©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Lauterbornia 54: 5-44, D-86424 Dinkelscherben, 2005-08-10

Die biozönotische Gliederung der Flüsse des bayerischen Alpenraumes auf Basis des Makrozoobenthos, unter besonderer Berücksichtigung der Köcherfliegen (Trichoptera)

The biocoenotic classification of the rivers of the Bavarian Alps and alpine foothills based on benthic macroinvertebrates, with special regards to caddisflies (Trichoptera)

Ullrich Heckes und Monika Hess

Herrn Prof. Dr. E. J. Fittkau gewidmet

Mit 9 Abbildungen und 2 Tabellen

Schlagwörter: Makrozoobenthos, Trichoptera, Insecta, Bayern, Alpen, Alpenvorland, Deutschland, Fluss, Biozönose, Kennart, Flusstyp, Indikator
Keywords: Macroinvertebrates, Trichoptera, Insecta, Bavaria, alps, alpine foothills, Germany, river, biocoenosis, characteristic species, rivertype, metric

In der vorliegenden Arbeit werden eine biozönotische Gliederung der Flüsse der bayerischen Alpen und des bayerischen Alpenvorlandes auf Grundlage des Makrozoobenthos vorgelegt und die identifizierten Flussgruppen beispielhaft anhand der Köcherfliegeninventare gekennzeichnet. Es wurden statistische Analysen semiquantitativer Bestandsdaten zu 55 möglichst naturnahen Flussabschnitten durchgeführt: Korrespondenz- und Clusteranalysen sowie Berechnungen von Indikatorwerten zur Identifizierung von Kennarten.

The study presents a biocoenotic classification of the rivers in the Bavarian Alps and alpine foothills based on benthic macroinvertebrate assemblages. The identified groups of rivers are exemplified by their Trichoptera communities. For this purpose semiquantitative data from 55 preferably near-natural river sections were evaluated statistically, by correspondence analysis, cluster analysis and computation of indicator values for identification of characteristic species. Four biocoenotic river types could be distinguished. They basically match the geographical landscapes of the investegated area comprising the Alps, the young moraine landscape, the gravel plates and the tertiary hills. The decisive faunistic change from montane-submontane assemblages (groups 1+2) to predominantly planar-colline assemblages (groups 3+4) occurs mainly in the young moraine area. The exact location of the change depends on the alpine percentage of the catchment area of the respective river, the efficiency of which can be strongly influenced by the large prealpine lakes. The results further indicate that the groups 1+2 comprising also river sections beyond the geological border of the Alps have to be assigned to ecoregion 4, Alps, whereas group 4 cleary belongs to ecoregion 9, Central Mountains. The assemblage of the river sections forming group 3 is presumably best characterised as transition coenosis.

Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

1 Einleitung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die grundlegende natürliche Gliederung der Makrozoobenthosgemeinschaften der Flüsse des bayerischen Alpenvorlandes und der bayerischen Alpen herauszuarbeiten und zu beschreiben. Es ist weiterhin Gegenstand der Studie, die Arteninventare der identifizierten Flussgruppen beispielhaft für eine artenreiche Ordnung des Benthos, die Köcherfliegen (Trichoptera), zu dokumentieren und Charakterarten zu ermitteln.

Eine praktische Relevanz der Arbeit besteht für Fragestellungen sowohl des Naturschutzes - z.B. als Beitrag zur Identifizierung des regionalen Potenzials charakteristischer Arten für Fließgewässer-Lebensraumtypen, die in Anhang I der FFH-Richtlinie erfasst sind (vor allem Natura 2000 Code 3230, 3240, 3260, vgl. z.B. Ssymank & al. 1998) - als auch der Gewässerbiologie, in der seit den Arbeiten von Moog und Mitarbeitern (Moog 1994, 1995 usw.) regions- und typbezogene natürliche Artengemeinschaften als objektiver Bewertungsmaßstab für den ökologischen Zustand der Gewässer heranzogen werden, ein Ansatz, der in der Folge auch Niederschlag in der EU-Wasserrahmenrichtlinie [= EU-WRRL] fand.

Bislang gibt es nur wenige Arbeiten, die die biozönotische Gliederung südbayerischer Fließgewässer behandeln. Braukmann (1987) untersuchte die Benthoszönosen montaner Bäche im Mangfallgebirge (800–1030 m ü. NN), in den Einzugsgebieten von Weißach und Rottach, und beschrieb auf Basis dieser Daten innerhalb seiner "allgemeinen regionalen Bachtypologie" die Gemeinschaften der "Subalpinen Karbonat-Gebirgsbäche". Orendt (2002) analysierte anhand der Chironomidae (Diptera) die faunistische Verwandtschaft einiger naturnaher Flussabschnitte im Wesentlichen aus dem Südteil der Schotterplatten des Alpenvorlandes. Bauer & al. (2004) erarbeiteten eine "Makrozoobenthos-Gewässertypologie südbayerischer Fließgewässer", bei der jedoch ganz überwiegend kleinere Gewässer mit einer Einzugsgebietsgröße von nur 2 bis 40 km^2 einbezogen wurden und deren Ergebnisse bislang erst in einer Kurzfassung publiziert sind. Einen weiteren Beitrag zum Thema schließlich liefert Schmidt-Kloiber (2002, Moog & al. 2001), die die Fließgewässer der hier relevanten Naturraumgruppen bei der Erarbeitung aquatischer Bioregionen für das Staatsgebiet Österreichs mittels Analyse der makrozoobenthischen Lebensgemeinschaften mitbehandelt hat.

2 Untersuchungsgebiet, untersuchte Flussabschnitte

Untersuchungsgebiet sind die bayerischen Alpen und das bayerische Alpenvorland, von den Nördlichen Kalkalpen im Süden bis zur Donau im Norden (Abb. 6). Meynen & Schmithüsen (1953–1962) grenzen in diesem Raum 39 na-

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

turräumliche Haupteinheiten ab, die sich auf sechs übergeordnete Gruppen verteilen (01 bis 06). Als Bezug der nachfolgenden Darstellungen fassen wir diese zu vier Einheiten zusammen. [Runde Klammern: Haupteinheitengruppen nach Meynen & Schmithüsen (l.c.), eckige Klammern: Fließgewässerlandschaften nach Briem & Mangelsdorf (2002), Kurzbeschreibungen im Wesentlichen nach Wittmann (1991)):

A - Alpen

(01 - Nördliche Kalkalpen, 02 - Schwäbisch-bayerische Voralpen) [Kalkalpen, Flyschzone, Faltenmolasse, große Auen >300 m Breite]. Vorberge und (Hoch-)Gebirge, 600 bis >2000 m ü. NN; Dolomit- und Kalksteine, Ton- und Sandsteine, Konglomerate, Mergel; Klima sehr feucht (1400 bis >2000 mm Jahresniederschlag, regenreiche Sommermonate, große Schneemengen) und mäßig kalt bis sehr kalt (Jahresmittel 4,5–6,5 °C); natürliche Waldzusammensetzung: Submontane und montane Bergmischwälder (Buche, Tanne, Fichte, Bergahorn), darüber hochmontane Fichten-Tannenwälder, in der subalpinen Stufe Fichtenwälder oder Latschenfelder, auch Lärchen-Fichten-Zirbenwälder.

JM - Jungmoränenland

(03 -Voralpines Hügel- und Moorland) [Grund- und Endmoränen, Faltenmolasse, große Auen >300 m Breite]. Hügel- und Bergland mit Becken, 480–830 (400–1050) m ü. NN; Jungmoräne, Schotter, Sandsteine, Konglomerate, Mergel, Torfe, Seetone; Klima feucht bis sehr feucht (950–1600 mm) und mäßig kühl bis mäßig kalt (6,0–7,5 °C); Buchen- und Buchen-Tannenwälder, vielfach mit Fichte.

ST - Schotterplatten

(04 - Donau-Iller-Lechplatte, 05 - Isar-Inn-Schotterplatten) [Niederterrassen, Altmoränen und Terrassenland, Tertiäres Hügelland, lößbeeinflusste Regionen, große Auen >300 m Breite]. Talebene und Flachland, teils terrassiert/mit Riedeln, auch Flachhügelland/Hügelland (Altmoränen), 430–700 (400–880) m ü. NN; Schotter, Torfe, Altmoräne; Klima mäßig feucht bis feucht (800–1400 mm) und mäßig kühl (7,0–7,5 °C); Buchenwälder mit Stieleiche, Fichte und Tanne, Buchen-Tannenwälder, Stieleichen-Kiefernwälder, deutlich subkontinentale Eichenmischwälder.

TH - Tertiärhügelland

(06 - Unterbayerisches Hügelland mit Donautal) [Tertiäres Hügelland, lößbeeinflusste Regionen, große Auen >300 m Breite]. Talebene und Hügelland, örtlich auch Flachhügelland oder Bergland, 305–540 (615) m ü. NN; Sande, Kiese, (Ton-)Mergel, Auensedimente, Torfe, Terrassenablagerungen; Klima mäßig trocken bis mäßig feucht (650–950 mm) und mild bis mäßig kühl (7,0–8,0 °C); deutlich subkontinentale Eichen-Mischwälder, Kiefern-Eichenwälder, Stieleichen-Buchenwälder, Buchenwälder.

Das Untersuchungsgebiet hat Anteil an den biogeografischen Regionen 4 "Alpen" und 9 "Zentrale Mittelgebirge" nach Illies (1967, 1978).

Insgesamt wurden für die Untersuchung 59 naturräumlich und morphologisch möglichst homogene und möglichst naturnahe Flussabschnitte abgegrenzt, 40 Abschnitte von Alpenflüssen, zehn von Seeausrinn-Flüssen, fünf von Tertiärhügelland-Flüssen sowie - als Außengruppe der Analyse - vier Abschnitte von Flüssen, die aus den nördlich an das Untersuchungsgebiet angrenzenden

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Mittelgebirgen entwässern (Frankenalb, Bayerischer Wald). Ausgewählte Abschnitte bebildert Abbildung 1; die Lage der Abschnittsbezugspunkte gibt Abbildung 6, eine Übersicht mit Kurzbezeichnungen und ausgewählten Merkmalen der Abschnitte bringt Tabelle 1.

Bei den "Alpenflüssen/Alpen-Großbächen" - mit einem nennenswerten Einzugsgebiet im engeren Alpenraum - handelt es sich natürlicherweise um gefälle- und geschiebereiche, mehr- bis vielarmige Gewässer in breiten Schotterauen (Furkations- oder Umlagerungsstrecken = "braided rivers"). Daneben sind bzw. waren auf kürzeren Strecken aber auch wenig- bis einstromige Talmäanderstrecken (Durchbruchstrecken [vor allem Molasseriegel, Endmoränen], z.B. "Ammerschlucht", "Illasschlucht" [Lech bei Roßhaupten, heute Stausee], Isar bei Baierbrunn/Georgenstein südlich München) und Flussmäanderstrecken ausgebildet (z.B. vermoorte Alpenquertäler [ehemals Ammer bei Oberammergau] und Seebecken [ehemals Ammer oberhalb Ammersee]). Die Abflussmaxima fallen in das Sommer-, die Abflussminima in das Winterhalbjahr; Hochwasser treten in der Regel in den Sommermonaten auf (vor allem Juni, auch Juli); die Regimetypen reichen von (einfach) nival/gemäßigt nival über (komplex) nivopluvial bis (komplex) winterpluvial (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 2003).

Als "seegeprägte Flüsse" bzw. "Seeausrinn-Flüsse" führen wir Alpenflüsse bzw. Jungmoränengewässer unterhalb ihres Austritts aus den Seen des Jungmoränenlandes, wobei der engere Ausrinnbereich, der bei den Köcherfliegen durch hohe Abundanz und Biomasse filtrierender Arten gekennzeichnet ist (vgl. Hoffsten 1999), jeweils nicht berücksichtigt wird. Seeausrinn-Flüsse sind bzw. waren ehemals als Tal- und Flussmäander- bzw. mehr oder weniger gestreckte Durchbruchstrecken ausgeprägt, mit Einbettgerinnen, kastenförmigen Profilen und geschlossenem Au- bzw. Hangwaldsaum. Die Gewässer sind zumindest seenah stark geschiebeentlastet, die Hochwasser werden durch den Seerückhalt gepuffert und auch die Nährstoff- und Temperaturverhältnisse werden von den Seen geprägt.

Als "Tertiärhügelland-Flüsse" fassen wir solche Gewässer zusammen, die vollständig (Vils, Rott) oder überwiegend (Paar, Isen) das Tertiärhügelland entwässern und die vor allem keinen nennenswerten physiografischen Bezug mehr zu Jungmoräne und Alpen aufweisen. Es handelt sich ursprünglich um stark gekrümmte bis mäandrierende Gewässer mit breiten Kastenprofilen und kiesig-sandiger Sohle. Die vielfach heftig schwankenden Abflüsse folgen einem komplexen winterpluvialen Regime (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 2003).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

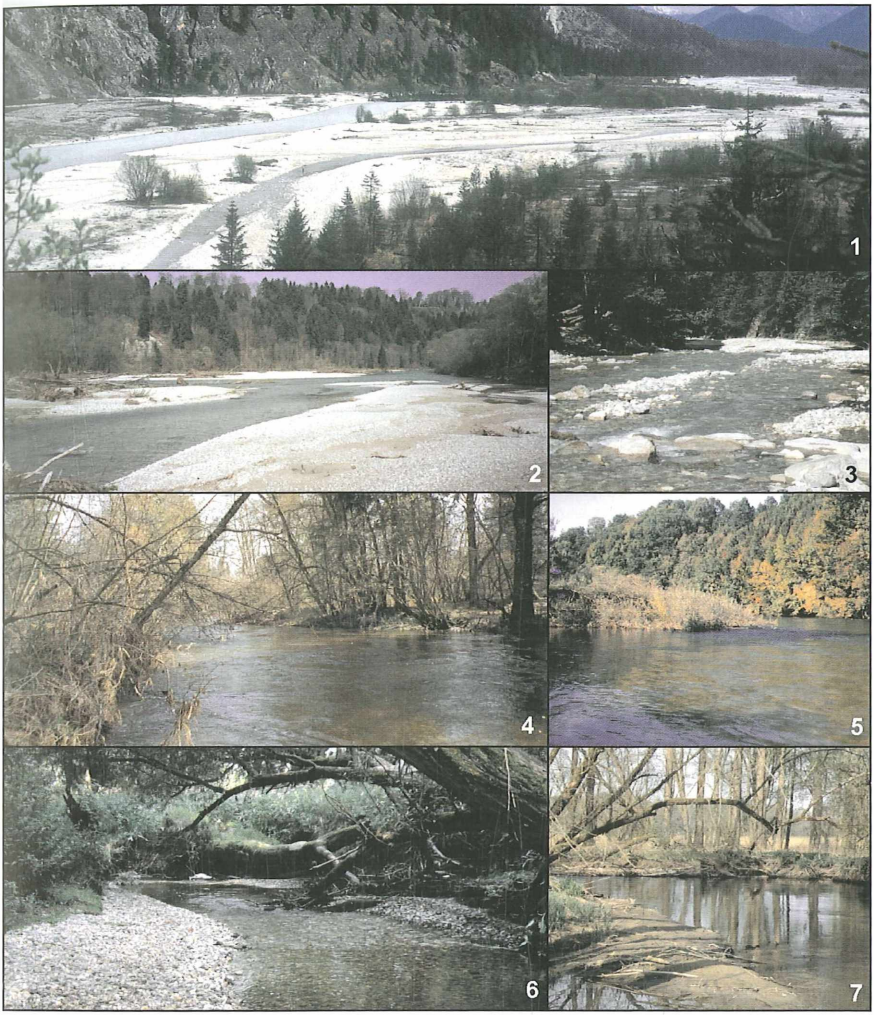


Abb. 1: Ausgewählte naturnahe Abschnitte der untersuchten Flüsse. Abschnittsbezeichnungen gemäß Tab. 1 in eckigen Klammern: 1 - Obere Isar Fall [Isar03] (Aufnahme D. Hering), 2 - Isar Pupplinger Au [Isar07], 3 - Halblech oh Bruckschmid [H'Lech], 4 - Untere Ach (Staffelsee) vor der Mündung [U'Ach], 5 - Alz uh Massing [Alz1], 6 - Isen bei Oberdorfen [Isen], 7 - Paar bei Schrobenhausen [Paar1].

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Untersuchte Flussabschnitte. Reihung der Abschnitte nach den Ergebnissen der hierarchischen Clusteranalyse, vgl. Text und Abb. 4. NR = Naturraum-Haupteinheitengruppe: 1 = Nördliche Kalkalpen, 2 = Schwäbisch-Oberbayerische Voralpen, 3 = Voralpines Hügel- und Moorland, 4 = Donau-Iller-Lech-Platte, 5 = Isar-Inn-Schotterplatten, 6 = Unterbayerisches Hügelland, 8 = Fränkische Alb, B - Bayerischer Wald; EZG = Einzugsgebiet; A = Alpenanteil des Einzugsgebiets; TG = Talgefälle; AZ, rA = Artenzahl Köcherfliegen und Anzahl "regionaler Alpenarten"; LZ = Indizierte Längszone: ER, MR, HR = Epi-, Meta-, Hyporhithral, EP = Epipotamal; MI = Saprobienindex (Makro)

Kürzel	Abschnitt	a-priori-Typ	TK25	NR	Höhe ü.NN	EZG km²	A %	TG %	AZ	rA	LZ	MI
Gruppe 1												
Lech1	Lech oh Füssen	Alpenfluss A	8430	1	800	1275	100	0,5	23	6	MR	1,55
Isar02	Isar Krün	Alpenfluss A	8533	1	865	450	100	0,7	17	4	ER/MR	1,43
Isar03	Isar Vorderriß	Alpenfluss A	8434	1	770	785	100	0,5	29	6	ER/MR	1,46
Lois1	Loisach Griesen/Grainau	Alpenfluss A	8531	1	790	190	100	1,0	21	7	ER/MR	1,41
Lois2	Loisach Alpenquertal	Alpenfluss A	8432	2	680	420	100	0,4	15	4	ER/MR	1,38
Lois3	Loisach oh Kochelsee	Alpenfluss JM	8333	3	615	625	90	0,2	20	2	MR	1,54
H'Amm	Halbammer zur Ammer	Alpen-Großbach	8331	2	810	47	96	1,1	20	4	ER/MR	1,41
WeißA	Weißach	Alpen-Großbach	8336	2	835	75	100	1,3	18	5	ER/MR	1,34
H'Lech	Halblech	Alpen-Großbach	8331	2	885	70	100	1,8	10	1	ER/MR	1,38
TirAch	Tiroler Ach	Alpenfluss A	8240	2	560	875	100	0,4	18	3	ER/MR	1,44
Amm02	Ammer oh O'ammergau	Alpenfluss A	8432	2	835	110	100	0,1	17	3	ER/MR	1,48
Inn1	Inn Mühldorf	Alpenfluss ST/TH	7740	5	385	12365	83	0,1	6	-	MR	1,65
Isar01	Isar Mittenwald	Alpenfluss A	8533	1	935	400	100	0,7	13	5	ER/MR	1,34
Amm01	Obere Ammer (Linder)	Alpen-Großbach	8431	2	890	70	100	1,2	6	3	ER/MR	1,34
Gruppe 2												
LeitzA	Leitzach Unterlauf	Alpenfluss JM	8137	3	550	210	67	0,8	33	3	MR	1,61
Isar04	Isar uh Sylvenstein	Alpenfluss A	8335	2	700	1350	100	0,4	33	3	MR	1,53
Isar05	Isar Obergries	Alpenfluss JM	8235	3	665	1455	99	0,4	21	2	MR	1,56
Isar06	Isar oh Loisach-Mdg.	Alpenfluss JM	8134	3	600	1700	86	0,3	26	3	MR	1,67
Amm03	Ammer Alpenrand	Alpenfluss JM	8331	3	785	221	97	0,9	25	3	ER/MR	1,48
Amm04	Ammer oh Knie	Alpenfluss JM	8231	3	695	255	84	0,8	19	1	MR	1,50
Amm05	Ammer uh Knie	Alpenfluss JM	8231	3	645	300	72	0,6	21	3	MR	1,56
Amm06	Ammer Peißenberg	Alpenfluss JM	8232	3	585	330	65	0,5	15	-	MR	1,60
Gruppe 3												
Lech2	Lech Lechbruck	Alpenfluss JM	8330	3	730	1605	79	0,3	36	2	MR/HR	1,72
Lech3	Lech Litzauer Schleife	Alpenfluss JM	8231	3	700	1740	73	0,2	43	2	MR/HR	1,85
Lech4	Lech Kinsau	Alpenfluss ST/TH	8131	4	645	1975	65	0,2	36	1	MR/HR	1,82
Lech5	Lech Landsberg	Alpenfluss ST/TH	7931	4	585	2175	59	0,2	38	1	HR	1,94
Lois4	Loisach Schönmühl	Seeausrinn-Fluss	8234	3	595	860	76	0,1	18	-	MR/HR	1,75
Lois5	Loisach Unterlauf	Seeausrinn-Fluss	8134	3	580	980	66	0,1	25	1	MR/HR	1,76
Mangf	Mangfall Valley	Seeausrinn-Fluss	8136	3	585	510	43	0,5	16	1	MR/HR	1,70
Isar07	Isar Pupplinger Au	Alpenfluss JM	8034	3	565	2710	78	0,3	24	1	MR/HR	1,71
Isar08	Isar Dürnstein	Alpenfluss JM	8034	3	555	2740	77	0,2	21	2	MR/HR	1,72
Isar09	Isar Georgenstein	Alpenfluss ST/TH	7934	5	545	2795	76	0,2	25	1	MR/HR	1,79
Isar10	Isar München	Alpenfluss ST/TH	7835	5	520	2955	72	0,2	59	3	MR/HR	1,80
Inn2	Inn Simbach	Alpenfluss ST/TH	7744	5	340	22820	75	0,1	22	1	MR/HR	1,91
Inn3	Inn Mündung	Alpenfluss ST/TH	7446	B	295	26200	66	0,2	19	1	HR	1,88
Iller	Iller Unterlauf	Alpenfluss ST/TH	7726	4	500	2150	31	0,2	27	-	MR/HR	1,81
Amm07	Ammer Roßlaich	Alpenfluss JM	8132	3	565	530	42	0,3	29	1	MR/HR	1,66

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Kürzel	Abschnitt	a-priori-Typ	TK25	NR	Höhe ü.NN	EZG km²	A %	TG %	AZ	rA	LZ	MI
Amm08	Ammer Fischen	Alpenfluss JM	8132	3	560	740	30	0,2	26	-	MR/HR	1,70
U'Ach	Untere Ach (Staffelsee)	Seeausrinn-Fluss	8232	3	580	120	4	0,6	37	1	HR	1,77
Alz2	Alz uh Traun-Mdg.	Seeausrinn-Fluss	7941	5	475	2900	46	0,3	47	3	HR	1,80
Gruppe 4												
Isen	Isen	TH-Fluss	7738	6	440	125	-	0,1	29	-	MR/HR	1,86
Würm	Würm	Seeausrinn-Fluss	7734	5	495	415	-	0,3	36	-	HR	1,88
Lech6	Lech Augsburg	Alpenfluss ST/TH	7531	4	455	3350	40	0,3	38	-	HR/EP	1,88
Isar12	Isar uh Amper-Mdg.	Alpenfluss ST/TH	7538	6	400	7790	30	0,1	58	1	HR/EP	1,94
Paar1	Paar Schrobenhausen	TH-Fluss	7433	6	420	560	-	0,2	17	-	HR	1,97
Paar2	Paar Pörnbach	TH-Fluss	7334	6	385	815	-	0,2	26	-	HR/EP	1,98
WertA	Wertach	Alpenfluss ST/TH	7929	4	580	995	7	0,3	21	-	HR/EP	2,03
Amm09	Amper Jungmoräne	Seeausrinn-Fluss	7832	3	535	1235	18	0,0	17	-	HR/EP	2,06
Amm11	Amper Unterlauf	Seeausrinn-Fluss	7537	6	410	3135	7	0,1	14	-	HR/EP	1,98
Amm10	Amper Münchner Ebene	Seeausrinn-Fluss	7734	5	465	2205	10	0,2	34	-	HR/EP	1,96
Alz1	Obere Alz	Seeausrinn-Fluss	7941	3	500	1960	55	0,1	31	-	HR/EP	1,91
Vils	Vils	TH-Fluss	7344	6	310	1440	-	0,2	38	-	HR/EP	2,01
Rott	Rott	TH-Fluss	7546	6	315	1055	-	0,1	31	-	HR/EP	2,09
Isar13	Isar Dingolfing	Alpenfluss ST/TH	7340	6	350	8475	28	0,1	32	-	HR/EP	2,03
Isar14	Isar Mündung	Alpenfluss ST/TH	7243	6	320	8890	26	0,1	40	-	HR/EP	2,01
Nordbayerische Flussabschnitte (Außengruppe)												
Altm1	Altmühl Eichstätt	Jurafluss	7133	8	400	1400	-	0,1	33	-	HR/EP	1,99
Altm2	Altmühl Kipfenberg	Jurafluss	7034	8	375	2500	-	0,1	23	-	HR/EP	1,98
Ilz	Ilz	Bayernwaldfluss	7346	B	325	770	-	0,2	54	-	MR/HR	1,79
Erlau	Erlau	Bayernwaldfluss	7447	B	295	215	-	0,9	28	-	MR/HR	1,72

3 Datenquellen und Methoden

3.1 Datenquellen

Das Grundgerüst der Datenmatrix bilden Bestandsdaten, die durch probestellenbezogene, semiquantitative Makrozoobenthosaufnahmen über alle aquatischen Habitate gewonnen wurden, in der Regel kombiniert mit (Streif-)Kescherfängen im Uferbereich auf die Imagines merolimnischer Arten. Die Daten lagen ganz überwiegend als Abundanzklassen nach Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1990) vor; Fangzahlen oder andere Schätz- bzw. Zählwerte wurden ebenfalls in diesen dominierenden Wertetyp umgesetzt, wobei wir uns an Mauch & Wittling (1994) orientierten. Dann erfolgte eine Aggregation der Aufnahmen von in der Regel mehreren Probestellen und/oder mehreren Beprobungsterminen für die einzelnen Flussabschnitte durch Maximalwertbildung; abweichend davon wurden mehrere Nachweise mit Abundanzklasse 1 zu Klasse 2 zusammengefasst.

Einbezogen wurden alle gängigen Gruppen des Makrozoobenthos, die ohne größeren präparativen Aufwand auf Artniveau determinierbar sind, im Wesentlichen Tricladida, Mollusca, Hirudinea, Isopoda und Amphipoda sowie alle Wasserinsektengruppen, bei den Diptera allerdings nur die Familien Simulii-

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

dae, Blephariceridae und Athericidae. Es wurden ganz überwiegend Artnachweise berücksichtigt, nur in sehr geringem Umfang zusätzlich oder ersatzweise auch höhere Taxa herangezogen, so z.B. bei den Köcherfliegen *Hydroptila* sp. und *Tinodes* sp., *Hydropsyche pellucidula/incognita*, *Potamophylax* sp. (neben *P. rotundipennis*), *Halesus* sp. und *Sericostoma* sp.

Das Gros der Daten wurde von den Autoren in den Jahren 1992 bis 2003 - vor allem aber ab 1999 - selbst aufgenommen, sowohl im Rahmen verschiedener Auftragsarbeiten (Wertach, Ökokart 1998; Ammer, Halbammer und Untere Ach [Staffelsee], Ökokart 2000a; Alz, Ökokart 2000b, 2002b; obere Isar, Ökokart 2001a; Loisach, Ökokart 2002a, 2003a; Lech, Ökokart 1996-1999, 2004; Paar, Ökokart in Vorb. sowie Erlau, Ökokart 2001b, c und Altmühl, Ökokart 2003b) als auch von privaten Aktivitäten (vor allem Amper, Inn, Isen, Halblech, Leitzach, Mangfall, Tiroler Ache, Weißach, Würm). Für damit nicht abgedeckte Gewässer im nordöstlichen Teil des Untersuchungsraums und die Ilz stellte die Regierung von Niederbayern Aufnahmen zur Verfügung, die von A. Weinzierl, Landshut, in den Jahren 1983 bis 2002 an Hauptmessstellen der biologischen Gewässerüberwachung erhoben wurden (untere Isar, unterer Inn, Vils und Rott sowie Ilz). Für die Isar oberhalb des Sylvensteinspeichers und die obere Ammer (= Linder) konnte auf die publizierten Daten von D. Hering, Essen, zurückgegriffen werden (Hering 1995a, b). Daten zur unteren Iller im äußersten Westen des Untersuchungsraums verdanken wir W. Hackbarth (in litt. 2001, unpubl.), der eine Probestelle bei Ulm-Wieblingen in den Jahren 1995-1998 im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg mehrfach beprobte. Weiterhin brachten Daten des Wasserwirtschaftsamts Ingolstadt zu Altmühl und Paar (M. Schmidt leg. et det., in litt. 2003) und des Wasserwirtschaftsamts München zur Amper (A. Dorn leg. et det., in litt. 2003) wichtige Ergänzungen.

Mit dem Ziel, die für die statistischen Auswertungen notwendige Kommensurabiliät der Daten über eine möglichst weitreichende Vollständigkeit der Artinventare zu erreichen, wurde die Datenmatrix abschließend um eigene Streunachweise und auch solche aus dem überwiegend faunistisch orientierten Schrifttum ergänzt, soweit diese zuverlässig und aufgrund der verfügbaren Fundortangaben mit hinreichender Sicherheit den entsprechenden Flussabschnitten zuzuordnen waren. Von den zahlreichen Quellen sei nur eine Auswahl genannt: Burmeister (1985, 1990, 1991a, b), Dorn (1999), Dorn & Weinzierl (1999), Gessner (1953), Grimm (1986), Horion (1941, 1949), Illies (1952, 1959), Margreiter-Kownacka (1993), Mauch & Wittling (2001), Mendl (1988), Orendt (1995), Seitz (1992, 1994), Weinzierl & Dorn (1989, 2002), Weinzierl & Seitz (1993), Wörndle (1950).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Insgesamt wurden so etwa 35.000 Nachweise von ungefähr 500 nominellen Fundstellen zur Analyse aufbereitet. Die resultierende Maximalmatrix - unter Einschluss der vier Außengruppen-Abschnitte - umfasst 511 Arten + 27 Taxa (= 5 %) x 59 Abschnitte. Die Matrix weist auf etwa 80 % der Positionen den Bestandswert 0 auf.

3.2 Methoden

Die Datenmatrix wurde ohne weitere Datentransformation zunächst einer Korrespondenzanalyse und dann zwei unterschiedlichen Clusterverfahren unterzogen. Die mittels der hierarchischen Clusteranalyse erarbeitete Gruppierung der Abschnitte bildete die Grundlage für die Berechnung von Indikatorwerten für die einzelnen Arten und Gruppen, hier in der Darstellung beschränkt auf die Köcherfliegen.

Für die Flussbiozönosen des Untersuchungsraums war aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten ein ausgeprägter (Süd-Nord)Gradient zu unterstellen. Damit erschien eine Gradientenanalyse als angemessenes statistisches Verfahren zur ersten Exploration der Datenstruktur. Unter anderem aufgrund der erheblichen Variationsbreite der an den Flussabschnitten herrschenden Standortfaktoren wurde die Korrespondenzanalyse gewählt, eine an die besonderen Merkmale ökologischer Matrices - viele Nullwerte, hohes Rauschen, viele Arten mit geringer Abundanz usw. - angepasste Form der Faktorenanalyse, bei der Arten und Standorte bzw. Aufnahmen gemeinsam ordiniert werden ("species scores" bzw. "site scores"). Durch die "Detrended Correspondence Analysis" (DCA bzw. Decorana; Hill & Gauch 1980, vgl. z.B. auch Jongman & al. 1995) wird zusätzlich der bekannte Bogeneffekt eliminiert. Die Berechnungen erfolgten mittels des Programms PC-ORD für Windows, Ver. 3.15 (McCune & Mefford 1997).

Das Ergebnis der DCA wurde zur Achseninterpretation als Scatterplot dargestellt und mit ausgewählten Merkmalen der Flussabschnitte überlagert (vgl. Abb. 2 und 3, Tab. 1): Größe des Einzugsgebiets und Alpenanteil des Einzugsgebiets in Prozent (eigene Grobermittlung gemäß Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1978, digitale Fassung, mit Alpengrenze = Nordgrenze Einheit A); Talgefälle (eigene Ermittlung im Maßstab 1: 50.000); Längszonierung sensu Illies & Botosaneanu (1963) bzw. Saprobienindex Makrozoobenthos Bayern (kurz "Makroindex") (eigene Berechnungen auf Grundlage der Datenmatrix gemäß Bauer 1998 mit Arteinstufungen nach Schmedtje & Colling 1996 bzw. gemäß Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1990).

Die hierarchische Clusteranalyse erfolgte nach der Minimalvarianz gemäß Ward (1963), einem agglomerativen Verfahren mit Tendenz zur Bildung etwa gleich großer Gruppen. Sie wurde auf Basis einer Matrix durchgeführt (Trellis-

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

diagramm), für deren Berechnung die Canberra-Metrik (Lance & Williams 1967) - verwandt mit der Manhattan oder City Block Metrik - als quantitatives Dissimilaritätsmaß herangezogen wurde. Der Algorithmus weist Eigenschaften auf, die die Differenzen in den Häufigkeitswerten dem Effekt nach weiter "stauchen" (vgl. z.B. Krebs 1989: 301f, Legendre & Legendre 1998: 299). Dies erschien angesichts der Breite des ökologischen Gradienten und der heterogenen, jedoch auf Vollständigkeit der Abschnittsinventare abzielenden Datenzusammenstellung wünschenswert, ohne dabei aber - wie bei einer Presence-Absence-Transformation - die groben Informationen zu den Häufigkeitsverhältnissen vollständig zu verlieren. Die Berechnungen erfolgten mit dem Softwaremodul "Clustering Calculator" von J. Brzustowski, Dept. of Biological Sciences, University of Alberta/Canada; der Baum wurde mit Hilfe des Moduls "Drawtree" aus dem Programmpaket Phylip, Vers. 3.6a2.1 von J. Felsenstein erstellt.

Unter anderem um die Stabilität der resultierenden Gruppierungen zu überprüfen, haben wir zusätzlich mit der k-Means-Klassifizierung ein nicht-hierarchisches Clusterverfahren gerechnet. "Durch Minimierung der euklidischen Distanz der Objekte zueinander [wird dabei] eine vorher festzulegende, in etwa zu erwartende Anzahl von Clustern iterativ gebildet" (Rose 2000: 55). Der wesentliche Vorteil gegenüber den hierarchischen Verfahren ist, dass alle Objekte während der gesamten Analyse gleichberechtigt zueinander behandelt werden, der Nachteil, dass "das erzielte Ergebnis nicht immer die optimale Anordnung sein muss, da lokale Minima der Funktion vom absoluten Minimum ablenken können" (l. c.). Die Berechnung erfolgte über Euklidische Distanzen mittels der Software SPSS, Vers. 7.5.

Zur Charakterisierung der Artenspektren der ermittelten Flussabschnittsgruppen wurde der "Indicator Value" [= IndVal] berechnet (Dufrêne & Legendre 1997). Der Wert aggregiert in der hier verwendeten Formel Gruppenstetigkeiten und Ähnlichkeiten bzw. Differenzen in den Häufigkeiten und ist dann maximal (100), wenn eine gegebene Art ausschließlich in einer Gruppe und dort an allen subsummierten Standorten in einheitlicher Häufigkeit vorkommt. Die Berechnung erfolgte mit PC-ORD (vgl. oben). Die vom Programm ausgegebene Irrtumswahrscheinlichkeit bezieht sich darauf, dass der IndVal gleich oder größer als der ermittelte Wert ist (Monte Carlo-Test, 1000 Durchläufe).

In Tabelle 2 geben wir für die Köcherfliegenarten informell einen "Längsregionsindex" mit der dazugehörigen Varianz an. Der Wert ist ein Analogon des bekannten Saprobiewerts (vgl. z.B. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1990 oder DIN 38 410 Teil 2); die Ermittlung erfolgte wie bei Jungwirth & al. (2003: 200) für ihren "Fischregionsindex" beschrieben, allerdings unter

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Einschluss der beiden krenalen Zonen und nur für Arten, bei denen der Schwerpunkt in den Zonen Eukrenal bis Metapotamal liegt (Punktesumme >5). Die längenzonalen Einstufungen der Arten folgen Schmedtje & Colling (1996), die die Ergebnisse von Moog (1995) integrieren.

Zur Berücksichtigung biogeografischer Momente wurden Arten identifiziert, die im untersuchten Gebiet einen ausgeprägten Verbreitungs- und Häufigkeitsschwerpunkt im Alpenraum aufweisen (hier: Nordostalpen mit mittlerem Alpenvorland) und die den im Wesentlichen nördlich der Donau angrenzenden Mittelgebirgen fehlen oder dort eher punktuell bzw. selten auftreten. Bezogen auf ihr Gesamtareal handelt es sich bei diesen "regionalen Alpenarten" um (Sub-)Endemiten der Alpen (*Metanoea rhaetica*) und Arten, deren Areale sich auf verschiedene Teile Südeuropas und die Alpen erstrecken und die dabei nach Datenlage entweder überhaupt nicht (z.B. *Rhyacophila albardana, Hydroptila ivisa*), nur geringfügig (z.B. *R. simulatrix, Melampophylax melampus*) oder auch deutlich auf die Mittelgebirge übergreifen (z.B. *Drusus biguttatus*). Die Auswahl erfolgte auf Grundlage einer regionalisierten Checkliste der Köcherfliegen Bayerns (Weinzierl unpubl., in litt. 2003), den zusammenfassenden Verbreitungsangaben in Malicky (1983a) und Pitsch (1993) sowie einzelnen weiteren Arbeiten (Malicky 1983b, c, 1984, 1990, Weinzierl & Dorn 1995).

Die Kartendarstellungen in Abbildung 8 und 9 basieren auf eigenen unpublizierten Nachweisen und solchen, die uns von Kollegen zur Verfügung gestellt wurden, sowie einer Auswertung des einschlägigen Schrifttums, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

4 Ergebnisse

4.1 Gradientenanalyse

Die Ergebnisse der Gradientenanalyse sind als Ordinationsdiagramme der ersten beiden Faktoren in den Abbildungen 2 und 3 dokumentiert, in denen jeweils nur die "site scores" aufgetragen sind. Faktor 1 bildet 46 % und Faktor 2 14 % der Gesamtvarianz ab.

In Abbildung 2 oben sind die a priori-Typen überlagert. Rechts des Nulldurchgangs auf der x-Achse finden sich die kleineren und größeren Alpenflüsse in den Alpen und der Jungmoräne, links die nördlichen Alpenflussabschnitte und die Tertiärhügelland-Flüsse sowie die als Außengruppen einbezogenen Mittelgebirgsgewässer. Von diesen zeigen die beiden Abschnitte der Altmühl in der Südlichen Frankenalb keine nennenswerte Distanz zu den entsprechenden Alpenvorlandgewässern. Die beiden Bayerwald-Flüsse Ilz und Erlau werden dagegen deutlich über Faktor 2 abgetrennt. Ihre exponierte Position im Diagramm wird vorrangig von einigen Arten bestimmt, von denen aus dem bayerischen Alpen- und Voralpengebiet überhaupt keine Nachweise bekannt sind.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Bei den Köcherfliegen sind zu nennen: *Anomalopterygella chauviniana* (Stein, 1874), *Athripsodes commutatus* (Rostock, 1874), *Ecclisopteryx madida* McLachlan, 1867), *E. dalecarlica* Kolenati, 1848, *Hydropsyche silfvenii* Ulmer, 1906, *Micrasema longulum* McLachlan, 1876 und *Rhyacophila obliterata* McLachlan, 1863. *H. silfvenii* und *A. chauviniana* fehlen nach heutiger Kenntnis dem Alpenraum insgesamt (vgl. Karten in Malicky 2003: 176, 177).

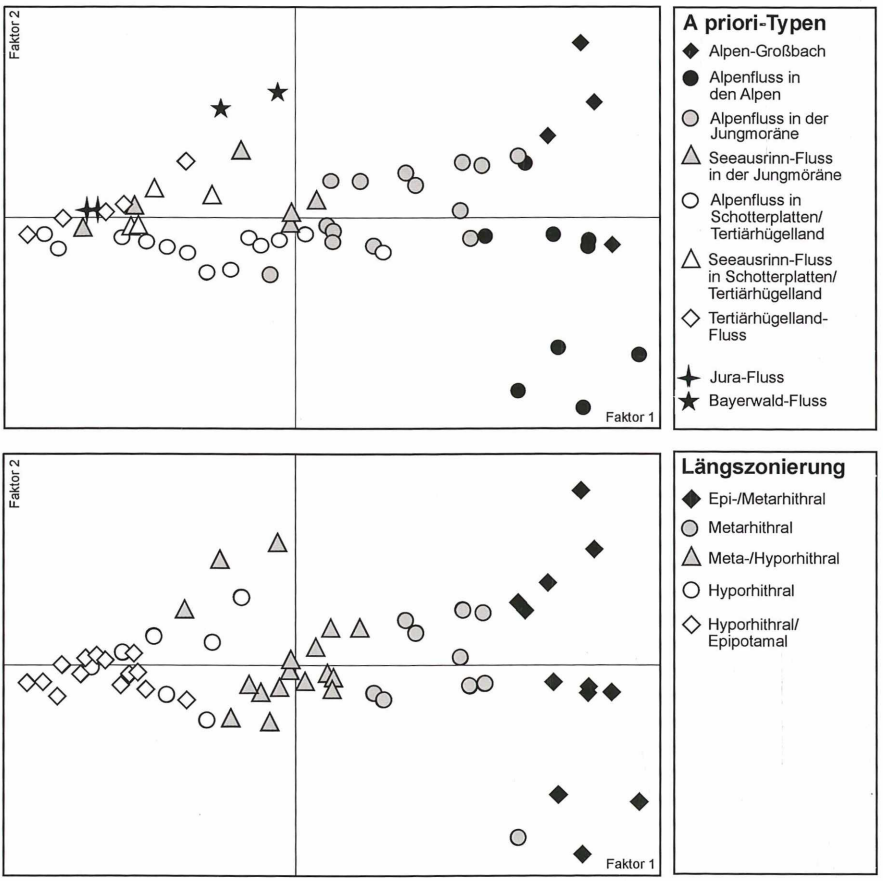
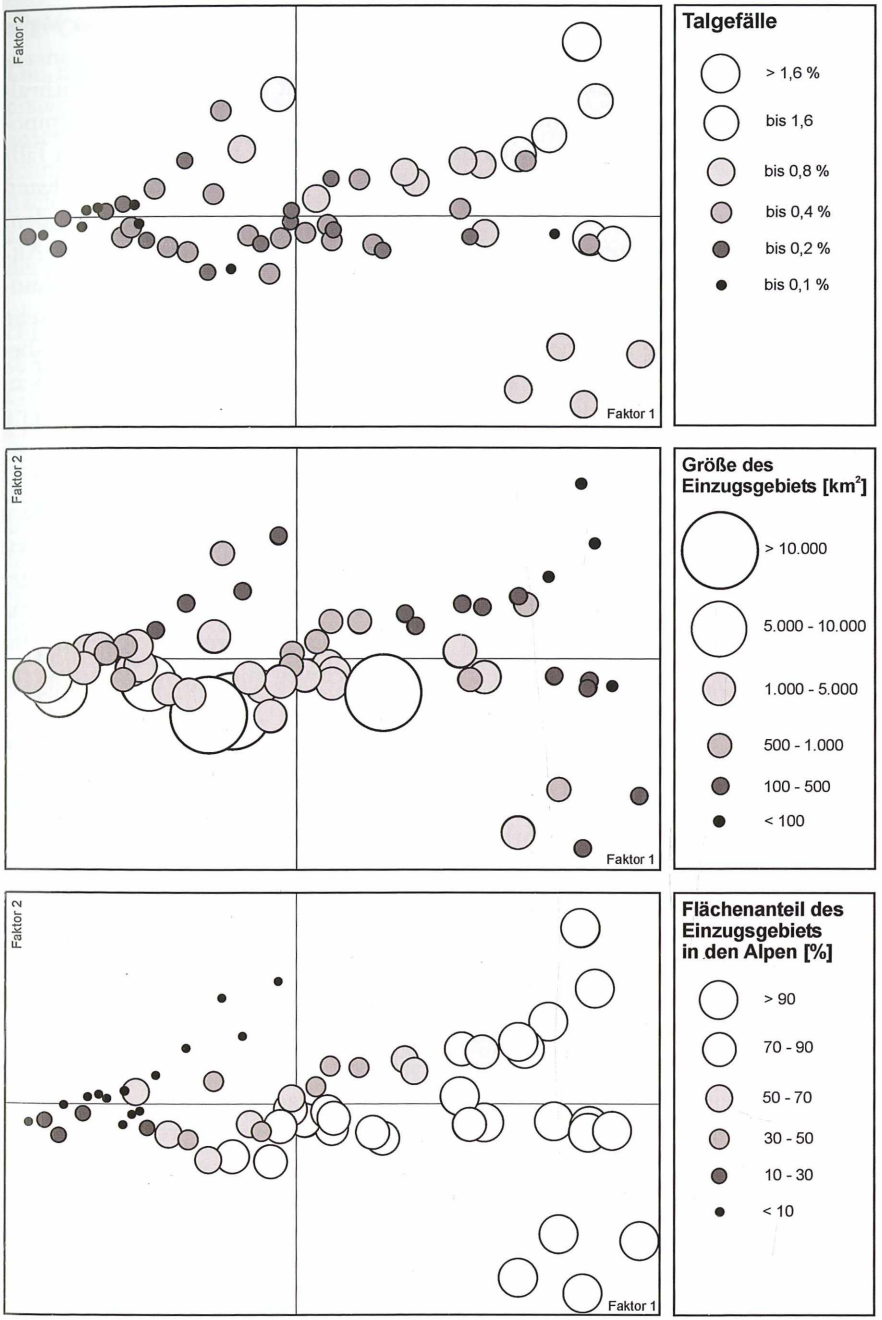


Abb. 2: DCA Ordinationsdiagramm der 59 untersuchten Flussabschnitte (nur "site scores"), oben überlagert mit den a priori-Typen gemäß Kap. 2, unten überlagert mit der Regionszuordnung nach makrozoobenthischer Indikation. Eigenvalue Faktor 1 0,46, Faktor 2 0,14

Abb. 3: DCA Ordinationsdiagramm der 59 untersuchten Flussabschnitte (nur "site scores"), oben überlagert mit dem Talgefälle in %, Mitte mit der absoluten Größe des Einzugsgebiets und unten mit dem Anteil des Einzugsgebiets in den Alpen (Einheit A). Eigenvalue Faktor 1 0,46, Faktor 2 0,14

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Abbildung 2 unten zeigt deutlich, dass Faktor 1 offensichtlich in hohem Maße solche Eigenschaften der Abschnittszönosen abbildet, die mit der Regionszuordnung über das Benthos korrelieren. Der Gradient reicht vom Epirhithral-Metarhithral in den Alpen (hohe Faktorwerte) bis zum Hyporhithral/Epipotamal am Nordrand des Untersuchungsgebiets (niedrige Faktorwerte). Es fällt auf, dass - bei gleicher längenzonaler Einstufung - vor allem die südlichsten Abschnitte der höheren Lagen über Faktor 2 breit auseinandergezogen werden, während die nördlichsten Abschnitte unter Einschluss der Stellen an der Altmühl bezüglich Faktor 2 nur eine sehr geringe Varianz zeigen. Bei den Zönosen der Alpengewässer sind es vor allem typische montane Bacharten, die sehr hohe Faktor 2-Werte ("species scores") erreichen, bzw. Furkationsstrecken-Besiedler breiterer Talräume (vor allem Arten der Überlaufpfützen und Nebenarme), die besonders niedrige Faktorwerte aufweisen, und mithin die breite Streuung der Abschnittspositionen im Scatterplot vorrangig bewirken.

In Abbildung 3 oben ist das mittlere Talgefälle der Flussabschnitte aufgetragen. Auch hier ist die Korrelation mit Faktor 1 relativ deutlich, bei besonders hohen Faktorwerten für die gefällereichen Alpengewässer und den niedrigsten für die gefällearmen Abschnitte im donaunahen Nordteil des Untersuchungsgebiets. Für Faktor 2 deutet sich ebenfalls eine Korrelation an, die aber nur für die Alpengewässer stärker ausgeprägt ist; hier weisen die gefällereicheren Objekte eindeutig höhere, die gefälleärmeren durchweg niedrigere Faktorwerte auf.

Abbildung 3 Mitte und unten dokumentiert die Verhältnisse bezüglich der Einzugsgebietsgrößen. Es fällt auf, dass die Korrelation von Faktor 1 mit dem Alpenanteil des Einzugsgebiets (unten) - abnehmende Faktorwerte mit abnehmendem Alpenanteil - offensichtlich ungleich deutlicher ist, als die mit der absoluten Größe des Einzugsgebiets (Mitte). Die absolute Größe scheint noch am ehestens mit Faktor 2 zu korrelieren; zumindest werden Abschnitte mit dem jeweils kleineren Einzugsgebiet tendenziell oberhalb, die mit dem jeweils größeren unterhalb des Nulldurchgangs auf der y-Achse positioniert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die Flussbiozönosen im Untersuchungsgebiet offensichtlich in erster Linie entlang eines Süd-Nord-Gradienten ändern und diese Bewegung sehr gut durch die längenzonale Indikation einerseits und den Flächenanteil des Einzugsgebiets in den Alpen andererseits abgebildet wird. Demgegenüber scheint die Gewässergröße bei der gegebenen Größenordnung der untersuchten Objekte - im wesentlich > 100 km^2 Einzugsgebiet - von geringerer Bedeutung zu sein.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

4.2 Clusteranalyse

Die Ergebnisse der hierarchischen Clusteranalyse zeigt Abbildung 4. Auf der ersten Hierarchieebene werden die Alpenflüsse im Gebirge und in den daran anschließenden Bereichen der Jungmoräne (Gruppe 1+2) den übrigen Abschnitten (Gruppe 3+4) gegenübergestellt. In beiden Gruppen werden auf der nächsten Hierarchieebene dann zwei Einheiten ausgegliedert, wobei die Distanzen zwischen den beiden Einheiten in der Südgruppe (1+2) geringer sind als in der Nordgruppe (3+4).

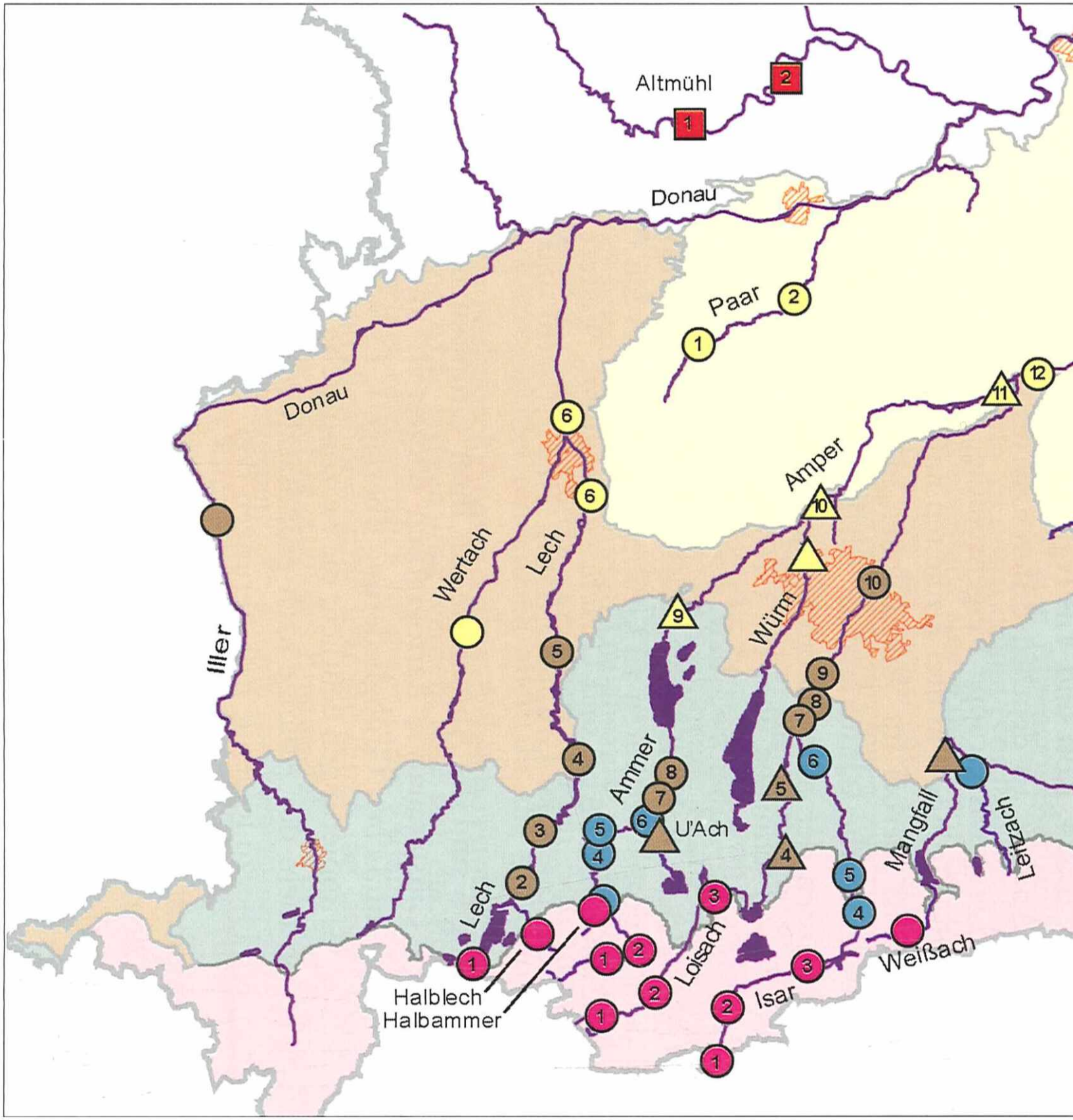
Vergleicht man diese Grobgliederung mit den Ergebnissen der nicht-hierarchischen Clusteranalyse (Abb. 5), so zeigt sich, dass bei einer Zwei-Cluster-Lösung ($k=2$) die Grenze Nord-Süd anders gezogen wird, nämlich so, dass eine Gruppe 1+2+3 der Gruppe 4 gegenübersteht. Bei $k=3$ erfolgt dann eine Aufspaltung der Gruppe 1+2+3 in die Einheiten 1+2 und 3. Auch bei $k=4$ bleibt die Gruppe 1+2 bestehen; hier werden bei Gruppe 4 vier Flussabschnitte aus dem nordöstlichsten Teil des Untersuchungsgebiets ausgegliedert; diese Abschnitte - Isar13, Isar14, Rott und Vils (vgl. Tab. 1) - erweisen sich auch in der hierarchischen Analyse als deutlich differenziertes Cluster (Abb. 4). Bei $k=5$ schließlich wird erstmals Gruppe 1 eigenständig, im Gegenzug 2 und 3 wieder fusioniert und die Gruppe 4 in drei Einheiten untergliedert.

Festzuhalten ist hierbei im Wesentlichen, dass sich die vier Gruppen, die durch die hierarchische Clusteranalyse erhalten wurden, in hohem Maß auch in den Ergebnissen der nicht-hierarchischen Analyse wiederfinden. Der Austausch von Flussabschnitten über die Grenzen dieser vier Gruppen hinweg ist gering (n=2 bzw. n=5 bei $k=3$ bzw. $k=2$) bis sehr begrenzt (n=6 bzw. n=7 bei $k=4$ bzw. $k=5$). In den meisten Fällen betrifft er Abschnitte aus Gruppe 3, die mit dem k-means-Verfahren zu Gruppe 4 gestellt werden (Iller, Lech4 und Lech5, Inn2 und Inn3, Alz2 und U'Ach; vgl a. unten). Weitere Gruppenwechsel betreffen Gruppe 4 zu Gruppe 3 (Isen), 2 zu 3 (Isar6) und 2 zu 1 (Amm3, Isar4).

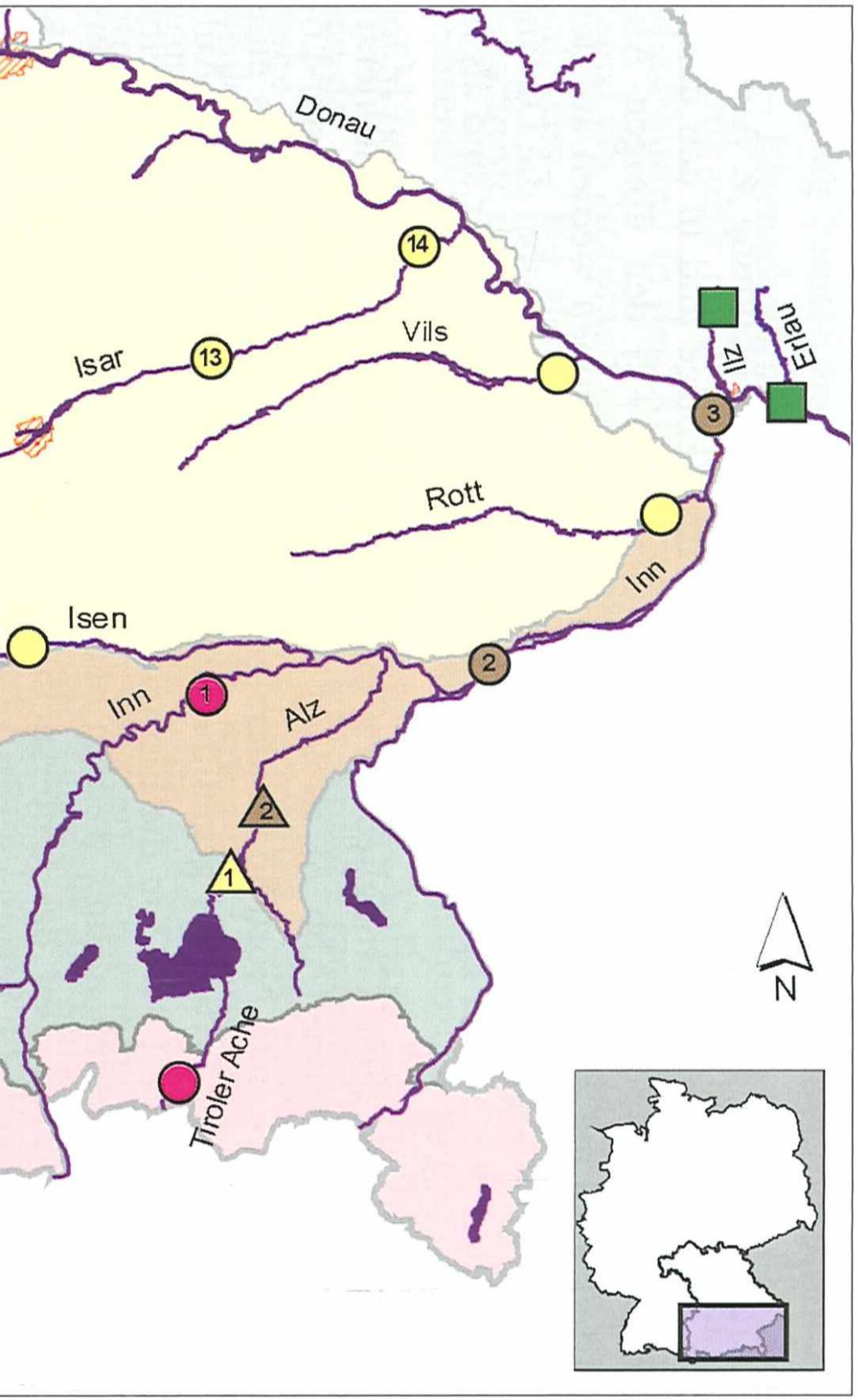
In Abbildung 6 sind die Abschnitte mit ihrer Gruppenzuordnung nach der hierarchischen Clusteranalyse kartografisch dargestellt und mit der hier gewählten naturräumlichen Grobgliederung überlagert. Es wird eine hohe Koinzidenz beider Gruppierungen deutlich; die biozönotische Gliederung der Flüsse deckt sich vor allem der Abfolge nach grundsätzlich sehr gut mit den Naturraumgruppen. Hierzu folgende Erläuterungen (vgl. Abb. 6):

Gruppe 1 umfasst die Alpenflüsse/-Großbäche in den Alpen- und Voralpen (Einheit A). Bemerkenswert ist, dass zusätzlich auch der Innabschnitt bei Mühldorf (Inn1) zu Gruppe 1 gestellt wird, der weit vorgeschoben in einer Höhe von nur 385 m ü. NN in Einheit ST liegt (054 - Unteres Inntal). Ab-

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 6: Lage der untersuchten Flussabschnitte in Südbayern und Zuordnung der Abschnitte zu den vier Gruppen der hierarchischen Clusteranalyse. Maßstab etwa 1: 1,7 Mio. Zur gewässerbezogenen Abschnittsnummerierung vgl. Tab. 1. Naturräumliche Einheiten: Rosa - Alpen (Einheit A), grün - Jungmoränenland (JM), braun - Schotterplatten (ST), gelb - Tertiärhügelland (TH). Punkte: Rosa - Gruppe 1, grün - Gruppe 2, braun - Gruppe 3, gelb - Gruppe 4, rot und grün - Außengruppen der Analyse in Frankenalb (rot) und Bayerischem Wald (grün)

schnitt 3 der Loisach (Loi3) läuft ebenfalls nicht in Einheit A sondern bereits in der südlichen Jungmoräne (JM); der Fluss folgt in diesem Bereich aber über eine weite Strecke eng dem Alpenrand und es fließen ihm - über kurze Distanz - noch mehrere Wildbäche aus dem Estergebirge zu. Abschnitt 3 der Ammer (Amm3) liegt wie Loi3 unmittelbar jenseits des Alpenrandes, wird aber im Unterschied zu dieser bereits Gruppe 2 zugeordnet, obwohl dem Fluss mit der Halbammer (H'Amm) unmittelbar oberhalb ein stark montan geprägter Großbach aus dem Flysch des Ammergebirges zufließt. Vermutlich wird der Einfluss des Gebirges in der Ammer durch eine weitreichende Geschiebeentlastung beim Austritt aus dem Alpenlängstal ("Geschiebestausee" Höhe Rahm, in der hangnahen Linder-Biegung) und die nachfolgende, ungewöhnlich gefällearme Talmoor-Mäanderstrecke (heute begradigt/Räumungsausbau) im Quertal von Ober-/Unterammergau zu stark begrenzt, um die faunistisch relevanten Bedingungen auch hier über die Naturraumgrenzen hinaus zu tragen. Isar4 ist der einzige Flussabschnitt der noch innerhalb Einheit A liegt (Kocheler Berge) und bereits Gruppe 2 zugeordnet wird. Der Abschnitt liegt unmittelbar unterhalb des Sylvensteinspeichers, durch den die Biozönose deutlich verändert wird. Auch der folgende Abschnitt Isar5 in der südlichsten Jungmoräne (Ammer-Loisach-Hügelland) - mit ähnlichen Lageverhältnissen zum Alpenrand und daher mutmaßlich auch ähnlichen physiografischen und faunistischen Funktionsbeziehungen wie Loi3 (vgl. oben) - wäre ohne den Stauraumeinfluss biozönotisch wohl noch zu Gruppe 1 zu stellen.

Gruppe 2 enthält die Alpenfluss-Abschnitte in der Jungmoräne oberhalb von Seepassagen bzw. oberhalb der Einmündung der Seeausrinn-Flüsse: Die Ammer oberhalb der Einmündung der Unteren Ach (Amm3 bis Amm6), die Isar oberhalb der Einmündung der Loisach (Isar5, Isar6) und die Leitzach (LeitzA). Bei Lech und Loisach fällt auf, dass überhaupt kein Abschnitt in Gruppe 2 gestellt wird. Beide "springen" - ganz offensichtlich als Folge von Seepassagen - unmittelbar von Gruppe 1 in Gruppe 3. Während bei der Loisach ein natürlicher See eingeschaltet ist (Kochelsee), lösen beim Lech der Kopfspeicher (Forggen-"See") und die unmittelbar unterhalb anschließenden Stauräume den biozönotischen Umbruch aus.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

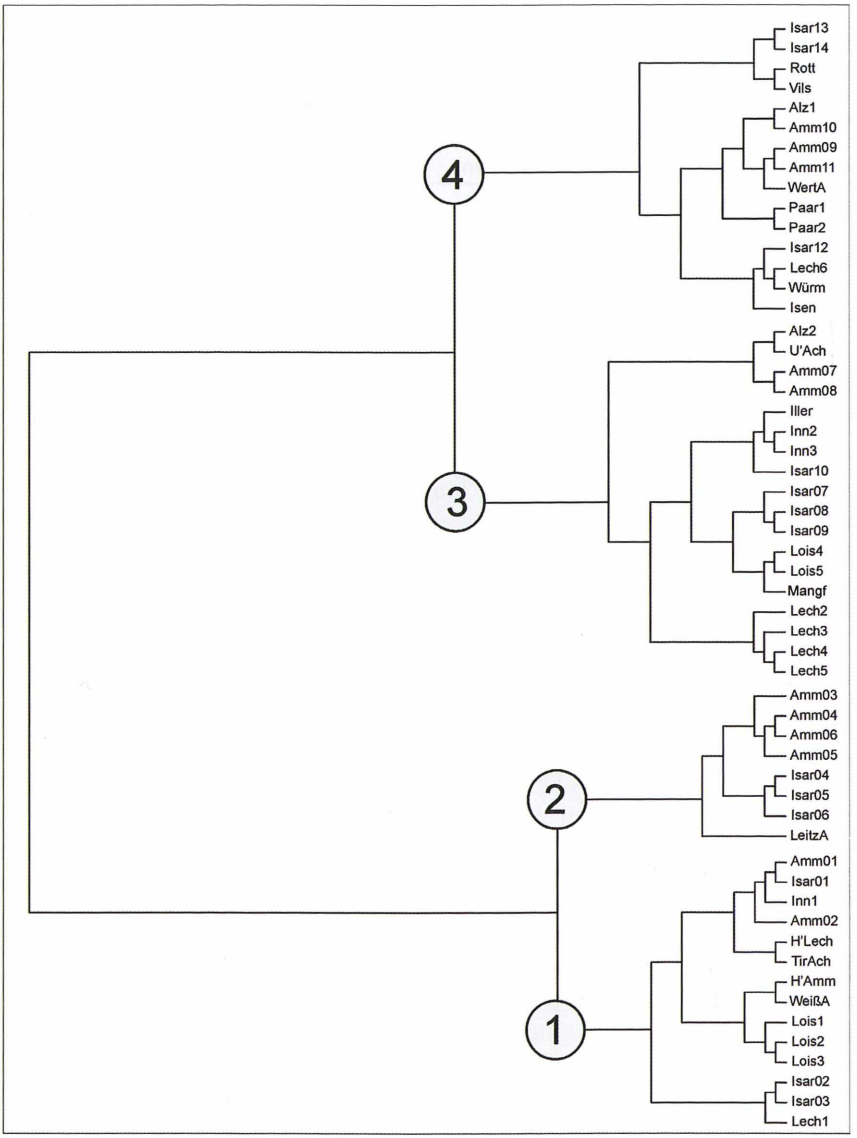
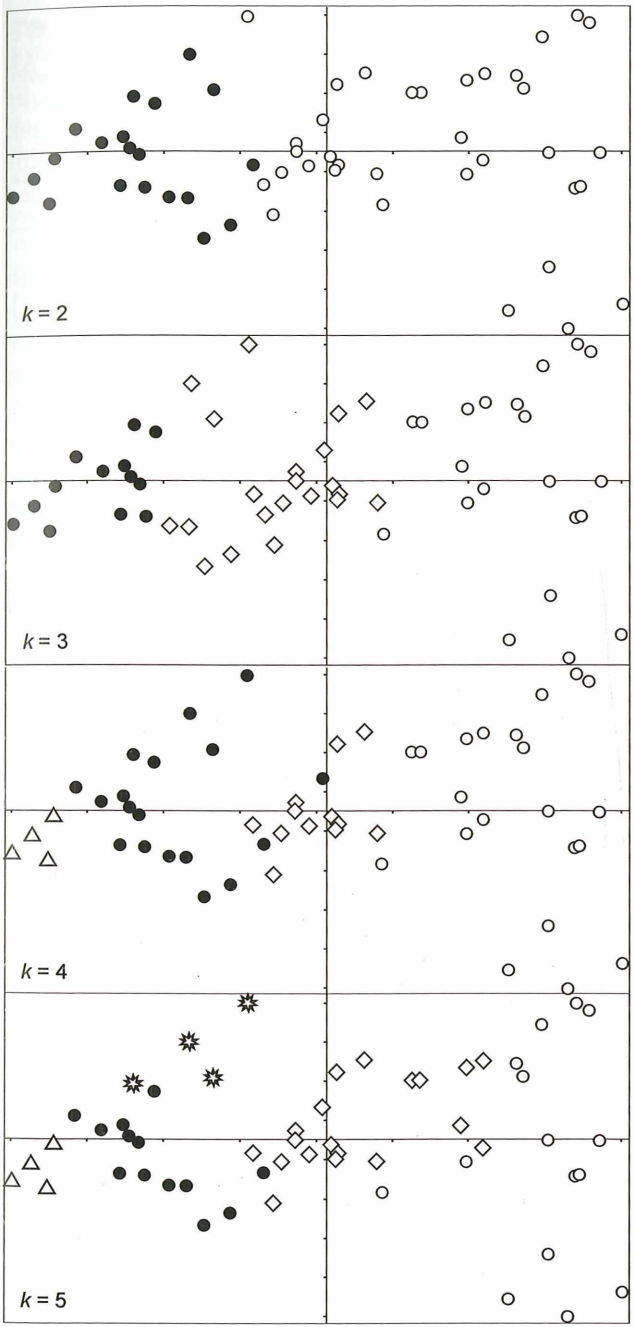


Abb. 4: Ergebnis der hierarischen Clusteranalyse für die 55 Flussabschnitte des engeren Untersuchungsgebiets; Dissimilaritätsmaß: Canberra-Metrik, Clusteralgorithmus: Minimalvarianz nach Ward. Zu den Kürzeln der Flussabschnitte und den Gruppen-Nummern (1 bis 4) vgl. Tab. 1 und Text

Abb 5: Ergebnisse der nicht-hierarchischen Clusteranalysen für eine 2-, 3-, 4- und 5-Cluster-Lösung (k-Means, euklidische Distanzen), projiziert auf die Ordination der "site scores" einer DCA (55 Abschnitte, Eigenvalue Faktor 1 0,47, Faktor 2 0,10)

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at



● Alz1	● Würm	o Isar06
● Alz2	o Amm01	o Isar07
● Amm09	o Amm02	o Isar08
● Amm10	o Amm03	o Isar09
● Amm11	o Amm04	o Isar10
● Inn2	o Amm05	o Lech1
● Inn3	o Amm06	o Lech2
● Isar12	o Amm07	o Lech3
● Isar13	o Amm08	o LeitzA
● Isar14	o WeißA	o LoisA1
● Isen	o H'Amm	o LoisA2
● Lech4	o H'Lech	o LoisA3
● Lech5	o Iller	o LoisA4
● Lech6	o Inn1	o LoisA5
● Paar1	o Isar01	o Mangf
● Paar2	o Isar02	o TirAch
● Rott	o Isar03	o U'Ach
● Vils	o Isar04	
● WertA	o Isar05	

● Alz1	◇ Inn3	o Amm05
● Amm09	◇ Isar06	o Amm06
● Amm10	◇ Isar07	o H'Amm
● Amm11	◇ Isar08	o H'Lech
● Isar12	◇ Isar09	o Inn1
● Isar13	◇ Isar10	o Isar01
● Isar14	◇ Isen	o Isar02
● Lech6	◇ Lech2	o Isar03
● Paar1	◇ Lech3	o Isar04
● Paar2	◇ Lech4	o Isar05
● Rott	◇ Lech5	o Lech1
● Vils	◇ Lois4	o LeitzA
● WertA	◇ Lois5	o Lois1
● Würm	◇ Mangf	o Lois2
◇ Alz2	◇ U'Ach	o Lois3
◇ Amm07	o Amm01	o TirAch
◇ Amm08	o Amm02	o WeißA
◇ Iller	o Amm03	
◇ Inn2	o Amm04	

△ Isar13	● U'Ach	o Amm05
△ Isar14	● WertA	o Amm06
△ Rott	● Würm	o H'Amm
△ Vils	◇ Amm07	o H'Lech
● Alz1	◇ Amm08	o Inn1
● Alz2	◇ Isar06	o Isar01
● Amm09	◇ Isar07	o Isar02
● Amm10	◇ Isar08	o Isar03
● Amm11	◇ Isar09	o Isar04
● Iller	◇ Isar10	o Isar05
● Inn2	◇ Lech2	o Lech1
● Inn3	◇ Lech3	o LeitzA
● Isar12	◇ Lech4	o Lois1
● Isen	◇ Lois4	o Lois2
● Lech5	◇ Lois5	o Lois3
● Lech6	o Amm01	o TirAch
● Mangf	o Amm02	o WeißA
● Paar1	o Amm03	
● Paar2	o Amm04	

△ Isar13	✲ Isen	◇ Lois5
△ Isar14	✲ U'Ach	◇ Mangf
△ Rott	◇ Amm04	o Amm01
△ Vils	◇ Amm05	o Amm02
● Amm09	◇ Amm06	o Amm03
● Amm10	◇ Amm07	o H'Amm
● Amm11	◇ Amm08	o H'Lech
● Iller	◇ Isar04	o Inn1
● Inn2	◇ Isar05	o Isar01
● Inn3	◇ Isar06	o Isar02
● Isar12	◇ Isar07	o Isar03
● Lech5	◇ Isar08	o Lech1
● Lech6	◇ Isar09	o Lois1
● Paar1	◇ Isar10	o Lois2
● Paar2	◇ Lech2	o Lois3
● WertA	◇ Lech3	o TirAch
● Würm	◇ Lech4	o WeißA
✲ Alz1	◇ LeitzA	
✲ Alz2	◇ Lois4	

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Bei den in Gruppe 3 zusammengefassten Abschnitten handelt es sich im Wesentlichen um die Seeausrinn-Flüsse der südlichen Jungmoräne und um die Alpenflüsse bis in die Schotterplatten, genauer die Alpenfluss-Abschnitte, die durch Seepassage, Zuflüsse von Seeausrinn-Flüssen oder die Entfernung vom Alpenrand mit Zurücktreten des Alpenanteils im Einzugsgebiet nur mehr eine deutlich verminderte montane Prägung aufweisen. Zur davon abweichenden Einordnung des Inns bei Mühldorf in Gruppe 1 vgl. oben.

Gruppe 4 enthält die Seeausrinn-Flüsse ab der nördlichen Jungmoräne mit den von ihnen beeinflussten Alpenfluss-Abschnitten in den Schotterplatten, die Alpenflüsse im Tertiärhügelland und die (autochthonen) Tertiärhügellandflüsse. Abweichend davon werden der Lech bei Augsburg (Lech6) sowie die Stelle an der Wertach (WertA) trotz Lage in ST Gruppe 4 zugeordnet. Bei der Wertach wäre der geringe Alpenanteil des Einzugsgebiets bereits eine Erklärung, zumindest beim Lech dürfte aber der Ausbau zur Staukette eine entsprechende anthropogene Biozönoseänderung bewirkt haben. Beim Lech tendieren bereits die Abschnitte Lech4 und Lech5 zu Gruppe 4, wie aus deren Positionierung durch das k-means-Verfahren deutlich wird (vgl. oben und Abb. 5). Umgekehrt fällt die seegeprägte Alz jenseits der Endmoräne (Alz2) zu Gruppe 3, was wohl eine Folge der Umkehr der Längszonierung bei Seeausrinngewässern ist (vgl. a. Tab.1, Spalte LZ: HR/EP zu HR), hier verstärkt durch die Einmündung des Alpenflusses Traun von rechts, über den selbst Arten wie *Hydropsyche dinarica* in die Alz gelangen. Einen ähnlichen Faunenwechsel konnte Orendt (2002) für die Chironomidae feststellen, bei denen der Umbruch offensichtlich sehr deutlich ist. Im Unterschied dazu erweist sich die Zuordnung von Alz2 zu Gruppe 3 auf Grundlage der hier gewählten Benthosgruppen als eher schwach; in der nicht-hierarchischen Analyse wird der Abschnitt wie Alz1 in Gruppe 4 gestellt.

4.3 Gruppenfaunen Köcherfliegen, Indikatorwerte

Die Köcherfliegenfaunen für die Flussgruppen der hierarchischen Clusteranalyse und die Indikatorwerte der einzelnen Arten sind in Tabelle 2 dokumentiert. Insgesamt liegen für die 55 Abschnitte des Untersuchungsgebiets i.e.S. Nachweise von 127 Arten vor, was knapp 50 % des aus dem bayerischen Alpenvorland mit Alpen bekannten Artenbestands entspricht (nach Weinzierl unpubl., regionalisierte Checkliste der Köcherfliegen Bayerns, in litt. 2002). Für Flussgruppe 1 ergibt sich eine Gesamtartenzahl von 57 und für Gruppe 2 eine solche von 67; für die Gruppen 3 und 4 liegen die entsprechenden Werte bei 84 und 86. Dabei erreichen die einzelnen Abschnitte Artenzahlen von 20-23 (ausnahmsweise maximal 29 [besonders hohe Datendichte!]) in Gruppe 1, 26-33 in Gruppe 2, 37-47 (59) in Gruppe 3 und 36-40 (58) in Gruppe 4 (vgl. Tab. 1).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Köcherfliegen. Artinventar der ermittelten Flussgruppen, mit Angabe der Indikatorwerte. A = "regionale Alpenart". B = Gefährdungsgrad nach Roter Liste Bayern (Weinzierl 2003), LRI mit V und R = Längsregionsindex mit Varianz (V) und Anzahl Punkte in den Zonen Hypopotamal, Litoral, Profundal und Sonstige (R). Stet = Anzahl Abschnitte mit Nachweisen der Art, Spalten 1 bis 4 = Indikatorwerte für die Flussgruppen 1 bis 4, [ ] = Anzahl subsummierter Flussabschnitte, * = Irrtumswahrscheinlichkeit <0,05, ( ) = nur Imaginalnachweise. Weitere Erläuterungen Kap. 3.2

Arten	A	B	LRI	V	R	Stet	1[14]	2[8]	3[18]	4[15]
RHYACOPHILIDAE										
Rhyacophila albardana McLachlan, 1879	A	2	3,1	0,1	-	1	7	-	-	-
Rhyacophila aurata Brauer, 1857	A		3,2	0,6	-	17	14	*53	1	-
Rhyacophila dorsalis (Curtis, 1834)			4,2	0,6	-	52	13	29	*31	25
Rhyacophila fasciata Hagen, 1859			3,1	0,3	-	3	-	19	1	-
Rhyacophila intermedia McLachlan, 1868	A		2,7	0,5	-	5	*36	-	-	-
Rhyacophila praemorsa McLachlan, 1879			2,8	0,4	-	1	7	-	-	-
Rhyacophila simulatrix McLachlan, 1879	A	3	3,9	0,5	-	1	-	11	-	-
Rhyacophila torrentium Pictet, 1834	A		3,6	0,3	-	11	*60	2	-	-
Rhyacophila tristis Pictet, 1834			2,8	1,7	-	18	24	21	5	-
Rhyacophila vulgaris Pictet, 1834			3,5	1,6	-	10	*56	1	-	-
GLOSSOSOMATIDAE										
Glossosoma bifidum McLachlan, 1879	A	2	3,3	0,2	-	4	12	5	-	-
Glossosoma boltoni Curtis, 1834			5,0	0,7	-	29	5	*31	27	4
Glossosoma conformis Neboiss, 1963			3,3	0,7	-	7	*38	1	-	-
Agapetus delicatulus McLachlan, 1884		3	5,1	1,4	-	2	-	-	4	3
Agapetus fuscipes Curtis, 1834			1,7	0,7	-	1	7	-	-	-
Agapetus laniger (Pictet, 1834)		2	6,0	0,7	-	5	-	-	6	9
Agapetus nimbulus McLachlan, 1879	A	3	2,5	0,9	-	22	16	7	21	2
Agapetus ochripes Curtis, 1834			4,1	1,0	-	27	1	16	*43	7
HYDROPTILIDAE										
Ithytrichia lamellaris Eaton, 1873		3	3,7	0,7	-	8	-	-	7	19
Hydroptila angulata Mosely, 1922		3	-	-	6	4	-	-	-	*24
Hydroptila forcipata (Eaton, 1873)			5,8	0,6	-	27	1	4	*42	16
Hydroptila ivisa Malicky, 1972 +	A	G	-	-	-	3	2	-	9	-
Hydroptila martini Marshall, 1977		3	1,9	0,8	-	6	9	3	4	-
Hydroptila sparsa Curtis, 1834			6,0	0,8	1	20	-	-	14	*54
Hydroptila tineoides Dalman, 1819		2	4,1	0,7	2	5	-	2	12	1
Hydroptila vectis Curtis, 1834			5,0	1,5	1	7	-	6	10	3
Agraylea multipunctata Curtis, 1834			-	-	9	4	-	-	8	4
Agraylea sexmaculata Curtis, 1834			-	-	9	10	-	1	*29	3
Allotrichia pallicornis (Eaton, 1873)		3	-	-	-	9	1	-	17	7
PHILOPOTAMIDAE										
Philopotamus ludificatus McLachlan, 1878			3,0	0,2	-	6	19	8	-	-
Philopotamus variegatus (Scopoli, 1763)			3,3	0,2	-	4	5	15	-	-
Wormaldia subnigra (McLachlan, 1865)		2	4,8	0,6	-	4	-	-	1	14
PSYCHOMYIIDAE										
Lype phaeopa (Stephens, 1836)			4,9	0,7	2	11	1	-	5	*26
Lype reducta (Hagen, 1868)			3,7	1,5	1	12	-	4	6	20
Psychomyia pusilla (Fabricius, 1781)			5,6	0,8	1	36	2	3	28	*50
Tinodes dives (Pictet, 1834)			2,4	0,3	-	5	(*36)	-	-	-
Tinodes pallidulus McLachlan, 1878			2,9	0,3	-	3	-	-	9	2

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Arten	A	B	LRI	V	R	Stet	1[14]	2[8]	3[18]	4[15]
Tinodes rostocki McLachlan, 1878			3,2	0,4	1	1	7	-	-	-
Tinodes waeneri (Linnaeus, 1758)			5,7	0,7	4	6	-	-	13	6
ECNOMIDAE										
Ecnomus tenellus (Rambur, 1842)			-	-	6	3	-	-	-	18
POLYCENTROPODIDAE										
Cyrnus crenaticornis (Kolenati, 1859)			-	-	10	1	-	-	-	6
Cyrnus flavidus McLachlan, 1864			-	-	7	3	-	4	-	7
Cyrnus trimaculatus (Curtis, 1834)			-	-	6	15	-	-	6	*50
Neureclipsis bimaculata (Linnaeus, 1758)			6,2	0,6	-	8	-	-	-	*47
Plectrocnemia conspersa (Curtis, 1834)			2,7	1,6	-	10	7	13	2	2
Plectrocnemia geniculata McLachlan, 1871			1,5	0,5	-	2	14	-	-	-
Polycentropus excisus Klapalek, 1894		G	3,2	0,2	-	5	*23	2	-	-
Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834)			5,4	1,3	1	40	2	14	27	*42
Polycentropus irroratus Curtis, 1835			5,3	0,9	-	11	-	-	5	*36
Polycentropus schmidi Novak & Botos., 1965		2	-	-	-	1	-	-	7	-
HYDROPSYCHIDAE										
Cheumatopsyche lepida (Pictet, 1834)			5,9	0,6	1	20	-	-	10	*61
Hydropsyche angustipennis (Curtis, 1834)			5,2	1,1	-	11	-	2	-	*40
Hydropsyche bulbifera McLachlan, 1878			5,4	0,5	-	4	-	-	-	*24
Hydropsyche bulgaromanorum Malicky, 1977			6,4	0,5	1	4	-	-	2	11
Hydropsyche contubernalis McLachlan, 1865			5,7	0,9	-	16	-	-	5	*59
Hydropsyche dinarica Marinkovic, 1979			3,4	0,3	-	17	5	*68	2	-
Hydropsyche exocellata Dufour, 1841			6,0	0,5	1	8	-	-	1	*38
Hydropsyche guttata Pictet, 1834	A	3	5,6	0,5	-	13	6	8	15	-
Hydropsyche instabilis (Curtis, 1834)			3,8	0,6	-	25	4	*64	15	-
Hydropsyche pellucidula/incognita			-	-	-	40	1	8	38	*43
Hydropsyche saxonica McLachlan, 1884			3,0	0,4	-	4	-	5	2	4
Hydropsyche siltalai Döhler, 1963			4,9	0,5	-	38	-	17	*37	35
Hydropsyche tenuis Navas, 1932			3,2	0,2	-	12	22	*23	-	-
BRACHYCENTRIDAE										
Brachycentrus maculatus (Fourcroy, 1785)			5,0	0,7	-	17	-	-	*52	10
Brachycentrus montanus Klapalek, 1892		3	3,8	0,6	-	7	-	*61	1	-
Brachycentrus subnubilus Curtis, 1834			6,2	0,6	-	31	-	-	33	*58
Micrasema minimum McLachlan, 1876			3,7	0,5	-	10	9	*45	-	-
Micrasema morosum (McLachlan, 1868)	A	3	2,9	0,5	-	3	*21	-	-	-
Micrasema setiferum (Pictet, 1834)		3	5,0	0,4	-	7	-	-	16	7
LEPIDOSTOMATIDAE										
Lasiocephala basalis (Kolenati, 1848)			4,8	0,6	-	21	2	26	*32	-
Lepidostoma hirtum (Fabricius, 1775)			4,4	1,6	-	34	-	5	40	*42
GOERIDAE										
Goera pilosa (Fabricius, 1775)			5,4	0,3	2	15	-	-	6	*51
Silo nigricornis (Pictet, 1834)			3,1	1,0	-	30	5	14	28	11
Silo pallipes (Fabricius, 1781)			3,2	0,6	-	7	1	17	1	3
Silo piceus Brauer, 1857			4,7	0,9	-	20	-	3	*37	15
LIMNEPHILIDAE										
Drusus annulatus (Stephens, 1837)			2,1	0,8	-	2	-	11	-	-
Drusus biguttatus (Pictet, 1834)	A		2,9	1,0	-	7	*50	-	-	-
Drusus discolor (Rambur, 1842)			2,2	0,4	-	9	*51	1	-	-
Drusus trifidus McLachlan, 1868		3	1,6	0,7	-	1	-	11	-	-

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Arten	A	B	LRI	V	R	Stet	1[14]	2[8]	3[18]	4[15]
Ecclisopteryx guttulata (Pictet, 1834)			3,8	0,4	-	18	22	*32	2	-
Metanoea rhaetica Schmid, 1956	A		3,7	0,5	-	3	*21	-	-	-
Anabolia nervosa (Curtis, 1834)			6,0	0,8	4	29	-	3	24	*44
Glyphotaelius pellucidus (Retzius, 1783)			-	-	10	5	-	3	1	10
Limnephilus extricatus McLachlan, 1865			-	-	5	4	3	3	1	1
Limnephilus lunatus Curtis, 1834			-	-	7	22	-	9	19	20
Limnephilus rhombicus (Linnaeus, 1758)			-	-	6	7	2	2	3	7
Allogamus auricollis (Pictet, 1834)			3,5	1,2	-	42	31	24	*36	2
Halesus digitatus (Schrank, 1781)			5,1	0,6	1	7	2	-	3	13
Halesus radiatus (Curtis, 1834)			4,9	1,1	1	18	5	17	8	6
Halesus tesselatus (Rambur, 1842)			5,0	0,8	1	3	-	-	2	8
Melampophylax melampus (McLachlan, 1876)	A	3	2,8	0,4	-	5	13	9	-	-
Melampophylax mucoreus (Hagen, 1861)		3	3,9	1,4	-	5	-	-	*24	1
Mesophylax impunctatus McLachlan, 1884		3	3,0	0,5	1	2	4	5	-	-
Potamophylax cingulatus (Stephens, 1837)			2,8	1,1	-	15	22	12	1	2
Potamophylax latipennis (Curtis, 1834)			-	-	2	15	-	11	8	13
Potamophylax luctuosus (Piller & Mitt., 1783)			2,9	1,0	-	2	-	-	-	12
Potamophylax rotundipennis (Brauer, 1857)			4,3	1,3	-	9	-	-	1	*42
Annitella obscurata (McLachlan, 1876)			4,0	1,3	-	17	5	5	27	2
Chaetopterygopsis maclachlani Stein, 1874			2,5	1,2	-	6	4	12	2	-
Chaetopteryx villosa (Fabricius, 1798)			3,5	2,5	-	22	9	9	15	8
BERAEIDAE										
Beraeodes minutus (Linnaeus, 1761)			2,8	1,1	2	2	3	-	-	4
SERICOSTOMATIDAE										
Notidobia ciliaris (Linnaeus, 1761)			3,0	0,7	-	6	-	-	-	*35
Sericostoma schneideri Kolenati, 1848			-	-	-	13	-	5	*27	5
Sericostoma personatum (Kirby & Spence, 1826)			2,5	1,2	-	4	-	12	1	2
ODONTOCERIDAE										
Odontocerum albicorne (Scopoli, 1763)			3,5	1,6	-	22	4	29	23	1
MOLANNIDAE										
Molanna angustata Curtis, 1834			-	-	9	6	-	-	4	16
LEPTOCERIDAE										
Athripsodes albifrons (Linnaeus, 1758)			5,4	1,0	3	23	-	-	28	*38
Athripsodes aterrimus (Stephens, 1836)			-	-	6	2	-	-	4	3
Athripsodes bilineatus (Linnaeus, 1758)			5,0	0,4	-	1	-	11	-	-
Athripsodes cinereus (Curtis, 1834)			-	-	5	17	-	1	8	*45
Ceraclea alboguttata (Hagen, 1860)			5,7	0,3	1	13	-	-	14	*27
Ceraclea annulicornis (Stephens, 1836)			5,8	0,4	1	19	-	1	8	*50
Ceraclea dissimilis (Stephens, 1836)			6,0	0,6	2	31	-	2	28	*59
Ceraclea nigronervosa (Retzius, 1783)			6,4	0,6	3	14	-	-	11	*35
Leptocerus interruptus (Fabricius, 1775)		2	-	-	4	1	-	-	-	6
Leptocerus tineiformis Curtis, 1834		3	-	-	10	2	-	-	-	12
Adicella reducta (McLachlan, 1865)			4,1	1,0	-	4	-	-	-	*24
Oecetis lacustris (Pictet, 1834)			-	-	7	5	-	3	11	1
Oecetis notata (Rambur, 1842)			5,8	0,6	4	12	-	-	4	*42
Oecetis ochracea (Curtis, 1825)			-	-	7	3	-	-	9	2
Oecetis testacea (Curtis, 1834)		3	-	-	5	2	2	-	4	-
Setodes argentipunctellus McLachlan, 1877		1	-	-	-	2	-	-	-	12
Setodes punctatus (Fabricius, 1793)		2	6,2	0,4	-	5	-	-	-	*29

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Arten	A	B	LRI	V	R	Stet	1[14]	2[8]	3[18]	4[15]
Setodes viridis (Fourcroy, 1785)		G	-	-	-	4	-	-	-	*24
Mystacides azurea (Linnaeus, 1761)			-	-	5	15	-	-	1	*71
Mystacides longicornis (Linnaeus, 1758)			-	-	7	7	1	2	4	7
Mystacides nigra (Linnaeus, 1758)			-	-	6	7	-	-	1	*31

Gruppe 1 - die Alpenflüsse und Alpen-Großbäche in den Alpen - ist durch die hohe Artenvielfalt innerhalb der Gattung *Rhyacophila* und der Unterfamilie Drusinae gekennzeichnet; Leptoceridae fehlen dagegen praktisch vollständig und Hydroptilidae und Hydropsychidae sind tendenziell nur schwach vertreten. Die Anzahl der "regionalen Alpenarten" gemäß Kap. 3.2 beläuft sich auf insgesamt zwölf und maximal fünf bis sieben pro Abschnitt. Als besonders bezeichnend sind die "regionalen Alpenarten" *Rhyacophila torrentium* und *Drusus biguttatus* hervorzuheben, mit hohen Indikatorwerten (IndVal = 60 bzw. IndVal = 50) und weitgehendem Fehlen in den anderen Flussgruppen. Letztes gilt auch für *Rhyacophila vulgaris* und *Drusus discolor* bzw. *R. intermedia, Glossosoma conformis, Polycentropus excisus, Micrasema morosum* und *Metanoea rhaetica*. Diese Arten kommen allgemein in hohem Maße auch in kleineren Fließgewässern vor bzw. sind innerhalb der hier subsummierten Gewässerabschnitte weitestgehend auf die einbezogenen Großbäche beschränkt.

Gruppe 2 stellt sich bezüglich der Verteilung der höheren Taxa noch sehr ähnlich dar wie Gruppe 1. Die Anzahl "regionaler Alpenarten" ist jedoch deutlich verringert; insgesamt sind noch sechs nachgewiesen, pro Abschnitt maximal drei. Prägnante Gruppen-Kennarten mit hohen Indikatorwerten (IndVal = 68 bis IndVal = 45) sind *Hydropsyche dinarica, H. instabilis, Brachycentrus montanus* und *Micrasema minimum* sowie die "regionale Alpenart" *Rhyacophila aurata*. Für die Gruppen 1 und 2 gleichermaßen und gemeinsam bezeichnend sind darüber hinaus *Ecclisopteryx guttulata, Hydropsyche tenuis* und *Rhyacophila tristis*.

Der ausgeprägt montane Charakter der Köcherfliegenzönosen der Gruppen 1 und 2 ist evident. Es sei im Zusammenhang an dieser Stelle hervorgehoben, dass dies für die gesamten Benthoszönosen und speziell auch für die der Alpenabschnitte der großen Furkationsflüsse gilt (Lech, Isar, Inn). Letztes wird hier dadurch belegt, dass diese in der Clusteranalyse enger mit den Alpen-Großbächen als mit ihren eigenen Unterliegerstrecken zusammengefasst werden (vgl. oben, Abb. 4, auch Abb. 2 oben).

Zu Gruppe 3 hin erfährt der Aufbau der Köcherfliegenfauna einen deutlichen Umbruch. Die Gattung *Rhyacophila* ist bereits weitgehend auf eine Art - *R. dorsalis* - zurückgeführt, zu der nur fallweise und in geringer Dichte *R. aurata* hinzutritt, und die Drusinae fallen praktisch vollständig aus. Im Gegenzug macht die Diversität bei den Hydroptilidae, Hydropsychidae und Leptoceridae einen deutlichen Positivsprung. Von den "regionalen Alpenarten" sind noch

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

insgesamt vier anzugeben; für die einzelnen Abschnitte liegen überwiegend Nachweise von ein bis zwei, maximal von drei solchen Arten vor.

Als Arten mit herausragenden Indikatorwerten in Gruppe 3 sind *Brachycentrus maculatus* (IndVal = 52) und *Agapetus ochripes* (IndVal = 43) sowie bedingt auch *Silo piceus* und *Hydroptila forcipata* zu nennen. Die Gruppe ist weiterhin durch das Übergreifen von Arten gekennzeichnet, die bereits in Gruppe 2 gut vertreten sind, in Gruppe 4 dann aber sehr stark zurücktreten bzw. sogar vollständig ausfallen: *Allogamus auricollis, Glossosoma boltoni, Lasiocephala basalis.*

Gruppe 4 weist eine sehr ähnliche Verteilung bei den höheren Taxa auf wie Gruppe 3, insbesondere die Leptoceridae erfahren jedoch noch einen weiteren deutlichen Zuwachs. Diese, die Hydropsychidae und die Polycentropodidae stellen einen hohen Anteil des besonders charakteristischen Arteninventars, das in Gruppe 4 auffallend breit ist. Zu nennen sind u.a. *Mystacides azurea, Ceraclea dissimilis, C. annulicornis* und *C. nigronervosa, Cheumatopsyche lepida, Hydropsyche contubernalis* und *H. exocellata, Psychomyia pusilla, Cyrnus trimaculatus, Neureclipsis bimaculata, Oectis notata* sowie *Brachycentrus subnubilus, Hydroptila sparsa, Potamophylax rotundipennis* und *Notidobia ciliaris.* Einzige "regionale Alpenart" ist *Agapetus nimbulus*, dessen Vorkommen für Isar12 belegt ist.

Die Verteilung ausgewählter Köcherfliegenarten auf die untersuchten Flussabschnitte ist in Abbildung 7 dargestellt ("species scores" der DCA). Bei der Gattung *Rhyacophila* wird dabei noch einmal die praktisch durchgehende Verbreitung von *R. dorsalis*, das eher schwache Ausstrahlen der *R. aurata* nach Norden sowie die Beschränkung von *R. torrentium* und R. *vulgaris* auf die Abschnitte in den Alpen verdeutlicht. Bemerkenswert ist, dass sich die Verteilungsmuster der beiden zuletzt genannten Arten auf die untersuchten Flussabschnitte als praktisch ident erweisen - ebenso wie ihre Indikatorwerte (vgl. Tab. 2) -, sie sich aber in ihren regionalen Arealen (Abb. 8) und Biotoppräferenzen sehr deutlich unterscheiden. So ist *R. torrentium* im Untersuchungsgebiet allgemein vollständig auf die naturräumliche Einheit A fixiert (Abb. 8 oben) und hier zugleich eng an (Furkations-)Flüsse und Wildbäche mit breiten Schotterbetten gebunden. Im Unterschied dazu reicht das Verbreitungsgebiet von *R. vulgaris* (Abb. 8 unten) nach Norden bis in die Schotterplatten, wobei die Art in den Alpen bezüglich des Spektrums ihrer Siedlungsgewässer eine breite Valenz zeigt und in großen bis hin zu kleinsten Fließgewässern auftritt, nördlich des Alpenrandes aber größere Fließgewässer offensichtlich fast vollständig meidet und zum Nordrand des regionalen Areals hin schließlich nur ganz punktuell klare und kalte Niederterrassenbäche besiedelt (Auequellbäche ["Gießen"], Leiten-Quellsammler).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

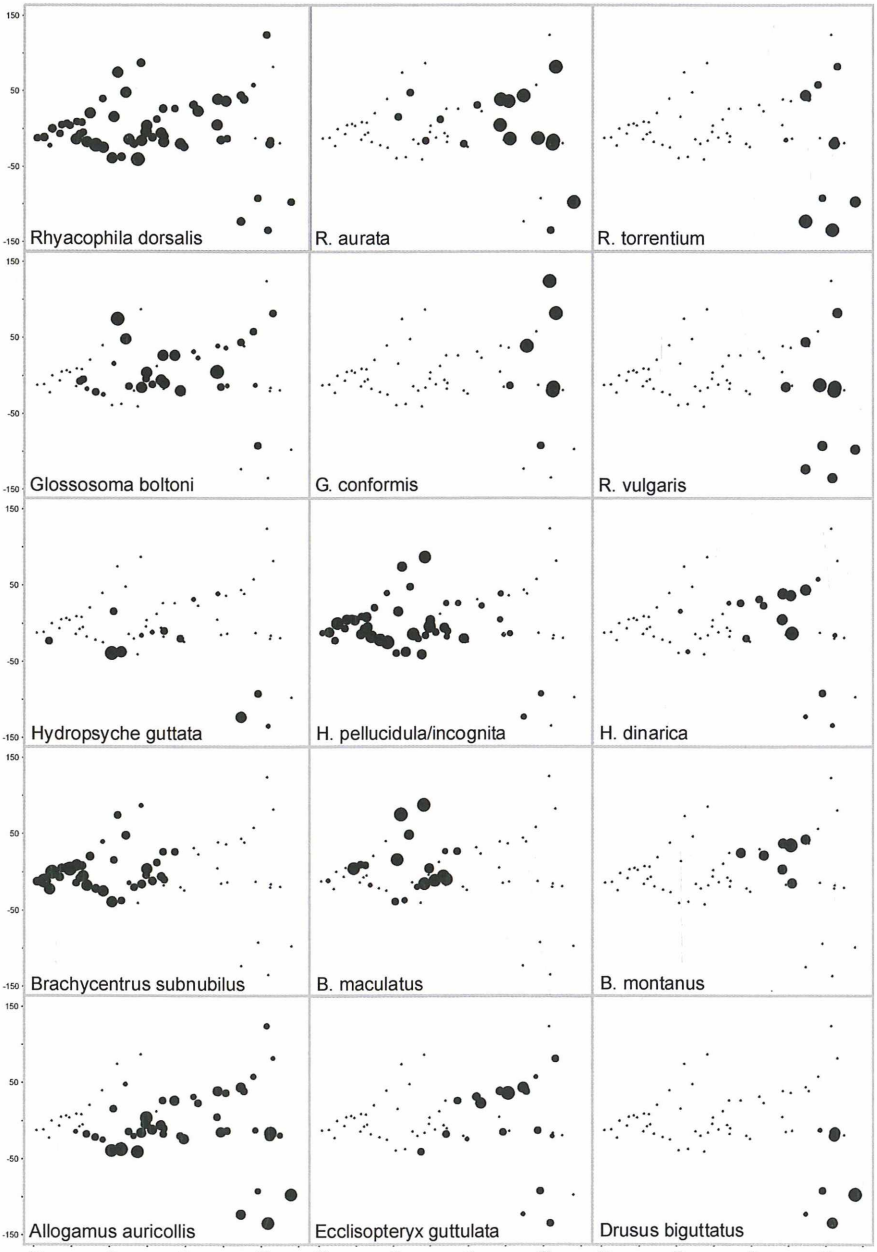


Abb. 7: "Species scores" der DCA für ausgewählte Köcherfliegenarten (55 Abschnitte, Eigenvalue Faktor 1 0,47, Faktor 2 0,10)

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Bei den Glossosomatidae verdeutlicht Abbildung 7 die Vikarianz der montanen Bachart *Glossosoma conformis* und der sie nach Norden hin ablösenden, für die Gruppen 2 und 3 typischen *G. boltoni*. Auch bei *G. conformis* sind - ähnlich wie bei *Rhyacophila vulgaris* - nur die Flussvorkommen auf die Alpen beschränkt; die Art ist v.a. in den Kerbtal- und Sohlenkerbtal-Schluchtbächen im Jungmoränenland bis an dessen Nordrand heran verbreitet.

Aus der Gattung *Hydropsyche* sind in Abbildung 7 drei Taxa dargestellt, das hier nicht differenzierte Artenpaar *H. pellucidula/incognita* mit eindeutigem Schwerpunkt in den Gruppen 3 und 4, *H. dinarica* als Charakterart der Gruppe 2 sowie *H. guttata*, eine Art mit kleinem circumalpinen Areal (vor allem Österreich, Schweiz und Südbayern, vgl. Malicky 1984), von der bereits Weinzierl schreibt "... in Bayern wohl weitgehend auf dealpine Donauzuflüsse beschränkt" (Schulte & Weinzierl 1990: 66). Bemerkenswert ist, dass das Vorkommen dieser Art in den Alpenflüssen von den Furkationsstrecken im Gebirge (z.B. Lech bei Forchach/Tirol, 910 m ü. NN, eigene Larvenfunde 2002; nicht aber Großbäche, vgl. Abb. 7) bis zur Donau reicht, in der sie unterhalb der Innmündung ebenfalls auftritt (Schulte & Weinzierl l.c.). Ihr Fehlen in Gruppe 4 gemäß Tabelle 2 ist artifiziell; für die Untere Isar existieren Nachweise aus Abschnitten, die hier nicht einbezogen wurden (Schulte & Weinzierl 1990 l.c.). Es liegt der nach Datenlage eher seltene Fall einer auf die Alpenflüsse beschränkten Art vor, deren Verbreitung sich dabei über alle vier biozönotischen Gruppen erstreckt.

Von den drei *Brachycentrus*-Arten (Abb. 7) schließen sich in den Flüssen des Untersuchungsgebiets *B. montanus* und *B. subnubilus* vollständig aus: Während *B. montanus* weitestgehend auf Gruppe 2-Abschnitte beschränkt ist, ist *B. subnubilus* eine tendenziell potamale Charakterart der Gruppe 4, mit Übergreifen auf Gruppe 3. *B. maculatus* schiebt sich zwischen beide Arten, lässt sich dabei aber nicht näher charakterisieren; längere und gut belegte Präsenzstrecken bestehen nach Datenlage nur an der Isar unterhalb der Loisach-Mündung, in der Unteren Ach mit unterster Ammer sowie im Osten in der Alz (Gruppe 3; Abb. 9 unten). Die Verbreitung von *B. subnubilus* im Jungmoränengebiet (vgl. Abb. 9 oben) bebildert eindrucksvoll die Sonderstellung der seegeprägten Flüsse, auf die die Art hier weitestgehend beschränkt ist und in denen sie zugleich eine hohe Stetigkeit erreicht. In solchen Gewässern kann die tendenziell planarkolline Art sogar bis an den unmittelbaren Alpenrand vorstoßen (Lkr. Ostallgäu: Füssener Achen [Ausrinn Weißensee] im Wasenmoos NW Füssen, 790 m ü. NN, 13.4.1995, 2 Larven, Hess & Franzen leg.).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

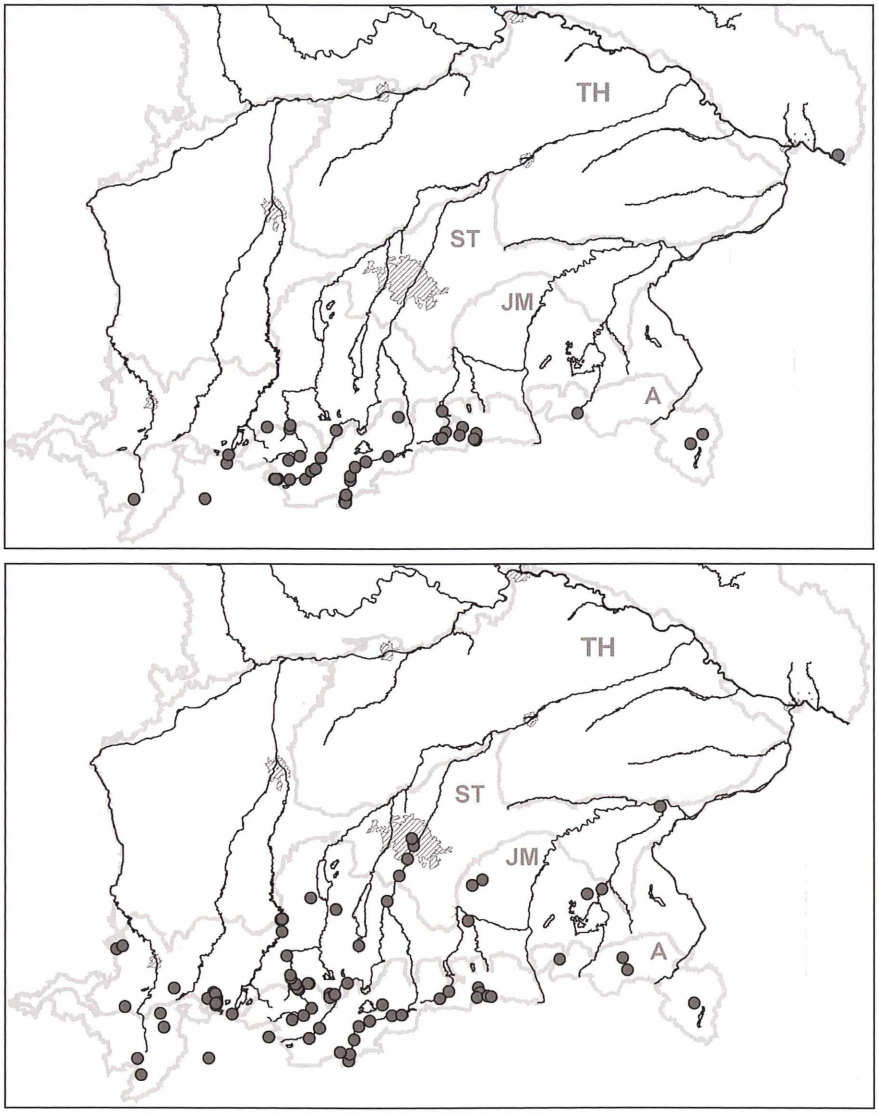


Abb. 8: Nachweise von *Rhyacophila torrentium* (oben) und *R. vulgaris* (unten) in Südbayern. Maßstab etwa 1: 2,7 Millionen. Naturraumgruppen: A - Kalkhochalpen und Voralpen; JM - Voralpines Hügel- und Moorland (Jungmoräne); ST - Schotterplatten; TH - Unterbayerisches Hügelland (Tertiärhügelland)

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

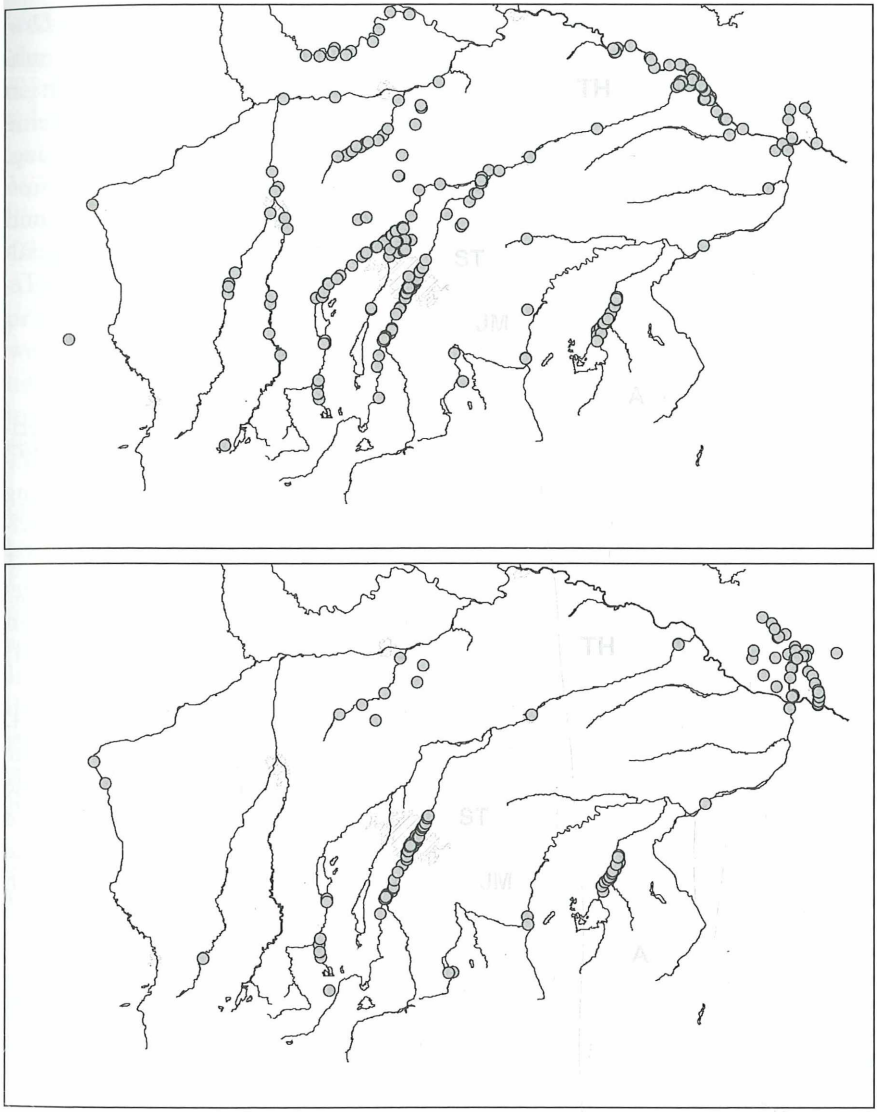


Abb. 9: Nachweise von *Brachycentrus subnubilus* (oben) und *B. maculatus* (unten) in Südbayern. Maßstab etwa 1: 2,7 Millionen. Naturraumgruppen: A - Kalkhochalpen und Voralpen; JM - Voralpines Hügel- und Moorland (Jungmoräne); ST - Schotterplatten; TH - Unterbayerisches Hügelland (Tertiärhügelland)

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Von den drei in Abbildung 7 beispielhaft dargestellten Limnephilidae ist *Drusus biguttatus* völlig auf Gruppe 1 beschränkt und fehlt hier sogar den subsummierten Großbächen, *Ecclisopteryx guttulata* hat ihren Schwerpunkt in Gruppe 2 und *Allogamus auricollis* ist in den Alpen und im Alpenvorland eine Charakterart der Alpenflüsse mit weiter, gruppenübergreifender Verbreitung. Im Unterschied zu der oben besprochenen *Hydropsyche guttata* fehlt *A. auricollis* aber zum einen in den Abschnitten im Tertiärhügelland vollständig und transgrediert zum anderen v.a. im alpennahen Raum z.B. auch in größere gefällearme Grundmoränen- bzw. Hochtalbäche und sogar in das Seenlitoral (Tegernsee, eigene Nachweise).

5 Diskussion

Die Analyse hat gezeigt, dass sich die Benthoszönosen der Flüsse der bayerischen Alpen und des bayerischen Alpenvorlandes entlang eines Süd-Nord-Gradienten verändern und dabei grundsätzlich die naturräumliche Viergliederung des Raumes in Alpen, Jungmoräne, Schotterplatten und Tertiärhügelland widerspiegeln. Der primäre biozönotische Umbruch erfolgt offensichtlich in der Jungmoräne und dabei an einem Punkt, an dem die montan-submontan geprägten Gemeinschaften der südlichsten Flussabschnitte (Gruppen 1+2) von den tendenziell kollin geprägten der nördlicheren Abschnitte (Gruppen 3+4) abgelöst werden.

Das Untersuchungsgebiet hat Anteil an den biogeografischen Regionen 4, Alpen, und 9, Zentrale Mittelgebirge, nach Illies (1967, 1978). Der Ansatz der EU-WRRL, die "Ökoregionen" nach Illies (l.c.) als oberste hierarchische Ebene einer ökologisch orientierten Fließgewässertypologie heranzuziehen, legt die Frage nahe, ob und wie die hier erarbeitete Gliederung die o.g. biogeografische Zweiteilung des Raumes abbildet. Die alpische Prägung der biozönotischen Gruppe 1 erscheint durch die hohe Anzahl "regionaler Alpenarten" der Köcherfliegen gut untersetzt. Gruppe 2 ist biozönotisch sehr eng an Gruppe 1 angeschlossen, weist aber bereits deutlich weniger und dabei kaum mehr solcher Arten auf als die nach Norden hin anschließende und biozönotisch deutlicher abweichende Gruppe 3. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Erwartungswert der Artenzahl für die um 600 und 700 m ü. NN liegenden Abschnitte der Gruppe 2 (vgl. Tab. 1) grundsätzlich niedriger liegt als der von Gruppe 1. Eine ganze Reihe der "regionalen Alpenarten" bei den Köcherfliegen weist im Untersuchungsgebiet einen (hochmontan-)montanen Verbreitungsschwerpunkt auf, d.h. dass sie entweder 800 m ü. NN praktisch nicht unterschreiten (z.B. *Rhyacophila intermedia, Metanoea rhaetica*) oder doch unterhalb davon - in Höhen von 600-800 m ü. NN - bereits sehr deutlich ausdünnen. Schmidt-Kloiber (2002) ermittelte auf einer deutlich größeren Datenbasis und mit räumlich

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

wesentlich breiterem Ansatz - u.a. auch unter Einschluss der Zentralalpen - über verschiedene statistische Verfahren allgemein besonders typische Arten der Fließgewässer-Benthoszönosen des österreichischen Alpenraumes. Bei den Köcherfliegen führt sie (l.c.: 122ff.) 13 solcher Arten auf. Von diesen zählen zwölf zum Inventar der hier abgegrenzten Gruppe 1 und noch zehn (!) zu dem von Gruppe 2; Gruppe 3 weist dagegen nur drei und Gruppe 4 eine einzige dieser Arten auf. Insgesamt spricht so einiges dafür, die Flussbiozönosen der Gruppen 1 und 2 des bayerischen Alpen-/Voralpenraums der Ökoregion 4, Alpen, zuzurechnen. Gruppe 3 ist möglicherweise am besten als alpisch geprägte Übergangszönose anzusehen. Gruppe 4 dagegen, in deren Arteninventar weder chorologisch noch biozönotisch begründete "Alpenarten" eine nennenswerte Rolle spielen, ist ohne Zweifel Ökoregion 9 zu subsummieren. Es ist im Zusammenhang daran zu erinnern, dass Gruppe 4 in der nicht-hierarchischen Clusteranalyse bei $k=2$ der Gruppe 1+2+3 gegenübergestellt wird.

Neuerdings grenzen - nach Vorarbeiten von Fink & al. (2000) - Moog & al. (2001) eine Bioregion 11 "Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland" als Untereinheit der Ökoregion 9 "Zentrales Mittelgebirge" ab. Die Südgrenze dieser Einheit - also die biogeografisch-biozönotische Alpengrenze - folgt dabei über die Fläche dem Nordrand der Flyschzone. Im Bereich der großen Alpenflüsse sehen Moog & al. (l.c.) die Alpengrenze teilweise deutlich weiter südlich (z.B. Inn bei 500 m ü. NN, Bereich Langkampfen). Diese Einschätzung wird durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie für den bayerischen Raum nicht unterstützt: Die Flussbiozönosen der Gruppe 1+2 reichen bei den von uns untersuchten mittelgroßen und großen Fließgewässern durchweg über die Flyschzone hinaus und auch Gruppe 1 reicht mindestens bis an den Alpenrand.

Insgesamt sprechen eigene Daten zum Verbreitungsmuster (regional) alpischer bzw. montaner Fließgewässerarten in hohem Maße dafür, dass es innerhalb des bayerischen Alpenvorlandes einen prägnanten faunistischen Wechsel mit dem Übergang von Jungmoräne (JM) zu Schotterplatten/Tertiärhügelland (ST+TH) gibt, d.h. die Bioregion 11 hier noch einmal zu unterteilen wäre. Auch Pottgießer & Sommerhäuser (2004) unterscheiden in ihrer a-priori-Typologie der Fließgewässer Deutschlands - für den bayerischen Teil im Wesentlichen erstellt auf Basis der Arbeiten von Briem (2003) und Briem & Mangelsdorf (2002) - "Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes" (JM) und "Fließgewässer des [übrigen] Alpenvorlandes" (ST+TH), die sie beide der Ökoregion 9 zurechnen. Eine entsprechende biogeografische Grobdifferenzierung des bayerischen Alpenraums in drei Einheiten - A, JM und ST+TH - wurde erst jüngst anhand von sehr umfangreichem Datenmaterial zur Verbreitung der Gefäßpflanzen evaluiert (Scheurer & Ahlmer 2003).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Die abweichende Einschätzung von Moog & al. (2001), die nur eine Einheit, Bioregion 11, ermittelten, resultiert möglicherweise aus der Tatsache, dass auf österreichischer Seite die Bereiche der tertiären Molasse, die von der letzten Vergletscherung erfasst wurden, nur kleinräumig und randlich ausgeprägt sind (im Wesentlichen Salzburgisches Vorland, Einheit 4.2.1 n. Fink & al. 2000) und entsprechende Gewässer in der räumlich sehr breit angelegten Studie zu schwach repräsentiert waren. Hinzu kommt, dass ein Teil der besonderen Eigenschaften des Jungmoränengebiets, die für seine biogeografische Alpenaffinität verantwortlich gemacht werden (Bresinsky 1965: 59, feucht-kühles Klima, hoher Kalkgehalt der vielfach skelettreichen Böden, unruhiges Relief/Vielfalt der Standorte, erst postglazial besetztes "Neuland"), nach Osten hin im Gebiet des Inngletschers bereits deutlich abgeschwächt sind (vgl. l.c.).

Auch wenn bei den bayerischen Alpenflüssen in der Mehrzahl der Fälle der entscheidende biozönotische Umbruch im Jungmoränenland erfolgt, lässt sich der Bereich für den Biozönosenwechsel bei diesen großen und übergreifenden Fließgewässern räumlich offensichtlich nicht allgemeingültig festlegen. Seine Lage ist vermutlich eine direkte Funktion des Alpenanteils am Einzugsgebiet des jeweiligen Flusses, dessen biozönotische Wirksamkeit aber durch die großen Seen des Jungmoränenlandes offensichtlich stark beeinflusst werden kann, entweder direkt - bei Einschaltung in den Längsverlauf - oder indirekt über den Zufluss eines seegeprägten Fließgewässers. Hier nicht dokumentierte eigene Beobachtungen legen nahe, dass der biozönotische Einfluss dabei um so deutlicher ist, je sommerwärmer und nährstoffreicher der See bzw. je geringer seine Austauschrate ist. Weiterhin spielt natürlich auch die Größendifferenz zwischen Zubringer und Vorflutgewässer eine Rolle. Abbildung 6 dokumentiert die entsprechenden Verhältnisse für die untersuchten Abschnitte: So erfolgt der Übergang zu Gruppe 3 bei der Ammer mit Einmündung der Unteren Ach (Staffelsee-Ausrinn); bei der Isar wird er durch die Einmündung der unteren Loisach (Kochelsee-Ausrinn) ausgelöst bzw. befördert. Die Biozönose der Loisach wird durch den Kochelsee, die von Weißach/Mangfall durch den Tegernsee und die von Tiroler Ach/Alz durch den Chiemsee verändert. Beim Lech besteht heute mit dem Kopfspeicher (Forggensee) und den unterhalb anschließenden Stauhaltungen eine sehr prägnante anthropogene Biozönosengrenze. Auf den Inn schließlich, der das Untersuchungsgebiet bereits als bedeutender Fluss erreicht (Flussordnungszahl 7, Wimmer & Moog 1994), kann die zubringende seegeprägte Mangfall (Tegernsee) als viel kleineres Gewässer keinen hinreichenden Einfluss ausüben, so dass er die alpisch geprägte Benthoszönose noch über die Jungmoräne hinaus in die Schotterplatten hinein trägt. Beim Inn (und eventuell auch bei der hier nicht einbezogenen Salzach) spielt möglicherweise nicht nur der große Alpenanteil des Einzugsgebiets eine Rolle, sondern

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

u.U. zusätzlich die Tatsache, dass ein erheblicher Teil davon in den Zentralalpen liegt. Dafür sprechen z.B. die gravierenden Unterschiede zwischen den Fließgewässerzönosen der Zentralalpen und der Kalkalpen, wie sie von Schmidt-Kloiber (2001, Moog & al. 2002) überzeugend aufgezeigt wurden.

Was die planar-kollin geprägte, mittelgebirgische Benthoszönose der Gruppe 4 anbelangt, so weisen die Ergebnisse darauf hin, dass deutlich höhere biozönotische Affinitäten zu den Gewässern der südlichen Frankenalb (bzw. kalkreichen Mittelgebirge) anzunehmen sind als zu denen des Grundgebirges. Dies erscheint allgemein plausibel und entspricht z.B. auch der exponierten Stellung der Fließgewässerbiozönosen der Böhmischen Masse, die Schmidt-Kloiber (2002) für österreichisches Gebiet belegt hat. Bezüglich der hier einbezogenen Außengruppen-Gewässer ist allerdings zu berücksichtigen, dass die viel geringeren Distanzen zur Altmühl (Jura) als zu Ilz und Erlau (Bayernwald) wohl z.T. auch dadurch bedingt sind, dass die Altmühlzönose in den beiden untersuchten Abschnitten bereits den Übergang zum Potamal markiert. Aufgrund des breiteren Integrals über die standörtlichen Bedingungen im Einzugsgebiet (Geologie/Böden, Klima) hat in dieser Längsregion die Zönosenzusammensetzung u.U. natürlicherweise eine geografisch breitere Gültigkeit als bei rhithraleren Gewässern wie Erlau und Ilz. Es wäre zu untersuchen, ob sich weitere Anhaltspunkte für diesen Ansatz finden lassen, der allgemein die sich sukzessive verringernde Streuung der Abschnitte über Faktor 2 in der DCA mit fortschreitender längenzonaler Entwicklung erklären könnte (vgl. Kap. 4.1, Abb. 2).

Es ist weiterhin festzuhalten, dass die oben beschriebenen Verhältnisse im südlichen Alpenvorland zu prägnanten biogeografisch-biozönotischen Verzahnungen führen. So transportieren die sommerwarmen seegeprägten Flüsse tendenziell planar-kolline, hyporhithrale und sogar epipotamale, mittelgebirgisch bzw. in Europa weit verbreitete Arten entgegen der allgemeinen Abflussrichtung ins Jungmoränenland hinein, z.T. sogar bis unmittelbar an den Alpenrand heran. Die Bestände dieser Arten korrespondieren dort mit solchen in anderen begünstigten Fließgewässern, wie z.B. den Unterläufen größerer Jungmoränenbäche am Nordrand der Einheit und in den Seebecken; dies zeigen eigene unpublizierte Daten zu entsprechenden Disjunktionen, z.B. bei der Eintagsfliege *Ecdyonurus insignis* (Eaton, 1870), den Steinfliegen *Amphinemura borealis* (Morton, 1894) und *Perla abdominalis Burmeister*, 1839, der Köcherfliege *Micrasemea setiferum* sowie den Wasserkäfern *Hydraena belgica* D'Orchymont, 1930 und *Elmis obscura* P. W. J. Müller, 1806. Räumlich parallel dazu befördern die Alpenflüsse - besonders solange sie nicht von größeren Seeausrinn-Flüssen beeinflusst werden - eine gegenläufige Bewegung, indem sie epi- bis metarhithrale Montanarten weit hinaus ins Vorland tragen.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Eine zentrale Frage ist es, ob und inwieweit die erarbeitete biozönotische Gliederung der Flüsse der bayerischen Alpen und des bayerischen Alpenvorlandes den natürlichen Verhältnissen entspricht. Für eine diesbezügliche Authentizität spricht vor allem deren hohe Übereinstimmung mit den allgemeinen naturräumlichen und biogeografischen Verhältnissen (vgl. dazu z.B. Delong & Brusven 1998). Unabhängig davon kann aber der Punkt bzw. Bereich, an dem der entsprechende Biozönosenwechsel im jeweiligen Fluss erfolgt, anthropogen verändert sein. Der mittlerweile praktisch durchgehend zur Stauseekette umgebaute Lech wäre natürlicherweise sicher bis zu den Endmoränen und unter Umständen sogar darüber hinaus ein Fluss der biozönotischen Gruppe 2; heute erfolgt der Umschlag zu Gruppe 3 bereits kurz nach Austritt aus den Alpen (vgl. oben). Für die Isar etwa konnte aufgezeigt werden, dass der Wechsel zu Gruppe 3 heute bereits einige Kilometer oberhalb der Loisach-Mündung erfolgt, da dem Fluss an dieser Stelle über den "Isar-Loisach-Kanal" vorzeitig eine große Menge Wasser aus der Loisach zugeführt wird (Ökokart 2001a).

Schwer nachvollziehbar aufgrund des starken Auseinanderklaffens vor allem in Morphologie und Abflussregime ist der in Gruppe 4 dokumentierte enge Zusammenhang der Biozönosen der östlichen Tertiärhügelland-Flüsse (vgl. Abb. 4, Rott, Vils: Talmäander-Flüsse mit Kastenprofil und überwiegend bewaldeten Ufern; Regime komplex winterpluvial mit Hauptmaximum Winter) mit der unteren Isar (Isar13, Isar14; bis auf Mündungsbereich Furkationsfluss mit breiten, vegetationsarmen Schotterauen; Regime komplex winternival mit Hauptmaximum Sommer). Hier hat natürlich der anthropogene Umbau mittlerweile zu erheblichen physiografischen Nivellierungen geführt, wobei insbesondere der nahezu vollständige Verlust von Nebenarmen und Überlaufpfützen der ehemals im breiten Kiesbett umlagernden Isar (zur Bedeutung solcher lateralen Habitate für die Artenvielfalt von Furkationsflüssen vgl. auch Karaus et al. 2004) bzw. natürlich auch Ausbau mit Stau-/Stützkraftstufen ins Gewicht fallen dürfte. Andererseits lassen sich auf dem gegebenen groben Niveau aber auch Gründe für eine biozönotische Angliederung der unteren Isar an die autochthonen Hügellandflüsse finden, so etwa der späte Zufluss der abflussstarken Amper, einem epipotamal geprägten Talmäanderfluss, der noch dazu aus einem in der Jungmoräne besonders weit vorgeschobenen großen See entwässert (Ammersee), die lange Laufstrecke der Isar durch das Tertiärhügelland oder etwa auch die hohe Dominanz der harten quarzitischen Schotter der Oberen Süßwassermolasse im Geschiebe der unteren Isar (vgl. Karl & al. 1977: 186).

Was die Arteninventare der Flüsse anbelangt, so ist natürlich davon auszugehen, dass diese heute mehr oder weniger stark fragmentiert sind. Auch einzelne Totalverluste sind für das Untersuchungsgebiet bereits zu unterstellen, bei den Köcherfliegen dokumentiert etwa für *Rhyacophila pascoei* McLachlan, 1879 und

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Platyphylax frauenfeldi Brauer, 1857 (beide Inn [Gruppe 3], nach Adlmannseder 1973; *R. pascoei* auch München-Moosach [eventuell Würmsystem, Gruppe 4] nach Döhler 1950, vgl. auch Berthold 2001). Zumindest die Fragmentierung dürfte jedoch durch die Wahl möglichst naturnaher Abschnitte und das umfangreiche Datenmaterial weitreichend kompensiert worden sein, so dass für die in Tabelle 2 dokumentierten Gruppeninventare von einer relativ hohen Vollständigkeit ausgegangen werden darf. Ganz anders sieht es aus, wenn es um die Identifizierung von Charakterarten bzw. Trennarten geht. Es ist naheliegend, dass auch anthropogen bedingte Seltenheit zu niedrigen Indikatorwerten führen und so eine enge Bindung an bzw. hohe Spezifität für eine Gruppe verschleiern kann. Weiterhin kann eine degradierungsbedingt "falsche" Zuordnung von Flussabschnitten zu einer biozönotischen Gruppe Verzeichnungen bewirken, da der anthropogene Biozönosenwechsel in aller Regel nicht vollständig ist.

Für den Einsatz in der Praxis müssten deshalb die Gruppeninventare, wie sie hier beispielhaft für die Köcherfliegen niedergelegt sind, auf Grundlage von Daten zur allgemeinen Habitatbindung und Verbreitung der Arten überprüft und ggf. nachbearbeitet werden, wie auch bereits von Schmidt-Kloiber (2002) dringend empfohlen. Da dies aber nicht Gegenstand der Arbeit ist, sind in Tabelle 2 die Rote Liste-Status der einzelnen Arten als Maß ihrer Seltenheit dokumentiert, um die Indikatorwerte ggf. vor diesem Hintergrund wichten zu können. Zu beachten ist ferner, dass die Indikatorwerte natürlich nur auf die Flüsse zu beziehen sind und ein entsprechender Abgleich mit der Bachfauna der jeweiligen Räume nicht durchgeführt wurde. Zur Orientierung ist deshalb den Arten in Tabelle 2 der Längsregionsindex beigefügt.

Dank

Unser besonderer Dank gilt Frau Dr. Brigitte Lenhart, Wasserwirtschaftsamt Weilheim, und Herrn Armin Weinzierl, Regierung von Niederbayern Landshut. Frau Lenhart ermöglichte uns durch die von ihr initiierten und betreuten Längsschnitt-Studien an Ammer, Isar, Loisach und Lech den entscheidenden Einstieg in die Biozönologie der südbayerischen Flüsse. Armin Weinzierl verdanken wir sehr umfangreiche Bestandsdaten, eine vieljährige, immer prompte Betreuung bei Fragen der Determination, Ökologie und Verbreitung der Köcherfliegen (und Steinfliegen), eine Reihe wichtiger Diskussionen über die zentralen Aspekte der vorliegenden Arbeit und die kritische Durchsicht einer früheren Fassung des Manuskripts. Für die Durchsicht des Manuskripts und Diskussionen zum Thema danken wir auch unseren Kollegen Dr. Astrid Schmidt-Kloiber, Wien, und Wolfram Sondermann, Ludwigshafen, für die Durchsicht der englischen Zusammenfassung Frau Dr. Marion Kotrba, Zoologische Staatssammlung München. Eine Reihe weiterer Freunde und Kollegen unterstützten uns mit Daten sowie mit Rat und Tat bei Fragen der Auswertung, Darstellung und Interpretation; ihnen allen seit herzlich gedankt: Manfred Colling, Unterschleißheim; Antonie Dorn, Wasserwirtschaftsamt München; Dr. Wolfram Graf, Wien; Werner Hackbarth, Karlsruhe; PD Dr. Daniel Hering, Universität Essen; Dr. Benno Kügel und Michaela Schmidt, Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt; Dr. Michael Marten, Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe; Alfred Ringler, Walpertskirchen; Dr. Armin Rose, Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung Wilhelmshaven, Dr. Jürgen Schmidl, Nürnberg; Dr. Martin Sorg, Neukirchen-Vluyn.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

Adlmannseder, A. (1973): Insektenfunde an einigen oberösterreichischen Fließgewässern, unter besonderer Berücksichtigung der Trichopteren und Ephemeropteren sowie einige Bemerkungen über ihre Biozönose.- Jahrbuch des oberösterreichischen Musealvereins 118: 227-246, Linz

Bauer, A. (1998): Anwendung der Datenbank Autökologie. Einweisung in die technische Handhabung.- In: Schmedtje, U., I.. Schlösser & D. Strauch: Dienstbesprechung Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung 1998. Kurzfassungen der Beiträge.- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Materialien 77: 155-167, München

Bauer, J., S. Schneider, F. Foeckler, O. Deichner, R. Lehmann, B. Kifinger, M. Hubmann, E. Künz, C. Moritz & T. Ritzenfeld (2004): Makrozoobenthos-Gewässertypologie südbayerischer Fließgewässer.- Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsbericht 2003 (Köln), 62-67, Berlin

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (ed.) (1978): Verzeichnis der Bach- und Flußgebiete in Bayern mit Gewässeratlas 1: 200.000. Teil 1, Text und Teil 2, Karten.- 368 pp. + Karten, München

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (ed.) (1990): Biologische Gewässeranalyse in Bayern.- Informationsberichte Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 4/90: 1-221, München

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (ed.) (2003): Integrierte ökologische Bewertung von bayerischen Fließgewässern südlich der Donau.- Materialien des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 109: 186 pp., München

Braukmann, U. (1987): Zoozönologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie.- Archiv für Hydrobiologie Beiheft 26: 1-355, Stuttgart

Briem, E. (2003): Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland.- ATV-DVWK Arbeitsbericht, Mappe mit Textband, Steckbriefen, Kurzfassung, 4 Karten, Hennef

Briem, E. & J. Mangelsdorf (2002): Fließgewässerlandschaften in Bayern.- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (ed.), 96 pp. + Karten und Gewässer-Steckbriefe, München

Burmeister, E.-G. (1985): Bestandsaufnahme wasserbewohnender Tiere der oberen Alz (Chiemgau, Oberbayern). 1982 und 1983 mit einem Beitrag (III.) zur Köcherfliegenfauna Oberbayerns (Insecta, Trichoptera).- Berichte der ANL 9: 4-28, Laufen

Burmeister, E.-G. (1990): Makroinvertebraten der Isar und ihrer Nebengewässer in und südlich von München.- Lauterbornia 4: 7-23, Dinkelscherben

Burmeister, E.-G. (1991a): Bestandsaufnahme aquatischer Makroinvertebraten der Amper und ihrer Nebengewässer zwischen Schöngeising und Dachau.- Lauterbornia, Dinkelscherben, 9: 1-19

Burmeister, E.-G. (1991b): Die Fauna aquatischer Insekten ausgewählter Kleingewässer im Isareinzugsgebiet nördlich Landshut (Niederbayern) unter Einbeziehung weiterer Makroinvertebratengruppen.- Berichte der ANL 15: 131-147, Laufen

Delong, M. D. & M. A. Brusven (1998): Macroinvertebrate community structure along the longitudinal gradient of an agriculturally impacted stream.- Environmental Management 22(3): 445-457, New York

DIN 38 410 Teil 2, Oktober 1990, Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M). Bestimmung des Saprobienindex (M2).- Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 18 pp., Berlin

Döhler, W. (1950): Zur Kenntnis der Gattung Rhyacophila im mitteleuropäischen Raum (Trichoptera).- Archiv für Hydrobiologie 44: 271-293, Stuttgart

Dorn, A. (1999): Einige bemerkenswerte Heptageniidae aus Bayern (Insecta: Ephemeroptera).- Lauterbornia 37: 11-18, Dinkelscherben

Dorn, A. & A. Weinzierl (1999): Nochmals: Stein- und Köcherfliegen-Nachweise entlang der Münchener Isar (Insecta: Plecoptera, Trichoptera).- Lauterbornia 36: 3-7, Dinkelscherben

Dufrêne, M. & P. Legendre (1997): Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach.- Ecological Monographs 67(3): 345-366, Washington

Fink, M. H., O. Moog & R. Wimmer (2000): Fließgewässer-Naturräume Österreichs.- Umweltbundesamt Monographien 128: 110 pp., Wien

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Gessner, F. (1953): Die Limnologie des Naturschutzgebietes Seeon.- Archiv für Hydrobiologie 47: 553-624, Stuttgart

Grimm, R. (1986): Beitrag zur Kenntnis der Eintagsfliegenfauna der Iller (Ephemeroptera).- Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 36(4): 95-102, München

Hering, D. (1995a): Nahrungsökologische Beziehungen zwischen limnischen und terrestrischen Zoozönosen im Uferbereich nordalpiner Fließgewässer.- Dissertation Fachbereich Biologie, Philipps-Universität, 207 pp., Marburg

Hering, D. (1995b): Die Wasserinsektenfauna einiger nordalpiner Flußauen (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera).- Lauterbornia 22: 31-49, Dinkelscherben

Hill, M. O. & H. G. Gauch (1980): Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique.- Vegetatio 42: 47-58, Dordrecht

Hoffsten, P.-O. (1999): Distribution of filter-feeeding caddisflies (Trichoptera) and plankton-drift in a Swedish lake-outlet stream.- Aquatic Ecology 33: 377-386, Dordrecht

Horion, A. (1941): Faunistik der deutschen Käfer. Band I: Adephaga-Caraboidea.- 463 pp., (Verlag Lichtner) Wien

Horion, A.(1949): Faunistik der Mitteleuropäischen Käfer. Band II: Palpicornia - Staphylinoidea außer Staphylinidae.- 388 pp., (V. Klostermann) Frankfurt a.M.

Illies, J. (1952): Die bayerischen Plecopteren der Zoologischen Sammlung des Bayerischen Staates.- Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 1(7): 49-51 und 1(8): 58-60, München

Illies, J. (1959): 62. Die Steinfliegen des Lechgebietes.- Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg 10: 5-12, Augsburg

Illies, J. (1966): Die Verbreitung der Süßwasserfauna Europas.- Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 16: 287-296, Stuttgart

Illies, J. (ed.) (1967): Limnofauna Europaea. Eine Zusammenstellung aller die europäischen Binnengewässer bewohnenden mehrzelligen Tierarten mit Angaben über ihre Verbreitung und Ökologie 1. Auflage.- X + 474 pp., 1 Karte, (Gustav Fischer Verlag) Stuttgart

Illies, J. (ed.) (1978): Limnofauna Europaea. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage.- 532 pp. + 1 Karte, (Gustav Fischer Verlag) Jena

Illies, J. & L. Botosaneanu (1963): Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique.- Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 12: 1-57, Stuttgart

Jongmann, R. H. G., C. J. F. Ter Braak & O. F. R. Van Tongeren (eds) (1995): Data analysis in community and landscape ecology.- 299 pp., (Cambridge University Press) Cambridge

Jungwirth, M., G. Haidvogl, O. Moog, S. Muhar & S. Schmutz (2003): Angewandte Fischökologie.- 547 pp., (Facultas Verlags- und Buchhandels AG) Wien

Karl, J., J. Mangelsdorf & K. Scheurmann (1977): Die Isar, ein Gebirgsfluß im Spannungsfeld zwischen Natur und Zivilisation.- Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Bergwelt 42: 175-224, München

Karaus, U., H. Guillong & K. Tockner (2004): The contribution of lateral habitats to aquatic-macroinvertebrate diversity along river corridors.- Manuskript eingereicht: Biological Conservation, Amsterdam

Krebs, C. J. (1989): Ecological methodology.- 654 pp., (Harper Collins Publishers) New York

Lance, G. N. & W. T. Williams (1966): Computer programs for classification.- Proceedings of the Australian Committee on Computation and Automatic Control Conference Mai 1966, Paper 12/3, Canberra

Legendre, P. & L. Legendre (1998): Numerical Ecology. 2nd English Edition.- 853 pp., (Elsevier Science) Amsterdam

Malicky, H. (1983a): Atlas der Europäischen Köcherfliegen.- Series Entomologica Volume 24, 298 pp., (Dr. W. Junk Publishers) The Hague

Malicky, H. (1983b): Argumente zur Existenz und Chorologie mitteleuropäischer (extramediterraneuropäischer) Faunen-Elemente.- Entomologia Generalis 9: 101-119, Stuttgart

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Malicky, H. (1983c): Chorological patterns and biome types of European Trichoptera and other freshwater insects.- Archiv für Hydrobiologie 96: 223-244, Stuttgart

Malicky, H. (1984): The distribution of Hydropsyche guttata Pictet and H. bulgaromanorum Malicky (Trichoptera: Hydropsychidae), with notes on their bionomics.- Entomologist's Gazette 35: 257-264, London

Malicky, H. (1990): Revision der Gattung Melampophylax Schmid, 1955 (Trichoptera, Limnephilidae).- Nachrichtenblatt der bayerischen Entomologen 39(1): 1-13, München

Malicky, H. (2003): Lichtfallenfang von Köcherfliegen (Insecta, Trichoptera) bei Stift Schlägl (Mühlviertel; Oberösterreich), mit Bemerkungen über die Trichopterenfauna des österreichischen Anteils des Böhmerwaldes.- Silva Gabreta 9: 167-178, Vimperk

Margreiter-Kownacka, M. (ed.) (1993): Die Makrozoobenthos-Gemeinschaften der Oberen Alz - Bestandsaufnahme.- 36 pp., (Institut für Ökometrie) Wien, Kraków

Mauch, E. & T. Wittling (1994): Abundanzschätzung bei der biologischen Gewässeranalyse - Möglichkeiten und Grenzen.- Limnologica 24: 147-151, Jena

Mauch, E. & T. Wittling (2001): Die Makroinvertebraten von Lech und Wertach im Stadtgebiet von Augsburg.- In: Der Nördliche Lech - Lebensraum zwischen Augsburg und Donau.- Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e.V., Sonderbericht 2001: 209-214, Augsburg

McCune, B. & M. J. Mefford (1997): PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, Version 3.0.- (MjM Software Design) Gleneden Beach, OR

Mendl, H. (1988): Zur Plecopteren-Fauna der "Rest-Iller" zwischen Memmingen und Ulm.- Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Arbeitskreises Kempten/Allgäu 28(1/2): 29-35, Kempten

Meynen, E. & J. Schmithüsen (eds) (1953-1962): Handbuch der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands.- 1278 pp., (Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung) Bad Godesberg

Moog, O. (1994): Ökologische Funktionsfähigkeit des aquatischen Lebensraums.- Wiener Mitteilungen Wasser, Abwasser, Gewässer 120: 15-59, Wien

Moog, O. (ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca. Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Lieferung Mai/95.- Wasserwirtschaftskataster, (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft) Wien

Moog, O., A. Schmidt-Kloiber, T. Ofenböck & J. Gerritsen (2001): Aquatische Ökoregionen und Fließgewässer-Bioregionen Österreichs. Eine Gliederung nach Geoökologischen Milieufaktoren und Makrozoobenthos-Zönosen.- 106 pp., (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) Wien

Ökokart (1996-1999): Neubau der Lechstaustufe 8a Kinsau. Ökologische Beweissicherung und zoologische Untersuchungen zum Landschaftspflegerischen Begleitplan. Erhebungsphasen 1995 und 1999, mit Sonderuntersuchung "Dynamisierung der Restwasserabgabe für die Freie Fließstrecke des Lechs 1998".- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Bayernwerk AG, in Zusammenarbeit mit Büro Jerney; München

Ökokart (1998): UVU zum Ausbau der Abwasserreinigungsanlage der Papierfabrik Geb. Lang GmbH, Ettringen/Wertach. Fachbeitrag Fauna.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Fa. Wedeco GmbH Herford, in Zusammenarbeit mit Dr. Blasy + Mader, Beratende Ingenieure, Eching am Ammersee; München

Ökokart (2000a): Untersuchung der Ammer im Längsverlauf, unter Einschluss des Halbammer-Unterlaufs und der Mündungsbereiche von Unterer Ach und Eyach (Oberbayern, Landkreise Garmisch-Partenkirchen und Weilheim-Schongau). Makrozoobenthos 1999/2000.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Weilheim; München

Ökokart (2000b): UVS zum geplanten Bau einer Betriebskläranlage (ZA-BA) des SKW-Werks Trostberg, Lkr. Traunstein/Oberbayern. Gewässerfauna der Alz und des Alzkanals.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der SKW Trostberg, in Zusammenarbeit mit Dr. Blasy + Mader, Beratende Ingenieure, Eching am Ammersee; München

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Ökokart (2001a): Untersuchungen zur Makrozoobenthos-Fauna im Längsverlauf der Oberen Isar zwischen unterhalb Sylvensteinspeicher und südlich München, unter besonderer Berücksichtigung der Restwasserstrecke Mühlthal, Isar Fkm 223,0 bis 163,3 (Oberbayern, Landkreise Bad Tölz-Wolfratshausen und München).- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Weilheim und der Regierung von Oberbayern; München

Ökokart (2001b): Gewässerpflegeplan Erlau (Gewässer 2. Ordnung), Landkreise Passau und Freyung-Grafenau. Fachbeitrag Makrozoobenthos/Gewässerbiologie.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Passau, in Zusammenarbeit mit Büro Aßmann, Obernzell; München

Ökokart (2001c): Geplante Hochwasserfreilegung des Geländes der Fa. Vogt/Erlau. Landschaftspflegerischer Begleitplan. Fachbeitrag Makrozoobenthos/Gewässerbiologie. - Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Fa. Vogt, Erlau, in Zusammenarbeit mit Büro Aßmann, Obernzell; München

Ökokart (2002a): Untersuchung der Loisach im Längsverlauf (Lkr. Garmisch-Partenkirchen und Bad Tölz-Wolfratshausen): Makrozoobenthos 2002.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Weilheim; München

Ökokart (2002b): Untersuchungen zur geplanten Stauerhöhung der Wasserkraftanlage Dietl, Laufenau/Alz: Makrozoobenthos und Uferlaufkäfer (Nullaufnahme).- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag E-Werk Johann Dietl, Altenmarkt, in Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. Dieter Löschner, Landschaftsarchitekt, Altötting; München.

Ökokart (2003a): Untersuchung des Makrozoobenthos der Loisach. Renaturierungsstrecke in der unteren Schönmühler Schleife, Fkm 31 (Lkr. Weilheim-Schongau).- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Weilheim; München

Ökokart (2003b): Altmühl in Eichstätt. Funktionsanalyse von zwei neuen Umgehungsbächen zu den Wehranlagen beim Freibad und bei Rebdorf. Fische und Wasserlebende Wirbellose.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Ingolstadt; München

Ökokart (2004): Untersuchung des Lech im Längsverlauf (Schwaben: Lkr. Ostallgäu; Oberbayern: Lkr. Weilheim-Schongau und Lkr. Landsberg). Makrozoobenthos 2003.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Wasserwirtschaftsämter Weilheim und Kempten; München

Ökokart (in Vorb.): Paar, Gewässer I. Ordnung. Gewässerökologisches Gutachten für die "Alte Paar" im Rahmen der Gewässerentwicklungsplanung Paar (Lkr. Neuburg-Schrobenhausen). Fachbericht Makrozoobenthos und Fische. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Ingolstadt, in Zusammenarbeit mit Büro Hadatsch, Hohenlinden; München

Orendt, C. (1995): Die Evertebratenfauna eines Seitengewässer-Systems der Alz/Inn bei Altenmarkt/Oberbayern mit Nachweis von Setodes argentipunctellus (McLachlan), einer 'ausgestorbenen' Köcherfliegenart.- Lauterbornia 20: 55-63, Dinkelscherben

Orendt, C. (2002): Biozönotische Klassifizierung naturnaher Flussabschnitte des nördlichen Alpenvorlandes auf Grundlage der Zuckmücken-Lebensgemeinschaften (Diptera: Chironomidae).- Lauterbornia 44: 121-146, Dinkelscherben

Pitsch, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasserköcherfliegen (Insecta: Trichoptera).- Landschaftsentwicklung und Umweltfragen, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU, Sonderheft S8, 316 pp, Berlin

Pottgießer, T. & M. Sommerhäuser (2004): VIII-2.1 Fließgewässertypologie Deutschlands. Die Gewässertypen und ihre Steckbriefe als Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. In: Steinberg, C., W. Calmano, H. Klapper & R.-D. Wilken (eds): Handbuch Angewandte Limnologie.- 19. Ergänzungslieferung 7/04, 1-16 + Anhang (ecomed-Verlag), Landsberg am Lech

Robert, B. (2001): Verzeichnis der Köcherfliegen (Trichoptera) Deutschlands. Die Köcherfliegen-Fauna Deutschlands: Ein kommentiertes Verzeichnis mit Verbreitungsangaben.- In: Klausnitzer, B. (ed.): Entomofauna Germanica 5.- Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft 7: 107-151, Dresden

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Rose, A.(2000): Räumliche und zeitliche Verteilungsmuster der Kurzflügelkäfer (Coleoptera, Staphylinidae) auf Nordseee-Düneninseln unterschiedlicher Sukzessionsstadien.- Dissertation Fachbereich Biologie, Geo- und Umweltwissenschaften, Universität Oldenburg, Archiv zoologischer Publikationen 5, 220 pp. + Anhang, Nümbrecht-Elsenroth

Scheurer, M. & W. Ahlmer (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste.- Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 164 (Beiträge zum Artenschutz 24): 1-372, Augsburg

Schmedtje, U. & M. Colling (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna.- Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/96, 543 pp., München

Schmidt-Kloiber, A. (2002): Deduktion der Fließgewässer-Bioregionen auf Basis multivariater Analysen der Wirbellosen Bodenfauna.- Dissertation Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur, 150 pp., Wien

Schulte, H. & A. Weinzierl (1990): Beiträge zur Faunistik einiger Wasserinsektenordnungen (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera) in Niederbayern.- Lauterbornia 6: 1-83, Dinkelscherben

Seitz, G. (1992): Verbreitung und Ökologie der Kriebelmücken (Diptera: Simuliidae) in Niederbayern.- Lauterbornia 11: 1-230, Dinkelscherben

Seitz, G. (1994): Neue und bemerkenswerte Kriebelmückenfunde (Diptera: Simuliidae) für die deutsche Fauna.- Lauterbornia 15: 101-109, Dinkelscherben

Ssymank, A., U. Hauke, C. Rückriem & E. Schröder (1998): Das Europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutz-Richtlinie.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53: 560 pp., Bonn-Bad Godesberg

Ulmer, G. (1920): Die Trichopterenfauna Deutschlands. III. Bayern.- Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenkunde 16 (1920), 9/10: 183-186 und 11/12: 206-218, Berlin

Ward, J. H. (1963): Hierachical grouping to optimize an objective function.- Journal of the American Statistical Association 58: 236-244, Alexandria

Weinzierl, A. (2003): Rote Liste gefährdeter Köcherfliegen (Trichoptera) Bayerns.- Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 166: 213-216, Augsburg

Weinzierl, A. & A. Dorn (1989): Stein- und Köcherfliegen-Nachweise entlang der Münchener Isar (Insecta: Plecoptera, Trichoptera).- Lauterbornia 1: 6-22, Dinkelscherben

Weinzierl, A. & A. Dorn (1995): Neue und wiedergefundene Köcherfliegen (Trichoptera) für Bayern.- Lauterbornia 20: 34-48, Dinkelscherben

Weinzierl, A. & A. Dorn (2002): Köcherfliegenfänge in der Innenstadt von Landshut an der Isar, 1985-2000.- Lauterbornia 43: 39-42, Dinkelscherben

Weinzierl, A. & G. Seitz (1993): Raptobaetopus tenellus (Albarda 1878) (Ephemeroptera, Baetidae) im Bayerischen Donaugebiet.- Lauterbornia 13: 21-24, Dinkelscherben

Wimmer, R. & O. Moog (1994): Flussordnungszahlen österreichischer Fließgewässer.- Umweltbundesamt Monographien 51: 1-581, Wien

Wittmann, O. (1991): Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern. Übersichtskarte 1:1.000.000 und Abhängigkeitsbeziehungen der Bodennutzung. 2. Auflage.- Geologisches Landesamt Fachberichte, 5: 5-48 + Karte, München

Wörndle, A. (1950): Die Käfer von Nordtirol. Faunistisches Verzeichnis der aus dem Gebiet bisher bekannt gewordenen Koleopteren.- Schlern Schriften 64 (Universitätsverlag Wagner), 388 pp., Innsbruck

Anschrift der Verfasser: Dipl.-Biol. Ullrich Heckes und Dipl.-Biol. Monika Hess, ÖKOKART, Wasserburger Landstraße 151, D-81827 München.

Manuskripteingang: 2005-01-12

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lauterbornia

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: 2005_54

Autor(en)/Author(s): Heckes Ullrich, Hess Monika

Artikel/Article: Die biozönotische Gliederung der Flüsse des bayerischen Alpenraumes auf Basis des Makrozoobenthos, unter besonderer Berücksichtigung der Köcherfliegen (Trichoperta). 5-44