

# Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz

Harald Plachter

Inhaltsverzeichnis:	Seite
1. Einleitung . . . . .	119
2. Beschreibung der Untersuchungsgebiete und Arbeitsmethoden . . . . .	120
3. Veränderungen der Fauna entlang des Flusses . . . . .	125
4. Vergleich unterschiedlicher Habitattypen . . . . .	130
5. Anthropogene Veränderungen der Fauna . . . . .	134
6. Charakterisierung der Kiesbankfauna . . . . .	136
6.1 Arten- und Typenspektrum . . . . .	136
6.2 Anpassungen an den spezifischen Lebensraum . . . . .	139
7. Schlußfolgerungen für den Naturschutz . . . . .	141
8. Zusammenfassung, Summary . . . . .	142
9. Literaturverzeichnis . . . . .	145

## 1. Einleitung

Unter den mitteleuropäischen Landschaftstypen kommt den Flußtäälern in vieler Hinsicht eine Sonderstellung zu. Sie sind bevorzugte Routen für die saisonalen Wanderungen von Tieren. Die Ausbreitung vor allem thermophiler Tier- und Pflanzenarten folgt häufig den Talräumen (vgl. BRESINSKY 1965, ELLENBERG 1978, de LATIN 1967, MÜLLER 1980). Gut dokumentierte Beispiele für die Ausbreitung von Tierarten entlang unserer Flußläufe sind u. a. die Einwanderung der Wespenpinne (*Argyope bruennichi*) nach Süddeutschland (GAUCKLER 1967/68) und die aktuelle Verbreitung der Mauereidechse (*Lacerta muralis*) in Deutschland (MÜLLER 1976).

Trotz einer weitgehenden Umgestaltung der mitteleuropäischen Landschaften durch den Menschen in den zurückliegenden Jahrzehnten sind nach wie vor viele Tierarten in ihrer Verbreitung völlig oder überwiegend auf die Talräume größerer Fließgewässer beschränkt (PLACHTER 1984). Beispiele lassen sich für alle Wirbeltierklassen angeben (BEZZEL et al. 1980, HECKENROTH 1985, KAHMANN 1952, MÜLLER 1976, NITSCHKE & PLACHTER 1986, TEROFAL 1977 u. a.), sie finden sich aber ebenso bei vielen Klassen der Wirbellosen, so z. B. bei Schmetterlingen (vgl. KNEITZ et al. 1979, LÖSER & REHNELT 1979), Netzflüglern (GAUCKLER 1954) und Käfern (FREUDE et al. 1964-76, HORION 1941-74). In der Botanik ist der Begriff der »Stromtalpflanze« fest eingeführt (vgl. u. a. OBERDORFER 1970). Flußtäälern zeichnen sich, verglichen mit der umgebenden Landschaft, durch überdurchschnittlich hohe Artenzahlen aus. Dies kann z. B. durch flächendeckende Rasterkartierungen sehr anschaulich gezeigt werden (NITSCHKE & PLACHTER 1986). Bei der Entwicklung von Zielvorstellungen des Naturschutzes sollte deshalb den Talräumen mitteleuropäischer Flüsse besondere Beachtung geschenkt werden (PLACHTER 1983 b, 1984).

Die vergleichsweise hohe Artendichte in Talräumen größerer Fließgewässer hat zum einen ihre Ursache in den besonderen klimatischen Bedingungen (»Wärmeinseln«). Zum anderen ist dort von

jeher eine besonders hohe Biotopvielfalt vorhanden, die auf kleinem Raum von nassen, häufig überschwemmten Lebensräumen auf den Talböden bis zu extrem trockenen an Steilhängen, von völlig vegetationsfreien bis zu dicht bewachsenen Standorten unterschiedlicher Vegetationsstruktur reicht. Ein beträchtlicher Teil dieser Lebensraumtypen verdankt seine Entstehung und seinen Fortbestand der Dynamik des Flusses selbst. Auch unter natürlichen, vom Menschen unbeeinflussten Verhältnissen waren solche fließgewässerabhängigen Landlebensräume auf die Talräume beschränkt, waren dort aber oft sicher recht häufig und verbreitet. Anthropogene Landschaftsveränderungen haben die meisten dieser Lebensräume in Mitteleuropa auf geringe, oft gestörte Restbestände zurückgedrängt. Zentrale Bedeutung haben in diesem Zusammenhang wasserwirtschaftliche Maßnahmen. Sie beeinflussen einerseits das Flußregime unmittelbar und ermöglichen andererseits mittelbar die Erschließung, Kultivierung oder anderweitige Nutzung naturnaher Flächen im ehemaligen Einflußbereich des Flusses. Die Veränderungen sind so grundlegend, daß es heute oftmals schwerfällt, ein hinreichendes Bild von der Situation zu gewinnen, die noch vor wenigen Generationen in den Talräumen mitteleuropäischer Flüsse herrschte (BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1984, BURMEISTER 1985, FITTKAU & REISS 1983, GERKEN 1983, KINZELBACH 1978, MICHELER 1953, 1956, SCHRETZENMAYR 1956, SEIBERT 1971).

Zu den charakteristischen Lebensräumen der Flußtäälern zählen verschiedene Typen vegetationsarmer oder vegetationsfreier Standorte (Ufer, Bänke, Steilstufen, Erosionsflächen, Wurzelteller gestürzter Bäume, »Brennen«, Felsschutthalden, Felsen, offene Sandflächen etc.). Sie verdanken teilweise ihre Entstehung den periodischen Überschwemmungen des Flusses und der hiervon ausgehenden Erosion bzw. Sedimentation. Erosion und längere Überflutungen beseitigen auf Teilflächen regelmäßig die Vegetation und setzen die biotische Sukzession auf ein frühes Stadium zurück. An anderen Stellen wird mitgeführtes anorganisches Material in Form von Auflandungen und Bänken abgesetzt, denen

zunächst ebenfalls eine Vegetationsdecke fehlt. Während zu anderen fließgewässerabhängigen Biotoptypen (Auwälder, Altwässer usw.) inzwischen umfassende Untersuchungen vorliegen, fehlen solche für etliche vegetationsarme Standorte nach wie vor. Die hohe Bedeutung solcher Standorte für die Sicherung der biotischen Vielfalt der mitteleuropäischen Landschaften und einer Vielzahl bestandsbedrohter Arten ist inzwischen gut belegt (vgl. u. a. BLAB 1984, DINGETHAL et al. 1981, HAESELER 1972, HEBAUER 1984, KREBS & WILDERMUTH 1976, LOSKE 1984, MERKEL 1980, MIOTK 1979, PLACHTER 1983 a, 1985 a, WESTRICH 1985, WESTRICH & SCHMIDT 1985, WILDERMUTH & KREBS 1983). Je länger ein bestimmter Biotoptyp bzw. eine bestimmte räumliche Konfiguration von Habitaten bereits existiert, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, daß sich Arten oder Lebensgemeinschaften an die jeweils spezifischen Umweltbedingungen angepaßt haben. In Anbetracht der aus evolutionsbiologischer Sicht rasanten Landschaftsveränderungen in Mitteleuropa sind solche Standorttypen deshalb vorrangig schutzwürdig.

Im Bereich der Umlagerungsstrecken dealpiner und demontaner Flüsse bedeckten vegetationsfreie Kies- und Schotterbänke früher weite Flächen (vgl. Foto 1). Sie sind typische uferbegleitende Standorte insbesondere der in den nördlichen Kalkalpen entspringenden Flußläufe. Die wenigen in Süddeutschland übriggebliebenen naturnahen Restflächen, so z. B. im Oberlauf der Isar, unterliegen nur noch bedingt der ursprünglichen Fließgewässerdynamik (SCHAUER 1984, SEIBERT 1971, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972). Umfangreichere uferbegleitende Kiesablagerungen finden sich ferner punktuell an den Mittelläufen mehrerer dealpiner Flüsse (Isar, Lech, Donau, Iller) in allerdings stark verbauten Bereichen (Ausleitungsstrecken). In den Unterläufen beschränken sich vegetationsfreie Kiesstandorte i. d. R. auf schmale, oft künstlich geschüttete Ufersäume.

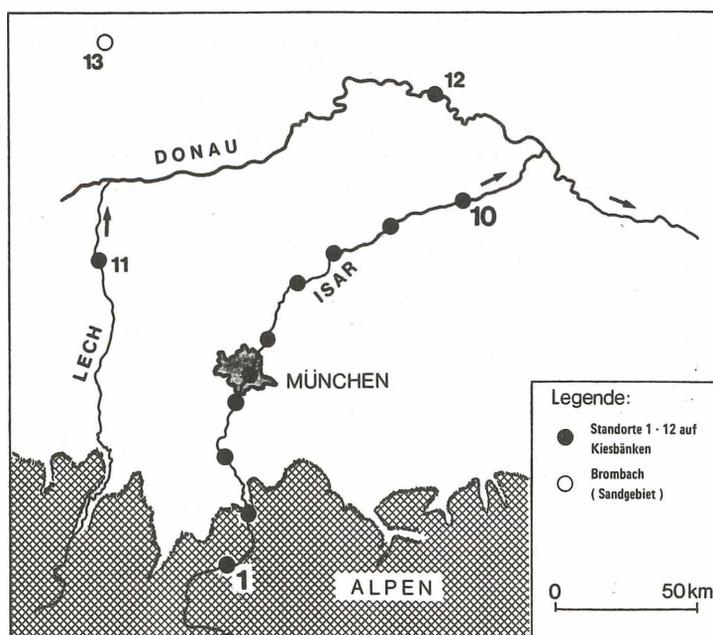
Vegetationsfreie Flußufer bzw. Kies-, Sand- und Schlammabänke beherbergen eine sehr spezifische Fauna mit einem hohen Anteil eng biotopgebun-

dener (stenotoper) Arten (ANDERSEN 1969, BAIRLEIN 1976, BEZZEL 1982, GOFF 1952, HEFLEY 1937, KARVONEN 1945, KNÜLLE 1953, KROGERUS 1948, KÜHNELT 1943, LEHMACHER 1978, LEHMANN 1965, PALM & LINDROTH 1936, PALMÉN & PLATONOFF 1943, SCHEERPELTZ 1927). Im Hinblick auf den rapiden Rückgang solcher Standorte in Mitteleuropa soll nachfolgend die Fauna vegetationsarmer Kiesbänke und -ufer vergleichend beschrieben werden. Untersuchungen ausgewählter wirbelloser Tiergruppen an einigen südbayerischen Flüssen sollen einen Einblick geben in die Struktur der Lebensgemeinschaften, ihre Abfolge entlang des Flußlaufes und mit zunehmender Entfernung vom Ufer sowie in die Auswirkungen anthropogener Eingriffe und sollen hiermit gezieltere Maßnahmen zu ihrem Erhalt ermöglichen.

## 2. Beschreibung der Untersuchungsgebiete und Arbeitsmethoden

Als einziger größerer dealpiner Flußlauf Deutschlands besitzt die Isar noch auf ihrem gesamten Verlauf, wenngleich im Unterlauf nur noch sehr vereinzelt, ufernahe Kiesflächen. Relativ ausgedehnte, naturnahe Kies- bzw. Schotterbänke säumen den Fluß in den oberen Gewässerabschnitten. Hier kann noch von einer weitgehend natürlichen Zusammensetzung der Fauna ausgegangen werden, so daß gute Vergleiche zu den stärker veränderten Abschnitten des Mittel- und Unterlaufes möglich sind. Nach orientierenden Voruntersuchungen (1983) wurden deshalb an der Isar zwischen Vorderriß und Mamming (ca. 196 Flußkilometer) 10 Probenahmestellen in etwa gleichem Abstand auf Kiesbänken bzw. -ufem<sup>1)</sup> ausgewählt (Standorte 1–10; vgl. Abbildung 1). Sie liegen in Höhen zwischen 780 m NN und 360 m NN. Die Standorte 1 und (bedingt) 2 können noch dem alpinen Bereich zugerechnet werden. Hier und an

1) Im folgenden wird nicht zwischen »Kies« und »Schotter« unterschieden.



**Abbildung 1**

Übersichtskarte der untersuchten Standorte 1–13 an Isar, Lech, Donau und Brombach.

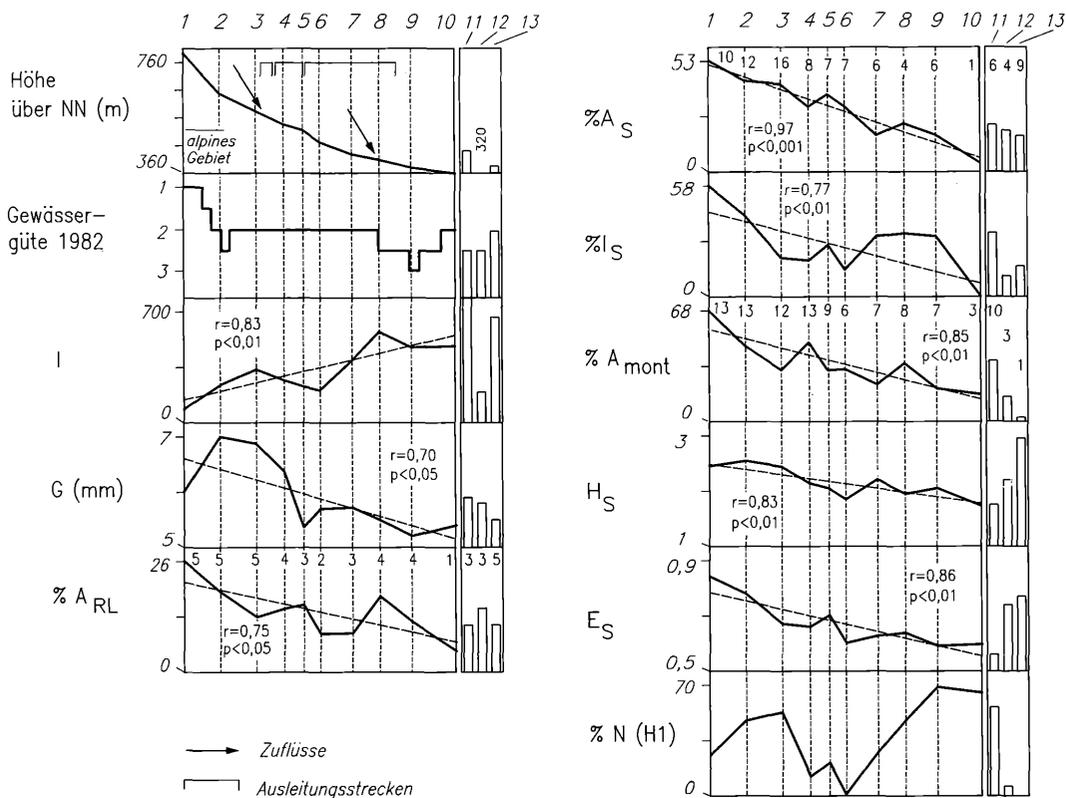


Abbildung 2

### Verlauf wichtiger abiotischer Werte und von Parametern der Laufkäferfauna (Carabidae) an der Isar (Standorte 1-10) und an den Standorten 11-13.

Für die Isarstandorte sind die Werte zu Kurvenzügen verbunden. Teilweise ist die errechnete Regressionsgerade eingezeichnet (gestrichelt). In den Diagrammen für Relativwerte (in %) sind über den Kurvenzügen die jeweiligen Absolutwerte angegeben. Gewässergüte nach einer Übersichtskarte der Obersten Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern und des Bayer. Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (Stand: Dezember 1982). I = Gesamtzahl Individuen (je 16 normierte Proben); G = durchschnittliche Körpergröße in Millimetern; % A<sub>RL</sub> = Anteil von Arten der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland (4. Fass.) (in %); % A<sub>S</sub> = Anteil regional oder landesweit seltener Arten (in %); % I<sub>S</sub> = Anteil von Individuen regional oder landesweit seltener Arten an allen gefangenen Individuen (in %); % A<sub>mont</sub> = Anteil montaner bzw. alpiner Arten (in %); H<sub>S</sub> = Artendiversität nach SHANNON & WIENER (für die Artendiversität nach BRILLOUIN ist die Abnahme auf dem 5 %-Niveau gesichert); E<sub>S</sub> = Evenness; % N (H1) = Anteil der in Habitattp 1 gefangenen Individuen zum Gesamtfang.

Standort 3 ist die natürliche Dynamik eines Alpenflusses zumindest in Ufernähe noch erhalten, wengleich die Wasserführung bereits bei Standort 1 durch eine Ausleitung (Walchensee) vermindert und der Abfluß ab Standort 2 vergleichmäßig ist (Sylvensteinspeicher) (vgl. Abbildung 2, BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1979). Die Standorte 4 bis 8 liegen in Ausleitungsstrecken der Isar. Besonders die Ableitung von Isarwasser in den Mittleren Isar-Kanal reduziert das im Flußbett verbleibende Wasser an den Standorten 6 bis 7 drastisch. Auch an Standort 5 ist die Wasserführung bereits sehr deutlich verändert. Zu Normal- und Niedrigwasserzeiten speisen weitgehend seitliche Zuflüsse und Grundwasserzutritte das Gerinne. Nach Starkregenfällen kommt es dagegen innerhalb sehr kurzer Zeit zu erheblichen Hochwässern, die das Bett dann bis zur seitlichen Längsverbauung vollständig bedecken. Standort 8 befindet sich unmittelbar unterhalb der Ampermündung. Hier herrschen trotz Ausleitung naturnähere Verhältnisse.

Zu Vergleichszwecken wurde je ein weiterer Standort am unteren Lech (11), an der mittleren Donau (12) und an einem kleinen Bachlauf in Mittelfranken (13) mit Sandufern bzw. -bänken einbezogen (Brombach; vgl. PLACHTER 1985 a).

Zwischen dem 15.4. und dem 5.10.1984 wurden von allen 13 Standorten je 16 Proben ausgewählter Tiergruppen entnommen. Der Einsatz automatisch arbeitender Fallen schied wegen der zu großen Überschwemmungsgefahr im ufernahen Bereich aus. Als günstig erwies sich dagegen das normierte Absuchen bestimmter Areale auf den Bänken (vgl. ANDERSEN 1969). Zur Entnahme einer Probe wurde ein möglichst homogenes Gebiet von jeweils derselben Person über einen Zeitraum von 15 Minuten unter gleichen Randbedingungen abgesucht. Das Probenahmegebiet wurde langsam begangen, wobei oberflächliche Sedimentschichten bzw. Pflanzenteile durch Umdrehen näher untersucht wurden. Alle festgestellten Tiere wurden mit einem Exhaustor gefangen. Diese Methode schließt eine Anzahl systematischer Fehlerquellen ein, auf die

hier aber nicht näher eingegangen werden soll. Sie liefert jedoch bei kritischer Anwendung auf offenen, vegetationsarmen Standorten mindestens ähnlich gut vergleichbare Ergebnisse wie die üblichen Bodenfallen.

Kiesbänke sind im untersuchten Bereich hinsichtlich Mikroklima und Struktur grundsätzlich nicht homogen. Es können vielmehr mehrere Untereinheiten unterschieden werden, die auf allen Bänken und Ufern in mehr oder weniger typischer Ausprägung wiederkehren. Vier dieser Untereinheiten (Habitattypen) wurden bei der Probenahme unterschieden:

#### **Habitattyp 1:**

**Feuchter bis nasser, vegetationsfreier Unterstreifen** von maximal 3 m Breite. Besammelt wurden Abschnitte ohne Pflanzenhorste und ohne kompakte tote Pflanzenreste (Hochwassergenist) (Foto 1).

#### **Habitattyp 2:**

**Zentraler, i. d. R. sehr trockener Bereich der Bank** (Foto 2). Abgesucht wurden vegetationsfreie Kiesflächen ohne tote Pflanzenmassen. Vor allem im Oberlauf wechseln in den höhergelegenen Bereichen kiesige und sandige Abschnitte einander ab. Rein sandige Abschnitte wurden nicht besammelt.

#### **Habitattyp 3:**

**Pflanzenhorste und zusammengespülte tote Pflanzenteile (Genist) im Zentrum der Bänke** (vgl. Foto 8 und 9). Eine Auftrennung beider Standorttypen unterblieb, da sich auf der Bank Genist bevorzugt an bereits bestehenden Pflanzenhorsten ansammelt, andererseits älteres Genist Pflanzen günstige Ansiedlungsmöglichkeiten bietet. Vor allem zwischen höheren Pflanzenhorsten besteht der Oberboden überwiegend aus Feinsand. Die genauen Probenahmeumstände, einschließlich der Feuchtigkeitsverhältnisse sind im einzelnen bekannt und gehen in die Diskussion ein.

#### **Habitattyp 4:**

**Die äußere Begrenzung der Kiesbank bzw. des Kiesufers** bildet i. d. R. eine mehr oder weniger deutlich ausgebildete Steilstufe von etwa 0,5 bis 2 m Höhe (ersatzweise entsteht ein vergleichbarer Standort an der Längsverbauung). Das Substrat wechselt hier sehr abrupt von Kies zu feinem Lehm bzw. Schluff. Diese »Auelehmstufe« ist gleichzeitig die gewässernahe Grenze der geschlossenen Vegetation (Foto 10). Sie ist gewöhnlich dicht mit Gras oder krautiger Vegetation, oft auch mit Moosrasen bewachsen. Als äußerer Grenzbereich der Bank unterliegt sie zumindest im unteren Teil noch regelmäßigen Überschwemmungen, sie kann aber hinsichtlich Boden und Vegetationsstruktur andererseits bereits dem anschließenden Auwald zugeordnet werden.

Die jeweils 16 Einzelproben der Standorte 1 – 12 verteilen sich auf die Habitattypen wie folgt: Habitattypen 1 und 3 je 6 Proben, Habitattypen 2 und 4 je 2 Proben. An den Kiesbänken der dealpinen Flüsse treten die beschriebenen Habitattypen stetig auf. Entsprechende Habitate lassen sich sogar an den stark gestörten Standorten des Isar-Unterlaufes finden. An den Sandufern des Brombachs (13) konnte dagegen nur in vegetationsfreie und stark bewachsene Standorte (je 8 Proben) unterschieden werden.

Die Voruntersuchungen ergaben, daß Laufkäfer (Carabidae), Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) und Spinnen (Ara-

neae) den größten Teil der Arten und der Biomasse in den Landlebensgemeinschaften der Kiesbänke stellen. Auf sie richtete sich deshalb das Hauptaugenmerk der Untersuchungen. Die Laufkäferfänge wurden auch quantitativ ausgewertet, die Spinnen und Kurzflügelkäfer nur qualitativ. Bei letzteren wurden sehr kleine, schwer bestimmbare Formen weggelassen. Mit Ausnahme der Springschwänze (Collembola) und verschiedener aquatischer Arten traten andere Arthropoden in den Habitattypen 1–3 nur vereinzelt oder in wenigen Arten auf. Soweit erforderlich, sind sie in den Abs. 4 und 6 näher behandelt.

Die Bestimmung der Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und der übrigen erwähnten Wirbellosen erfolgte durch den Verfasser. Die Nomenklatur richtet sich bei ersteren nach FREUDE et al. 1964 – 1976. Herr Prof. Dr. D. BARNDT, Berlin, überprüfte die Bestimmungsergebnisse bei Kurzflügelkäfern, die Herren Dr. M. BAEHR, München und G. BRUNNE, Hamburg, übernahmen die Nachbestimmung einzelner Laufkäferarten. Die Bestimmung der Spinnen erfolgte durch Herrn Dipl. Biol. H. UHLENHAUT, Bayreuth. Der Verfasser ist den Genannten für ihre Hilfe zu großem Dank verpflichtet.

Nachfolgend werden die Standorte 1 – 13 im einzelnen kurz beschrieben:

#### **Standort 1:**

Isar zwischen Vorderriß und Fall (Fluß-km 232, Höhe üb. NN: 780 m). Ausgedehnte, reich strukturierte Kies- und Grobschotterbänke, dazwischen Feinsandabschnitte (Foto 1). Das Hohlräumssystem im Kies ist meist bis in große Tiefen frei von Schluff und organischen Resten. Örtlich sind die tieferen Lagen mit sauberem Feinsand zugesetzt. Punktuell über die Kiesflächen verteilt größere Genist- und Holzansammlungen; isolierte Pflanzenhorste sind seltener. In höheren Lagen artenreiche Vegetation (*Gypsophila*, *Euphrasia*, *Biscutella*, *Globularia*, *Dryas*, *Myricaria*, *Thymus*, *Rhinanthus* u. a.). Der Flußlauf ist in mehrere Gerinne aufgegliedert. Das Gebiet entspricht noch am ehesten einer natürlichen »Wildflußlandschaft«.

#### **Standort 2:**

Isar 1 km südlich des Ortsrandes von Bad Tölz (Fluß-km 205, Höhe üb. NN: 650 m). Die Kiesbänke ähneln in vieler Beziehung denjenigen von Standort 1, der Fluß ist hier allerdings in eine weite Längsverbauung gefaßt. Wie in 1 überwiegt sauberer Grobschotter, dazwischen sandige Abschnitte. Auf höheren Stellen artenreiche Vegetation mit Alpenschwemmlingen (u. a. *Petasites*, *Myricaria*, *Hutchinsia*, *Aethionema*, *Silene*, *Thymus*, *Gypsophila*, *Poa*, *Eupatorium*, *Salix*).

#### **Standort 3:**

Isar südlich Puppling auf Höhe des südlichen Parkplatzes (Fluß-km 181, Höhe üb. NN: 588 m). Kiesbank großflächig, jedoch einheitlicher als vorstehende (Foto 2). Grobschotter überwiegt. Im Uferbereich ist das Lückensystem der oberflächlichen Kieslagen stellenweise bereits mit Schlamm und fädigen Grünalgen zugesetzt. Alpenschwemmlinge unter den Pflanzen treten zurück. In Vegetationshorsten auf feuchteren Stellen sind Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*) und andere Nährstoffzeiger bereits häufig, in trockenen überwiegen verschiedene Gräser. Habitattyp 4 ist am Außenrand der Bank gut ausgeprägt (Foto 10).

#### **Standort 4:**

Isar nördlich der Grünwalder Brücke (Fluß-km 160, Höhe üb. NN: 540 m). Die langgezogene, sehr



1



2



3



4

**1 Ausgedehnte Kiesflächen an der Isar zwischen Vorderriß und Fall** (Standort 1). Im Uferbereich Habitattyp 1 in typischer Ausprägung (aus PLACHTER 1986 a) (alle Photos, soweit nicht anders angegeben, vom Verf.).

**2 Kiesbänke südöstlich Wolfratshausen** (Standort 3). Im Vordergrund Habitattyp 2.

**3 Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*)**, eine charakteristische Art naturnaher Kiesbänke (Photo: Archiv LfU).

**4 Langgestreckte Kiesbank westlich Grünwald** (Standort 4). Bereits hier ist die Dichte der Arthropoden auf der Kiesbank deutlich herabgesetzt.

**5 Standort 5 auf Höhe der Museumsinsel, Stadtzentrum München.** Beachte die intensive Erholungsnutzung auf den vegetationsfreien Bereichen.

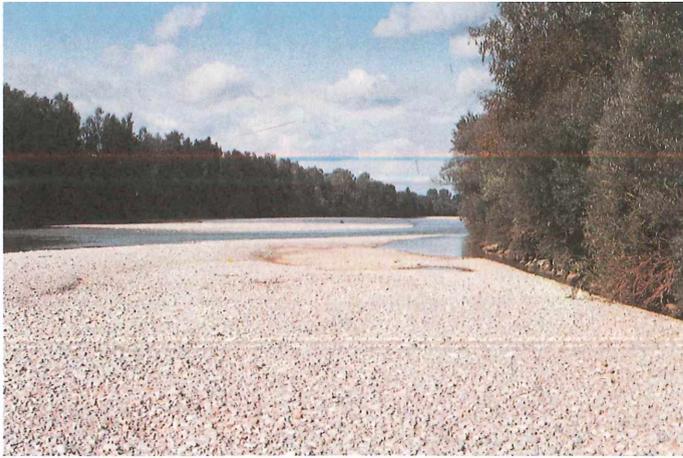


5

**6 Kiesbänke der Isar bei Volkmannsdorf** (Standort 8). Der Zufluß der Amper (Hintergrund) bedingt relativ naturnahe Verhältnisse. Im Zentrum der Bank typische Ausprägung von Vegetationshorsten des Habitattyps 3 (vgl. Foto 9).



6



7



8



9



10



11



12

7 **Lech bei Langweid** (Standort 11). Trotz Ausleitung und Längsverbauung herrschen relativ naturnahe Verhältnisse vor. Brutgebiet u. a. von Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*) und Flußuferläufer (*Actitis hypoleucos*).

8 **Zusammengespülte Pflanzenreste (Genist)** als Beispiel für **Habitattyp 3** im alpinen Bereich der Isar (Standort 1).

9 **Vegetationshorste** als Beispiel für eine typische Ausprägung von **Habitattyp 3** im Unterlauf der Isar (Standort 8). Beachte das Überwiegen sandigen Bodens in der Umgebung der Pflanzenhorste.

10 **Landseitige Grenze der Kiesbank** als Beispiel für **Habitattyp 4** im Oberlauf der Isar (Standort 3).

11 **Bryodemella tuberculata**, eine typische Heuschreckenart alpiner Kiesflächen (Foto: M. Reich).

12 **Männchen von Chorthippus pullus**. Ebenso wie *B. tuberculata* ist diese gefährdete Heuschreckenart in Bayern auf die Kiesbänke dealpiner Flüsse beschränkt (Foto: M. Reich).

einheitliche Bank (Foto 4) besteht überwiegend aus mittelgroßem Kies, Grobschotter ist auf wenige Stellen beschränkt. Bereits in geringer Tiefe ist das Lückensystem mit grauschwarzem Feinsediment völlig zugesetzt. Der organische Anteil an diesem Sediment ist offensichtlich hoch. Pflanzenhorste fehlen auf der Bank selbst weitgehend, größere Genistansammlungen ganz. In gewässernahen Randbereichen überwiegen *Poa* und *Barbarea*.

#### Standort 5:

Isar auf Höhe der Praterinsel, Stadtzentrum München (Fluß-km 146, Höhe ü. NN: 518 m). Die Bank am Ostufer ist recht einheitlich, sie ist zu einem wesentlichen Teil mit dichter Vegetation bewachsen (Foto 5). Nährstoffzeiger und trittresistente Pflanzenarten überwiegen (*Urtica*, *Barbarea*, *Myosoton*, *Rumex*, *Polygonum*, *Plantago*), unter den Gräsern *Poa* und *Lolium*. Das Lückensystem des Fein- und Mittelkieses ist bereits ab der 2. Lage völlig mit grauem Feinsediment zugesetzt. Am Westufer tritt stellenweise Habitattyp 4 in guter Ausprägung auf.

#### Standort 6:

Isar nordwestlich Ismaning (Straßenbrücke) (Fluß-km 134, Höhe ü. NN: 475 m). Langegezogene Mittel- und Feinkiesbank mit größeren Pflanzenhorsten auf bis zu fast 1 m hohen Sedimenthügeln. Neben Gräsern überwiegt stark nitrophile Vegetation (*Urtica*, *Barbarea*, *Capsella*, *Rumex*) deutlich. Sie breitet sich zu Niedrigwasserzeiten sehr schnell in weitem Bereich der Bank aus. Im Lückensystem des Kieses auffallend viel schmieriges, offensichtlich organisch stark angereichertes Feinsediment.

#### Standort 7:

Isar südlich Marzling (Fluß-km 110,5, Höhe ü. NN: 430 m). Flache Kiesbank, sehr ähnlich Standort 6, stellenweise aber mit noch höherem Feinkiesanteil. In dichter nitrophiler Vegetation (wie 6) Boden mit einer schmierigen Masse aus organischen Resten bedeckt.

#### Standort 8:

Isar bei Volkmannsdorf, Kiesbank unterhalb der Ampermündung (Fluß-km 91, Höhe über NN: 410 m). Zwar dominieren auch hier in der Vegetation nährstoffliebende Arten (*Polygonum*, *Urtica*, *Capsella*, *Myosoton*, *Veronica*, *Erysimum*), der Anteil von organischem Feinsediment ist jedoch zumindest in den höher gelegenen Abschnitten deutlich geringer. Die Gesamtsituation ist auch hinsichtlich der Wasserführung naturnäher. Meist ist das Lückensystem im Kies in mehreren oberflächlichen Lagen frei. In höheren Bereichen finden sich helle Feinsandablagerungen.

#### Standort 9:

Isar bei Niederaichbach und Kiesentnahme bei Gaden (Fluß-km 60 und 67, Höhe über NN: 367 und 380 m). Am Standort Niederaichbach (Bachmündung) wurden die Proben zu den Habitattypen 3, 4 und teilweise 1 entnommen, größere Kiesflächen fehlen aber in diesem Abschnitt des Flusses. Für die übrigen Proben mußte deshalb auf vegetationsfreie Kiesflächen einer Entnahmestelle bei Gaden zurückgegriffen werden, die mit dem Fluß in Verbindung steht. Der dortige Artenbestand fügt sich gut in die übrigen Ergebnisse ein.

#### Standort 10:

Isar an der Straßenbrücke Mamming (Fluß-km 36, Höhe über NN: 359 m). Kleinflächige, offensichtlich geschüttete Kiesufer und bewachsene Abschnitte der Längsverbauung auf Lehm (*Myosoton*, *Polygonum*, *Rorippa*, *Plantago*, *Solidago*, *Rubus*, *Convolvulus*). Die Probenahmestellen liegen teilweise bereits in der Stauwurzel der Stufe Landau.

#### Standort 11:

Lech bei Langweid (Fluß-km 23–29, Höhe über NN: 440 m). Ausleitungsstrecke: das Restgerinne pendelt zu Normalwasserzeiten zwischen der Längsverbauung in umfangreichen Kiesablagerungen (Foto 7). Trotz starker wasserwirtschaftlicher Eingriffe vermitteln die Kiesbänke einen relativ naturnahen Eindruck. Sie sind teilweise reich gegliedert. Die Sedimentfraktionen reichen von Grobschotter bis zu sauberem Feinsand. Auf Vegetationsinseln dominiert oft Barbarakraut. Habitattyp 4 ist in der Längsverbauung gut ausgeprägt.

#### Standort 12:

Donau bei Pondorf (Fluß-km 2341, Höhe über NN: 320 m). Langgestreckte Kiesbank bzw. geneigtes Kiesufer, das im Sommer oft fast bis zur Vegetationsgrenze überschwemmt ist. Anschließend bis zur Längsverbauung Weichholzaue bzw. dichte, nährstoffliebende krautige Vegetation (*Solidago*, *Urtica*). Vorwiegend Feinkies, stellenweise Sand. Im unteren Bereich hoher Anteil an organischem Feinsediment, im oberen stellenweise sehr trockener, ausgewaschener Sand und Kies.

#### Standort 13:

Brombach nordwestlich Pleinfeld im Bereich der geplanten Brombach-Hauptsperre (Höhe über NN: 385 m). Der Bachlauf verläuft in einer mehrere Meter tiefen Erosionsrinne in der er zwischen Sandufern pendelt. Stellenweise vegetationsfreie Ufer und Bänke, ansonsten dichtere Vegetation bis zum Ufer.

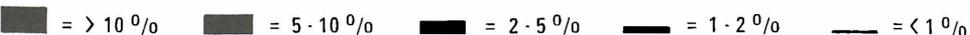
### 3. Veränderungen der Fauna entlang des Flusses

Die Anordnung der Probenahmestellen gestattet es, die Verbreitung der einzelnen Arten und Veränderungen in der Zusammensetzung der Fauna entlang der Isar darzustellen sowie einen Vergleich zu den 3 übrigen Fließgewässern zu ziehen. Hierzu sollen zunächst die Fänge der einzelnen Standorte gemeinsam, d. h. ohne Differenzierung in unterschiedliche Habitattypen, betrachtet werden.

In Tabelle 1 sind alle 101 nachgewiesenen *Laufkäferarten* (Carabidae) (davon 79 an der Isar) aufgelistet. Die Arten sind so geordnet, daß Arten ähnlicher Verbreitung möglichst eng beieinander stehen. Für jeden Standort ist die Dominanz der einzelnen Arten am Gesamtfang in 5 Stufen angegeben (Absolutzahlen siehe PLACHTER 1986 a). Während einige wenige Arten in hoher Stetigkeit an der Mehrzahl der Standorte vorkommen, sind viele andere auf wenige, oft benachbarte Standorte beschränkt. Insgesamt ändert sich die Laufkäferfauna vom ersten, obersten Standort an der Isar zum untersten hin kontinuierlich aber ziemlich gleichmäßig. Die Fauna des Oberlaufes ist gut charakterisiert durch eine Reihe alpiner bzw. montaner Arten (*Bembidion distinguendum* bis *Bembidion ruficorne*), deren Verbreitung höchstens bis Standort 5 an der

Tabelle 1

Liste der auf Kiesbänken der Isar (Standorte 1 - 10), des Lechs (11), der Donau (12) sowie an Sandufern des Brombaches (13) nachgewiesenen Laufkäferarten. Die relative Häufigkeit der Arten pro Standort (Dominanz) ist in 5 Stufen angegeben (Absolutzahlen vgl. PLACHTER 1986 a). Die Arten sind so geordnet, daß Arten ähnlicher Verbreitung möglichst nahe beieinander stehen.

Dominanzstufen :  = > 10 0/0    = 5 · 10 0/0    = 2 · 5 0/0    = 1 · 2 0/0    = < 1 0/0

Art	S	RL	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bembidion distinguendum DUVAL	!!	3	3													
Bembidion terminale HEER	!!	3	1													
Thalassophilus longicornis (STURM)	!!	2	1													
Bembidion fulvipes STURM	!	2	11													
Bembidion conforme DEJ.	!		24													
Asaphidion pallipes (DFT.)	!		8													
Nebria picicornis (F.)	!		79													
Bembidion andreae (F.)			46													
Bembidion ruficorne STURM	!		31													
Carabus granulatus L.			2													
Chlaenius tibialis (DEJ.)			7													
Brosicus cephalotes (L.)	!		4													
Tachys parvulus (DEJ.)			8													
Bembidion pygmaeum (F.)	!		7													
Amara curta DEJ.	!		1													
Bembidion lampros (HBST.)			2													
Calathus erratus SAHLB.			3													
Dromius sigma (ROSSI)	!		1													
Perileptus areolatus (CREUTZER)	!	2	5													
Pterostichus melanarius (ILL.)			5													
Tachys quadrisignatus (DFT.)			45													
Bembidion fasciolatum (DFT.) 1)			330													
Bembidion prasinum (DFT.)	!	3	513													
Bembidion ascendens DAN. 1)			306													
Bembidion testaceum (DFT.)			156													
Tachys micros (FISCHER)	!	2	7													
Clivina contracta (FOURCR.)	!		7													
Patrobus atrorufus (STROEM)			6													
Asaphidion flavipes (L.)			32													
Bembidion lunatum (DFT.)	!		48													
Bembidion tibiale (DFT.)			11													
Bembidion decoratum (DFT.)	!	3	70													
Bembidion decorum (ZENKER)			1180													
Bembidion tricolor (F.)	!		315													
Trechus obtusus ER.			43													
Platynus ruficornis (GOEZE)			144													
Bembidion tetracolum SAY			233													
Bembidion femoratum STURM			356													
Bembidion punctulatum DRAP.		3	274													
Bembidion monticola STURM	!	3	6													
Bembidion schüppeli DEJ.	!		31													
Notiophilus palustris (DFT.)			4													
Platynus assimilis (PAYK.)			60													
Pterostichus nigrata (PAYK.)			5													
Agonum marginatum (L.)			50													
Bembidion bruxellense WES.			28													
Loricera pilicornis (F.)			16													
Trechus quadristriatus (SCHRANK)			9													
Platynus dorsalis (PONT.)			2													
Nebria brevicollis (F.)			3													
Nebria gyllenhalii SCHOENH.			19													
Pterostichus strenuus (PANZER)			8													
Amara similata (GYLL.)			10													
Agonum mülleri (HBST.)			3													
Bembidion subcostatum MOTSCH.	!!		1													
Trechus rubens (F.)	!	3	1													

Tabelle 1 (Fortsetzung)

D) = Bestimmung von *Bembidion fasciolatum* und *Bembidion ascendens* nach FREUDE et al. 1976. Nach Auffassung von G. BRUNNE, Hamburg, handelt es sich bei den vorliegenden Exemplaren fast ausschließlich um *Bembidion ascendens*.  
 S = regional oder landesweit seltene Art (! = selten; !! = sehr selten)  
 RL = Stellung in der Roten Liste gefährdeter Tierarten in der Bundesrepublik Deutschland (BLAB et al. 1984) (2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet)  
 N = Anzahl insgesamt gefangener Individuen  
 1-13 = Standorte (vgl. Text)

Art	S	RL	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dyschirius aeneus (DEJ.)			2						—	—						
Lasiotrechus discus (F.)	!		3						—	—						
Amara aenea (DEG.)			5						—	—		—				
Chlaenius vestitus (PAYK.)			7						—	—		—				—
Bembidion quadrimaculatum (L.)			6						—			—	—	—		—
Agonum viduum (PANZER)			10							—						—
Pterostichus niger (SCHALLER)			1						—	—						
Agonum micans NIC.			33						—	—	—				—	—
Bembidion varium (OLIV.)			10						—	—					—	—
Agonum moestum (DFT.)			20						—	—		—	—			—
Amara familiaris (DFT.)			6						—	—		—	—	—		—
Bembidion obliquum STURM	!		12						—	—						—
Bembidion articulatum (PANZER)			104						—	—	—	—	—			—
Trechus secalis (PAYK.)			5							—	—					—
Agonum sexpunctatum (L.)			3								—	—				—
Anisodactylus binotatus (F.)			19								—	—				—
Bembidion illigeri NET.			32								—	—				—
Bembidion lunulatum (FOURCR.)	!		3								—	—				—
Bembidion properans STEPH.			2								—	—			—	
Chlaenius nitidulus (SCHRANK)			2								—	—				
Microlestes minutulus (GOEZE)			1								—	—				
Oodes helopioides (F.)			1								—	—				
Elaphrus riparius (L.)			38									—	—			—
Abax parallelepipedus (PILL.et MITT.)			1											—		
Bembidion semipunctatum (DON.)			12												—	—
Lionychnus quadrillum (DFT.)	!!		17												—	—
Amara fulva (O.F.MÜLL.)	!		1												—	—
Bembidion dentellum (THUNB.)			7												—	—
Bembidion biguttatum (F.)			2												—	—
Bembidion litorale (OLIV.)	!!	3	71													—
Acupalpus flavicollis (STURM)			33													—
Elaphrus cupreus (DFT.)			18													—
Omophron limbatum (F.)	!	3	14													—
Stenolophus teutonius (SCHRANK)			57													—
Stenolophus mixtus (HBST.)	!	3	7													—
Acupalpus brunnipes (STURM)	!		1													—
Acupalpus dorsalis (F.)			2													—
Acupalpus meridianus (L.)			3													—
Agonum gracile (GYLL.)	!		2													—
Bembidion guttula (F.)			1													—
Bradycellus harpalinus (SERV.)			1													—
Dyschirius globosus (HBST.)			3													—
Harpalus aeneus (F.)			3													—
Notiophilus aquaticus (L.)			2													—
Syntomus foveatus (FOURCR.)	!		4													—
<b>Anzahl Arten :</b>	<b>34</b>	<b>14</b>	<b>101</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>38</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>43</b>
<b>Anzahl Individuen :</b>	<b>1.310</b>	<b>985</b>	<b>5.169</b>	<b>91</b>	<b>240</b>	<b>341</b>	<b>272</b>	<b>229</b>	<b>206</b>	<b>399</b>	<b>582</b>	<b>486</b>	<b>488</b>	<b>977</b>	<b>192</b>	<b>670</b>

e für Naturschutz und La

Isar herabreichet. An den Standorten 2 und vor allem 1 stellen sie einen wesentlichen Anteil am Gesamtfang. Nach den bisher vorliegenden Daten sind die Arten dieser Gruppe ausnahmslos eng an Uferbiotop von Fließgewässern gebunden (stenotop).

Auffällig ist die größere Zahl mehr oder weniger eurytoper Arten an Standort 3 (*Tachys parvulus* bis *Pterostichus melanarius*). Sie fehlen an der Isar ansonsten weitgehend und wurden überwiegend in den trockensten Bereichen des Habitattyps 3 und in Habitattyp 4 gefangen. Mit Ausnahme von *Tachys parvulus* und *Perileptus areolatus* dürfte es sich um Zuwanderer aus benachbarten Biotopen handeln. Im Gegensatz zum Oberlauf ist die Fauna des Isar-Unterlaufes charakterisiert durch eine große Zahl eurytoper Arten, von denen keine für sich allein höhere Dominanzwerte erreicht (*Amara aenea* bis *Elaphrus riparius*).

Zu sehr ähnlichen Ergebnissen führt die Auflistung der nachgewiesenen Spinnen (Araneae) in Tabelle 2 (zusammen 76 Arten, 1025 Individuen). Relativ scharf auf den Oberlauf der Isar (Standorte 1–3) beschränkt sind 13 Arten, von denen die großen Wolfspinnen (Lycosidae) *Arctosa cinerea* und *Lycosa wagleri* die Spinnenfauna der Kiesbänke des Oberlaufes charakterisieren. Im Artenbestand des Unterlaufes überwiegen wiederum sehr viele eurytoper Arten in jeweils nur geringer Stückzahl. Sie wurden allerdings zu einem großen Teil ausschließlich in Habitattyp 4 gefangen. Die Dichte der Spinnen in den vegetationsfreien Habitattypen 1 und 2 ist an Standorten des Isar-Unterlaufes in der Regel gering.

Auch im – sicherlich noch lückenhaften – Verbreitungsbild der bis zur Art bestimmten Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) deuten sich gleichartige Grundzüge an. Arten wie *Conosoma marshami*, *Gabrius tirolensis*, *Lathrobium spadiceum*, *Paederus brevipennis*, *Paederus rubrothoracicus*, *Platydomene bicolor*, *Stenus impressus* und *S. longipes* sind nur an Standorten des Oberlaufes nachgewiesen. Von diesen ist *P. rubrothoracicus* an den Standorten 1 und 2 nicht nur die größte, sondern mit Abstand auch die häufigste größere Staphylinidenart. Vor

allem in Habitattyp 1 übertrifft sie an Dichte alle anderen größeren Käferarten.

Unter den Wirbeltieren können nur wenige Brutvogelarten zu den ständigen Bewohnern der Kiesbänke gezählt werden. Es sind dies v. a. Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*), Flußuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) (BAUER 1973, 1976, BEZZEL & LECHNER 1978, FISCHER 1926, WÜST 1981). Die ebenfalls an ufernahe Kiesflächen gebundene Lachseeschwalbe (*Geochelidon nilotica*) ist in Bayern bereits 1934 ausgestorben (WÜST 1981). Zu den regelmäßigen Nahrungsgästen zählt die Bachstelze (*Motacilla alba*), die auch am Unterlauf in den Steinschüttungen der Uferverbauung günstige Brutplätze findet. Als charakteristische Art der dealpinen Flüsse muß ferner der Gänsesäger (*Mergus merganser*) angesehen werden. Er brütet in ufernahen Baumhöhlen und ersatzweise in speziellen Nistkästen, hält sich aber regelmäßig auf dem Fluß bzw. auf den Kiesbänken auf (BAUER & ZINTL 1974). Die derzeitige Verbreitung dieser 5 Arten an den untersuchten Fließgewässern ist in Abbildung 3 dargestellt. An der Isar sind alle Arten mit Ausnahme der Bachstelze an natürlichen Brutplätzen jetzt im wesentlichen auf den Oberlauf beschränkt. Früher reichte ihre Brutverbreitung viel weiter am Isarlauf hinab. Eine ähnliche Verbreitung besitzen zwei an offene, flußnahe Habitate gebundene Heuschreckenarten, *Bryodema tuberculata* und *Chorthippus pullus* (Fotos 11 und 12). Sie besiedeln zwar überwiegend höher liegende, lückig bewachsene, trockene Kiesablagerungen, die nicht Gegenstand vorliegender Untersuchung waren, sind aber stellenweise auch an sehr vegetationsarmen Standorten zu finden.

In der Laufkäferfauna der oberen Standorte der Isar ist der Anteil der in der Literatur als »selten« oder »sehr selten« bezeichneten Arten hoch. Zum Unterlauf hin nimmt der Anteil seltener Arten (% A<sub>S</sub>) und Individuen (% N<sub>S</sub>) am Gesamtfang signifikant ab. Ebenso fällt der Anteil jener Arten ab, die in der Roten Liste gefährdeter Tierarten der Bundesrepublik Deutschland verzeichnet sind (BLAB et al. 1984), (vgl. Abbildung 2). Hierzu ist anzumerken, daß *Bembidion punctulatum* (Gefähr-

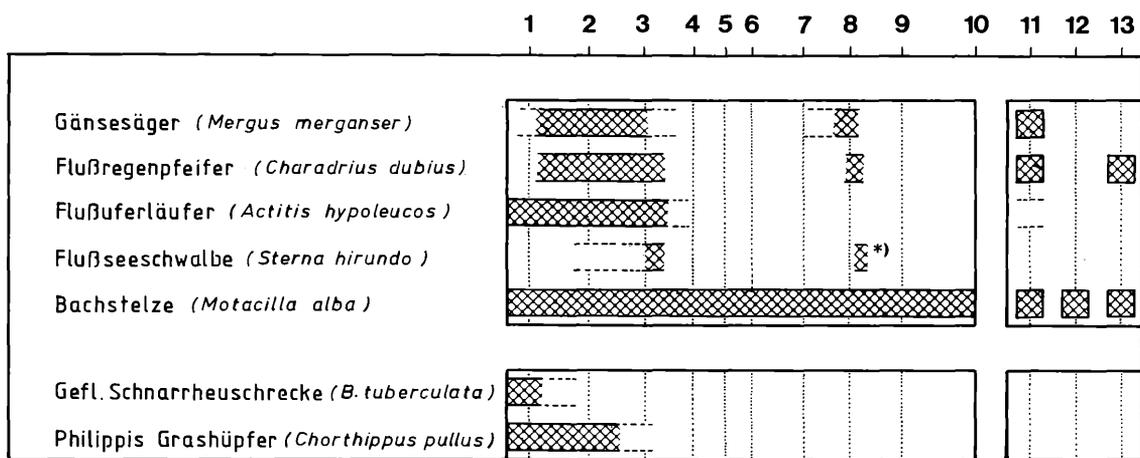


Abbildung 3

Verbreitung von 5 typischen Brutvogelarten der Kiesbänke und von zwei an die Überschwemmungsbereiche dealpiner Flüsse gebundenen Heuschreckenarten an den Standorten 1–13.

Kreuzschraffur = Bereiche mit Brutnachweisen bzw. Vorkommen; gestrichelt = Vorkommen potentiell möglich; \*) = Brutvorkommen nur an den mittleren Isarstauseen auf künstlichen Nistflößen. Zusammengestellt nach BAUER & ZINTL 1974, BEZZEL & LECHNER 1978, BEZZEL et al. 1980, NITSCHKE mdl., NITSCHKE & PLACHTER 1986, WÜST 1981 und eigenen Beob. des Verf.



Tabelle 2

Liste der an den Standorten 1-12 (vgl. Tabelle 1) gefangenen Spinnenarten (Araneae). An den einzelnen Standorten ist die Abundanz angegeben. Juvenile Exemplare wurden nicht berücksichtigt. Die Abundanz ist in Klammern gesetzt, sofern die Art nur in Habitattyp 4 (Außenrand der Kiesbank) nachgewiesen wurde.

FA = Familie, wobei AGE = Agelenidae, ARA = Araneidae, CLU = Clubionidae, GNA = Gnaphosidae, LIN = Linyphiidae, LYC = Lycosidae, SAL = Salticidae, SPA = Sparassidae, TET = Tetragnathidae, THO = Thomisidae; S, RL, N: vgl. Tabelle 1.

Arten	FA	S	RL	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Histopona torpida</i> (C. L. KOCH)	AGE			1	1											
<i>Phlegra fasciata</i> (HAHN)	SAL			(1)	(1)											
<i>Sitticus pubescens</i> (FABR.)	SAL			1	1											
<i>Clubiona neglecta</i> O. P. CAMBR.	CLU			2	2											
<i>Pardosa agrestis</i> (WESTR.)	LYC			2	1	1										
<i>Arctosa cinerea</i> (FABR.)	LYC	!	2	14	8	3	3									
<i>Lycosa wagneri</i> (HAHN)	LYC	!		69	21	31	17									
<i>Zelotes luteitarsus</i> (L. KOCH)	GNA	!	3	4	1	2						1				1
<i>Collinsia distincta</i> (SIMON)	ERI	!		18	1			(3)	2	10		(1)				1
<i>Meioneta rurestris</i> (C. L. KOCH)	LIN			3	1			(1)						2		
<i>Oedothorax apicatus</i> (BLACKW.)	ERI			11	2					1				7		1
<i>Enoplognatha thoracica</i> (HAHN)	THE			1	1											
<i>Heliophanus thoracicus</i> (WALCK.)	SAL			1	1											
<i>Pardosa amentata</i> (CLERCK)	LYC			19	3	3		(2)	2	9					2	1
<i>Pardosa lugubris</i> (WALCK.)	LYC			3	(1)	4										
<i>Agracina striata</i> (KULCZYNSKI)	GNA			8									4			
<i>Micrommata virescens</i> (CLERCK)	SPA			(1)												
<i>Pirata hygrophilus</i> THORELL	LYC			(1)												
<i>Porrothomma cf. pallidum</i> JACKSON	LIN			1	1											
<i>Trichopterna mingei</i> (SIMON)	ERI	!	3	(4)												
<i>Linyphia triangularis</i> (CLERCK)	LIN			(3)												
<i>Pirata knorri</i> (SCOPE)	LYC	!		72	12	10	7	7					(2)			27
<i>Oedothorax fuscus</i> (BLACKW.)	ERI			195	11	6	12	18	5	17		2		8		26
<i>Oedothorax retusus</i> (WESTR.)	ERI			193	12	3	10	63	17	(36)		32		23		1
<i>Diplocephalus cristatus</i> (BLACKW.)	ERI			65	6	6	3	8	4	(6)		28		6	(3)	9
<i>Erigone atra</i> (BLACKW.)	ERI			45	1	1	3	2	4	(1)		4		12		2
<i>Erigone dentipalpis</i> (WIDER)	ERI			33			1	3	8	(2)		8		7		6
<i>Bathyphanes nigrinus</i> (WESTR.)	LIN			43			1	3	2	(2)		2		1	(4)	7
<i>Pachygnatha clercki</i> SUNDEV.	TET			55			1	1	8	(5)		(4)		19		8
<i>Arctosa maculata</i> (HAHN)	LYC	!		(1)				(1)	(2)	(4)		2		(11)	(15)	1
<i>Coelotes terrestris</i> (WIDER)	AGE			1				1								
<i>Leptorhopttrum robustum</i> (WESTR.)	LIN	!		(2)				(1)		(1)						
<i>Pachygnatha listeri</i> SUNDEV.	TET			(3)				(2)				(1)				
<i>Linyphia hortensis</i> SUNDEV.	LIN			(4)				(1)		(2)				(1)		
<i>Clubiona lutescens</i> WESTR.	CLU			3					(1)			2				
<i>Bathyphanes gracilis</i> (BLACKW.)	LIN			(3)						(1)						(1)
<i>Clubiona terrestris</i> WESTR.	CLU			(3)						(1)						(1)
<i>Hygrolycosa rubrofasciata</i> (OHLERT)	LYC			(1)						(1)						2
<i>Linyphia montana</i> (CLERCK)	LIN			(1)						(1)						
<i>Gongylidium rufipes</i> (SUNDEV.)	ERI			(5)					(5)							
<i>Dismodicus bifrons</i> (BLACKW.)	ERI			(17)					(17)							
<i>Dicymbium nigrum</i> (BLACKW.)	ERI			(9)					(2)			(1)		(6)		
<i>Meta segmentata</i> (CLERCK)	TET			(3)					(1)			(1)		(1)		
<i>Lepthyphantes pallidus</i> (O. P. CAMBR.)	LIN			1						(1)		1				
<i>Linyphia clathrata</i> SUNDEV.	LIN			(3)						(1)						(2)
<i>Helophora insignis</i> (BLACKW.)	LIN			(1)								(1)				
<i>Pardosa prativaga</i> (L. KOCH)	LYC			1						1		1				
<i>Oxyptila praticola</i> (C. L. KOCH)	THO			1						1		1				
<i>Centromerus sylvaticus</i> (BLACKW.)	LIN			16						(4)		(11)				1
<i>Clubiona reclusa</i> O. P. CAMBR.	CLU			1								1				
<i>Oedothorax agrestis</i> (BLACKW.)	ERI			3								(1)				2
<i>Tetragnatha montana</i> SIMON	TET			(1)												
<i>Diplocephalus latifrons</i> (O. P. CAMBR.)	ERI			(1)												
<i>Floronina bucculenta</i> (CLERCK)	LIN			(2)												
<i>Diplostyla concolor</i> (WIDER)	LIN			(14)										(11)		
<i>Arctosa leopardus</i> (SUNDEV.)	LYC			1								1		1		
<i>Centromerita bicolor</i> (BLACKW.)	LIN			1								1		1		
<i>Lepthyphantes tenebricola</i> (WIDER)	LIN			1								1		1		
<i>Pirata latitans</i> (BLACKW.)	LYC			1								1		1		
<i>Heliophanus melinus</i> L. KOCH	SAL	!		2								2		2		
<i>Lepthyphantes flavipes</i> (BLACKW.)	LIN			(2)								(2)		(2)		
<i>Zelotes pusillus</i> (C. L. KOCH)	GNA			2								2		2		
<i>Micaria pulicaria</i> (SUNDEV.)	GNA			5								5		5		
<i>Lepthyphantes mingei</i> KULCZYNSKI	LIN			10								(8)		1		2
<i>Phrurolithus festivus</i> (C. L. KOCH)	CLU			2								1		1		
<i>Trochosa ruricola</i> (DEGEER)	LYC			3								3		3		
<i>Araneus cornutus</i> CLERCK	ARA			(4)								(4)		(4)		
<i>Tetragnatha extensa</i> (L.)	TET			(4)								(4)		(4)		
<i>Myrmarchne formicaria</i> (DEGEER)	SAL			5								5		5		
<i>Lepthyphantes tenuis</i> (BLACKW.)	LIN			1								1		1		1
<i>Walckenaera dysderoides</i> (WIDER)	ERI			1								1		1		1
<i>Centromerus expertus</i> (O. P. CAMBR.)	LIN			1								1		1		1
<i>Cicurina cicur</i> (FABR.)	AGE			1								1		1		
<i>Clubiona phragmitis</i> C. L. KOCH	CLU			(1)												(1)
<i>Allomgea warburtoni</i> (O. P. CAMBR.)	LIN	!		(1)												(1)
<i>Hypomma bituberculatum</i> (WIDER)	ERI			4												4
Anzahl Arten				76	14	14	14	14	9	20	18	19	22	14	18	10
Anzahl Individuen				1.025	75	73	64	114	45	123	97	133	108	72	97	24



dungsstufe 3) nicht nur an den untersuchten Kiesbänken sondern auch an anderen Orten Bayerns zu den durchaus häufigen Arten zählt. Ohne ihn ergibt sich im Unterlauf ein noch deutlicherer Abfall. Ferner sind die Artendiversität  $H_5$  nach SHANNON & WIENER und die Evenness  $E_5$  im Unterlauf der Isar durchschnittlich niedriger als im Oberlauf. Zumindest ab Standort 4 wird der Abfall der Diversität durch unausgeglichene Dominanzstruktur (hohe Dominanzwerte für wenige Arten) verursacht.

Im Gegensatz hierzu nimmt die Anzahl gefangener Individuen von 1. zum 10. Standort deutlich zu. Dies ist vor allem bedingt durch eine überproportional starke Zunahme kleiner und kleinster Arten. Am Standort 1 stellen Arten über 9 mm Körpergröße 4 von 91 Individuen (4,4%) am 2. Standort 41 von 240 Individuen (17,1%). Von 488 Individuen des Standortes 10 sind nur 8 (1,6%) größer als 9 mm.

Spätestens mit Standort 4 erreicht die Isar die colline Stufe, bereits bei Standort 2 verläßt sie die Alpen. Es ist deshalb besonders aufschlußreich, der Verbreitung alpiner bzw. montaner Arten entlang der Isar nachzugehen. Nach dem vorliegenden faunistischen Wissensstand können die folgenden 20 der 101 Laufkäferarten dieser ökologischen Gruppe zugeordnet werden (vgl. FREUDE et al. 1964–1976, HORION 1941–1976, LINDROTH 1945): *Bembidion distinguendum*, *B. terminale*, *B. fulvipes*, *B. conforme*, *B. andreae*, *B. ruficorne*, *B. fasciolatum*, *B. prasinum*, *B. ascendens*, *B. testaceum*, *B. tibiale*, *B. decoratum*, *B. tricolor*, *B. monticola*, *B. subcostatum*, *Thalassophilus longicornis*, *Nebria picicornis*, *Nebria gyllenhali* und *Trechus rubens*. Erwartungsgemäß sind die Zahl und der Anteil dieser montanen Laufkäferarten am Oberlauf der Isar hoch und nehmen zum Unterlauf ab (Abbildung 2). Selbst am Standort 8, fast 110 km vom Nordrand der Alpen entfernt, treten aber noch 8 der 20 Arten auf. Sie stellen dort 77% (!) aller gefangenen Individuen. Während zu ihnen noch mehrere relativ stenotope Arten zählen (*B. ascendens*, *B. decoratum*, *B. fasciolatum*, *B. monticola*, *B. prasinum*, *B. tibiale*, *B. tricolor*), sind 2 der 3 montanen Arten des Stand-

ortes 10 (*B. decorum*, *B. testaceum*) ziemlich eurytop. Die 3. Art (*B. ascendens*) war nur durch ein einziges Exemplar vertreten.

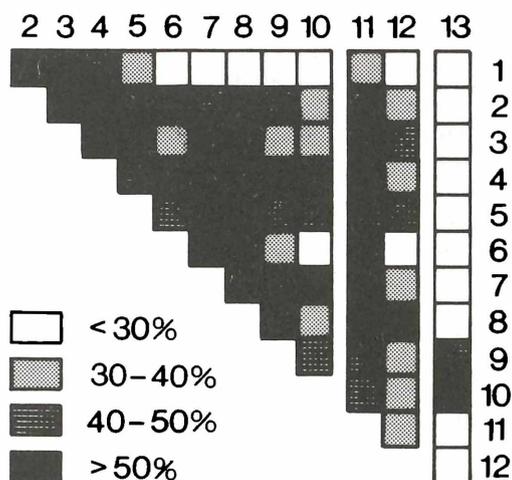
Montane Arten stellen somit auf Kiesbänken selbst in großer Entfernung vom Alpenrand noch einen erheblichen Anteil an der lokalen Zönose. Allerdings sind am Unterlauf fast nur noch kleine Arten mit Körperlängen unter 6 mm anwesend. Größere montane Arten sind am Oberlauf der Isar signifikant häufiger. Fluviale Kiesbänke ermöglichen somit, ähnlich wie dies von vielen Pflanzen bekannt ist, alpinen bzw. montanen Tierarten ein Vordringen weit ins Vorland der Alpen hinaus (BRESINSKI 1965, SEIBERT 1971, TRAUTMANN 1971). Verschiedene Tierarten sind selbst in Abschnitten des Unterlaufes noch mit individuenstarken Populationen vertreten.

In Abbildung 4 sind die Laufkäferfänge der Standorte 1–13 mit Hilfe der Artenidentität  $Q_s$  (nach SØRENSEN 1948) qualitativ und der Dominantenidentität  $K$  (nach RENKONEN 1938) quantitativ verglichen. Die Ähnlichkeiten benachbarter Standorte an der Isar sind meist relativ hoch, zu weit entfernten Standorten ergeben sich durchschnittlich geringere Werte. Auffällig sind die Verhältnisse bei Standort 1. Die Ähnlichkeit zu den Standorten 5 bzw. 6 und folgende sind sehr niedrig. Die relativ naturnahen Verhältnisse an Standort 8 drücken sich in höheren Identitätswerten zu jenen des Oberlaufes aus.

Bereits aus den Tabellen 1 und 2 wird erkennbar, daß die Fauna am unteren Lech (11) jener der Isar relativ ähnlich ist. Einige Arten der alpinen Gruppe (*Bembidion conforme*, *B. andreae*, *Nebria picicornis*) treten auch dort auf. Bemerkenswert ist ferner das häufige Vorkommen von *Pirata knorri*. Arten- und Dominantenidentitäten bestätigen diese Beobachtung. Besonders große Ähnlichkeiten ergeben sich zum unteren Mittellauf der Isar (Standorte 7 und 8), doch ist die Artenidentität bis zum Standort 2 hinauf relativ hoch (Abbildung 4).

Die Kiesbänke des fraglichen Lechabschnittes beherbergen zudem eine besonders typische Vogelfauna. Die Siedlungsdichte des Flußregenpfeifers ist hier überdurchschnittlich hoch (BAUER 1973,

## a) $Q_s$



## b) $K$

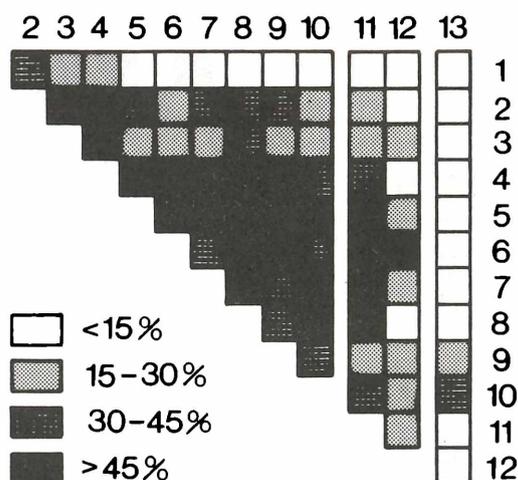


Abbildung 4

Artenidentität  $Q_s$  (»Similarity« nach SØRENSEN 1948) und Dominantenidentität  $K$  (nach RENKONEN 1938) aller Laufkäfer (Carabidae) der Standorte 1–13 in 4 Stufen.

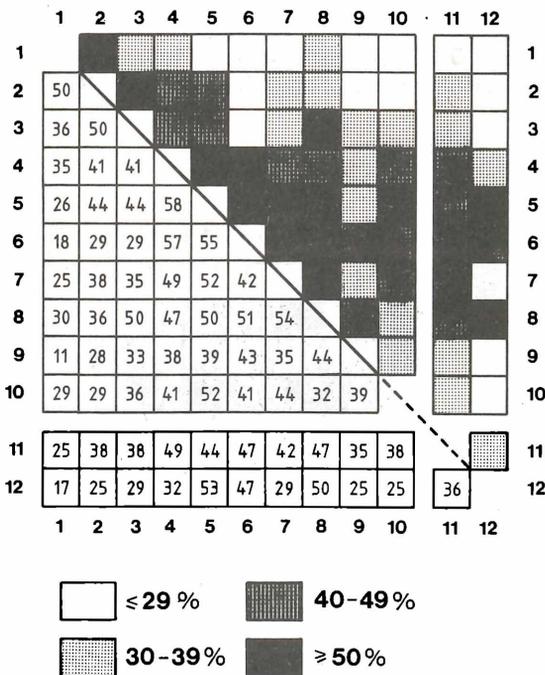
1976, 1 Brutpaar pro 1,3 km). Im Jahr 1984 brüteten von dieser Art zwischen Fluß-km 22,0 und 36,6 mindestens 15 Paare, beim Flußuferläufer bestand Brutverdacht (NITSCHKE mdl. Mitt.). Der Gänse-säger besiedelt in einem sehr guten Bestand die angrenzenden Auwälder und den Fluß.

Im Gegensatz hierzu sind die Beziehungen zwischen der Laufkäferfauna an der Donau (12) und jener an der Isar deutlich geringer. Hier überwiegen, neben einigen thermo- bzw. xerophilen Formen auf trockenen Feinkiesrücken, vor allem eurytoper Feuchtgebietsbewohner, die verschiedenartige Uferbiotope besiedeln. Die Zusammensetzung der Fauna entspricht insofern der relativ unspezifischen Fauna des Brombach-Unterlaufes, der Artenbestand im einzelnen unterscheidet sich jedoch deutlich. Dies wird aus der hohen Zahl in Frage kommender eurytoper Uferarten verständlich.

Ein sehr ähnliches Bild bietet der qualitative Vergleich der Spinnenbestände an den Kiesstandorten 1–12 (Abbildung 5). Wiederum sind die Artenbestände benachbarter Standorte einander durchschnittlich ähnlicher als weit voneinander entfernter. Auffällig ist die Konzentration hoher Werte im Vergleich der Standorte 4–8. Die Spinnenfauna dieses mittleren Isarabschnittes ist anscheinend relativ homogen, was aber überwiegend auf das Auftreten mehrerer eurytoper Arten zurückzuführen ist.

Noch geringer sind die Beziehungen zwischen der Laufkäferfauna der Brombachufer (13) und jenen der übrigen Standorte. Selbst zu Standort 12 (Donau) werden nur sehr geringe Identitätswerte erreicht. Lediglich zu den beiden unteren Standorten an der Isar ergeben sich etwas höhere Werte.

Ein Vergleich der in Abbildung 2 dargestellten Parameter bestätigt weitgehend die anhand der Artenbestände ermittelten Ähnlichkeitsverhältnisse.



**Abbildung 5**  
**Artenidentität  $Q_s$  (in %) der Spinnen der Standorte 1–12**  
 in Absolutwerten und in 4 Stufen.

#### 4. Vergleich verschiedener Habitattypen

Kiesbänke und -ufer sind hinsichtlich vieler struktureller und kleinklimatischer Umwelteigenschaften heterogene Lebensräume. Einzelne Bereiche unterscheiden sich in der Habitatstruktur deutlich von den übrigen. Selbst in relativ einheitlichen Uferbereichen ergibt sich eine Zonierung der Umweltbedingungen. Sie wird u. a. verursacht durch die Abnahme der Überschwemmungsfrequenz, abnehmende Feuchtigkeit der oberen Sedimentschichten, ein wechselndes Nahrungsspektrum für Prädatoren (aquatische Arthropoden sind in Ufernähe konzentriert, s. u.), Unterschiede der Korngröße des Sediments und des Deckungsgrades sowie der Raumstruktur evtl. vorhandener Vegetation bei zunehmender Entfernung von der jeweiligen Uferlinie. Hinzu kommen jahreszeitliche Veränderungen. An einförmigen Gewässeruferrn hat dies eine entsprechende uferparallele Zonierung der Fauna zur Folge (KÜHNELT 1943, LEHMANN 1965, RENKONEN 1944, THIELE 1977). Dagegen werden an Kiesbänken dealpiner Flüsse, vor allem an solchen naturnaher Ausprägung, verschiedene ansich senkrecht zum Ufer verlaufende Gradienten abiotischer Umweltparameter durch Unterschiede in Bodenrelief und Sedimentcharakter modifiziert. Es kommt zur Ausprägung eines mehr oder weniger unregelmäßigen, stark gegliederten Habitatmosaikes, das zudem einer starken zeitlichen Dynamik unterliegt. Die Vielzahl beteiligter Faktoren erschweren eine exakte Beschreibung des Lebensraumes und eine reproduzierbare Beschreibung der lokalen Umwelten, in denen die einzelnen Arten leben, erheblich. In einem ersten Ansatz sollten deshalb lediglich 4, bereits visuell gut trennbare Habitattypen unterschieden werden, wobei in Kauf genommen wird, daß hierunter im Einzelfall relativ stark voneinander abweichende Umwelten subsummiert sind.

Tabelle 5 zeigt, daß die Mehrzahl der Laufkäferarten nicht gleichmäßig über die Kiesbänke verteilt ist. Die meisten dort aufgeführten Arten bevorzugen einen oder zwei der vier Habitattypen. Relativ gering ist die Zahl jener Arten, die in den vegetationsfreien Habitattypen 1 und 2 am meisten gefangen wurden. Zu dieser Gruppe zählen allerdings die meisten der insgesamt häufigsten Arten der Kiesbänke, wie *Bembidion prasinum*, *B. punctulatum*, *B. fasciolatum*, *B. ascendens*, *B. tricolor* und weniger deutlich auch *B. testaceum* und *B. decorum*. Die sehr kleinen Arten *Lionychus quadrillum* und *Perileptus areolatus* bevorzugen anscheinend feinere Sedimentfraktionen (Feinkies, Sand), ersterer in sehr trockenen, hoch gelegenen Bereichen der Bank.

Trotz der vergleichsweise geringen Artenzahl in den Habitattypen 1 und 2 ist die Anzahl gefangener Laufkäfer dort insgesamt höher als in den Habitattypen 3 und 4. Hieraus resultieren relativ niedrige Werte für die Artendiversität  $H_s$  und die Evenness  $E_s$  (Tabelle 4). Noch augenfälliger sind die Unterschiede der entsprechenden Werte bei Verrechnung auf Gattungsniveau. Diversitäts- und Evennesswerte auf Gattungsebene erlauben sicher kaum weiterreichende Rückschlüsse auf die Struktur der Zönose. Sie ermöglichen im vorliegenden Fall aber Vergleiche über die Reichhaltigkeit und Dominanzstruktur der die Zönose aufbauenden Gattungen. In Habitattyp 1 stellen Vertreter der Gattung *Bem-*

Tabelle 3

Vorkommen ausgewählter (größerer) Kurzflügelkäfer (Staphylinidae excl. Aleocharinae) an den Standorten 1 - 10 der Isar  
(46 Arten, 331 Individuen).

! = regional oder landesweit seltene Art; (!) = wahrscheinlich seltene Art.

Arten	S	RL	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ancyrophorus longipennis (FAIRM.)			6		X						X		
Arpedium quadrum (GRAV.)	(!)		1						X				
Conosoma marshami STEPH.			1	X									
Deleaster dicrous (GRAV.)	(!)		11	X	X	X	X		X				
Gabrius pennatus SHARP			3					X					
Gabrius subnigritulus (RTT.)			1						X				
Gabrius tirolensis (LUZE)			(1)	(X)									
Geodromicus plagiatus (F.)			1				X						
Geodromicus suturalis (BOISD. LAC.)	(!)		76	X	X	X	X	X			X		
Lathrobium fulvipenne (GRAV.)	!		2		X				X				
Lathrobium spadiceum ER.	!		1		X								
Lesteva longelytrata (GOEZE)			2				X		X				
Neobisnius prolixus (ER.)			4									X	
Paederus brevipennis BOISD. LAC.	(!)		2			X							
Paederus fuscipes CURT.			3							X		X	
Paederus rubrothoracicus (GOEZE)			53	X	X								
Paederus ruficollis (F.)			6	X									
Paederus schönherri CZWAL.	!		9						X	X	X	X	X
Philonthus atratus (GRAV.)			5						X			X	(X)
Philonthus decorus (GRAV.)			(2)				(X)						
Philonthus fulvipes (F.)			11		(X)							X	
Philonthus fuscipennis (MANNH.)			(2)					X	(X)				
Philonthus laminatus (CREUTZ.)			2							X			
Philonthus quisquiliarius (GYLL.)			7									X	X
Philonthus rotundicollis (MENETR.)			10	X			X		(X)		(X)		
Platydomene bicolor ER.	!		1		X								
Rabigus tenuis (F.)			(1)										(X)
Scopaeus gracilis SPERK.	(!)		2					X					
Scopaeus laevigatus (GYLL.)			1										X
Stenus biguttatus (L.)			4						X	(X)	(X)		
Stenus bimaculatus GYLL.			(2)								(X)		
Stenus bipunctatus ER.			35			(X)	X	X				X	X
Stenus boops LJUNGH			3						X	(X)	X	X	
Stenus clavicornis (SCOP.)			1										X
Stenus guttula MÜLL.		4	1				X						
Stenus impressus GERM.			(1)		(X)								
Stenus longipes HEER	!	3	15	X		X						X	
Tachinus pallipes (GRAV.)			(1)							(X)			
Tachyporus abdominalis (F.)			(7)							(X)	(X)		
Tachyporus chrysomelinus (L.)			10				X	X	(X)		(X)		X
Tachyporus hypnorum (L.)			1				X						
Tachyporus nitidulus (F.)			1					X					
Tachyporus obtusus (L.)			(3)								(X)		
Tachyporus solutus ER.			1									X	
Troglophloeus dilatatus ER.			17							(X)	X	X	
Xantholinus clairei COIFF.	!		(1)			(X)							

**Tabelle 4**

**Wichtige Parameter der Laufkäferfauna** der Habitattypen 1-4 (Standorte 1-12).

Nr.	Habitattyp	n	A	G	I/Probe	H <sub>s</sub>	E <sub>s</sub>	HG <sub>s</sub>	EG <sub>s</sub>	% I Bembidion sp.	% I Platynus sp.
1	vegetationsfreie Ufer	72	44	17	28	2,28	0,60	0,29	0,10	95	1,1
2	vegetationsfreie Kiesflächen	24	28	10	27	2,24	0,67	0,40	0,17	92	0,3
3	Pflanzenhorste	72	70	23	19	2,86	0,67	1,0	0,32	76	11,7
4	Überschwemmungsrand (Auelehmstufe)	24	51	17	19	3,02	0,74	1,37	0,48	66	4,2

n = Anzahl Einzelproben  
 A = Anzahl nachgewiesener Arten  
 G = Anzahl Gattungen  
 I/Probe = durchschnittliche Anzahl von Individuen pro einzelner Probe  
 H<sub>s</sub> = Artendiversität nach SHANNON & WIENER  
 E<sub>s</sub> = Evenness

HG<sub>s</sub> = Diversität nach SHANNON & WIENER auf Gattungsniveau (vgl. Text)  
 EG<sub>s</sub> = Evenness auf Gattungsniveau  
 % I Bembidion sp. = Anteil von Vertretern der Gattung *Bembidion* an allen Individuen (in %)  
 % I Platynus sp. = Anteil von Vertretern der Gattung *Platynus* an allen Individuen (in %).

*bembidion* allein 95% aller Individuen. Die übrigen Gattungen treten nur selten auf. Dagegen ist in Habitattyp 4 das Gattungsspektrum breiter. *Bembidion* stellt zwar immer noch 66% der Individuen, andere Gattungen sind aber stärker vertreten.

Die Laufkäferdichte ist auch innerhalb der einzelnen Habitattypen nicht homogen. Vor allem im Uferbereich (Habitattyp 1) bestehen oft erhebliche Dichteunterschiede zwischen benachbarten, strukturell anscheinend relativ ähnlichen Abschnitten. In Habitattyp 2 haben die lokalen Feuchtigkeitsverhältnisse und die vorherrschende Korngröße des Sediments offensichtlich einen wesentlichen Einfluß auf Dichte und artliche Zusammensetzung der Fauna. Besonders hohe Dichten werden meist in mehrlagigen, relativ feuchten, mittelgrobem Kies ohne oder mit geringer Schluff- bzw. Schlammfraktion erreicht.

Die größte Artengruppe der Tabelle 5 stellen Arten, die (tagsüber) bevorzugt in Habitattyp 3 (Pflanzenhorste, Genist) angetroffen wurden. Neben Arten, für die eine Bindung an dichtere Vegetation bekannt ist oder vermutet wird (z. B. *Agonum micans*, *Pterostichus melanarius*) zählen auch etliche nachtaktive Arten zu jener Gruppe, die während ihrer Aktivitätsphasen bevorzugt benachbarte Bereiche der Habitattypen 1 und 2 nutzen dürften.

Eine Reihe von Arten ist ausschließlich oder zumindest zu über 90% des Gesamtfanges in Habitattyp 4 nachgewiesen. Hierzu zählen u. a. *Asaphidion flavipes*, *A. pallipes*, *Clivina contracta*, *Patrobus atrorufus*, *Trechus obtusus*, *T. secalis* und *Bembidion decoratum*. Teilweise handelt es sich wahrscheinlich um Zuwanderer aus den benachbarten Auwäldern (z. B. *Patrobus atrorufus*). Andere Arten sind bisher überwiegend aus Uferbiotopen auf Feinsedimenten beschrieben. Ein erheblicher Teil von ihnen muß als autochthon für Habitattyp 4 angesehen werden. Mit dieser Gruppe von Arten ist die Fauna von Habitattyp 4 gut charakterisiert und von jenen der übrigen Habitattypen scharf abgegrenzt.

Die relativ große Eigenständigkeit der Laufkäferfauna des Habitattyps 4 zeigt sich auch bei einem Vergleich der Arten- und Dominantenidentitäten (Q<sub>s</sub> und K in Abbildung 6). Während die Artenbestände jenen der übrigen Habitate noch relativ ähnlich sind, ergeben sich in den Dominanzen die

Q <sub>s</sub>				K				H <sub>diff</sub>			
2	3	4		2	3	4		2	3	4	
61	65	55	1	69	53	33	1	n.s.	.21	.37	1
	51	46	2	61	35		2		.16	.33	2
		73	3		55		3			.19	3

**Abbildung 6**

**Artenidentität Q<sub>s</sub>** (in Prozent), **Dominantenidentität K** (in Prozent) und **Unterschiede der Artendiversitäten H<sub>diff</sub>** für alle Laufkäfer der Habitattypen 1-4; n. s. = Diversitätsunterschied statistisch nicht sicherbar. Die übrigen H<sub>diff</sub>-Werte sind mindestens auf dem 5%-Niveau gesichert.

geringsten Identitätswerte zu den Habitattypen 1 und 2. Die Berechnung der Unterschiede der Artendiversität (H<sub>diff</sub>) bestätigt dieses Bild. Mit H<sub>diff</sub> = 0,37 ist der Unterschied zwischen den Habitattypen 1 und 4 am größten.

Insgesamt bestehen enge Beziehungen in der Laufkäferfauna zwischen den Habitattypen 1 und 2 einerseits und 3 und 4 andererseits.

Ähnliche Verhältnisse deuten sich bei den übrigen die Kiesbänke besiedelnden Tiergruppen an. Unter den Kurzflügelkäfern erreicht der auffällige *Paederus rubrothoracicus* in Uferbereichen des Oberlaufes (Habitattyp 1) oft hohe Dichten. Etwas feuchtere Abschnitte des Habitattyps 2 werden ebenfalls gut besiedelt, ebenso Genistmassen. Ansonsten fehlt die Art weitgehend. Zu den charakterischen Taxa der Kiesbänke zählen verschiedene Springwanzen (Saldidae). Ihre Dichte ist in Habitattyp 1 besonders hoch, in Habitattyp 4 treten sie deutlich zurück. Unter den Spinnen dominieren vor allem am Oberlauf in den Habitattypen 1 und 2 große Laufspinnen wie die Lycosiden *Lycosa wagleri*, *Pirata knorri* und *Arctosa cinerea*. Während die ersten beiden in Ufernähe häufiger sind, scheint *Arctosa cinerea* etwas höher gelegene, trockenere Bereiche (Habitattyp 2) zu bevorzugen. In den Habitattypen 3 und 4 ist das Familienspektrum wesentlich breiter. Kleine (Erigonidae) und mittelgroße Formen stellen die Mehrzahl der Individuen. Noch deutlicher wie bei den Laufkäfern sind viele Spinnenarten auf Habitattyp 4 beschränkt (vgl. Tabelle 2). Hier nimmt der Anteil obligatorisch netzbauender Arten deutlich zu.

Tabelle 5

**Verteilung aller Laufkäferarten**, von denen mindestens 5 Exemplare gefangen wurden, **auf die Habitattypen 1–4**. Die Arten sind demjenigen Habitattyp zugeordnet, in dem sie bevorzugt auftraten. Innerhalb des Habitattyps sind die Arten nach absteigender relativer Häufigkeit (rechter Block) geordnet. Angegeben sind die Gesamtzahl gefangener Individuen, die Anzahl Individuen pro Probe und Art in jedem Habitattyp (multipliziert mit 100) sowie der Anteil der Individuen pro Habitattyp am Gesamtumfang der Art in Prozent (normiert auf jeweils gleiche Anzahl Proben). Die Summe der Werte in den 4 rechten Spalten ergibt 100% (aus PLACHTER 1986a).

Art	Gesamt- zahl Indivi- duen	Anzahl Individuen pro Probe x 100 in den Habitattypen 1–4				Anteil Individuen pro Art in den Habitattypen 1–4 (in %)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Bembidion prasinum	513	649	158	11	0	<u>79</u>	19	1	0
Bembidion punctulatum	181	194	42	42	4	<u>69</u>	15	15	2
Bembidion fasciolatum	330	308	213	74	17	<u>50</u>	35	12	3
Nebria picicornis	79	65	46	25	13	<u>44</u>	31	17	9
Bembidion testaceum	155	115	75	72	8	<u>43</u>	28	27	3
Bembidion ascendens	306	261	258	47	96	<u>39</u>	39	7	15
Lionychus quadrimaculatus	17	0	58	4	0	0	<u>94</u>	7	0
Perileptus areolatus	5	1	13	1	0	7	<u>87</u>	7	0
Bembidion tricolor	315	199	474	81	21	26	<u>60</u>	11	3
Tachys quadrisignatus	45	18	63	17	21	15	<u>53</u>	14	18
Bembidion femoratum	295	154	304	140	42	24	<u>48</u>	22	7
Bembidion decorum	1.180	663	867	579	325	27	<u>36</u>	24	13
Bembidion conforme	24	15	17	10	8	30	<u>34</u>	20	16
Amara aenea	5	0	4	4	4	0	<u>33</u>	<u>33</u>	<u>33</u>
Chlaenius vestitus	5	0	0	7	0	0	0	<u>100</u>	0
Platynus assimilis	60	3	0	78	8	3	0	<u>88</u>	9
Bembidion semipunctatum	12	0	4	15	0	0	21	<u>79</u>	0
Amara similata	10	0	4	13	0	0	24	<u>76</u>	0
Trechus quadristriatus	9	0	0	11	4	0	0	<u>73</u>	27
Agonum micans	28	1	0	33	13	2	0	<u>70</u>	28
Tachys micros	7	0	0	8	4	0	0	<u>67</u>	33
Bembidion monticola	5	0	0	6	4	0	0	<u>60</u>	40
Pterostichus melanarius	5	0	0	6	4	0	0	<u>60</u>	40
Platynus ruficornis	143	26	8	146	71	10	3	<u>58</u>	28
Chlaenius tibialis	7	1	0	7	4	8	0	<u>58</u>	33
Nebria glyllenhali	19	0	0	21	17	0	0	<u>55</u>	45
Agonum marginatum	18	8	4	15	0	30	15	<u>55</u>	0
Amara familiaris	6	1	0	6	4	9	0	<u>55</u>	36
Bembidion fulvipes	11	7	0	8	0	47	0	<u>53</u>	0
Bembidion articulatum	25	15	0	17	8	38	0	<u>45</u>	20
Bembidion tetracolum	232	15	67	218	200	3	13	<u>44</u>	40
Bembidion dentellum	6	3	0	4	4	27	0	<u>36</u>	36
Bembidion tibiale	11	3	4	8	8	13	17	<u>35</u>	35
Bembidion ruficorne	31	17	8	18	17	28	14	<u>30</u>	28
Asaphidion flavipes	32	0	0	1	129	0	0	1	<u>99</u>
Asaphidion pallipes	8	0	0	1	29	0	0	3	<u>97</u>
Clivina contracta	7	0	0	1	25	0	0	4	<u>96</u>
Patrobus atrorufus	6	0	0	1	21	0	0	5	<u>95</u>
Trechus obtusus	43	3	0	6	154	2	0	4	<u>94</u>
Trechus secalis	5	0	0	1	17	0	0	6	<u>94</u>
Bembidion decoratum	70	3	4	17	229	1	2	7	<u>92</u>
Bembidion quadrimaculatum	5	1	0	1	13	7	0	7	<u>87</u>
Bembidion schüppeli	31	0	4	13	88	0	4	12	<u>84</u>
Loricera pilicornis	5	3	0	1	8	25	0	8	<u>67</u>
Pterostichus strenuus	8	0	0	7	13	0	0	35	<u>65</u>
Agonum moestum	7	0	0	7	8	0	0	47	<u>53</u>
Bembidion lunatum	48	1	0	47	54	1	0	46	<u>53</u>
Bembidion andreae	46	11	29	26	50	10	25	22	<u>43</u>

Auch bei den Kurzflügelkäfern (Staphylinidae) sind etliche Arten bisher nur in Habitattyp 4 nachgewiesen (vgl. Tabelle 3). Während in der epigäische Fauna der vegetationsfreien Habitattypen 1 und 2 Springschwänze, Springwanzen, Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Spinnen den weitaus überwiegenden Teil aller Individuen stellen, ist das Artenspektrum in Habitattyp 4 wesentlich breiter. Stetig und oft häufig kommen hier Vertreter der Weberknechte (Opiliones), Tausendfüßler (Diplopoda), Asseln (Isopoda) (typisch und häufig: *Ligidium hypnorum*), Geradflügler (Orthoptera) (häufig: *Forficula auricularia*), und Zweiflügler (Diptera: Sphaeroceridae u. a.) hinzu. Einzelne Exemplare dieser Tiergruppen besiedeln ebenso Vegetationshorste des Habitattyps 3 (v. a. Isopoda, Orthoptera und Diptera), doch erreichen sie dort bei weitem nicht die gleiche Abundanz wie in Habitattyp 4. Permanente Besiedler ufernaher Kiesbänke müssen in ihrer Lebensweise und in ihrem Verhalten an periodische Überschwemmungen ihres Lebensraumes angepaßt sein. Während etliche terrestrische Arten lange Zeiträume unter Wasser überleben können, fliehen andere bevorzugt laufend oder fliegend vor dem Hochwasser. Nach Fallen des Wasserstandes wird der Lebensraum von vielen Arten sehr schnell erneut besiedelt (KÜHNELT 1943, PALMÉN 1944, 1949). Flugfähigkeit ist in einem derartigen Lebensraum sowohl für das einzelne Individuum als auch für den Fortbestand der Art und die Besiedlung neuentstandener Lebensräume vorteilhaft. Viele Laufkäferarten besitzen stets voll ausgebildete (macropter), andere obligatorisch reduzierte Hinterflügel (brachypter). In einer dritten Gruppe von Arten können die Hinterflügel in unterschiedlichem Umfang reduziert sein (dimorph) (vgl. THIELE 1977). Für alle 3.330 gefangenen Laufkäferindividuen der Isar wurde die jeweilige Ausbildung der Hinterflügel festgestellt. Als voll beflügelt (macropter) wurden alle Individuen eingestuft, deren Hinterflügel ausgestreckt die Länge der Elytren deutlich überragten und deren Sklerotisierung keine Reduktionserscheinungen erkennen ließ. Nicht dieser Gruppe zugeordnet wurden Exemplare mit nur etwa elytrenlangen, relativ weichen Hinterflügeln, wie sie etwa bei *Bembidion tetracolum* häufig auftraten. Tabelle 6 stellt die Ergebnisse für die 4 Habitattypen dar. Hiernach sind im Habitattyp 1 über 99% aller Laufkäferindividuen voll beflügelt. Auch in den Habitattypen 2 und 3 liegen die Werte noch über 90%. Erst in Habitattyp 4 sinkt der Wert deutlich auf 76% ab.

Tabelle 6

Anzahl und Anteil voll beflügelter (macropterer) Laufkäferindividuen am Gesamtumfang in den Habitattypen 1-4 (HT 1 - HT 4) der Standorte 1 - 10 (Isar).

	HT 1	HT 2	HT 3	HT 4
Anzahl aller Individuen	1.517	469	1.015	388
Anzahl voll beflügelter (macropterer) Individuen	1.508	455	927	295
Anteil voll beflügelter Individuen (in %)	99,4	97,0	91,3	76,0

## 5. Anthropogene Veränderungen der Fauna

Die Fauna von Kiesbänken und Kiesufern ist zunehmend einer Reihe von mittelbaren und unmittelbaren anthropogenen Einflüssen ausgesetzt. Zu ersteren zählen vorrangig wasserwirtschaftliche Maßnahmen, die die Abfluß- und Überschwemmungsverhältnisse im Uferbereich sowie Art und Menge der vom Fluß mitgeführten Feststoffe verändern. Auch Veränderungen der Wasserqualität können über vermehrte Schlammdposition und über Unterschiede des Nahrungsangebotes für Prädatoren und Saprophage Einfluß auf die terrestrische Fauna haben (s. u.). LEHMANN (1965) verglich die Laufkäferfauna unverbauter und verbauter (Steinschüttung) Uferabschnitte am Rhein bei Köln. Am verbauten Ufer fehlen viele typische Rheinuferarten. Sie werden weitgehend durch eurytopye Arten ersetzt. Nicht unterschätzt werden dürfen die Einflüsse des Erholungsdruckes, der auf vielen Kiesbänken lastet (Lagern, Feuermachen etc.). Bei einigen Vogelarten verhindern Erholungssuchende die Ansiedlung in ansich geeigneten Bruthabitaten völlig (ZINTL & WILLY 1972). Einflüsse gerade auf größere, sich im Lückensystem des Kieses aufhaltende Arten durch häufiges Betreten der Flächen können nicht ausgeschlossen werden.

Für eine kausale Zuordnung bestimmter Veränderungen in der Fauna zu einzelnen anthropogenen Einflüssen und eine Quantifizierung der Wirkungen reichen die heutigen Kenntnisse in vielen Fällen nicht aus (Ausnahme Vögel). Möglich ist es jedoch, auffällige Veränderungen der Fauna zur gesamten, oft anthropogen bedingten Ausprägung des Lebensraumes in Beziehung zu setzen.

Im Verlauf der Isar sind etliche Laufkäferarten bis zum Standort 4 bzw. 5 häufig, verschwinden danach von den Kiesbänken, erscheinen im Unterlauf ab Standort 7 jedoch erneut. Hierzu zählen sehr häufige Arten wie *Bembidion fasciolatum*, *Bembidion ascendens*, *Bembidion prasinum*, *Bembidion testaceum*, aber auch *Tachys quadrisignatus* und *Tachys micros*. Eine ähnliche Lücke ist bei *Bembidion punctulatum* sowie bei der Spinne *Pirata knorri* erkennbar. Im Gegensatz hierzu sind Arten wie *Bembidion lunatum*, *Bembidion decoratum*, *Bembidion schüppeli*, *Bembidion tetracolum* und *Nebria gyllenhalii* im mittleren Isarabschnitt gut vertreten. Noch deutlicher werden diese Veränderungen bei der quantitativen Betrachtung einzelner Arten (Abbildung 7). Die Lage von München ist dort durch Kreuzschraffur angedeutet.

Es lassen sich mindestens 4 Verbreitungstypen unterscheiden:

a) Arten, die auf den Oberlauf der Isar beschränkt sind und noch vor München (Standort 5) verschwinden: z. B. *Bembidion fulvipes*, *Bembidion conforme*, *Asaphidion pallipes*, *Bembidion andreae*, *Bembidion ruficornis*, *Chlaenius tibialis*. Es handelt sich ausschließlich um montane Arten. Bei den Spinnen können u. a. *Arctosa cinerea* und *Lycosa wagleri*, bei den Kurzflügelkäfern kann *Paederus rubrothoracicus* dieser Gruppe zugeordnet werden. Zu dieser zählen an der Isar auch die beiden Heuschrecken- und 4 der 5 in Abbildung 3 aufgeführten Vogelarten.

b) Arten, die sowohl an Ober- wie auch am Unterlauf vorkommen, dazwischen aber eine deutliche Verbreitungslücke aufweisen (s. o.).

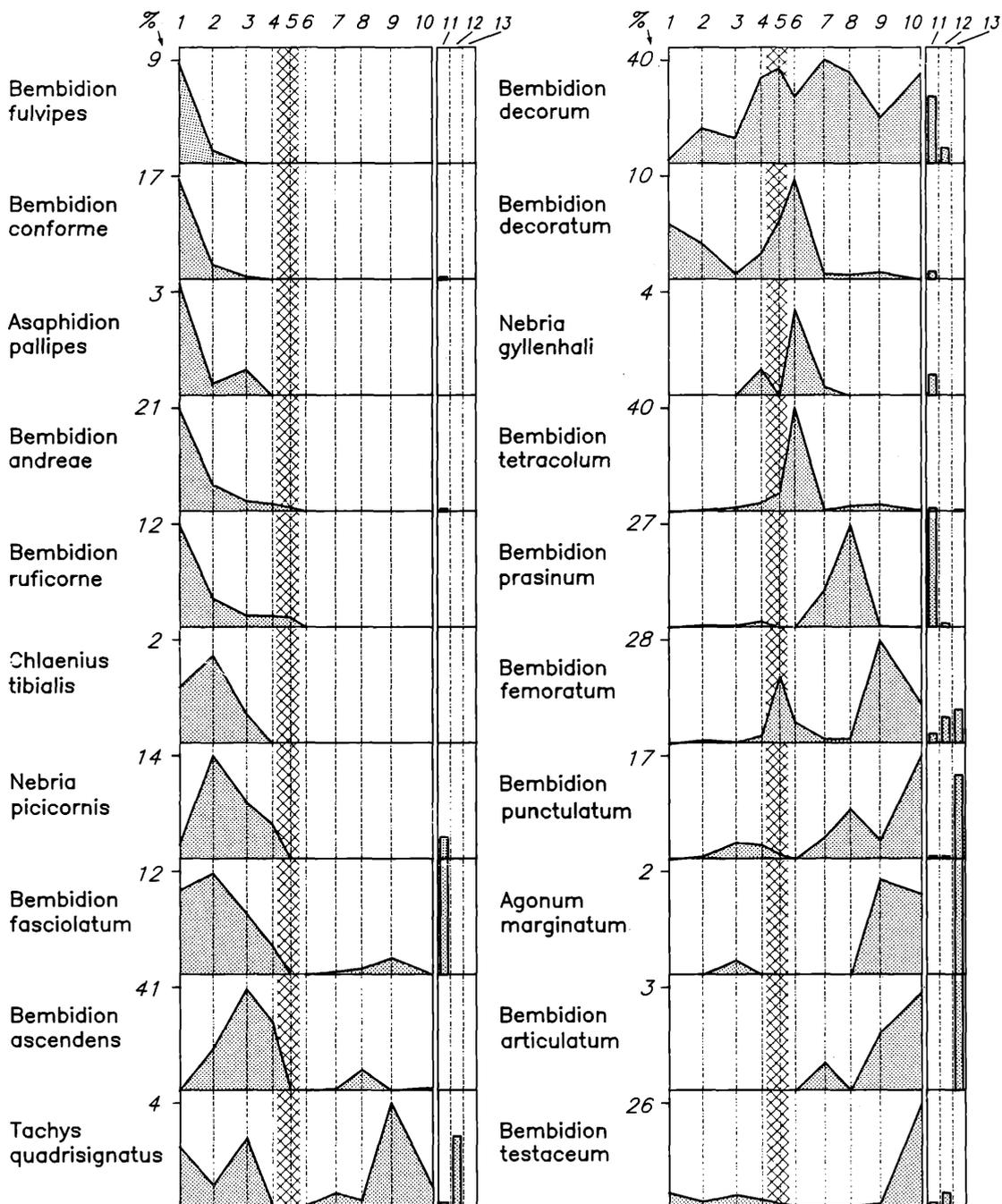


Abbildung 7

Anteil der Individuen von 20 ausgewählten Laufkäferarten an allen gefangenen Laufkäfern in Prozent für die Standorte 1 - 13. Es können mehrere Verbreitungstypen unterschieden werden (vgl. Text). Kreuzschraffur: Lage von München.

c) Arten, deren Verbreitungsschwerpunkt im Mittellauf zwischen den Standorten 5 und 7 liegt, wie *Bembidion decoratum*, *Bembidion tetracolum* und *Nebria gyllenhali*. Einige der Arten erreichen ein zweites Dominanzmaximum im Unterlauf, so z. B. *Bembidion femoratum*.

d) Arten, die auf den Unterlauf beschränkt sind, so z. B. *Agonum marginatum* oder *Bembidion articulatum* sowie die Spinnen *Leythyphantes nigrinus*, *Dicymbium nigrum* und *Diplostyla concolor*.

Eine weitere Gruppe von Arten zeigt ein relativ stetiges, jedoch undifferenziertes Auftreten (z. B. *Bembidion decorum*).

Im mittleren Abschnitt der Isar werden die vegetationsfreien Bereiche der Kiesbänke von epigäischen Landtieren nahezu nicht besiedelt. Bereits auf Standort 4 ist ihre Dichte in den Habitattypen 1

und 2 äußerst gering, an den Standorten 5 und 6 setzt sich der Bestand fast ausschließlich aus Fängen in den Habitattypen 3 und 4 zusammen. An Standort 7 ist die Laufkäferbesiedlung von Teilbereichen des Habitatstyps 2 bereits wieder beachtlich, während andere Abschnitte und der ufernahe Habitatstyp 1 einen äußerst dünnen, artenarmen Bestand besitzen. Größere Spinnen fehlen hier weitgehend. Besiedlung und räumliche Verteilung der Arten an Standort 8 ähneln schließlich wiederum jener des Oberlaufes (vgl. Abbildung 2, %N(HI)).

Zwei anthropogene Faktorenkomplexe prägen den mittleren Abschnitt der Isar (Standorte 5 - 7):

a) Die Ausleitung von Isarwasser in Kanäle und die hierdurch bedingte unnatürliche Wasserführung.

b) Einflüsse der Stadt München. Hierzu zählen die

Einleitung von Abwasser bzw. schwebstoffreichen Oberflächenwassers (Regenentlastungen), die meist deutlich herabgesetzte Fließgeschwindigkeit (Erwärmung, Algenaufwuchs) und die ausgesprochen intensive Erholungsnutzung der Kiesbänke an den Standorten 5 und 6 im Sommer.

Die Längsverbauung dieses Bereiches alleine scheidet als wesentlicher Grund für die beobachtete tiefgreifende Veränderung der Fauna aus. Sie beeinflusst aber wahrscheinlich zusammen mit den extremen Wasserspiegelschwankungen die Besiedlung der Kiesbänke. Zu Normal- und Niedrigwasserzeiten liegen die Kiesbänke frei. Nach Starkregenfällen und bei Hochwasser werden sie zumindest an den Standorten 5–7 mitunter innerhalb weniger Minuten vollständig unter Wasser gesetzt. Die relativ enge Längsverbauung verhindert die Entstehung randlicher, nur selten bzw. kurzzeitig überschwemmter Kiesstandorte und somit ein Ausweichen der Arten auf solche Bereiche bzw. eine Wiederbesiedlung von dort aus.

Gerade in diesen Flußabschnitten ist das Lückensystem im Kies weitestgehend mit schlammreichem Feinsedimenten verfüllt. Wie Beobachtungen im Oberlauf und am Standort 8 zeigen, halten sich die Arthropoden ganz überwiegend zwischen den oberen Kieslagen auf. Nur ein geringer Anteil ist auf der Substratoberfläche zu finden. Die Dichte nimmt nach unten relativ rasch ab, doch wurden einzelne Exemplare noch in beträchtlichen Tiefen angetroffen. Der Verschluß dieses Lückensystems bis zur Bodenoberfläche engt den an sich nutzbaren Lebensraum erheblich ein. Zudem sind kältepräferente und schattenliebende Arten stärker der unmittelbaren Besonnung ausgesetzt. Schließlich, und hierin mag die schwerwiegendste Auswirkung liegen, bestehen bei Überflutung weder für Adulte noch für Jugendstadien Fluchtmöglichkeiten ins Substrat hinein. In oberflächlichen Verstecken sind sie der erhöhten Gefahr ausgesetzt, weggeschwemmt zu werden. Da nach vorliegendem Kenntnisstand zumindest ein Teil der Kiesbankfauna Überschwemmungen im Substrat überdauert, dürfte sich das Fehlen geeigneter Verstecke besonders nachteilig auf die Fauna auswirken.

Welche der angeführten Faktoren letztendlich für die Veränderung und Verarmung der Kiesbankfauna im mittleren Abschnitt der Isar verantwortlich zu machen ist, kann derzeit nicht eindeutig entschieden werden. Vieles deutet darauf hin, daß mehrere Faktoren hieran gleichsinnig beteiligt sind, die jedoch ausnahmslos anthropogenen Ursprungs sind. Daß gerade Art, Höhe und Jahreszeit von Wasserspiegelschwankungen für die Ausbildung der Uferfauna entscheidend sein kann, konnte LEHMANN (1965) zeigen. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß auch die ufernahen Partien der Kiesbänke des Donaustandortes (12) praktisch frei von Tieren sind. Sie unterliegen ebenfalls unnatürlichen Wasserspiegelschwankungen, die in Zusammenhang mit dem dortigen Schiffsverkehr stehen. Bugwellen vorbeifahrender Motorschiffe setzen diese Bereiche immer wieder kurzfristig unter Wasser. Abgesehen davon, daß hierdurch sicherlich bei vielen Arten eine landwärtige Fluchtreaktion ausgelöst wird, fehlen hier auch schlüpfende Wasserinsekten als Nahrung für terrestrische Arthropoden.

## 6. Charakterisierung der Kiesbankfauna

### 6.1 Arten- und Typenspektrum

Vegetationsfreie bzw. nur schütter bewachsene Kiesbänke und Kiesufer beherbergen eine Fauna, in der Vertreter nur weniger Tiergruppen die Mehrzahl der Individuen und fast die gesamte Biomasse stellen. Viele andere Tiergruppen zählen nur sehr unregelmäßig und in geringer Dichte zur terrestrischen Fauna. Die Wirbeltiere sind lediglich durch wenige Brutvogelarten vertreten. Hinzu kommen verschiedene Limikolen, die Kiesbänke auf dem Durchzug kurzzeitig zur Nahrungssuche nutzen. Vertreter der übrigen Wirbeltierklassen fehlen als ständige oder stetige Glieder in der Fauna. Lediglich in höher gelegenen Landbereichen und in Habitattyp 4 kann mit dem Auftreten von Zauneidechse (*Lacerta agilis*) und Waldeidechse (*Lacerta vivipara*) gerechnet werden. Diese Areale werden sicher gelegentlich auch von verschiedenen anderen Wirbeltieren (Amphibien, Kleinsäuger) aus benachbarten Biotopen aufgesucht.

In den beschriebenen Bereichen der Kiesbänke dominieren unter den größeren terrestrischen Wirbellosen Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Spinnen. Bei letzteren sind wiederum nur wenige Familien (v. a. Lycosidae, Erigonidae, Linyphiidae) häufiger und relativ artenreich vertreten. Anhand der stetigsten Arten kann die Kiesbankfauna der hier untersuchten dealpinen Flüsse charakterisiert werden. In der nachfolgenden Aufstellung sind die Stetigkeit S an den Standorten 1–12 (bei Staphylinidae nur 1–10) und die durchschnittliche Häufigkeit H in 3 Stufen angegeben (x = vereinzelt, xx = häufig, xxx = oft dominierend):

	S	H
Laufkäfer (Carabidae):		
<i>Bembidion decorum</i>	12	xxx
<i>Bembidion tetracolum</i>	11	xx
<i>Bembidion femoratum</i>	11	xx
<i>Platynus ruficornis</i>	11	x
<i>Bembidion decoratum</i>	10	xx
<i>Bembidion punctulatum</i>	10	xxx
<i>Bembidion fasciolatum</i> +		
<i>B. ascendens</i>	9	xxx
<i>Bembidion tricolor</i>	9	xxx
<i>Tachys quadrisignatus</i>	9	xx
<i>Trechus obtusus</i>	9	x
<i>Bembidion lunatum</i>	8	xx
<i>Bembidion testaceum</i>	8	xx
Spinnen (Araneae):		
<i>Oedothorax retusus</i>	12	xx
<i>Oedothorax fuscus</i>	11	xx
<i>Erigone atra</i>	11	x
<i>Diplocephalus cristatus</i>	10	xx
<i>Erigone dentipalpis</i>	9	x
<i>Pirata knorri</i>	7	xx
<i>Pachygnatha clercki</i>	7	x
<i>Bathypantes nigrinus</i>	7	x
Kurzflügelkäfer (Staphylinidae):		
<i>Geodromicus suturalis</i>	6	xxx
<i>Paederus schönherri</i>	5	x
<i>Stenus bipunctatus</i>	5	xx
<i>Deleaster dicrous</i>	5	xx
<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	5	x

verbreitete, eurytope Arten. Hierbei ist zu beachten, daß sich der überwiegende Teil der Standorte derzeit nicht mehr in einem naturnahen Zustand befindet und sicher einen erheblichen Teil seiner ursprünglich spezifischen Fauna bereits verloren hat. Dennoch fehlen unter den oben genannten solche Arten nicht ganz, für die eine engere Bindung an offene Fließgewässerufer angenommen werden kann, so z. B. *Bembidion fasciolatum* und *Bembidion ascendens*, *Bembidion tricolor*, *Pirata knorri*, *Geodromicus suturalis* und *Deleaster dicrous*. KÜHNELT (1943) untersuchte Schotterbänke eines Baches bei Lunz/Österreich, die von ihren Umwelteigenschaften wohl am ehesten mit dem Oberlauf der Isar vergleichbar sind. Außer Vertretern der genannten Tiergruppen nennt er u. a. die Springschwanzarten *Agrenia bidentaculata* und *Tetracanthella alpina*. Erstere trat knapp oberhalb der Wasserlinie in sehr hoher Individuendichte auf. An allen Standorten der Isar mit Ausnahme von Standort 6 erreichen Collembolen in Habitattyp 1 hohe Dichten. Stellenweise, so z. B. zwischen angespülten Grünalgen, kommt es zu Massenerkennungen. Unter den Wanzen nennt KÜHNELT die Springwanze *Saldula variabilis*, unter den Schnellkäfern *Hypnoidus maritimus* sowie unter den Ameisen *Myrmica rubra laevinodis*. Als grabende Bewohner tieferer Schichten der Kiesbank, die an den bayerischen Flüssen nicht näher untersucht wurden, führt er die Borstenwürmer *Octolasion profugum*, *O. croaticum*, *Eisenia tetraedra* sowie Vertreter der Gattung *Allolobophora* und der Familie *Enchytraeidae* an. Spaltenbewohner tieferer Schichten sind verschiedene Milben (v. a. räuberische Gamasidae), Springschwänze (*Folsomia*, *Onychiurus*), Larven von Laufkäfern der Gattung *Bembidion* und der Springwanzen (Saldidae). Dieses Spektrum entspricht in hoher Übereinstimmung jenem des Oberlaufes der Isar. *Myrmica rubida* ist die einzige Ameisenart, die an den Standorten 1–4 regelmäßig den Habitattyp 2 besiedelt (stellenweise auffällig viele Tiere unter Steinen), Schnellkäfer der Gattung *Zorochoerus* (*Hypnoidus*) leben, allerdings meist vereinzelt, an sandigen Stellen der Habitattypen 2 und 3. Springwanzen und deren Larven zählen zu den häufigsten Taxa in den Habitattypen 1 und 2.

Die Fauna der Kiesbänke dealpiner Flüsse ist hinsichtlich Artenbestand, Typenspektrum und Struktur sehr spezifisch und unterscheidet sich deutlich von jener anderer, auch relativ ähnlicher Lebensräume. Untersuchungen an skandinavischen und mitteleuropäischen Fließgewässern (BAEHR 1980, 1984, KARVONEN 1945, KÜHNELT 1943, PALMÉN & PLATONOFF 1943, PALM & LINDROTH 1937) belegen auch für die dortigen vegetationsarmen Uferhabitate eigenständige Käferfaunen.

LEHMANN (1965) gelangt dagegen zu dem Ergebnis, daß unbefestigten Ufern des Rheins bei Köln eine autochthone Laufkäferfauna fehlt. Vielmehr handelt es sich um eine verarmte Fauna verschiedener anderer unbewachsener Flächen. Nach jedem Hochwasser erfolgt eine Neubesiedlung von außen (vgl. auch KROGERUS 1948). Vor allem die Sommerhochwässer, die sowohl in die Zeit der Larvalentwicklung der Frühjahrsarten als auch in die Ausbreitungszeit der Herbstarten fallen, verhindern dort eine dauerhafte Besiedlung. Zumindest für die Standorte 1–3 und 8 an der Isar und für die untersuchten Lechabschnitte treffen diese Schlußfolgerungen nicht zu.

Bei einer Neubesiedlung der übermühten Bäche weisen von außen neu. Die hieran beteiligten Insekten können jedoch auf den ausgedehnten, reich gegliederten Kiesflächen zu Hochwasserzeiten stets in benachbarten Bereichen ähnlicher Struktur ausweichen, in den weitgehend unveränderten Umweltbedingungen. Eine Neubesiedlung ist dann nur über kurze Distanzen erforderlich.

Es ist anzunehmen, daß v. a. die Fauna des Habitattypen 1 lediglich der jeweils wechselnden Uferfolge folgt, wie dies z. B. auch für die Fauna der Uferufer in Skandinavien belegt ist (RENK 1944). Auf den ufernahen Standorten der Isar des Lechs, dominieren demzufolge solche die bisher ausschließlich oder überwiegend ähnlichen Uferbiotopen von Fließgewässern gemeldet sind, die offensichtlich in besonderer Weise an die dortigen, extremen Umweltbedingungen angepasst sind.

An den übrigen, gestörten Standorten ist die eurytoper Uferarten und von Bewohnern der xerothermer Trockenstandorte allerdings nicht erhöht. Die Fauna der fluviatilen Kiesflächen liert hier ihre Spezifität zu einem wesentlichen Teil. Die dortige Laufkäfer- und Spinnenfauna sitzt enge Beziehungen zu den Faunen der stillen Uferufer (vgl. BAEHR 1980, BAEHR & BAEHR 1984, GERSDORF & GROSSECAPPENBERG et al. 1978, OTT & NIK 1978, MILLER & OBTEL 1975, OTT 1972, PLACHTER 1983 a, 1985 a, THIELE

Am Lauf der Isar, wie wohl am Lauf aller Ufer Flüsse, wirken zur Zeit zwei Faktoren auf die Ufer: natürliche Veränderungen von Fließgeschwindigkeit, Ufermorphologie, Art und Umfang von Überschwemmungen, Erosion und Sedimentablagerung mit zunehmender Entfernung von der Quelle bzw. geringerer Höhenlagen, die anthropogenen Eingriffe in Wasserhaushalt, Uferqualität und Struktur der Ufer. Da beide Faktoren teilweise gleichsinnig wirken (z. B. Abnahme der Sedimentkorngöße sowohl grundsätzlich zum Ufer hin als auch oberhalb von Stauhaltungen) und allem im Unterlauf überlagern, kann derzeit im Ufer oft nur schwer entschieden werden, auf welchen der bestimmte örtliche Ausprägungen der Fauna wiegend zurückzuführen sind. Die Beobachtungen an alpenfernen Standorten 8 und 11 deuten allerdings hin, daß an den übrigen, stärker veränderten Standorten des Mittel- und Unterlaufes der Isar anthropogene Veränderungen des Flußlaufes und der Ufer einen deutlichen Einfluß auf die Zusammensetzung der Uferfauna haben.

Folgende allgemeine Veränderungen in der Uferfauna der Kiesbänke entlang der Isar können beobachtet werden:

1. Im Oberlauf stellen mittelgroße bis große Arten einen wesentlichen Anteil an der Fauna der Habitattypen 1–3. Beispiele sind die Laufkäfer *Picicornis* und *Chlaenius tibialis*, der Laufkäfer *Paederus rubrothoracicus* und die Wölfe *Lycosa wagleri* und *Arctosa cinerea*. Auch in der Gattung *Bembidion* überwiegen große Arten wie *Bembidion fasciolatum*, *Bembidion ascendens*, *Bembidion fulvipes* und *Bembidion cornu*. Flußab bestimmen zunehmend kleinere Arten das Bild. Die großen Wölfe werden weitgehend durch kleinere Eriopneustiden und Phidippen ersetzt, bei den Kurzflügelkäfern eine kleine Aleocharinae oft sehr hohe Dichten. Die Laufkäfer stellen Arten unter 7 mm Körperlänge (*Bembidion testaceum*, *Bembidion* ...)

*Bembidion femoratum*, *Bembidion punctulatum* u. a.) fast alle Individuen. Entlang des Flußlaufes ist somit eine zunehmende Miniaturisierung der Fauna zu beobachten.

2. In der Fauna des Oberlaufes stellen eng an fluviatile Kiesbänke und ähnliche offene Uferbiotope gebundene Arten die Mehrzahl der Individuen. Einige von ihnen erreichen hohe Dominanzwerte. Im Mittel- und v. a. Unterlauf nehmen relativ unspezifische, eurytope Arten deutlich zu, die bisher von sehr verschiedenen feuchten Habitaten, wie Stillgewässerufern, Seggen- und Phragmitesrieden, Sumpfbereichen, Abbaugeländen, ja sogar Äckern beschrieben wurden. Die Fauna der Kiesbänke und Kiesufer verliert somit vor allem im Unterlauf deutlich an Spezifität. Daß hierfür zumindest teilweise anthropogene Veränderungen verantwortlich sind, konnte oben gezeigt werden.

3. Einige montane bzw. alpine Arten sind auf den Oberlauf beschränkt. Andere dagegen dringen entlang des Flusses weit in das Vorland hinaus vor. Selbst noch im Unterlauf stellt eine Auswahl montaner Arten einen wesentlichen Teil der Fauna. Die Verhältnisse gleichen jenen, wie sie für verschiedene Alpenpflanzen beschrieben wurden (BRESINSKI 1965, u. a.). Montane Arten besiedeln allerdings selbst noch Flußabschnitte, in denen Alpenpflanzen heute bereits weitgehend ausgefallen sind. Nach den vorliegenden Beobachtungen handelt es sich hierbei um vitale Populationen, die zumindest einige Generationen lang am Standort überleben, nicht nur um angeschwemmte Individuen.

4. Das Spektrum der Tierarten und v. a. der Tiergruppen, die die Kiesbankfauna des Oberlaufes zusammensetzen, ist relativ eng (wenige Brutvögel, relativ viele Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Spinnen, Springschwänze, vereinzelt Milben und Borstenwürmer, einzelne Springwanzen und Ameisen). Flußab wird dieses Spektrum breiter. Weitere, allerdings nur teilweise autochthone Tiergruppen treten hinzu (z. B. Vertreter weiterer Käfer- und Spinnenfamilien, Weberknechte, Geradflügler). Es muß offen bleiben, ob die Lebensgemeinschaften des Unterlaufes deswegen ausgeglichener und stabiler im biologischen Sinn sind. Der Abfall der Artendiversität bei Laufkäfern deutet eher das Gegenteil an.

Auf der Grundlage der beschriebenen Beobachtungen lassen sich entlang der Isar mehrere gut

voneinander im Artenbestand unterscheidbare Ausprägungen der Kiesbankfauna beschreiben (vgl. auch PLACHTER 1986 a).

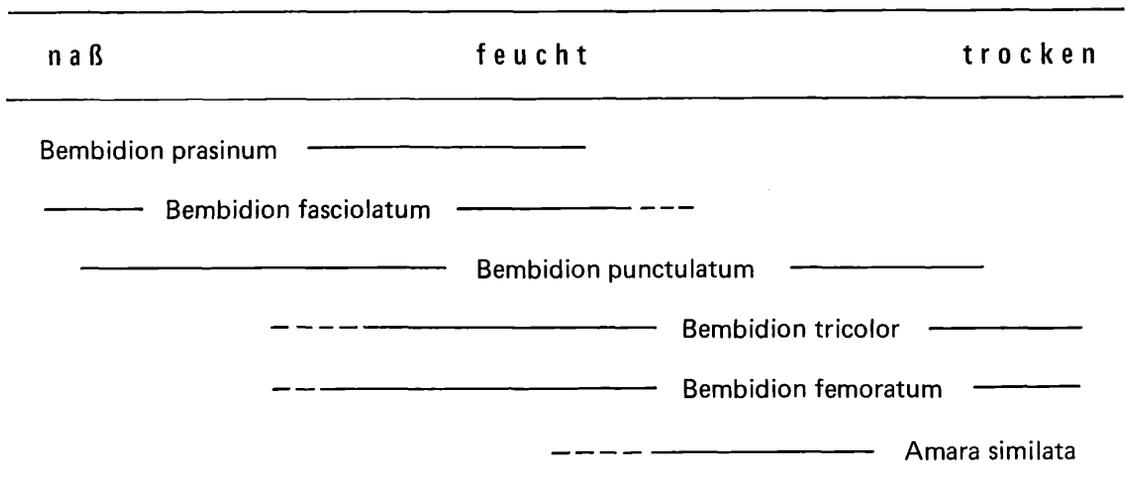
- Eine alpine Modifikation. Sie ist u. a. durch folgende Artenkombination charakterisierbar: *Bembidion fulvipes*, *Bembidion conforme*, *Bembidion ruficornis*, *Chlaenius tibialis*, *Arctosa cinerea*, *Lycosa wagleri*, *Paederus rubrothoracicus*.

- Die Assoziation relativ naturnaher Kiesbänke des außeralpinen Ober- und Mittellaufes mit der Artenkombination *Nebria picicornis*, *Bembidion andreae*, *Tachys quadrisignatus*, *Bembidion fasciolatum*, *Bembidion ascendens*, *Bembidion tricolor*, *Trechus obtusus*, *Pirata knorri*, *Deleaster dicrous*, *Stenus spp.*, Saldidae gen. sp., *Charadrius dubius* und *Actitis hypoleucos*.

- Stark gestörte Bereiche des Mittel- und Unterlaufes. Die Habitattypen 1 und teilweise 2 sind praktisch frei von Tieren. Nur sehr punktuell (ausgewaschene oder sehr hoch gelegene Areale) finden sich noch Reste der Kiesbankfauna. Die Fauna ist allenfalls noch durch *Bembidion decorum* und Arten der Habitattypen 3 und 4, wie *Bembidion decoratum*, *Bembidion tetracolum*, *Bembidion femoratum*, vielleicht *Bembidion schüppeli* und *Bembidion lunatum*, *Oedothorax retusus* und *Paederus spp.*, charakterisierbar. Es handelt sich um verschiedene Fragmentvarianten der übrigen Assoziationen.

- Assoziation des Unterlaufes. Sie ist charakterisiert durch die Dominanz von Arten wie *Bembidion decorum*, *Bembidion femoratum*, *Bembidion punctulatum*, *Bembidion testaceum*, *Bembidion articulatum*, *Oedothorax fuscus*, *Bathyphantes nigrinus* und *Centromerus sylvaticus*. Weitere typische Arten sind *Agomum marginatum*, *Amara aenea*, *Agonum moestum*, *Paederus schönherri*, *Stenus bipunctatus* und *Philonthus spp.*

Auf einer Kiesbank sind die einzelnen Arten unterschiedlich eingemischt: die meisten nutzen deshalb nur einen Teil der vorhandenen Habitate bzw. nur einen Teil der Kiesbankfläche regelmäßig. Neben anderen Umwelteigenschaften sind die durchschnittliche Bodenfeuchtigkeit und der vorherrschende Substrattyp entscheidend für die Verteilung der Arten auf der Kiesbank (vgl. auch ANDERSEN 1969, 1978, KÜHNELT 1943). Die Abbildungen 8 und 9 zeigen Beispiele von Laufkäferarten, die auf den hier untersuchten Standorten besonders eindeutig bestimmten Feuchtig-



**Abbildung 8**  
Ausgewählte Laufkäferarten, die auf den hier untersuchten Kiesbänken bestimmte Feuchtigkeitsverhältnisse bevorzugen.

Substratpräferenz	Arten
<i>Sand</i>	<i>Bembidion femoratum</i> <i>Brosicus cephalotes</i>
<i>feucht-naß:</i>	<i>Bembidion punctulatum</i>
<i>trocken:</i>	<i>Calathus erratus</i> <i>Lionychus quadrillum</i> <i>Perileptus areolatus</i> <i>Tachys micros</i>
<i>Auelehm:</i>	<i>Asaphidion flavipes</i> <i>Asaphidion pallipes</i> <i>Bembidion decoratum</i> <i>Bembidion schüppeli</i> <i>Trechus obtusus</i>
<i>Detritus, naß:</i>	<i>Agonum marginatum</i>

### Abbildung 9

**Laufkäferarten**, bei denen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung auffällige **Substratpräferenzen** beobachtet wurden. Die Arten kommen auf diesen Kiesbänken überwiegend oder ausschließlich auf den angegebenen Substrattypen vor.

keits- und Substrateigenschaften zugeordnet werden konnten. Die Allgemeingültigkeit der dortigen Einordnung bedarf im Einzelfall allerdings noch weiterer Bestätigung an anderen Orten.

In der Summe der Arten kommt es so zur Ansiedlung typischer Artenkollektive, die in ihrer räumlichen Verbreitung auf den Kiesbänken an bestimmte Struktureinheiten gebunden sind. Die oft enge räumliche Verzahnung und Kleinflächigkeit vieler dieser Struktureinheiten oder Habitattypen verhindert eine absolute Zuordnung einzelner Arten zu bestimmten Habitattypen. Fast keine der Arten tritt in einem einzigen Habitattyp ausschließlich auf. Wie oben gezeigt wurde, besiedeln viele Arten aber bestimmte Habitattypen bevorzugt. Die Faunen gleicher Habitattypen benachbarter Standorte sind sich somit hinsichtlich Artenbestand und Dominanzverhältnissen meist deutlich ähnlicher als die Faunen insgesamt.

Besondere Bedeutung kommt offensichtlich den bei Hochwasser angespülten toten Pflanzenmassen (Genist) auf der ansonsten vegetationsfreien Kiesbank zu. Zum einen erreichen mit bzw. in ihnen viele potentielle Besiedler die Kiesbank. Die Zahl und der Artenreichtum der nach Hochwässern in Anspüllicht aufgefundenen lebenden Tiere ist auffallend hoch (BONESS 1975, PEETZ 1937, SCHEERPELTZ 1927). Die Anlandung von Genist spielt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine wichtige Rolle bei der Besiedlung der Kiesbänke und für den Kontakt der räumlich oft stark isolierten Populationen der stenotopen Kiesbankbewohner (s. u.). Darüber hinaus dienen Genistansammlungen als Verstecke für viele nachtaktive Arten. Eine ähnliche Funktion erfüllen kompakte Pflanzenhorste.

Der Habitattyp 4 kann aufgrund seines Artenbestandes nur noch bedingt der Kiesbank zugeordnet werden. Er beherbergt als typischer Grenzbereich sowohl Arten der Kiesbank als auch solche der angrenzenden Auwälder bzw. anderer benachbarter Biotope. Darüber hinaus konnten aber weitere Arten festgestellt werden, die wahrscheinlich für diesen Lebensraum spezifisch sind. Habitattyp 4 erfüllt demnach die Definition eines echten Übergangsbereiches (Ökoton) (vgl. HEUBLEIN

1983). Darüber hinaus nimmt er bei Hochwasser sicher einen wesentlichen Teil der Kiesbankfauna zeitweise auf und ermöglicht so eine schnelle Wiederbesiedlung nach Abflauen des Hochwassers.

### 6.2 Anpassungen an den Lebensraum

Vegetationsarme Kiesbänke und -ufer der Flüsse sind Lebensräume, in denen Tierarten einer Reihe extremer Umweltbedingungen ausgesetzt sind. Es ist deshalb anzunehmen, daß die dort auf Dauer lebenden Arten an diese besonderen Lebensbedingungen angepaßt sind und sich in einer Reihe charakteristischer Eigenschaften von anderen Arten »ausgeglichener« Biotope unterscheiden. Ebenso sollte die Struktur der Tiergemeinschaft mit typischen Eigenschaften charakterisierbar sein.

Der Lebensraum Kiesbank und die zugehörigen Tiergemeinschaften lassen sich wie folgt beschreiben:

1. Mehrmals jährlich, oft in periodischen Abständen wird der Lebensraum überflutet. Hiermit verbunden ist eine starke mechanische Belastung der Organismen auf der Oberfläche und in den oberen Bodenschichten. Zumindest die oberen Sedimentlagen werden bei jedem größeren Hochwasser umgelagert, jüngere oder weniger stabile Pflanzen werden fortgeschwemmt. Die anwesenden Tierarten müssen Mechanismen entwickelt haben, Überflutungen im Substrat zu überleben, rechtzeitig zu fliehen oder nach der Überschwemmung den nun wieder verfügbaren Lebensraum aus benachbarten Populationen rasch neu zu besiedeln. Nach den vorliegenden Daten sind bei Kiesbankbewohnern alle drei Strategien verwirklicht. Ein sehr großer Anteil der kiesbankbewohnenden Tierarten ist flug- oder schwimmfähig. Ersteres gilt für die Vögel sowie für die meisten Lauf- und Kurzflügelkäfer (s. o.). Auf der Wasseroberfläche erreichen die großen Wolfspinnen und Kurzflügelkäfer (*Paederus rubrothoracicus*, *Stenus*, *Bledius*) aktiv noch nicht überflutete Bereiche (ANDERSEN 1968, HEBERDEY 1976, KÜHNELT 1943). Einzelne Exemplare von *Pterostichus madidus* sind unter Laborbedingungen (Stillwasser) bis zu 6 Tage, solche von *Loricera pilicornis*, *Bembidion lampros*, *Bembidion obliquum*, *Bembidion doris* und *Platynus dorsalis* wenigstens 5 Tage lang schwimmfähig (LEHMANN 1965, PALMÉN 1944). Wohl mehr passiv schwimmfähig sind Springwanzen und Springchwänze. Nach den vorliegenden Beobachtungen streben bei beginnender Überflutung verschiedene Laufkäfer und Spinnen gezielt den wasserfernen Rändern der Kiesbank zu (KÜHNELT 1943, LEHMANN 1965, PALMÉN & PLATONOFF 1943). Terrestrische Käferarten der Kiesbänke überleben erstaunlich lange Zeiträume unter Wasser. Bei niedrigen Wassertemperaturen, wie sie im Oberlauf der dealpinen Flüsse vorherrschen, überlebte im Labor *Agonum fuliginosum* 50 – 70 Tage Wasserbedeckung, *Bembidion doris* 10 – 18 Tage. Überflutungen von wenigen Tagen Dauer werden von vielen Laufkäferarten ertragen (PALMÉN 1945, 1949). Die unter den Flügeldecken eingeschlossene Luft wirkt hierbei als »physikalische Kieme«. Nach Freilandbeobachtungen in Norwegen blieben die Käferpopulationen der Flußufer nach Hochwässern intakt. Sogar Larven, Puppen und wahrscheinlich auch Eier überleben die Überschwemmungen (ANDERSEN 1968).

Besiedlung von außen ist zumindest für alle neu entstehenden Kiesbänke erforderlich. Sie kann auf dem Luftweg, auf dem Wasserweg (passive Anschwemmung, aktives Laufen auf der Wasseroberfläche) oder durch am Boden zuwandernde Individuen erfolgen. Nach KÜHNELT (1943) besitzen neu entstandene Kiesbänke nach etwa 1 Monat wieder die für sie typische Fauna. Eine Voraussetzung für eine schnelle und effektive Neubesiedlung von Lebensräumen ist, daß in bestehenden Populationen ein erheblicher Teil der Individuen zur Abwanderung neigt. Bei typischen Pionierarten unter den Laufkäfern ist dies in besonderem Maß der Fall (den BOER 1970).

Welche Bedeutung die passive Verdriftung durch das Wasser für die Neubesiedlung der Kiesbänke aber auch für den Kontakt der Populationen untereinander besitzt, kann beim derzeitigen Kenntnisstand noch nicht allgemein abgeschätzt werden (vgl. THIELE 1977). BONESS (1975) fand in Hochwassergenist des Rheins bei Köln in 1.000 cm<sup>3</sup> Material ca. 600 lebende Arthropoden aller Stadien, PEETZ (1937) nennt für Genistmaterial aus Westfalen allein rd. 400 Käferarten. In beiden Untersuchungen handelt es sich allerdings überwiegend um Arten aus uferferneren, bewachsenen Biotopen, doch fehlen Arten offener Fließgewässerufer nicht. Auch unabhängig von aktuellen Hochwasserereignissen treiben an der Oberfläche von Fließgewässern ständig in beachtlicher Zahl lebende Insekten, Spinnen und andere terrestrische Arthropoden (RAPOPORT & SANCHEZ 1963). Die passive Verdriftung durch das Fließgewässer ist allerdings eine »Einbahnstraße«. Für den Fortbestand von Populationen montaner Arten am Unterlauf kann sie aber von Bedeutung sein (Populationsneugründung nach »zufälligem« Aussterben).

2. Entstehungsorte, räumliche Verteilung und Entwicklung der für bestimmte Arten geeigneten Kiesbankhabitate im Uferbereich der Flüsse sind nur zu einem geringem Umfang vorhersehbar. Sie unterliegen einer hohen Dynamik und treten oft nur punktuell auf. Völlig ungerichtete Ausbreitungsstrategien beinhalten nur geringe Chancen, in erreichbarer Entfernung wieder auf einen geeigneten Lebensraum zu treffen. Ebenfalls ungünstig sind Überlebensstrategien, die stabile Umweltverhältnisse voraussetzen, wie geringe Fortpflanzungsrate oder enge Spezialisierung hinsichtlich der Ernährung. Begünstigt sind dagegen opportunistische Arten, sogenannte »r-Strategen«, die effektive Besiedlungsstrategien, hohe Fortpflanzungsraten und eine relativ unspezifische Nahrungswahl besitzen. Hingewiesen sei in diesem Zusammenhang auf die sehr hohen Individuendichten weniger Arten an einzelnen Stellen der Kiesbänke. Die übrigen extremen Umweltbedingungen schließen jedoch sehr viele opportunistische Arten aus dem Lebensraum aus.

3. Die meisten klimatischen Faktoren unterliegen auf kleinem Raum steilen Gradienten. Während im Uferbereich die Tages- und Jahresgänge von Temperatur und Feuchtigkeit gedämpft sind, werden in wenigen Metern Entfernung in den zentralen Teilen der Bank Extremwerte erreicht. Die Feuchtigkeit ist oft sehr gering, in Verbindung mit der auf der gesamten Bank herrschenden starken Besonnung (Insolation) werden tagsüber die Oberflächentemperaturen sehr hoch. Etliche Kiesbankbewohner besitzen deshalb eine nächtliche Lebens-

weise (z. B. einige größere Carabiden und Wolfspinnen) andere nutzen das Lückensystem im Kies mit seinem ausgeglicheneren Mikroklima. Benachteiligt sind Arten, deren Körpergröße ein Aufsuchen des Lückensystems verhindert (andere Verstecke fehlen weitgehend) und solche, die bei Tagaktivität den hohen Wärmegenuß auf der Oberfläche nicht kompensieren können. Überdurchschnittlich viele Käfer der Kiesbänke sind metallisch-glänzend oder schwarz gefärbt. Nach EDER (1939) besitzen so gefärbte Arthropoden hohe Melaningehalte im Integument, die seine Wasserdurchlässigkeit (Verdunstung) herabsetzen.

4. Im Winter sind die Habitattypen 1 und 2 weitgehend frei von Tieren. Die Überwinterung erfolgt, soweit bisher bekannt, überwiegend in benachbarten landseitigen Biotopen, so z. B. unter größeren Steinen, im Wurzelwerk von Grassoden aber auch in hohlen Pflanzenstengeln (ANDERSEN 1968, KÜHNELT 1943, PALMÉN 1948). Um die insgesamt sehr große Zahl überwinternder Kiesbankbewohner aufzunehmen, müssen die benachbarten Lebensräume über Quartiere in ausreichender Zahl und Qualität verfügen. Nähere Angaben hierzu fehlen allerdings bisher.

5. Kiesinseln mit nur vorübergehender oder fehlender Verbindung zum Ufer sind für flugunfähige Räuber nur schwer erreichbar. Prädation und Konkurrenz können für einzelne Arten deutlich herabgesetzt sein. So verschwinden z. B. Kolonien der Flußseeschwalbe von Kiesinseln, sobald diese durch Landbrücken mit dem Festland verbunden sind (WÜST 1981). Mit Ausnahme der oben genannten Vogelarten, die nicht überall und nicht ganzjährig präsent sind, bilden die räuberischen Arthropoden bereits die oberste Ebene in den Nahrungsnetzen.

6. Lebende Pflanzen fehlen weitgehend oder sind auf bestimmte Areale beschränkt. Dagegen sind tote Pflanzenreste – in Form punktueller oder flächiger Genistmassen, linearer Spülsäume in Ufernähe (v. a. fädige Grünalgen) oder im Lückensystem des Kieses fein verteilt – regelmäßige Requisiten der Kiesbankumwelt. Demzufolge fehlen phytophage Arten in den Habitattypen 1 und 2 weitgehend. Selbst in Habitattyp 3 sind sie nur durch jeweils relativ wenige Arten (z. B. einzelne Orthoptera, Coccinellidae, Chrysomelidae, Heteroptera) vertreten. Dagegen stellen saprophage (einschl. mycetophager) Arten einen wesentlichen Teil der Fauna. Hierzu zählen Springschwänze (Collembola), Borstenwürmer (Oligochaeta), etliche der kleineren Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) und einige Laufkäferarten (Carabidae). Die mit Abstand größte und biomassereichste Gruppe stellen aber räuberische Formen. Hierzu zählen alle Brutvogelarten, die Mehrzahl der Arten und der ganz überwiegende Teil der Biomasse der Lauf- und Kurzflügelkäfer, alle Spinnen, die Raubmilben (Gamasidae) und die Springwanzen (Saldidae). Von etlichen der kleineren bis mittelgroßen Laufkäfer ist bekannt, daß sie sich überwiegend von Collembolen ernähren (BAUER 1975, 1982, THIELE 1977). Sie dürften auch zum Beutespektrum kleinerer Spinnen (Erigonidae, Linyphiidae) und der Raubmilben zählen. Die zentrale Nahrungsquelle für die Prädatoren der vegetationsfreien Kiesbank und letztlich die Basis für die Ansiedlung der Fauna in der beschriebenen Ausprägung stellen limnische Arthropoden. Die Larven vieler Wasserinsekten

verlassen vor der Verwandlung zur Imago bzw. vor der Verpuppung den Fluß (z. B. Steinfliegen = Plecoptera und Eintagsfliegen = Ephemeroptera). Sie erfolgt in Ufernähe unter Steinen. Larven, Ruhestadien und frisch geschlüpfte Imagines dieser Arten können von terrestrischen Prädatoren leicht erbeutet werden. Einige terrestrische Arthropoden (z. B. Lycosiden) jagen auch auf ufernahen Wasseroberflächen. Imagines aller semiaquatischen Insekten kommen als Beute in Frage, sobald sie sich auf der Bodenoberfläche niederlassen. Dies gilt auch für jene Arten, die direkt auf der Wasseroberfläche schlüpfen, z. B. Zuckmücken (Chironomidae).

Da auch die toten Pflanzenreste als Nahrungsbasis der Saprophagen i. d. R. vom Fluß angeschwemmt werden, ist die Tiergesellschaft als Ganzes in hohem Maße abhängig von der Nahrungsversorgung durch das Fließgewässer. Es handelt sich um eine offene Zoozönose, die durch eine fast ausschließlich externe Energieversorgung gekennzeichnet ist. Art und Menge semiaquatischer Insekten im Fluß muß sich zwangsläufig in Zusammensetzung und Struktur der terrestrischen Kiesbankfauna niederschlagen.

## 7. Schlußfolgerungen für den Naturschutz

Wie dargestellt wurde, beherbergen die vegetationsarmen Kiesbänke und Kiesufer dealpiner Flüsse eine sehr spezifische, an die dortigen Umweltbedingungen eng angepaßte Fauna mit einem hohen Anteil seltener oder landesweit bestandsbedrohter Arten. Von den nachgewiesenen Arten sind 11 Laufkäfer-, 3 Spinnen- und 2 Kurzflügelkäferarten<sup>1)</sup> auf der Roten Liste bedrohter Tierarten der Bundesrepublik Deutschland verzeichnet (BLAB et al. 1984). Bundesweit gefährdet sind außerdem Gänsesäger (Gefährdungstufe 2), Flußuferläufer (1), Flußseeschwalbe (2) und die beiden Heuschreckenarten *Bryodemella tuberculata* (2) und *Chorthippus pullus* (2). Der Flußregenpfeifer ist in Bayern auf der Roten Liste geführt (BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 1982).

Auffallend hoch ist die Anzahl solcher Arten, die in der einschlägigen Literatur als »selten« oder »sehr selten« geführt werden. Von 85 an den Standorten 1–12 nachgewiesenen Laufkäferarten können alleine 28 (= 33%) dieser Gruppe zugeordnet werden. Für die Standorte 1–3 steigt dieser Wert auf 46%, also fast die Hälfte aller Arten. Ebenfalls hoch ist der Anteil regional oder landesweit seltener Arten in der Staphylinidenfauna. Der Nachweis von *Bembidion subcostatum* am Standort 6 ist der zweite für die Bundesrepublik Deutschland. Wiederum konnte nur ein Exemplar gefangen werden. Standort 6 liegt nur wenige Kilometer vom Erstnachweis, einer Kiesgrube nördlich München entfernt (vgl. PLACHTER 1983 a).

Ausgedehnte, naturnahe Kiesbänke an größeren Fließgewässern sind in Süddeutschland bereits auf sehr wenige Gebiete zurückgedrängt. Die verbliebenen Reste sind vorrangig schutzwürdig. So ist der Lauf der Isar zwischen Krün und Wolfratshausen (Standorte 1–3) noch fast durchgehend von Kiesbänken gesäumt. Es sollten Schutz- und Ent-

wicklungskonzepte erarbeitet werden, die zumindest die bestehende Situation langfristig sichern, möglichst aber sogar wieder verbessern (PLACHTER 1983 b, 1985 b). Am Oberlauf der Isar besteht die für Süddeutschland wohl fast einmalige Möglichkeit, auf einer relativ langen Fließgewässerstrecke mit zumindest noch bedingt naturnaher Wasserführung ein durchgängiges System von Kiesbänken und -ufeln zu erhalten. Daß hierzu allerdings das Festschreiben der derzeitigen Situation nicht ausreicht, zeigen die Veränderungen in der Vegetation auf den ehemals vegetationsfreien Kiesbänken der Pupplinger und Ascholdinger Au bei Wolfratshausen während der letzten Jahrzehnte (MÜLLER 1973, SCHAUER 1984). Zumindest wären die folgenden Verhältnisse anzustreben: Weiteres gelegentliches Auftreten von Hochwässern; Sicherung einer möglichst natürlichen Fließgewässerdynamik, an die die kiesbankbewohnenden Tierarten zeitlich und räumlich angepaßt sind; Erhalt der Kiesvorräte in den Flußläufen unterhalb der Talsperren; Minimierung des organischen Anteils im Sediment durch die Sanierung von Regenauslässen, Verbesserung der Abflußdynamik in Ausleitungsstrecken sowie durch den optimalen Ausbau von Kläranlagen, um das Zusetzen des für viele Arten wichtigen Lückensystems im Kies sowie eine beschleunigte pflanzliche Sukzession zu verhindern; Sperrung ausreichend großer Abschnitte der Kiesbänke für Erholungssuchende durch Betretungsverbot (Störung von Brutvögeln, Tritt, Eutrophierung); Sicherung der benachbarten landseitigen Biotope in einem ausreichenden Zustand. Aufrechterhaltung des Grobsedimenttransportes durch den Fluß.

Die zentrale Eigenschaft des Kiesbank-Ökosystems ist seine hohe, fließgewässerabhängige Dynamik. Schutzstrategien können auf Dauer nur dann erfolgreich sein, wenn sie auch das natürliche Flußregime zumindest in seinen Grundzügen erhalten. Statische Schutzmaßnahmen, die sich nur auf die Kiesbänke beschränken, den Zustand des Fließgewässers und auch der landseitig angrenzenden Biotope dagegen unbeachtet lassen, sind dagegen von vorne herein zum Scheitern verurteilt (vgl. auch BLAB 1985, PLACHTER 1985 b). So kann z. B. die aufkommende Vegetationsdecke auch durch mechanische Pflegeeingriffe immer wieder entfernt werden, dem Zusetzen des Lückensystems im Kies kann aber nur durch Überschwemmungen begegnet werden. Hochwässer eliminieren zudem alle zuwandernden Tierarten, die nicht an die spezifischen Kiesbankbedingungen angepaßt sind. Sie ertrinken oder werden fortgeschwemmt. Der Artenbestand wird auf die angepaßten Arten reduziert, die tierische Sukzession wird auf ein frühes Stadium zurückgesetzt. Mechanische Pflegeeingriffe des Menschen können dies nicht leisten. Die periodische Elimination zuwandernder Arten könnte jedoch von entscheidender Bedeutung für den langfristigen Schutz der fluviatilen Kiesbankfauna sein. Eine Reihe anderer Landbiotope sind den Kiesbänken der Flüsse strukturell und kleinklimatisch sehr ähnlich. Viele der stenotopen Kiesbankbewohner fehlen dort aber. Eine mögliche Erklärung hierfür sind veränderte Konkurrenz- und Prädatorenverhältnisse, da das Fehlen von Hochwässern weiteren Arten eine Ansiedlung ermöglicht.

Die Verhältnisse am unteren Lech (Standort 11) stützen diese These. Obwohl der Fluß hier durch

1) Für die meisten Kurzflügelkäferarten existiert noch keine Rote Liste für die Bundesrepublik Deutschland.

eine durchgehende Längsverbauung eingeengt ist, ist die Zusammensetzung der Kiesbankfauna auffallend naturnah. Ihr Lebensraum ist hier weiterhin häufigen Hochwässern ausgesetzt, die Bänke werden immer wieder umgelagert. Wenngleich anthropogen gesteuert, besteht hier eine Fließgewässerdynamik fort, die die Ansiedlung einer typischen Kiesbankfauna ermöglicht. Auch solche Fließgewässerabschnitte sollten deshalb in Schutzstrategien einbezogen werden.

Sind dagegen Fließgeschwindigkeit und Wasserspiegelschwankungen weitgehend verändert, so zeigt auch die Kiesbankfauna deutliche Veränderungen. Diese wirken sich zunächst weniger in geringerer Biomasse und Individuendichte als vielmehr im Artenbestand und in der relativen Häufigkeit der Arten untereinander aus. Nach Beobachtungen des Verfassers können an vegetationsfreien Kiesuferrn von Stauseen noch viele der oben genannten Arten nachgewiesen werden, etliche gerade der als stenotop bekannten fehlen jedoch (vgl. auch TAMM 1980, 1982). So ist nach Stichproben die Fauna ufernaher Kiesflächen an den Lechstauufen 18 und 21 jener des Mittel- und Unterlaufes der Isar recht ähnlich. Kleine, mäßig eurytope Arten überwiegen unter den Uferbewohnern. Weitere, in den Habitattypen 1–3 des Standortes 11 fehlende Arten kommen hinzu. Die dortigen Zönosen sind somit offensichtlich Fragmentvarianten der typischen Kiesbankfauna, wobei die stenotopen Arten mehr oder weniger vollständig ausgefallen sind, während anderen, wenig spezifischen Arten eine Ansiedlung gelungen ist. Ähnlich sind die Verhältnisse in *Kiesgruben*. Einem wesentlichen Teil der Kiesbankarten gelingt dort in entsprechenden Habitaten zumindest zeitweise die Ansiedlung, andere fehlen in allen bisher hierauf untersuchten Abbaugebieten (PLACHTER 1983 a, 1986 a). Vegetationsarme Standorte in Abbaugebieten stellen deshalb zwar wertvolle Sekundärstandorte für viele Kiesbankarten dar und sollten deshalb vermehrt erhalten bzw. entwickelt werden. Sie sind jedoch keineswegs in der Lage, die Fauna als Ganzes aufzunehmen und natürliche Kiesbänke an Flüssen hierdurch auf Dauer zu ersetzen.

Eine Regeneration natürlicher Fließwasserverhältnisse an den großen süddeutschen Flüssen wird allenfalls längerfristig gelingen, wenngleich sie auch aus weiter gefaßten naturschutzfachlichen Gründen, wo immer möglich, versucht werden sollte. Erste Ansätze in diese Richtung sollten weiterverfolgt und auf größere Fließgewässer übertragen werden (GLITZ 1983, PLACHTER 1986 b, SCHEUERMANN 1983).

Auch kurzfristig lassen sich jedoch Maßnahmen durchführen, die geeignet erscheinen, zumindest das großräumige Aussterben typischer Kiesbankbewohner so lange zu verhindern, bis umfassendere Strategien greifen. Unter anderem sind dies:

- Aufrechterhaltung des Fließwassercharakters und von Wasserspiegelschwankungen in natürlicher zeitlicher Abfolge.
- An umfassend bewirtschafteten Fließwasserabschnitten Simulation einzelner Extremhochwässer zu Zeiten, an denen der Fluß auch natürlicherweise Hochwasser führen würde (Regeneration der Lebensräume und der Fauna, s. o.).
- Rücknahme bestehender Längsbauwerke vom Fluß an Stellen, an denen die Neuentstehung von Kiesbänken und Kiesuferrn möglich ist. Flankieren-

de Kiesschüttungen sind dann sinnvoll, wenn die vorhandene Fließgewässerdynamik einen geschlossenen Bewuchs verhindern kann.

- Verzicht auf Kiesentnahme an Bänken und Ufern im Unterwasser von Staustufen, da hier noch relativ günstige Voraussetzungen bestehen, naturnahe Verhältnisse zu simulieren.

- Verzicht auf Humusauftrag und Einsaat einer Krautschicht auf den inneren Böschungen ufernaher Längsbauwerke. Derartige Standorte sollten der natürlichen Sukzession überlassen werden (Lebensraum der Arten des Habitattyps 4, Rückzugsgebiet bei Hochwasser, Überwinterungsgebiet?).

- Sperrung ausgedehnter Kiesbänke und -inseln für Erholungssuchende. Dieses Ziel scheint bei geschickter Planung und Lenkung erreichbar. In Anbetracht der Seltenheit naturnaher Kiesbänke sollten die Forderungen einer relativ kleinen Bevölkerungsgruppe zurückgestellt werden, zumal gleichwertige Erholungsgebiete i.d.R. an anderer Stelle in erreichbarer Entfernung verfügbar sind.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen reichen sicherlich bei weitem nicht aus, den Verlust an geeigneten Lebensräumen während der letzten 100 Jahre auch nur annähernd aufzufangen. Sie können nur Teil einer kurzfristigen Strategie sein, die verbliebenen Reste der Fauna der Kiesbänke so lange zu halten bis umfassendere Maßnahmen wirksam werden. Für eine dauerhafte Sicherung der Bestände reichen sie nicht aus, zumal sie vorwiegend statischen Charakter besitzen. Diese kann nur durch Maßnahmen erreicht werden, die die Dynamik des Lebensraumes in ausreichendem Umfang wiederherstellen. Andernfalls wird das Verschwinden der typischen Kiesbankfauna langfristig kaum zu verhindern sein.

## 8. Zusammenfassung

Ausgedehnte vegetationsfreie Kiesbänke sind von den Ufern dealpiner Flüsse Süddeutschlands nahezu vollständig verschwunden. Auf der Grundlage von Untersuchungen an 10 Standorten der Isar sowie an je einem weiteren Standort am unteren Lech, an der mittleren Donau und auf Sandbänken und Sanduferrn eines Baches in Nordbayern wird versucht, die typische Fauna vegetationsarmer Kiesbänke, ihre Veränderungen entlang des Flußlaufes und die Wirkungen anthropogener Veränderungen auf Artenbestand und Struktur der Zoozönosen zu beschreiben.

1. In der Fauna der Kiesbänke dominieren wenige Tiergruppen. Dies sind vor allem Laufkäfer (Carabidae), Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) und Spinnen (Araneae), die insgesamt auch mit jeweils relativ vielen Arten vertreten sind. An den Kiesstandorten 1–12 wurden 85 Laufkäfer-, 46 Kurzflügelkäfer- (ausgewählte Arten) und 76 Spinnenarten nachgewiesen. Nur wenige Brutvogelarten besiedeln die Kiesbänke. Weitere stetige Glieder der Zoozönose sind Springschwänze (Collembola), Milben (Acari, v. a. Gamasidae), Springwanzen (Saldidae) und Borstenwürmer (Oligochaeta). Das Artenspektrum ist bei diesen bereits deutlich eingeschränkt.

2. Insgesamt ist der Anteil regional oder landesweit seltener bzw. in ihrem Bestand gefährdeter Arten hoch. Bei den Laufkäfern liegt der Anteil landesweit seltener Arten bei 33%, nur für die 3 oberen, naturnahen Standorte dagegen bei 46%. Elf Lauf-

käfer-, 3 Spinnen-, 2 Kurzflügelkäfer-, 3 Vogel- und 2 Heuschreckenarten sind auf der Roten Liste bedrohter Tierarten der Bundesrepublik Deutschland verzeichnet, teilweise in sehr hohen Gefährdungsstufen.

3. Das Artenspektrum der Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Spinnen ändert sich an der Isar vom ersten, alpinen zum letzten Standort im Unterlauf kontinuierlich. Nur wenige Arten kommen an fast allen Standorten vor. An den Standorten des Oberlaufes dominieren in den Taxozönosen relativ wenige alpine bzw. montane Arten, die als stenotop für Fließgewässerufer gelten müssen. Die Fauna des Unterlaufes ist gekennzeichnet durch wenige, meist kleine Uferbewohner, die die überwiegende Zahl der Individuen stellen sowie durch eine große Zahl meist eurytoper Arten, von denen keine für sich hohe Dominanzwerte erreicht.

4. Die Individuendichte (als Fangergebnis pro Probe) nimmt bei den Laufkäfern zum Unterlauf der Isar signifikant zu, fast alle übrigen betrachteten Werte dagegen ab. Dies gilt für Anzahl und Anteil landesweit seltener oder bedrohter Arten, den Anteil von Individuen seltener Arten, für Artendiversität und Evenness sowie für die durchschnittliche Körpergröße. Allgemein treten in der Fauna des Oberlaufes größere Arten hervor (mittelgroße Laufkäfer, Wolfspinnen, große Kurzflügelkäfer), am Unterlauf dominieren fast ausschließlich kleine und kleinste Arten. Die Artenzahl folgt entlang des Flußlaufes keinem klaren Trend.

5. Der Anteil alpiner bzw. montaner Arten ist selbst an Standorten des Mittel- und Unterlaufes auffallend hoch. Auf einer Kiesbank in etwa 110 km Entfernung vom Nordrand der Alpen wurden noch 8 von insgesamt 20 montanen Laufkäferarten nachgewiesen. Sie stellen dort 77% aller gefangenen Individuen. Ähnlich wie von verschiedenen Pflanzen beschrieben, dringen entlang fluviatiler Kiesbänke montane Arten weit ins Vorland der Alpen hinaus vor und sind dort sogar in der Lage, individuenstarke Populationen aufzubauen.

6. Fluviale Kiesbänke sind hinsichtlich Struktur und Kleinklima nicht homogen. Sie bestehen aus einem eng verzahnten Mosaik unterschiedlicher Teillebensräume oder Habitats (feuchtes Ufer, zentrale Kies- und Sandflächen, tote Pflanzenmassen, Vegetationshorste usw.). Vier dieser Habitattypen wurden näher untersucht und miteinander verglichen. Die Artenbestände unterscheiden sich deutlich. Die Individuendichte der Laufkäfer sowie einzelner großer Kurzflügelkäfer und Wolfspinnen ist auf vegetationsfreien Uferstreifen besonders hoch. Nach außen wird die Kiesbank im allgemeinen von einer kleinen Steilstufe mit Auelehm begrenzt. Die dortige Fauna unterscheidet sich erheblich von jener der Kiesbank selbst, jedoch bestehen engere Beziehungen zur Fauna von Vegetationshorsten.

7. Die Kiesbankfauna des Mittellaufes der Isar ist erheblich verändert. Dies wird in Beziehung gesetzt zu der unnatürlichen Fließgewässerdynamik (Ausleitungsstrecke) und anderen anthropogenen Veränderungen. Die Dichte der Tiere auf den vegetationsfreien Bereichen ist deutlich herabgesetzt, manchmal fast Null. Das Artenspektrum unterscheidet sich deutlich von den übrigen Standorten. Etliche Arten fallen in diesem Bereich der Isar aus, kehren jedoch im Unterlauf zurück. Wahrscheinlich spielt die Verfüllung des Lückensystems im Kies, das vielen Arten als Lebensraum oder Auf-

enthaltort (auch bei Hochwässern) dient, mit Feinsediment eine wesentliche Rolle. Auch an anderen Standorten kann gezeigt werden, daß die Kiesbankfauna auf bestimmte anthropogene Veränderungen des Flußregimes sehr empfindlich reagiert.

8. Mit Hilfe der stetigen Arten kann die typische Fauna vegetationsarmer Kiesbänke beschrieben werden. Weitere Arten mit charakteristischem Verbreitungsmuster zeigen verschiedene Ausprägungen dieser Fauna entlang des Flußlaufes an. Die relativ enge Einnischung vieler Arten führt zur Ausbildung mehrerer Teilgemeinschaften auf jeder einzelnen Kiesbank, die an bestimmte Struktureinheiten gebunden sind.

9. Ernährungsbiologisch stellen räuberische Arten die mit Abstand größte Gruppe der autochtonen Kiesbankbewohner, gefolgt von Arten, die sich von verwesenden Pflanzen- und Tierresten bzw. Pilzen ernähren (Saprophage und Myzetophage). Der Anteil der Phytophagen ist unbedeutend. Als wichtigste Nahrungsquelle für viele Prädatoren kommen die Larven, Puppen und Imagines semiaquatischer Insekten in Frage. Eine weitere Nahrungskette läuft über angespülte Pflanzen- und Tierreste und kleine Saprophage (Collembolen, Oligochaeten, kleine Staphyliniden) zu den Prädatoren. Die Nahrungsketten der Kiesbankzönosen bauen somit weitgehend auf externen Nahrungsquellen auf. Dem Fließgewässer kommt auch hier zentrale Bedeutung zu.

Weitere Anpassungen der Kiesbankfauna, wie Schwimmfähigkeit, Flugfähigkeit, Überdauern von Überschwemmungen unter Wasser sowie mögliche Auswirkungen des Ausschlusses konkurrierender Arten durch die spezifischen Umweltbedingungen werden diskutiert.

10. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse werden Empfehlungen für den Schutz und die Weiter- bzw. Rückentwicklung von fluvialen Kiesbänken aus der Sicht des Naturschutzes entwickelt. Noch vorhandene naturnahe Kiesbänke sind als Reliktstandorte der typischen Fauna vorrangig schutzwürdig. Soweit noch vorhanden, sind möglichst große, räumlich zusammenhängende Uferabschnitte mit Kiesbänken zu sichern. Zentrale Bedeutung kommt dem Fortbestand naturnaher Abfluß- und Hochwasserverhältnisse des Flusses zu. Wo diese noch vorhanden sind, ist die Sicherung von Kiesflächen auch an weitgehend verbauten und bewirtschafteten Flußabschnitten zu erwägen.

Durch verschiedene flankierende Maßnahmen kann versucht werden, die Situation für die Kiesbankfauna auch in deutlich veränderten Bereichen zu verbessern. Hierzu zählen u. a. die punktuelle Aufweitung der Längsverbauung, die Simulation von Hochwässern zu geeigneten Zeiten, Betretungsverbote sowie der Verzicht auf Auskiesungen im Unterwasser von Stauhaltungen. Solche Maßnahmen können aber lediglich als »Überbrückungshilfen« verstanden werden. Das Fernziel sollte eine Regeneration naturnaher Abfluß- und Uferverhältnisse in Teilabschnitten der dealpinen Flüsse sein, da nur sie die Dynamik gewährleisten, denen die Kiesbänke einschließlich der spezifischen Fauna ihre Entstehung und Existenzmöglichkeit verdanken.

## Summary

The fauna of gravel bars and banks of rivers descending from the Alps. –

Vast gravel bars, free of vegetation, were formerly common on the flood plains of Southern German rivers which descend from the Alps. They have almost completely disappeared. On the basis of biological investigations at 10 locations at the Isar river, as well as 3 further ones at the Lech and the Danube river and at a small stream with sandy shores in Northern Bavaria the typical fauna of gravelly bars and banks of alpine rivers is described. Further on variations of the fauna along the course of the river and effects of the change of the flowing waters and the banks by man upon species sets and structure of the fauna are discussed.

1. At places where vegetation is absent or restricted to small distinct areas only few taxonomic groups of animals dominate within the fauna of riverine gravel bars. Those groups are especially carabid beetles (Carabidae), staphylinid beetles (Staphylinidae) and spiders (Araneae). Many species of those three groups inhabit gravel bars. At the gravelly locations 1 to 12 in total 85 species of carabid species, 46 species of staphylinid beetles (selected species) and 76 species of spiders were identified. Only few families of spiders are common (especially Lycosidae, Erigonidae, Linyphiidae). Further steady members of the zoocoenosis are Collembola, Acari (esp. Gamasidae), Oligochaeta and Heteroptera (Saldidae). Breeding birds are represented with only very few but stenotopic species.

2. In total the shares of regionally rare and threatened species resp. are high. For carabid beetles the share of regionally rare species is 33 per cent for all locations and 46 per cent for the 3 uppermost locations at the Isar only. Eleven carabid, 3 spider, 2 staphylinid, 3 breeding bird and 2 grasshopper species are registered on the Red List of endangered species of the Federal Republic of Germany.

3. The species sets of carabid beetles, staphylinid beetles and spiders change continuously from the first alpine location to the tenth one at the lower course of the Isar. Only few species are present at all or nearly all locations. At the locations of the upper course rather few alpine and montane species resp. dominate. They are to be regarded as stenotopic for banks of flowing waters. The fauna of the lower course is characterized by only few very common, small and eurytopic species of banks and shores and many further species, none of which gaining dominance.

4. The number of individuals of carabids per sample (time catch) increases continuously to the lower course while nearly all other parameters investigated decline. This is the case for the number and the share of regionally rare and threatened species resp., for the share of individuals of regionally rare species, for species diversity and evenness as well as for the average body size. Generally at the upper course large species are more common (medium-sized carabids, lycosids, large staphylinids), whereas at the lower course small and very small species dominate almost exclusively.

5. The share of alpine and montane species (20 in total) is generally high even at locations of the middle and the lower course. On a gravel bar about 110 km apart from the northern border of the Alps

still 8 montane species of carabid beetles are present. They make up 77 per cent of all specimens. Thus montane animals push forward far into the extraalpine area by colonizing the gravel bars and banks of rivers. They even establish large populations there.

6. Riverine gravel bars are heterogenous habitats as far as microclimate and structure of the environment are concerned. There are several characteristic micro-habitats or structural subunits (for instance wet shores; dryer central gravel or sand areas; dead remnants of plants; stands of vegetation) cause high patchiness of the environment. The faunas of four of those steady subunits are described and compared. Species sets differ considerably. The density of carabid beetles and some of the large staphylinids and lycosids is especially high at wet gravel shores without vegetation. There is a low clay step around the gravel bars, marking the outer limit of frequent inundation (ecotone). There the fauna is distinctly different from those of the gravel bars themselves, but is rather similar to the fauna of areas with densely cropped vegetation there.

7. In the middle course of the river Isar the fauna on gravel bars is considerably different from those of the other locations. The man made innatural river dynamics and other changes of the environment are discussed with respect to the abnormal structure and spatial distribution of the fauna on the banks there. The density of arthropods is extremely low at areas without vegetation. The species sets differ distinctly from that of the other locations. Several species, being present upwards, disappear at this part of the Isar but reappear at the lower course. The system of gaps and hollows between the gravel stones is totally filled up with grayish, fine sediments, containing high proportions of organic material. As this system of gaps is inhabited by many of the gravel bar species and provides hiding-places during inundations its obstruction may be responsible for at least part of the radical change of the fauna there.

It is pointed out for other locations as well that the typical fauna of gravel bars reacts very sensitive to man made changes of the river dynamics.

8. The »typical« fauna of open gravel bars is characterized by the set of the most steady species. Further species, that show a characteristic pattern of distribution along the course, are used to define several variations of the gravel bar fauna. Moreover there are several subunits of the fauna on every gravel bar, being connected with certain micro-habitats.

9. Predacious species constitute by far the largest ecological group within the autochthonous fauna, followed by saprophages (incl. mycetophages). Phytophages are rare and represented by only few species. The most important food sources for the terrestrial fauna are provided by the river itself: decaying plant material including green algae washed ashore for the saprophages and larvae, pupae and imagines of semiaquatic insects for the predators. The ecosystem of gravel bars with only sparse vegetation is an open system with regard to energy supply, which depends on the food sources provided by the flowing waters.

Further adaptations to the specific environment of riverine gravel bars are the ability of many terrestrial species to swim, to fly or to endure inundation for relatively long periods of time.

10. From the results described above recommendations for conservation and regeneration of riverine gravel areas are derived. All gravel bars which are still present, should be preserved especially if they cover large areas along the course. The persistence of the natural dynamics and inundation conditions of the flowing waters is of central importance for the long-term survival of the typical gravel bar fauna.

Several activities of support are appropriate to conserve at least part of the typical fauna even at stretches of rivers that are heavily affected by regulation and water management. Those are for instance the withdrawal of longitudinal dams from the river, the simulation of floods during adequate times of the year, the inhibition of the use of gravel bars for recreational purposes and the abstention of gravel extraction from stretches below reservoirs. Despite of those local activities the regeneration of natural river dynamics at least at some stretches of dealpine rivers is the prerequisite to a long-term conservation of the typical gravel bar fauna.

## 9. Literaturverzeichnis

- ANDERSEN, J. (1968):  
The effect of inundation and choice of hibernation sites of Coleoptera living on river banks. - Norsk entomol. Tidsskr., 13: 440-453.
- (1969):  
Habitat choice and life history of Bembidiinae (Col., Carabidae) on river banks in central and northern Norway. - Norsk entomol. Tidsskr., 17: 17-65.
- (1978):  
The influence of the substratum on the habitat selection of Bembidiinae (Col., Carabidae). - Norw. J. Entomol., 25: 119-138.
- BAEHR, M. (1980):  
Die Carabidae des Schönbuchs bei Tübingen (Insecta, Coleoptera). I. Faunistische Bestandsaufnahme. - Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 51/52: 515-600.
- (1984):  
Die Carabidae des Lautertals bei Münsingen (Insecta, Coleoptera). Ein Querschnitt durch ein Flußtal der schwäbischen Alb. - Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 57/58: 341-374.
- BAEHR, B. & BAEHR, M. (1984):  
Die Spinnen des Lautertales bei Münsingen (Arachnida, Araneae). - Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 57/58: 375-406.
- BAIRLEIN, F. (1976):  
Zur Vogelwelt des unteren Lechtals. - Ber. Naturw. Ver. Schwaben, 80: 2-31.
- BAUER, T. (1975):  
Zur Biologie und Autökologie von *Notiophilus biguttatus* F. und *Bembidion foraminosum* Strm. (Coleopt., Carabidae) als Bewohner ökologisch extremer Standorte. - Zool. Anz., 194: 305-318.
- (1982):  
Predation by a carabid beetle specialized for catching Collembola. - Pedobiol., 24: 169-179.
- BAUER, U. (1973):  
Brutvorkommen des Flußregenpfeifers 1972 und 1973 am Lech. - Ber. Naturw. Ver. Schwaben, 77: 52-54.
- (1976):  
Die Vogelwelt des unteren Lechs und der Lechauen zwischen Gersthofen und Meitingen. - Vogelbiotope Bayerns, Nr. 12: 8 pp; Garmisch-Partenkirchen.
- BAUER, U. & ZINTL, H. (1974):  
Brutvorkommen und Brutbiologie des Gänsesägers in Bayern. - Anz. orn. Ges. Bayern, 13: 71-86.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.) (1979):  
Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Isar. - 104 pp; München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.) (1984):  
100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg. Auswirkungen auf Fluß und Landschaft. - Schr. R. Bayer. Landesamt Wasserwirtsch., 19: 126 pp.; München.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1983):  
Rote Liste bedrohter Tiere in Bayern (Wirbeltiere, Insekten, Weichtiere). I. erw. Fass. - Broschüre, 40 pp.; München.
- BEZZEL, E. (1982):  
Vögel in der Kulturlandschaft. - 350 pp.; Ulmer Verl.; Stuttgart.
- BEZZEL, E. & LECHNER, F. (1978):  
Die Vögel des Werdenfelder Landes. - 243 pp.; Kilda Verl.; Greven.
- BEZZEL, E., LECHNER, F. & RANFTL, H. (1980):  
Arbeitsatlas der Brutvögel Bayerns. - 200 pp.; Kilda Verl.; Greven.
- BLAB, J. (1984):  
Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. - Schr. R. Naturschutz Landschaftspf., 24: 205 pp.; Kilda Verl.; Bonn.
- (1985):  
Zur Machbarkeit von »Natur aus zweiter Hand« und zu einigen Aspekten der Anlage, Gestaltung und Entwicklung von Biotopen aus tierökologischer Sicht. - Natur u. Landschaft, 60: 136-140.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (1984):  
Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - 4., erw. Aufl., 270 pp.; Kilda Verl.; Greven.
- BOER, P. J. den (1970):  
On the significance of dispersal power for populations of carabid-beetles (Coleoptera, Carabidae). - Oecologia, 4: 1-28.
- BONESS, M. (1975):  
Arthropoden im Hochwassergenist von Flüssen. - Bonner Zool. Beitr., 26: 383-401.
- BRESINSKY, A. (1965):  
Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelementes im Vorland nördlich der Alpen. - Ber. Bay. Bot. Ges., 38: 5-67.
- BURMEISTER, E. G. (1985):  
Der Massenflug aquatischer Insekten (Imagines) - ein Charakteristikum unserer großen Flüsse am Beispiel der Alz (Chiemgau). - Nachrichtenbl. Bayer. Entomol., 34: 1-5.
- DINGESTHAL, F. J., JÜRGING, P., KAULE, G. & WEINZIERL, W. (Hrsg.) (1981):  
Kiesgrube und Landschaft. - 227 pp., Parey Verl.; Hamburg und Berlin.
- EDER, R. (1940):  
Die cuticuläre Transpiration der Insekten und ihre ökologische Bedeutung. - Zool. Jb. Anat., 60: 203-240.
- ELLENBERG, H. (1978):  
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - 2. Aufl., 982 pp., Ulmer Verl.; Stuttgart.
- FISCHER, A. (1926):  
Die Brutvögel auf den Lechkiesbänken. - Ber. Naturhist. Ver. Augsburg, 44: 102-156.
- FITTKAU, E. J. & REISS, F. (1983):  
Versuch einer Rekonstruktion der Fauna europäischer Ströme und ihrer Auen. - Arch. Hydrobiol., 97: 1-6.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1964 - 1976):  
Die Käfer Mitteleuropas. - Bde. 1-9; Krefeld.

- GAUCKLER, K. (1954):  
Schmetterlingshafte im östlichen Süddeutschland. – Nachr. Bl. Bayer. Entomol., 3: 9–13.
- (1967/68):  
*Argyope bruennichi*, die schöne Wespenspinne durchwandert Franken, erreicht die Oberpfalz und das Bayerische Voralpenland. – Mitt. Naturhist. Ges. Nürnberg, II/1967: 1–5.
- GERKEN, B. (1983):  
Zonationszönosen bodenlebender Käfer der Oberrhein-Niederung. Spiegel der Wandlung einer Stromauenlandschaft. – Mitt. Dt. Ges. allg. angew. Entomol., 4:
- GERSDORF, E. (1937):  
Ökologisch-faunistische Untersuchungen über die Carabiden der mecklenburgischen Landschaft. – Zool. Jb. Ökol. Tiere, 70: 17–86.
- GLITZ, D. (1983):  
Künstliche Gerinne – die Altarme von morgen? – Garten + Landschaft, 2/83: 109–111.
- GOFF, C. (1952):  
Flood-plain animal communities. – Amer. Midl. Nat., 47: 428–486.
- GROSSECAPPENBERG, W., MOSSAKOWSKI, D. & WEBER, F. (1978):  
Beiträge zur Kenntnis der terrestrischen Fauna des Gildeshauser Venns bei Bentheim. – Abh. Landesmus. Naturk. Münster, 40: 12–34.
- HAESELER, V. (1972):  
Anthropogene Biotope (Kahlschlag, Kiesgrube, Stadtgärten) als Refugien für Insekten, untersucht am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. – Zool. Jb. Syst., 99: 133–212.
- HEBAUER, F. (1984):  
Der hydrochemische und zoogeographische Aspekt der Eisenstorfer Kiesgrube bei Plattling. – Ber. ANL, 8: 79–103.
- HEBERDEY, R. (1976):  
Ein Wasserläufer unter den Käfern (*Paederus rubrothoracicus*). – Z. Morph. Ökol. Tiere, 40: 361–376.
- HECKENROTH, H. (1985):  
Atlas der Brutvögel Niedersachsens 1980 und des Landes Bremen mit Ergänzungen aus den Jahren 1976–1979. – Naturschutz Landschaftspf. Niedersachsen, 14: 428 pp.
- HEFLEY, H. M. (1937):  
Ecological studies on the Canadian river floodplain in Cleveland County, Oklahoma. – Ecol. Monogr., 7: 345–402.
- HEUBLEIN, D. (1983):  
Räumliche Verteilung, Biotoppräferenzen und kleinräumige Wanderungen der epigäischen Spinnenfauna eines Wald-Wiesen-Ökotox; ein Beitrag zum Thema »Randeffekt«. – Zool. Jb. Syst., 110: 473–519.
- HORION, A. (1941–1974):  
Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. – Bde. 1–12.
- KAHMANN, H. (1952):  
Beiträge zur Kenntnis der Säugetierfauna in Bayern. – Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg, 5: 147–170.
- KARVONEN, V. J. (1945):  
Beobachtungen über die Insektenfauna in der Gegend von Vaaseni am mittleren Lauf des Syväri (Swir). – Ann. Entomol. Fenn., 11: 39 f.
- KINZELBACH, R. (1978):  
Veränderungen der Fauna des Oberrheins. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 11: 291–301.
- KNEITZ, G., SEIDENSPINNER, F., PFEIFFER, P. & WOLLMANN, K. (1979):  
Karten zur Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten im Lebensraum Unterfranken. II. Faunistischer Teil. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg, 20: 1–328.
- KNÜLLE, W. (1953):  
Zur Ökologie der Spinnen an Ufern und Küsten. – Z. Morph. Ökol. Tiere, 42: 117–158.
- KREBS, A. & WILDERMUTH, H. (1976):  
Kiesgruben als schützenswerte Lebensräume seltener Tiere und Pflanzen. – Mitt. Naturw. Ges. Winterthur, 35: 1–55.
- KROGERUS, H. (1948):  
Ökologische Untersuchungen an Uferinsekten. – Acta Zool. Fenn., 53: 1–153.
- KÜHNELT, W. (1943):  
Die litorale Landtierwelt ostalpiner Gewässer. – Int. Rev. Hydrobiol., 43: 430–457.
- de LATIN, G. (1967):  
Grundriß der Zoogeographie. – 602 pp.; Fischer Verl.; Stuttgart.
- LEHMACHER, H. (1978):  
Faunistisch-ökologische Untersuchung der Carabiden (Coleoptera, Carabidae) im Gebiet der Siegmündung. – Decheniana, 131: 188–197.
- LEHMANN, H. (1965):  
Ökologische Untersuchungen über die Carabidenfauna des Rheinufers in der Umgebung von Köln. – Z. Morph. Ökol. Tiere, 55: 597–630.
- LINDROTH, C. H. (1945):  
Die Fennoskandischen Carabidae. – I. Spez. Teil. – Kungl. Vetensk. Vitterh. Samh. Handl. Ser. B, 4: 1–709.
- LÖSER, S. & REHNELT, K. (1979):  
Die geographische Verbreitung der Großschmetterlinge (Insecta, Lepidoptera) in Nordrhein-Westfalen, Westhesen und im nördlichen Teil von Rheinland-Pfalz. – Mitt. Arbeitsgem. rheinl.-westf. Lepidopt., 1: 91–201.
- LOSKE, R. (1984):  
Steinbrüche als Amphibienlebensräume. Beobachtungen aus dem Kreis Soest. – Natur u. Landschaft, 59: 91–94.
- MERKEL, E. (1980):  
Sandtrockenstandorte und ihre Bedeutung für zwei Ödland-Schrecken der Roten Liste (*Oedipoda coeruleascens* und *Sphingonotus coeruleascens*). – Schr. R. Naturschutz Landschaftspf., 12: 63–70; München.
- MICHELER, A. (1953):  
Der Lech. Bild und Wandel einer voralpinen Flußlandschaft. – Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. u. -tiere, 18: 53–68.
- (1956):  
Die Isar vom Karwendel-Ursprung bis zur Mündung in die Donau. Schicksal einer Naturlandschaft. – Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. u. -tiere, 21: 15–46.
- MILLER, F. & OBRTEL, R. (1975):  
Soil surface spiders (Araneidea) in a terrestrial reed swamp in southern Moravia (Czechoslovakia). – Acta entomol. bohem., 72: 272–285.
- MIOTK, P. (1979):  
Das Löbwindökosystem im Kaiserstuhl. – Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 49/50: 159–198.
- MÜLLER, P. (1976):  
Arealveränderungen von Amphibien und Reptilien in der Bundesrepublik Deutschland. – Schr. R. Vegetationskde., 10: 269–293.
- (1980):  
Biogeographie. – 414 pp., Ulmer Verl.; Stuttgart.
- MÜLLER, S. (1973):  
Hydrogeologische und hydrologische Untersuchungen in der Pupplinger Au im Isartal südlich von München. – Dissert. München, 112 pp.
- NITSCHKE, G. & PLACHTER, H. (1986):  
Atlas der Brutvögel Bayerns. – München (im Druck).
- OBERDORFER, E. (1970):  
Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. – 3. Aufl., 987 pp.; Ulmer Verl.; Stuttgart.
- OBRTEL, R. (1972):  
Soil surface Coleoptera in a reed swamp. – Acta Sci. Brno, 6: 1–35.

- OTREMBNIK, U. (1978):  
Untersuchungen zur Spinnenfauna der Altrheinlandschaft um Grietherbusch/Niederrhein. - Abh. Landesmuseum Naturkd. Münster, 40: 1-56.
- PALM, T. & LINDROTH, C. H. (1936):  
Coleopterfauna vid Klarälven. I. Allmän del. - Arkiv for zool., 28 (A): 1-42.
- PALMÉN, E. (1944):  
Die anemohydrochore Ausbreitung der Insekten als zoogeographischer Faktor. - Ann. Zool. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo, 10: 1-262.
- (1949):  
Felduntersuchungen und Experimente zur Kenntnis der Überwinterung einiger Uferarthropoden. - Ann. Entomol. Fenn. (Suppl.), 14: 169-179.
- PALMÉN, E. & PLATONOFF, S. (1943):  
Zur Autoökologie und Verbreitung der ostfennoskandischen Flußuferkäfer. - Ann. Entomol. Fenn., 9: 74-193.
- PEETZ, F. (1937):  
Käfer im Hochwassergenist. - Decheniana, 95 B: 71-82.
- PLACHTER, H. (1983 a):  
Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen. Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen mit Feuchtbiotopen. - Schr. R. Bayer. LfU, 56: 109 pp.; München.
- (1983 b):  
Praxisbezogene Anforderungen an Artenschutzprogramme und Möglichkeiten ihrer Verwirklichung. - Jb. Naturschutz Landschaftspf. ABN, 34: 36-72.
- (1984):  
Zur Bedeutung der bayerischen Naturschutzgebiete für den zoologischen Artenschutz. - Ber. ANL, 8: 63-78; Laufen.
- (1985 a):  
Faunistisch-ökologische Untersuchungen auf Sandstandorten des unteren Brombachtals (Bayern) und ihre Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes. - Ber. ANL, 9: 45-92.
- (1985 b):  
Schutz der Fauna durch Flächensicherung - Stand, Möglichkeiten und Grenzen. - Schr. R. Dt. Rat Landespflege, 46: 618-630.
- (1986 a):  
Composition of the carabid beetle fauna of natural riverbanks and of man-made secondary habitats. - In: BOER, P. J. den, LUFF, M. L. & WEBER, F. (Ed.): Carabid beetles, - their adaptations, dynamics and evolution; Stuttgart u. New York (im Druck).
- (1986 b):  
Tierökologische Empfehlungen für den Straßen- und Wasserbau im dörflichen Siedlungsbereich. - Schr. R. Dt. Akad. Ländl. Raum (im Druck).
- RAPOPORT, E. H. & SANCHEZ, L. (1963):  
On the Epineuston or the superaquatic fauna. - Oikos, 14: 96-109.
- RENKONEN, O. (1938):  
Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. - Ann. Zool. Soc. Vanamo, 6: 1-231.
- (1944):  
Die Carabiden- und Staphylinidenbestände eines Seufers in SW-Finnland. - Ann. Entomol. Fenn., 10: 33-103.
- SCHAUER, T. (1984):  
Die Vegetationsentwicklung auf Umlagerungsstrecken alpiner Flüsse und deren Veränderungen durch wasserbauliche Maßnahmen. - Interprevent, 1984.
- SCHEERPELTZ, O. (1927):  
Über das Sammeln ripicoler Insekten auf Schlamm-, Sand- und Schotterbänken. - Koleopt. Rundsch., 12: 245-257.
- SCHEUERMANN, K. (1983):  
Zur Bettgestaltung von Fließgewässern. - Garten + Landschaft, 2/83: 94-98.
- SCHRETZENMAYR, M. (1950):  
Sukzessionsverhältnisse der Isarauen südlich Lenggries. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 28: 19.
- SEIBERT, P. (1971):  
Neue Gefahren für Pupplinger und Ascholdingen Au. - Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. u. -tiere, 36: 1-19.
- SEIBERT, P. & ZIELONKOWSKI, W. (1972):  
Landschaftsplan »Pupplinger und Ascholdingen Au«. - Schr. R. Naturschutz Landschaftspf., 2: 40 pp.; München.
- SØRENSEN, T. (1948):  
A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. - Vidensk. Selsk. Biol. Skr., 5: 4f.
- TAMM, J. (1980):  
Die Edertalsperre - schutzwürdiger Naturraum von Menschenhand? - Ber. ANL, 4: 92-97.
- (1982):  
Das jahresperiodisch trockenliegende Eulitoral der Edertalsperre als Lebens- und Ersatzlebensraum. Eine Ökosystemstudie mit terrestrischem Schwerpunkt. Teil I und II. - Arch. Hydrobiol., Supp. 64: 341-398 u. 484-553.
- TEROFAL, F. (1977):  
Das Artenspektrum der Fische Bayerns in den letzten 50 Jahren. - Ber. ANL, 1: 9-22.
- THIELE, H.-U. (1977):  
Carabid beetles in their environments. - 369 pp., Springer Verl.; Berlin, Heidelberg, New York.
- TRAUTMANN, W. (1971):  
Die Isarauen bei Wolftrathausen - Probleme der Erhaltung einer stadtnahen Wildflußlandschaft. - Schr. R. Dt. Rat Landespflege, 16: 12-16.
- WESTRICH, P. (1985):  
Zur Bedeutung der Hochwasserdämme in der Oberrheinebene als Refugien für Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). - Natur u. Landschaft, 60: 92-97.
- WESTRICH, P. & SCHMIDT, K. (1985):  
Rote Liste der Stechimmen Baden-Württembergs (Hymenoptera Aculeata außer Chrysididae) (Stand 1.1.1985). - Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 59/60: 93-120.
- WILDERMUTH, H. & KREBS, A. (1983):  
Die Bedeutung von Abbaugeländen aus der Sicht des biologischen Naturschutzes. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 37: 105-150.
- WÜST, W. (Hrsg.) (1981):  
Avifauna Bavariae. - Bd. I; 727 pp.; München.
- ZINTL, H. & WILLY, J. (1972):  
Badebetrieb und Vogelschutz in einer großstadtnahen Wildflußlandschaft. - Natur u. Landschaft, 47: 164-165.

**Anschrift des Verfassers:**

Dr. Harald Plachter  
Bayerisches Landesamt für Umweltschutz  
Rosenkavalierplatz 3  
8000 München 81

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege \(ANL\)](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [10\\_1986](#)

Autor(en)/Author(s): Plachter Harald

Artikel/Article: [Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz 119-147](#)