 bis 1980. - **B 16**, 89 S., (Selbstverlag) Kiel.
- LETTOW, G. (1988): Das Benthos des Borgdorfer See (Schleswig-Holstein). Ökologische Studien an einem anthropogen stark beeinträchtigtem aquatischen Lebensraum. - 97 S., Diplomarbeit Univ. Kiel.

- LUNDBECK, J. (1926): Die Bodentierwelt norddeutscher Seen.- Arch. Hydrobiol. Suppl. 7: 1-471, Stuttgart.
- MACAN, T.T. (1973): A key to the adults of the British Trichoptera.- Freshwat. Biol. Ass., Scient. Publ. 28: 1-151, Ambleside.
- MALICKY, H. (1973): Trichoptera (Köcherfliegen).- Handb. Zool. 4(2)/2/9: 1-114, Berlin.
- MALICKY, H. (1983): Atlas der europäischen Köcherfliegen.- 298 S., (Junk) The Hague.
- MEUCHE, A. (1939): Die Fauna im Algenbewuchs. Nach Untersuchungen im Litoral ostholsteiner Seen.- Arch. Hydrobiol. 34: 349-520, Stuttgart.
- MORGAN, N.C. & WADDELL, A.B. (1961): Insect emergence from a small trout loch and its bearing on a food supply of fish.- Freshwat. Salmon Fish. Res. 25: 1-39, Edinburgh.
- MOTHES, G. (1967): Die Trichopteren des Stechlinsees.- Limnologica 5: 1-10, Berlin.
- MÜHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie.- 214 S., (Quelle & Meyer) Heidelberg.
- MÜLLER-LIEBENAU, I. (1956): Die Besiedlung der Potamogeton-Zone ostholsteiner Seen.- Arch. Hydrobiol. 52: 470-606, Stuttgart.
- OTTO, C.-J. (1991): Benthonuntersuchungen am Belauer See (Schleswig-Holstein): eine ökologische, phäenologische und produktionsbiologische Studie unter besonderer Berücksichtigung der merolimnischen Insekten.- 139 S., Diss. Univ. Kiel.
- PAASIVIRTA, L. (1974): Insect emergence and output of incorporated energy and nutrients from the oligotrophic lake Pääjärvi, southern Finland.- Ann. Zool. Fenn. 12: 126-140, Helsinki.
- POTTER, D. W. B. & M. A. LEARNER (1974): A study of the benthic macroinvertebrates of a shallow eutrophic reservoir in South Wales with emphasis on the Chironomidae (Diptera); their life-histories and production.- Arch. Hydrobiol. 74: 186-226, Stuttgart.
- REMMERT, H. (1978): Ökologie.- 269 S., (Springer) Berlin, Heidelberg, New York.
- RINGE, F. (1974): Chironomiden-Emergenz 1970 in Breitenbach und Rohrwiesenbach. Schlitzer Produktionsbiologische Studien (10).- Arch. Hydrobiol. Suppl. 45: 212-304, Stuttgart.
- SCHLEE, D. (1977): Chironomidae als Beute von Dolichopodidae, Muscidae, Ephydriidae, Antomyiidae, Scatophagidae und anderen Insecta.- Stuttg. Beitr. Naturk. 302: 1-22, Stuttgart.
- SCHLEUTER, A. (1985): Untersuchung der Makroinvertebratenfauna stehender Kleingewässer des Naturparkes Kottenforst-Ville unter besonderer Berücksichtigung der Chironomidae.- 217 S., Diss. Univ. Bonn.
- SCHWAHN, J. (1985): Zur Ökologie der Litoralfauna des Grossen Schierensees (Kreis Rendsburg-Eckernförde, Schleswig-Holstein).- 111 S., Diplomarbeit Univ. Kiel.
- SCHWERDTFEGER, F. (1978): Lehrbuch der Tierökologie.- 383 S., (Parey) Hamburg, Berlin: Parey.
- SCHWOERBEL, J. (1986): Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie.- 3. Aufl.: 301 S., (G. FISCHER) Stuttgart.
- SMUKALLA, R. & E. MEYER (1988): Insect emergence from a shallow southern West German lake, with special reference to the parasitic host-associated water mite larvae.- Hydrobiologia 169: 149-166, Dordrecht.
- THIENEMANN, A. (1925): Die Untersuchung bestimmter Gewässer.- In: ABDERHALDEN, E. (Hrsg.): Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abteilung IX: Methoden der Erforschung der Leistungen des tierischen Organismus. Teil 2: Methoden der Süßwasserbiologie: 73-86, (Urban & Schwarzenberg) Berlin, Wien.
- TISCHLER, W. (1949): Grundzüge der terrestrischen Tierökologie.- 220 S., Vieweg) Braunschweig.
- TOBIAS, W. & D. TOBIAS (1981): Trichoptera Germanica. Bestimmungstabellen für die deutschen Köcherfliegen. Teil I. Imagines.- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 49: 1-671, Frankfurt/Main.

Anschrift des Verfassers: Dr. Claus-Joachim Otto, Schackendorfer Weg 3, D-23795 Fahrenkrug

Manuskripteingang: 10.12.1993

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lauterbornia](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [1994_16](#)

Autor(en)/Author(s): Otto Claus-Joachim

Artikel/Article: [Die Köcherfliegenfauna des eutrophen Belauer Sees in Schleswig-Holstein. 69-88](#)