Klaus Peter Zulka

Analyse des Einflusses von Schotterbaggerungen auf die epigäische Arthropodenfauna im Nationalpark Gesäuse



Endbericht

2013

Dr. Klaus Peter Zulka Ziegelofengasse 12/9 3400 Klosterneuburg Telefon 02234/34456 Mobil 0699/12462681 klaus.peter.zulka@univie.ac.at

Im Auftrag von Nationalpark Gesäuse GmbH Weng 2 A-8913 Weng im Gesäuse

Zitiervorschlag:

Zulka, K. P. (2013): Analyse des Einflusses von Schotterbaggerungen auf die epigäische Arthropodenfauna im Nationalpark Gesäuse. Endbericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng im Gesäuse, 54 pp.

1 Zusammenfassung

Um abzuklären, ob der Schotterabbau in den Bachgräben Gseng und Weißenbachl die epigäische Arthropodenfauna (Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Spinnen, Tausendfüßler, Asseln, Weberknechte) negativ beeinflusst hat, wurden zwischen Mai und September 2012 72 Aufsammlungen in 10 Probegebieten und zwei Referenzgebieten unternommen. Die Auswahl der Probegebiete folgte dabei einer Before-After-Control-Impact-(BACI)-Designstruktur. Innerhalb jedes Probegebiets wurden sieben Probepunkte zufällig entlang des Bachgrabens lokalisiert, die in zufälliger Reihenfolge bearbeitet wurden. Insgesamt konnten 235 Laufkäfer-, 795 Spinnen-, 75 Hundertfüßler-, 5 Tausendfüßler-, 29 Landassel- und 2 Weberknechtindividuen festgestellt werden. Am häufigsten und stetigsten war die Wolfsspinne Pardosa saturatior anzutreffen. Weitere biotoptypische und charakteristische Arten der Gräben waren der Laufkäfer Bembidion longipes, die Springspinne Sitticus atricapillus sowie der Kurzflügelkäfer Stenus asphaltinus, diese traten aber viel seltener auf. Zur zönotischen Analyse wurden die Laufkäfer- und Spinnengesellschaften mit früheren Aufsammlungen, die im Gesäuses stattgefunden hatten, verglichen. Zur multivariaten Ordination wurden dabei die Korrespondenzanalyse (DCA) sowie im Falle der Laufkäfer auch noch die Nonmetrische Multidimensionale Skalierung (NMDS) basierend auf dem Renkonen-Similaritätsindex zur zusätzlichen Validierung eingesetzt. Sowohl für Spinnen wie Laufkäfer zeigten diese Techniken deutliche Unterschiede zwischen den Zönosen der austrocknenden Bachgräben und den Zönosen der Flussufer. Die zwei Referenzaufsammlungen im wasserführenden Unterlauf des Weißenbachlgrabens fielen dabei in den Cluster der Enns- und Johnsbach-Uferstandorte. Eine DCA-Analyse aller 70 Einzelproben (plus der zwei Referenzproben) zeigte, dass die zönotische Variation bachabwärts deutlich zunimmt. Natürliche und Schotterabbau-beeinflusste Bachgräben unterschieden sich dabei hinsichtlich ihrer zönotischen Entwicklungstrajektorien deutlich. Eine Analyse der Verteilung von Einzelarten zeigte, dass Pardosa saturatior im Haindlkar häufiger ist als in allen anderen Bachgräben. Der relativ euryöke Laufkäfer Bembidion cruciatum und der Kurzflügelkäfer Stenus longipes bevorzugen dagegen die Schotterabbau-beeinflussten Probegebiete. Eine Qualitätsbewertung anhand der Biodiversitätsmaße "Anzahl Individuen gefährdeter Arten und "Anteil Individuen gefährdeter Arten" zeigte im Mittel höhere Werte für die naturbelassenen Bachgräben, die Unterschiede waren aber statistisch nicht signifikant. Insgesamt repräsentieren die austrocknenden Bachgräben einen in ökologischer und zoologischer Hinsicht eigenständigen Biotoptyp, der bisher kaum erforscht ist und ein besonderes Management erfordert. Der Schotterabbau hat in diesen Gebieten nachweisliche Veränderungen an der Arthropodenzönosen hinterlassen, deren Ausmaß jedoch nicht übermäßig tiefgehend ist und bei sachgerechter fortgesetzter Rekultivierung der Gräben reversibel erscheint.

2 Einleitung und Problemstellung

Karstige Schottergräben sind ein charakteristisches Landschaftselement im Nationalpark Gesäuse. Auf einem Dolomitsockel ragen steile Felswände aus Dachsteinkalk auf. Der Dolomit ist leicht erodierbar und wird in große Schuttmassen zersetzt. Diese Schuttmassen haben sich teils in den Bachgräben abgelagert, teils werden sie bei jedem Hochwasserereignis als Sedimentströme in die Täler befördert (Holzinger et al. 2011a).

Im Gebiet des Nationalparks Gesäuse wurde im Weißenbachlgraben bis zum Jahre 2005 Schotter abgebaut, im Gseng-Bachgraben bestand bis 2008 ein Asphaltmischwerk (Holzinger et al. 2011a). Diese Nutzungen wurden als nicht Nationalpark-konform aufgegeben; die Bachgräben wurden Ende 2010 renaturiert (Haseke 2010a, 2010b). Dabei wurde im Falle des Weißenbachlgrabens der Schotter so verteilt, dass die Hauptabflussrinne in der Mitte des Grabens zu liegen kam. Im oberen Bereich wurde ein Damm aufgeschüttet, der die Wasser- und Geröllströme im Hochwasserfall von den Hängen wegdirigieren sollte. Beide Maßnahmen sollten eine stärkere Erosion der waldbestandenen Hänge vermeiden und die Schotterflächen nachhaltig stabilisieren (Haseke 2010b). Im Gseng wurden die Asphaltdecken im oberen Teil weggebaggert, die Asphaltrückstände wurden jedoch nicht vollständig entfernt. Im mittleren Teil des Gsenggrabens wurden die Werksanlagen abgebaut und der Schotter terrassenartig aufgeschüttet. Dies Straße, die zum Schotterabtransport diente, wurde ebenfalls abgebaut. Im Unterlauf des Gseng war das ephemere Gerinne während der Jahre des Asphaltproduktion mit Abraum zugeschüttet worden, die Mündung des Bachgrabens war ursprünglich bis auf einen Rohrdurchlass blockiert. Dieser Unterlauf wurde aufgeweitet.

Den Weißenbachlgraben durchfließt ein Bach, der allerdings nur bei Starkregenereignissen und der Schneeschmelze oberirdisch zu Tage tritt; die meiste Zeit und über die größte Länge des Grabens fließt er im Schotterkörper. Im Falle des Gseng sind die planierten Schotterterrassen von einzelnen Rinnsalen durchzogen, die aber die meiste Zeit des Jahres ebenfalls kein Wasser führen. Ein öfter wasserführender Bachlauf fließt im Gseng an der Südseite des Grabens entlang; dieser Bachgraben ist über größere Abschnitte durch einen Damm vom Aufschüttungsgebiet getrennt.

Klarerweise war der Schotterabbau und die kommerzielle Rohstoffgewinnung mit den Zielen und der IUCN-Einstufung der Nationalparkzone nicht längerfristig vereinbar. Es stellt sich allerdings die Frage, wie die Grad der Renaturierung der ehemaligen Abbauflächen in der jetzigen Phase ökologisch und naturschutzfachlich zu bewerten sei. Die natürlichen Geländestrukturen, wie sie in einer hoch dynamischen natürlichen Bach-Umlagerungsstrecke normalerweise bestehen, sind in den ehemaligen Abbaugebieten großflächig nicht mehr anzutreffen. Andererseits sind Schotterflächen nach wie vor ausgedehnt vorhanden; möglicherweise haben sich somit trotz geänderter Geländemorphologie die kleinräumigen Lebensumstände der wertgebenden Bodenoberflächenbewohner nicht entscheidend geändert. Inwiefern haben sich also die Lebensraum-Veränderungen durch den Rohstoffabbau auf die epigäische Arthropodenfauna ausgewirkt? Welche Artengemeinschaften sind in solchen selten wasserführenden karstigen Schottergräben natürlicherweise anzutreffen und inwieweit hat die Schotterbaggerung und Renaturierung diese Verhältnisse verändert? Wie ist der naturschutzfachliche Wert der

Gesellschaften jeweils einzustufen? Hatte die Baggerung auch Auswirkungen auf die Zönosen der Abschnitte oberhalb und unterhalb des eigentlichen Abbaugebiets? Welche Maßnahmen sind schlussendlich geeignet, die natürlichen Verhältnisse entsprechend den Zielen eine Nationalparks hinsichtlich Prozessschutz und Erhaltung typischer Artengemeinschaften wiederherzustellen?

Die epigäischen Bodenarthropoden, insbesondere die Laufkäfer und Spinnen, sind für solche Fragestellungen geeignete Biotopqualitätsindikator-Organismengruppen. So sind beispielsweise die über 80 Arten der Gattung *Bembidion* (Ahlenläufer), die in Österreich vorkommen, jeweils auf ganz bestimmte Lebensraumeigenschaften innerhalb des Lebensraumtyps Ufer spezialisiert. Schon geringfügige und physikalisch kaum konsistent messbare Veränderungen der Lebensraumeigenschaften haben meist dramatische Veränderungen der Artengemeinschaftszusammensetzung zur Folge. Die Feineinnischung der *Bembidion*-Arten ist seit Jahrzehnten Gegenstand von Untersuchungen (Lindroth 1945, Andersen 1969, Andersen 1988; Eyre et al. 1996); die Arten sind in ihren ökologischen Ansprüchen somit gut erforscht, allerdings sind immer noch Einzelheiten ihrer Einnischung und der dafür verantwortlichen Ökofaktoren nicht vollständig kausal analysiert. Bei den Spinnen sind insbesondere innerhalb der Familie der Wolfsspinnen charakteristische Ufer- und Umlagerungsstreckenbewohner anzutreffen. Auch bei den Spinnen sind je nach Korngröße, Beschattung, Feuchtigkeit und Hochwasserdynamik verschiedene, jeweils sehr spezialisierte Arten zu erwarten (Dahl 1908, Tongiorgi 1966).

Bisherige Studien im Nationalpark Gesäuse haben sich hauptsächlich auf Uferstandorte der großen Gewässer Enns und Johnsbach konzentriert (z. B. Paill 2005, Fritze et al. 2007, Brandl 2005, Komposch et al. 2008). Schotterfluren ephemerer Gewässer scheinen bislang generell kaum untersucht worden zu sein. Für Käfersammler erscheinen die arten- und individuenarmen Steinfluren auf den ersten Blick kaum attraktiv. Paill (2005) stellt zu Recht fest: "So bilden die oberflächlich über weite Strecken des Jahres trockenen Griese nur wenigen Arten geeigneten Lebensraum." Es fragt sich, ob die wenig untersuchten ephemeren Karstbach-Schottergräben im Wesentlichen eine reduzierte Flussuferschotterbank-Zönose beherbergen oder ob hier eine spezialisierte Fauna anzutreffen ist. Insofern sollte die vorliegende Studie auch die Frage klären, wie die Schottergräben ökologisch und faunistisch insgesamt einzuordnen sind.

3 Untersuchungsdesign, Probegebiete, Material und Methode

Design

Grundsätzlich besteht die Schwierigkeit der Untersuchungsplanung bei der dargestellten Fragestellung darin, die vielen Einflüsse, die auf die Zusammensetzung und Qualität der Arthropodenfauna wirken können, von dem interessierenden Einfluss des Schotterabbaus zu trennen, statistisch gesprochen die Variation infolge des Impacts (Schotterabbau und dessen Aufgabe) mit der faunistischen und zönologischen Variation als Folge anderer Ursachen (z. B. Ufernähe, Korngröße, Besiedlungsgeschichte, faunistische Grundausstattung) quantitativ zu vergleichen. Dafür ist ein BACI-(Before-After-Control-Impact)-Design geeignet (Underwood 1996). Mit diesem Design wird im vorliegenden Fall zum einen die Situation unbeeinflusster Grabenabschnitte oberhalb der Schotterabbauflächen mit jener innerhalb und unterhalb der Schotterabbauflächen verglichen, zum anderen werden die Schotterabbau-beeinflussten Gräben mit unbeeinflussten Kontroll-Gräben in Beziehung gesetzt. Auf der Treatment-Ebene ist das Design repliziert; es werden jeweils zwei Impact-Gräben mit zwei unbeeinflussten Gräben in Beziehung gesetzt (Underwood 1996). Insgesamt wurden 10 Probegebiete untersucht: Jeweils ein Grabenabschnitt oberhalb des Abbaubereichs, der Abbau-Abschnitt selbst sowie eine Zone unterhalb des Abbaubereichs, insgesamt also sechs durch den Einfluss der Schotterbaggerung beeinflusste Probegebiete. Innerhalb der Kontrollgräben wurden jeweils der Oberlauf (etwa auf Höhe der Abbaugebiete) und der Unterlauf (nahe der Einmündung in den Johnsbach bzw. der Enns) als Probegebiete ausgewählt, also insgesamt vier Kontroll-Probegebiete (Abb. 1).

Probegebiete

Die vom Schotterabbau beeinflussten Bachgräben waren der Weißenbachlgraben und der Gsenggraben. Der Weißenbachlgraben entwässert und entschottert das Tal zwischen Großem und Kleinem Buchstein. Der Weißenbachlgraben ist im Oberlauf (Probegebiet W1) von menschlichem Einfluss augenscheinlich weitgehend unberührt. Zwischen steilen Erosionshängen erstreckt sich eine homogene Umlagerungsstrecke aus gröberem Geschiebematerial. Höher gelegene aufgetürmte Schotterbänke fehlen. Bei Starkregenereignisse scheint der oberflächliche Abfluss mehr oder minder den ganzen Talboden zu beeinflussen (Abb. 2).

Der mittlere Weißenbachlgraben-Abschnitt (Probegebiet W2, vgl. Abb. 3) ist durch Schotteranschüttung größtenteils anthropogen überformt; der Abflusskanal wurde in die Mittel des Grabens verlegt, um Erosion und Destabilisierung des ganzen Grabengebiets zu verhindern (Haseke 2010b). Der Grabenboden ist zur Mitte hin leicht abgeschrägt worden; er besteht somit aus großflächig leicht geneigten, weitgehend strukturlosen Schotterflächen (Abb. 3). Der gelegentlich wasserführende Mittelkanal hat sich während der Hochwässer im Juli 2012 deutlich ins Gelände eingegraben und im mittleren Bereich des Grabenbodens wieder einigermaßen natürliche Erosions- und Depositionsstrukturen geschaffen.

Die angeschütteten Seitenflächen waren 2012 bereits leicht mit Pioniervegetation bewachsen. Alle Grabenteile enthalten hohe Anteile Feinsediment, das mit gröberem Schotter gemischt auf den Flächen verteilt worden war.

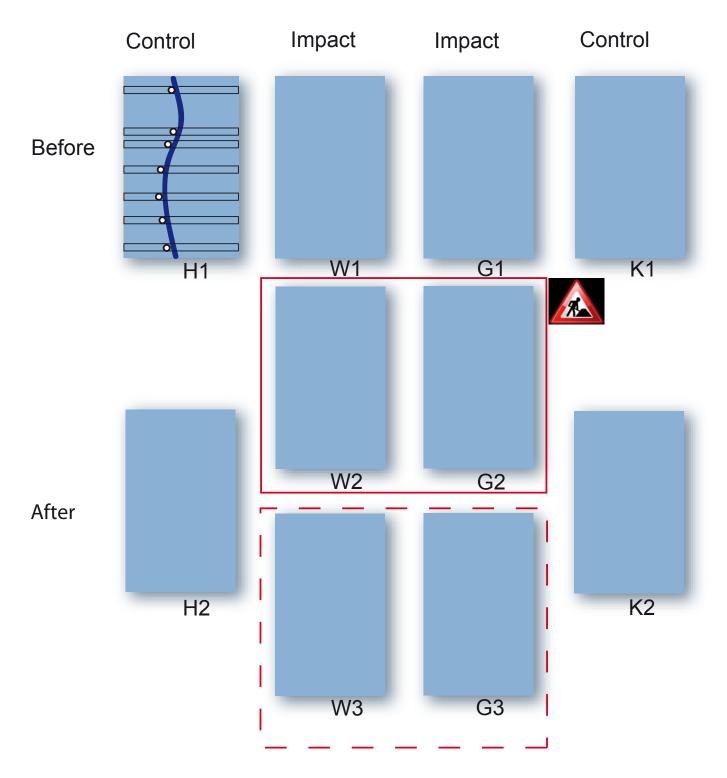


Abbildung 1: Designschema der Untersuchung der vier Schottergräben Haindlkar (H1, H2), Weißenbachlgraben (W1, W2, W3), Gseng (G1, G2, G3) und Kainzenalplgraben (K1, K2). In den rot umrandeten Gebieten war Schotter abgebaut worden, die darunter liegenden Gebiete (gestrichelte Umrandung) waren vom Schotterabbau mit betroffen. In jedem der zehn Probegebiete wurden sieben Probepunkte entlang des trockenen Bachlaufs zufällig ausgewählt (vgl. Schema wie für H1 dargestellt links oben); an diesen Punkten wurde ein Transekt senkrecht zum Bachgrabenverlauf während einer Stunde abgegangen (die Transektbänder sind als schmale Rechtecke am Beispiel von H1 dargestellt).





Abildung 2: Probegebiet W1, Weißenbachlgraben Oberlauf.





Abbildung 3: Probegebiet W2, Weißenbachlgraben Mitte, renaturiertes Schotterabbaugebiet. Links Foto vom 22. 10. 2011, rechts vom 21. 7. 2012 während einer sommerlichen Regenperiode, in der sich durch Erosion ein größerer Umlagerungsbereich inmitten der begradigten Schotterfelder ausbildete.

Das untere Weißenbachl-Probegebiet (W3) liegt etwa 100 m bachabwärts der Mountainbikerouten-Querung (Abb. 4). Große Mengen Feinschutt haben sich hier abgelagert; stellenweise tritt Schluff zutage. Inmitten des Bachgraben liegt eine größere, mit Pioniervegetation bestandene Schotteraufschüttung; der Bachabschnitt macht daher, verglichen mit dem künstlichen Relief des Mittelabschnitts, einen





Abbildung 4: Probegebiet W3, Weißenbachlgraben Unterlauf. Trockene Umlagerungsfluren alternieren mit höher gelegenen Schotterbänken, die teilweise vegetationsbestanden sind.

eher heterogenen und vielgestaltigen Eindruck. Der Bachlauf ist stellenweise wegen des engen Tals durch die Wälder der Umgebung beschattet (Abb. 4). Im oberen Bereich bis hin zu einem großen Felsbrocken ist der Grabenschnitt oberflächlich zumeist trocken. Weiter bachabwärts tritt das Wasser aus dem Bachgraben an die Oberfläche und speist einen perennierenden Bachlauf. Hier lagen die beiden Referenz-Probeflächen REF1 und REF2 (siehe Seite 12), die zum zönologischen Vergleich zwischen trockenen und wasserführenden Bachgräben zusätzlich mit besammelt wurden.

Der obere Bachabschnitt des **Gseng** (G1, vgl. Abb. 5) war von einer Asphaltstraße beeinflusst, die zu diesen Bereich führte und dem Schotterabtransport diente. Auch nach der Renaturierung sind Bitumenschollen und Asphaltreste an einigen Stellen zu finden. Hinsichtlich des Reliefs macht der obere Bachabschnitt allerdings einen sehr naturnahen Eindruck. Mehrere Abflusswellen haben offenbar die Schotteroberfläche in starkem Maße umgelagert. Höher gelegene Schotteranschüttungen finden sich stellenweise, das Relief ist insgesamt sehr heterogen. Auf der linken Seite des trockenen Bachlaufs verläuft auf einem Damm der Wanderweg Richtung Gsengscharte (Abb. 5).

Der mittlere Grabenabschnitt im Gseng (G2) war durch das bis 2008 bestehende Asphaltmischwerk größtenteil naturfern überformt (Abb. 6). Natürliche Schotterabfluss-Strukturen finden sich auch nach der Renaturierung nur an wenigen Stellen; allerdings führte das Hochwasser im Juli 2012 zu einigen lokalen Aufschüttungen und Umlagerungen. Am hinteren Ende des Mittelabschnitts trat eine Quelle geringer Schüttung aus dem Schotterkörper aus, deren Quellgerinnsel die unterhalb liegenden Schotterterrassen durchfurcht und teilweise auferodiert hat. Der Schotterkörper ist stellenweise von Ziegelschutt und Bitumenresten durchsetzt. Am südlichen Rande des Grabens verläuft ein Bachlauf, der aus dem Nebengraben stammt und öfters zumindest stellenweise Oberflächenwasser aufweist, wenn auch manchmal nur in Mulden und Auskolkungen.







Der untere Grabenabschnitt des Gseng (G3) ist sehr eng und mit schrägen Wänden gegen den Wald abgesetzt (Abb. 7). Der Talboden besteht aus großen Felsblöcken. Bitumenschollen und Schrott-Metallteile der Mischanlage finden sich im Sediment eingebettet. Im untern Mündungsabschnitt zum Johnsbach hin ist der Bachgraben voll beschattet, im oberen Abschnitt trotz der Enge weitgehend besonnt.



Abbildung 6: Probegebiet G2, Gseng Mittellauf. Renaturierte Abbauflächen, früher Standort eines Asphaltwerks. Schotter in Terrassen und Dämmen aufgeschüttet (Haseke 2010a).



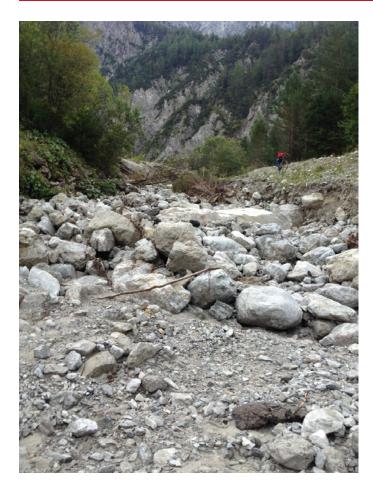




Abbildung 7: Probegebiet G3, Gseng Unterlauf. Der mit Abraum verlegte Unterlauf wurde im Zuge der Renaturierung wieder geöffnet, die Zufahrtstraße wurde entfernt. Die Mündung in den Johnsbach (rechtes Bild Hintergrund) ist eng in die Waldlebensräume eingeschnitten und zum Teil beschattet.

Zu Beginn der Untersuchung wurden zwei Kontrollgräben ausgesucht, die in möglichst vielen Belangen den durch Schotterabbau beeinflussten Gräben ähnlich sein sollten und jeweils in ihrer Nähe lagen: das Haindlkar und der Kainzenalplgraben (vgl. Abb. 1, Abb. 8 bis 11).

Das **Haindlkar** ist ein großes Grabensystem, das die Hochtorgruppe Richtung Enns entwässert (Holzinger et al. 2011a). Der Oberlauf ist naturbelassen, besteht aus großen Blöcken und stark umgelagerten Geröllzonen dazwischen (Abb. 8). Der Unterlauf fächert in einen großen Mündungsschuttkegel an der Enns auf und ist von zahlreichen Rinnen durchzogen (Abb. 9). Oberhalb dieses Bereichs quert die Gesäuse-Bundesstraße B 146 den Bachgraben, der an dieser Stelle künstlich verengt ist. Laut Holzinger et al. (2011a) ist dieser Durchlass zu eng und führt dazu, dass Geschiebe den Durchlass immer wieder verlegt. Die natürliche Geschiebedynamik ist durch diese Engstelle etwas beeinträchtigt. Die Prognose in Holzinger et al. (2011a), dass diese Brückenquerung zu gefährlichen Konstellationen führen kann, hat sich schon 2012 bestätigt. Die Brückenfundamente waren durch steten Geschiebedruck schadhaft geworden und mussten neu betoniert werden. Dabei wurde allerdings die Chance einer Aufweitung des Brückenprofils nicht wahrgenommen.

Die Baumaßnahmen um die Brücke führten zu kleinflächigen Baggerungsmaßnahmen und zu Feingescheibematerial-Freisetzung; diese betrafen aber nur eine Bachrinne. Eine dauerhafte Schotterentnahme inklusive lang andauernder morphologischer Umgestaltung inklusive Renaturierung hat im

Haindlkar nie stattgefunden. Das Haindlkar wird als daher unbeeinflusster Kontrollgraben zum Weißenbachlgraben angesehen.

Der Kontrollgraben zum Gsenggraben ist der unmittelbar benachbart gelegene **Kainzenalplgraben.** Auch hier hat nie Schotterabbau stattgefunden. Der oberer Grabenteil ist steil, grobblockig und im Hochwasserfall ein reißender Gebirgsbach (Abb. 10). Der untere Teil ist zu einem sehr vielgestaltigen Mündungsschotterfächer aufgeweitet und weist einige höher gelegene vegetationsbestandene Schotterbänke auf. Im Zuge des Julihochwassers 2012 wurden diese Schotterbänke zum Teil wegerodiert (Abb. 11).

Zusätzlich zu den 10 Probegebieten wurden zwei Referenzflächen beprobt. Dabei handelte es sich Flächen an permanent wasserführenden Bachabschnitten im unteren Weißenbachlgraben, unweit oberhalb der Einmündung in die Enns (Abb. 12). Diese Vergleichsflächen vermitteln einen Übergang zu den Uferbesammlungen an Enns und Johnsbach aus früheren Studien (Paill 2005, Fritze et al. 2007, Brandl 2005, Komposch et al. 2008); sind aber besser mit den aktuellen Schottergräben-Proben vergleichbar, da sie mit derselben Methode im selben Jahr erhoben wurden.

Beprobung

Innerhalb der Probegebiete wurden jeweils sieben Probepunkte zufällig entlang des Bachgrabens lokalisiert (Abb. 1). Dabei bestimmten Zufallszahlen die Entfernung der Probepunkte von einem a priori festgelegten Referenzpunkt am unteren Ende des Bachabschnitts. Die Reihenfolge der einzelnen Probenahmen wurde ebenfalls Probegebiet-übergreifend mit einer Zufallszahlen-Reihe festgelegt. In dieser Reihenfolge wurden die Probennahmen unabhängig vom Probegebiet abgearbeitet. Damit sollte

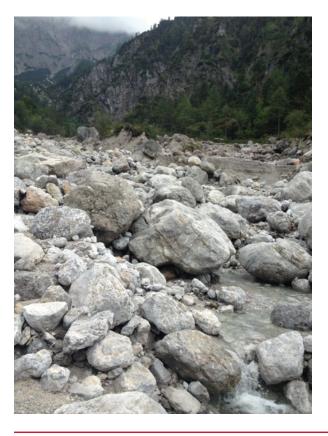




Abbildung 8: Probegebiet H1, Haindlkar Oberlauf. Wenig beeinflusste, naturbelassene Umlagerungsstrecke mit sehr großen Kalkblöcken.



Abbildung 9: Probegebiet H2, Haindlkar Unterlauf. Großer heterogener Schotterfächer an der Ennsmündung, weitgehend unbeeinflusst. Leichte lokale Verschluffung durch Baggerungen. Im Juli 2012 mussten Reparaturarbeiten an der Brücke der Gesäuse-Bundesstraße vorgenommen werden (unten links); in dieser Zeit war auch der Bachgraben an der Oberfläche wasserführend.



Abbildung 10: Probegebiet K1, Kainzenalplgraben Oberlauf. Grobblockiger, teilweise enger Bachgraben mit steilen Abschnitten.





Abbildung 11: Probegebiet K2, Kainzenalplgraben Unterlauf. Sehr natürlicher, vielgestaltiger Schotterfächer mit höher gelegenen Schotterbänken (rechtes Bild) und mit tief eingeschnittenen Abflussfurchen.

vermieden werden, dass Tageszeit, Jahreszeit oder Witterung das Sammelergebnis systematisch beeinflussen.

An jedem Probepunkt wurde dabei während eines 60-minütigen Zeitfangs ein Transekt rechtwinklig zum Graben von etwa 5 bis 10 m Breite mehrfach abgegangen. Entlang dieses Transektbands wurden Steine umgedreht und Tiere darunter mit einem Exhaustor abgesaugt. Auf unselektive Fangmethoden wie beispielsweise automatische Bodenfallen wurde verzichtet. Die gefangenen Tiere wurden in einem Gemisch aus Alkohol und verdünnter Essigsäure konserviert und im Labor mit aktueller Bestimmungsliteratur bis zur Art determiniert. Jungspinnen und subadulte Spinnen mit nicht vollständig ausgebildeten Genitalmerkmalen sind normalerweise nicht identifizierbar, wurden aber soweit wie möglich nach äußeren Merkmalen den vorkommenden Arten zugeordnet. Bei zahlreichen Jungspinnen-Individuen, insbesondere biotopfremden Einwanderern, war dies aber nicht sicher möglich. Bei der Berechnung des Anteils gefährdeter Arten wurden diese indeterminierten Spinnenindividuen mit berücksichtigt, nicht aber bei der zönotischen Analyse und Ordination.

Im Anschluss an Beprobung wurde auf jeder Probefläche Umweltparameter aufgenommen, darunter Sonneneinstrahlung, Lufttemperatur, Luftfeuchte, Bewölkung sowie Niederschlag und Wind. An fünf Stellen entlang des Transekts wurden zudem Fotos von der Bodenoberfläche angefertigt, welche die Textur und Oberflächenstruktur festhalten sollten. An diesen Stellen wurden auch die Korngrößen der Kiessteine und des Untergrunds registriert, die Vegetationsdeckung geschätzt und die Vegetationshöhe gemessen.

Ordination

Die zönologische Beziehung der 10 Probegebiete, der Referenzgebiete (zwei Vergleichsstandorte von wasserführenden Ufern des unteren Weißenbachlgrabens) sowie frühere faunistische Aufnahmen im Gesäuse (Brandl 2005, Fritze et al. 2007) wurde mit multivariaten Methoden analysiert und in Ordinationsdiagrammen dargestellt.

Dazu wurden die Artengemeinschaften einer Korrespondenzanalyse (Detrended Correspondence Analysis, DCA, vgl. Jongman et al. 1995) unterzogen. Dieses Verfahren versucht, anhand der gefundenen zönologischen Daten eine hypothetische Umweltachse zu konstruieren, welche die ökologischen Optima der Arten möglichst ideal auftrennt. Die Restvarianz wird entlang einer orthogonalen zweiten Achse aufgetragen, woraus sich eine zweidimensionale Darstellung ergibt, die faunistisch und ökologisch ähnliche Standorte als Cluster dicht nebeneinander positionierter Punkte hervortreten lässt. Zur DCA-Ordination wurde das Programmpaket CANOCO Vers. 4.5 (ter Braak & Šmilauer 1998) mit den Programmoptionen "Detrendierung nach Segmenten" und "Heruntergewichtung seltener Arten" verwendet. Die Daten wurden nicht transformiert.

Ein alternatives Ordinationsverfahren besteht in der Berechnung einer Ähnlichkeitsmatrix und der nachfolgenden zwei- oder mehrdimensionalen Projektion dieser Matrix mittels Nonmetrischer Multidimensionaler Skalierung (nonmetric multidimensional scaling, NMDS, cf. Legendre & Legendre 1998). Zur Messung der gegenseitigen faunistischen Ähnlichkeit wurde der Renkonen-Index (Renkonen 1938) verwendet. Dabei wird das Minimum der Prozentanteile der jeweiligen Art an der Artengemeinschaft zwischen jeweils zwei Zönosen aufsummiert. Der Index wird dabei insbesondere von Arten mit hohen Individuenzahlen, die in der Zönose dominieren, bestimmt; wenn beispielsweise zwei Artengemeinschaften nur eine Art gemeinsam haben und diese in der ersten Zönose 65% und in der zweiten Zönose 55% des Gesamtfangs ausmacht, dann beträgt der Renkonen-Index 0,55. Für die Berechnung des Renkonen-Zahl wurden Arrayformeln im Programm Microsoft Excel implementiert; für die Nonme-





Abbildung 12: Referenzprobeflächen REF1 (linkes Bild) und REF2 (rechtes Bild) im Unterlauf des Weißenbachlgrabens unterhalb des Probegebietes W3. Dauerhaft wasserführender Bachabschnitt mit unterschiedlich ausgeprägten Sand- und Schotteruferabschnitten.

trische Multidimensionale Skalierung der Renkonen-Ähnlichkeitsmatrix fand die Prozedur PROXSCAL 1.0 im Programmpaket SPSS 10.0.6 (SPSS Inc., jetzt IBM) Verwendung.

Die beiden Ordinationstechniken können zur gegenseitigen Überprüfung eingesetzt werden: Da die beiden Verfahren zwar dasselbe Ziel verfolgen, aber auf unterschiedlichen Konzepten und Algorithmen beruhen, lässt sich bei grober räumlicher Übereinstimmung der Ordinationsergebnisse ausschließen, dass die gefundenen Muster das Resultat von numerischen Artefakten sind. Solche Artefakte können bei komplexen multivariaten Rechenoperationen leicht eintreten; so bleibt beispielsweise die Nonmetrische Multidimensionale Skalierung auf der Suche nach der global optimalen Projektionslösung leicht in lokalen Optima hängen (Oksanen 2009); die Korrespondenzanalyse erfordert Detrendierungs-Algorithmen, die je nach Datensatz Projektions-Artefakte mehr oder minder erfolgreich beheben können. Daher wurde die Ordination der Laufkäferzönosen sowohl mit DCA als auch mit NMDS berechnet. Zusätzlich zur DCA-Ordination der Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften wurden auch die zönotischen Beziehungen der Gesamtarthropodenzönose aller Probeflächen visualisiert (Abb. 16 und 17).

Analyse der Verteilung einzelner Arten

Zur Darstellung der Häufigkeit einzelner Arten in den verschiedenen Probegebieten wurden die Originaldaten mittels ln (x+1) transformiert. Diese Transformation nähert die Verteilungen einer Normalverteilung an und veranschaulicht die Bedeutung einer Art in der Zönose möglicherweise besser als eine lineare Skala. Von diesen logarithmierten Werten wurden die 95%-Vertrauensbereiche berechnet und in Diagrammen dargestellt (z. B. Abb. 19).

Qualitätsbewertung der Zönosen beeinflusster und unbeeinflusster Probegebiete

Grundsätzlich kann Biodiversität auf verschiedenen räumlichen Skalen und Organisationsebenen gemessen werden; darüber hinaus stehen verschiedene Biodiversitäts-Indices zur Verfügung. Nicht alle dieser Maße sind aber in Hinblick auf die jeweilige Fragestellung aussagekräftig; in einem Extremlebensraum, wie er im gegenständlichen Fall vorliegt, kann beispielsweise eine erhöhte lokale Artenvielfalt Ausdruck der anthropogenen Beeinflussung und Störung sein. Unter den vielen möglichen Biodiversitätsmaßen ist allerdings eines meist von hoher Aussagekraft und normalerweise guter Übereinstimmung mit Naturschutzzielen, insbesondere in einem Schutzgebiet: die Häufigkeit bedrohter Arten. Unabhängig von der lokalen Situation, einem bestimmten Naturschutz-Leitbild oder einer bestimmten Managementstrategie konvergieren Biodiversitätserhaltung und Naturschutz normalerweise in Hinblick auf das Ziel, dass weiterer Artenverlust nicht toleriert werden kann. Artenverlust beginnt aber bei den gefährdeten Arten, wie sie in den Roten Listen (vgl. z. B. Gepp 1994, Zulka 2005) verzeichnet sind. Führt ein Eingriff, wie etwa der Schotterabbau, zu einer Reduktion der Abundanzen gefährdeter Arten, dann wäre gemäß dieses Maßes ein Qualitätsverlust im Sinne des Naturschutzes verbunden. In aller Regel ist diese Semantik sinnvoll.

Dabei können die Abundanzen absolut als Anzahl aufgenommener Individuen gefährdeter Arten gemessen werden, oder relativ als Anteil am Gesamtfang aller Individuen. Das zweite Maß trägt dem

Umstand Rechnung, dass bestimmte Lebensraumsituationen sehr individuenarm sein können, die wenigen gefundenen Individuen aber alle zu gefährdeten Arten gehören. In der vorliegenden Studie werden beide Maße zur Qualitätsbewertung verwendet.

Leider gibt es für keine der bearbeiteten Gruppen (abgesehen von den Weberknechten) derzeit aktuelle publizierte nationale Rote Listen. Allerdings liegen Rote-Liste-Manuskriptentwürfe für die Laufkäfer und Spinnen vor (Zulka et al. unpubliziert, Komposch unpubliziert), für die Kurzflügelkäfer wurden unlängst überregionale Häufigkeitsangaben publiziert (Assing & Schülke 2012). Es wird daher aus den verfügbaren Angaben und aus der eigenen Einschätzung heraus eine Gefährdungsbeurteilung vorgenommen (vgl. Tab. 1, 2, 3).

4 Ergebnisse

Laufkäferfauna

Insgesamt wurden 235 Laufkäfer-Individuen aus 25 Arten in den 10 Probegebieten und den Referenzstandorten nachgewiesen (Tab. 1). Die bei weitem häufigste Art war der Andreaskreuz-Ahlenläufer Bembidion cruciatum (Abb. 20), der lediglich im Haindlkar und auf der oberen Probefläche G1 im

Tabelle 1: Carabidenarten der Probegebiete und der Referenzflächen. Als gefährdet eingeschätzte Arten sind rot gesetzt.

	Arten	REF1	REF2	M	W2	W3	Ξ	Н2	C1	G2	C3	\succeq	Σ	Summe
1	Bembidion cruciatum Dejean, 1831	4	4	1	5	21				39	19	2	2	97
2	Elaphropus quadrisignatus (Duftschmid; 1812)			2	3	5	1		27	9		1	10	58
3	Bembidion longipes K. Daniel, 1902		1	4	4	3	2	3			3	4		24
4	Bembidion tibiale (Duftschmid, 1812)	11												11
5	Bembidion geniculatum Heer, 1837		8											8
6	Bembidion complanatum Heer, 1837	7												7
7	Cicindela hybrida transversalis Dejean, 1822										4	1		5
8	Bembidion conforme Dejean, 1831	1								3				4
9	Bembidion doderoi Ganglbauer, 1891	1	2											3
10	Asaphidion pallipes (Duftschmid, 1812)									2				2
11	Nebria picicornis (Fabricius, 1801)										1		1	2
12	Abax parallelepipedus (Piller & Mitterpacher, 1783)										1			1
13	Agonum sexpunctatum (Linné, 1758)									1				1
14	Amara ovata (Fabricius, 1792)										1			1
15	Asaphidion flavipes (Linné, 1761)											1		1
16	Bembidion decorum (Panzer, 1799)	1												1
17	Bembidion deletum Audinet-Serville; 1821												1	1
18	Bembidion millerianum (Heyden, 1883)	1												1
19	Bembidion stephensii Crotch, 1866					1								1
20	Bembidion varicolor (Fabricius, 1803)	1												1
21	Carabus intricatus Linné, 1761								1					1
22	Leistus montanus Stephens, 1828											1		1
23	Notiophilus cf. aestuans Dejean, 1826										1			1
24	Pterostichus fasciatopunctatus (Creutzer, 1799)	1												1
25	Pterostichus panzeri (Panzer, 1803)				1									1
	Summe Individuen	28	15	7	13	30	3	3	28	54	30	10	14	235

Gsenggraben fehlte. Die Art war auf den Schotterabbau-beeinflussten Probeflächen G2, G3 und W3 besonders häufig (Tab. 1, Abb. 21).

Die zweithäufigste Art war der Vierfleckige Zwergahlenläufer *Elaphropus quadrisignatus* (Abb. 22), eine etwa 2 mm lange Art, die unter Steinen in verschiedenen Lebensraum-Situationen anzutreffen war. Weniger häufig, aber ähnlich konstant war der Langbeinige Ahlenläufer *Bembidion longipes* (Abb. 18) anzutreffen. Die Art trat in allen vier Bachgräben auf; sie fehlte lediglich auf den oberen Probeflächen des Gseng und im unteren Bereich des Kainzenalplgrabens K2 (Abb. 19). Sie lebte hier weitab und offensichtlich völlig unabhängig von Oberflächen-Wasserläufen. Bemerkenswert ist ferner der Verkannte Sandlaufkäfer *Cicindela hybrida transversalis* (Abb. 25); eine große, sehr flugaktive Sandlaufkäfer-Art, die auf naturnahen Schotterbänken in den Alpen noch an vielen Stellen vorkommt und eine Charakterart des Nationalparks Gesäuse darstellt. Die Art war insbesondere im unteren Gsenggraben nahe der Mündung in den Johnsbach anzutreffen, kam aber auch im unteren Kainzenalplgraben vor. Im Weißenbachlgraben und im Haindlkar war die Art dagegen nicht anzutreffen (Tab. 1).

Alle anderen Arten waren auf die wasserführenden Referenzflächen REF1 und REF2 beschränkt oder traten lediglich in Einzelexemplaren auf. Einige Arten stammten aus den umliegenden Lebensräumen und gerieten zufällig in die Umlagerungszonen, wo sie dann auf den Probeflächen erfasst wurden.

Die Uferarten Bembidion geniculatum, Bembidion tibiale, Bembidion decorum, Bembidion millerianum sowie Bembidion varicolor traten nur auf den Referenzflächen der wasserführenden unteren Weißenbachlgraben-Bachabschnitte REF1 und REF 2 auf; sie wurden nie im trockenen Schotter der Gräben nachgewiesen. Die Arten Asaphidion pallipes und Bembidion conforme fanden sich dagegen im Bereich des mittleren Gseng-Abschnitts im lateralen Bachgraben, der gelegentlich wasserführend war.

Insgesamt zeigen die ephemeren Grabenabschnitte verglichen mit den wasserführenden Referenzuferabschnitten eine deutlich verschiedene und beträchtlich artenärmere Laufkäferzönose (vgl. auch folgende Analysen).

Spinnenfauna

Insgesamt wurden 795 Spinnen-Individuen aus 30 Arten erfasst, davon waren 753 Individuen adult oder zumindest durch Zuordnung identifizierbar, der Rest waren Jungspinnen, die nur ihren jeweiligen Familien zugeordnet wurden (Tab. 2). Die wasserlosen Schotterflächen sind insbesondere durch eine einzige Art charakterisiert: die Wolfsspinne *Pardosa saturatior*, die allein fast 600 der nachgewiesenen Individuen ausmacht. Sie war auf der oberen Probeflächen – abgesehen von einzelnen Individuen waldbewohnender Arten, die zufällig auf die Umlagerungsflächen geraten waren – nahezu der einzige epigäische Organismus, der stetig nachgewiesen werden konnte. Auch unmittelbar nach den Starkregenereignisse Ende Juli 2012, die zu starken Umlagerungen in den Schottergräben führten, war die Spinne noch immer weit verbreitet und auf vielen Probeflächen präsent. Sie lebte zumeist am Rande von großen Steinen, unter die sie sich bei Störung rasch zurückzog. Manche Individuen machten im Feld einen graubereiften Eindruck und vermittelten den Anschein, als seien zwei verschiedene Arten

unterwegs, es handelt sich aber um eingestaubte Individuen, die auf diese Art noch besser als ihre sauberen Artgenossen auf dem Kalkschotteruntergrund optisch verschwanden.

Die nächsthäufige Spinne der Schotterbänke war *Xerolycosa nemoralis* (Tab. 2). Sie trat aber nur auf den höher gelegenen Schotterbänken, die mit Pioniervegetation bestanden waren, auf. Am häufigsten war *Xerolycosa nemoralis* im Unterlauf des Kainzenalplgrabens, wo sie eine breite Schotteranschüt-

Tabelle 2: Spinnenzönosen der Probegebiete und der Referenzflächen. Als gefährdet eingeschätzte Arten sind rot markiert.

Arten	REF1	REF2	M1	W2	W3	Ξ	H2	<u> </u>	G2	C3	7	K2	Summe
1 Pardosa saturatior Simon, 1937	3		61	43	51	97		43	45	53	52	49	598
2 Xerolycosa nemoralis (Westring, 1861)			1		16	1			18	8	15	39	98
3 Sitticus atricapillus (Simon, 1882)									1			7	8
4 Pardosa riparia (C. L. Koch, 1833)					1						5		6
5 Pirata knorri (Scopoli, 1763)	2	1								3			6
6 Pardosa alacris (C. L. Koch, 1833)					1					1		2	4
7 Liocranoeca striata (Kulczyski, 1882)				2					1				3
8 Trochosa terricola Thorell, 1856					2							1	3
9 Araneus diadematus Clerck, 1757						1		1					2
10 Asthenargus paganus (Simon, 1884)		1		1									2
11 <i>Diplocephalus cristatus</i> (Blackwall, 1833)	2												2
12 Oedothorax retusus (Westring, 1851)	1	1											2
13 <i>Pardosa morosa</i> (L. Koch, 1870)	2												2
14 Achaearanea riparia (Blackwall, 1834)					1								1
15 Aelurillus v-insignitus (Clerck, 1758)						1							1
16 Asianellus festivus (C. L. Koch, 1834)										1			1
17 <i>Erigone atra</i> Blackwall, 1833	1												1
18 Evarcha falcata (Clerck, 1758)						1							1
19 <i>Heliophanus aeneus</i> (Hahn, 1832)							1						1
20 Histopona torpida (C. L. Koch, 1837)									1				1
21 Lepthyphantes notabilis Kulczynski, 1887								1					1
22 Metellina segmentata (Clerck, 1758)					1								1
23 <i>Neriene emphana</i> (Walckenaer, 1842)						1							1
24 Nuctenea umbratica (Clerck, 1757)				1									1
25 Pachygnatha listeri Sundevall, 1830				1									1
26 <i>Pardosa amentata</i> (Clerck, 1758)		1											1
27 Phrurolithus festivus (C. L. Koch, 1835)					1								1
28 Tenuiphantes tenebricola (Wider, 1834)												1	1
29 <i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1758)								1					1
30 Zelotes subterraneus (C. L. Koch, 1833)											1		1

Arten	REF1	REF2	W1	W2	W3	H	H2	C1	G2	C3	Σ	K2	Summe
Nicht identifizierbare Jungtiere:													
Lycosidae Gen. sp.	5	4	1		1			2	1	3	8		25
Araneidae Gen. sp.		1			1			2			1		5
Salticidae Gen. sp.							1	1				1	3
Agelenidae Gen. sp.					2								2
Clubionidae Gen. sp.				1						1			2
Gnaphosidae Gen. sp.								1					1
Linyphiidae Gen. sp.					1								1
Liocranidae Gen. sp								1					1
Tetragnathidae Gen. sp.										1			1
Theridiidae Gen. sp.					1								1
Summe Individuen	16	9	63	49	80	102	103	53	67	71	82	100	795

tung am Rand der breiten Umlagerungsstrecke in hohen Individuenzahlen besiedelte (Tab. 2). Sie kam aber auch im Unterlauf des Weißenbachlgrabens (W3) vor, wo sich eine ähnlich strukturierte, teilweise vegetationsbedeckte Schotterbank befand. Innerhalb der stark umgelagerten Bereiche war die Art normalerweise nicht anzutreffen; sie trat im Haindlkar und in den Oberläufen von Weißenbachl und Gsenggraben nur in Einzelindividuen auf.

Die Spinne *Pardosa morosa*, eine auffallende und charakteristische Art der Gesäuse-Uferabschnitte (Brandl 2005), fehlte in den Schottergräben und konnte nur auf den wasserführenden Referenzstandorten REF1 und REF2 festgestellt werden. Neben den Wolfsspinnen zeigten auch die Springspinnen ein charakteristisches Besiedlungsmuster. Sie fanden sich ebenfalls auf den erhöhten Schotterbänken. Nachgewiesen wurden insbesondere die seltene Art *Sitticus atricapillus*, daneben *Asianellus festivus* und *Evarcha falcata*.

Kurzflügelkäferfauna

Nur wenige Staphyliniden (Kurzflügelkäfer) fanden sich auf den Schotterflächen, allerdings stach eine Art besonders in Auge, die immer wieder auf kleinräumigen feuchten Schluffstellen und Schlammflecken in größerer Zahl auftrat: der Kurzflügler *Stenus longipes* (Tab. 3). Er machte über 90% des Staphyliniden-Gesamtfangs aus. Die Art war insbesondere auf den Quellaustritten und feucht-schlammigen Überrieselungsbereichen am Schotterabbaustandort G2 (Gseng Mitte) häufig anzutreffen. Sie trat ferner in den Unterlaufbereichen W3 und G3 unterhalb der Schotterbbaugebiete auf und stellt daher eine möglicherweise einen geeigneten Indikator für Verschluffung dar. In den oberen Grabenbereichen fehlte die Art (mit Ausnahme einiger Individuen im Haindlkar). Eine sehr charakteristische

Tabelle 3: Fangergebnisse für die Kurzflügelkäfer (Staphylinidae). Stenus asphaltinus ist als gefährdet eingeschätzte Art rot markiert.

Arten	REF1	REF2	W1	W2	W3	H	H2	C1	C2	C3	Κ	Κ2	Summe
1 Stenus longipes Heer, 1839	8			19	72	3	5		56	2		11	176
2 Stenus fossulatus Erichson, 1840	1						1			1			3
3 Paederidus rubrothoracicus (Goeze , 1777)			1				1						2
4 Stenus gracilipes Kraatz, 1857		2											2
5 Aleocharinae Gen. sp.										1			1
6 Deleaster dichrous (Gravenhorst , 1802)	1												1
7 Lathrobium geminum Kraatz, 1857									1				1
8 Oxytelinae Gen. Sp.			1										1
9 Philonthus micans (Gravenhorst, 1802)										1			1
10 Stenus asphaltinus Erichson, 1840								1					1
11 Stenus flavipalpis Thomson, 1860		1											1
Summe Individuen	10	3	2	19	72	3	7	1	57	5	0	11	190

und für trockene Schotterflächen typische Art konnte mit *Stenus asphaltinus* festgestellt werden; dieser Kurzflügelkäfer trat allerdings nur mit einem Männchen im Gseng-Oberlauf zu Tage (Tab. 3).

Asseln, Tausendfüßler und Weberknechte

In den meisten Schotter-Probegebieten traten Asseln und Tausendfüßler zur Laufkäfer- und Spinnenzönose hinzu (Tab. 4). Die Hundertfüßer *Lithobius forficatus* und *Lithobius lucifugus* wie auch der nachgewiesene Doppelfüßler *Leptoiulus noricus* haben dabei ihren Vorkommensschwerpunkt in den umliegenden Waldlebensräumen, konnten aber auch gelegentlich in feuchter Streu unter eingebetteten Steinen auf den höher gelegenen Schotterbänken in weniger oft umgelagerten Schotterflächen festgestellt werden. Besonders häufig waren die *Lithobius*-Arten dabei in Schotterabbau-beeinflussten Probegebieten (W3, G2), aber auch auf einer Schotterbank im Kainzenalplgraben (K2), die allerdings im Zuge der Julihochwässer zum Teil wegerodiert wurde. In den stark umgelagerten Abschnitten waren *Lithobius*-Arten nur sehr vereinzelt und unstetig zu finden. Die häufigste Asselart war *Armadillidium versicolor* (Tab. 4), eine Art, die für trockene Schotter- und Kalklebensräume nicht untypisch ist.

Zönotische Ordination der Probeflächen: Laufkäfer (Carabidae)

Ein Ziel der Untersuchung bestand darin, die Zusammensetzung der Artengemeinschaften von Schotterabbau-beeinflussten und nicht beeinflussten Schottergräben zu beschreiben und zu vergleichen. Daneben sollte geklärt werden, in welcher zönotischen Beziehung die Artengemeinschaften dieser selten wasserführenden Bachgräben zu jenen der Ufer von Enns und Johnsbach stehen. Letztere wurden in einigen Studien sowohl hinsichtlich ihrer Laufkäferfauna (Paill 2005, Fritze et al. 2007) als auch ihrer

Tabelle 4: Fangergebnisse für die restlichen identifizierten Arthropodengruppen (Tausendfüßler, Asseln, Weberknechte).

	Arten	REF1	REF2	M1	W2	W3	H	Н2	C1	C2	C3	7	K2	Summe
	Chilanada Casabilanamha											1		
4	Chilopoda-Geophilomorpha											1		1
1	Geophilidae Gen. sp.											1		1
	Chilopoda-Lithobiomorpha			2	5	21	2	4	6	12	1	5	16	74
2	Lithobius forficatus (Linnaeus, 1758)			1	1	19	1	1	4	9	1	4	14	55
3	Lithobius lucifugus L. Koch, 1862			1	4	2	1	3	2	3		1	2	19
	Diplopoda-Julida					4			1					5
4	Julidae Gen. sp.					1			1					2
5	Leptoiulus noricus Verhoeff, 1913					3								3
	Isopoda					1	1	1	1	20	4	1		29
6	Armadillidium versicolor Stein, 1859						1		1	19	3			24
7	Hyloniscus riparius (Koch, 1838)									1				1
8	Ligidium germanicum Verhoeff, 1901										1			1
9	Trachelipus rathkii (Brandt, 1833)					1								1
10	Trachelipus ratzeburgii (Brandt, 1833)							1				1		2
	Opiliones		1									1		2
11	Leiobunum rupestre (Herbst, 1799)											1		1
12	Opiliones Gen. sp.		1											1
	Summe Individuen	0	1	2	5	26	3	5	8	32	5	8	16	111

Spinnenfauna (Brandl 2005) untersucht. Methodisch sind jene Studien aber nur bedingt mit der vorliegenden Untersuchung vergleichbar. Ergänzend wurden daher zwei dauerhaft wasserführende Uferflächen des Weißenbachls mit in den Vergleich mit den zehn Schotter-Probegebieten einbezogen.

Zunächst wurden die Laufkäferzönosen der Probegebiete mit jenen der Referenzflächen und der Vergleichsstudie von Fritze et al. (2007) [die Studie von Paill (2005) listet keine Einzelzönosen auf und konnte daher nicht einbezogen werden] mittels Korrespondenzanalyse verglichen (Abb. 13). In der Ordination basierend auf den Standorts-Scores des DECORANA-Outputs für die ersten zwei Ordinationsachsen fällt auf, dass die Zönosen der trockenen Schottergriese mit jenen der wasserführenden Ufer praktisch keine Überlappung zeigen. Am stärksten von den Uferstandorten verschieden ist das Probegebiet G1 (Gsenggraben oberhalb Abbau), die größte Ähnlichkeit zeigen die Schotterabbau-beeinflussten Flächen G3, G2 und W3.

Eine alternative Ordination mittels Renkonen-Similaritätsindex und Nonmetrischer Multidimensionaler Skalierung (NMDS) lieferte ein sehr ähnliches Bild (Abb. 14). Auch in diesem Ordinationsdiagramm überlappen die Zönosen-Cluster der wasserführenden Uferabschnitte und der Cluster der Schottergräben nicht. Am meisten separiert von normalen Uferstandorten erscheinen hier die Zönosen der oberen Grabenabschnitte inklusive des Haindlkar-Probegebiets H2, am Ufergesellschaft-ähnlichsten sind die Schotterabbau-beeinflussten Abschnitte des Gsengs G2 und G3. Insgesamt sind die Ordinationsdiagramme der DCA- und NMDS-Methoden ähnlich und vermitteln die gleiche ökologische Aussage, Anzeichen für numerische Artefakte wie inadäquat konvergierende Algorithmen sind nicht erkennbar.

Ordination der Spinnenzönosen (Araneae)

Die DCA-Ordination der Spinnenzönosen (Abb. 15) liefert ein ähnliches Muster wie die Ordination der Carabidae: Die Schottergraben-Probegebiete zeigen nur wenig Variation entlang der Ordinationsachse 2, und nur eine Zönose aus der Untersuchung von Brandl (2005) fällt in den Cluster der Schottergräben, nämlich jene des Langgrießgrabens, wobei die Autorin betont, dort nicht den Uferbereich, sondern einen weiter grabenaufwärts gelegenen Bereich untersucht zu haben (Brandl 2005, p. 19). Insgesamt wird aus den Ordinationsdiagrammen deutlich, dass die austrocknenden Schottergräben mit den Uferstandorten in carabidologischer und arachnologischer Sicht praktisch nichts gemein haben, ökologisch von anderen Standortsbedingungen beherrscht werden und von daher auch anders gemanagt werden müssen.

Ordination der Gesamtzönose auf Einzelproben-Basis

Ergänzend zu den zönologischen Vergleichen der Probegebiets-Zönosen mit früheren Studien im Gebiet wurden die Artengemeinschaften aller 72 Einzelproben mittels DCA (Korrespondenzanalyse, Detrended Correspondence Analysis) einer Analyse unterzogen und im Ordinationsdiagramm aufgetragen (Abb. 16, 17). Diese Ordination mittels DCA unterstreicht, dass sich die epigäische Arthropodenfauna der trockenen Schotterflächen von jener der beiden Referenzflächen-Aufnahmen (Ufer der wasserführenden Abschnitte REF1 und REF2, blaue Punkte in Abb. 16) deutlich unterscheidet. Achse 1 (horizontal) kann dabei als Höhengradient von den Oberlauf-Probegebieten (G1, H1, K1, W1) zu den tiefer gelegenen Probegebieten verstanden werden. Die Probeflächen des Schotterabbau-unbeeinflussten Haindlkars H2 (grüne Punkte in Abb. 16) unterscheiden sich dabei kaum von den Oberlauf-Probeflächen H1 (grüne Quadrate). In beiden Fällen dominiert *Pardosa saturatior* zusammen mit wenigen Laufkäferindividuen (insbesondere *Bembidion longipes*) die Artengemeinschaft.

Achse 2 in Abbildung 16 trennt im Wesentlichen die Gemeinschaften der Schotterabbau-beeinflussten Gräben von jenen der unbeeinflussten Gräben. Vier der sieben Probeflächen im unteren Kainzenalplgraben (K2) markieren eine gedachte Linie, die nach oben rechts wegzieht. Eine zweite Punktwolke zieht von der Mitte nach rechts unten und besteht hauptsächlich aus Schotterabbau-beeinflussten Probeflächen im Weißenbachlgraben (W2 und W3). Diese Punktewolke leitet über zu den Referenz-

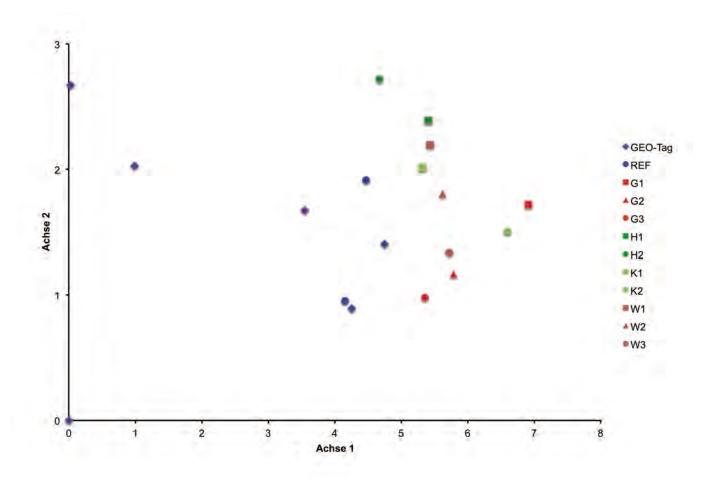


Abbildung 13: DCA-Ordination der Carabidenzönosen der Probegebiete, der Referenzflächen und der Vergleichszönosen aus früheren Studie (GEO-Tag der Artenvielfalt, Fritze et al. 2007). G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben; REF = Referenzflächen im unteren Weißenbachlgraben am perennierenden Bachlauf.

standorten REF1 und REF2. Vier der sieben Schotterabbau-beeinflussten Probeflächen im Gseng-Mittelabschnitt (G2) fallen ebenfalls in diese Punktwolke. Insgesamt unterschiedet sich der also der Verlauf der Zönosen von den stark umgelagerten oberen Grabenabschnitten zu den mittleren und unteren Grabenabschnitten zwischen beeinflussten und nicht beeinflussten Graben-Standorten recht deutlich (Abb. 16).

Wie aus dem analogen Ordinationsdiagramm der Artenscores hervorgeht, ist die *Xerolycosa nemoralis* eine charakterisierende Art der oberen Punktwolke (Abb. 17). Sie trat im Kainzenalplgraben besonders häufig auf den höher gelegenen Schotterflächen auf. Charakterisierende Arten der unteren Punktwolke (Abbau-beeinflusste Probegebiete) sind *Bembidion cruciatum* und *Stenus longipes*. Arten ständig wasserführender Ufer sind *Pirata knorri* und *Bembidion tibiale* am extremen rechten Rand der DCA-Ordination in Abb. 17.

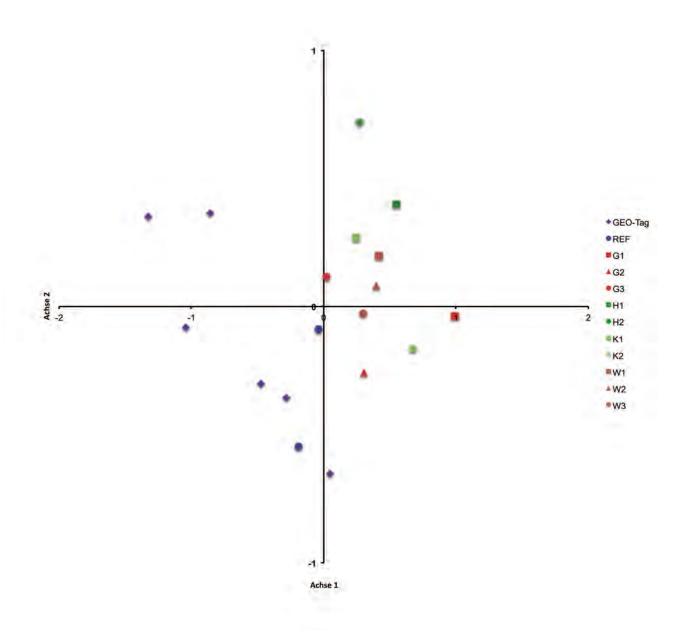


Abbildung 14: NMDS-Ordination der Carabidenzönosen der Probegebiete, der Referenzflächen und der Vergleichszönosen aus einer früheren Studie (GEO-Tag der Artenvielfalt, Fritze et al. 2007), basierend auf dem Renkonen-Ähnlichkeitsmaß. Zur besseren Vergleichbarkeit mit der DCA-Ordination wurde die gefundene NMDS-Ordination einer distanzinvarianten Transformation (Spiegelung an der y-Achse) unterworfen, die das dargestellet Ordinationsdiagramm lieferte. G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben; REF = Referenzflächen im unteren Weißenbachlgraben am perennierenden Bachlauf.

Bemerkungen zur Verteilung und zu den Biotopbeziehungen einzelner Arten

Bembidion longipes

Bembidion longipes (Abb. 18) wird als eine typische Art grobblockiger vegetationsfreier naturnaher Schotterfelder charakterisiert: "Ripicole Art der Gebirgsbäche mit grober Schotterführung und vollkommen vegetationslosen, sterilen, besonnten Ufern, sehr selten an grösseren Flüssen, da das Ufersubstrat schon zu sandig ist. Die Art zeigt eine besondere Vorliebe für Schotterpartien an ganz steilen Ufern mit wenig zwischengelagertem Kies und Sand; in diesen Auftürmungen von grossen, runden Steinen be-

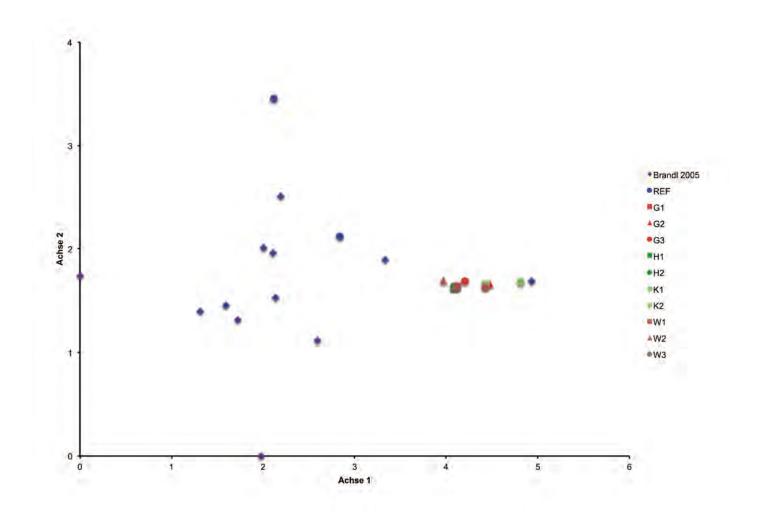


Abbildung 15: DCA-Ordination der Spinnenzönosen der Probegebiete, der Referenzflächen und der Vergleichszönosen aus einer früheren Studie (Brandl 2005). G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben; REF = Referenzflächen im unteren Weißenbachlgraben am perennierenden Bachlauf.

findet sich der Lebensraum von *B. longipes.*" (Marggi 1992). Diese Charakterisierung trifft auch auf die engeren Lebensraumverhältnisse in den untersuchten Schottergräben zu. *Bembidion longipes* fand sich hier völlig unabhängig von freien Wasserflächen. Die Art war zwar selten, aber regelmäßig anzutreffen, fehlte allerdings im zentralen Schotterabbaugebiet des Gsenggrabens (Abb. 19).

Wie der lateinische Artname sagt, sind auffallend lange Beine (nebst langen Fühlern) das morphologische Charakteristikum der Art (Abb. 18); hinsichtlich der Körperproportionen erinnert der Käfer damit ein wenig an die größeren spinnenbeinartigen Vertreter der Gattung *Nebria*, die ebenfalls zumeist Schotterfluren, Blockschutthalden und Gletschervorfelder besiedeln. *Bembidion longipes* gilt in Österreich als selten (Franz 1970). In Deutschland (bundesweite Rote Liste, Trautner et al. 1998) und Bayern sowie im Bayerischen Alpenvorland (Lorenz 2003) wird die Art als "vom Aussterben bedroht" geführt, in der Schweiz gilt die Art als "relativ selten" (Marggi 1992).

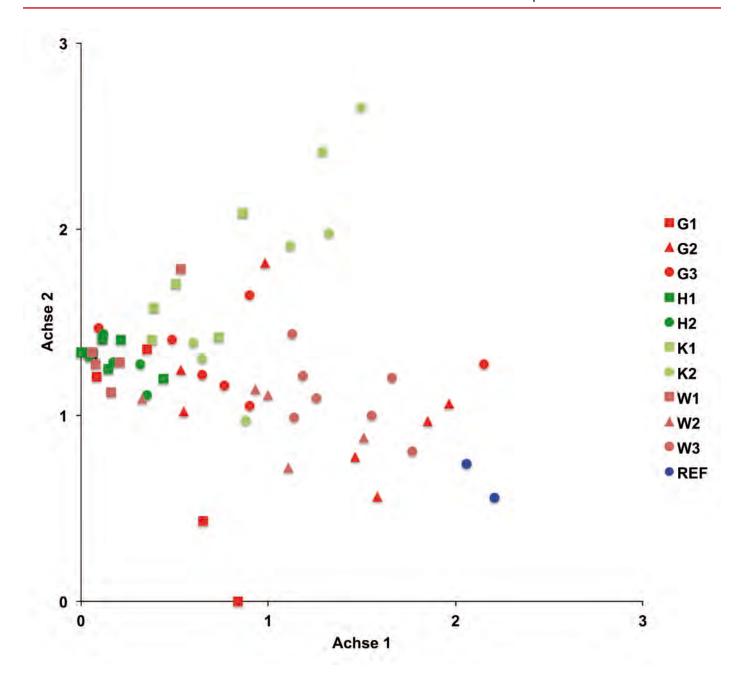


Abbildung 16: DCA-Analyse der Einzelproben der Gesamtzönose (Laufkäfer, Spinnen, Kurzflügelkäfer, Asseln, Tausendfüßler und Weberknechte) und der Referenzflächen. Standortswerte (site scores). G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben. REF = Referenzflächen im unteren Weißenbachlgraben am perennierenden Bachlauf.

Bembidion cruciatum

Bembidion cruciatum (Abb. 20) ist ein Bach- und Flussuferbewohner, der normalerweise innerhalb dieses Lebensraumtyps wenig spezifische Ansprüche zeigt. So kommt die Art in den Donauauen bei Wien vor (Zulka 2006), steigt aber andererseits weiter hinauf als die meisten anderen Bembidion-Arten der Bachufer und ist überall häufig (Franz 1970). Marggi (1992) charakterisiert die Habitatansprüche wie folgt: "Typische Sand- und Kiesart an Ufern von stehenden und fliessenden Gewässern, in Kiesgruben, zuweilen auf Ruderalstellen mit kiesig-sandigem Untergrund." Nach Franz (1970) sollten die Bembidion-cruciatum-Populationen des Gesäuses zur Subspezies B. c. baenningeri gehören; die Un-

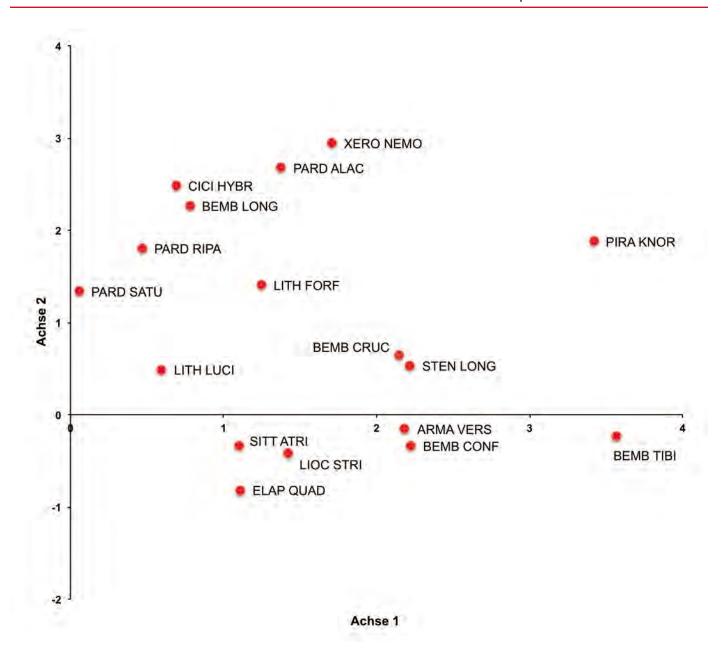


Abbildung 17: DCA-Analyse der Einzelproben der Gesamtzönose (Laufkäfer, Spinnen, Kurzflügelkäfer, Asseln, Tausendfüßler und Weberknechte) und der Referenzflächen. Artenwerte (species scores) der häufigsten Arten.

Laufkäfer: BEMB CONF = Bembidion conforme, BEMB CRUC = Bembidion cruciatum, BEMB LONG = Bembidion longipes, BEMB TIBI = Bembidion tibiale, CICI HYBR = Cicindela hybrida transversalis, ELAP QUAD = Elaphropus quadristriatus.

Spinnen: LIOC STRI = *Liocranoeca striata*, PARD ALAC = *Pardosa alacris*, PARD SATU = *Pardosa saturatior*, PARD RIPA = *Pardosa riparia*, PIRA KNOR = *Pirata knorri*, SITT ATRI = *Sitticus atricapillus*, XERO NEMO = *Xerolycosa nemoralis*.

Kurzflügelkäfer: STEN LONG = Stenus longipes.

Asseln: ARMA VERS = Armadillidium versicolor.

 $Hundert f\"{u}\'{s} ler: LITH \ FORF = \textit{Lithobius for ficatus}, \ LITH \ LUCI = \textit{Lithobius lucifugus}.$

terarten erfüllen aber das Vikarianzkriterium nicht, was die Unterarteinteilung insgesamt fragwürdig erscheinen lässt. So gibt beispielsweise Kofler (2005) von Osttirol zwei der Unterarten sympatrisch an.

Im Gegensatz zu Bembidion longipes war Bembidion cruciatum insbesondere in den Gräben W2 und W3 sowie G2 und G3 anzutreffen, die vom Schotterabbau beeinflusst waren. Im Haindlkar fehlte die



Abbildung 18: Bembidion longipes. Foto Ortwin Bleich.

Art gänzlich, im Kainzenalplgraben und in den oberen Abschnitten der vier Bachgräben kam sie nur sehr vereinzelt vor. (Abb. 21). Im Gseng besiedelt *Bembidion cruciatum* vor allem feuchtere Stellen und Rinnsale, wie sie durch neu entstandene Quellaustritte gespeist werden.

Elaphropus quadristriatus

Marggi (1992) charakterisiert *Elaphropus quadristriatus* (Abb. 22) als "eurytope Feldart, auf verschiedensten Böden (Sand, Kies, leichter Humus) unter Blattrosetten und Steinen". In den Probegebieten schien die Art mehr oder minder opportunistisch aufzutreten: Oft waren zahlreiche Individuen unter einem Stein zu finden, unter dem sich feuchtes Feinmaterial angesammelt hatte, dann fehlte die Art wieder in weiten Bereichen der Umlagerungsstrecken. Eine deutliche Bevorzugung naturnaher oder Schotterabbau-beeinflusster Bereiche ist aus Abb. 23 nicht abzuleiten.

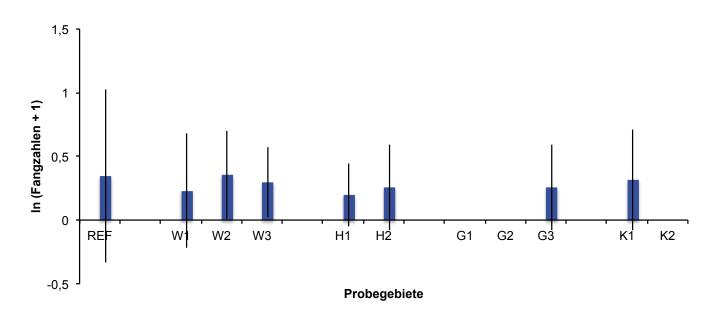


Abbildung 19: Häufigkeit von *Bembidion longipes* in den untersuchten Probegebieten. Mittelwerte (Säulen) mit 95%-Konfidenzintervallen der mit ln (x+1) transformierten Individuenzahlen. G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben, REF = Referenzflächen.



Abbildung 20: Bembidion cruciatum baeningeri. Foto Ortwin Bleich.

Leistus montanus

Einer ohnehin schon geringen Anzahl von Funden von *Leistus montanus* (Abb. 24) vor 1970 in Österreich stehen nur mehr drei Nachweise aus jüngerer Zeit gegenüber (jeweils Paill in Holzinger et al. 2009 und Holzinger et al. 2011b). *Leistus montanus* ist auch in Deutschland äußerst selten und offenbar in zahlreiche Reliktpopulationen aufgesplittert (Fritze & Hannig 2010). Wenngleich einige historische Funde aus der Steiermark vorliegen, so scheint die Art im Gesäuse noch nicht nachgewiesen worden zu sein (vgl. Franz 1970, Paill 2005, Fritze et al. 2007, Paill & Pabst 2009, Paill et al. 2010). Die Art ist vermutlich petrophil und lebt die meiste Zeit im kühlen Inneren von Blockwurfhalden (Franz 1943, Fritze & Hannig 2010). Das nachgewiesene Individuum wurde am 30. September 2012 während einer der letzten Aufsammlungen im Kainzenalplgraben-Oberlauf inmitten großer Steinblöcke angetroffen. Das Tier saß auffallend exponiert auf einem großen Stein und war nur von einem welken Blatt geschützt. Wie bei den Spinnen (s. u.) *Pardosa saturatior* und *Sitticus atricapillus* stammt auch bei dieser Art die Mehrzahl der Literatur-Nachweise aus größerer Höhe (montane oder alpine Stufe).

Cicindela hybrida transversalis

Dieser auffallende Sandlaufkäfer (Abb. 25) ist eine charakteristische Art der Gesäuse-Uferlebensräume. Die Art ist an natürliche und naturnahe Umlagerungsstrecken gebunden. Im Untersuchungsgebiet kommt sie auch in größerer Entfernung vom Johnsbach in den trockenen Gräben vor, fehlte aber in den direkt vom Schotterabbau geprägten Probegebieten G2 und W2.

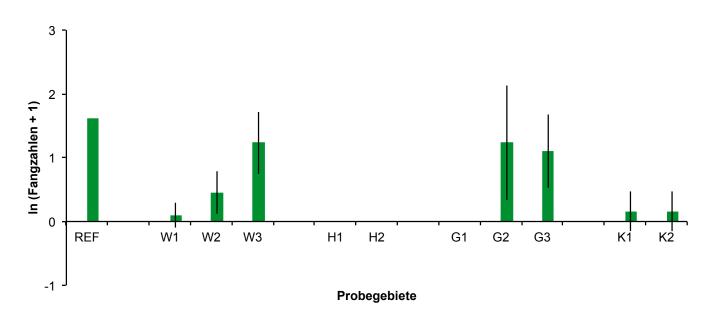


Abbildung 21: Häufigkeit von *Bembidion cruciatum* in den untersuchten Probegebieten. Mittelwerte (Säulen) mit 95%-Konfidenzintervallen der mit In(x+1)-transformierten Individuenzahlen. G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben, REF = Referenzflächen.



Abbildung 22: Elaphropus quadristriatus. Foto Ortwin Bleich.

Pardosa saturation

Die Schottergräben erwiesen sich in der vorliegenden Untersuchung als artenarme Extremstandorte, insbesondere in ihrer natürlichen Ausprägung in den Referenzprobegebieten Haindlkar und Kainzenalplgraben sowie auf den oberen Standorten im Weißenbachgraben und im Gseng. Eine Art war aber in allen Probegebieten und auf fast allen Probeflächen zu finden: die Wolfsspinne *Pardosa saturatior*.

Ursprünglich wurde *Pardosa saturatior* von ihrer Zwillingsart *Pardosa wagleri* nicht unterschieden; allerdings erwähnt bereits Dahl (1908) schwarze Varietät von *Pardosa wagleri* ("var. *nigra*") mit einer unterschiedlichen Habitatpräferenz. Simon (1937) gab dieser "Varietät" den Namen *Pardosa wagleri saturatior*. In seiner *Pardosa*-Revision stellte dann Tongiorgi (1966) trotz genitalmorphologischer Übereinstimmung, aber wegen konstanten Unterschieden in der Körpergröße, in der Färbung und im Vorzugshabitat *Pardosa saturatior* als eigenständige Art fest. Barthel & van Helversen (1990) bestätigten die

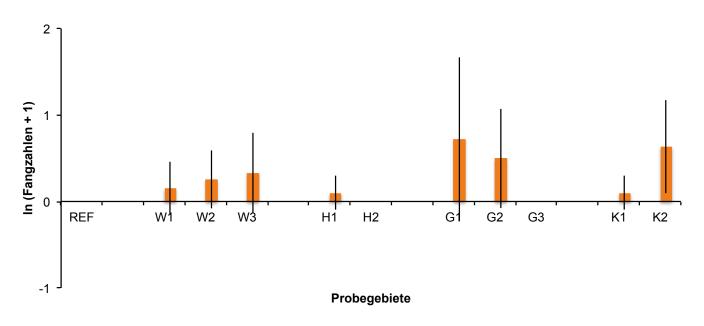


Abbildung 23: Häufigkeit von *Elaphropus quadristriatus* in den untersuchten Probegebieten. Mittelwerte (Säulen) mit 95%-Konfidenzintervallen der mit In (x+1)-transformierten Individuenzahlen. G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben, REF = Referenzflächen.



Abbildung 24: Leistus montanus rhaeticus. Foto Ortwin Bleich.



Abbildung 25: Cicindela hybrida transversalis. Foto Ortwin Bleich.

Berechtigung dieses Schritts mittels Analyse des Balzverhaltens der beiden Arten. Wegen der artspezifischen Verhaltensunterschiede akzeptierten Pardosa-wagleri-Weibchen nie Männchen von Pardosa saturatior als Kopulationspartner; Pardosa-saturatior-Weibchen akzeptierten Pardosa-wagleri-Männchen nur in wenigen Fällen. Pardosa saturatior ist im Mittel größer und länger als Pardosa wagleri, insbesondere sind aber die Genitalorgane (Tegularapophyse beim Männchen, Epigyne beim Weibchen) bei Pardosa saturatior größer, die Größenverteilungen überlappen dabei nicht (Barthel & van Helversen 1990). Mit diesen Merkmalen kann somit eine einigermaßen verlässliche Identifikation sichergestellt werden. In vorliegender Studie wurden die gefundenen reifen Individuen von Pardosa saturatior stichprobenartig vermessen, die Messergebnisse fielen alle in den Bereich des saturatior-Clusters (vgl. Abb. 3b bei Barthel & Helversen 1990).

Hinsichtlich der ökologischen Trennung der Arten lässt die vorliegenden Studie die bisherigen Literaturbefunde als etwas fragwürdig erscheinen. So sieht Tongiorgi (1966) die beiden Arten in erster Linie höhenstufenmäßig getrennt ("Pardosa wagleri lives on the plains or at middle altitudes; P. saturatior lives in the alpine regions from 1500 m to the

limits of glaciers and even higher. One sees *P. saturatior* running on moraines, on the debris that covers glaciers, and often on the ice itself"). Barthel & van Helversen (1990) sehen die Grenze zwischen den Arten bei 1000 m. Auch de Lessert (1910) charakterisierte schon *P. wagleri* als Art der Ebene, *P. saturatior* (sub *Lycosa wagleri* var. *nigra*) als Art der Alpinstufe. Allerdings berichtet bereits Buchar (1981) von *Pardosa-saturatior*-Vorkommen in 700 und 800 m in der Innsbrucker Nordkette und auch Steinberger (1996) fand *Pardosa saturatior* syntop mit *Pardosa wagleri* am Lech in Höhen deutlich unter 1000 m. Dahl (1908, p. 213) charakterisierte *Pardosa saturatior* (sub *Lycosa wagleri* var. *nigra*) in seinem Habitat-Bestimmungsschlüssel sehr treffend als typische Art von "Bächen, die regelmäßig versiegen", ferner als vorkommend "an Sturzbächen der Alpen im groben Geröll".

In der vorliegenden Untersuchung kam *Pardosa saturatior* zwischen etwa 580 m und 830 m in den Schottergräben dominant vor. Wahrscheinlich ist die charakterisierende Eigenschaft der *Pardosa-saturatior*-Lebensräume weniger eine bestimmte Höhenlage als die Kargheit von Schutt- und Schotterhalden, die von extremen Temperaturschwankungen und langer Trockenheit geprägt sein können. Das könnte auch die Koexistenz von *Pardosa wagleri* und *Pardosa saturatior* am Lech (Steinberger 1996) erklären; in vielen naturnahen Flussumlagerungsstrecken liegen feuchte Uferschotterlebensräume und karge trockene Schotterbänke nahe beieinander. In den Schottergräben der Gesäuse-Nationalparks erweist sich *Pardosa saturatior* als außerordentlich tolerant gegenüber den Extrembedingungen der Schotterumlagerungsfluren; so führten die Hochwässer Ende Juli 2012 zu keinem auffallenden Rückgang der Abundanzen. Die Art kommt in allen Probegebieten – einerlei ob vom Schotterabbau beeinflusst oder nicht – vor, sie ist allerdings im naturbelassenen Haindlkar häufiger als in den anderen Probegebieten (Abb. 26).

Nach den bisherigen Befunden (Brandl 2005) scheint dagegen *Pardosa wagleri* im Gesäuse nicht vorzukommen, sondern wird an den feuchten Ufern von *P. morosa* ersetzt. Vermutlich sind auch die von Komposch et al. (2008) gemeldeten *P.-wagleri*-Individuen aus dem Langgriesgraben *P. saturatior* zuzuordnen und nur aufgrund der in vielen Schlüsseln als Differenzialmerkmal angeführten Höhenstufe als *P. wagleri* abgebucht worden.

Was die Phänologie anbelangt, so erscheinen die vorliegenden Literaturangaben ebenfalls auf beschränkter Datenbasis zu beruhen. So gibt Tongiorgi (1966) eine Reifezeit für *Pardosa saturatior* im August an, während die Schwesterart *Pardosa wagleri* bereits im Frühsommer reif sein soll. Nach den

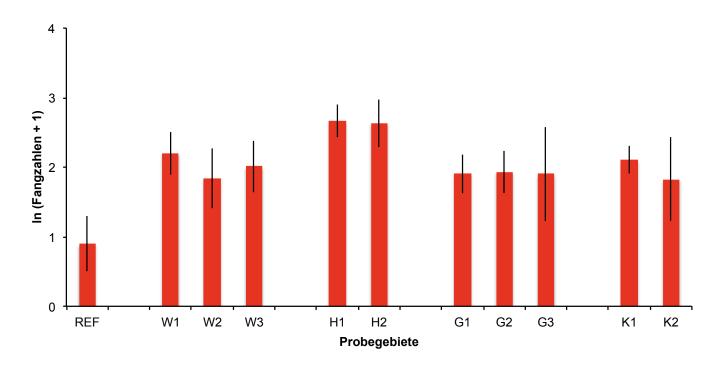


Abbildung 26: Häufigkeit von *Pardosa saturatior* in den untersuchten Probegebieten. Mittelwerte (Säulen) mit 95%-Konfidenzintervallen der mit ln (x+1)-transformierten Individuenzahlen. G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben, REF = Referenzflächen.

vorliegenden Daten dieser Untersuchung sind Männchen und Weibchen von *Pardosa saturatior* in den Schottergräben bereits am 5. Mai reif, die letzten Weibchen mit Kokon fanden sich am 20. Juli 2012. Im August und September fanden sich nur inadulte und subadulte Spinnen in zwei unterschiedlichen Größenklassen, was auf einen zweijährigen Entwicklungszyklus schließen lässt.

Insgesamt gesehen erscheint also *Pardosa saturatior* als eine sehr charakteristische Art der Schottergräben, die morphologisch von *Pardosa wagleri* deutlich getrennt ist und ökologisch als extremobionte Bewohnerin flussferner Schotterhalden aufzufassen ist. *Pardosa saturatior* kommt nur in den Alpen vor und ist somit ein österreichischer Subendemit (Komposch 2009).

Aufgrund ihrer engen Habitatansprüche und der daraus resultierenden Fragmentation ihrer Populationen ist *Pardosa saturatior* sehr wahrscheinlich als gefährdete Art anzusehen (vgl. auch Buchar & Thaler 2002). Auf jeden Fall sind ihre Vorkommen in naturschutzfachlicher Sicht bemerkenswert und erfordern im Gesäuse weitere Aufmerksamkeit.

Xerolycosa nemoralis

Nächst *Pardosa saturatior* war die Wolfsspinne *Xerolycosa nemoralis* die zweithäufigste Spinne der Schottergräben. Diese Art kam aber (abgesehen von versprengten Einzelexemplaren) nur auf höher gelegenen Schotterbänken vor, die vegetationsbestanden waren.

Am häufigsten war die Art im unteren Kainzenalplgraben; sie mied auch die Grabenbereiche nicht, die vom Schotterabbau gezeichnet waren, fehlte aber in den stark umgelagerten Oberläufen (W1, H1, G1) fast vollständig (Abb. 27).

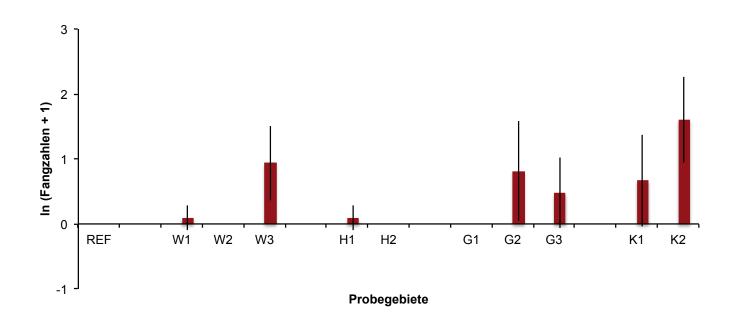


Abbildung 27: Häufigkeit von *Xerolycosa nemoralis* in den untersuchten Probegebieten. Mittelwerte (Säulen) mit 95%-Konfidenzintervallen der mit In (x+1)-transformierten Individuenzahlen. G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben, REF = Referenzflächen.

Sitticus atricapillus

In den unteren Abschnitten des Kainzenalplgrabens fiel bei den Aufsammlungen im Mai und Juni 2012 eine Springspinne ins Auge, die auf den höher gelegenen Schotterbänken und benachbarten Umlagerungsflächen sehr aktiv unterwegs war. Der Fang mit Exhaustor erwies sich als schwierig. Wie die Genitaldetermination erwies, handelte es sich um die Springspinne Sitticus atricapillus, deren Abgrenzung zur nächst verwandten Springspinne Sitticus zimmermanni erst seit der Arbeit von Kronestedt & Logunov (2003) dokumentiert ist.

Diese Spinne wurde in Österreich bislang nur vereinzelt gefunden (z. B. von Komposch in ARGE Kollar – Kühnert – Leitner 2010); vermutlich dürften aber einige der wenigen Nachweise von *Sitticus zimmermanni* aus dem Alpenraum auf *Sitticus atricapillus* zu beziehen sein. Komposch et al. (2008) identifizierten ihre Funde vom Langgriesgraben ebenfalls als *S. atricapillus*; wahrscheinlich sind auch die früheren Nachweise von Brandl (2005) vom Langgriesgraben eher *S. atricapillus* als *S. zimmermanni* zuzuordnen. Dafür spricht auch die Farbabbildung in Brandl (2005, p. 26), die das charakteristische Differenzialmerkmal der *S.-atricapillus-*Männchen, der weiße Überaugenbehaarung, sehr deutlich zeigt. In den multivariaten Analysen wurden daher diese Artnachweise und die aus der vorliegenden Studie als gleiche Art behandelt.

Nach den vorliegenden Habitatbefunden ist *Sitticus atricapillus* eine Springspinne der Blockhalden und Grasheiden, die bis in große Höhen anzutreffen ist (vgl. Komposch et al. 2008). Sie kann als eine der charakteristischen und besonders schutzwürdigen Arten des Gesäuses und insbesondere der trockenen Bachgräben angesehen werden. In der vorliegenden Untersuchung schien sie zunächst spezifisch an die diverse und vielgestaltige Umlagerungslandschaft des unteren Kainzenalplgrabens gebunden zu sein, konnte dann aber auch im Gseng-Abbaugebiet in einem Individuum festgestellt werden.

In der Roten Liste Bayerns wird *Sitticus atricapillus* als "stark gefährdet" eingestuft (Blick & Scheidler 2003). Den vorliegenden beschränkten Befunden nach zu urteilen kommt die Art in den Alpen und in den Gebirgen des Mediterranraums vor (Kronestedt & Logunov 2003). Die Art wäre in allgemein arachnologischer, ökologischer, naturschutzfachlicher und Nationalpark-pädagogischer Hinsicht ein guter Kandidat für ein vertieftes Studium ihrer Biologie, Habitatbindung und Verbreitung im Gebiet.

Stenus longipes

Es handelt sich um einen auffallenden Kurzflügelkäfer mit großen roten Punkten auf den schwazen Flügeldecken, der im Gesäuse in den Probegebieten meist dort anzutreffen war, wo Rinnsale kleine Schluffansammlungen aufgespült hatten. *Stenus longipes* rannte an diesen Stellen im Sonnenlicht auf der Jagd nach Kleininsekten umher. Die Art war in den Schotterabbau-beeinflussten Abschnitten W2, W3 und G2 bedeutend häufiger als in den unbeeinflussten Abschnitten, trat jedoch auch im Haindlkar und im Kainzenalplgraben vereinzelt auf (Abb. 28). Die Seltenheit der Art in naturnahen Bachgräben hängt vermutlich damit zusammen, dass in diesen Lebensräumen Feinsediment normalerweise längst ausgewaschen und wegerodiert wurde. In den Abbau-beeinflussten Gräben wurde demgegenüber viel Sedimentmasse in unnatürlicher Weise neu sortiert. Jedes Hochwasserereignis führt daher zu einer

Freisetzung von großen Feinsedimentmengen. Diese feinkörnigen Substrate werden dann je nach Gefälle und Fließgeschwindigkeit bachabwärts abgelagert.

Stenus asphaltinus

Franz (1970) charakterisiert die Habitatpräferenz dieser Art folgendermaßen: "Meist auf Schutthalden im Gebirge, offenbar nicht hygrophil". Auch Puthz (2012) hebt die Bindung an Schutthalden hervor: "Auf montanen Schutthalden, auf Trockenhängen, auch in Sandgruben und an anderen wärmebegünstigten Stellen." Die Art trat nur einmal im oberen Probegebiet des Gsenggrabens auf, dürfte aber charakteristisch für die Schottergriese und somit im Gesäuse wahrscheinlich weiter verbreitet sein.

Änderung der Zönosenqualität durch den Schotterabbau

Die meisten Individuen gefährdeter Arten fanden sich im Unterlauf des Haindlkars. Die vom Schotterabbau beeinflussten Probegebiete beherbergten zusammen mit dem G1 die niedrigsten Individuenzahlen gefährdeter Arten (Tab. 5).

Wählt man den Logarithmus der Individuenzahl gefährdeter Arten (vgl. Tab. 1 bis 3) als Maß für die Biotopqualität und somit als Meßgröße für die Beeinflussung der Zönosen durch den Schotterabbau, so zeigen die Schotterabbau-beeinflussten Probegebiete die niedrigsten Durchschnittswerte (Tab. 6), die Oberläufe der Kontrollgräben die höchsten Durchschnittswerte, was im Einklang steht mit der Ausgangshypothese, der Schotterabbau habe die Qualität der Arthropodenzönosen verringert. Die Unterschiede sind aber nicht sehr stark ausgeprägt. In der Varianzanalyse erwiesen sich die Effekte von Höhenlage und Bachgraben, insbesondere aber jener des Interaktionsterms, der die Wirkung des

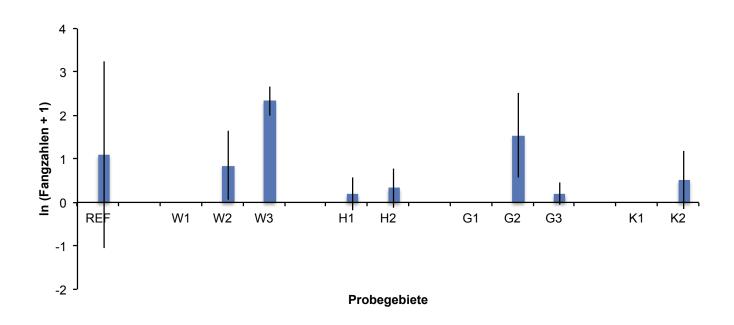


Abbildung 28: Häufigkeit von *Stenus longipes* in den Probegebieten. Mittelwerte (Säulen) mit 95%-Konfidenzintervallen der mit (x+1)-transformierten Individuenzahlen. G = Gsenggraben, H = Haindlkar, K = Kainzenalplgraben, W = Weißenbachlgraben, REF = Referenzflächen.

Tabelle 5: Individuenzahlen gefährdeter Arten in den 10 Probegebieten, jeweils über die sieben Einzelproben aufsummiert.

Probegebiet	Before-After	Control-Impact	Individuen gefährdeter Arten
Weißenbachl W1	Before	Impact	65
Weißenbachl W2	After	Impact	48
Weißenbachl W3	After	Impact	55
Haindlkar H1	Before	Control	99
Haindlkar H2	After	Control	104
Gseng G1	Before	Impact	44
Gseng G2	After	Impact	51
Gseng G3	After	Impact	63
Kainzenalpl K1	Before	Control	58
Kainzenalpl K2	After	Control	56

Tabelle 6: Mittelwerte der Individuenzahlen gefähdetert Arten (transformiert mit In (x+1) je Einzelprobe). Abkürzungen vgl. Tab. 5.

Before-After	Control-Impact	Probegebiete	Mittelwert
•			
Before	Control	K1, H1	2,45
Before	Impact	W1, G1	2,10
After	Control	K2, H2	2,27
After	Impact	W2, W3, G2, G3	2,05

Schotterabbaus quantifiziert, bei einer Irrtumswahrscheinlichkeitsschranke von P = 5% als nicht signifikant (Tab. 7).

Die Qualitätsindikatorvariable "Anteil Individuen gefährdeter Arten" zeigte ein ähnliches Muster. Die Probegebiete im Oberlauf wiesen im Mittel höhere Anteile gefährdeter Arten auf (Tab. 8); besonders deutlich ist dieser Unterschied bei den Schotterabbau-beeinflussten Flächen. Die unbeeinflussten Gräben zeigen insgesamt im Mittel einen höheren Indikatorwert (Tab. 8). Auch dieses Muster steht mit der Hypothese in Einklang, der Schotterabbau führe zu einer Qualitätsabnahme in den entsprechenden Grabenabschnitten, der über eine mögliche natürliche Veränderung der Zönosenqualität von Oberlauf zu Unterlauf hinausgeht. Allerdings sind die gefundenen Muster wie auch im Falle der absoluten Artenzahlen (s. o.) nicht signifikant (Tab. 9), d. h. die Wahrscheinlichkeit, dass die gefundenen Muster lediglich ein Produkt zufälliger Variation sind, ist nicht hinreichend klein.

Tabelle 7: Varianzanalyse. Zielvariable ist die Anzahl Individuen gefährdeter Arten pro Probegebiet (transformiert mit ln(x+1)).

Varianzursache	Freiheitsgrade	F	Р	Signifikanz
	1	F46 224	0.000	
Achsenabschnitt	I	546,324	0,000	signif.
Before-After (Probegebiete oberhalb versus unterhalb und auf Höhe der Schotter- extraktion)	1	0,359	0,571	n. s.¹
Control-Impact (Probegebieten in beeinflussten versus unbeeinflussten Bachgräben)	1	2,191	0,189	n. s. ¹
BA x Cl ² Interaktionsterm ³	1	0,102	0,760	n. s. ¹
Error	6			

¹nicht signifikant, P > 0,05

Tab. 8: Anteil Individuen gefährdeter Arten (Arcsinus-Wurzel-transformiert*).

Mittelwert der Einzelproben	Before (Oberlauf)	After (Mittel- und Unterlauf)	Mittel	
Control (Haindlkar, Kainzenalplgraben)	1,084	0,929	1,009	
Impact (Weißenbachlgraben, Gseng)	1,164	0,738	0,873	
Mittel	1,121	0,802	0,930	

^{*}damit die Prozentwerte die Voraussetzungen der Varianzanalyse wie etwa die Homoskedastizität besser erfüllen.

Tabelle 9: Varianzanalyse. Zielvariable ist der Anteil Individuen gefährdeter Arten pro Probegebiet (transformiert mit Arcsinus-Wurzel (x)).

Vá	arianzursache F	- reiheitsgrade	F	Р	Signifikanz
Achsenabschnitt		1	106,568	0,000	signif.
Before-After (Probegebiete oberhalb versus unterhalb und auf Höhe extraktion)	der Schotter-	1	2,307	0,180	n. s. ¹
Control-Impact (Probegebiete in beeinflussten versus unbeeinflusster ben)	ı Bachgrä-	1	0,113	0,748	n. s. ¹
BA * Cl ² Interaktionsterm ³		1	0,447	0,529	n. s. ¹
Error		6			

¹nicht signifikant, da größer als 0,05 = 5%

²BA...Before-After, Cl...Control-Impact

³testet, ob sich die Zönosenqualität je nach Schotterabbau-Beeinflussung unterschiedlich von oben nach unten ändert.

²BA...Before-After, Cl...Control-Impact

³testet, ob sich die Zönosenqualität je nach Schotterabbau-Beeinflussung unterschiedlich von oben nach unten ändert

5 Diskussion und Empfehlungen

Die Untersuchung ging von der Annahme aus, dass sich der Schotterabbau in den Gräben Gseng und Weißenbachl negativ auf die Qualität der Zönosen in den Abbaugebieten, aber auch im darunterliegenden Abschnitt auswirken würde. Sowohl die Zönosen-Ordinationen als auch die gemessenen Qualitätsindikator-Werte stehen mit dieser Annahme grundsätzlich in Einklang, egal ob die absoluten Individuenzahlen oder der Anteil der Individuen am Gesamtfang betrachtet wurden. Allerdings waren die Unterschiede relativ gering und nicht signifikant. Statistisch gesehen kann somit die Null-Hypothese, der Abbau habe die Zönosenqualität nicht beeinflusst, nicht mit Sicherheit verworfen werden. Insignifikanz kann zum einen an der geringen Replikation liegen; wenn auch die Proben innerhalb der Probengebiete siebenmal repliziert waren, so waren die Treatments (beeinflusste versus unbeeinflusste Gräben) nur zweimal repliziert. Zum anderen kann die statistische Insignifikanz an den relativ geringen Unterschieden in den Qualitätsindikatorzahlen zwischen den Probegebieten liegen. Diese wiederum sind eine Folge der Überlagerung verschiedener Faktorenmuster, welche im Folgenden diskutiert werden sollen.

Im Oberlauf der vier Bachgräben dominiert Pardosa saturatior; manchmal war diese Spinne nahezu die einzige Art, die während der Stunden-Zeitfangeinheiten registriert werden konnte. Die Fangzahlen dieser Art waren im Kontroll-Probegebiete Haindlkar am höchsten. Insgesamt ähneln sich die oberen Bachläufe in ökologischer, faunistischer und zönologischer Hinsicht sehr stark. Bachabwärts beginnen sich die Verhältnisse zwischen Schotterabbau-beeinflussten und unbeeinflussten Gräben jedoch zu differenzieren. Insbesondere auf den ehemaligen Abbauflächen des Gseng entstanden auf den Schotterterrassen der Aufschüttungen und Dämme neue kleinflächige Lebensraum-Situationen, die vergleichsweise opportunistischen Arten wie dem Laufkäfer Bembidion cruciatum, dem Kurzflügelkäfer Stenus longipes oder dem Hundertfüßler Lithobius forficatus Existenzmöglichkeiten bieten. Die typische Schotterflur-Art Pardosa saturatior tritt etwas zurück, verschwindet aber nicht ganz. Das Auftreten von relativ seltenen Bembidion-Arten im lateralen Graben des Gseng kompensiert jedoch diese Qualitätsverluste zum Teil. Ebenso treten im Gseng-Unterlauf unterhalb der eigentlichen Schotterabbaufläche, aber von dieser mit beeinflusst, bemerkenswerte Arten des nahegelegenen Johnsbachufers hinzu, wie beispielsweise der Sandlaufkäfer Cicindela hybrida transversalis, die den Qualitätsverlust teilweise ausgleichen. Der Weißenbachlgraben fällt wiederum zönosenqualitätsmäßig gegenüber den Kontrollgräben nicht übermäßig ab, weil im Zentralteil mittlerweile zumindest im zentralen Ablaufkanal relativ naturnahe Verhältnisse herrschten und Arten wie Pardosa saturatior und Bembidion longipes dort regelmäßig vorkamen.

Dagegen war der Schotterfächer im Unterlauf des nahe gelegenen Kainzenalplgrabens insbesondere vor den großen Hochwässern im Juli 2012 von größeren Reliefunterschieden gekennzeichnet. Eine größere vegetationsbedeckte Schotterbank war einerseits von der stark qualitätsbestimmenden Springspinne Sitticus atricapillus besiedelt, bot andererseits aber auch ungefährdeten Lithobius-Arten und der Spinne Xerolycosa nemoralis Lebensraum. So spiegelte sich die Naturnähe dieses Abschnitts in den zönotischen Qualitätsmaßen nur teilweise, weil die Reliefunterschiede Lebensraumsituationen schuf,

die auch von weniger spezialisierten Arten genutzt werden konnten. In den Unterläufen der Bachgräben Gseng und Weißenbachl tritt zudem der Wald nahe an die Schotter-Umlagerungsstrecken heran, weshalb gelegentlich triviale Waldarten nachgewiesen wurden, die ebenfalls qualitätsmindernd auf das Maß "Individuenanteil gefährdeter Arten" wirkten.

Als eine mögliche Indikatorart der Veränderungen durch den Schotterabbau mag die Staphylinidenart *Stenus longipes* geeignet sein. Sie tritt auf feinschlickigen Oberflächen auf, die in den Unterläufen vermutlich infolge erhöhter Erosion feinkörnigen Materials in den Schotterabbaugebieten an vielen Stellen zu beobachten waren. Besonders häufig war *Stenus longipes* in den Probegebieten Gseng G2 (Schotterabbau) und Weißenbachlgraben W3 (unterhalb Schotterabbau); er trat auch dort meistens an Stellen auf, wo schluffig-schlickiges Material zusammengespült worden war.

Insgesamt sind Änderungen der Zönose durch den Schotterabbau unverkennbar; eine sehr ausgeprägte und signifikante Qualitätsabnahme der Zönose ist aber nicht nachweisbar. Auch die veränderten und beeinflussten Probegebiete zeigen im Kern noch immer eine typische Artausstattung, was eine weitere Renaturierung und Rückführung der beeinflussten Gräben in einen naturnäheren Zustand aussichtsreich erscheinen lässt.

Aus den gegebenen Befunden lassen sich folgende Management-Empfehlungen ableiten: Die vorgefundenen ökologischen Bedingungen in den durch Schotterabbau veränderten Bachgräben zeigten eine teilweise veränderte Struktur und Artengemeinschaft. Dabei entwickelt sich die Schotterabbaufläche im Weißenbachlgraben derzeit wieder in Richtung eines naturnäheren Zustands. Insbesondere nach den Hochwässern im Juli 2012 waren im Zentralteil des Bachgrabens die Erosions- und Umlagerungsprozesse sehr prononciert; das Wasser schuf teilweise einen neu strukturerten Bachlauf inmitten der künstlich aufgeschütteten geneigten Schotterhalden. Manche der künstlich gestalteten Schotterdämme (Haseke 2010b) werden so vermutlich in weiterer Zukunft nach und nach wegerodiert; mit einer Verschluffung des Weißenbachl-Unterlaufs ist zu rechnen, sobald das Feinmaterial aus dem Schotterkörper durch Erosion und Umlagerung befreit wird. Die Unwetter des Sommers 2012 haben die landschaftsgestaltende Wirkung der Wassermassen sehr deutlich vor Augen geführt; eine Redynamisierung des Gebiets ist derzeit in vollem Gange.

Etwas problematisch erscheint die Querung des Grabens mit einem unbefestigten Mountainbike-Trail. Dieser aufgeschüttete Weg wurde beim Hochwasser 2012 komplett wegerodiert, das Feinmaterial im Unterlauf verteilt. Eine neue Aufschüttung würde in weiterer Folge vermutlich ähnliches Schicksale erleiden; im Unterlauf ist die Verstopfung der Schotterhohlräume durch Schluffmaterial aus dieser Aufschüttung zu erwarten, die auch in Zukunft immer wieder durch Erosion angreifbar sein wird. Eine lichte, weit gespannte Fahrradbrücke, die den Bachgraben nirgendwo einengt und den Geschiebeabtransport nicht behindert, wäre möglicherweise eine nachhaltigere Lösung für diese Querungsstelle. Alternativ könnte der Radweg etwas tiefer gelegt werden und direkt durch den Graben verlaufen.

Schwieriger stellt sich die Situation im Gseng dar. Anders als im Weißenbachlgraben fehlt hier ein zentraler Abflusskanal, in dem das Oberflächenwasser bei einem Niederschlagsereignis die Schotterflächen naturnah umgestalten und somit adäquate Kleinlebensräume für oberflächenaktive Arthropoden schaffen könnte. Eine Quelle ist nach der Renaturierung aus einer hinteren Steilfläche ausgetreten, die

Schüttung ist aber relativ gering und hat nur ein paar schmale Rinnen ausgebildet. Denkbar erscheint, dass bei einem Extremereignis die Schotterflächen großflächig umgestaltet werden und dadurch naturnähere Verhältnisse geschaffen werden, wenn sich das Wasser einen neuen Weg bahnt.

Der Unterlauf des Gsenggrabens enthält einige Mengen Bitumenschollen und Anlagen-Schrott, die von Geschiebematerial teilweise zugeschüttet worden sind. Das scheint zunächst weniger ein zoologisches Problem – der Sandlaufkäfer *Cicindela hybrida transversalis* jagt zwischen den Teerbatzen seine Beute – als ein ästhetisches; der Unterlauf hat seinen Abraum-Industrieschrotthalden-Charakter stellenweise behalten und passt damit schlecht in den Kontext eines Naturprozess-geprägten Natio-





Abbildung 29: Teerschollen im Schotter der Gsenggraben-Unterlaufs (G3).

nalparks (Abb. 29). Eine einfache Lösung, wie das Gebiet von den Bitumenschollen befreit werden könnte, drängt sich aber nicht auf. Mit einer länger andauernden Erosion der Teerbestandteile und dem sukzessiven Einschwemmen des Teers in Johnsbach und Enns ist zu rechnen.

Insgesamt gesehen erscheinen die trockenen Schottergräben als charakteristische, den Nationalpark Gesäuse prägende Landschaftsstrukturen mit einer eigenen Arthropodenzönose und besonderen Arten wie Pardosa saturatior, Sitticus atricapillus, Bembidion longipes und Stenus asphaltinus, die damit mög-

licherweise den Nationalpark zu einem ihrer Vorkommensschwerpunkte innerhalb der Alpen machen. Es ist daher zu empfehlen, die Schottergräben und ihre Bewohner weiter zu untersuchen und das Geschehen in den ephemeren Bachgräben langfristig zu beobachten.

6 Dank

Gedankt sei Franz Knappitsch (Gasthof Bachbrücke) und Erika Lep für die Unterstützung der Geländearbeiten mittels Unterkunft und Verpflegung sowie Mag. Gerlinde Wonaschütz für Hilfe und Unterhaltung bei einigen Feldaufsammlungen. Ortwin Bleich gestattete die Verwendung seiner ausgezeichneten Laufkäfer-Habitusfotos (www.eurocarabidae.de). Besonderer Dank gebührt Mag. Alexander Maringer (Nationalpark Gesäuse) für die Hilfe bei der Auswahl der Probegebiete, die Diskussion des Untersuchungsdesigns und der Fangmethode, die Bereitstellung von Kartenmaterial, die Gewährung aller notwendigen Sammel- und Fahrgenehmigungen, der Unterstützung des Projektablaufs, die kritische Durchsicht einer ersten Version der Projektberichtsmanuskripts sowie für die Geduld angesichts mancher Verzögerung in der Fertigstellung des Projektberichts.

7 Literatur

- Andersen, J. (1969): Habitat choice and life history of Bembidiini (Col. Carabidae) on river banks in central northern Norway. Norsk entomologisk Tidsskrift 17: 17–65.
- Andersen, J. (1988): Resource partitioning and interspecific interactions among riparian *Bembidion* species (Coleoptera: Carabidae). Entomologia Generalis 13: 47–60.
- ARGE Kollar Kühnert Leitner, H. P. (2010): Umweltverträglichkeitserklärung Österreichischer Leitungsabschnitt des Projektes "220 kV-Freileitung Weidenburg Somplago". Tiere und deren Lebensräume. Alpe Adria Energia, 74 pp.
- Assing, V., Schülke, M. (2012): Die Käfer Mitteleuropas. Band 4. Staphylinidae (exklusive Aleocharinae, Pselaphinae und Scydmaeninae). 2. neu bearbeitete Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 560 pp.
- Barthel, J., von Helversen, O. (1990): *Pardosa wagleri* (Hahn 1822) and *Pardosa saturatior* Simon 1937, a pair of sibling species (Araneae, Lycosidae). Bulletin de la Société Européenne d'Arachnologie H. S. 1: 17–23.
- Blick, T., Scheidler, M. (2003): Rote Liste gefährdeter Spinnen (Arachnida: Araneae) Bayerns. In: Voith, J. (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg: 308–321.
- Brandl, K. (2005): Die Spinnenfauna (Arachnida: Araneae) ausgewählter Uferlebensräume der Enns und des Johnsbaches (Nationalpark Gesäuse, Steiermark, Österreich). Nationalpark Gesäuse, Weng, Projektbericht, Internet: http://www.nationalpark.co.at/nationalpark/de/forschung-wirbellose. php#WL02, Einsichtnahme 18. 5. 2008, 41 pp.
- Buchar, J. (1981): Zur Lycosiden-Fauna von Tirol (Araneae, Lycosidae). Vestník Československé společnosti zoologické 45: 4–13.
- Buchar, J., Thaler, K. (2002): Über *Pardosa atomaria* (C.L. Koch) und andere *Pardosa*-Arten an Geröllufern in Süd- und Mitteleuropa (Araneae, Lycosidae). Linzer biologische Beiträge 34: 445–465.
- Dahl, F. (1908): Die Lycosiden oder Wolfsspinnen Deutschlands und ihre Stellung im Haushalt der Natur. Nach statistischen Untersuchungen dargestellt. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch Deutschen Akademie der Naturforscher 88: 175–678.

- de Lessert, R. (1910): Araignées. Catalogue des Invertébrés de la Suisse, Fascicule 3, Georg & Cie., Genève, 639 pp.
- Eyre, M. D., Lott, D. A., Garside, A. (1996): Assessing the potential for environmental monitoring using ground beetles (Coleoptera: Carabidae) with riverside and Scottish data. Acta Zoologica Fennica 33: 157–163.
- Franz, H. (1943): Die Landtierwelt in der mittleren Hohen Tauern. Ein Beitrag zur tiergeographischen und soziologischen Erforschung der Alpen. Denkschriften der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse 107: 1–552.
- Franz, H. (1970): Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. Band III Coleoptera 1. Teil, umfassend die Familien Cicindelidae bis Staphylinidae. Wagner, Innsbruck, 501 pp.
- Fritze, M. A., Hannig, K. (2010): Verbreitung und Ökologie von *Leistus montanus* Stephens, 1827 in Deutschland (Coleoptera: Carabidae). Angewandte Carabidologie 9: 39–50.
- Fritze, M. A., Paill, W., Blick, T., Komposch, C., Pabst, L. (2007): Laufkäfer des Johnsbachtales im Nationalpark Gesäuse. Schriften des Nationalparks Gesäuse 3: 160–169.
- Gepp, J. (Hrsg.) (1994): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Styria, Graz, Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Band 2, 355 pp.
- Haseke, H. (2010a): Protokoll/Bericht Rückbau Kiesgrube Gseng. Internet: http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/101231_Protokoll_Rueckbau_Gseng_sized.pdf, Einsichtnahme 1. 11. 2012, 15 pp.
- Haseke, H. (2010b): Protokoll/Bericht Rückbau Kiesgrube Weißenbachl. Internet: http://www.np-ge-saeuse.at/download/forschung/110105_Protokoll_Rueckbau_Weissenbachl_sized.pdf, Einsichtnahme 1. 11. 2012, 21 pp.
- Holzinger, A., Haseke, H., Stocker, E. (2011a): A1 & A2 Managementplan Witterschutt und Geschiebe. Internet: http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/LIFE05NAT_A_78_A1+A2_MMP-GE-SCHIEBE_20110131_FR2011.pdf, Einsichtnahme 29. 10. 2012.
- Holzinger, W., Brunner, H., Friess, T., Huemer, S., Komposch, B., Koschuh, A., Paill, W. (2009): Mappe D Umweltverträglichkeitserklärung Speicherkraftwerk Kühtai. FB Tiere und ihre Lebensräume. ÖKOTEAM Institut für Tierökologie und Naturraumplanung OG, Graz, 282 pp.
- Holzinger, W., Brunner, H., Friess, T., Gesslbauer, K., Huemer, S., Mairhuber, C., Komposch, B., Koschuh, A., Paill, W., Zimmermann, P. (2011b): Mappe D Umweltverträglichkeitserklärung. Ausbau

- Kraftwerk Kaunertal. Fachbeitrag Tiere und ihre Lebensräume. ÖKOTEAM Institut für Tierökologie und Naturraumplanung OG, Graz, 202 pp.
- Jongman, R. H., ter Braak, C. J. F., van Tongeren, O. F. R. (1995): Data analysis in community and landscape ecology. New edition. Pudoc, Wageningen, 299 pp.
- Kofler, A. (2005): Zur Laufkäferfauna im Bezirk Lienz: Osttirol (Osterreich) (Coleoptera: Carabidae). Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck 92: 189–220.
- Komposch, C., Blick, T., Horak, P., Brandl, K., Platz, A., Komposch, B. (2008): Arachnidenreich Gesäuse Spinnen und Weberknechte (Arachnida: Araneae, Opiliones). Schriften des Nationalparks Gesäuse 3: 109–125.
- Komposch, C. (2009): Araneae (Spinnen). In: Rabitsch, W., Essl, F. (Hrsg.): Endemiten. Kostbarkeiten in Österreichs Pflanzen- und Tierwelt. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten und Umweltbundesamt GmbH, Klagenfurt und Wien: 408–463.
- Legendre, P., Legendre, L. (1998): Numerical Ecology (2nd English edition). Developments in Environmental Modelling 20, Elsevier, Amsterdam, 853 pp.
- Lindroth, C. H., 1945. Die fennoskandischen Carabidae. I. Spezieller Teil. Göteborgs Kungl. Vetensk. Samh. Handl. Ser. B 4, 1–709.
- Lorenz, W. M. T. (2003): Rote Liste gefährdeter Lauf- und Sandlaufkäfer (Coleoptera Carabidae s. I.) Bayerns. In: Voith, J. (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg: 102–111.
- Marggi, W. A. (1992): Faunistik der Laufkäfer und Sandlaufkäfer der Schweiz (Cicindelidae & Carabidae, Coleoptera). Teil 1 Text. Unter besonderer Berücksichtigung der "Roten Liste". Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF) Schweizerisches Zentrum für die kartographische Erfassung der Fauna (SZKF), Neuchâtel, Documenta Faunistica Helvetiae 13, 477 pp.
- Oksanen, J. (2009): Multivariate analysis of ecological communities in R: Vegan tutorial. Internet: http://cc.oulu.fi/~jarioksa/opetus/metodi/vegantutor.pdf, 40 pp.
- Paill, W. (2005): Laufkäfer als Indikatoren zum Management der Enns- und Johnsbachufer im NP Gesäuse. ÖKOTEAM, Graz, Endbericht im Auftrag von Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng im Gesäuse, 36 pp.
- Paill, W., Fritze, M.-A., Pabst, L. (2010): Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) am Fuße des Hochtors. Schriften des Nationalparks Gesäuse 5: 148–157.

- Paill, W., Pabst, L. (2009): Endemische Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) am Tamischbachturm. Schriften des Nationalparks Gesäuse 4: 187–198.
- Puthz, V. (2012): Unterfamilie Steninae. In: Assing, V., Schülke, M. (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas. Band 4. Staphylinidae (exklusive Aleocharinae, Pselaphinae und Scydmaeninae). 2. neu bearbeitete Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 286–317.
- Renkonen, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. Annales Zoologici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae "Vanamø" 6: 1–231.
- Simon, E. (1937): Les Arachnides de France. Tome VI. Synopsis générale et Catalogue des espèces françaises de l'ordre des Araneae; 5e et derniére partie. Encyclopedie Roret, Paris, Posthumous work published by L. Berland & L. Fage, p. 979–1298.
- Steinberger, K.-H. (1996): Die Spinnenfauna der Uferlenbensräume des Lech (Nordtirol, Österreich) (Arachnida: Araneae). Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck 83: 187–210.
- ter Braak, C. J. F., Šmilauer, P. (1998): CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA, 352 pp.
- Tongiorgi, P. (1966): Italian wolf spiders of the genus *Pardosa* (Araneae, Lycosidae). Bulletin of the Museum of Comparative Zoology Harvard 134: 275–334.
- Trautner, J., Müller-Motzfeld, G., Bräunicke, M. (1998): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae). In: Binot, M., Bless, R., Boye, P., Gruttke, H., Pretscher, P. (Bearb.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, Schriftenreihe für Landschaftspflege und NaturschutzHeft 55: 159–167.
- Underwood, A. J. (1996): Spatial and temporal problems with monitoring. In: Petts, G., Calow, P. (eds.): River restoration. Selected extracts from The Rivers Handbook. Blackwell Science, Oxford: 182–204.
- Zulka, K. P. (Red.) (2005): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. Teil 1: Säugetiere, Vögel, Heuschrecken, Wasserkäfer, Netzflügler, Schnabelfliegen, Tagfalter. Böhlau, Wien, Grüne Reihe des Lebensministeriums Band 14/1, 406 pp.

Zulka, K. P. (2006): Carabidenzönosen von Uferhabitaten im Nationalpark Donauauen. I. Auswirkungen eines Uferrevitalisierungsprojekts auf die Laufkäferfauna. II. Zur Carabidenfauna des Nationalparks Donauauen. Projektbericht im Auftrag des Nationalparks Donauauen, 420 pp.

8 Anhang

Koordinaten der Einzelprobeflächen

Probegebiete mit Einzelflächen	Koordinaten*		
	o. L.	n. Br.	
Weißenbachl W1			
W1 P1	14,645531	47,605479	
W1 P2	14,645549	47,605561	
W1 P3	14,645810	47,605610	
W1 P4	14,605560	47,645500	
W1 P5	14,646702	47,606828	
W1 P6	14,646681	47,607515	
W1 P7	14,646750	47,607290	
Weißenbachl W2			
W2 P1	14,641138	47,600985	
W2 P2	14,642390	47,600730	
W2 P3	14,642331	47,601531	
W2 P4	14,642244	47,601824	
W2 P5	14,642408	47,601244	
W2 P6	14,642269	47,601917	
W2 P7	14,642566	47,602249	
Weißenbachl W3			
W3 P1	14,643060	47,596300	
W3 P2	14,643133	47,596762	
W3 P3	14,642740	47,597299	
W3 P4	14,642802	47,596994	
W3 P5	14,642630	47,596990	
W3 P6	14,642783	47,597251	
W3 P7	14,642443	47,597376	

Probegebiete mit Einzelflächen	Koordinaten*		
	o. L.	n. Br.	
Coops C1			
Gseng G1 G1 P1	14,594553	47,568514	
G1 P2	14,595524	47,568173	
G1 P3	14,591730	47,568160	
G1 P4	14,595118	47,568322	
G1 P5	14,595509	47,568062	
G1 P6	14,596022	47,567965	
G1 P7	14,597140	47,569200	
GIT/	14,39/140	47,309200	
Gseng G2			
G2 P1	14,586356	47,581822	
G2 P2	14,586080	47,568120	
G2 P3	14,587651	47,567846	
G2 P4	14,588040	47,567640	
G2 P5	14,588123	47,567600	
G2 P6	14,588611	47,567762	
G2 P7	14,586410	47,568030	
Gseng G3			
G3 P1	14,584410	47,569290	
G3 P2	14,584355	47,569272	
G3 P3	14,584660	47,569211	
G3 P4	14,584290	47,569270	
G3 P5	14,584950	47,569080	
G3 P6	14,584830	47,569127	
G3 P7	14,584897	47,569029	
11.25.40			
Haindlkar H1	14711770	47 F01022	
H1 P1	14,611669	47,581822	
H1 P2	14,611733	47,581497	
H1 P3	14,612050	47,581050	
H1 P4	14,612379	47,580914	
H1 P5	14,612434	47,581233	

Probegebiete mit Einzelflächen	Koordina	ten*
	o. L.	n. Br.
H1 P6	14,612487	47,580731
H1 P7	14,612390	47,580706
Haindlkar H2		
H2 P1	14,609027	47,583137
H2 P2	14,609527	47,583164
H2 P3	14,609207	47,583066
H2 P4	14,609199	47,583170
H2 P5	14,609350	47,583033
H2 P6	14,610530	47,582506
H2 P7	14,610870	47,581796
Kainzenalplgraben K1		
K1 P1	14,582980	47,565320
K1 P2	14,582550	47,565540
K1 P3	14,583490	47,565320
K1 P4	14,582732	47,565570
K1 P5	14,584090	47,565200
K1 P6	14,583224	47,565406
K1 P7	14,583499	47,565340
Kainzenalplgraben K2		
K2 P1	14,580863	47,566137
K2 P2	14,584980	47,569060
K2 P3	14,581442	47,565715
K2 P4	14,582524	47,565468
K2 P5	14,581780	47,565816
K2 P6	14,581803	47,565871
K2 P7	14,581690	47,565440
Referenzflächen		
REF1	14,643310	47,593262
REF2	14,643370	47,593390

^{*}World Geodetic System 84