

*Lauterbornia* 50: 99-110, D-86424 Dinkelscherben, 2004-09-30

## Biostratigraphie der Zuckmücken (Diptera: Chironomidae) des Ammersees im bayerischen Voralpenland im Späten Pleistozän und im Holozän

Late-Pleistocene and Holocene midge (Diptera: Chironomidae) biostratigraphy from Lake Ammersee, pre-alpine Bavaria, Germany

Markus L. Heinrichs und Jens Müller<sup>†</sup>

Mit 1 Abbildung und 3 Tabellen

**Schlagwörter:** Chironomidae, Diptera, Insecta, Ammersee, Bayern, Deutschland, Paläolimnologie, Biostratigraphie, Trophie

**Keywords:** Chironomidae, Diptera, Insecta, Lake Ammersee, Bavaria, Germany, paleolimnology, biostratigraphy, trophic status

Aus einem 10 m langen Sedimentkern des Ammersees wurden insgesamt 52 subfossile Chironomidae-Taxa an Hand der Kopfkapseln identifiziert, davon 18 Chironominae und 19 Orthocladiinae. Frühe Zuckmückengemeinschaften bestanden aus *Paracladopelma/Cyphomella*, wohingegen ab 8000 Kalenderjahre v.u.Z. bis zum oberen Ende des Kerns (vor 500 Jahren) *Micropsectra* dominierend war. Die Konzentration der Kopfkapseln lag vor etwa 4700 Kalenderjahre v.u.Z. unter der Schwelle für die statistische Analyse, was nur ungenaue Aussagen über diesen Zeitraum zulässt. Es ist jedoch möglich, dass eine geringe Produktivität im See für die geringe Dichte verantwortlich war. Der Beginn der landwirtschaftlichen Nutzung des Umlandes etwa 6300 cal Jahre v.u.Z. fällt mit einer gesteigerten Produktivität im See zusammen, die durch eine größere Anzahl bestimmbarer Chironomidae indiziert wird.

Sub-fossil chironomid taxa were extracted from a 10 m sediment core from Lake Ammersee, resulting in 52 chironomid taxa identified by their head capsules, of which 18 taxa were Chironominae and 19 were Orthocladiinae. Early midge communities consisted primarily of *Paracladopelma/Cyphomella*, whereas beyond 8000 cal yr BP to the core top, *Micropsectra* was dominant. Head capsule concentrations were below the threshold for statistical analysis below 460 cm, approximately 4700 cal yr BP, resulting in inexact interpretations prior to this time. However, a lack of productivity in the lake may have been responsible for low midge densities. Agricultural land practices at about 6300 cal yr BP coincide with increased lake productivity, indicated by an increase in identifiable chironomid numbers.

### 1 Einleitung

Seen und Feuchtgebiete in Oberbayern sind bekannt für ihre arten- und individuenreiche Zuckmückenfauna (Reiss 1982, 1983, 1984a, 1984b, Reiss & Reiff 1995, Orendt 2002, Reiss & Gerstmeier 1987). In diesem Gebiet liegen auch große, tiefe Alpen- und Voralpenseen, wie der Königsee (190 m), der Starnbergersee (127 m) und der Ammersee (82 m), die eine abundante profundale Be-

siedlung mit Zuckmücken aufweisen (Gerstmeier 1989a, 1989b, Gerstmeier & Reiss 1989, Reiss & Gerstmeier 1984).

Subfossile Reste von Chironomidae werden verwendet, um die paläolimnologische Situation und deren Veränderungen zu rekonstruieren (Walker 2001). Sie sind als Indikatoren der Klimaveränderung überall in Nordeuropa herangezogen worden, beispielsweise in Schottland (Brooks & Birks 2000a), Norwegen (Brooks & Birks 2000b), Schweden (Bigler & al. 2003), Finnland (Korhola & al. 2002), Svalbard (Brooks & Birks 2004), Island (Caseldine & al. 2003) und Grönland (Brodersen & al. 2001). In Mitteleuropa dienten Chironomidae, um die Entwicklung der Trophie (Hofmann 1991, Marchetto & al. 2004), die Schwankungen der Lufttemperatur und des Klimas (Brooks 2000, Heiri & al. 2003a, Koinig & al. 2002, Lotter & al. 2002) sowie den Einfluss der Baumgrenze auf den Zustand der Seen (Heiri & al. 2003b) zu rekonstruieren.

Von vielen der großen bayerischen Seen ist die Sukzession der Besiedlung mit Chironomidae, die eine Antwort auf frühere Klimaänderungen sowie auf die Änderung der Nährstoff-Konzentration und der Sauerstoff-Konzentration darstellt, nicht bekannt. Demgegenüber ist die Vegetationsentwicklung im Gebiet des Ammersees gut untersucht (Kleinmann 1995).

In dieser Arbeit wird die Biostratigraphie des Ammersees aus einem datierten Kern (von Grafenstein & al. 1998) auf der Basis subfossiler Reste von Chironomidae vorgestellt, um daraus den ökologischen Wandel im Verlauf der letzten 12 000 Jahre abzuleiten und mit Veränderungen im Umland des Sees zu vergleichen.

## 2 Untersuchungsgebiet

Der Ammersee (48° 0' N, 11° 8' O) liegt im bayerischen Voralpenland in einer Höhe von 533 m ü.NN. Bei einer Fläche von 47 km<sup>2</sup> beträgt die Wasseraufenthaltszeit 2,7 Jahre. Hauptzufluss ist die Ammer, die am südlichen Ende des Sees eintritt; sie weist einen mittleren Abfluß von rund 20 m<sup>3</sup>/s auf (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1987). Die Ammer ist für 86 % des Phosphoreintrags in den See verantwortlich (Mangelsdorf & Zelinka 1972). Der Abfluß des Ammersees wird durch die Amper am nördlichen Ende gebildet. Der See wird zur Zeit als mesotroph eingestuft (Wasserwirtschaftsamt Weilheim 2004). Das 993 km<sup>2</sup> große Einzugsgebiet ist zu etwa 35 % bewaldet und wird zu 56 % landwirtschaftlich genutzt (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 1984, 1986).

### 3 Material und Methodik

1992 wurde am tiefsten Punkt des Ammersees, beginnend 114 cm unterhalb der heutigen Oberfläche des Sediments, ein 10 m langer Sedimentkern (AS92-5) gezogen (von Grafenstein & al. 1998); die Kerntiefe von 1000 cm entspricht somit einer absoluten Tiefe von 1114 cm. Der älteste Teil des Kerns stammt von etwa 13 500 cal Jahre v.u.Z. (von Grafenstein & al. 1999). Vier Radiocarbon-Datierungen aus dem mittleren Bereich des Kerns decken die Zeitspanne vom Frühen bis zum Mittleren Holozän ab (Tab. 1). Durch Extrapolierung aus den untersten datierten Schichten eines kurzen Kerns vom Oberflächensediment des Ammersees (Alefs 1997) kann geschlossen werden, dass das obere Ende des untersuchten Kerns (AS92-5) weniger als 500 Jahre alt ist.

**Tab. 1: Radiocarbon-Datierung des Sedimentkerns AS92-5**

Proben Tiefe (cm)	<sup>14</sup> C yr BP	2σ cal Jahre v.u.Z.
458,5	4180 ± 65	4529–4847
529	4840 ± 65	5331–5714
633,75	6545 ± 70	7317–7569
681,5	7130 ± 70	7761–8146

Aus diesem Kern wurden die Kopfkapseln von Zuckmückenlarven entnommen. Teilproben aus dem Kern von etwa 8 ml wurden mit HCl (10 %) behandelt, um Karbonate vor dem Sieben aufzulösen. Anschließend wurden mit einem Sieb (95 μm) die Grobstoffe beseitigt. Der die Kopfkapseln enthaltende Rückstand wurde in einem Bogorov-Träger unter 10-25 facher Vergrößerung durchmustert und diese mit einer Pinzette ausgelesen und auf Objektträgern in Entellan® eingebettet. Die Bestimmung erfolgte unter einem Lichtmikroskop mit 400-1000 facher Vergrößerung nach Wiederholm (1983), Walker (1988, 2000), Oliver & Rousell (1983) und Rieradevall & Brooks (2001). Bei der Ermittlung der Zahl subfossiler Individuen werden soweit bestimmbar auch unvollständige Kopfkapseln berücksichtigt, wodurch sich Dezimalwerte ergeben können (vgl. Tab. 2). Das erhaltene Spektrum der Chironomidae-Taxa wird als Prozentdiagramm präsentiert, das mit "TiliaGraph 2.0.b.5" (Grimm 1991) erstellt wurde. Im "Benthic Quality Index" (BQI) sind für folgende Taxa Indikatorwerte vergeben (in Klammern): *Heterotrissocladius* (5), *Micropsectra* und *Paracladopelma/Cyphomella* (4), *Sergentia* und *Stictochironomus* (3), und *Chironomus* (1,5). Die Berechnung des BQI erfolgt durch Bildung des gewichteten Mittels (Wiederholm 1980). Hohe Werte zeigen oligotrophe Bedingungen an, während niedrige Werte eutrophe Bedingungen indizieren.

## 4 Ergebnisse

Insgesamt wurden 152 Sedimentproben aus dem Kern entnommen und auf Zuckmückenreste untersucht, wobei 55 sub-fossile Taxa identifiziert wurden, davon 52 Chironomidae (Tab. 2). Um ein Minimum von 75 Individuen je Probe zu erhalten, wurden alle aneinander grenzenden Sedimentproben zusammengefasst (Heiri & Lotter 2001). Die Artenzahlen in den zusammengefassten Sedimentproben reichen von 0 bis 32, die Shannon-Wiener Diversität von 0 bis 2,34 (Tab. 3). Oberhalb von 460 cm, d.h. im jüngeren Teil des Kerns, sind bestimmbare Zuckmücken häufiger als im unteren Teil des Kerns. Im oberen Teil des Kerns (0-460 cm) treten zwischen 11,5 und 140,5 Kopfkapseln je Sedimentprobe auf. Unterhalb von 460 cm enthielten einige Sedimentproben keine Kopfkapseln.

**Tab. 2: Liste der Zuckmückentaxa aus dem Sedimentkern. Maximale Abundanz = Maximalwert des Anteils an den bestimmbareren Zuckmücken in %**

Taxon	Maximale Abundanz (%)	Taxon	Maximale Abundanz (%)
Pentaneurini	4,0	Paralauterborniella	1,0
Procladius	4,8	Paratendipes	2,0
Tanypodinae (ohne ligula)	35,3	Polypedilum	7,4
Tanytarsini	54,5	Sergentia	15,2
cf. Corynocera oliveri Lindeberg	0,4	Stictochironomus	28,6
Stempellina	2,3	Thienemanniola	1,0
Stempellinella	2,5	Tribelos	5,3
Cladotanytarsus sp. A	1,0	Protanypus	3,0
Cladotanytarsus mancus Walker type	6,1	Brillia/Euryhopsis	0,4
Tanytarsina sp. A	1,2	Cricotopus	33,3
Micropsectra sp.	78,3	Corynoneura	29,6
cf. Tanytarsus pallidicornis Kieffer	1,5	Diothrix/Pseudoorthocladius	0,5
cf. Tanytarsus lugens Kieffer type	14,7	Heterotanytarsus	1,0
cf. Tanytarsus chinyensis Goetghebuer type	11,8	cf. Heterotrissocladius oliveri Sæther	16,7
Paratanytarsus	0,8	Orthocladius	6,1
Tanytarsina sp. C	5,3	Paracladius	12,1
Chironomus	1,1	cf. Parakiefferiella nigra Brundin	0,4
Cladopelma	1,0	Parakiefferiella sp. B	1,0
Cryptochironomus	0,5	cf. Parakiefferiella bathophila	7,7
Cryptotendipes	1,3	cf. Parakiefferiella triquetra Pankratova	1,1
Paracladopelma/Cyphomella	100	Parakiefferiella sp. A	2,3
Dicrotendipes	28,6	Psectrocladius	1,2
Glyptotendipes	0,8	cf. Psectrocladius sordidellus Zetterstedt	3,1
Lauterborniella	0,5	cf. Psectrocladius septentrionalis Chernovski	1,2
Microtendipes	16,7	Allopsectrocladius	1,0
Pagastiella	4,8	Stilocladius	1,0
Parachironomus	1,2	Synorthocladius	1,0
		Zalutschia	7,4

**Tab. 3: Shannon-Wiener Index, Anzahl der Zuckmückentaxa, Benthic Quality Index und Anzahl der Zuckmückenindividuen in den zusammengefassten Schichten des Sedimentkerns**

Tiefe (cm)	S-W Index	Taxazahl	BQI	Anzahl bestimmbarer Zuckmückenindividuen
0	2,02	18	4,0	99
20	1,90	20	4,0	129
40	1,53	17	4,0	138
60	1,70	20	4,0	132
78	1,68	19	4,0	181,5
98	1,64	23	4,0	232,5
118	1,76	7	4,0	13,5
123	2,14	32	4,0	274
137	1,15	19	4,0	188
157	1,24	18	4,0	189
179	1,05	9	4,0	87
199	1,72	17	4,0	85,5
219	1,19	7	4,0	87,5
239	1,77	19	4,0	100
259	1,27	20	4,0	195
279	1,32	9	4,0	89
299	0,97	13	4,0	166
319	1,18	14	4,0	118
338	1,23	14	4,0	121
358	1,48	14	4,0	96
376	1,27	13	4,0	118
395	1,18	11	4,0	113,5
416	0,92	9	4,0	96,5
436	1,04	6	4,0	89
456	1,10	10	4,0	82,5
503	1,32	5	4,0	16,5
521	0,85	3	4,0	12,5
537	1,08	5	4,0	19,5
559	1,29	7	4,0	35
582	0,73	3	4,0	10,5
596	0,87	3	4,0	8,5
618	0,92	3	4,0	11
644	0,96	4	4,0	12
653	0,76	3	4,0	5,5
663	1,35	12	4,0	90,5
675	1,11	4	4,0	58,5
682	1,19	11	4,0	88,5
692	1,14	10	4,0	96,5
700	1,32	9	4,0	62,5
720	1,52	6	4,0	19
737	1,20	4	4,0	6,5
757	0,60	2	4,0	3,5
777	1,2	4	4,0	2
820	1,48	5	4,0	8,5
837	1,24	4	4,0	6

Tiefe (cm)	S-W Index	Taxazahl	BQI	Anzahl bestimmbarer Zuckmückenindividuen
858	0	1	4,0	1
877	1,55	5	3,8	3,5
900	2,00	9	3,9	18,5
918				0
937	0,64	2	4,0	1,5
957	2,34	12	4,1	16,5
982	1,87	9	4,1	22

Die dominierenden Chironomidae-Taxa sind *Micropsectra* sp. und *Paracladopelma/Cyphomella* (Abb. 1). Weniger häufig sind Tanypodinae, vertreten durch Pentaneurini und *Procladius*. Über den gesamten Kern fanden sich 18 Chironominae-Taxa. Einige davon, wie *Chironomus*, kommen nur oberhalb von 460 cm vor. Andere Chironominae, z.B. *Dicretendipes*, *Polypedilum* und *Sergentia*, treten auch in den tieferen Schichten auf. Die Orthocladiinae werden durch 19 Taxa vertreten, einschließlich *Cricotopus*, *Heterotrissocladius oliveri* Sæther, *Psectrocladius sordidellus* sp. und *P. septentrionalis* Chernovski.

Von der Kernbasis bei 1000 cm aufwärts bis 760 cm weist der "Benthic Quality Index" Werte zwischen 3,8 und 4,2 auf, im weiteren Verlauf bis zum oberen Ende des Kerns beträgt der Wert immer 4,0.

## 5 Diskussion

Um aussagekräftige Ergebnisse aus der Analyse der Zuckmücken-Gesellschaft zu erhalten, muss diese auf die Datierung der Kernabschnitte (siehe Abschnitt 3) bezogen werden.

Die Chironomidae-Zönose wird durch die typischen Profundal-Taxa *Micropsectra* und *Paracladopelma/Cyphomella* beherrscht (Gerstmeier 1989b; Hofmann 1991; Schmah 1993; Heiri und Lotter 2003). Auffällig ist, dass früher als 10 000 cal Jahre v.u.Z. (800 cm) keine *Micropsectra* auftraten. Dabei besteht jedoch die Möglichkeit, dass es sich bei einigen der als Tanytarsini identifizierten Larvenkopfkapseln doch um *Micropsectra* handelt, da die Diagenese des Sediments dazu führen kann, dass Merkmale der Kopfkapseln verloren gehen oder eine Identifizierung aufgrund ihrer ungünstigen Ausrichtung unmöglich ist. Die Profundal-Gemeinschaft vom Jüngeren Dryas bis in das Boreal, ungefähr 12 000 bis 10 000 cal Jahre v.u.Z., scheint nur aus *Paracladopelma/Cyphomella* zu bestehen. Die Individuendichte dieses Taxons bleibt bis zum oberen Ende des Kerns weitgehend gleich, obwohl seine Dominanz aufgrund der insgesamt zunehmenden Chironomidae-Abundanz abnimmt. Eine relativ hohe Abundanz von *Micropsectra* wird von 10 000 cal Jahre v.u.Z. bis zum oberen Ende des Kerns (etwa 500 cal Jahre v.u.Z.) beobachtet. Deshalb ist eine Veränderung der ökologischen Situation zu diesem Zeitpunkt wahrscheinlich, was die Ein-

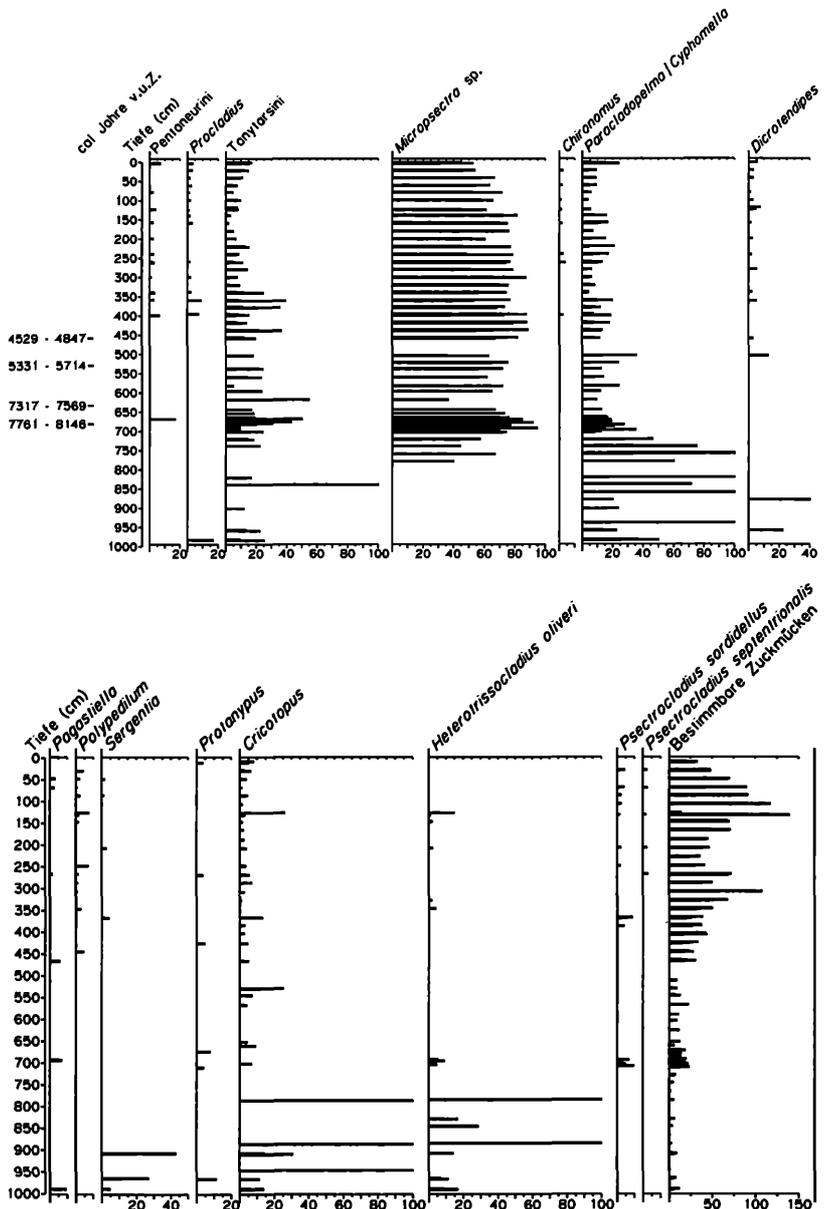


Abb. 1: Ausgewählte Zuckmücken-Taxa in % der bestimmbaren Zuckmücken-Taxa in einem Sedimentkern (AS92-5) aus dem Ammersee. Die Anzahl der bestimmbaren Taxa ist als absoluter Wert angegeben. Zur Datierung des Kerns siehe Abschnitt 3

wanderung von *Micropsectra* in des Profundal ermöglichte. Im Bodensee kam eine "*Tanytarsus-lugens* Gemeinschaft", die *Micropsectra* und *Paracladopelma* einschließt, vom Spätglazial bis zur Mitte des Holozäns vor (Reiss 1968; Hofmann 1991).

Das Auftreten von Taxa wie *Dicrotendipes* und *Pagastiella* sowie eine nicht identifizierte Characeae-Oospore in einer Kern-Tiefe von 859 cm lässt auf ein gegliedertes Litoral schließen, bereits kurz nachdem die Ablagerung der limnischen Sedimente im Ammersee begonnen hatte. Jedoch muss das Nährstoffangebot von 10 000 bis ungefähr 7700 cal Jahre v.u.Z. (650 cm) allgemein niedrig gewesen sein, da *Heterotrissocladius oliveri* in diesem Zeitraum eine höhere Abundanz erreicht. *Polypedilum* und *Chironomus*, die in warmen oder nährstoffreicheren Seen zahlreich sind, erreichen vor 4700 cal Jahre v.u.Z. nur eine geringe Dichte.

Die auffällige Zunahme der Chironomidae-Abundanz ab 4700 cal Jahre v.u.Z. kann mit einer größeren Produktivität im See erklärt werden (Specziár & Vörös 2001). Die größten anthropogenen Einflüsse auf Seen im südwestlichen Deutschland traten ungefähr 6300 cal Jahre v.u.Z. auf (Kalis & al. 2003, Kerig und Lechterbeck 2004). Rosch (1979), Bludau (1985), Küster (1986), Beer (1987), Clark & al. (1989), Voigt (1989) und Kleinmann (1992) vermuten, dass neolithische Völker zu dieser Zeit in dieser Region die Landschaft durch Rodung, Landkultivierung und Feuer veränderten. Dieses Ereignis fällt ungefähr mit der Zunahme von Chironomidae im Ammersee zusammen. Der neolithische Einfluss auf die nahe gelegenen Alpenseen in großer Höhe wird ebenso auf ungefähr diese Zeit datiert (Schmidt & al. 2002).

Es ist unwahrscheinlich, dass die niedrige Chironomidae-Abundanz vor 4700 cal Jahre v.u.Z. durch anaerobe Verhältnisse verursacht wurde. Zum einen ist anzunehmen, dass die durchfließende Ammer/Amper den See mit ausreichend kaltem sauerstoffreichen Wasser anreicherte, und so eine Meromixis verhinderte. Zum anderem lässt eine ähnliche Dichte von *Paracladopelma/Cyphomella* überall im Kern vermuten, dass diese Gemeinschaft von Veränderungen der ökologischen Situation unbeeinflusst blieb. Wenn der Seeboden vor 4700 cal Jahre v.u.Z. sauerstofffrei gewesen wäre, hätte dies höchstwahrscheinlich zu einem Zusammenbruch auch der *Paracladopelma/Cyphomella*-Populationen führen müssen.

Ebenso unwahrscheinlich ist es, dass im Ammersee vor 4700 cal Jahre v.u.Z. reichhaltige Fischbestände existierten, da die Abundanz der Chironomidae begrenzt war und Chironomidae eine Hauptnahrungsquelle für die Fische im See darstellen. Als vermehrt Nährstoffe in den See gelangten, kam es zu einer Zunahme der Algen, was die Chironomidae förderte und so zu einer Zunahme des Fischbestandes führte. Die Verfügbarkeit dieser Nahrungsquelle könnte so-

gar mehr Menschen im Seeinzugsgebiet angezogen haben, was dann gegebenenfalls einen weiteren Anstieg des Nährstoffeintrags bewirkte.

Die Werte des "Benthic Quality Index" zeigen, dass im See während der ganzen, durch den Kern abgedeckten Periode ein oligotropher Zustand aufrecht erhalten wurde.

## Dank

Wir möchten uns bei Dr. U. von Grafenstein und Dr. Uta Raeder für ihre Unterstützung während dieses Projektes und bei Sabine Volland und Johannes Wallner von der TUM für die Überlassung des Sedimentmaterials bedanken. Dr. Doris Stelzer und Dr. Susanne Schneider übernahmen das Korrekturlesen. Wir bedanken uns bei Dr. C. Orendt für hilfreiche Anmerkungen zu einer früheren Version dieses Manuskriptes. Das Projekt wurde aus Mitteln der Alexander von Humboldt Stiftung finanziert.

## Literatur

- Alefs, J. (1997): Feinstratigraphie und Diatomeensukzession in den Profundalsedimenten des Ammersees und Starnberger Sees (Oberbayern).– Dissertation Technische Universität München, 166 pp.
- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (1984): Die Bodennutzung in Bayern 1983.- Statistische Berichte, München
- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (1986): Die Bodenflächen Bayerns nach Nutzungsarten; Ergebnisse der Flächenerhebung 1985.- Statistische Berichte, München
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1987): Limnologische Studien am Ammersee 1984-1986.– Informationsberichte Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 2/87, 105 pp., München
- Beer, H. (1987): Tauchuntersuchungen an einer jungneolithischen Seeufersiedlung beim Kempfenhausen im Starnberger See.– Das Archäologische Jahr in Bayern 1986: 40-42, München
- Bigler, C., E. Grahn, I. Larocque, A. Jeziorski & R. Hall (2003): Holocene environmental change at Lake Njulla (999 m a.s.l.), northern Sweden: a comparison with four small nearby lakes along an altitudinal gradient.– *Journal of Paleolimnology* 29: 13-29, Dordrecht
- Bludau, W. (1985): Zur Paläoökologie des Ammergebirges im Spät- und Postglazial.– Dissertation Universität Stuttgart-Hohenheim, 363 pp., Rheinfelden
- Brodersen, K., C. Lindegaard & N. J. Anderson (2001): Holocene temperature and environmental reconstruction from lake sediments in the Søndre Strømfjord region, southern West Greenland.– *Geology of Greenland Survey Bulletin* 189: 59-64, Copenhagen
- Brooks, S. J. (2000): Late-glacial fossil midge stratigraphies (Insecta: Diptera: Chironomidae) from the Swiss Alps.– *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 159: 261-279, Amsterdam
- Brooks, S. J. & H. J. B. Birks (2002a): Chironomid-inferred late-glacial air temperatures at Whitrig Bog, south-east Scotland.– *Journal of Quaternary Science* 15: 759-764, Hoboken
- Brooks, S. J. & H. J. B. Birks (2002b): Chironomid-inferred Late-glacial – early Holocene mean July air temperatures for Kråkenes Lake, western Norway.– *Journal of Paleolimnology* 23: 77-89, Dordrecht
- Brooks, S. J. & H. J. B. Birks (2004): The dynamics of Chironomidae (Insecta: Diptera) assemblages in response to environmental change during the past 700 years on Svalbard.– *Journal of Paleolimnology* 31: 483-489, Dordrecht
- Caseldine, C., Á. Geirsdóttir & P. Langdon (2003): Efstadalvatn – a multi-proxy study of a Holocene lacustrine sequence from NW Iceland.– *Journal of Paleolimnology* 30: 55-73, Dordrecht
- Clark, J. S., J. Merkt & H. Müller (1989): Post-Glacial fire, vegetation, and human history on the northern Alpine forelands, South-West Germany.– *Journal of Ecology* 77: 897-925, Oxford

- Gerstmeier, R. (1989a): Lake typology and indicator organisms in application to the profundal chironomid fauna of Starnberger See (Diptera, Chironomidae).– *Archiv für Hydrobiologie* 116: 227-34, Stuttgart
- Gerstmeier, R. (1989b): Phenology and bathymetric distribution of the profundal chironomid fauna in Starnberger See (F.R. Germany).– *Hydrobiologia* 184: 29-42, Dordrecht
- Gerstmeier, R. & F. Reiss (1989): Die Chironomidenfauna des Königssees (Diptera, Chironomidae).– *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 38: 65-69, München
- Grafenstein, U. von, H. Erlenkeuser, A. Brauer, J. Jouzel & S. J. Johnsen (1999): A Mid-European decadal isotope-climate record from 15,500 to 5000 years B.P.– *Science* 284: 1654-1657, Washington
- Grafenstein, U. von, H. Erlenkeuser, J. Mueller, J. Jouzel & S. Johnson (1998): The cold event 8200 years ago documented in oxygen isotope records of precipitation in Europe and Greenland.– *Climate Dynamics* 14: 73-81, Heidelberg
- Grimm, E. C. (1991): *TiliaGraph 2.0.b.5*. Illinois State Museum, Research and Collections Center, Springfield, Illinois
- Heiri, O. & A. F. Lotter (2001): Effect of low count sums on quantitative environmental reconstructions: an example using subfossil chironomids.– *Journal of Paleolimnology* 26: 343-350, Dordrecht
- Heiri, O. & A. F. Lotter (2003): 9000 years of chironomid assemblage dynamics in an Alpine lake: long-term trends, sensitivity to disturbance, and resilience of the fauna.– *Journal of Paleolimnology* 30: 273-289, Dordrecht
- Heiri, O., A. F. Lotter, S. Hausmann & F. Kienast (2003a): A chironomid-based Holocene air temperature reconstruction from the Swiss Alps.– *The Holocene* 13: 477-484, London
- Heiri, O., L. Wick, J. F. N. van Leeuwen, W. O. van der Knaap, & A. F. Lotter (2003b): Holocene tree immigration and the chironomid fauna of a small Swiss subalpine lake (Hinterburgsee, 1515 m asl).– *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 189: 35-53, Amsterdam
- Hofmann, W. (1991): Sukzessionen der Cladoceren- und Chironomidenfauna im Spät- und Postglazial als Reaktion auf Änderungen des Trophiegrades im Untersee (Kern US 8707). Beiträge zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte am Bodensee-Untersee: Paläolimnologische Untersuchungen.– *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission Band 71*: 245-308, Mainz
- Kalis, A. J., J. Merkt & J. Wunderlich (2003): Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe- human impact and natural causes.– *Quaternary Science Reviews* 22: 33-79, Amsterdam
- Kerig, T. & J. Lechterbeck (2004): Laminated sediments, human impact, and a multivariate approach: a case study in linking palynology and archaeology (Steisslingen, Southwest Germany).– *Quaternary International* 113: 19-39, Amsterdam
- Kleinmann, A. (1992): Nachweis spät- und postglazialer Seespiegelschwankungen am Ammersee mittels pollenanalytischer und sedimentologischer Untersuchungen.– *Dissertation Technische Universität München*, 139 pp., München
- Kleinmann, A. (1995): Seespiegelschwankungen am Ammersee. Ein Beitrag zur spät- und postglazialen Klimageschichte Bayerns.– *Geologica Bavarica* 99: 253-367, München
- Koinig, K. A., C. Kamenik, R. Schmidt, A. Agustí-Panareda, P. Appleby, A. Lami, M. Prazakova, N. Rose, Ø. Schnell, R. Tessadri, R. Thompson, & R. Psenner (2002): Environmental changes in an alpine lake (Gossenköllesee, Austria) over the last two centuries- the influence of air temperature on biological parameters.– *Journal of Paleolimnology* 28: 147-160, Dordrecht
- Korhola, A., K. Vasko, H. T. T. Toivonen & H. Olander (2002): Holocene temperature changes in northern Fennoscandia reconstructed from chironomids using Bayesian modelling.– *Quaternary Science Reviews* 21: 1841-1860, Amsterdam
- Küster, H. (1986): Werden und Wandel der Kulturlandschaft im Alpenvorland. Pollenanalytische Aussagen zur Siedlungsgeschichte am Auerberg in Südbayern. Germania.– *Anzeiger der rö-*

- misch-germanischen Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts Jahrgang 64, 2. Halbband: 533-559, Mainz
- Lotter, A. F. P. G. Appleby, R. Bindler, J. A. Dearing, J.-A. Grytnes, W. Hofmann, C. Kamenik, A. Lami, D. M. Livingstone, C. Ohlendorf, N. Rose & M. Sturm (2002): The sediment record of the past 200 years in a Swiss high-alpine lake: Hagelseewli (2339 m a.s.l.).- *Journal of Paleolimnology* 28: 111-127, Dordrecht
- Mangelsdorf, J. & K. Zelinka (1972): Zur Mengenbilanz anorganischer gelöster Stoffe in 3 Voralpenseen.- *Wasserwirtschaft* 62: 175-181, Wiesbaden
- Marchetto, A., A. Lami, S. Musazzi, J. Massaferrò, L. Langone & P. Guilizzoni (2004): Lake Maggiore (N. Italy) trophic history: fossil diatom, plant pigments, and chironomids, and comparison with long-term limnological data.- *Quaternary International* 113: 97-110, Amsterdam
- Oliver, D. R. & M. E. Roussel (1983): The Insects and Arachnids of Canada, Part 11: The Genera of Larval Midges of Canada; Diptera: Chironomidae.- *Agriculture Canada, Publication 1746*, Ottawa
- Orendt, C. (2002) Die Chironomidenfauna des Inns bei Mühlendorf (Oberbayern).- *Lauterbornia* 44: 109-120, Dinkelscherben
- Reiss, F. (1968): Die Besiedlung des Bodensees mit Zuckmückenarten.- *Umschau* 68: 721-722, Frankfurt am Main
- Reiss, F. (1982): Die Chironomidenfauna des Murnauer Moooses in Oberbayern (Insecta: Diptera).- *Entomofauna Supplement 1*: 263-288, Linz
- Reiss, F. (1983): Die faunistische Erfassung der Chironomidae Bayerns (Diptera, Insecta).- *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft* 7/1983: 143-193, München
- Reiss, F. (1984a): Chironomiden (Diptera, Insecta) aus dem Ampertal bei Schöngöising, Oberbayern.- *Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau* 4: 211-220, Braunau
- Reiss, F. (1984b): Die Chironomidenfauna (Diptera, Insecta) des Osterseegebietes in Oberbayern.- *Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege* 8: 186-194, Laufen
- Reiss, F. & R. Gerstmeier (1984): *Corynocera ambigua* Zetterstedt als Glazialrelikt im Starnberger See, Oberbayern (Diptera, Chironomidae).- *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 33: 58-61, München
- Reiss, F. & R. Gerstmeier (1987): Zweiter Nachtrag zur Chironomidenfauna Bayerns (Chironomidae, Diptera).- *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 36: 30-32, München
- Reiss, F. & N. Reiff (1995): Gesamtinventar der in Bayern nachgewiesenen Arten der Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera).- *Lauterbornia* 21: 85-114, Dinkelscherben
- Rieradevall, M. & S. J. Brooks (2001): An identification guide to subfossil Tanypodinae larvae (Insecta: Diptera: Chironomidae) based on cephalic section.- *Journal of Paleolimnology* 25: 81-99, Dordrecht
- Rösch, M. (1979): Nacheiszeitliche Geschichte und ökologische Bedingungen des Eibenwaldes von Paterzell (Oberbayern).- Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Hohenheim, 211 pp., Stuttgart-Hohenheim
- Schmah, A. (1993): Variation among fossil chironomid assemblages in surficial sediments of Bodensee-Untersee (SW-Germany): implications for paleolimnological interpretation.- *Journal of Paleolimnology* 9: 99-108, Dordrecht
- Schmidt, R., K. A. Koinig, R. Thompson & C. Kamenik (2002): A multi proxy core study of the last 7000 years of climate and alpine land-use impacts on an Austrian mountain lake (Unterer Landschitzsee, Niedere Tauern).- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 187: 101-120, Amsterdam
- Specziár, A. & L. Vörös (2001): Long-term dynamics of Lake Balaton's chironomid fauna and its dependence on the phytoplankton production.- *Archiv für Hydrobiologie* 152: 119-142, Stuttgart
- Voigt, R. (1989): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der Reischenau and am Haspelmoor (Bayern).- Unveröffentlichte Diplom-Arbeit Universität Göttingen, 63 pp., Göttingen

- Walker, I. R. (1988): Late - Quaternary palaeoecology of Chironomidae (Diptera: Insecta) from lake sediments in British Columbia.– Ph. D. Thesis, Simon Fraser University, 204 pp., Burnaby
- Walker, I.R. (2000): WWW field guide to subfossil midges. [www.ouc.bc.ca/eesc/iwalker/wwwguide](http://www.ouc.bc.ca/eesc/iwalker/wwwguide)
- Walker, I. R. (2001): Midges: Chironomidae and related Diptera.- In J. P. Smol, W. M. Last & H. J. B. Birks (eds): Tracking Environmental Change using Lake Sediments.– Biological Techniques and Indicators, (Kluwer) Dordrecht
- Wasserwirtschaftsamt Weilheim (2004): [www.wwa-wm.bayern.de](http://www.wwa-wm.bayern.de)
- Wiederholm, T. (1983): Chironomidae of the Holarctic Region. Keys and Diagnoses: Part 1 - Larvae.– Entomologica Scandinavica Supplement 19: 1-457, Stenstrup
- Wiederholm, T. (1980): Chironomids as indicators of water quality in Swedish lakes.– Acta Universitatis Carolinae Biologica, 1978: 275-283, Praha

*Anschrift des Verfassers:* Dr. Markus Heinrichs, Ph.D., Department of Geography, Okanagan University College, 3333 University Way, Kelowna, BC, V1V 1V7, Canada

*Manuskripteingang:* 2004-06-03

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lauterbornia](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [2004\\_50](#)

Autor(en)/Author(s): Heinrichs Till

Artikel/Article: [Biostratigraphie der Zuckmücken \(Diptera: Chironomidae\) des Ammersees im bayerischen Voralpenland im Späten Pleistozän und im Holozän. 99-110](#)