GUDRUN FRIEDRICH & CLAUS MEIER-BROOK

# Die Makrofauna der Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen in Kleingewässern in der Umgebung von Tübingen

#### Kurzfassung

An drei stehenden Kleingewässern im Kreis Tübingen, Südwürttemberg, wurde die Makrofauna von Schwimmblatt- und submersen Pflanzen im Sommer 1984 vergleichend untersucht. Die wichtigste Rolle von Makrophyten (Nymphaea alba, Nuphar luteum, Potamogeton natans, Potamogeton crispus, Elodea canadensis) ist die eines lebenden Substrats. Ihre Bedeutung als direkte Nahrungsquelle ist gering. An Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen herrschen die Aufwuchs- und Detritusfresser vor. Enge Beziehungen zwischen Wasserpflanzenarten und einzelnen Tierarten sind selten.

Auf eine einzige Pflanzenart, Potamogeton natans, spezialisiert ist nur eine Chironomiden-Art, Cricotopus brevipalpis. Unter zwei Schwimmblattpflanzen, Nymphaea und Nuphar, kann Donacia crassipes wählen. Zwischen Potamogeton natans und Nymphaea kann Donacia bidens wählen. Unter drei Schwimmblattarten wählt Nymphula nymphaeata aus; sie bevorzugt jedoch Nuphar.

Entscheidend für die Besiedlungsdichte ist die verfügbare Fläche. *Nymphaea* mit ihrer größeren Blattfläche (841 cm²) wird dichter besiedelt als *Nuphar* (514 cm²).

Aufwuchs, der der Mehrzahl der Tierarten als Nahrung dient, ist an Schwimmblättern ungleich verteilt. Er ist am Blattrand reicher als in der Blattmitte. Mit zunehmendem Abstand vom Ufer nimmt die Artenzahl der Schwimmblattbewohner ab (Diversitätsindex: Nymphaea 3,08 in Ufernähe und 2,83 in größerer Uferentfernung).

#### Abstract

## The macrofauna of floating and submerged macrophytes in pools near Tübingen (SW-Germany)

In the district of Tübingen invertebrate faunas associated with marcrophytes (floating leaved and submerged plants) were studied in three ponds in summer 1984.

Macrophytes (Nymphaea alba, Nuphar luteum, Potamogeton natans, Potamogeton crispus, Elodea canadensis) are mainly utilized as a live substrate.

They are less important as direct food source. Among invertebrates associated with floating leaved and submerged macrophytes periphytiscrapers and detritivores prevail. Specific relations between macrophytes and their fauna are rare. Only *Crico*topus brevipalpis (Chironomidae) is specific for one species, Potamogeton natans. Specific for both Nymphaea and Nuphar is Donacia crassipes, while Donacia bidens can choose between Potamogeton natans and Nymphaea. Nymphula nymphaeata chooses between 3 floating leaved plants and prefers Nuphar.

The colonization density depends on the plant surface. *Nymphaea* with a higher plant surface (841 cm²) is more densely inhabited than *Nuphar* (514 cm²). The periphyton is differently distributed on floating leaved plant surfaces. Leaf edges are more densely inhabited than middle parts. The species number of floating leaf inhabitants depends on the distance from the shore (diversity index on *Nymphaea*: 3,08 close to and 2,83 on leaves off-shore).

#### Résumé

La macrofaune des plantes flottantes et submergées dans des mares des environs de Tübingen (Allemagne du Sudouest)

En été 1984 nous avons comparé la macrofaune des plantes flottantes et submergées de trois petits eaux stagnantes dans le district de Tübingen. Le rôle le plus important des macrophytes (Nymphaea, alba, Nuphar luteum, Potamogeton natans, Potamogeton crispus, Elodea canadensis) est celui d'un substrat vivant. Leur importance comme fournisseur de nourriture directe est insignificante. En ce qui concerne les plantes flottantes et submergées, les mangeurs de périphton et de détritus sont prédominants. Il y a rarement des rapports étroits entre les espèces de plantes aquatiques et les espèces d'animaux isolés. Il n'y a qu'une seule espèce de chironomides, Cricotopus brevipalpis, spécialisée sur une seule espèce de plantes, Potamogeton natans. Donacia crassipes peut choisir entre deux espèces de plantes flottantes. Nymphaea alba et Nuphar luteum. Donacia bidens peut choisir entre Potamogeton natans et Nuphar. Nymphula nymphaeata peut choisir entre trois espèces de plantes flottantes, pourtant elle préfère Nuphar.

La surface disponible est essentielle pour la densité de la population. Avec sa plus grande largeur des feuilles (841 cm²) Nymphaea est peuplée plus densement que Nuphar (514 cm²). Le périphyton qui sert de nourriture à la plupart des espèces d'animaux, est réparti d'une façon inégale aux feuilles flottantes. Il est plus riche dans la zone marginale que dans la zone centra-

Si la distance du bord d'eau est plus grande, le nombre d'espèces des habitants des plantes flottantes diminue (index de diversité sur *Nymphaea*: 3.08 en proximité du bord et 2.81 plus loin du bord).

#### **Autoren**

le

GUDRUN FRIEDRICH, Wilonstr. 116, 7400 Tübingen. Priv.-Doz. Dr. CLAUS MEIER-BROOK, Tropenmedizinisches Institut der Universität, Wilhelmstr. 31, 7400 Tübingen.

#### 1. Einleitung

Wechselwirkungen zwischen Wasserpflanzen und der Tierwelt wurden bereits mehrfach untersucht (Mc Gaha 1952, Rosine 1955, Soszka 1975, Dvorak 1982, van Viersson & Verhoeven 1983). Welche Bedeutung der Unterschied zwischen Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen für die tierische Besiedlung hat, wurde dabei jedoch kaum herausgestellt. Offene Fragen betrefen vor allem spezifische Beziehungen sowie die funktionelle Bedeutung der Wasserpflanzen für ihre Besiedler.

#### 2. Methoden

In 2wöchigem Rhythmus wurden jeweils 10 Schwimmblätter von Nuphar luteum und Nymphaea alba zwischen Juni und Oktober 1984 abgesammelt und die pro Blatt vorgefundene Makrofauna notiert. Zum Absuchen der Schwimmblattpflanzen wurde ein kreisförmiges Sieb mit einem Durchmesser von 18 cm und max. 1,5 mm Maschenweite unter das Blatt gehalten, um die bei Erschütterung schnell flüchtenden Tiere wenigstens überwiegend erfassen zu können. Auf diese Weise konnten noch Tiere erhalten werden, die in sehr losem Kontakt zur Schwimmblattpflanze stehen.

Um die mit submersen Pflanzen vergesellschaftete Makrofauna zu erhalten, wurde mit einem rechteckigen Netz (Rahmengröße ca. 25 x 35 cm) eine definierte Fläche abgekeschert.

Jeweils fünf Kescherschläge wurden auf der Fläche von 0,50 m Länge und 0,35 m Breite durch die Vegetation geführt. Nach KOCH (1972) lassen sich solche Fänge quantitativ vergleichen. Einzelne Pflanzen wurden in einem Gefäß mitgenommen und die Pflanzen dann unter dem Binokular auf ihre Makrofauna hin untersucht.

Aufwuchsuntersuchungen wurden an allen untersuchten Pflanzen gemacht (*Nymphaea a., Nuphar I., Potamogeton n., Potamogeton c., Elodea c.*) Die Arten wurden in Dominanzklassen zusammengefaßt (TISCHLER 1979):

dominante Arten: mehr als 10 % der Gesamtarten subdominante Arten: 5–10 % rezendente Arten: 1–5 %

subrezendente Arten: weniger als 1 %

Für die Bestimmung einiger Wasserkäfer und -larven danken wir den Herren Dipl. Biol. W. LÖDERBUSCH und Dipl. Biol. S. RUHNAU.

3. Die Makrofauna der Schwimmblattpflanzen

Die an fünf Sammeltagen im Zeitraum Juli bis Oktober festgestellten Arten sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Die Untersuchungen wurden in einem künstlichen Bachstautümpel, Herrenbachtümpel (I) (Übersichtskarte 1:30 000 der Univ.stadt Tübingen 32,3/333; Größe: 127 m²; max. Tiefe 0,75 m) und im Ehrenbachtümpel (II) (Übersichtskarte Tübingen: 30,3/336; Größe 167 m²; max. Tiefe: 1,50 m) durchgeführt.

Im Herrenbachtümpel (I) wurden je 12 Arten gefunden. Sieben hatten davon Nymphaea- und Nuphar-Blätter gemeinsam (nach Dominanz geordnet: Lymnaea stagnalis, Coenagrion puella, Asellus aquaticus, Gyraulus albus, Gyraulus crista, Cloeon dipterum, Aeschna cyanea).

Auf Nuphar fand sich je Flächeneinheit (100 cm²) doppelt so viel Lymnaea stagnalis-Laich (2,03 + 2,36) wie auf Nymphaea (0,97 + 0,71). Die Nuphar-Blätter werden als Laichablageplatz signifikant bevorzugt (t-Test: p < 0,001). Coenagrion puella wurde etwas häufiger auf Nymphaea gefunden: 0,06 gegenüber Nuphar mit 0,04/100 cm³. Schwimmblätter werden von C. puella zur Eiablage benutzt.

Für *Gyraulus albus* stellen Schwimmblätter beider Pflanzen gleich geeignete Substrate dar.

In diesem Gewässer tritt Lymnaea stagnalis mit 85 %

bzw. 94 % dominant auf. Hinter Lymnaea stagnalis stehen andere Arten in ihrer Individuenzahl stark zurück. Im Ehrenbachtümpel (II) wurden auf Nymphaea 21 Arten gefunden und auf Nuphar 15. Neun Arten sind beiden gemeinsam (nach Dominanz geordent: Coenagrion puella, Chironomidae, Nymphula nymphaeata, Lymnaea stagnalis, Herpobdella octoculata, Chironomidae mit Wohnröhre, Enallagma cyathigerum, Radix auricularia, Fischlaich). Coenagrion puella benutzt sowohl Nymphaea als auch Nuphar als Eiablageplatz. beide in gleicher Dichte (0.10 und 0.098/100 cm<sup>2</sup>). Die Eiablage erfolgt in Gesellschaft. Die Paare sitzen am Blattrand, wobei das Weibchen seine Eier auf der Unterseite des Blattes einsticht. Nicht selten benutzen sie auch die Fraßlöcher des Schilfkäfers (Abb. 1). Die Larven halten sich, wie auch im Herrenbachtümpel, regelmäßig unterseits der Blätter auf, an welchen sie geschlüpft sind.

Die Chironomiden fanden sich auf *Nymphaea*-Blättern in größerer Dichte (0,07) als auf *Nuphar* (0,02/100 cm²). Die *Nymphula nymphaeata*-Stadien verteilen sich wie folgt auf *Nymphaea* und *Nuphar*:

	Nymphaea	Nuphar
	n = 50 Blätter	n = 50 Blätter
Gelege	2	3
Hydrophile Raupen	2	24
Hydrophobe Raupen	7	1

Die Raupen sind in der Sommer-Generation zuerst hydrophil (Hautatmung), werden nach zwei Stadien aber hydrophob; die der überwinternden Generation bleiben hingegen hydrophil.

Häufiger auf *Nymphaea* als auf *Nuphar* fanden sich *Lymnaea stagnalis* (2 und 1,5/m²), *Herbobdella octo-culata* (2 und 0,07/m²), Chironomiden mit Wohnröhre (0,09 und 0,05/m²), *Enallagma cyathigerum* (0,09 und 0,03/m²). Da *Lymnaea stagnalis* in diesem Gewässer nicht so dominant auftritt, ist das Dominanzgefüge hier ausgeglichener. Die Vielfalt der Beziehungen zeigt Tabelle 2. Von den 1335 Individuen, die auf 200 *Nympha-ea*-Blättern gefunden worden sind, benutzen 778 Individuen, das sind 58 %, die Schwimmblattpflanze zum Nahrungserwerb (*Nuphar*: 201 Indiv., 23 %).

Der Anteil der jeweiligen trophischen Gruppen ist Tabelle 3 zu entnehmen. Die Zahl der Herbivoren, die Pflanzen direkt als Nahrungsquelle benutzen, ist relativ gering. Die Zahl der Herbivoren würde natürlich sehr steigen, wenn absterbende Blätter mitberücksichtigt würden. Lebende Blattsubstanz ist gegen die meisten potentiellen Herbivoren durch Sekundärstoffe geschützt. Auf Nymphaea besitzen die Aufwuchs- und Detritusfresser den höchsten Anteil (51,9 %). Typische Aufwuchs- und Detritusfresser sind Cloeon dipterum, Heptagenia sp., Chironomidae, Agraylea, Asellus aquaticus, Gammarus pulex (nach Soszka 1975).

Carnivore Organismen (z. B. Libellen-Larven, Herpobdella octoculata) verfügen über einen etwas höheren Anteil als die Omnivoren. Den geringsten Anteil im trophischen System stellen die parasitischen Carnivoren

Tabelle 1. Individuenzahl und rel. Häufigkeit (in % der gesamten Ind.zahl in den jeweiligen Gewässern) von Makrofaunenelementen auf Nymphaea alba und Nuphar luteum im Herrenbachtümpel (I), Ehrenbachtümpel (II) und Becklesgartentümpel (IV).

	1	Ш	IV			1	II	IV		
	2	Zahl der /\	lymphae	ea aBlätte	er		Zahl dei	Nupha	<i>r I.</i> -Blätter	
	50	70	80		200	50	70	80		200
$\emptyset$ Blattfläche cm²	841	881	802	841		581	797	164	514	
	Anzah	nl der Indi	viduen	Gesamt zahl	- rel. Häufig- keit in %	Anzał	nl der Indiv	/iduen	Gesamt zahl	- rel. Häufig- keit in %
PLATHELMINTHES										
TURBELLARIA										
Dugesiidae Dugesia lugubris			2	2	0,14					
MOLLUSCA										
GASTROPODA										
Lymnaeidae insgesamt Lymnaea stagnalis (Laich) Lymnaea stagnalis (Adult) Radix spec. (Laich) Radix auricularia	473 410 61 2	41 16 17 2 3 3	98 72 9 13	612 498 87 17 3 7	45,82	622 591 31	12 6 5 1	53 28 17 7	687 625 48 12 1	78,22
Radix ovata Planorbidae insgesamt Gyraulus albus Gyraulus crista Hippeutis complanatus Succineidae	17 7 10	4 4	6 4 2	27 15 12	2,01	10 9 1		1 3 3	13 9 1 3	1,47
Succinea putris			О	ь	0,44					
ANNELIDA										
HIRUDINEA										
Herpobdellidae Herpobdella octoculata Glossiphoniidae		8	90	98	7,34		3		3	0,34
Theromyzon t. Hemiclepsis marginata Ichthyobdellidae Piscicola geometra		2	11	11	0,44		1		1	0,11
ARACHNIDA					-,					
Lycosidae Pirata piraticus						1	1		2	0,22
CRUSTACEA										
ISOPODA Asellidae Asellus aquaticus	16			16	1,19	6			6	0,68
AMPHIPODA										
Gammaridae Gammarus pulex			1	1	0,07	1			1	0,11
INSECTA										
EPHEMEROPTERA										
Baetidae Cloeon dipterum Heptageniidae	2		7	9	0,67	4	1		5	0,56
Heptagenia spec.			1	1	0,07					

	l Anzah	II Il der Indiv	IV viduen	Gesamt- zahl	· rel. Häufig-	l Anzah	II I der Indiv	IV riduen	Gesamt- zahl	- rel. Häufig-
ODONTA					keit in %					keit in %
Coenagrionidae insgesamt Coenagrion puella (Gelege) Coenagrion puella (Larve) Ischnura elegans Pyrrhosoma nymphula Enallagma cyathigerum Aeschnidae	24 17 7	64 6 45 8 1 4	9 4 1 4	97 27 53 12 1 4	7,24	11 4 7	41 39 1 1	8 5 3	60 4 51 3 1	6,81
Aeschnacyanea Libellulidae Sympetrum sanguineum	3		1	4	0,29	1		4 5	5 5	0,56 0,56
HETEROPTERA										
Notonectidae insgesamt Notonecta glauca Notonecta maculata			1 1	1 1	0,07	3 3		10 2 8	13 5 8	1,46
COLEOPTERA										
Chrysomelidae insgesamt Donacia crassipes (Gelege) Donacia crassipes Hydrophilidae insgesamt Anacaena limbata	8 3 5 1	1 1 4 2	6 2 4	15 5 10 5 2	0,36		1		1	0,11
Laccobius striatulus Dytiscidae insgesamt Laccophilus minutus Noterus crassicornis Hydroporus palustris	1 2 2	2 1 1		3 3 2 1	0,21	4			4	0,45
Ilybius fuliginosus Dryopidae						3			3	
Helmis maugei Helodidae Scirtes spec. (Larven)		1	3	1 3	0,07 0,22					
LEPIDOPTERA										
Pyralidae insgesamt Nymphula nymphaeata (Gelege) Nymphula nymphaeata (Raupe)		11 3 8	18 10 8	29 13 16	2,16		28 3 25		28 3 25	3,18
TRICHOPTERA  Agraylea spec.			302	302	22,62					
Phryganea spec.			00 <u>2</u>	302	22,02		1		1	0,11
DIPTERA										
Chironomidae insgesamt Chironomidae Chironomidae mit Wohnröhre Dixidae	11 11	56 53 3	8 8	75 72 3	2,24		10 8 2 1	26 26	36 34 2 1	8,11 0,11
Sciomyzidae Tetanocera spec.			2	2	0,14			1	1	0,11
Stratiomyidae Stratiomys spec.		1	1	2	0,14			,	•	0,11
Syrphidae Eristalis spec.		•	5	5	0,37					
VERTEBRATA										
Fischlaich		2		2	0,14		5		5	0,56
Anzahl der Individuen insgesamt	557	196	582	1335		665	104	109	887	

(z. B. Piscicola geometra, Theromyzon tessulatum und Hemiclepsis marginata).

Auf Nuphar sind omnivore und carnivore Evertebraten stark vertreten, wohingegen hier die Aufwuchs- und Detritusfresser zurücktreten. An Minierern wurde lediglich Nymphula nymphaeata auf den Schwimmblättern gefunden.

An *Elodea* wurden in 32 Proben aus 2 Gewässern 3634 Individuen gefunden, von denen 97 % eine erkennbare Ernährungsbeziehung aufweisen.

### Diversität und Evenness

Mit Hilfe des Diverstitätsindexes und der Evenness konnte überprüft werden, ob sich Nymphaea- und Nuphar-Blätter bezüglich ihrer Artenmannigfaltigkeit tatsächlich stark unterscheiden.

Nymphaea-Blätter besitzen durchweg eine höhere Diversität. Im Herrenbachtümpel wurde eine Zunahme der Diversität vom Juli bis Oktober festgestellt.

Die Diversitäts- und Evennessindices von Proben aus dem Herrenbach fallen deutlich ab gegenüber denen aus dem Ehrenbach (Abb. 2, 3). Der Grund hierfür liegt in einer relativ geringen Gleichverteilung der Individuen auf die vorhandenen Arten, was der niedrige Evennessindex zeigt. Besonders *Lymnaea stagnalis* sorgt hier mit Dominanzwerten von 85 % und 94 % für ein unausgeglichenes Verhältnis.

In Ufernähe ist die Fauna an *Nymphaea*-Blättern qualitativ und quantitativ verschieden von der im uferfernen Bereich. Uferbewohnende und halbterrestrische Arten nehmen zur Mitte hin ab und werden teils durch andere ersetzt. Die Diversität in Ufernähe ist mit 3,05 gegenüber der in Uferferne mit 2,83 erhöht, trotz etwa gleicher Artenzahl: 20 bzw. 21. Ein höherer Diversitätsindex in Ufernähe zeigt sich an allen 6 Probetagen.

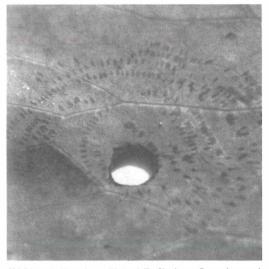


Abbildung 1. Nymphaea-Blatt mit Fraßloch von Donacia crassipes und Gelege von Coenagrion puella.

### Substratspezifität

Schon Wesenberg-Lund (1943, S. 589) beschreibt, daß Wasserinsekten im allgemeinen, was ihre Futterpflanzen anbelangt, nicht sehr wählerisch sind. Sechs Arten fanden wir nur auf Schwimmblattplanzen (Tab. 4). Die engste Spezifität weist Cricotopus brevipalpis auf. Er miniert ausschließlich in den Blättern von Potamogeton natans (Abb. 4). Unter den zwei Schwimmblattarten Nymphaea a, und Nuphar I, wählt Donacia crassipes aus. Die Weibchen schieben den Hinterleib durch die von ihnen stammenden Fraßlöcher und legen auf die Unterseite des Blattes 1-2 Reihen schneeweißer Eier. die fächerförmig am Rand der Löcher angeordnet werden. Dies war auf den Nymphaea-Beständen zu beobachten, wobei der Eindruck entstand, daß Nymphaea bevorzugt wurde. An Nuphar-Blättern fand sich kein Gelege und nur auf einem Blatt das typische Fraßbild. Unter drei Schwimmblattarten wählen Rhopalosiphum nymphaeae und Nymphula nymphaeata offenbar frei

#### 4. Die Makrofauna auf submersen Pflanzen

Elodea-Bestände in drei verschiedenen Gewässern wurden von Juni bis Oktober in je 8 Proben untersucht. Neben den Lymnaeiden und Planorbiden, die auch schon an Schwimmblattpflanzen vorgefunden wurden, traten in submerser Vegetation die Baetiden mit Cloeon dipterum mit einer größeren relativen Häufigkeit auf. Von den Wasserkäfern kamen die Dytisciden häufiger

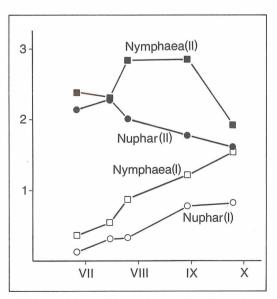


Abbildung 2. Jahreszeitlicher Verlauf der Diversität der Makrofauna an *Nymphaea* und *Nuphar* im Herrenbachtümpel (I) und im Ehrenbachtümpel (II). Abszisse: Monate 1984; Ordinate: Diversitätsindex nach Shannon & Wiener.

als die Halipliden und Hydrophiliden vor. Corixiden traten nur an submersen Pflanzen auf. Sie fehlten an Schwimmblattpflanzen (Tab. 5). Dominante Arten waren Cloeon dipterum und Lymnaea stagnalis. Lestes viridis war subdominant vertreten.

An submersen Pflanzen kommen mehr Arten als auf Schwimmblättern vor. aber nur wenige Arten mit hoher Individuendichte

Um festzustellen, inwiefern das Oberflächenareal von Pflanzen für die Besiedlung entscheidend ist, haben wir einzelne Pflanzen von Potamogeton crispus und Elodea c. unter dem Binokular bei 40facher Vergrößerung abgelesen (Tab. 6).

Minierer fanden sich nur in den größeren Einzelblättern

Tabelle 2 Nahrungs- und Substratheziehungen der aufgefun-

	Anteil der Tier- individuen in % auf <i>Nymphaea</i> (n = 1335, 200 B	Anteil der Tier- individuen in % auf <i>Nuphar</i> I.)(n = 878, 200 Bl.)
l Nahrung		
Absammeln von Nahrung an der Oberfläche, davon Detritusfresser/Auf- wuchsfresser/Omnivore	17,0	20,5 12,6
Carnivore Organismen	13,1	7,9
<ol> <li>Futterpflanze für herbivore Insekten (Nymphula n., Donacia crassipes, Phryganea spec.</li> </ol>	1,9	3,0
	32,0	23,5
II Substrat		
<ol> <li>Laichablage/Eiablage auf Oberfläche (Lymnaea st., Radix, Donacia, Nymphula, Fischlaich)</li> </ol>		73,7
2. Eiablage in Pflanzen- gewebe ( <i>Coenagrion p</i> .)	2,0	0,5
3. Anheftung von Puppen/ Gehäuse (Agraylea, Eristalis, Stratiomys, Tetanocera)	23,3	
4. Ruheplatz für Wasser- käfer/Notonectidae u. a. (Notonecta gl. u. mac., Noterus crass., Laccobius striatulus, Anacaena limb., Lacco- philus min., Dugesia I., Dixa, llybus fulig., Hydroporus pal.)	1,3	2,3
5. Ort zum Auflauern von Wirten ( <i>Piscicola geom.,</i> <i>Theromyzon</i> t.,		
Hemiclepsis marg.)	1,3	0,1
	67,8	76,6

von Potamogeton crispus. Auch der durchsichtige Stengel wird von diesen Minieren besiedelt.

Auf der Oberseite der Potamogeton crispus-Blätter hat sich biogen eine Kalkkruste abgelagert. Zwischen den Kalkblättchen kriechen gerne Chironomiden und Cloeon-Larven umher und weiden den üppigen Aufwuchs ab. Eine besondere Nische stellen die Blattwirtel von Elodea dar. Hier hält sich gerne die kleinste Planorbide, Gyraulus crista, auf, ebenso meist Stylaria lacustris. Unterschiede in der Besiedlung der Pflanzenarten sollte man mit der unterschiedlichen Bedeutung für die Tiere erklären können. Dabei dürften Aufwuchs als Nahrung in Abhängigkeit von Oberflächeneigenschaften und Blattform sowie -größe am wichtigsten sein.

Bei Schwimmblättern kommt nur die Unterseite für eine Besiedlung mit Aufwuchsorganismen in Frage, da die Oberseite von einer dicken Wachsschicht überzogen ist, die die transpirierende Epidermis trocken hält.

Jüngere Potamogeton crispus-Blätter sind ebenfalls unbenetzbar. Auf solchen sah man keinen Aufwuchs.

Tabelle 3. Trophische Gruppen (% der Gesamtindividuen) auf Nymphaea, Nuphar und Elodea.

	Nymphaea	Nuphar	Elodea
omnivor	16,7	31,3	12,3
detritivor incl. Aufwuchsfresser	51,9	23,3	54,3
carnivor	25,8	31,8	29,2
herbivor	3,3	1,2	2,9
paras. carnivor	2,2	0,4	1,2

Blätter, die älter und von einer Kalkschicht bedeckt waren, zeigten allerdings Aufwuchsorganismen.

Bei den Unterwasserblättern, deren Ober- und Unterseite als Aufwuchssubstrat in Frage kommt, spielt die Blattbreite und -stellung eine bedeutende Rolle, weil hiervon die Belichtung der einzelnen Teile der Pflanzen abhängt.

Bei Elodea sind die Blätter so angeordent, daß die Blattunterseiten besonders stark beschattet werden.

Ein 2,5 cm langer Sproß von Elodea trug 8 Wirtel (24 Blätter). Die älteren 10 Blätter trugen Aufwuchs. Die Anzahl der Individuen je Blatt betrug ( $X \pm s. d.$ ) auf der

	Oberseite	Unterseite
Vorticella convallaria	$22 \pm 5,3$	$9 \pm 4,4$
Oedogonium spec.	$25 \pm 6.1$	$3 \pm 4.2$

Die Blattoberseiten von Elodea werden gegenüber der Unterseite hoch signifikant bevorzugt (t-Test p < 0,001). Es werden vor allem Randbereiche und die Blattspitze besiedelt. Die autotroph lebenden Oedogonium-Fäden sind unterseits noch stärker reduziert als der Ciliat Vorticella. Auf Potamogeton crispus-Blattoberseiten ist der Bewuchs mit Oedogonium noch stärker als bei Elodea.

Auf der Unterseite von Schwimmblättern sind die Auf-

Tabelle 4. Spezifität und Art der Bindung von Makrofaunenelementen auf Schwimmblattpflanzen. + / ++ + / +++ bezeichnet den geschätzten Grad der Bindung an die Pflanzenart.

	Potamogeton natans	Nymphaea alba	Nuphar luteum	Funktion
Lycosidae: Pirata piraticus	+ Oberseite	+	+	Substrat
Pyralidae: Nymphula nymphaeata	+++	++	++	Futterpflanze für Larven Eiablage
Chrysomelidae: Donacia bidens	+++	++	-	Futterpflanze für Adulti <sup>1)</sup> Eiablage
Chrysomelidae: Donacia crassipes	_	+++	++	Futterpflanze für Adulti Eiablage
Chironomidae: Cricotopus brevipalpis	+++	_	_	Futterpflanze für Larven <sup>2)</sup>
Aphididae: Rhopalosiphum nymphaeae	++	++	++	Futterpflanze für Adulti
1) nicht Nuphar luteum 2) nur Potamogeton	natans			

wuchsorganismen, fädige Grünalgen, stark am lichtreicheren Rand konzentriert, wie das Beispiel von *Oedogonium* zeigt:

Am Blattrand  $81,6 \pm 11,3 \text{ Ind.}/10 \text{ mm}^2$ In der Blattmitte  $25,4 \pm 9,6 \text{ Ind.}/10 \text{ mm}^2$ 

In der Blattmitte 25,4 ± 9,6 Ind./10 mm-Die Fadenlänge der am Rand stehenden Oedogonien ist dort auch länger. Bei der Suche nach Oedogonium-Fäden auf der Blattfläche von Nymphaea und Nuphar stellte sich heraus, daß die Blattrippen ausgespart sind. Die Schwimmblätter von Nymphaea sind größer als die von Nuphar (Mittelwert aus je 20 Blättern: Nymphaea 841 cm², Nuphar 514 cm²). Die Besiedlung der Randbereiche von Nuphar ist etwas dichter als die von Nymphaea: 116 ± 14,5 Oedogonium-Fäden auf Nuphar stehen 82 ± 11,4 auf Nymphaea (10 x 1 mm Randstück, n = 2 x 5) gegenüber.

Auch bei den Unterwasserpflanzen konnte bestätigt werden, daß die Aufwuchs- und Detritusfresser mit

Nymphaea(II)

Nymphaea(II)

Nymphaea(II)

Nymphaea(II)

Nymphaea(II)

Abbildung 3. Jahreszeitlicher Verlauf der Evenness (Ordinate). Zeichenerklärung wie bei Abb. 2

VIII

IX

X

VII

54 % den größten Anteil haben. Zu den Aufwuchsfressern gezählt wurden u. a. *Radix ovata, Cloeon dipterum,* Corixiden, Chironomiden, Halipliden sowie *Stratiomys* und *Tetanocera*. Detritusfresser sind *Asellus aquaticus, Lumbriculus* sp., *Gammarus pulex* und *Leptophlebia*.



Abbildung 4. Schwimmblatt von *Potamogeton natans* mit Miniergängen von *Cricotopus brevipalpis* und einer Raupe von *Nymphula nymphaeata* im Köcher samt typischem Fraßbild.

Tabelle 5. Die häufigsten Tiere in *Elodea-*Beständen, nach Familien geordnet (n = 24 Proben).

		-	
Baetidae	28,9 %	Hydrophilidae	3,1 %
Lymnaeidae	14,3 %	Notonectidae	2,7 %
Dytiscidae	9,1 %	Corixidae	2,6 %
Haliplidae	7,0 %	Chironomidae	2,5 %
Coenagrionidae	6,7 %	Culicidae	2,2 %
Lestidae	4,9 %	übrige Diptera	0,8 %
Aeschnidae	3,8 %	Rest	5,7 %

Auch an den Unterwasserpflanzen treten herbivore Insekten mit 3 % stark zurück. Hierzu gezählt wurden die Hydrophiliden und *Phryganea*.

Carnivore Tiere sind hier anteilmäßig mehr als doppelt so stark vertreten wie die omnivoren.

Tabelle 6. Makrofauna auf Elodea und Potamogeton crispus.

	Elodea	Potamogeton c.
Zahl der untersuchten Pflanzen	5	5
Länge der Pflanzen in cm	20	20
Zahl der Blätter pro Pflanze	132 (64 Wirtel)	30
Durchschnittl. Blattfläche in cm²	5,38	11
Oberfläche gesamt in cm²	1550	805
	Individuen	Individuen
Annelida		
Oligochaeta		
Stylaria lacustris	8	5
Hirudinea		
Helobdella stagnalis	3	_
Gastropoda		
Lymnaea stagnalis (Laich)	1	3
Radix ovata Gyraulus albus	4 3	2 2
Gyraulus crista	10	2
Ephemeroptera		
Cloeon dipterum	10	15
Odonata		
Lestes viridis	5	2
Diptera		
Chironomidae	5	10
Ephydridae cf. <i>Hydrellia</i> (Minierer)		(Blatt & Stengel)
Total auf gesamter Fläche	59	39
Total je 100 cm²	3,8	4,8

Hier mag wohl eine große Rolle spielen, daß durch die dichte Vegetation sich gute Versteckmöglichkeiten bieten zum Auflauern von Wirten oder zur Ablage von Eigelegen. Unterwasserpflanzen verfügen über mehr solche Nischen als Schwimmblattpflanzen. Neben Unterschlupfmöglichkeiten kommt an nichttrophischen Beziehungen bei Wasserpflanzen dem Laichsubstrat eine erhebliche Bedeutung zu. Dies betrifft ganz überwiegend Schwimmblätter. Möglicherweise üben diese auch noch einen Einfluß auf die Temperatur aus. Bei Sonneneinstrahlung war die Wassertemperatur direkt unter Nymphaea-Blättern nämlich höher als an der freien Wasseroberfläche (23 °C gegenüber 21 °C am 23. 7 1984 im Herrenbachtümpel). Schwimmblätter könnten in kühleren Perioden durch ihren Aufheizeffekt Tiere anlocken. Im Hochsommer hingegen könnten Tiere dort Schutz vor übermäßiger Sonneneinstrahlung finden.

## Schlußfolgerungen

Der überwiegende Teil der mit Makrophyten vergesellschafteten Fauna ist sehr lose an die Pflanzen gebunden. Die hervorstechende Rolle der Makrophyten ist die eines Substrats. Die Schwimmblätter übertreffen in ihrer Bedeutung als Laichablageplatz alle anderen Pflanzen. Die Oberfläche der Pflanzen steht Aufwuchsorganismen zur Verfügung; diese werden von aufwuchs- und detritusfressenden Tieren abgeweidet.

## 5. Literatur

DVORAK, J. & BEST, E. (1982): Macro-invertebrate communities associated with the macrophytes of Lake Vechten: structural and functional relationships. – Hydrobiologia, **95**: 115–126; The Haque.

FRIEDRICH, G. (1985): Die Makrofauna der Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen in Kleingewässern der Tübinger Umgebung. Staatsexamens-Zulassungsarbeit, Universität Tübingen.

GERRISH, N. & BRISTOW, J. M. (1979): Macro-invertebrate associations with aquatic macrophytes and artificial substrates.

– J. Great Lakes Res., 5: 69–72; Ann Arbor, Mich.

KOCH, K. (1972): Vergleichende Untersuchung über die Bindung aquatiler Koleopteren an ihre Lebensräume. – Decheniana, 124: 69–112; Bonn.

MC GAHA, Y J. (1952): The limnological relations of insects to certain aquatic flowering plants. – Trans. Am. Micr. Soc., 71: 335–381; Columbus, Ohio.

ROSINE, W. N. (1955): The distribution of invertebrates on submerged aquatic plant surfaces in Muskee Lake, Colorado. – Ecology, 36: 308–314; Durham, N. C.

SOSZKA, G. J. (1975): Ecological relations between invertebrates and submerged macrophytes in the lake littoral. — Ecol. polska, **23**: 393–415; Warszawa.

TISCHLER, W. (1979): Einführung in die Ökologie; Stuttgart (G. Fischer).

VAN VIERSSEN, W. & VERHOEVEN, J. (1983): Plant and animal communities in brackish supralittoral pools in the northern part of the Netherlands. – Hydrobiologia, **98**: 203–222; The Hague.

## **ZOBODAT - www.zobodat.at**

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in

Südwestdeutschland

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 45

Autor(en)/Author(s): Friedrich Gudrun, Meier-Brook Claus

Artikel/Article: Die Makrofauna der Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen in

Kleingewässern in der Umgebung von Tübingen 99-106