



## Analyse des Abfallmaterials der mediterranen Ernteameise *Messor wasmanni* KRAUSSE, 1910 (Hymenoptera: Formicidae): Botanischer Teil

TANJA TRAXLER

**Abstract:** Analysis of the collected food items of the mediterranean harvester ant *Messor wasmanni* KRAUSSE, 1910 (Hymenoptera: Formicidae): botanical part. *Messor wasmanni* is a harvester ant occurring in the southeastern Mediterranean region including the North Dalmatian island of Cres, where it settles in the central and southern area which is characterized by mediterranean climate. Within the local distribution area at the island, near Merag and Loznati in the north, in the middle area between Martiščica/Zaglav and Belej and in the southern part of the island near Osor and Punta Križa, comprehensive investigations on the ants' biology, especially a qualitative and quantitative analysis of collected food items was performed in the years 2009 and 2010. As with all *Messor* species, the diet of *M. wasmanni* is chiefly composed of seeds (granivory) (90.9%), but they consume to a minimum animal remains (arthropods and snails) as well. Plant parts not serving as food are rejected and accumulate to chaff piles above the nest. These chaff piles were subject of a close analysis. They comprised 55 plant species belonging to 19 families. Furthermore, 21 types of dispersal units (diaspores) and plant parts were identified. Germinable seeds made up 7.5%, indicating that harvester ants may play an important role in the dynamics of plant communities by both acting as seed dispersal agents and as seed predators. The remaining 9.1% consisted of animal remains and faeces of orthoptera. 43 animal taxa were identified. Gastropoda dominated with a relative frequency of 53%, followed by Coleoptera (38%). Animal remains may represent a complementary protein source in the diet, especially when seeds and fruits are scarce in spring and during periods of drought.

**Key words:** harvester ant, *Messor*, diaspores, seeds, granivory.

**Citation:** TRAXLER T. 2018: Analyse des Abfallmaterials der mediterranen Ernteameise *Messor wasmanni* KRAUSSE, 1910 (Hymenoptera: Formicidae): Botanischer Teil. – Entomologica Austriaca 25: 7–23.

### Einleitung

Als Ernteameisen werden Arten zusammengefasst, deren Nahrung sich vornehmlich aus Samen verschiedener Pflanzenarten zusammensetzt. Dieser Ernährungstyp wird als Granivorie bezeichnet (BACH 2013). Die Gattung *Messor* FOREL, 1890 umfasst weltweit etwa 100 Arten, welche, abgesehen von wenigen Ausnahmen (SEIFERT 2007), vor allem in trockenen Gebieten im mediterranen Raum Südeuropas, Afrikas und Asiens vorkommen (HÖLLDOBLER & WILSON 1990). *M. wasmanni*-Kolonien legen tiefe Erdnester

an. Nahrung wird in der weiteren Umgebung des Nests gesammelt, eingetragen und in Kammern bis zur Verarbeitung zu Ameisenbrot gelagert. Der Begriff Ameisenbrot bezeichnet die von einigen Ameisenarten aus Körnern und Samen hergestellte Nahrung. Um das Auskeimen bzw. die Zersetzung der Samen durch Pilze und Bakterien zu verhindern, wird von den Arbeiterinnen antibiotisches, metapleurales Drüsensekret auf diese aufgetragen (SCHILDKNECHT & KOOB 1971, CELLI & MACCAGNANI 1994). Auf diese Weise können Ernteameisen Dürre- oder Frostperioden überleben (HÖLLDOBLER & WILSON 1990). Nicht verwertbare Pflanzenteile werden aus dem Nest ausgefragt und akkumulieren sich oberhalb des Nestes zu größeren Abfallhaufen. Dieses Abfallmaterial repräsentiert das Nahrungsspektrum der Kolonie sowohl in der Artenzusammensetzung der Nahrungspflanzen als auch in der relativen Häufigkeit von Samen der einzelnen Arten (STEINBERGER et al. 1991).

In dieser Studie wurde zum einen die Nestoberfläche mehrerer *Messor wasmanni*-Kolonien analysiert und zum anderen das Spektrum an Pflanzenarten im Abfallmaterial untersucht.

## Material und Methoden

### Klima, Vegetation und Untersuchungsflächen

Der Norden und Nordosten der Insel Cres, SO der Halbinsel Istrien, wird durch kühleres, feuchtes submediterrän beeinflusstes Klima charakterisiert. Im Westen und Süden herrscht hingegen mediterrän Klima mit trockenen, meist heißen Sommermonaten und mildem bis kühlem und niederschlagreichem Winter. *M. wasmanni* kommt nur in der mediterrän Klimazone der Insel Cres vor und meidet die meist geschlossenen Laubwälder im Norden der Insel.

Der Vegetationstyp auf den Untersuchungsflächen von Merag (Ia) und Loznati (Ib), ist eine mediterrän Strauchheiden-Formation mit fuß- bis kniehohen, selten über 1 m hohen Kleinsträuchern, Geophyten, Therophyten, Rosetten- und Horstpflanzen und wird hier vereinfachend als „Garigue“ definiert. Die Flächen bei Martinsčica/Zaglav (IIa), Belej (IIb) und Punta Kriča (IIIa) entsprechen unterschiedlichen Trockenrasen-Gesellschaften und jene bei Osor (IIIb) am Süden der Insel ist Teil einer verlandeten mittelalterlichen Saline in unmittelbarer Meeresnähe mit z. T. halophilem Charakter (Abb. 1).

Untersuchungsflächen Ia,b: im Norden des Verbreitungsgebietes der Ernteameise *M. wasmanni* auf der Insel Cres:

- Merag: Seehöhe: 138 m, 44° 57' N, 14° 27' E
- Loznati: Seehöhe: 249 m, 44° 55' N, 14° 26' E

Die untersuchten Ameisenkolonien lagen in Merag entlang eines Feldweges bzw. am Rande einer Schafweide in Loznati. Die pflanzengeographisch charakteristische Karsttriften- und Weidelandschaft auf Merag und Loznati sind von der Bora beeinflusste steinige *Stipo-Salvietum officinalis*- und *Festuco-Koelerietum splendidis*-Gesellschaften, einerseits mit starker Einnischung von *Juniperus oxycedrus* L., *Paliurus spina-christi* MILL. und *Rhamnus intermedium* STEUD. & HOCHST., andererseits mit Übergängen zu Gariguen ähnlichen Gesellschaften (GAZI-BASKOVA 1975). Die *Stipo-Salvietum officinalis*-Vergesellschaftung ist entlang der Adriatischen Küste weit verbreitet und stellt eine der häufigsten Pflanzengesellschaften im

mediterranen Raum dar. Charakterpflanzen sind *Salvia officinalis* L. und *Stipa bromoides* (L.) Dörfl.. Häufige Pflanzen sind *Bromus erectus* HUDS., *Helichrysum italicum* (ROTH) G. Don, *Brachypodium retusum* (PERS.) P. Beauv., *Aethionema saxatile* (L.) W. T. Aiton, *Teucrium montanum* L., *Asparagus acutifolius* L., und *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman (STANČIĆ & PANDŽA 2005). Auf Weideflächen in Loznati sind nitrophile Arten der *Scolymo-marrubietum incanae*-Gesellschaft häufig vertreten (GAZI-BASKOVA 1975).

Untersuchungsflächen II a, b: in der Mitte des Verbreitungsgebietes:

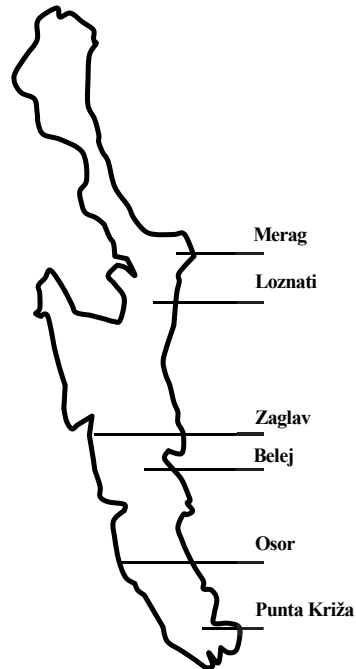
- Zaglav: Seehöhe: 6 m, 44° 48' N, 14° 21' E
- Belej: Seehöhe: 132 m, 44° 46' N, 14° 25' E

Auch die Fläche bei Zaglav ist durch eine *Stipo-Salvietum officinalis*-Gesellschaft charakterisiert. Ameisenkolonien befanden sich entlang eines Feldweges in Meeresnähe. In Belej wurden Ameisenkolonien auf einer ungenutzten Schafweide ausgewählt. Die ausgedehnten Trockenrasen bei Belej gehören verschiedenen Vegetationsverbänden an, welche unter anderem besonders reich an Asteraceen, Fabaceen sowie an *Brachypodio-chrysopogonetea*- und *Cymbogonion ramosi*-Gesellschaften sind (GAZI-BASKOVA 1975). *Festuco-koelerietum splendidis*-Gesellschaften treten hier in Arealen mit relativ wenig menschlichem Einfluss auf (STANČIĆ & PANDŽA 2005).

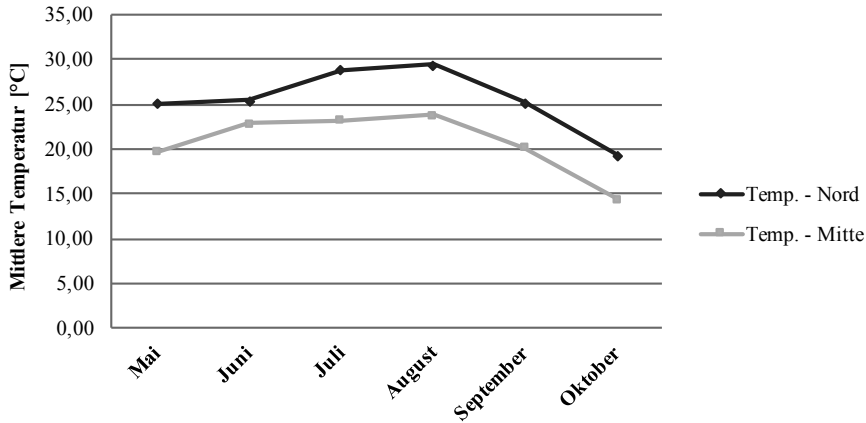
Untersuchungsflächen III a, b: im Süden des Verbreitungsgebietes:

- Punta Križa: Seehöhe: 40 m, 44° 41' N, 14° 23' E
- Osor: Seehöhe: 0 m, 44° 39' N, 14° 28' E

Die Ameisenkolonien in Punta Križa befanden sich auf einer Schafweide, charakterisiert durch nitrophile *Scolymo-marrubietum incanae*-Gesellschaften, jene bei Osor befanden sich auf Salzwiesen in unmittelbarer Meeresnähe. Azonale mediterrane Salzmarschen von Osor werden dominiert von Salzbinsen-Gesellschaften: *Juncetea maritimae*-Gesellschaften mit Beständen der Meeresstrandbinse, Gliedermelden-Gesellschaften, *Arthrocnemetea*-Gesellschaften sowie in unmittelbarer Ufernähe und auf höher gelegenen, stärker ausgesüßten Flächen von Kleinbinsenrasen und *Nanojuncetea-marrubietum incanae*-Gesellschaften (MARTINOLI 1948).



**Abb. 1:** Landkarte der Insel Cres. Eingezeichnet sind Untersuchungsflächen an denen Abfallmaterial eingesammelt wurde. Die Flächen I befanden sich im Norden (Merag, Loznati) des Verbreitungsgebietes von *M. wasmanni* die Flächen II in der Mitte (Zaglav, Belej) und III im Süden (Osor, Punta Križa). **Fig. 1:** Geographical map of the island of Cres. The positions of sampling sites, that were situated in the north (Merag, Loznati), in the middle (Zaglav, Belej) and in the south (Osor, Punta Križa) of the distribution zone of the harvester ant *M. wasmanni*.



**Abb. 2:** Monatsmittel der Temperatur vom 28. Mai bis 24. Oktober 2009 für den Norden (Merag, Loznati) und die Mitte (Zaglav, Belej) des Verbreitungsgebietes von *M. wasmanni* auf der Insel Cres.

**Fig. 2:** Mean temperature in the north (Merag, Loznati) and middle (Zaglav, Belej) of the distribution zone of *M. wasmanni* at the island of Cres from 28. May to 24. October 2009.

### Mikroklima

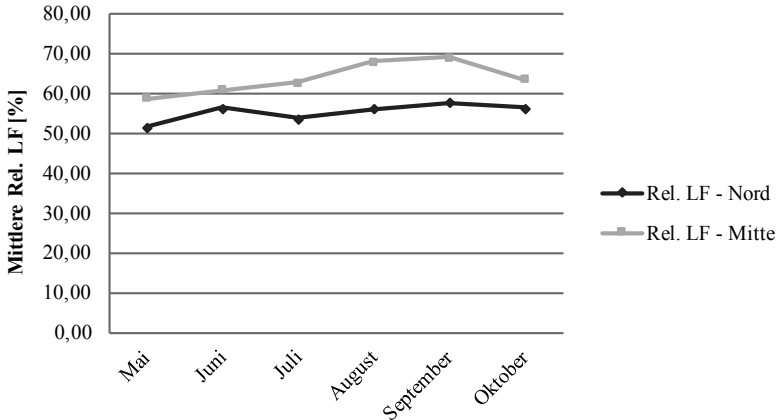
Das Mikroklima wurde an den Standorten I–III mittels sechs beschatteten, auf der Bodenoberfläche ausgelegten Dataloggern (PCE-HT71) während des gesamten Untersuchungszeitraumes erhoben. Der Messzeitraum erstreckte sich von 28.05.2009 bis 24.10.2009. Beide Datalogger aus Osor und Punta Križa wurden beschädigt aufgefunden, weshalb hier keine Daten existieren.

### Beschreibung und Vermessung von *M. wasmanni*-Nestoberflächen

Der größte Durchmesser der vegetationsfreien, rundlichen Nestoberflächen, sowie die Distanz zwischen Nesteingang und Abfallmaterial wurden von 35 Nestern erhoben.

### Abfallmaterial

Ende Oktober 2009 wurde der organische Abfall der einzelnen untersuchten Kolonien (hier als „Abfallmaterial“ bezeichnet), welcher von den Ameisen während der aktiven Saison vom Ende der Winterruhe im Frühjahr bis zum Herbst in Nestnähe abgelagert worden war, für die spätere Bestimmung des Inhaltes eingesammelt. Für jede Kolonie wurde das Gewicht des Abfallmaterials mit einer Waage (Mettler MP 4600) ermittelt. Um die vermutbare Fauna der gesammelten Proben bis zu ihrer Konservierung nicht zu schädigen, konnte statt des Trockengewichtes nur das Frischgewicht ermittelt werden. Zur qualitativen und quantitativen Analyse des Pflanzenspektrums im Abfallmaterial der Untersuchungsflächen I–III wurden von jeweils zehn Kolonien 100 g entnommen. Das ergibt eine Gesamtmenge von insgesamt drei Kilogramm. Enthaltene Früchte und Pflanzenfragmente wurden möglichst auf Art- bzw. Gattungsniveau bestimmt. Die Bestimmung wurde anhand der die Nester umgebenden Pflanzen gemacht. Verwendete Bestimmungsliteratur waren die Werke „Flora Italiana Illustrata“ von FIORI & PAOLETTI (1981), „Mediterranean Wild Flowers“ von BLAMEY & GREY-WILSON (1998), die „Flora Croatica Database“ (hirc.botanic.hr) sowie ein von Prof. Waitzbauer zur Verfügung



**Abb. 3:** Monatsmittel der relativen Luftfeuchtigkeit vom 28. Mai bis 24. Oktober 2009 für Norden (Rel. LF – N) (Merag, Loznati) und der Mitte (Rel. LF – M) (Zaglav, Belej) des Verbreitungsgebietes von *M. wasmanni* auf der Insel Cres.

**Fig. 3:** Mean relative humidity in the north (Rel. LF – N) (Merag, Loznati) and middle (Rel. LF – M) (Zaglav, Belej) of the distribution zone of *M. wasmanni* at the island of Cres from 28. May to 24. October 2009.

gestelltes Herbar. Der umfangreiche faunistische Inhalt an tierischen Überresten und lebenden Arthropoden ist Thema einer eigenen Publikation (WAITZBAUER et al., in Vorbereitung).

### Auswertung

Der durchschnittliche Durchmesser (mean  $\pm$  SD) von *M. wasmanni* Nestoberflächen, die durchschnittliche Distanz (mean  $\pm$  SD) zwischen Nesteingang und Abfallmaterial ( $n = 35$ ), sowie das durchschnittliche Frischgewicht (mean  $\pm$  SD) des Abfallmaterials von Standort I–III wurde errechnet ( $n = 30$ ). Aus den Rohdaten wurde die relative Häufigkeit der Pflanzenarten berechnet und nach Dominanzklassen nach ENGELMANN (1978) eingeteilt. Für die im Abfallmaterial vorkommenden Diasporen und Pflanzenteile wurde deren Prozentanteil an der Gesamtmenge errechnet. Die Diversität des Abfallmaterials aus den jeweiligen Standorten wurde über die Berechnung des Diversitätsindex nach Shannon-Weaver ( $H'$ ), der maximalen Diversität ( $H_{max}$ ) und der Evenness ( $E$ ) erfasst. Mögliche Unterschiede der Artzusammensetzung des Abfallmaterials konnten mit dem Jaccard-Index ausgedrückt werden.

## Ergebnisse

### Mikroklima

Vom Frühjahr bis Herbst 2009 durchgeführte Temperatur-Messungen ergaben aufgrund der räumlichen Distanz der Untersuchungsflächen I–II einen auffälligen Temperaturunterschied. Im Durchschnitt ist es in Meeresnähe (Zaglav) sowie auf offener, windexponierter Fläche (Belej) um 4,8 °C kühler als auf einem sonnenexponierten Hang der Halbinsel Merag (Abb. 2). Auffallend ist auch die Differenz zwischen den gemessenen Luftfeuchtigkeitswerten an beiden Untersuchungsflächen. Sie liegen auf Fläche I während der gesamten Messperiode um durchschnittlich 8,5 % relativer Luftfeuchtigkeit unter jenen von Fläche II (Abb. 3).

**Tab. 1:** Vergleich des Frischgewichtes des Abfallmaterials von den Standorten I–III.  
**Table 1:** Comparison of the fresh weight of chaff pile material collected on sites I–III.

Standort	N	Minimum [g]	Maximum [g]	Mittel [g]	Std. Abw.
I	11	405	1120	771,5	234,8
II	10	475	1284	802,2	256,5
III	11	529	1987	1008,0	461,3

## Analyse des Abfallmaterials

### a) Frischgewicht des Abfallmaterials

Das Frischgewicht des Abfallmaterials variierte beträchtlich von 771,5 g im Norden zu 1008,0 g im Süden (Tab. 1).

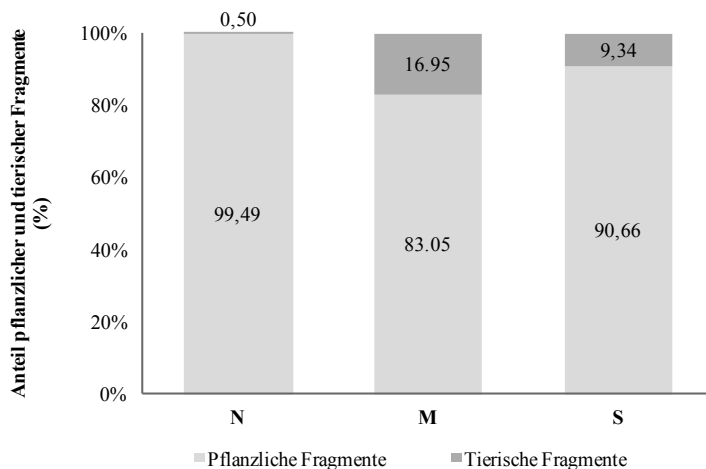
### b) Prozentuelle Zusammensetzung des Abfallmaterials

Das von Arbeiterinnen ins Nest eingetragene Material wurde in drei Kategorien gegliedert: 1) Diasporen; 2) Pflanzenteile wie Blätter, Stängel und Blütenblätter; 3) Arthropoda-Reste und Orthoptera-Faeces sowie Gastropoda. Insgesamt umfasste das pflanzliche Material in den drei Kilogramm Abfallmaterial 91,1 %. Der restliche Anteil von 8,9 % setzte sich aus tierischen Überresten und Faeces zusammen. Es wurde eine Gesamtanzahl von 55 Pflanzenarten aus 20 Familien (Tab. 2) sowie zahlreiche tierische Taxa identifiziert. Gastropoda dominierten mit 53 % relativer Häufigkeit im tierischen Material, welche sich auf 26 Taxa (auf Art- und Gattungsniveau) verteilten. Mit 38 % relativer Häufigkeit repräsentierten Coleoptera die zweithäufigste Tiergruppe. Vergleicht man die Zusammensetzung des Abfallmaterials der drei Untersuchungsflächen, erkennt man deutliche Unterschiede im Anteil des darin vorkommenden pflanzlichen und tierischen Materials (Abb. 4). Der höchste pflanzliche Anteil war im Abfallmaterial von Fläche I zu finden. Es setzte sich zu 99,5 % aus pflanzlichem Material und zu 0,5 % aus tierischen Überresten zusammen. Dem gegenüber wurde im Abfallmaterial von Standort II der größte Anteil an tierischem Material (16,9 %) nachgewiesen; pflanzliches Material machte hier 83,1 % aus.

### c) Dominanzverhältnisse der Pflanzenarten im Abfallmaterial

Insgesamt wurden 55 Pflanzenarten nachgewiesen. Tabelle 2 gibt die Zuordnung der Arten in Dominanzklassen nach Engelmann (1978) wieder. Insgesamt wurden zwei eudominante und vier dominante Arten festgestellt.

Auf Fläche I kamen 42 Arten vor, welche sich auf 18 Familien verteilten. Als einzige eudominante Art war *Erodium cicutarium* (Geraniaceae) mit 47,9 % relativer Häufigkeit vertreten. Die Familie der Geraniaceae wurde ausschließlich im Abfallmaterial aus dem Norden verzeichnet. Subdominant vertreten waren *Tordylium apulum* (Apiaceae), *Urospermum picroides* (Asteraceae: Cichorioideae), *Medicago minima* (Fabaceae), *Trifolium scabrum* (Fabaceae) und *Avena sterilis* (Poaceae). Die Familie der Poaceae waren am häufigsten vertreten durch *Aegilops neglecta*. und *Avena sterilis*. Beide Arten kamen im Norden zahlenmäßig am häufigsten vor, jedoch waren sie auch auf Standort II und III vertreten. Funde von *Daucus carota* (Apiaceae), *Scolymus hispanicus* (Asteraceae), *Capsella rubella* (Brassicaceae), *Petrorhagia saxifraga* (Caryophyllaceae), *Anthyllis vulneraria* (Fabaceae), *Ast-*



**Abb. 4:** Prozentanteil an pflanzlichem und tierischem Material im Abfallmaterial. Norden (N) (Merag, Loznati) = Standort I; Mitte (M) (Zaglav, Belej) = Standort II; Süden (S) (Osor, Punta Križa) = Standort III des Verbreitungsgebietes von *M. wasmanni* Kolonien.

**Fig. 4:** Percentage share of plant material and animal remains in chaff piles of *M. wasmanni*. Samples were taken in the north (N) (Merag, Loznati) = site I, middle (M) (Zaglav, Belej) = site III and south (S) (Osor, Punta Križa) = site III.

**Tab. 2:** Wiederfindungsrate in Prozent von der Gesamtanzahl der im Abfallmaterial nachgewiesenen Nahrungspflanzen. Hellgrau: eudominante, dominante und subdominante Arten. Dunkelgrau: Pflanzenarten, welche auf allen drei Untersuchungsflächen im Abfallmaterial auftraten. Api = Apiaceae, Ast = Asteraceae, Bor = Boraginaceae, Bra = Brassicaceae, Car = Caryophyllaceae, Cic = Cichoriaceae, Cis = Cistaceae, Con = Convolvulaceae, Eup = Euphorbiaceae, Fab = Fabaceae, Ger = Geraniaceae, Lam = Lamiaceae, Lin = Linaceae, Mal = Malvaceae, Pla = Plantaginaceae, Poa = Poaceae, Pol = Polygonaceae, Pri = Primulaceae, Rha = Rhamnaceae, Rub = Rubiaceae.

**Table 2:** Recovery rate in percent of food plants occurred in chaff piles. Light grey: eudominant and dominant plant species, dark grey: plant species that occurred in chaff piles in each of the three sampling sites. Api = Apiaceae, Ast = Asteraceae, Bor = Boraginaceae, Bra = Brassicaceae, Car = Caryophyllaceae, Cic = Cichoriaceae, Cis = Cistaceae, Con = Convolvulaceae, Eup = Euphorbiaceae, Fab = Fabaceae, Ger = Geraniaceae, Lam = Lamiaceae, Lin = Linaceae, Mal = Malvaceae, Pla = Plantaginaceae, Poa = Poaceae, Pol = Polygonaceae, Pri = Primulaceae, Rha = Rhamnaceae, Rub = Rubiaceae.

Fam	Art	Pflanzen- teil	Standort I		Standort II		Standort III	
			[%]	Dominanz- klasse	[%]	Dominanz- klasse	[%]	Dominanz- klasse
Api	<i>Daucus carota</i> L.	Spalt- frucht	0,35	sub- rezedent	0	-	0	-
Api	<i>Foeniculum vulgare</i> MILL.	Spalt- frucht	0	-	0,23	sporadisch	0	-
Api	<i>Tordylium apulum</i> L.	Spalt- frucht	4,45	sub- dominant	0	-	0,06	sporadisch
Ast	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Achäne	0	-	0	-	0,38	sub- rezedent
Ast	<i>Carthamus lanatus</i> L.	Achäne	1,31	rezedent	2,06	rezedent	5,22	sub- dominant
Ast	<i>Crepis dioscoridis</i> L.	Korb	0,47	sub- rezedent	0,01	sporadisch	0	-

Fam	Art	Pflanzen- teil	Standort I		Standort II		Standort III	
			[%]	Dominanz- klasse	[%]	Dominanz- klasse	[%]	Dominanz- klasse
Ast	<i>Crepis verrucosa</i> GAERTN.	Blüten- kopf	0,71	sub- rezedent	0	-	0,26	sporadisch
Ast	<i>Crepis zacintha</i> (L.) LOIDEL.	Samen	0	-	0	-	14,49	dominant
Ast	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Achäne	1,38	rezedent	0	-	0	-
Ast	<i>Urospermum picroides</i> L.	Achäne	3,31	sub- dominant	0	-	0,02	sporadisch
Bor	<i>Echium plantagineum</i> L.	Klausen	0,11	sporadisch	7,3	sub- dominant	0	-
Bra	<i>Capsella rubella</i> REUT.	Schötchen- hälften	0,74	sub- rezedent	0	-	0	-
Car	<i>Petrohragia saxifraga</i> (L.) LINK.	Kapsel- frucht	0,59	sub- rezedent	0	-	0	-
Car	<i>Silene vulgaris</i> GARCKE	Kapsel- frucht	0	-	0,01	sporadisch	0	-
Cis	<i>Helianthemum</i> sp.	Kapsel- frucht	0,04	sporadisch	0	-	0,86	sub- rezedent
Con	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	Samen	0,88	sub- rezedent	22,51	dominant	0	-
Eup	<i>Euphorbia wulfenii</i> HOPPE	Samen	0,3	sporadisch	0,06	sporadisch	0,05	sporadisch
Fab	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	Hülse	1,1	rezedent	0	-	0	-
Fab	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	Kelch	1,01	rezedent	0	-	0	-
Fab	<i>Astragalus hamosus</i> L.	Hülse	0,12	sporadisch	0	-	0	-
Fab	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Hülse	0,01	sporadisch	0	-	1,25	rezedent
Fab	<i>Medicago arabica</i> L.	Hülse	0,93	sub- rezedent	0	-	0,44	sub- rezedent
Fab	<i>Medicago carstiensis</i> L.	Hülse	0	-	0,07	sporadisch	0,07	sporadisch
Fab	<i>Medicago minima</i> L.	Hülse	6,55	sub- dominant	58,09	sub- dominant	2,24	rezedent
Fab	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) BART	Hülse	0,03	sporadisch	0,02	sporadisch	0	-
Fab	<i>Medicago rigidula</i> (L.) ALL.	Hülse	0,27	sporadisch	0,05	sporadisch	0	-
Fab	<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	Teilfrucht	0	-	0,18	sporadisch	7,35	sub- dominant
Fab	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Kelch	0,64	sub- rezedent	1,34	rezedent	0	-



Fam	Art	Pflanzen- teil	Standort I		Standort II		Standort III	
			[%]	Dominanz- klasse	[%]	Dominanz- klasse	[%]	Dominanz- klasse
Fab	<i>Trifolium campestre</i> SCHREB.	Petale	0,5	sub- rezedent	0	-	30,88	dominant
Fab	<i>Trifolium scabrum</i> L.	Kelch	5,61	sub- dominant	1,44	rezedent	11,11	dominant
Fab	<i>Trifolium stellatum</i> L.	Kelch	0,17	sporadisch	0	-	0	-
Fab	<i>Trigonella balansae</i> BOISS. & REUT.	Hülse	2,54	rezedent	0	-	3,84	sub- dominant
Fab	<i>Trigonella balansae</i> BOISS. & REUT.	Blüte u. Kelch	0	-	0	-	0,35	sub- rezedent
Ger	<i>Erodium cicutarium</i> L'HER.	Teilfrucht	47,85	eu- dominant	0	-	0	-
Ger	<i>Erodium cicutarium</i> L'HER	Frucht- schnabel	3,61	sub- dominant	0	-	0	-
Lam	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Kelch	0,96	sub- rezedent	0	-	0	-
Lam	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Blätter	0,22	sporadisch	0	-	0	-
Lam	<i>Salvia officinalis</i> L.	Teil-frucht (Klausen)	0,51	sub- rezedent	0	-	0	-
Lam	<i>Salvia verbenacea</i> L.	Kelch	0	-	0	-	0,2	sporadisch
Lam	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Kelch	0	-	0	-	0,59	sub- rezedent
Lin	<i>Linum austriacum</i> L.	Kapsel- frucht	0	-	0	-	0,07	sporadisch
Lin	<i>Linum austriacum</i> L.	Kelch	0,62	sub- rezedent	0	-	0	-
Mal	<i>Malva sylvestris</i> L.	Spalt- frucht	0,01	sporadisch	0	-	0	-
Pla	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Kapsel- frucht	0	-	0,42	sub-rezedent	5,53	sub- dominant
Pla	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Ähre	0	-	0,18	sporadisch	1,15	rezedent
Poa	<i>Aegilops neglecta</i> REQ. ex BERTOL	Ährchen	3,06	rezedent	5,32	sub- dominant	1,16	rezedent
Poa	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	Ährchen	0,17	sporadisch	0	-	0	-
Poa	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Ährchen	0	-	0	-	1,64	rezedent
Poa	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Spelzen	0	-	0	-	0,95	sub- rezedent
Poa	<i>Avena sterilis</i> L.	Ährchen	3,19	sub- dominant	0,14	sporadisch	0,37	sub- rezedent
Poa	<i>Avena sterilis</i> L.	Grannen	0,04	sporadisch	0	-	0	-

Fam	Art	Pflanzen- teil	Standort I		Standort II		Standort III	
			[%]	Dominanz- klasse	[%]	Dominanz- klasse	[%]	Dominanz- klasse
Poa	<i>Bromus sterilis</i>	Spelzen	0,6	sub- rezedent	0	-	0	-
Poa	<i>Catapodium rigidum</i> (L.) CE.HUB	Stängel	0,2	sporadisch	0	-	0	-
Poa	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) PERS.	Ähre (Teile)	0	-	0	-	0,75	sub- rezedent
Poa	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Ährchen	0,7	sub- rezedent	0,26	sporadisch	0	-
Poa	<i>Dasypyrum villosum</i> (L.) BORBÁS	Ährchen	0	-	0	-	5,99	sub- dominant
Poa	<i>Hordeum murinum</i> L.	Spelzen	1,14	rezedent	0	-	0	-
Poa	<i>Melica ciliata</i> L.	Ährchen	0,32	sub- rezedent	0,21	sporadisch	0	-
Poa	Poaceae sp.	Spelzen	1,97	rezedent	0	-	0	-
Poa	<i>Stipa</i> sp.	Grannen	0,01	sporadisch	0	-	0	-
Poa	<i>Vulpia ciliata</i> DUMORT.	Ährchen	0,34	sub- rezedent	0	-	0	-
Pol	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Frucht u. Valven	0,15	sporadisch	0	-	0	-
Pri	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Kapsel- frucht	0,05	sporadisch	0	-	2,41	rezedent
Rha	<i>Paliurus spina-christi</i> MILL.	Stein- frucht	0	-	0,03	sporadisch	0	-
Rub	<i>Sherardia arvensis</i> L.	Kelch	0,17	sporadisch	0,05	sporadisch	0,34	sub- rezedent
Rub	<i>Sherardia arvensis</i> L.	Teil-frucht	0,01	sporadisch	0	-	0	-

*ragalus hamosus* (Fabaceae), *Trifolium stellatum* (Fabaceae), *Marrubium vulgare* (Lamiaceae), *Salvia officinalis* (Lamiaceae), *Linum austriacum* (Linaceae), *Malva sylvestris* (Malvaceae), *Aegilops triuncialis* (Poaceae), *Anthoxanthum odoratum* (Poaceae), *Catapodium rigidum* (Poaceae), *Hordeum murinum* (Poaceae), *Stipa* sp. (Poaceae), *Vulpia ciliata* (Poaceae) sowie *Rumex obtusifolius* (Polygonaceae) wurden nur an diesem Standort nachgewiesen.

Auf Fläche II war die Diversität mit 43 Arten aus 11 Familien am größten. Die einzige eudominante Art war *Medicago minima* mit 58,1 % relativer Häufigkeit. Charakteristisch war das Vorkommen von *Convolvulus althaeoides* (Convolvulaceae) mit 22,5 % Dominanzanteil. Lediglich einzelne Funde dieser Art kamen im Abfallmaterial aus dem Norden vor. Subdominante Arten waren *Aegilops neglecta* (Poaceae) sowie *Echium plantagineum* (Plantaginaceae), wobei von letzterer Art nur Einzelfunde im Norden nachgewiesen wurden, im Süden war sie nicht vertreten. *Crepis dioscoridis* (Asteraceae) wurde als Einzelfund verzeichnet.

**Tab. 3:** Biodiversitätsindices der untersuchten Standorte. Individuenzahl (N), Artenzahl (S), Diversitätsindex nach Shannon-Weaver (H'), maximal möglicher Diversitätswert (H<sub>max</sub>) und Evenness (E), d. h. der Ausbildungsgrad der Diversität der Pflanzenarten im Abfallmaterial der Untersuchungsflächen.

**Table 3:** Biodiversity indices of the investigated sampling sites. Number of individuals (N), Species richness (S), Dominance index (d), Shannon-Weaver diversity index (H'), maximum diversity of species which could possibly occur (H<sub>max</sub>) and Evenness (E) of plant species in chaff piles of the respective sampling sites.

Standort	N	S	H'	H <sub>max</sub>	E
I	6151	42	2,3	5,4	0,4
II	4737	43	1,3	5,4	0,2
III	9815	26	2,4	4,7	0,5

Fläche III zeichnete sich floristisch mit 26 Pflanzenarten aus 12 Familien als artenärmste Fläche aus. Dominante Arten waren *Crepis zacintha*, *Trifolium campestre* (Fabaceae) und *Trifolium scabrum* (Fabaceae). *Crepis zacintha* war im Abfallmaterial von allen Standorten zu finden, quantitativ jedoch am häufigsten im Süden vertreten.

Subdominante Arten waren *Carthamus lanatus* (Asteraceae), *Scorpiurus muricatus* (Fabaceae), *Trigonella balansae* (Fabaceae), *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae) und *Dasyphyrum villosum* (Poaceae). Die Diversität innerhalb der Familie Poaceae war auf Fläche III am geringsten: *A. neglecta* machte den Hauptanteil aus, vereinzelt traten *Avena sterilis*, *Cynosurus echinatus*, sowie *Melica ciliata* auf. Der Fund von *Carduus pycnocephalus* (Asteraceae) und *Trigonella corniculata* (Fabaceae) sowie das häufige Vorkommen von *Anthoxanthum odoratum* (Poaceae) und *Cynodon dactylon* (Poaceae) stellen eine Besonderheit für das Abfallmaterial aus dem Süden dar.

Auf Fläche II war die Evenness mit 0,2 und der Shannon-Index mit 1,3 wesentlich niedriger als der Shannon-Index mit 2,3 auf Fläche I sowie 2,4 auf Fläche III. Das Abfallmaterial der Untersuchungsflächen I und III verzeichnete somit eine höhere Diversität an Pflanzenarten als jenes von Fläche II (Tab. 3).

Der Jaccard Index ergibt nur etwa ein Drittel Übereinstimmung im Spektrum der gefundenen Pflanzenarten im Abfallmaterial der Untersuchungsflächen (Tab. 4).

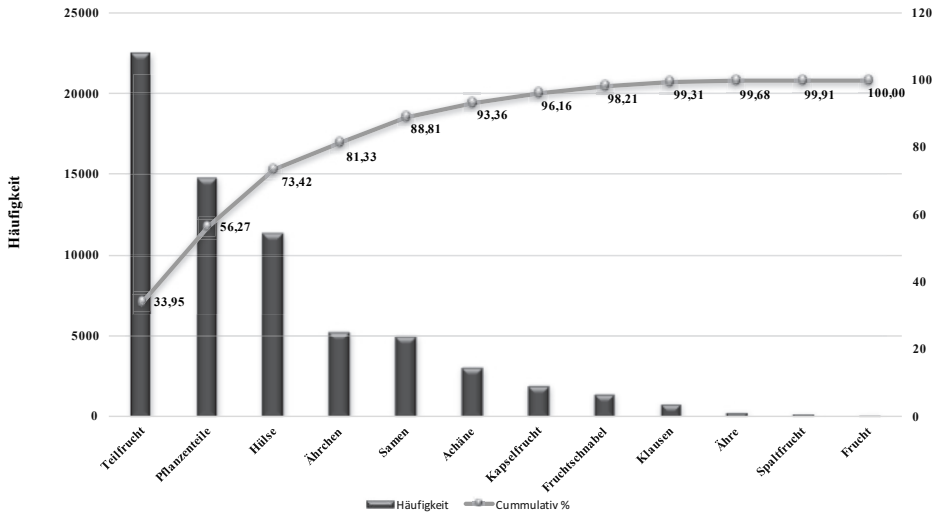
#### d) Im Abfallmaterial auftretende Diasporen und Pflanzenteile

In den Probenahmen auf Fläche I wurde eine Gesamtanzahl von 6.151 Diasporen und Pflanzenteile identifiziert; Probenahmen auf Fläche II umfassten 4.737 Diasporen und Pflanzenteile; Proben auf Fläche III setzten sich aus 9.815 Diasporen und anderen Pflanzenteilen zusammen. Insgesamt wurden 21 Typen pflanzlicher Diasporen und Pflanzenteile im Abfallmaterial nachgewiesen (Abb. 5). Vornehmlich wurden folgende Typen verzeichnet:

- Auf Teilfrüchte entfiel im Abfallmaterial mit einem Prozentanteil von 34 % der größte Anteil. Häufig wurden Teilfrüchte von *Crepis zacintha*, *Scorpiurus muricatus* und *Erodium cicutarium* gefunden.
- Hülsen kamen mit einem Anteil von 17,2 % vor. Am häufigsten traten Hülsen von *Medicago minima* auf. Gefolgt von *Medicago rigidula*. Gelegentlich waren auch Hülsen

**Tab. 4:** Jaccard Index.

Standort	I	II
Cres Nord		
Cres Mitte	28,9	
Cres Süd	36,2	37,9



**Abb. 5:** Pareto - Diagramm zu den relativen Häufigkeiten (%) der Diasporen und Pflanzenteile im Abfallmaterial.

**Fig. 5:** Pareto - diagramm of the relative frequency (%) of propagule types and plant parts that occurred in chaff piles.

von *Medicago arabica*, *Lotus corniculatus*, *Anthyllis vulneraria*, *Medicago carstiensis* und *Astragalus hamosus* zu finden.

- Mit einem Anteil von 9,5 % wurden Kronblätter von *Trifolium campestre* am dritthäufigsten im Abfallmaterial nachgewiesen.
- Auf Kelche entfiel ein Anteil von 9,2 %. Quantitativ am häufigsten vertreten waren Kelche von *Anthyllis vulneraria*, *Trifolium angustifolium*, *Trifolium scabrum*, *Trifolium stellatum*, *Marrubium vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Salvia verbenaca* und *Linum austriacum*.
- Ährchen waren mit einem Anteil von 7,9 % vertreten. Am zahlreichsten wurden Poaceae-Ährchen von *Aegilops neglecta*, *Dasypyrum villosum* und *Avena sterilis* gefunden, gefolgt von *Cynosurus echinatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Aegilops triuncialis*, *Melica ciliata* und *Vulpia ciliata*.
- Samen waren im Abfall mit 7,5 % Häufigkeit vertreten; am zahlreichsten durch *Convolvulus althaeoides*, mit nur einem geringen Anteil durch *Euphrobia wulfenii*.
- Achänen machten einem Anteil von 4,6 % aus. Vornehmlich traten Achänen folgender Arten auf: *Carduus pycnocephalus*, *Carthamus lanatus*, *Scolymus hispanicus* und *Urospermum picroides*.

## Diskussion

### Beschreibung und Vermessung der Nestoberflächen

Die Tatsache, dass Ernteteams die Nestoberflächen vegetationsfrei halten, hat zu zahlreichen, z. T. spekulativen Hypothesen geführt. Nach einer gängigen Interpretation fungieren die vegetationsfreien Nestoberflächen einerseits als Hitzeabsorber, andererseits

würden aufkommende Pflanzen unwillkommenen Schatten spenden und gleichzeitig dem Boden Feuchtigkeit entziehen (WHEELER & WHEELER 1986, RISSING 1988, BUCY & BREED 2006, CAPINERA 2008). Zusätzlich könnten Wurzeln die Nestarchitektur wie Gänge und Kammern zerstören (WU 1990). Darüber hinaus könnten vegetationsfreie Nestoberflächen als Landeplatz für fliegende Männchen auf Hochzeitsflug dienen. Weiters könnte die schnelle Fortbewegung für Arbeiterinnen auf kahlen Nestoberflächen erleichtert werden (FEWELL 1988). Ähnlich wie bei Arten der Ernteameisen-Gattung *Pogonomyrmex* könnten *M. wasmanni*-Kolonien Pflanzen von der Nestoberfläche als Reaktion gegen Ameisen jagende Spinnen entfernen um den Bau von Spinnennetzen in der Vegetation direkt über den Nestern zu verhindern (MACKAY 1982).

### Abfallmaterial

Eine mitteleuropäische *Messor*-Kolonie sammelt täglich bis zu 27.000 Pflanzensamen, überwiegend Getreidekörner, ein (VEILE 1991). In einer 4-monatigen Erntezeit ergibt das ca. 12 kg (VEILE 1991). Die Analyse des Abfallmaterials der mediterranen Ernteameise *M. wasmanni* zeigt deutlich ein reichhaltiges Spektrum an Pflanzenarten, allerdings ergab der Jaccard-Index im Vergleich der nachgewiesenen Pflanzenarten im Abfallmaterial aus dem Norden, der Mitte und aus dem Süden des Verbreitungsgebietes auf Cres nur etwa ein Drittel an Übereinstimmung. Darüber hinaus belegen die Ergebnisse, dass nur von wenigen Pflanzenarten Samen, Diasporen sowie andere Pflanzenteile in größeren Mengen eingetragen wurden. Im Abfallmaterial traten lediglich zwei eudominante und vier dominante Pflanzenarten auf. Im Lebensraum mediterraner Ernteameisen, produzieren nur wenige Pflanzenarten ausreichend Samen zur Deckung des Nahrungsbedarfes. Die ökologische Bedeutung eines weiten Spektrums an Nahrungspflanzen wird auch durch eine Feldstudie an *Messor* cf. *structor* FABRICIUS, 1804, welcher in weiten Teilen Zentral-europas vorkommt, unterstützt (HAHN & MASCHWITZ 1985). Im Abfallmaterial von *M. wasmanni* Kolonien wurden insgesamt 21 Typen pflanzlicher Diasporen und Pflanzenteile identifiziert. Vornehmlich setzte sich das Abfallmaterial aus Samen von *Crepis zacintha* (Asteraceae), Teilfrüchten von *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. (Geraniaceae), Hülsen von *Medicago minima* L. (Fabaceae) und *Trigonella corniculata* L. (Fabaceae) sowie aus Kronblättern von *Trifolium campestre* Schreb. (Fabaceae) zusammen. Darüber hinaus wurden im Abfallmaterial Kelche diverser Arten der Familien Fabaceae und Lamiaceae gefunden. Dieses Ergebnis stimmt mit der Ernährungsweise granivorer Ernteameisen der Gattungen *Pheidole*, *Monomorium*, *Pogonomyrmex* und *Messor* überein. Granivore Ernteameisen sammeln Samen, andere Diasporen und Pflanzenteile ein, wobei die Spreu von den Samen erst im Nest getrennt wird und nur Samen zu Ameisenbrot, weiterverarbeitet werden. Dieses stellt einen Großteil der Nahrung von *M. wasmanni* dar. Nicht als Nahrung verwertbare Pflanzenteile werden aus dem Nest ausgetragen (HÖLLDOBLER & WILSON 1990, VEILE 1991) und an der Nestoberfläche angehäuft (Abfallmaterial). Wenn das Angebot bevorzugter Samen und Früchte gering ist, sammeln Ameisen auch weniger begehrte Pflanzenteile, wie Kronblätter, Blütenteile, Kelche, Blätter und Stängel ein (RISSING & WHEELER 1976). Zusätzlich wurden im Abfallmaterial von *M. wasmanni*-Kolonien große Mengen an intakten, jedoch nicht ausgekeimten Samen festgestellt (Abb. 5). Dieser Befund unterstreicht die Tatsache, dass *M. wasmanni* Ernteameisen, trotz ihrer granivoren Ernährungsweise auch eine bedeutende Funktion in der Samenverbreitung einnehmen

(HÖLLDOBLER & WILSON 1990). Im Gegensatz dazu tragen beispielsweise Arbeiterinnen von *Formica rufa* LINNAEUS, 1761 Diasporen aufgrund ihrer Elaiosomen in das Nest ein. Dort trennen sie Elaiosomen von den Samen ab und entfernen anschließend die Samen, für die sie keine Verwendung haben, aus dem Nest. Elaiosomen sind als lock- und nährstoffhaltige Anhängsel an Samen und anderen Diasporen für viele Ameisenarten, besonders für zahlreiche Gattungen der Myrmicinae, sehr attraktiv (SEIFERT 2007). Elaiosomen können an verschiedenen Samenteilen ausgebildet werden. Sie allein sind für den Verzehr bestimmt, und werden oft schon auf dem Weg zum Nest abgebissen. Die Samen dieser sogenannten „Myrmecochoren“ (RIDLEY 1930) bleiben unterwegs liegen und kommen so zur Keimung und Verbreitung.

Obwohl sich Ernteameisen der Gattung *Messor* hauptsächlich oder ausschließlich von Pflanzensamen ernähren (SHEATA & KASCHEF 1971, LEVIEUX & DIOMANDE 1978, ONOYAMA & ABE 1982, HAHN & MASCHWITZ 1985, CERDÁ & RETANA 1994, DETRAIN & PASTEELS 2000, HENSEN 2002), konsumieren sie gelegentlich auch Insekten, Faeces und Schnecken (AZCÁRATE et al. 2005, PÁLL-GERGELY & SÓLYMOS 2009). Eine Analyse des von *M. wasmanni*-Arbeiterinnen eingetragenen Materials weist ebenfalls auf den gelegentlichen Verzehr von tierischen Überresten hin (TRAXLER 2016a). Die größten Mengen an eingetragenen tierischem Material fanden sich im Frühsommer (Mai), wo es einen Anteil von 2,6% von der Gesamtmenge des eingetragenen Materials ausmachte. Von Juli bis August umfasste der tierische Anteil lediglich 0,6% und im Oktober 0,7% (TRAXLER 2016a). Eine Studie von AZCÁRATE et al. (2005) an der Ernteameise *M. barbarus* weist darauf hin, dass der gelegentliche Verzehr von Insekten und Schnecken eine zusätzliche Proteinquelle darstellt, wenn pflanzliche Nahrung, beispielsweise im Frühjahr, in noch ungenügender Menge zur Verfügung steht oder während länger andauernden Dürreperioden stark reduziert wird bzw. wenn Ameisenkolonien aufgrund von Fressfeinden ihre Aktivitäten außerhalb des Nestes einstellen und die Nesteingänge verschließen (TRAXLER 2016b).

## Zusammenfassung

Die Untersuchung von *M. wasmanni* Ernteameisen Kolonien auf der kroatischen Insel Cres erfolgte von 28.05.2009 bis 24.10.2009. Das pflanzliche Material im Abfallmaterial von *M. wasmanni* – Kolonien umfasste einen Gesamtanteil von 90,9%. Der restliche Anteil von 9,1% setzte sich aus tierischen Überresten und Orthoptera-Faeces zusammen. Es wurde ein reichhaltiges Spektrum an Nahrungspflanzen identifiziert, welches insgesamt 55 Pflanzenarten aus 19 Familien umfasste. Zusätzlich wurden zahlreiche tierische Taxa erfasst. Gastropoda dominierten mit 53% relativer Häufigkeit im tierischen Material, Coleoptera repräsentierten mit 38% relativer Häufigkeit die zweithäufigste Tiergruppe.

Die Ergebnisse zeigen, dass nur von wenigen Pflanzenarten Samen, Diasporen, sowie Pflanzenteile in größeren Mengen eingetragen wurden. Es traten lediglich zwei eudominante und vier dominante Pflanzenarten im Abfallmaterial auf. Darüber hinaus zeigte die Zusammensetzung der nachgewiesenen Pflanzenarten im Abfallmaterial aus dem Norden, der Mitte und aus dem Süden des Verbreitungsgebietes auf Cres nur etwa ein Drittel an Übereinstimmung. Leider waren aufgrund der starken Trockenheit im Jahr 2009 nur im Frühling, nicht jedoch im Sommer und Herbst, Vegetationsaufnahmen im Umkreis der Ameisennester möglich. Somit kann keine Aussage getroffen werden, ob die im Abfall-

material vorkommenden Pflanzenarten gezielt eingesammelt wurden, oder einfach nur häufig in der Umgebung der Ernteameisen Kolonien vorkamen.

Insgesamt konnten 21 Typen pflanzlicher Diasporen und Pflanzenteile nachgewiesen werden. Vornehmlich setzte sich das Abfallmaterial aus Teilfrüchten, Hülsen, Kronblättern, Kelchen, Ährchen, Samen sowie Achänen zusammen. Der hohe Anteil von noch intakten, keimfähigen Samen (7,5%) im Abfallmaterial weist darauf hin, dass *M. wasmanni*-Kolonien trotz ihrer weitgehend granivoren Ernährungsweise – auch eine bedeutende Funktion in der Samenverbreitung einnehmen. Der gelegentliche Verzehr von Insekten und Schnecken stellt eine zusätzliche Proteinquelle dar, wenn pflanzliche Nahrung, beispielsweise im Frühjahr oder während länger andauernden Dürreperioden in ungenügendem Ausmaß verfügbar ist.

### Danksagung

Ich bedanke mich bei Dr. Herbert Zettel (Naturhistorisches Museum Wien) für die Determination der Ameisenart, sowie bei Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Waitzbauer (Universität Wien) für die Bereitstellung seines Herbariums sowie für die Korrektur des Manuskripts. Ebenfalls möchte ich mich bei Dr. Herbert C. Wagner und Dr. Andreas Berger für die hilfreichen Anmerkungen bedanken. Weiters möchte ich mich bei Ida Traxler und M.Sc. Christian Fiedler für die enorme Unterstützung bei der Freilandarbeit sowie bei der Analyse im Labor bedanken.

### Literatur

- ANDERSEN A.N. 1991: Seed harvesting by ants in Australia. In: Ant-plant interactions. Ed. by Huxley C.R. & Cutler D.F. – Oxford: Oxford University Press, p. 493–503.
- AZCÁRATE F.M., ARQUEROS L., SÁNCHEZ A.M. & PECO B. 2005: Seed and fruit selection by harvester ants, *Messor barbarus*, in Mediterranean grassland and scrubland. – Functional Ecology 19: 273–283.
- BACH K. 2013: Ökologie der Biozönosen. – Springer-Verlag, p. 18.
- BLAMEY M. & GREY-WILSON C. 1998: Mediterranean Wild Flowers. – Collins Field Guide, Harpercollins UK, 560 pp.
- BUCY A. & BREED M.D. 2006: Thermoregulatory trade-offs result from vegetation removal by a harvester ant. – Ecological Entomology 31(5): 423–429.
- CAPINERA J.L. 2008: Encyclopedia of Entomology. – Springer Science & Business Media, 4212 pp.
- CELLI G. & MACCAGNANI B. 1994: Mould control by the harvester ant *Messor structor* (Latr.) on stored seeds. – Bollettino dell'Instituto Entomologica dell'Università di Bologna 48: 195–202.
- CERDÁ X. & RETANA J. 1994: Food exploitation patterns of two sympatric seed-harvesting ants *Messor bouvieri* (Bond.) and *Messor capitatus* (Latr.) (Hym., Formicidae) from Spain. – Journal of Applied Entomology 117: 268–277.
- DETRAIN C. & PASTEELS J.M. 2000: Seed preferences of the harvester ant *Messor barbarus* in a Mediterranean mosaic grassland (Hymenoptera: Formicidae). – Sociobiology 35: 35–48.
- ENGELMANN H.D. 1978: Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – Pedobiologia 18: 378–380.



- FEWELL J.H. 1988: Energetic and time costs of foraging in harvester ants, *Pogonomyrmex occidentalis*. – Behavioral Ecology and Sociobiology 22: 401–408.
- FIORI A. & PAOLETTI G. 1981: Flora italiana illustrata. – Bologna, Via Emilia Levante 31.
- HAHN M. & MASCHWITZ U. 1985: Foraging strategies and recruitment behaviour in the European harvester ant *Messor rufitarsis*. – Oecologia 68: 45–51.
- HENSEN I. 2002: Seed predation by ants in south-eastern Spain (Desierto Tabernas, Almería). – Anales de Biología 24: 89–96.
- HÖLLDOBLER B. & WILSON E.O. 1990: The Ants. – Springer, p. 609–617.
- LEVIEUX J. & DIOMANDE T. 1978: La nutrition des fourmis granivores. 1. Cycle d'activité et régime alimentaire de *Messor galla* et *Messor regalis*. – Insectes Sociaux 25: 127–139.
- MACKEY W.P. 1982: The effect of predation of western window spiders (Araneae: Theridiidae) on harvester ants (Hymenoptera: Formicidae). – Oecologia 53: 406–411.
- MARTINOLI G. 1948: La vegetazione degli stagni di Ossero (Cherso). – Plant Biosystems 55(2): 276–319.
- ONOYAMA K. & ABE T. 1982: Foraging behavior of the harvester ant *Messor aciculatus* in relation to the amount and distribution of food. – Japanese Journal of Ecology 32: 383–393.
- PÁLL-GERGELY B. & SÓLYMOS P. 2009: Ants as shell collectors: notes on land snail shells found around ant nests. – Malacologica Bohemoslovaca 8: 14–18.
- RIDLEY H.N. 1930: The dispersal of plants throughout the world. – L. Reeve & Co., London, 744 pp.
- RISSING S.W. & WHEELER J. 1976: Foraging responses of *Veromessor pergandei* to changes in seed production (Hymenoptera: Formicidae). – Pan-Pacific Entomologist 52(1): 63–72.
- RISSING S.W. 1988: Seed-Harvester Ant Association with Shrubs: Competition for Water in the Mohave Desert? – Ecology. 69(3): 809–813.
- SCHILDKNECHT H. & KOOB K. 1971: Myrmicacin, the first insect herbicide. – Angewandte Chemie International Edition 10: 124–125.
- SEIFERT B. 2007: Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. – Lutra-Verlag, Görlitz, p. 66–68.
- SHEATA M.N. & KASCHEF A.H. 1971: Foraging activities of *Messor aegyptiacus*. – Insectes Sociaux 18: 215–226.
- STANČIĆ Z. & PANDŽA M. 2005: The Association *Stipo-Salvietum officinalis* H-ić (1956) 1958 in Croatia. – In 30. simpozij Istočnoalpsko-dinarskog društva za istraživanje vegetacije.
- STEINBERGER Y., LESCHNER H. & SHMIDA A. 1991: Chaff piles of harvester ant (*Messor spp.*) nests in a desert ecosystem. – Insectes Sociaux 38(3): 241–250.
- TRAXLER T. 2016a: Native food spectrum, size-matching and foraging efficiency of the Mediterranean harvester ant *Messor wasmanni* (Hymenoptera: Formicidae). – Ecologica Montenegrina 7: 451–463.
- TRAXLER T. 2016b: The impact of predation by the myrmecophagous spider *Zodariion elegans* (Araneae: Zodariidae) on the activity pattern of the Mediterranean harvester ant *Messor wasmanni* (Hymenoptera: Formicidae). – Ecologica Montenegrina 7: 328–344.



- VEILE D. 1991: Ameisen. Grundzüge der Erfassung und Bewertung. In: Trautner J. Hrsg. (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. – Margraf-Verlag Weikersheim 5, p. 177–188.
- WHEELER G.G. & WHEELER J.N. 1986: The Ants of Nevada. – The Natural History Museum of Los Angeles Country, p. 138.
- WU H.J. 1990: Disk clearing behavior of the red harvester ant, *Pogonomyrmex barbatus* Smith – Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 29(3):153–164.

### **Anschrift der Verfasserin**

Dr. Tanja Traxler, Department für Botanik und Biodiversitätsforschung, Universität Wien, Rennweg 14, 1030 Wien, Österreich. E-Mail: a0308980@univie.ac.at