

Sukzessionsstadien der Carabiden/Cicindelidenfauna (Laufkäfer, Sandlaufkäfer) auf Brandflächen im Nationalpark Kalkalpen (OÖ)

Renate STOIBER

Brände hatten durch ihren Einfluss auf Dominanzstrukturen schon in der Vergangenheit eine wichtige Bedeutung in mitteleuropäischen Waldökosystemen. Meistens führen sie zu einem Rückschritt in ein früheres Sukzessionsstadium. In dieser Untersuchung wurden die Populationen von Laufkäfern und Sandlaufkäfern auf zwei Brandflächen unterschiedlichen Alters mit einer Referenzfläche verglichen. Alle drei Flächen befinden sich im subalpinen Bereich des Nationalpark Kalkalpen (Oberösterreich). Die erste Fläche (Brandfläche) brannte im Sommer 2003 für 8 Tage, der Baumbestand verschwand und der gesamte Boden verglühte. Die zweite Fläche (Alte Brandfläche) war 50 Jahre zuvor von einem Waldbrand betroffen. Die Vergleichsfläche wurde in der Nähe der ersten Fläche festgelegt, hier war die natürliche Vegetation nicht von der Störung durch Feuer betroffen. Die festgestellte Gesamtartenzahl umfasst 28 Arten, wobei zwischen den unterschiedlichen Flächen klare Unterschiede in der Zusammensetzung bestehen, die höchste Artenzahl konnte auf der Vergleichsfläche festgestellt werden. Unter den gefundenen Arten sind mit *Pterostichus selmanni* (vulnerable) und *Amara pulpani* (endangered) zwei Arten, die in der kommenden Roten Liste der Laufkäfer Österreichs als gefährdet eingestuft werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Entwicklung in Richtung einer natürlichen Vegetation und Besiedelung mit Laufkäfern noch Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird.

STOIBER R., 2008: Succession of Carabids (ground beetles) on burnt areas in the National Park Kalkalpen (Upper Austria).

Fire has always been an important factor of natural disturbance in forest ecosystems. In most cases, fires influence dominance structures and result in a step back to an earlier successional stage. This study compares the carabid/tiger beetle communities of three sub-alpine dwarf-pine sites located in the Limestone Alps (Upper Austria, National Park Kalkalpen). The first site (Brandfläche) burned for 8 days in 2003; there was no humus layer left and all the trees were burned. The second site (Alte Brandfläche) burned 50 years ago and was sampled to determine the long-term effects of fire on the carabid community. Nearby, a reference site (Vergleichsfläche) with unaffected natural vegetation was examined. A total of 28 species of Carabidae and one of Cicindelidae were found, with clear differences in species composition between the sites. Only 4 species were found on all three sites. The highest number of species and individuals was found on the reference site. Among the identified species, one is classified as vulnerable (*Pterostichus selmanni*) and another as endangered (*Amara pulpani*) in the Austrian red list of carabids. As was evident based on the second site, it will take a long time for the natural vegetation and also for the carabid community to recover. Even a period of 50 years was insufficient.

Keywords: Carabidae, ground beetles, Cicindelidae, tiger beetles, effects of fire, ecological succession, National Park Kalkalpen, Austrian Alps.

Einleitung

In der Vergangenheit war Feuer auch in Mitteleuropa für verschiedene Ökosysteme von großer Bedeutung, einerseits durch den anthropogenen Eingriff im Rahmen der Bewirtschaftung, andererseits als natürliches Ereignis zum Beispiel durch Blitzschlag (TRAUTNER & RIETZE 2001). CERTINI (2005) unterscheidet zwischen (i) kontrolliertem Abbrennen (prescribed fires) und (ii) spontanen Bränden (wildfires). Kontrollierte Brände als Managementmaßnahme finden meist in Zeiten mit feuchtem Boden statt und haben geringe

Intensität, wohingegen spontane Brände zu Zeiten großer Trockenheit ausbrechen. So weiten sich diese viel mehr aus und haben oft irreversible Effekte auf das Ökosystem. Heutzutage sind spontan ausbrechende Feuer allerdings aufgrund der präventiven Maßnahmen – wie Entfernung alter Bäume und selektiver Entnahme einzelner Bäume – selten geworden (WIKARS 1995).

Feuer zerstört bei hoher Intensität großflächig die oberirdische Vegetation und wirkt auch in den Untergrund hinein, indem es die oberen Bodenschichten ausglüht und dadurch alle biogenen Prozesse über lange Zeit unterbricht. Dies bringt eine Veränderung des Mikroklimas mit sich, was sich durch erhöhte Boden- und Lufttemperatur zeigt, sowie durch eine Verringerung der relativen Bodenfeuchte (MAJER 1984). Nach Bränden kommt es zu großflächiger Erosion, was zu einem weiteren Verlust an Biomasse und einer Veränderung der Nährstoffverfügbarkeit führt. Das Resultat ist in der Regel eine Reduktion der Dominanz einzelner Arten und eine mittelfristig höhere Artenvielfalt durch die Rückversetzung des Gebietes in ein früheres Sukzessionsstadium (GIMMI et al. 2004). Laut KOPONEN (1995) ist die Arthropodengemeinschaft nach einem Feuer durch ihre Instabilität charakterisiert. Durch das Feuer werden alle Hauptgruppen und trophischen Stufen beeinträchtigt. Die natürlichen und die Pioniergemeinschaften sind dadurch deutlich verschieden.

Allerdings gibt es auch Tiere und Pflanzen – vor allem im mediterranen Raum, den südl. USA und Australien – welche an die (dort regelmäßigen) Störungen adaptiert und in ihrer Entwicklung teilweise davon abhängig sind. In diesen Bereichen sind Auswirkungen von Feuerereignissen sehr ausführlich untersucht (COLLETT & NEUMANN 1995, COLLETT 1998, COLLETT 2003).

Die bisherigen Erfahrungen zeigen in Österreich eine erhöhte Waldbrandgefährdung vor allem im südlichen Kärnten und im Osten von Niederösterreich. Dabei handelt es sich vor allem um Frühjahrsbrände, im Jahre 2003 jedoch dominierten die Sommerbrände, bei 20% der Fälle handelte es sich beim Auslöser um Blitzschlag (Gossow et al. 2005).

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den kurzzeitigen Auswirkungen eines Waldbrandes mit hoher Intensität auf die Laufkäfer/Sandlaufkäfer-Fauna im subalpinen Bereich und vergleicht diese mit einer ungestörten Waldfläche sowie einem 50 Jahre alten Brandereignis im selben Gebiet.

Laufkäfer und Sandlaufkäfer eignen sich als lange bekannte Bioindikatoren ideal um ökologische Prozesse in ihrem Lebensraum zu dokumentieren. Durch ihre überwiegend räuberische Lebensweise haben sie großen Einfluss auf Stoff- und Energieflüsse im Ökosystem. Bedingt durch starke Schwankungen im Angebot an Zoomasse unterliegt die Laufkäfer/Sandlaufkäfer-Fauna einer ausgeprägten Dynamik, die sich auf das Ökosystem überträgt. Stabile Populationen können nur durch genetischen Austausch zwischen vorhandenen Teilpopulationen gesichert werden. Dies erfolgt bei macropteren Arten rasch durch Flugausbreitung in einem größeren Bereich, bei ungeflügelten hingegen langsam durch Wanderungen über relativ kurze Distanzen. Viele Arten haben im Verlauf der Evolution ihre Hinterflügel mehr oder weniger reduziert (apter, brachypter). Oft hat sich innerhalb einer Art oder Population auch Polymorphie und Dimorphie mit macropteren und brachypteren Individuen entwickelt – ein Vorteil in stabilen, kleineren Habitaten, da viele der fliegenden Individuen in für sie ungeeigneten Arealen landen, umkommen und aus dem Genpool der Population ausscheiden. Andererseits ist in instabilen Habitaten die Ausbildung von funktionsfähigen Flügeln von essentieller Bedeutung (THELE 1977). Großflächige Waldgebiete können nun durch verschiedene Gründe,

wie Rodungen oder auch natürliche Brände, unterbrochen werden. Diese entstandenen Flächen stellen dann je nach Ausweitung ein mehr oder weniger großes Verbreitungshindernis für ungeflügelte Carabiden dar. Nach einem Feuer ändern sich dadurch Artenzusammensetzung, Populationsdichte und Dominanzstruktur signifikant (MAJER 1984, MORETTI et al. 2004, MORETTI et al. 2006).

Material und Methode

Untersuchungsgebiet

Das beprobte Gebiet, der „Hagler“, befindet sich im Nordosten der Kalkalpen in Oberösterreich, im südlichen Bereich des Sengengebirges im Nationalpark Kalkalpen. Dieses Gebirge erstreckt sich in Ost-West Richtung bis in eine Höhe von 2000 m Seehöhe. Die teilweise steilen, südexponierten Hänge sind von Latschenkiefern (*Pinus mugo*) bedeckt, unterbrochen durch einzelne Vorkommen von Lärchen (*Larix decidua*) und Fichten (*Picea abies*). Der Boden ist eine Rendsina mit einer Rohhumusaufgabe von 15–20 cm.

Im August 2003, während einer Trockenperiode, brach auf dem Hagler vermutlich durch Blitzschlag in 1300–1669 m Seehöhe ein Waldbrand aus. Nach acht Tagen (22. bis 29. August) war der gesamte Wald- und Latschenbestand auf einer Fläche von ca. 15 ha niedergebrannt. Aufgrund der exponierten Lage konnten sich die Löschmannschaften nur auf die Bekämpfung wieder aufflammender Brandnester beschränken. Aus diesem Grund verglühte nahezu der gesamte Boden (organisch, Nadelstreu dominiert) bis auf das Gestein. Die folgenden Regenperioden und Schneeschmelzen spülten die zurückbleibende Asche großflächig ab. Als Resultat verblieb ein sehr heterogenes Gebiet mit Flächen aus reinem Gestein und kleinen Flecken zurückgehaltenen Bodens.

Zu dieser zwei Jahre alten Brandfläche wurde zusätzlich noch eine alte Brandfläche, die östlich der neuen liegt, untersucht. Der unmittelbar neben der verbrannten Fläche noch vorhandene Latschen- und Lärchenbestand wurde zu Vergleichszwecken ebenfalls beprobt (Tab. 1).

Brandfläche

Diese Fläche (15 ha) befand sich ursprünglich mitten in der Kampfzone von Latschen, Lärchen und Fichten am Südhang des Hagler. Das Gelände ist südlich exponiert und sehr steil (35 Grad Neigung) und unwegsam, da der Halt des organischen Bodens nicht mehr gegeben ist. Große Steinbrocken liegen frei und bilden ein Geröllfeld in dem die verbrannten Bäume stehen oder liegen.

Alte Brandfläche

Diese Fläche (12 ha) ist im Juni bis Juli 1950 abgebrannt. Inzwischen hat sich geringfügige Vegetation entwickelt, zwischen nachwachsenden Jungbäumen und Sträuchern befinden sich niedrige Gräser. Auch hier ist das Gelände südlich exponiert, steil (35 Grad Neigung) und unwegsam, der Halt des Untergrundes ist allerdings durch den erneuten Bewuchs besser gegeben.

Vergleichsfläche

Hier herrscht dichter Latschenkieferbestand mit eingestreuten Fichten und Lärchen vor. Der Untergrund ist durch die intakte Durchwurzelung und die dicke organische Auflage gut gefestigt. Sie befindet sich in direkter Umgebung der Brandfläche von 2003.

Tab. 1: Geografische Daten der drei Untersuchungsflächen. – Tab. 1: Geographical information about the three study sites.

Untersuchungsfläche	Seehöhe (m NN)	Koordinaten N	Koordinaten EO
Brandfläche	1473,9	47° 46,2'	14° 18,1'
Alte Brandfläche	1495,9	47° 46,1'	14° 18,6'
Vergleichsfläche	1502,4	47° 46,3'	14° 18,0'

Die Untersuchungszeit erstreckte sich vom 17. Juni 2005 bis zum 18. Juni 2006 wobei zwischen 8. Oktober 2005 und 18. Juni 2006 aufgrund der schweren Erreichbarkeit keine Entleerungen der Fallenbecher stattfanden.

Sammeltechnik

Die Beprobung der ausgewählten Flächen erfolgte durch Barberfallen. Diese waren wegen der Möglichkeit einer witterungsbedingten, längeren Verweildauer im Freien bei garantierter Konservierung des gesammelten Tiermaterials mit Formaldehydlösung (Konzentration 4–5%) gefüllt und mit einem Schutz aus Plexiglas gegen Regen und Verschmutzung versehen. Auf jeder Fläche wurden 10 Fallen im Abstand von etwa 5 Metern aufgestellt und im 14-Tage-Rhythmus entleert. Der faunistische Inhalt wurde bis zur Sortierung im Labor in 70–80%igem Alkohol konserviert. Die Bestimmung der Carabidae auf Artniveau erfolgte nach FREUDE, HARDE, LOHSE (1976) und MÜLLER-MOTZFELD (2004) mit Nachkontrolle taxonomisch schwieriger Arten durch Spezialisten.

Zusätzlich wurden jeweils im August und Oktober auf allen drei Flächen Bodenproben zur Feststellung des Wassergehaltes genommen. Aus jeweils 10 Proben wurden pro Fläche 3 Mischproben gebildet und aus den Ergebnissen ein Mittelwert errechnet. Bei der Entnahme im August wurde auch der pH-Wert der Mischproben bestimmt. Über den gesamten Zeitraum wurde auf der Vergleichsfläche und Brandfläche die Minimum- und Maximumtemperatur festgehalten.

Statistische Methoden

Aus den gewonnenen Daten wurden Shannon-Weaver-Index, Evenness und Jaccard-Index im Programm Excel errechnet, sowie eine Cluster-Analyse der Untersuchungsstandorte mittels SPSS durchgeführt.

Ergebnisse

Standortparameter

Temperatur

Die Ergebnisse der Temperaturermittlung sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Die Temperaturmessung auf der aktuellen Brandfläche zeigt wesentlich höhere Schwankungen zwischen maximaler und minimaler Temperatur als auf der Vergleichsfläche. Dort ist die maximale Temperatur niedriger (durchschnittlich um 10°C) und die minimale Temperatur weniger tief als auf der offenen Brandfläche. Die Temperatur der alten Brandfläche wurde nicht gesondert gemessen, sie ist aber aufgrund der Lage und Exposition mit der aktuellen Brandfläche vergleichbar.

Bodenfeuchte und pH-Wert

Die Ermittlung des Bodenwassergehaltes zeigt auf allen drei Standorten eine Erhöhung von der ersten Probennahme im Sommer zur zweiten im Herbst (Abbildung 3). Die Vergleichsfläche zeigt an beiden Terminen den höchsten Wert (63,8 % / 65,07 %), die alte

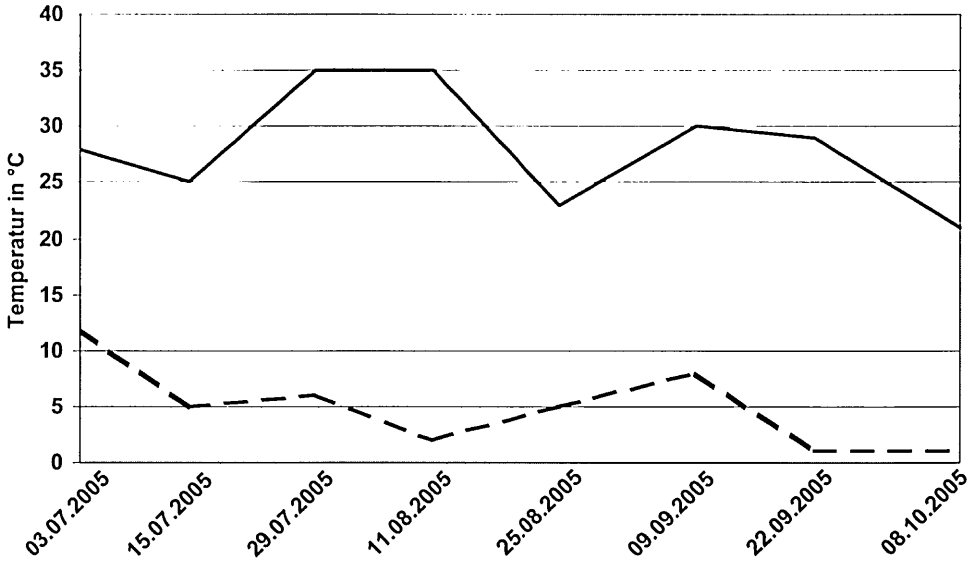


Abb. 1: Temperaturverlauf auf der Brandfläche von 2003. durchgehende Linie = maximale Temperatur, unterbrochene Linie = minimale Temperatur der vorhergehenden 2 Wochen. – Fig. 1: Temperature profile of the first site (Brandfläche). Continuous line = maximum temperature, broken line = minimum temperature of the previous 2 weeks.

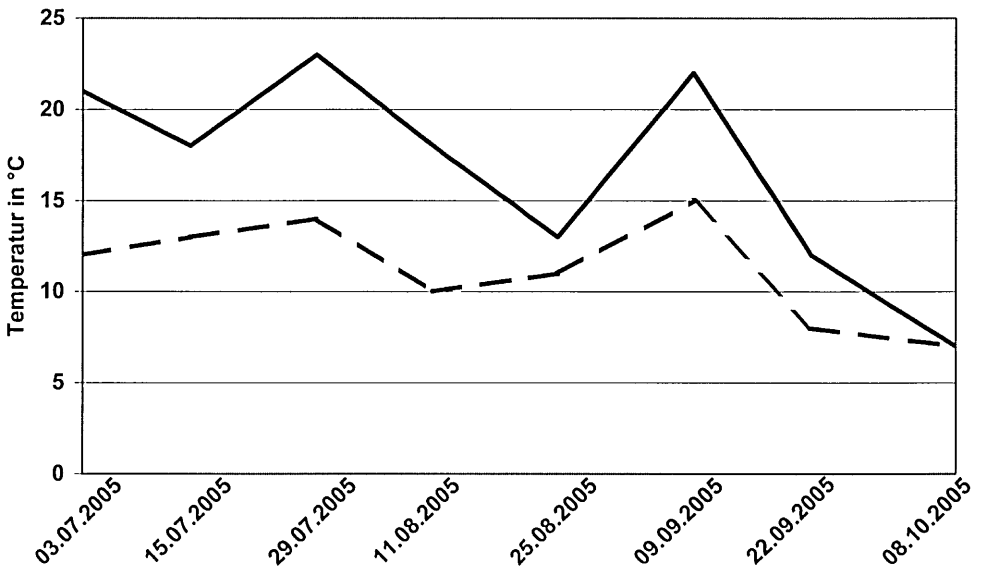


Abb. 2: Temperaturverlauf auf der Vergleichsfläche. durchgehende Linie = maximale Temperatur, unterbrochene Linie = minimale Temperatur der vorhergehenden 2 Wochen. – Fig. 2: Temperature profile of the reference site (Vergleichsfläche). Continuous line = maximum temperature, broken line = minimum temperature of the previous 2 weeks.

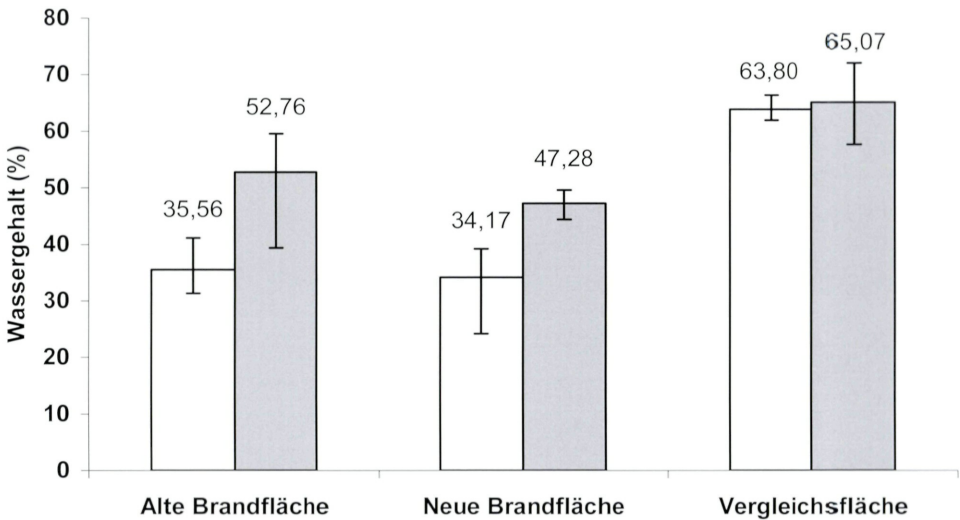


Abb. 3: Wassergehalt der Bodenproben in Prozent. Die Werte stellen die Mittelwerte aus jeweils 3 Messungen dar. Angegeben sind die höchste und niedrigste Abweichung. weiß = Probe vom 11.08.2005, schraffiert = Probe vom 08.10.2005. – Fig. 3: Percent of water content of the soil samples. The values represent the arithmetic mean of three measurements, highest and lowest divergence are also shown. White bars = sample of 11.08.2005, shaded bars = sample of 08.10.2005.

(35,56 % / 52,76 %) und aktuelle Brandfläche (34,17 % / 47,28 %) zeigen an beiden Terminen einen vergleichbaren Prozentanteil.

Die Messung der pH-Werte der Probennahme vom 11.08.2005 zeigt für die Brandfläche und die alte Brandfläche Werte im neutralen Bereich von 7,4 und 7,1. Die Vergleichsfläche erzielte einen pH-Wert im deutlich sauren Bereich von 4,7.

Carabidae/Cicindelidae

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden 1662 Individuen gefangen. Die gesamte Artenliste umfasst 28 Arten aus 11 Gattungen, wobei 12 Arten (5 Gattungen) auf der aktuellen Brandfläche, 11 Arten (6 Gattungen) auf der alten Brandfläche und 19 Arten (7 Gattungen) auf der Vergleichsfläche gefunden wurden. Nur 4 dieser Arten (*Abax ovalis*, *Abax parallelepipedus*, *Carabus arvensis*, *Carabus silvestris*) konnten auf allen drei Flächen festgestellt werden. 2 Arten wurden ausschließlich auf der aktuellen Brandfläche gefangen, wohingegen 10 Arten nur auf der Vergleichsfläche und 6 Arten nur auf der alten Brandfläche gefunden wurden.

Unter den festgestellten Arten befindet sich mit *Pterostichus selmanni* eine Art, welche für die in Vorbereitung befindliche Rote Liste der Laufkäfer in Österreich als vulnerable eingestuft wurde. Als stärker gefährdete Art (endangered) wurde *Amara pulpani* eingestuft (Auskunft Wolfgang PAILL, Graz).

Aus Tabelle 2 sind die genauen Fangzahlen der einzelnen Arten auf den drei Untersuchungsstandorten ersichtlich. Auf der Brandfläche wurden mit 451 Individuen die wenigsten Carabidae gefangen, auf der Vergleichsfläche mit 657 die meisten. Die alte Brandfläche befindet sich mit 554 Individuen in Mittelstellung zwischen den anderen beiden Standorten. Auf beiden Brandflächen zeigt sich *Abax ovalis* als deutlich eudomi-

nante Art mit 68,77 % der gefangenen Individuen auf der alten Brandfläche und 41,02 % der Individuen auf der aktuellen Brandfläche, wohingegen er auf der Vergleichsfläche nur 1,52 % der Individuen umfasst.

Tab. 2: Individuenzahlen der einzelnen Arten und statistische Ergebnisse der drei Untersuchungsstandorte. Hervorgehoben sind „faunistisch bemerkenswerte“ Arten. – Tab. 2: Numbers of individuals and statistical results of the three study sites. Faunistically remarkable species are marked.

Art	alte Brandfläche	neue Brandfläche	Vergleichsfläche
CARABIDAE			
<i>Abax ovalis</i>	381	185	10
<i>Abax parallelepipedus</i>	109	173	171
<i>Abax parallelus</i>	3	3	0
<i>Amara erratica</i>	0	3	0
<i>Amara nitida</i>	1	0	0
<i>Amara pulpani</i>	4	0	0
<i>Calathus micropterus</i>	0	0	1
<i>Carabus arvensis</i>	30	3	2
<i>Carabus auronitens</i>	0	0	13
<i>Carabus cancellatus</i>	1	0	0
<i>Carabus fabricii</i>	0	0	1
<i>Carabus intricatus</i>	0	12	1
<i>Carabus irregularis</i>	0	0	1
<i>Carabus silvestris</i>	1	2	112
<i>Cychrus attenuatus</i>	0	0	31
<i>Leistus nitidus</i>	0	0	16
<i>Leistus piceus</i>	0	0	1
<i>Licimus hoffmannseggi</i>	0	0	1
<i>Notiophilus biguttatus</i>	0	9	0
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	3	0	0
<i>Pterostichus illigeri</i>	0	6	16
<i>Pterostichus jurinei</i>	0	1	169
<i>Pterostichus panzeri</i>	0	1	2
<i>Pterostichus selmanni</i>	0	53	82
<i>Pterostichus subsinuatus</i>	0	0	7
<i>Pterostichus unctulatus</i>	0	0	20
<i>Trichotichmus laevicollis</i>	4	0	0
CICINDELIDAE			
<i>Cicindela campestris</i>	17	0	0
Gesamtindividuen			
	554	451	657
Artenzahl			
	11	12	19
Shannon-Weaver-Index			
	0,44	0,59	0,86
Evenness			
	0,42	0,53	0,66

Statistische Methoden

Die Ergebnisse der Diversitätsberechnung nach Shannon-Weaver bzw. Evenness sind ebenfalls in Tabelle 2 angeführt. Unter Berücksichtigung der Evenness ergab sich die höchste Diversität und auch gleichmäßigste Verteilung der Individuen aller Arten für die Vergleichsfläche, wo auch die höchste Individuenzahl festgestellt wurde. Die geringste Diversität zeigt die alte Brandfläche, die aktuelle Brandfläche lässt sich in einem mittleren Bereich der Diversität und Gleichmäßigkeit der Verteilung ansiedeln.

Die Berechnung des Jaccard-Index ergab beim Vergleich von aktueller Brandfläche und Vergleichsfläche 0,41, also eine Beta-Diversität von 0,59. Der Vergleich der aktuellen Brandfläche mit der alten Brandfläche ergab einen Jaccard-Index von 0,28 (β -Div = 0,72) und zwischen Vergleichsfläche und alter Brandfläche von 0,15 (β -Div = 0,85).

Abbildung 4 zeigt das Ergebnis der Cluster-Analyse in SPSS. Verwendet wurde Average Linkage (Between Groups), als Berechnungsgrundlage dienten Präsenz-Absenz-Daten. Klar ersichtlich ist die weite Entfernung der alten Brandfläche von der aktuellen Brandfläche und der Vergleichsfläche, welche einen Cluster bilden.

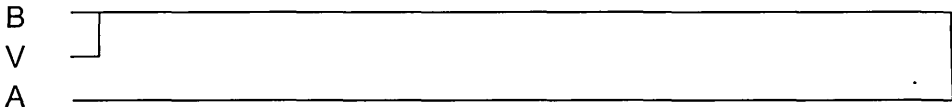


Abb. 4: Dendrogramm der Cluster-Berechnung in SPSS aus Präsenz-Absenz-Daten. B: Brandfläche 2003, V: Vergleichsfläche, A: alte Brandfläche. – Fig. 4: Dendrogram of the Cluster-Analysis with SPSS of Presence-Absence-Data. B: first site (Brandfläche), V: reference site (Vergleichsfläche), A: second site (Alte Brandfläche).

Diskussion

Die Temperaturmessung sowie auch die Messung der Bodenfeuchte und des pH-Werts zeigen klare Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsflächen (Abb. 1–3). Die eindeutig niedrigeren Temperaturschwankungen und die höhere Feuchte sowie der saure pH-Wert der Vergleichsfläche kennzeichnen sie als dichtes Nadelwald-Habitat. Durch die dichte Vegetation verändert sich die Temperatur im Tagesverlauf weniger als auf den sonnenexponierten Brandflächen. Zusätzlich wird auch die Feuchtigkeit des Bodens besser zurückgehalten, während auf den offenen Flächen durch die fehlende Bodentiefe starke Wasserverluste durch Abfluss und Verdunstung entstehen (MAJER 1984). Die Steigerung des Bodenwassergehalts vom Frühjahr- zum Herbsttermin auf den beiden Brandflächen ergibt sich aus der eindeutig geringeren Temperatur im Herbst (Abb. 1). Aufgrund der tieferen Temperaturen sinkt die Verdunstung, der Boden hält mehr Wasser zurück. Durch die lange Abbauzeit der abgeworfenen Nadeln sammelt sich im Waldbereich viel Rohhumus und säuert den Boden an. Auf den beiden Brandflächen hingegen fällt kein bzw. weniger Detritus an, wodurch sich ein neutraler pH-Wert des Oberbodens ergibt. Zusätzlich kommt es durch die Aschenrückstände und das karbonatische Grundgestein zu einer Erhöhung des pH-Wertes. Diese Unterschiede konnten auch von WOHLGEMUTH et al. (2005) gezeigt werden.

Aus der Berechnung der Diversitätsindices ist klar erkennbar, dass die drei Untersuchungsstandorte eindeutig unterschiedliche Habitate darstellen (Tab. 2). Der Jaccard-Index sowie die Clusterberechnung zeigen die starke Ähnlichkeit von Vergleichsfläche und aktueller Brandfläche gegenüber der alten Brandfläche (Abb. 4). Dies lässt sich aus

den vorliegenden Ergebnissen erklären. Wie aus Tab. 2 zu sehen ist, kommen nur vier der festgestellten Laufkäfer-Arten auf allen Standorten gemeinsam vor. Eine Art besiedelt nur die alte und die aktuelle Brandfläche, aber keine der Arten konnte ausschließlich auf der Vergleichsfläche und der alten Brandfläche nachgewiesen werden. Dem gegenüber stehen fünf Arten gemeinsam auf der aktuellen Brandfläche und der Vergleichsfläche. Da sich diese Standorte in größerer Nähe befinden, kann hier der Austausch von Arten leichter vonstatten gehen. Wie aus der Diversitätsberechnung nach Shannon-Weaver hervorgeht, ist die Diversität der aktuellen Brandfläche höher als die der alten. Dieser Standort hat durch die jüngst erfolgte Störung für die Besiedelung Pioniercharakter erhalten. Solche Standorte werden im Allgemeinen zuerst von einer typischen Pioniergesellschaft aus überwiegend geflügelten Carabiden besiedelt, wohingegen alte etablierte Standorte von flugunfähigen Arten dominiert werden (THIELE 1977). Im Gegensatz dazu wird die Carabiden-Zönose der neuen Brandfläche von flugunfähigen Arten dominiert, in erster Linie *Abax ovalis*, *Abax parallelepipedus*, *Carabus intricatus* und *Pterostichus selmanni* (ZAIHRADNIK 1982, HURKA 1996). Alleine diese vier Arten umfassen 423 von 451 Individuen (Tab. 2). Allerdings ist die Vergleichsfläche mit ihrer etablierten Gesellschaft gleich benachbart, die Besiedelung der neu entstandenen Fläche bzw die Flucht vor der Störung war hier gut möglich. Die flugfähigen Arten sind auf allen drei untersuchten Standorten in geringerer Zahl vertreten.

Im Gegensatz zur alten Brandfläche konnte sich die Artengemeinschaft der neuen Brandfläche noch nicht völlig etablieren und so nützen verschiedene Arten unterschiedliche Mosaik des Habitats. Der Vergleich der alten Brandfläche mit der Vergleichsfläche lässt den Schluss zu, dass die Annäherung an den ursprünglichen Zustand der Carabidenfauna noch lange Zeit in Anspruch nehmen wird. Selbst 50 Jahre reichten für diese Fläche nicht zur Entwicklung der vermuteten, ursprünglichen Artenkombination vor dem Feuer. Dieselben Vorgänge konnten QUERNER et al. (unveröff. Mitt.) bezüglich der Collembolengemeinschaft feststellen.

Im Gegensatz zu TRAUTNER und RIETZE (2001) konnte in dieser Untersuchung keine Erhöhung der Artenzahl und Individuenzahl nach einem Brandereignis gezeigt werden. Die Artenzahl liegt mit 12 deutlich tiefer als auf der Vergleichsfläche (19 Arten) und die Individuenzahl erweist sich mit 451 Individuen sogar als die geringste aller drei Untersuchungsflächen (Tab. 2). Die Löschversuche der Feuerwehr sowie die vorhandene Steilheit des Geländes führten in der folgenden Zeit zu einer verstärkten Erosion, zusätzlich kommt es durch Gämsen zur Lockerung von Gestein. Es konnte sich bisher keine Bodenauflage bilden, auf der sich Vegetation entwickeln könnte. Dadurch und durch die ungünstigeren mikroklimatischen Verhältnisse sind auch die Standortbedingungen für eine anspruchsvolle Artenkombination wie auf der Vergleichsfläche derzeit noch recht ungünstig. Die höchste Individuenzahl konnte auf der bewaldeten Vergleichsfläche ermittelt werden. Auch WOHLGEMUTH et al. (2006) belegten die höchste Abundanz bodenlebender Predatoren im unbeeinflussten Waldbereich.

Bei den vier Arten, die auf allen Untersuchungsstandorten gefunden wurden, handelt es sich durchwegs um euryöke Waldarten, welche Anpassungen an verschiedene Lebensräume zeigen (MARGGI 1992). *Abax ovalis* gilt zwar als typisch euryök, allerdings konnte die Charakterisierung von MARGGI (1992) als ausgesprochene Waldart in dieser Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Diese Art wurde offensichtlich durch die Veränderung der Umgebung auf der jungen Brandfläche stark gefördert, was aber nicht wirklich schlüssig erklärbar ist.

Die Vergleichsfläche zeigt sich in der Artenzusammenstellung als typischer waldbeeinflusster Standort. Mit *Pterostichus unctulatus*, *Pterostichus subsinuatus*, *Leistus nitidus*, *Cychnus attenuatus* und *Carabus auronitens* kommen typische Waldarten des subalpinen Bereiches ausschließlich auf diesem Standort vor. Sie haben größere Ansprüche an die Feuchtigkeit und kommen deshalb mit den trockenen und strahlungsexponierten Bedingungen nach einem Brand nicht zurecht. Diesen negativen Einfluss eines einmaligen Feuers auf Waldarten konnte auch MORETTI (2004) zeigen. *Pterostichus jurinei* zeigt eine klare Tendenz zur waldbeeinflussten Fläche, wie auch *Carabus silvestris*, beide sind als Waldbewohner bekannt. SCHATZ (1994) charakterisiert *Pterostichus jurinei* als K-Strategen, welcher für eine stabile Umwelt – wie auf der Vergleichsfläche – typisch ist. *Abax parallelepipedus* zeigt als häufige euryöke Waldart auch hier seine Anpassungsfähigkeit und seine weiten ökologischen Ansprüche. Neben dem zahlreichen Vorkommen auf der Vergleichsfläche ist er auch auf der Brandfläche und alten Brandfläche ebenso stark vertreten. *Pterostichus selmanni* ist ebenfalls als euryöke Waldart bekannt, beschränkt sich hier aber auf Vergleichsfläche und aktuelle Brandfläche wodurch seine stärkere Bevorzugung des Waldes zum Ausdruck kommt. Auf die Brandfläche konnte er in der Zeit zwischen Brand und Untersuchung einwandern.

Nur zwei Arten kommen ausschließlich auf der Brandfläche vor. Mit *Amara erratica* findet man hier eine typische Offenlandart im subalpinen und alpinen Bereich und mit *Notiophilus biguttatus* eine euryöke Waldart, die auch an geringe Vegetationsbedeckung angepasst ist. Beide Arten konnten wohl durch ihre Flugfähigkeit aus anderen Bereichen einwandern. *Carabus intricatus* zeigt eine klare Präferenz für die erst kürzlich abgebrannte Fläche, dies deckt sich gut mit seiner Vorliebe für sonnenexponierte Habitat-Bereiche, was im dichten Latschenbestand der Vergleichsfläche nicht gegeben ist, weshalb er dort trotz seiner Charakterisierung als ausgesprochene Waldart nur in einem Exemplar gefunden wurde. Die Ergebnisse bestätigen die Untersuchung von TRAUTNER und RIETZE (2001), welche diese Art ebenfalls nur auf einer verbrannten Fläche nachweisen konnten. Mit *Abax parallelus* wurde eine eher montane Art auf der aktuellen und alten Brandfläche gefunden. Sie bevorzugt die im Gegensatz zur Vergleichsfläche trockeneren und neutralen Böden der Brandflächen (Abb. 3) und erreicht im Gebiet auch hier ihre vertikale Verbreitungsgrenze. Die Auswirkungen des Feuers begünstigen Arten offener Flächen und Waldränder, wie dies auch von MORETTI et al. (2004) in den Schweizer Alpen und von FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (2004) beobachtet wurde.

Die alte Brandfläche stellt sich als optimales Habitat für Arten offener Gebiete dar, fünf der sechs nur hier nachgewiesenen Arten (*Amara nitida*, *Amara pulpani*, *Carabus cancellatus*, *Trichotichnus laevicollis* und *Cicindela campestris* als einziger Vertreter der Cicindelidae) sind nach MARGGI (1992) und HURKA (1996) typisch für geringe Vegetationsbedeckung. *Cicindela campestris* ist helio- und thermophil, benötigt also eine sehr offene Vegetation oder vegetationsloses Gelände, was auf diesem Standort gegeben ist. Trotz seiner Flugfähigkeit ist er nicht auf der aktuellen Brandfläche zu finden, was vermuten lässt, dass die Standortbedingungen den Bedürfnissen dieser Art nicht entsprechen. Mit den beiden *Amara*-Arten wurden ebenfalls zwei flugfähige, typische Arten offener Flächen nur auf der alten Brandfläche gefunden. Der auf allen drei Untersuchungsflächen nachgewiesene *Carabus arvensis* zeigt eine klare Tendenz zur alten Brandfläche. Er bevorzugt ebenfalls offenere Areale, kommt aber auch in Wäldern vor (DE ZORDO 1979, ZAHRADNIK 1982, MARGGI 1992, HURKA 1996), was in dieser Untersuchung bestätigt werden konnte.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde eindeutig festgestellt, dass die kurz- sowie auch langfristigen Auswirkungen von Feuer hoher Intensität im subalpinen Bereich grundlegende Auswirkungen auf die Besiedelung durch Laufkäfer haben. Die drei beprobten Standorte zeigen klare Unterschiede ihrer faunistischen Zusammensetzung. Die Entwicklung der Brandfläche von 2003 in Richtung einer ursprünglichen Besiedelung wird noch Jahrzehnte in Anspruch nehmen und einen vermutlich ähnlichen Verlauf wie auf der alten Brandfläche aufweisen.

Dank

Folgenden Personen sei hier herzlich für Ihre Hilfe bei der Durchführung dieser Arbeit gedankt: Univ.-Prof. Dr. Wolfgang WALTZBAUER für die Betreuung und fachliche Unterstützung, Frau Dr. Pamela ZOLDA für die Unterstützung bei der Bodenmessung, der Verwaltung des Nationalpark Kalkalpen – im Besonderen Dr. Erich WEIGAND – der mir erst die Idee für diese Untersuchung gab und mich nach seinen Kräften unterstützte. Mag. Pascal QUERNER danke ich herzlich für die Hilfe bei der Literatursuche, sowie Mag. Wolfgang PAILL für die Auskünfte bezüglich der Roten Liste.

Ich bin meinen Mitbergsteigern (Werner STOIBER, Ernst GSCHWENDNER, Zita MADERTHANER, Armin LÖCKHER) für ihre Unterstützung bei der Feldarbeit und der freiwilligen Feuerwehr Frauenstein für die Bereitstellung des bergtauglichen Landrovers und die morgendliche Fahrtätigkeit durch Herrn BINDREITER und Herrn GRADAUER sehr zu Dank verpflichtet.

Schließlich: Ohne meine Eltern hätte ich diese Arbeit sicher nicht beginnen und beenden können.

Literatur

- CERTINI G., 2005: Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143, 1–10.
- COLLETT N. G., 2003: Short and long-term effects of prescribed fires in autumn and spring on surface-active arthropods in dry sclerophyll eucalypt forests of Victoria. *Forest Ecol. Management* 182, 117–138.
- COLLETT N. G., 1998: Effects of two short rotation prescribed fires in autumn on surface-active arthropods in dry sclerophyll eucalypt forest of west-central Victoria. *Forest Ecol. Management* 107, 253–273.
- COLLETT N. G. & NEUMANN F. G., 1995: Effects of two spring prescribed fires on epigeal Coleoptera in dry sclerophyll eucalypt forest in Victoria, Australia. *Forest Ecol. Management* 76, 69–85.
- DE ZORDO I., 1979: Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpiner Hochgebirges (Obergurgl, Tirol) Teil III. Lebenszyklen und Zönotik von Coleopteren. *Alpin-Biologische Studien*, Veröff. Universität Innsbruck.
- FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ M. M. & SALGADO COSTAS J. M., 2004: Recolonization of a burnt pine forest (*Pinus pinaster*) by Carabidae (Coleoptera). *Europ. J. Soil Biol.* 40, 47–53.
- FREUDE H., HARDE K. W. & LOISE G. A., 1976: Die Käfer Mitteleuropas Band 2. Adephaga I. Goecke & Evers, Krefeld.
- GIMMI U., BÜRGI M. & WOHLGEMUTH T., 2004: Wie oft brannte der Walliser Wald im 20. Jahrhundert? *Schweiz. Z. Forstwes.* 155,10, 437–440.

- GOSSOW H., HAFELLNER R., KRAXNER F. & ZIEHAUS L., 2005: Waldbrand – Thema oder Tick? – Forstzeitung 8, 14–15.
- HURKA K., 1996: Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Zlín.
- KOPONEN S., 1995: Postfire succession of soil arthropod groups in a subarctic birch forest. Acta Zool. Fennica 196, 243–245.
- MAJER J. D., 1984: Short-term responses of soil and litter invertebrates to a cool autumn burn in Jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest in Western Australia. Pedobiologia 26, 229–247.
- MARGGI W. A., 1992: Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz (Cicindelidae & Carabidae) Coleoptera Teil 1. Documenta Faunistica Helvetiae 13/1. Centre Suisse de cartographie de la faune.
- MORETTI M., DUELLI P. & OBRIST M. K., 2006: Biodiversity and resilience of arthropod communities after fire disturbance in temperate forests. Oecologia 149, 312–327.
- MORETTI M., OBRIST M. K. & DUELLI P., 2004: Arthropod biodiversity after forest fires: winners and losers in the winter fire regime of the southern Alps. Ecography 27, 173–186.
- MÜLLER-MOTZFELD G. (Hg.) Band 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). In: FREUDE H., HARDE K. W., LOHSE G. A. & KLAUSNITZER B., 2004: Die Käfer Mitteleuropas. 2. Auflage. Spektrum Verlag, Heidelberg – Berlin.
- QUERNER P., BRUCKNER A. & WEIGAND E., in prep.: Short- and long-term effects of fire on the *Colymbola* community of a sub alpine dwarf-pine ecosystem in the Austrian Alps.
- SCHATZ I., 1994: Life strategy of an alpine carabid: *Pterostichus jurinei* (Coleoptera, Carabidae). In: DESENDER K. et al. (Eds.), Carabid Beetles: Ecology and Evolution. 213–217. Kluwer Academic Publ., Amsterdam.
- THIELE H. U., 1977: Carabid Beetles in Their Environments. Springer, Berlin – Heidelberg – New York.
- TRAUTNER J. & RIETZE J., 2001: Entwicklung der Laufkäferzönose einer Waldbrandfläche im Odenwald. Angew. Carabidologie Suppl. II.
- WIKARS L. O., 1995: Clear-cutting before burning prevents establishment of the fire-adapted *Agonum quadripunctatum* (Coleoptera: Carabidae). Ann. Zool. Fennici Vol 32, 375–384.
- WOHLGEMUTH T., MORETTI M., CONEDERA M. & MOSER B., 2006: Ecological resilience after fire in mountain forests of the Central Alps. Int. Conference on Forest Fire Research. Viegas D. X. (Ed.).
- WOHLGEMUTH T., DUELLI P., GINZLER C., GÖDICKEMEIER I., HADORN S., HAGEDORN F., KÜTTEL P., LÜSCHER P., MORETTI M., SCHNEITER G., SCIACCA S. & WERMELINGER B., 2005: Ökologische Resilienz nach Feuer: Die Waldbrandfläche Leuk als Modellfall. Schweiz. Z. Forstwes. 156. 9, 345–352.
- ZAHRADNIK J., 1982: Der Kosmos Insektenführer: ein Bestimmungsbuch. 3. Auflage. Gesellschaft der Naturfreunde. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Manuskript eingelangt: 2008 07 20

Anschrift:

Mag. Renate STOIBER, Frauenstein 15, 4564 Klaus. E-Mail: nate-sto@gmx.at.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [145](#)

Autor(en)/Author(s): Stoiber Renate

Artikel/Article: [Sukzessionsstadien der Carabiden/Cicindelidenfauna \(Laufkäfer, Sandlaufkäfer\) auf Brandflächen im Nationalpark Kalkalpen \(OÖ\) 23-34](#)