

## Habitat- und Nahrungspräferenzen des Kiesbank-Grashüpfers (*Chorthippus pullus*) in Südbayern

Helgard Lemke, Franz Löffler & Thomas Fartmann

### Abstract

Natural floodplains are characterized by a variety of different habitat structures and a high biodiversity. *Chorthippus pullus*, one of the most endangered grasshopper species in Germany, is a characteristic species of natural floodplains within the Alps.

In summer 2009, we studied the habitat and food preferences of *Chorthippus pullus* in southern Bavaria by comparing occupied and unoccupied patches. *Chorthippus pullus* preferred poorly vegetated gravel banks. These optimum habitats provide a warm micro-climate and oviposition substrates (bare ground). To survive during floods, moreover, refugial areas in close proximity to the optimal habitats are necessary. The preferred food were grasses.

The main causes of decline in most localities are man-made changes in floodplain dynamics which favour late-successional stages. To promote long-term survival of *Chorthippus pullus* conservation management should aim to restore natural floodplain dynamics.

### Zusammenfassung

Naturnahe Flussauen zeichnen sich durch eine Vielfalt an verschiedenen Habitatstrukturen und eine hohe Biodiversität aus. *Chorthippus pullus*, eine der am stärksten gefährdeten Heuschreckenarten in Deutschland, ist eine charakteristische Art natürlicher Flussauen der Alpen.

Im Sommer 2009 untersuchten wir die Habitat- und Nahrungspräferenzen von *Chorthippus pullus* in Südbayern indem wir von ihm besiedelte mit unbesiedelten Flächen verglichen. *Chorthippus pullus* bevorzugt Kiesbänke mit spärlicher Vegetation. Diese Habitate bieten ein warmes Mikroklima und geeignete Substrate (Sand) zur Eiablage. Höher gelegene Refugialräume stellen dabei eine entscheidende Komponente zur Überdauerung während Hochwasserereignissen dar. Das Nahrungsspektrum der Art setzt sich vorwiegend aus Gräsern zusammen.

Die Hauptursachen für die Bedrohung der Art und den Rückgang des Verbreitungsgebietes sind anthropogen bedingte Veränderungen der natürlichen Dynamik in Flussauen und damit verbunden eine zunehmende Verbuschung der Habitate. Um den langfristigen Erhalt der Art zu fördern, sollten Schutzmaßnahmen mit dem Ziel der Wiederherstellung der natürlichen Wildflussauen-Dynamik durchgeführt werden.

## 1 Einleitung

Unter den mitteleuropäischen Landschaftstypen fallen naturnahe Flusstäler durch besonders hohe Artenzahlen auf (NITSCHKE & PLACHTER 1986). Diese hohe Diversität hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab: Einerseits stellen sie klimatische Gunsträume dar, die sich als Wärmeinseln von der Umgebung abheben, andererseits weisen sie kleinräumig eine große Habitatvielfalt auf. Die hohe Vielfalt an Lebensraumtypen ist insbesondere auf die natürliche Dynamik durch stochastisch auftretende Hochwasser und Sedimentumlagerungen zurückzuführen. Besonders ausgeprägt ist dies in den als Umlagerungsstrecken bezeichneten Oberläufen alpiner Wildflüsse. Ähnliche Bedingungen weisen die sedimentreichen ephemeren Fließgewässer des Alpenraumes, die sogenannten Griesen, auf (PLACHTER 1998).

Durch anthropogene Veränderungen haben mitteleuropäische Wildflüsse erheblich an Dynamik verloren (PLACHTER 1986). Im deutschen Alpenraum finden sich nur noch wenige Relikte naturnaher Wildflussauen (PLACHTER 1998). Die einzige noch großräumige Umlagerungsstrecke in Deutschland stellt die Isar oberhalb des Sylvensteinspeichers dar. Aber auch hier ist durch Veränderungen in der Wasser- und Geschiebeführung seit der Errichtung des Krüner Wehres im Jahr 1923 eine verstärkte Vegetationsentwicklung und Verbuschung zu beobachten (KUHN 1993, SCHAUER 1998, REICH 2006).

Stellvertretend für viele stenotope Arten der Wildflussauen ist auch *Chorthippus pullus* auf Grund von immer weiter fortschreitenden Lebensraumverlusten besonders in Folge wasserwirtschaftlicher Eingriffe in seiner Existenz stark gefährdet (PLACHTER 1986). Die Art gilt als 'vom Aussterben bedroht' in Bayern und der Bundesrepublik Deutschland (Rote Liste 1) (Janßen 2002). Neben den Vorkommen in den Wildflussauen und Griesen kommt *Ch. pullus* in Mitteleuropa auch außerhalb von Auen in Brandenburg, Berlin und Sachsen vor (LANDECK et al. 1999, SCHÄDLER & STADLER 2002). Hierbei handelt es sich vermutlich um postglaziale Reliktorkommen auf sandig-kiesigem Substrat, die in offenen anthropozoen genutzten Lebensräumen überleben konnten. Die Habitate sind heute durch fortschreitende Sukzession gefährdet (LANDECK et al. 1999, SCHÄDLER & STADLER 2002). Umfassende Untersuchungen zur Ökologie des Kiesbank-Grashüpfers im Alpenraum wurden bisher nur von wenigen Autoren publiziert (JANßEN 1993, SCHWARZ-WAUBKE 1997a, b, 1998, 2001). Auf Grund der starken Gefährdung der Art soll die Arbeit einen Überblick über die Habitatansprüche von *Ch. pullus* im bayerischen Alpenraum liefern. Hierzu wurden im Sommer 2009 Studien zu den Habitat- und Nahrungspräferenzen der Art in drei Untersuchungsgebieten (UG) (Isaraue zwischen Wallgau und Vorderriß, Loisachau bei Griesen, Friedergieß) durchgeführt.

## 2 Untersuchungsgebiete

Die UG liegen in Südbayern in der Umgebung von Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald. Im Süden werden die Gebiete durch die Nördlichen Kalkalpen mit den Gebirgszügen des Wettersteingebirges und Karwendelgebirges abgegrenzt. Die Landschaft in den Voralpen wird von den zentralen Talräumen der Loisach

und der Isar, sowie dem Ester- und Ammergebirge geprägt. Die Täler wurden glazial geformt und später mit quartären Schottern verfüllt und fluviatil überformt. Durch Intensivierung der Nutzung in den Talräumen und Eingriffe infolge wasserwirtschaftlicher Interessen bestehen nur noch wenige naturnahe Wildflussauenabschnitte im Bereich der Täler von Loisach und Isar. Das Klima des Gebietes ist durch hohe Niederschlagsmengen gekennzeichnet, die sich in den Talräumen lokal unterscheiden. Die Jahresmitteltemperatur für Garmisch-Partenkirchen (1961–1990) beträgt 6,5 °C (Deutscher Wetterdienst 2007).

## **2.1 Isaraue zwischen Wallgau und Vorderriß**

Die Untersuchungen fanden im Flussabschnitt zwischen Wallgau und der Reißbachmündung bei Vorderriß statt. Hier finden sich noch Reste einer naturnahen Umlagerungsstrecke, die sich bis zum Sylvensteinspeicher fortsetzt. Der untersuchte Teil der Isaraue stellt einen wesentlichen Bestandteil der im Karwendelgebirge liegenden naturräumlichen Einheit des oberen Isartals und Reißbachs dar. Im Süden wird das von West nach Ost verlaufende Längstal durch eine Kette des Karwendelvorgebirges, im Norden durch die Isar- und Ochsenzitzberge begrenzt.

Das Gebiet ist aufgrund der Lage am Nordrand der Alpen insgesamt durch ein niederschlagsreiches aber auch warmgetöntes Klima mit einem Niederschlagsmaximum im Sommer charakterisiert (JANßEN 1993). Die geringere Häufigkeit und Intensität von Stauregenereignissen führt im erweiterten Quertalbereich bei Wallgau zu einer niedrigeren mittleren Jahresniederschlagsmenge (Krün 1891–1950: 1309 mm) mit einer Zunahme Richtung Osten (Vorderriß 1891–1950: 1595 mm) (Deutscher Wetterdienst 1952).

Bei den Gesteinen der Schotterbänke in der Aue dominieren Plattenkalke, Hauptdolomit und Wettersteinkalk (KARL et al. 1977). In die Schotter des Talbodens schneidet sich der heutige Flussverlauf der Isar ein. REICH (1991) bezeichnete den Bereich der Isar zwischen Krün (südwestlich von Wallgau) und Vorderriß als den Isarabschnitt, der trotz wasserbaulicher Eingriffe noch am ehesten Wildflusscharakter hat, wobei der Abschnitt zwischen Krün und der Mündung des Reißbachs bereits deutliche Veränderungen aufweist. Durch Hochwasser geschaffene vegetationsfreie Kiesflächen werden von Pionierstadien besiedelt, die sich über verschiedene Sukzessionsstadien bis hin zu Schnee-Heide-Kiefernwäldern (*Erico-Pinetum*) entwickeln. Seit der Fertigstellung des Krüner Wehres im Jahr 1923 wird ein Großteil des Isarwassers zu Zwecken der Energiegewinnung zum Walchensee ausgeleitet. Dadurch fiel das Flussbett über eine lange Zeit des Jahres trocken und die Morphodynamik wurde stark eingeschränkt. Dies führte zu einem deutlichen Rückgang der vegetationsfreien und vegetationsarmen Sukzessionsstadien. Die im Jahr 1990 durchgesetzte Teilrückleitung des Isarwassers hat diesen Prozess beschleunigt und verschärft (SCHAUER 1998, REICH 2006). Weite Bereiche im UG weisen heute aufgrund von günstigerer Nährstoff- und Wasserversorgung durch die Teilrückleitung und eingeschränkter Dynamik durch Geschiebeentnahme und Wasserableitung am Krüner Wehr vermehrt späte gehölzreichere Sukzessionsstadien, insbesondere dichte Lavendel- und Purpurweidengebüsche (*Salicetum eleagno-purpureae*) auf.

## 2.2 Loisachau bei Griesen und Friedergrieß

An der Loisach wurde ein etwa 2 Kilometer langer Abschnitt flussabwärts der österreichischen Landesgrenze östlich von Griesen untersucht. Der Flussverlauf grenzt an dieser Stelle den Naturraum des Wettersteingebirges im Süden vom Ammergebirge im Norden ab. Nördlich von Griesen, durch den Ofenberg getrennt, liegt der Schuttfächer des Naturwaldreservates Friedergrieß im Naturraum Ammergebirge.

Klimatisch heben sich die Gebiete aufgrund der Lage im Regenschatten des Ammergebirgskamms und der ausgeprägten Einwirkung von Föhnwinden im Talraum der Loisach (PAUL 1939) als klimatische Gunsträume von den anderen Gebieten der nördlichen Kalkalpen ab (mittlerer Jahresniederschlag von Griesen 1891–1950: 1373 mm) (Deutscher Wetterdienst 1952).

Das Trogtal der Loisach wurde an seinem Grund mit Sedimenten verfüllt. Ähnlich wie an der Isar bildet hier Kalk- und Dolomitschotter das Ausgangsgestein (LORENZ 1993). An einem Abschnitt nahe Griesen finden sich noch kleinräumig ausgedehnte Kiesbänke, die eine äußerst vielgestaltige Auenvvegetation aus Schwemmlingsfluren (*Epilobion fleischeri*), Lavendel- und Purpurweidengebüsche (*Salicetum eleagno-purpureae*), Grauerlenbeständen (*Alnion incanae*) und Sumpfwurz-Buntreitgras-Kiefernwäldern (*Calamagrostio-Pinetum epipactetosum*) aufweisen (HÖLZEL 1996). Die Hydrologie ist bislang weitgehend unbeeinflusst, kleinere Beeinträchtigungen bestehen lediglich im Sedimenttransport durch Kiesentnahme am Zufluss der Neidernach (Kraus mdl. 2010).

Weitgehend natürliche Verhältnisse sind im Friedergrieß vorzufinden. Durch sommerliche Starkregenereignisse und Schneeschmelze in den Bergen des Ammergebirges (Kreuzspitzgruppe) kann es zu einer intensiven Verfrachtung des für physikalische Verwitterung anfälligen Dolomitschuttmaterials aus dem Einzugsgebiet der Friederlaine kommen. Der Transport von feinkörnigem Verwitterungsmaterial führte im Friedergrieß zu immer wieder auftretenden Vermurungsprozessen und der Ausbildung eines ausgedehnten Bachschuttkegels. Durch in regelmäßigen Zeitabständen verlaufende Umlagerungen von Geschiebe unterliegt das Gebiet einer ständigen Veränderung im Bachlauf der Friederlaine. Die durchlässigen Böden und die nährstoffarmen Bedingungen bieten vielen angepassten Pflanzen einen Lebensraum. Ähnlich wie in Wildflussauen sind dabei natürlicherweise Sukzessionsstadien von Schwemmlingsfluren (*Epilobion fleischeri*) bis hin zu spirkenreichen Schneeheide-Kiefernwäldern (*Erico-Muggetum*) vertreten (LfU 2003). KORTENHAUS (1987) beschreibt ein enges Nebeneinander unterschiedlich strukturierter Lebensräume, die den mosaikartigen Strukturen an Umlagerungstrecken alpiner Wildflüsse gleichen.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Probeflächen

Zur Erfassung von *Ch. pullus* und der Habitatstrukturen wurden in den UG insgesamt 66 Probeflächen (PF) (Isar: n = 54, Loisach: n = 10, Friedergrieß: n = 2) abgegrenzt, 49 davon waren besiedelt (n = 49) und 17 unbesiedelt (n = 17). Die gewählten PF wurden zufällig gewählt und spiegeln die typischen Sukzessions-

stadien alpiner Wildflussauen wider, die als potentiell Habitat von *Ch. pullus* in Frage kommen. Vollständig geschlossene Gebüsch und Schneeheide-Kiefernwälder wurden dabei nicht berücksichtigt. Hinsichtlich der Vegetationsstruktur waren die PF im Sinne von SÄNGER (1977) jeweils homogen.

### **3.2 Habitatcharakteristika**

Zur Charakterisierung der von *Ch. pullus* besiedelten Habitate wurden im Zeitraum vom 29.07. bis zum 07.08.2009 Mikrohabitataufnahmen auf den 66 PF vorgenommen. Die Erfassung der Habitatstruktur erfolgte über die Aufnahme vertikaler und horizontaler Strukturparameter.

#### Erfassung der Vegetationsstruktur

Die Aufnahme verschiedener Strukturparameter auf homogen-strukturierten PF ermöglicht eine anschließende Zusammenfassung der PF zu strukturell ähnlichen Habitattypen (FARTMANN 1997, PONIATOWSKI & FARTMANN 2008). Zur Erfassung der Vegetationsstruktur wurden die Deckungen verschiedene Strukturparameter geschätzt. Die Deckungen wurden in 5%-Schritten, für Deckungsanteile unter 5% bzw. über 95% in 2,5%-Schritten geschätzt (PONIATOWSKI & FARTMANN 2005).

#### Horizontalstruktur

Die Beschreibung der horizontalen Vegetationsstruktur geschah über eine Schätzung der Gesamtvegetationsdeckung und eine differenzierte Aufnahme der Deckungsanteile der Strauchschicht, Feldschicht, Kryptogamenschicht, sowie jeweils die Deckung krautiger und grasartiger Pflanzen. Die Schätzung der Anteile an Sand (offene Bodenstellen), Kies, Stein, Fels und Skelett (gesamt: Kies, Stein, Fels) lieferte eine Beschreibung der vegetationsfreien Bereiche der PF.

#### Vertikalstruktur

Eine 50 cm breite und 30 cm tiefe Vegetationshürde (vgl. MÜHLENBERG 1993) diente der Schätzung der vertikalen Vegetationsdichten. Über horizontal gespannte Schnüre der Vegetationshürde konnten in sechs abgegrenzten Höhenbereichen (0–5, 5–10 usw. bis 25–30 cm) die Vegetationsdichte in [%] gegen die Holzurückwand geschätzt werden.

#### Auswertung der Strukturdaten

Die Klassifikation strukturell ähnlicher PF geschah über eine Clusteranalyse (BACHER 1994, JONGMAN et al. 1995). Als Datengrundlage dienten fünf Variablen: Vegetationsdeckung, Anteil an Sand, Skelett, Grasartige und Vegetationsdichte in 0–5 cm Höhe. Als Voreinstellungen wurden das Ward-Verfahren, z-Transformation und quadrierte euklidische Distanz als Distanzmaß gewählt.

#### Mikroklimatische Untersuchung

Zur Erfassung des Mikroklimas wurden die Temperatur [°C] und relative Luftfeuchtigkeit [%] an der Bodenoberfläche auf einer spärlich bewachsenen Kiesbank und auf einem lückigen Kalkmagerrasen mit je einem Thermologger erfasst. Die ausgewählten PF repräsentieren die beiden Extreme des von *Ch. pullus* im UG genutzten Habitatspektrums.

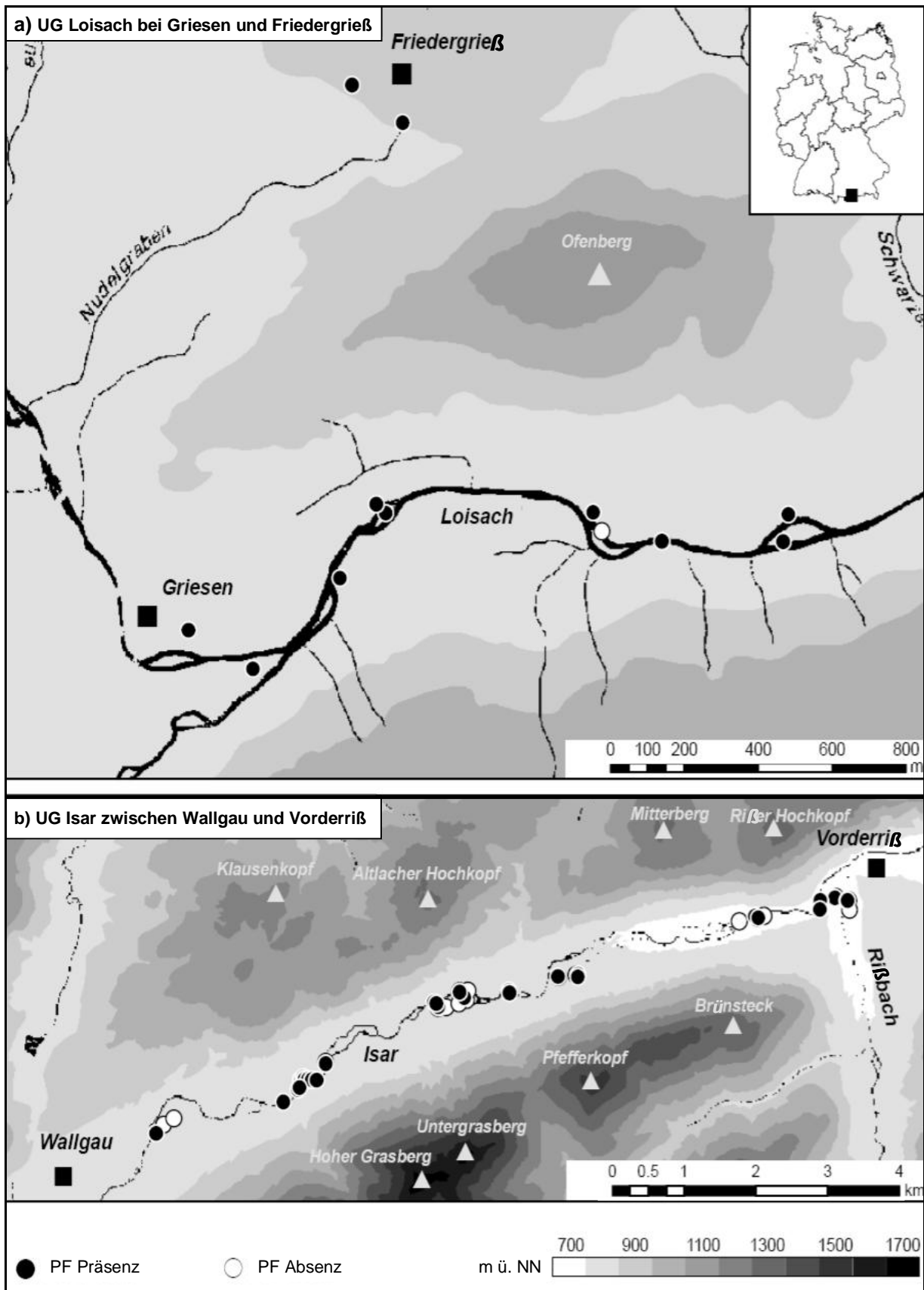


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete (UG) Loisach und Friedergrieß sowie Isar und die Verteilung der Probeflächen (PF) in den UG.

### 3.3 Erfassung von *Chorthippus pullus*

Die quantitative Erfassung von *Ch. pullus* erfolgte im bereits genannten Erfassungszeitraum mittels Isolationsquadrat. Nach INGRISCH & KÖHLER (1998) können mit dieser Methode gute Aussagen über die Individuendichten bei geringem Zeitaufwand getroffen werden. Das verwendete Isolationsquadrat deckt eine Fläche von 2 m<sup>2</sup> ab und ist nach außen mit einem 80 cm hohen Rahmen aus weißem Stoff bespannt. Das Quadrat wurde zur Erfassung der Heuschreckendichte einer PF zehnmal aufgesetzt, um ein Minimumareal von 20 m<sup>2</sup> abzudecken. In früheren Untersuchungen (PONIATOWSKI & FARTMANN 2005, 2007) hatte sich diese Flächengröße bewährt. Um die Fluchrate der Heuschrecken durch Beschattung der zu beprobenden Fläche zu minimieren, wurde das Isolationsquadrat stets entgegen der Sonne aufgesetzt. Konnte ein qualitativer Nachweis der Art über Sichtbeobachtungen außerhalb der mittels Isolationsquadrat abgedeckten Fläche in einer PF festgestellt werden, so wurde dies ebenfalls vermerkt.

### 3.4 Nahrungspräferenzen

Die Untersuchung der Nahrungspräferenzen erfolgte in Anlehnung an PICAUD et al. (2003). Dazu verblieben die Tiere über vier Stunden unter Nahrungsentzug in Faunarien bis ihnen gleichzeitig vier potentielle Fraßpflanzen in gleicher Menge angeboten wurden. Die Beobachtungen erfolgten anhand von 20 Individuen (10 ♂♂ und 10 ♀♀). Als potentielle Fraßpflanzen dienten zwei Süßgräser (*Calamagrostis pseudophragmites*, *Molinia caerulea*), eine krautige Pflanze (*Campanula rotundifolia*) und ein Zwergstrauch *Erica carnea*. Alle vier Pflanzenarten kommen regelmäßig in den Lebensräumen von *Ch. pullus* im UG vor und repräsentieren wildflussauentypische Sukzessionsstadien.

### 3.5 Statistik

Die statistische Auswertung der Daten wurde mit der Statistiksoftware SPSS 16.0 durchgeführt. Zum Vergleich unabhängiger Stichproben (Präsenz/Absenz, Habitattypen) kam bei normalverteilten Variablen der T-Test (T), ansonsten der Mann-Whitney-U-Test (MWU) zur Anwendung (vgl. DYTHAM 1999, SACHS 2002). Die statistische Signifikanz der Testergebnisse wird im Text wie folgt dargestellt: "nicht signifikant" ( $P \geq 0,05$ ), "signifikant" ( $P < 0,05$ ), "hoch signifikant" ( $P < 0,01$ ), "höchst signifikant" ( $P < 0,001$ ). Um den Zusammenhang der Präsenz von *Ch. pullus* mit verschiedenen Strukturparametern zu erkennen, wurde eine schrittweise vorwärts gerichtete logistische Regressionsanalyse durchgeführt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Verbreitung

Vorkommen von *Ch. pullus* konnten in allen drei UG festgestellt werden (Abb. 1). Am großräumigsten ist die Art noch an der oberen Isar verbreitet. Das Friedergrieß und die obere Loisach bei Griesen stellen räumlich kleinere Verbreitungsgebiete dar.

### 4.2 Individuendichten

Die Beprobung der Untersuchungsflächen ergab für 48 PF quantitative Nachweise. Auf einer weiteren PF konnte die Art nur qualitativ nachgewiesen werden. Die besiedelten Flächen zeichneten sich größtenteils durch geringe Individuendich-

ten aus (arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardfehler:  $1,4 \pm 0,3$  Imagines/10 m<sup>2</sup>; Spannweite: 0,5 bis 5,5 Imagines/10 m<sup>2</sup>).

### 4.3 Habitatansprüche

#### Habitatcharakteristika

Der Kiesbank-Grashüpfer besiedelt im UG ein weites Spektrum an Habitaten. Besonders vegetationsarme Bereiche (junge Pionierstadien und sehr lückige Uferreitgrasfluren) der Kiesbänke und schlickige Sandflächen sind die Besiedlungsschwerpunkte. In geringerem Maße konnte die Art auch in fortgeschrittenen Sukzessionsstadien, wie in lichten Weidengebüschen und Grauerlenbeständen sowie lückigen Kalkmagerrasen nachgewiesen werden. Diese Bereiche lassen sich häufig auf etwas höher gelegenen Alluvionen und in den Randbereichen der Aue finden. *Ch. pullus* kam in diesen Flächen allerdings nur vor, solange diese Bereiche noch genügend offene Strukturen aufwiesen. Die von *Ch. pullus* besiedelten Habitate weisen im Vergleich zu den unbesiedelten Habitaten eine signifikant geringere Gesamtdeckung auf (Abb. 2). Für die Deckung der Feldschicht, Deckung von Gräsern und krautigen Pflanzen lassen sich auf den besiedelten PF ebenfalls signifikant geringere Werte feststellen. Die Deckungsanteile an Skelett, Steinen, Kies und Sand sind auf den Präsenz-Flächen entsprechend signifikant höher. Für die vertikalen Vegetationsdichten liegen signifikante Unterschiede für den Bereich von 0–5 cm und 25–30 cm vor (Abb. 3). Die Vegetation der *Ch. pullus*-Habitate weist in der unteren Vegetationsschicht geringere Dichten auf. Für die Schicht von 25–30 cm ist die Vegetationsdeckung der besiedelten Flächen hingegen etwas höher.

Das Vorkommen von *Ch. pullus* ist im logistischen Regressionsmodell (Tab. 1) negativ mit der Gesamtvegetationsdeckung und positiv mit der Vegetationsdichte in 25–30 cm Höhe korreliert ist. Das Modell erklärt insgesamt 37% der Varianz des Gesamtdatensatzes.

#### Habitattypen

Anhand der 66 Mikrohabitataufnahmen konnten mittels der Clusteranalyse drei Habitattypen abgegrenzt werden, die das typische Spektrum an Sukzessionsstadien in Wildflussauen von vegetationsarmen Kiesbänken (Habitattyp I; N = 43), über dichter bewachsene schlickige Sandflächen (Habitattyp II; N = 9) bis hin zu lückigen Kalkmagerasen und gebüschreicheren Kiesbänken (Habitattyp III; N = 14) abdecken.

##### Habitattyp I

Unter Habitattyp I werden vegetationsarme Kiesbänke zusammengefasst. Kennzeichnend für diese Strukturen ist der sehr hohe Anteil an Kies und Steinen (Median: 70%) (Tab. 2). Weiterhin prägend für diesen Typ sind entsprechend sehr geringe Vegetationsdeckungen (Median: 20%). Der Hauptteil der Vegetation wird von Gräsern (Median: 10%) gebildet. Sträucher und krautige Pflanzen weisen nur sehr geringe Deckungen auf. Diese Pionierstadien bilden den Vorkommensschwerpunkt von *Ch. pullus*. Die Individuendichten liegen bei  $1,1 \pm 0,2$  Imagines/10 m<sup>2</sup> (arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardfehler) (Abb. 4).



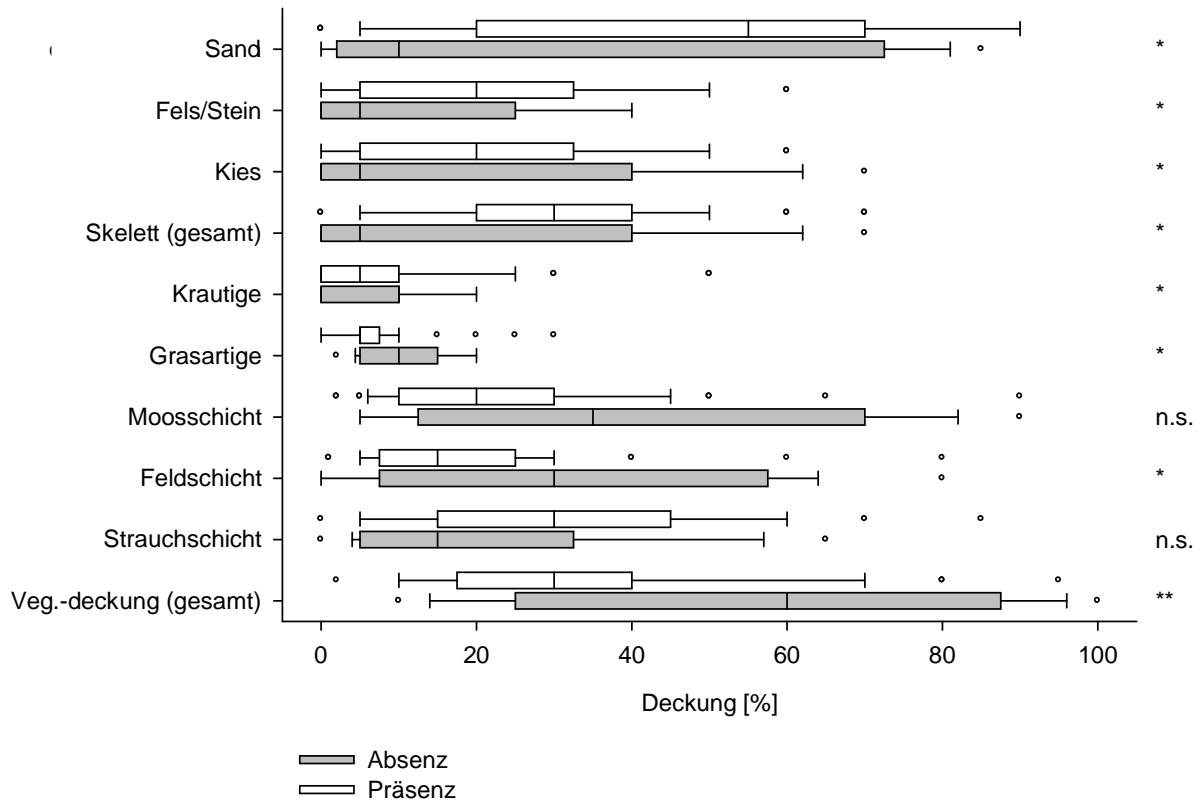


Abb. 2: Horizontalstruktur (Deckung in %) in den von den *Ch. pullus* besiedelten und unbesiedelten Probestellen. Tests auf Unterschiede erfolgten mit Mann-Whitney-U-Test bzw. T-Test ( $\alpha = 0,05$ ), P wird durch Sternsymbolik angezeigt: \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ ; n.s. nicht signifikant. Lagemaße: Median, 1. und 3. Quartil, Maximum und Minimum und Ausreißer.

Tab. 1: Schrittweise vorwärts gerichtete logistische Regression von besiedelten ( $n = 49$ ) und unbesiedelten ( $n = 17$ ) Probestellen. Folgende Variablen wurden aus dem Modell ausgeschlossen: Deckung der Kryptogamenschicht, Feldschicht, Strauchschicht, Grasartigen, Krautigen, Sand, Skelett, Kies, Fels/Stein, Vegetationsdichte in 5–10, 10–15, 15–20, 20–25 cm Höhe.

Parameter	B	SE	Wald	P	Exp (B)
Konstante	2,072	0,657	9,941	< 0,01	7,940
Gesamtvegetationsdeckung	-0,042	0,012	10,431	< 0,01	0,959
Vegetationsdichte (25–30)	2,88	0,123	5,477	< 0,05	1,334

Modell:  $\chi^2 = 18,88$ , Nagelkerkes  $R^2 = 0,37$ , Richtig klassifizierte Fälle = 81,8%

### Habitattyp II

Im Unterschied zu Habitattyp I weist Habitattyp II einen sehr hohen Anteil an sandigem Substrat auf (Median: 60,0%) (Tab. 2). Der Skelettanteil beträgt lediglich 5% (Median). Die Gesamtvegetationsdeckung ist im Vergleich zum ersten Habitattyp etwas höher (Median: 30%). Dies wird vor allem durch eine erhöhte Deckung von Gräsern (Median: 20%) verursacht. Die Flächen lassen sich über-

wiegend als schlickige Sandflächen mit Uferreitgrasbeständen bezeichnen. Kennzeichnend für den Strukturtyp sind im Vergleich zu den Kiesbänken von Habitattyp I etwas geringere Individuendichten ( $0,9 \pm 0,3$  Imagines/10 m<sup>2</sup>) (Abb. 4).

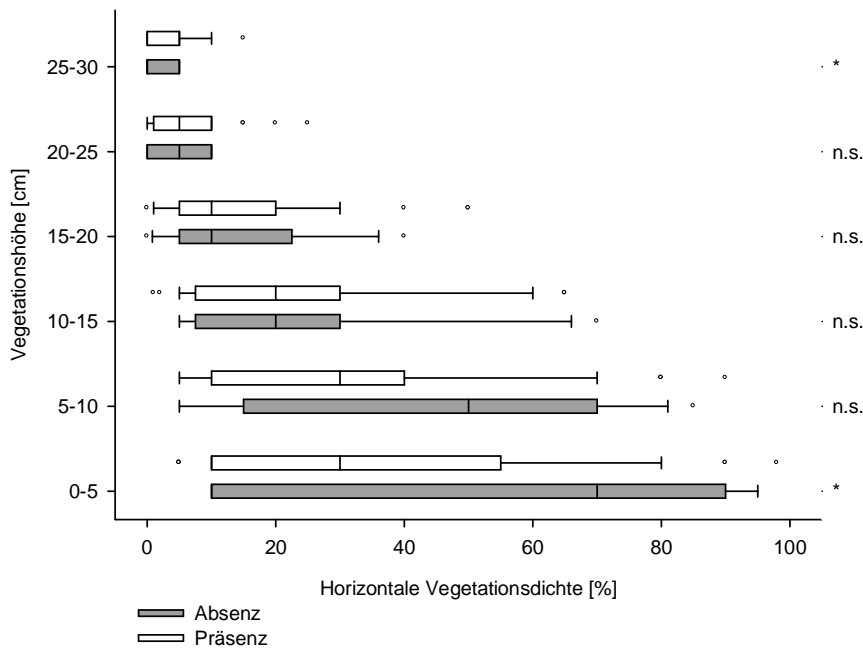


Abb. 3: Vegetationsdichte in den von *Ch. pullus* besiedelten und unbesiedelten Probe­flächen. Tests auf Unterschiede erfolgten mit Mann-Whitney-U-Test bzw. T-Test ( $\alpha = 0,05$ ), *P* wird durch Sternsymbolik angezeigt: \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ ; n.s. nicht signifikant. Lagemaße: Median, 1. und 3. Quartil, Maximum und Minimum und Ausreißer.

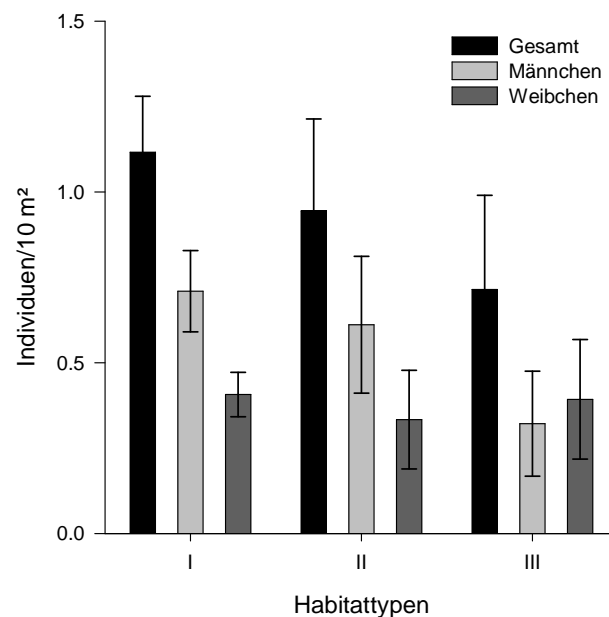


Abb. 4: Individuendichten/10 m<sup>2</sup> (arithmetisches Mittel  $\pm$  Standardfehler) in den drei Habitattypen. Signifikante Unterschiede: Männchen/10 m<sup>2</sup> zwischen Typ I und III ( $P < 0,05$ ), andere Individuendichten unterscheiden sich nicht signifikant.

### Habitattyp III

Für Habitattyp III typisch sind fortgeschrittene Sukzessionsstadien. Die Gesamtdeckung der Vegetation liegt mit einem Median von 80% (Tab. 2) deutlich über den Deckungen der zuvor beschriebenen Strukturtypen. Gebüschreichere Vegetation ist ebenfalls kennzeichnend (Strauchschicht, Median: 10%). Sand weist in diesen Strukturen geringere Anteile auf (Median: 20%). Mit  $0,7 \pm 0,3$  Imagines/10 m<sup>2</sup> waren die Dichten auf den PF dieses Typen insgesamt am geringsten (Abb. 4). Die PF lassen sich durch die höheren Vegetationsdichten in den bodennahen Schichten von den anderen Habitattypen abgrenzen. Bei PF, die diesem Habitattyp zugeordnet wurden, handelt es sich meist um lückige Kalkmagerasen oder gebüschreichere Kiesbänke.

Tab. 2: Mediane der horizontalen und vertikalen Vegetationsstruktur in drei Habitattypen. Tests auf Unterschiede erfolgten mit Mann-Whitney-U-Test bzw. T-Test, P wird durch Sternsymbolik angezeigt: \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ ; n.s. nicht signifikant.

Habitattyp	I	II	III	P			
				I:II	II:III	I:III	
<b>Deckung [%]</b>							
Gesamtdeckung der Vegetation	20,0	30,0	80,0	*	***	***	MWU
Kryptogamenschicht	0,0	0,0	0,0	n.s.	n.s.	n.s.	MWU
Feldschicht	15,0	30,0	62,5	***	n.s.	***	T
Strauchschicht	5,0	0,0	10,0	**	*	**	MWU
Grasartige	10,0	20,0	47,5	***	***	***	T
Krautige	5,0	5,0	12,5	**	***	***	MWU
Sand	25,0	60,0	20,0	***	***	n.s.	T
Skelett	70,0	5,0	10,0	***	n.s.	***	MWU
Kies	35,0	5,0	5,0	***	n.s.	***	T
Stein	30,0	0,0	1,0	***	n.s.	***	MWU
<b>Horizontale Vegetationsdichte [%]</b>							
0–5 cm	20,0	30,0	90,0	n.s.	***	***	T
5–10 cm	20,0	30,0	70,0	n.s.	***	***	MWU
10–15 cm	10,0	20,0	45,0	n.s.	**	***	MWU
15–20 cm	10,0	10,0	25,0	n.s.	*	**	MWU
20–25 cm	5,0	5,0	9,0	n.s.	n.s.	n.s.	MWU
25–30 cm	3,0	1,0	5,0	n.s.	n.s.	n.s.	MWU
<b>N</b>	<b>43</b>	<b>9</b>	<b>14</b>				

### Mikroklima

Die offenen Strukturen im Habitattyp I weisen größere Tagesschwankungen der Bodentemperatur und höhere Tagestemperaturen auf als die dichteren Strukturen des Habitattyps III (Abb. 5). Der Median der Tageshöchsttemperatur in dem vegetationsarmen Habitattyp I lag im Untersuchungszeitraum bei 40,2 °C, das Maximum bei 51,4 °C. Im Vergleich dazu lag der Median des Tageshöchstwertes in Habitattyp III bei 28,8 °C und das Maximum bei 37,1 °C (Abb. 5). Der nächtliche Temperaturverlauf ist in beiden Habitattypen recht ausgeglichen.

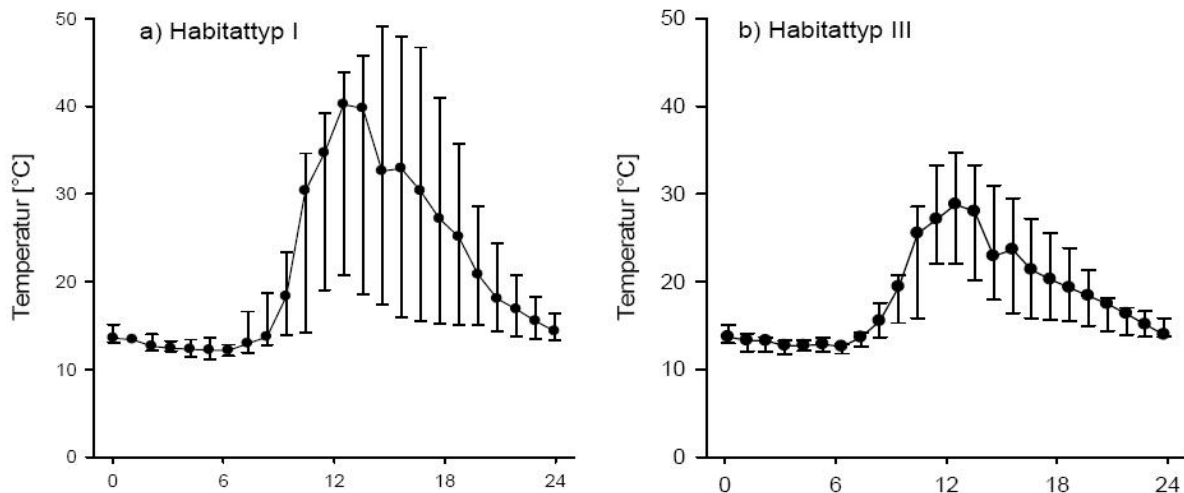


Abb. 5: Mikroklima: Tagesgang der Temperatur in den Habitattypen I und III, Median, 1. und 3. Quartil; Untersuchungszeitraum: 01.08. bis 06.08.2009.

#### 4.4 Nahrungswahl

Alle vier getesteten Pflanzenarten wurden unter Versuchsbedingungen als Nahrungspflanze angenommen (Tab. 3). Die Süßgräser *Calamagrostis pseudophragmites* (15 Fraßbeobachtungen, 42%) und *Molinia caerulea* (11 Fraßbeobachtungen, 31%) wurden eindeutig präferiert. Fraßverhalten an *Campanula rotundifolia* konnte siebenmal (19%) registriert werden. *Erica carnea* wurde nur dreimal (8%) als Futterpflanze genutzt, die Beobachtungen beschränkten sich hierbei auf männliche Individuen.

Tab. 3: Anzahl der Fraßbeobachtungen von *Ch. pullus* an vier Pflanzenarten innerhalb eines Zeitraums von 15 Minuten. Fraßexperiment mit N = 20 Individuen (10 ♂♂ und 10 ♀♀); abs. = absolut.

Fraßpflanze	Fraßbeobachtungen					
	Gesamt		♀♀		♂♂	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	15	42	8	57	7	32
<i>Molinia caerulea</i>	11	31	4	29	7	32
<i>Campanula rotundifolia</i>	7	19	2	14	5	23
<i>Erica carnea</i>	3	8	.	.	3	13
<b>N</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>22</b>	<b>100</b>

## 5 Diskussion

Nach JANßEN (2002) hat *Ch. pullus* in Bayern einen deutlichen Vorkommens-Schwerpunkt in Kies- und Schotterbänken mit geringen Vegetationsdeckungen. Dies trifft auch auf die Vorkommen in den drei UG dieser Studie zu. JANßEN (1993) beschreibt eine Präferenz von *Ch. pullus* für Habitate mit Vegetationsdeckungen von 10–50%. Die festgestellten höheren Individuendichten im vegetationsarmen Habitattyp I weisen ebenfalls auf eine Bevorzugung junger Alluvionen mit spärlicher, lückiger Vegetation hin. Im logistischen Regressionsmodell ist das Vorkommen von *Ch. pullus* im UG negativ mit der Gesamtvegetationsdeckung korreliert. Bei den bevorzugten Habitaten im UG handelt es sich vor allem um junge Pionierstadien der kiesigen Alluvionen und lückige Uferreitgrasfluren. Die relativ hochwüchsigen *Calamagrostis*-Bestände erklären auch die positive Korrelation der Vegetationsdichte in 25–30 cm Höhe.

Die höchsten Individuendichten waren im Habitattyp I zu finden, für den neben einer geringen Gesamtvegetationsdeckung (Median: 20%) besonders ein hoher Skelettanteil (Median: 70%) charakteristisch ist. Untersuchungen von SCHWARZ-WAUBKE (1997a) deuten auf ähnliche Habitatpräferenzen bezüglich des Bodensubstrates hin. Sie registrierte zwei Drittel der Individuen auf Steinen. Die besiedelten Flächen unterscheiden sich durch signifikant höhere Skelettanteile von unbesiedelten Flächen. Neben der offenen Vegetationsstruktur beeinflusst der hohe Anteil an Kies und Steinen mit hoher Wärmespeicherkapazität und Wärmeabstrahlung ein extremes, durch hohe Temperaturen gekennzeichnetes Mikroklima (SCHWARZ-WAUBKE 1997a). Die eigenen mikroklimatischen Messungen belegen auf der spärlich bewachsenen Kiesbank (Habitattyp I) im Vergleich zu den dichteren Strukturen (Habitattyp III) deutlich höhere Tagestemperaturen. Von JANßEN (1993) werden auch lockere Gebüsche als Lebensräume genannt. In den besiedelten Flächen der eigenen Untersuchungen betrug die Strauchschichtdeckung selten über 60%. Dichtere Gebüschstadien, die sich in Folge der Teilrückleitung der Isar stark ausgebreitet haben können als Lebensraum ausgeschlossen werden.

Neben der offenen Vegetationsstruktur weisen die Flächen mit Funden von *Ch. pullus* signifikant höhere Anteile an offenen Bodenstellen (Sand) auf. Wahrscheinlich spielt hierbei neben der stärkeren Erwärmung der Habitate auch die Präsenz geeigneter Eiablagestellen eine besondere Rolle (vgl. INGRISCH & BOEKHOLT 1982). Anhand der Laborversuche von SCHWARZ-WAUBKE (2001) lässt sich eine Bevorzugung von sandigem Substrat für die Eiablage festhalten.

In den Fraßexperimenten ließ sich eine klare Bevorzugung von Süßgräsern feststellen. SCHWARZ-WAUBKE (1997b) beschreibt sowohl anhand von Geländebeobachtungen als auch Laborversuchen eine Vorliebe für Gräser, wobei bei ihren Versuchen auch im Gebiet nicht vorkommende Arten (*Holcus lanatus* und *Agrostis stolonifera*) angenommen wurden. Im Freiland wurden in ihren Untersuchungen einerseits solche Pflanzen gefressen, die im Gebiet auch häufig wuchsen, andererseits wurde *Calamagrostis varia* überproportional oft als Nahrungspflanze genutzt. Auch die eigenen Untersuchungen ergaben eine Präferenz für *Calamagrostis pseudophragmites*. Damit scheint eine Vorliebe von *Ch. pullus* für Gräser

insbesondere der Gattung *Calamagrostis* vorzuliegen. In vielen der besiedelten Habitate im UG kam *Calamagrostis pseudophragmites* häufig vor. So werden auch von JANßEN (2002) Reitgrasbestände als gemeinsames Merkmal der beschriebenen Vorkommen angeführt. Für die Vorkommen im Friedergrieß kann dies nicht gelten, da in diesem Gebiet *Calamagrostis* fehlt. Eine Habitatbindung aufgrund bestimmter Pflanzenarten scheint damit eine untergeordnete Rolle zu spielen (vgl. SCHWARZ-WAUBKE 1997b). Eine geeignete Strukturierung der Habitate ist für *Ch. pullus*, soweit ein Angebot an Gräsern vorhanden ist, entscheidender als das Vorkommen bestimmter Nahrungspflanzenarten.

Für das dauerhafte Überleben von *Ch. pullus* in den hochdynamischen bayerischen Lebensräumen scheint ein Mosaik von geeigneten Mikrohabitaten mit unterschiedlicher Überflutungshäufigkeit in räumlicher Nachbarschaft zwingend erforderlich zu sein. REICH (2006) beschreibt für die Gefleckte Schnarrschrecke (*Bryodemella tuberculata*) eine an Hochwasser angepasste Überlebens- und Ausbreitungsstrategie in den Wildflussaue. Die wenig mobilen Weibchen weisen eine geringe Ausbreitungsfähigkeit auf, während für die Männchen auch Wanderdistanzen bis zu 900 m und Individuenaustausch zwischen Kiesinseln festgestellt wurden (REICH 1991). Durch Ausbreitungsbarrieren (z.B. Gerinne und dichte Gebüsche) bilden sich getrennte Teilpopulationen. Für *Ch. pullus* kann im UG aufgrund der Verteilung in den verschiedenen Habitattypen von einer ähnlichen Situation und Metapopulationen bei allerdings geringerer Mobilität ausgegangen werden. JANßEN (1993) stellte für *Ch. pullus* eine sehr geringe Ausbreitungsfähigkeit fest. Der Median der dabei ermittelten Wanderdistanzen lag bei den Männchen bei 14 m und bei den Weibchen bei 17 m. Nur für vereinzelte Individuen konnte er größere Wanderbewegungen nachweisen.

Durch wasserwirtschaftliche Eingriffe wurde der prägende Einfluss des Hochwassers und die Umlagerung von Sediment nachhaltig beeinträchtigt. In Folge der veränderten Bedingungen finden sich heute besonders im untersuchten Abschnitt der Isar vermehrt fortgeschrittene Sukzessionsstadien (SCHAUER 1998). Im Friedergrieß lassen sich hingegen noch immer weitgehend natürliche Bedingungen antreffen (KORTENHAUS 1987). Die Entwicklung der Aue an der Oberen Isar seit der Beginn der Teilrückleitung im Jahr 1990 lässt einen negativen Einfluss auf die *Ch. pullus*-Habitate vermuten. Die zunehmend fortschreitende Sukzession an der oberen Isar hin zu dichten Weidengebüschen führt zum Verlust der natürlichen Habitatverteilung und einer immer stärkeren Isolation der lokalen Populationen. Der Anteil an für die Art benötigten Pionierstadien der Kiesbänke wird weiter zurückgedrängt. Besonders auf höher gelegenen Kiesbänken gehen durch die Etablierung der dichten Gebüschvegetation entscheidende Refugialräume für *Ch. pullus* verloren. Diese negative Entwicklung im Biotopkomplex der Wildflussaue kann nur durch eine Dynamisierung der hydrologischen Verhältnisse und eine Verbesserung der Morphodynamik verhindert werden. Bisherige Maßnahmen zur Redynamisierung der Wasser- und Geschiebeführung sind unzureichend gelöst. Ziel sollte ein Zurückdrängen der Weidengebüsche und eine Verbesserung der Umlagerungsaktivität des Flusses. Dafür ist eine Modifikation des Spülbetriebes am Krüner Wehr zwingend erforderlich (vgl. SCHAUER 1998, REICH 2006).

## Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Kraus für eine umfassende Einführung in das Untersuchungsgebiet. Die Regierung von Oberbayern erteilte dankenswerterweise eine natur- und artenschutzrechtliche Genehmigung für unsere Untersuchungen. Weiterhin danken wir Herrn Prof. Dr. Michael Reich für die Begutachtung des Manuskripts und hilfreiche Anmerkungen zu unserem Artikel.

Autoren:  
Helgard Lemke  
Walnußring 18  
D-24239 Achterwehr  
E-Mail: h\_lemk01@uni-muenster.de

Franz Löffler und PD Dr. Thomas Fartmann  
AG Biozönologie  
Institut für Landschaftsökologie  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Robert-Koch-Straße 28  
D-48149 Münster  
E-Mail: franz.loeffler@uni-muenster.de  
E-Mail: fartmann@uni-muenster.de

## Literatur

- BACHER, J. (1994): Clusteranalyse – Anwendungsorientierte Einführung. - Oldenbourg Verlag, München, Wien; 424 S.
- Deutscher Wetterdienst (1952): Klimaatlas von Bayern. - Bad Kissingen
- Deutscher Wetterdienst (2007): Klimadaten ausgewählter deutscher Stationen. - Online unter: <http://www.dwd.de> (zuletzt abgerufen am: 18.11.2010)
- DYTHAM, C. (1999): Choosing and using statistics: a biologist's guide. - Blackwell Science, New York; 218 S.
- FARTMANN, T. (1997): Biozöologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna auf Magerrasen im Naturpark Märkische Schweiz (Ostbrandenburg). - In: MATTES, H. (Hrsg.): Ökologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna in Brandenburg und Westfalen. Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie 3: 1–62.
- HÖLZEL, N. (1996): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. - Laufener Forschungsberichte 3: 1–192.
- INGRISCH, S. & J. BOEKHOLT (1982): Zur Wahl des Eiablageplatzes durch mitteleuropäische Saltatoria. - Zool. Beitr. N. F. 28: 33–46.
- INGRISCH, S. & G. KÖHLER, (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. - Westarp Wissenschaften, Magdeburg; 460 S.

- JANßEN, B. (1993): Populationsstruktur, Aktionsräume und Ausbreitungsstrategien von *Chorthippus pullus* und *Psophus stridulus* (Orthoptera, Acrididae) in Umlagerungstrecken der oberen Isar. - Unveröffentlichte Diplomarbeit, Fakultät für Biologie, Philipps-Universität Marburg. 105 S.
- JANßEN, B. (2002): Kiesbank-Grashüpfer *Chorthippus pullus* (Philippi, 1830). - In: SCHLUMPRECHT, H. & WAEBER, G. (Bearb.): Heuschrecken in Bayern. - Ulmer, Stuttgart: 279–281.
- JONGMAN, R.H., TERBRAAK, C.F.R. & TONGEREN, O.F.R. VAN (1995): Data analysis in community and landscape ecology. - Vol. 2. Cambridge University Press, Cambridge; 300 S.
- KARL, J.M., MANGELSDORF, J. & K. SCHEURMANN (1977): Die Isar, ein Gebirgsfluß im Spannungsfeld zwischen Natur und Zivilisation. - Jb. Ver. Z. Schutz der Bergwelt 42: 175–214.
- KORTENHAUS, W. (1987): Das Naturwaldreservat Friedergries. - Jahrbuch d. Ver. Z. Schutz d. Bergwelt 52: 37–70.
- KUHN, J. (1993): Naturschutzprobleme einer Wildflusslandschaft: Anmerkungen zur "Teiltrückleitung der oberen Isar" (Oberbayern). - Natur und Landschaft 68 (9): 449–54.
- LANDECK, I., BIMÜLLER, E. & WIEDEMANN D. (1999): Die Heuschreckenfauna (Orthoptera) des Naturschutzgebietes Forsthaus Präsa (Landkreis Elbe-Elster / Brandenburg). - Articulata 14 (2): 101–125 .
- LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (Hrsg.) (2003): Alpenbiotopkartierung - Landkreis Garmisch-Partenkirchen (1996–2001). - Unveröff. Msk., 51 S.
- LORENZ, W. (1993): Vegetationskundliche Untersuchungen der Schneeheide-Kiefernwälder im Landkreis Garmisch-Partenkirchen. - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 54: 301–349.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. - Quelle & Meyer, 3. Aufl., Heidelberg, Wiesbaden; 511 S.
- NITSCHKE, G. & H. PLACHTER (1986): Atlas der Brutvögel Bayerns. - München
- PAUL, H. (1939): Die Verbreitung südlicher Pflanzen in den bayerischen Alpen. - Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere 11: 9–33
- PICAUD, F., BONNET, E., GLOAGUEN, V. & D. PETIT (2003): Decision making for food choice by grasshoppers (Orthoptera:Acrididae): comparison between a specialist species on a shrubby legume and three graminivorous species. - Environ. Entomol. 32: 680–688.
- PLACHTER, H. (1986): Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz. - Ber. ANL 10: 119–47.
- PLACHTER, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme. - Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch. 56: 21–66.
- PONIATOWSKI, D. & FARTMANN, T. (2005): Die Ökologie von Roesels Beißschrecke (*Metrioptera roeselii*) im Feuchtgrünland der Medebacher Bucht (Südwestfalen). - Articulata 20 (2): 85–111.
- PONIATOWSKI, D. & FARTMANN, T. (2007): Kleinräumig heterogen strukturierte Hochheiden in mikroklimatisch günstiger Lage: Lebensräume der Kurzflügeligen Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*) im Quellgebiet der Diemel (Südwestfalen/Nordhessen). - Articulata 22 (2): 153–171.
- PONIATOWSKI, D. & FARTMANN, T. (2008): Phänologie und Populationsdynamik der Kurzflügeligen Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*) entlang eines Höhen- und Expositionsgradienten. - Articulata 23 (1): 31–41.



- REICH, M. (1991). Struktur und Dynamik einer Population von *Bryodema tuberculata* (Fabricius, 1775) (Saltatoria, Acrididae). - Diss. Univ. Ulm; 105 S.
- REICH, M. (2006): Linking metapopulation structures and landscape dynamics: grasshoppers (Saltatoria) in alluvial floodplains. - *Articulata Supplement* 11: 154p.
- SACHS, L. (2002): Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden. - Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York; 890 S.
- SÄNGER, K. (1977): Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur ihrer Habitate. - *Zool. Jb. Syst.* 104: 433–488.
- SCHÄDLER, M. & J. STADLER (2000): Verbreitung und Lebensraum des Kiesbankgrashüpfers, *Chorthippus pullus* (PHILIPPI 1830) (Acrididae: Gomphocerinae), in Sachsen. - *Articulata* 15 (1): 7–15.
- SCHAUER, T. (1998): Die Vegetationsverhältnisse an der Oberen Isar vor und nach der Teiltrückleitung. - *Jahrbuch d. Ver. Z. Schutz der Bergwelt* 63: 131–141.
- SCHWARZ-WAUBKE, M. (1997a): Lebensraumnutzung von *Chorthippus pullus* (PHILIPPI 1830) (Orthoptera, Acrididae). - *Linzer biol. Beitr.* 29: 601–620.
- SCHWARZ-WAUBKE, M. (1997b): Ernährung und Nahrungswahl von *Chorthippus pullus* (PHILIPPI 1830) (Orthoptera, Acrididae). - *Linzer biol. Beitr.* 29: 883–898.
- SCHWARZ-WAUBKE, M. (1998): Wanderverhalten und Aktionsraum adulter *Chorthippus pullus* (PHILIPPI 1830) (Orthoptera, Acrididae) in einer Wildflusslandschaft bei Salzburg. - *Linzer biol. Beitr.* 30: 605–611.
- SCHWARZ-WAUBKE, M. (2001): Zur Biologie und Vergesellschaftung von *Chorthippus pullus* (PHILIPPI 1830) (Saltatoria, Acrididae) im Land Salzburg (Österreich). - *Linzer biol. Beitr.* 33: 997–1015.