

Vergleichende Analyse der koprophagen Käferfauna (Coleoptera) am Kot verschiedener Huftiere auf der Ville bei Bornheim (NRW)

CELINA HERBIG

Kurzfassung: Auf dem Höhenzug der Ville bei Bornheim-Brenig wurde am 5. Mai, 19. Mai und 8. Juni 2014 auf Weiden von Schafen, Kamelen, Pferden, Rindern und Ziegen jeweils eine Kotprobe und eine weitere vom darunter gelegenen Erdboden entnommen. Die 30 Proben wurden zur Extraktion für mehrere Tage in Auslesegeräte gegeben. Dadurch konnten 13.850 Käfer (8.522 Scarabaeidae, 2.907 Staphylinidae, 2.304 Hydrophilidae, 68 Ptiliidae, 31 Histeridae) erfasst werden. Hydrophilidae und Scarabaeidae wurden determiniert und konnten 32 Arten zugeordnet werden. Der Kamelkot war mit 30 Arten am artenreichsten, Schafkot enthielt die meisten Individuen (3.105 Käfer). Die mit Abstand häufigsten Arten waren *Aphodius pusillus* und *Cercyon pygmaeus*, von *Aphodius scrofa* wurde mit 114 Individuen eine gefährdete Art der Roten Liste Deutschlands zahlreich nachgewiesen. Der kleine, kompakte Kot der Schafe und Ziegen wird von *Onthophagus* und *Aphodius* bevorzugt, feuchter Dung von großen Weidetieren von *Sphaeridium*, während sich bei den Vertretern von *Cercyon* keine Präferenz festzustellen lässt. Ein Vergleich mit der koprobioten Fauna der Ville mit anderen gut bearbeiteten Fundorten im Rheinland zeigt, dass die Fauna im untersuchten Gebiet sehr artenreich ist.

Abstract: Along the Hills of the Ville at Bornheim-Brenig between Bonn and Cologne, Northrhine-Westphalia, Germany, dung of sheep, camel, horse, cattle and goats have been collected on 5th May, 19th May, and 8th June 2014. At each occasion, pure dung and soil samples beyond dung were collected, and beetles were extracted in drying funnels for some days. Within the total of 30 samples, 13,850 beetles (8,522 Scarabaeidae, 2,907 Staphylinidae, 2,304 Hydrophilidae, 68 Ptiliidae, 31 Histeridae) could be collected. Only Scarabaeidae, and Hydrophilidae were identified, 32 species could be found. Dung of camel was most diverse with 30 species, dung of sheep showed the highest abundance (3,105 individuals). The overall most abundant species were *Aphodius pusillus* and *Cercyon pygmaeus*. *Aphodius scrofa*, an endangered species, listed on the German federal red data list, could be found with 114 individuals. The small and compact dung of sheep and goats is preferred by species of *Onthophagus* and *Aphodius*, more humid dung of larger animals is more used by *Sphaeridium*, while *Cercyon* showed no significant preferences. In comparison to other studies on coprobiontic beetles in Western Germany, the fauna at the Ville Hills is exceptionally rich in species.

1 Einleitung

Ein „Kothaufen [...] stellt ein kleines Ökosystem für sich dar“ (RÖSSNER 2012). Er bildet ein komplexes Geflecht aus Lebensraum, Gangsystem und Brutstätte für die unterschiedlichsten Insekten. Im und am Kot trifft man auf unzählige Milben (Acari), Urinsekten (Apterygota), Fliegen (Diptera) und Käfer (Coleoptera). Der Kot dient unter anderem den koprophagen Käfern als Nahrungsquelle, Lebensraum und zur Fortpflanzung.

Durch ihre Lebensweise leisten sie trotz ihrer geringen Größe eine nicht unwesentliche ökologische Rolle in der Dungverwertung und der Bodenlockerung, die verschiedenen Arten dienen außerdem als Bioindikatoren für Beweidungstradition, Bodenqualität und der Naturnähe von Weiden (WASSMER 1995).

An drei Terminen im späten Frühjahr 2014 wurden Probenahmen auf einem Beweidungskomplex in Bornheim-Brenig durchgeführt. Der Kot von dort lebenden Schafen, Kamelen, Pferden, Rindern und Ziegen wurde auf die darin vorkommenden Käfer untersucht. Der Dung der fünf verschiedenen Huftiere wurde auf deren Weiden gesammelt, die Käfer ausgelesen, bestimmt und konserviert. Die Ergebnisse der Untersuchung sollen in dieser Arbeit analysiert, diskutiert und mit anderen Daten verglichen werden.

Die zentrale Frage lautet, ob Gattungen der Familien der Scarabaeidae und Hydrophilidae Unterschiede in der Habitatpräferenz aufweisen. Geprüft werden soll außerdem, ob die Arten und Individuen unterschiedliche Kotarten bevorzugen und von welchen Kriterien dies jeweils abhängt. Analysiert werden soll der Artenbestand koprophager Käfer bei Bornheim-Brenig, deren Faunenvollständigkeit und Naturnähe. Neben einheimischen Weidetieren fallen vor allem die Kamele auf. Daher soll weiterhin geklärt werden, ob in deren Kot ebenfalls eine vergleichbar artenreiche koprophage Fauna existiert.

2 Untersuchungsgegenstand

2.1 Käfer

In Deutschland gibt es 159 Blatthornkäferarten (Scarabaeidae), von denen 89 koprophag leben. Bei den 114 vorkommenden Wasserkäferarten (Hydrophilidae) sind es hingegen nur 20 koprophage und fakultativ koprophage Arten, solche also, die an Kot, Faulstoffen und faulenden Vegetabilien (FREUDE et al. 1969) leben. Von den elf in Deutschland vorkom-

menden Mistkäferarten (Geotrupidae) haben neun eine koprophage Lebensweise. Von diesen Arten kommen jeweils 18 Hydrophilidae, sieben Geotrupidae und 65 Scarabaeidae auch im Rheinland vor (Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht der an Kot lebenden Arten der bearbeiteten Käferfamilien. Einordnung dieser Habitatpräferenz nach HORION 1941-1974, FREUDE et al. 1969, 1971 & KOCH 1989a, 1989b, 1992. Artenzahlen nach Verzeichnis der Käfer Deutschlands (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998, KÖHLER 2000, 2011). In Klammern der Anteil der verschollenen Arten der jeweiligen geografischen Region.

	Deutschland	Rheinland	Ville
koprophage Hydrophilidae	20	18	18
koprophage Geotrupidae	9 (1)	7 (1)	4
koprophage Scarabaeidae	89 (7)	65 (10)	28

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf Käfern mit koprophager Lebensweise, also solchen, die sich von Exkrementen anderer Tierarten ernähren. Untersucht und bestimmt wurden die Mistkäfer (Geotrupidae), Blatthornkäfer (Scarabaeidae) und Wasserkäfer (Hydrophilidae), die sich von Dung von Säugetieren ernähren. Vogelkot wird von Dungkäfern nicht besiedelt, da er zu viel Harnsäure und zu wenig verwertbare Nährstoffe enthält (RÖSSNER 2012). Stutzkäfer (Histeridae), Federflügler (Ptiliidae) und Kurzflügler (Staphylinidae) wurden nicht bestimmt. Auch die Oxytelinae (Staphylinidae), zu denen ein großer Teil der gefundenen Kurzflügler gehört, leben zwar ebenfalls koprophag, wurden jedoch bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Viele der an Kot lebenden Staphylinidae und einige Histeridae sind Räuber. Sie nutzen den Kot, um Jagd auf dort lebende Käfer, Larven, Eier und andere kleine Insekten zu machen (RÖSSNER 2012).

Die Scarabaeidae können hinsichtlich der Ernährungsart in zwei Gruppen unterteilt werden. Die eine ernährt sich strikt phytophag (Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae, Cetoniinae), die andere Gruppe (Coprinae, Aphodiinae, Troginae) lebt von Pilzsporen, totem organischem Material oder rein koprophag (RITCHER 1958) und soll im weiteren behandelt werden. Ein typischer Vertreter der zweiten Gruppe ist *Onthophagus coenobita* (Abb. 1).

Die koprobionten Käfer können ökologisch weiter differenziert werden, wobei zwischen Paracopriden (engl. „tunnelers“) und Endocopriden (engl. „dwellers“) unterschieden wird (WASSMER 1995). Paracopride Käfer legen

Tunnel und Kammern in der unter dem Kot gelegenen Erde an und vergraben Teile davon in ihren Stollen, in denen die Eiablage erfolgt. Endocopride hingegen leben und brüten im Kot (WASSMER 1995). Zu ihnen sind Aphodiinae und auch die Hydrophilidae zu zählen, zu letzterer gehört *Sphaeridium lunatum* (Abb. 2), eine in Deutschland häufig anzutreffende Art. Das Auftreten und die Diversität koprophager Käfer hängt neben biotischen Faktoren wie „der Konkurrenz anderer koprophiler Arten, der Wirkung von [...] Pilzen und Parasiten [sowie] Bodendeckung und Höhe der Vegetation“ (RÖSSNER 2012) auch vermehrt von abiotischen Faktoren ab.



Abb.1: *Onthophagus coenobita* (Foto: F. KÖHLER). **Abb. 2:** *Sphaeridium lunatum* (Foto: F. KÖHLER).

Dazu gehören „Temperatur und Niederschläge, Höhenlage, Boden [...], Jahreszeit [...], Art, Konsistenz und Alter des Kots, [...] [sowie] Reste veterinärmedizinischer Behandlungen“ (RÖSSNER 2012). Eine Rolle spielen auch die „Beweidungsdichte, Weidetierart und Nutzungsgeschichte“ (WASSMER 1995). Jede Art hat zudem einen „eigenen zeitlichen Entwicklungszyklus“ (RÖSSNER 2012) und tritt somit innerhalb des Jahres nur in bestimmten Zeiträumen auf. Mit den Untersuchungen im Mai und Anfang Juni soll der Blick nun im Folgenden auf den Spätfrühlingsaspekt gerichtet werden.

2.2 Untersuchungsgebiet

Die Ville, an deren Osthang zwischen Bornheim-Brenig und Bornheim-Waldorf die fünf untersuchten Flächen liegen, ist ein zwischen Bonn und Köln verlaufender Höhenzug im Gebiet der Niederrheinischen Bucht (Abb. 3). Die höchste natürliche Erhebung befindet sich mit 180 m im Kottenforst (ZENSES 2002), wobei die untersuchten Weideflächen alle auf ca. 160 m NN gelegen sind. Vier Flächen sind von einem ca. 100 ha umfassenden Beweidungskomplex südlich von Brenig eingefasst, gelegen in direkter

Nachbarschaft zum angrenzenden Kottenforst. Die fünfte Weide liegt rund 2,7 km weiter nordwestlich bei Waldorf (Abb. 4). Dort grenzen ebenfalls bewirtschaftete und beweidete Areale an, jedoch ohne unmittelbare Nähe zu größeren, zusammenhängenden Waldgebieten. Charakterisieren lassen sich alle Untersuchungsflächen als offenes Weideland in einer reich strukturierten Kulturlandschaft, die sich sowohl durch Siedlungsnähe und landwirtschaftliche Nutzung, als auch durch viele Hecken und Streuobstbestände auszeichnet. Nach YOO (2008) setzt sich der Untergrund am gesamten Osthang der Ville aus trockenem, sandigem Erdboden und Löss zusammen.



Abb. 3: Lage des Untersuchungsgebiets, mit rotem Punkt gekennzeichnet (Quelle: www.wikipedia.org/wiki/Datei:North_Rhine-Westphalia_topographic_map_02.jpg).

Geologisch gesehen bildet die Ville ursprünglich einen sogenannten Horst, der entsteht, wenn sich der Untergrund in entgegengesetzte Richtungen verschiebt und dabei Erhebungen und Grabensysteme bildet (YOO 2008). Der Villerücken ist im Tertiär durch das unterschiedlich tiefe Einsinken der Kölner Bucht und der Voreifel entstanden. Im Westen ist die Bruchlinie der Verwerfung gut erkennbar, der Ostrand jedoch ist durch die Erosion des Rheins und sandreicheren Untergrund geprägt (GRUNERT 1988). Durch den dort entstandenen Prallhang bildet die Ville heute einen Halbhorst (YOO 2008). GRUNERT (1988) zufolge wurde der östliche Hangboden – gleichzeitig zur Sandablagerung durch die Rheinerosion – durch vom Wind angetragenen Löss geprägt. Dazu zählt auch der Bereich, in dem die Untersuchungsflächen liegen.

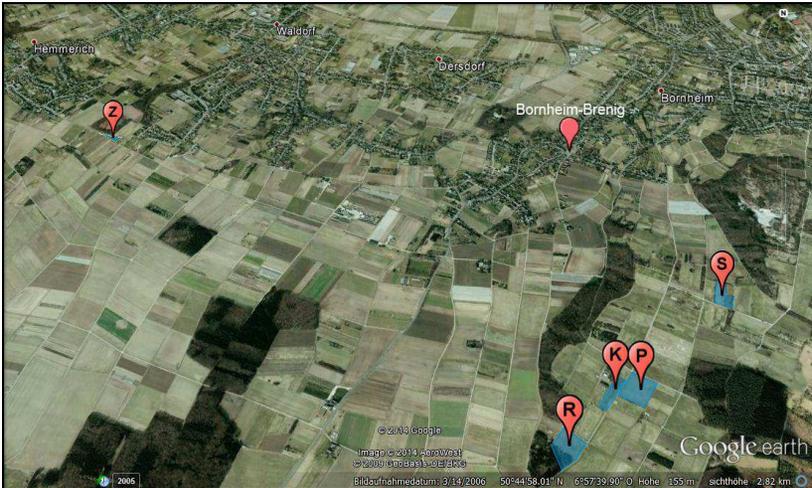


Abb. 4: Übersicht der Weideflächen (S = Schafe, K = Kamele, P = Pferde, R = Rinder, Z = Ziegen) (Quelle: Google Earth).

Durch die Lage im selben Beweidungsgebiet (siehe Abb. 4) sind alle Flächen gleich bleibenden abiotischen Faktoren wie Niederschlag, Boden und Temperatur ausgesetzt. Die einzige sich ändernde Variable ist die Weidetierart. Die Daten lassen sich durch die gleich bleibenden äußeren Bedingungen besonders gut miteinander vergleichen.

2.3 Weidetiere

Kamele: Die drei zweihöckrigen Kamele (*Camelus ferus*) leben auf einer ca. 0,5 ha großen Weide mit Sandsuhle. Direkt angrenzend befindet sich ein landwirtschaftlicher Hof, an dessen Gebäude sich der Unterstand der Kamele anschließt. Die Tiere (Abb. 5) verbringen im Winter nur die Tage im Freien, ab Mai leben sie gantztägig auf der Weide. Der Kamelkot (Abb. 6) ist von der Konsistenz her verdickter und größer als der der Schafe.

Pferde: Die ca. 1,4 ha umfassende Weide der vier Pferde (*Equus spec.*) hat einen kleinen Holzunterstand und liegt in unmittelbarer Nähe zur Kamelweide. Die Tiere (Abb. 7) stehen ab Mai den ganzen Tag auf der Weide. Angrenzend befinden sich etliche weitere Pferdeweiden. Der Dung der Pferde (Abb. 8) besteht aus großen Äpfeln, in denen grobe unverdaute Pflanzenreste noch gut zu erkennen sind.



Abb. 5: Die drei Trampeltiere (Fotos ff. Verf.)



Abb. 6: Kamelkot.



Abb. 7: Zwei der Pferde auf einer der untersuchten Koppeln.



Abb. 8: Pferdekot.



Abb. 9: Im Vordergrund das Watussi-Rind, links im Bild das Schottische Hochlandrind sowie rechts die anderen Hausrindrassen.



Abb. 10: Rinderkot.



Abb. 11: Ostpreußische Skudden, im Vordergrund ein Junges mit Muttertier.



Abb. 12: Schafkot.



Abb. 13: Eine der Zwergziegen auf der Weide bei Waldorf.



Abb. 14: Ziegenkot.

Rinder: Ein Watussi-Rind, ein Highland-Cattle sowie Tiroler Grauvieh und Piemonteser-Kreuzungen (Abb. 9) teilen sich eine ca. 1,1 ha große Weide, auf der es auch ein kleines Waldstück gibt. Die zehn Rinder (*Bos primigenius taurus*) verbringen ab Mai Tag und Nacht auf der Weide. Der Kot der Rinder (Abb. 10) ist relativ groß; als Wiederkäuer produzieren sie sehr flüssigen Dung in Form eines platten Fladens.

Schafe: Die ostpreußischen Skudden (*Ovis orientalis aries*), die auf der Roten Liste bedrohter Nutztierassen vermerkt sind (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2013) gelten als kleinste und älteste Hausschaf rasse Europas. Auf einer seit 1998 bewirtschafteten und ca. 1 ha großen Weide mit alten, hochstämmigen Obstbäumen und einem offenen Unterstand verbringen die rund 40 Tiere das ganze Jahr im Freien. Diese Weide ist die einzige der fünf Untersuchungsflächen, die expo-

niert und in Hanglage liegt. Die genügsamen und robusten Schafe (Abb. 11) verfügen über eine hohe Umweltstabilität (nach Zuchtverband für ostpreußische Skudden und rauhwollige pommersche Landschafe 2013), zeigen sich also weitgehend unbeeindruckt von Wind und Wetter. Der Schafkot (Abb. 12) besteht aus größeren Kötteln bis hin zu kleinen Haufen.

Ziegen: Die elf Zwergziegen (*Capra aegagrus hircus*) leben auf einer 0,2 ha großen Weide mit kleinem Unterstand und beizeiten höherer Vegetation, die jedoch im Hochsommer abgemäht wird. Die Tiere (Abb. 13) verbringen das ganze Jahr im Freien. Der Ziegenkot (Abb. 14) besteht aus Kötteln bis hin zu kleinen Haufen.

3 Material und Methoden

Die standardisierten Aufsammlungen fanden am 5. Mai, 19. Mai und 8. Juni 2014 statt. Sie wurden so angesetzt, dass immer drei bis vier regenfreie Tage vor den Probenahmen lagen. Bei Regen wird der Kot durchnässt und aufgeschwemmt, die Blatthornkäfer vergraben sich in den Boden. Nach Kälteperioden schwärmen die Käfer und besiedeln frischen Kot und an den Folgetagen steigt die Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Probenahmen. Pro Tierart wurden an allen drei Terminen je eine Boden- und eine Kotprobe genommen, sodass sich die endgültige Probenzahl auf 30 beläuft.

Bei den Probenahmen galt es die Problematik zu umgehen, dass zu frische oder zu alte Kothaufen, die noch nicht von Käfern angefliegen wurden oder bereits ausgetrocknet waren, ausgewählt wurden. Zu diesem Zweck wurden auf den Weiden der fünf Tierarten jeweils mehrere oberseits angetrocknete, sichtbar durchlöchernde und innen feuchte Kothaufen, in denen Käferaktivität zu vermuten war, ausgewählt und in einen 5 Liter-Eimer mit bereits darin befindlichem Auslesegerätkorb (wie in Abb. 17) gegeben, bis dieser zur Hälfte gefüllt war.



Abb. 15: Sammeleimer mit Kot- und Bodenprobe.

30

Für die Bodenprobe, mit der die Käfer eingetragen werden sollten, die sich vor und während der Kotentnahme bereits in den Boden eingegraben hatten, wurde jeweils das Erdreich mit Pflanzenteilen unter den beprobten Kothaufen mit der Handschaufel eingestochen, ausgehoben und in einem separaten Eimer gesammelt (Abb. 15). Die Eimer wurden gewogen und das Gewicht abzüglich Eimer und Korb notiert. Des Weiteren wurden je 50 g einer jeden Kotprobe abgenommen und ca. eine Woche getrocknet, um das Trockengewicht der verschiedenen Kotarten zu ermitteln (s. Anhang Tab. 10).

Klassischerweise werden Mistkäfer per Hand gefangen, dabei läuft man jedoch Gefahr, dass viele Käfer, vor allem kleine und schnell flüchtende, übersehen werden. Um alle in einer Probe befindlichen Tiere schließlich auf schnellem und einfachem Wege zu fangen, wurde der im Sammeleimer befindliche Korb mit der Probe direkt in ein Auslesegerät gegeben. Wie in Abbildung 16 und 17 zu sehen, wird der mit der Probe gefüllte Korb mit einer Haltestange in einem Eimer eingehängt. Der Eimer hat am Rand der Unterseite ein Loch, unter dem an einer Halterung ein Trichter, sowie ein Gläschen, gefüllt mit Ethanol, befestigt sind. Ein rundes Stück Plastik, innen am Eimerrand über dem Loch angebracht, dient als Rieselschutz, der verhindern soll, dass neben den Käfern auch Dreck und Schmutzpartikel in den Alkohol gelangen. Die Eimeroberseite wird durch eine mit Gummiband fixierte Stoffabdeckung dicht verschlossen.

Diese Methode ist für Mistkäfer außerordentlich gut geeignet, da sie sich nach unten in den vermeintlichen Boden wühlen, durch die großen Maschen des Korbes in den Eimer fallen, dort umherlaufen bis sie durch das Loch im Eimerboden schlussendlich in das Alkoholgläschen gelangen (Abb. 17).

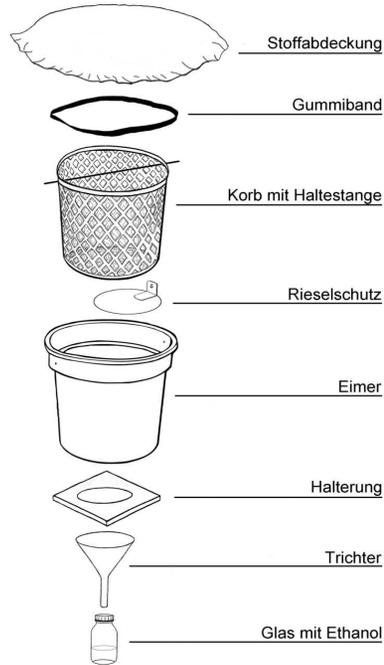


Abb. 16: Der verwendete Ausleseapparat in Einzelteilen.

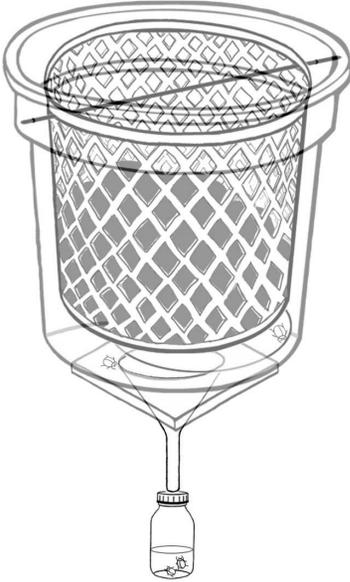


Abb. 17: Zusammengesetztes und mit Probe befülltes Auslesegerät.

Nach drei Tagen Hängezeit wurde die Probe kontrolliert, die Auslesegeräte abgehängt und die Probe verschlossen. Kleinere Käfer, wie die Ptiliidae (ca. 1 mm), wären ohne diese Methode höchstwahrscheinlich nicht gefangen worden. Die in den Probegläschen befindlichen Käfer wurden ausgelesen, sortiert und in Alkohol konserviert. Käfer der Scarabaeidae und Hydrophilidae wurden mit der entsprechenden Bestimmungsliteratur zu den Käfern Mitteleuropas von FREUDE, HARDE, LOHSE (1969 & 1971) sowie den Nachtragsbänden (LOHSE & LUCHT 1989, 1994; LUCHT & KLAUSNITZER 1998) unter dem Binokular determiniert. Von jeder Art wurde mindestens ein Belegexemplar präpariert. Taxonomisch folgt diese Arbeit dem Verzeichnis der Käfer Deutschlands (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998).

Ein Problem mit der verwendeten Literatur stellt die Bestimmung von *Cercyon obsoletus* (syn. *lugubris*) und dem jüngst abgespaltenen *Cercyon castaneipennis* (VORST 2009) dar. Zu unterscheiden sind sie an der Flügeldeckenfärbung. *Cercyon castaneipennis* (Abb. 18) weist ein deutliches schwarzes Basaldreieck bei ansonsten rötlich gefärbten Flügeldecken auf,



Abb. 18: *Cercyon castaneipennis* (Foto: T. FAASEN).

bei *obsoletus* sind sie bei ausgefärbten Individuen weitestgehend schwarz, nur die apikale Spitze und ein Fleck an der Schulter sind rot gefärbt. Ein weiteres Merkmal ist die Farbe der Fühlerkeulen, dem endständigen, verdickten Teil der Fühler. Die von *Cercyon castaneipennis* ist dunkler, fast schwarz, wobei die Fühlerkeule von *Cercyon obsoletus* eher bräunlich gefärbt ist.

Einige Übung erfordert auch die Bestimmung und Unterscheidung von *Onthophagus ovatus* (Abb. 29) und *Onthophagus joannae*. Nach MACHATSCHKE (1969) hat *O. ovatus* deutlich abgerundete Halschildseitenränder und Halsschildvorderecken. Bei *O. joannae* hingegen ist der „Halsschildseitenrand vorne gerade oder nur äußerst leicht geschweift, [die] Vorderecken [sind] nur schwach abgerundet“. MACHATSCHKE (1969) erkennt „auf Grund der Unterschiede im männlichen Genital [*O. joannae*]“ als eine eigenständige Art an (Abb. 19), obwohl die Ähnlichkeit sehr ausgeprägt und die „Erkennung schwierig“ sei, da „die trennenden Merkmale variabel sind“.

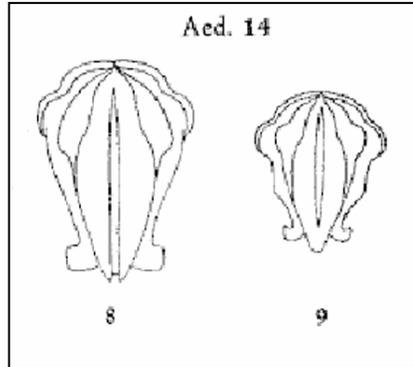


Abb. 19: Aedeagus von *Onthophagus ovatus* (8) und *Onthophagus joannae* (9) (aus MACHATSCHKE 1969).

In dieser Untersuchung nicht berücksichtigte Arten der Stutzkäfer (Histeridae), Federflügler (Ptiliidae) und Kurzflügler (Staphylinidae) wurden je Probe gezählt, notiert und zur späteren Bearbeitung in Alkohol konserviert.

Die Individuenzahlen je Art wurden digital erfasst und diese Rohdaten anschließend auf Basis der unterschiedlichen Probengrößen gewichtet. Dabei wurden alle Individuenzahlen so umgerechnet, als seien sie aus einer Kotprobe von 1.000 g gewonnen worden. Berechnungen und Vergleiche werden damit vereinheitlicht. Die gewichteten Zahlen wurden im Folgenden weiter verwendet. Die gesammelten Bodenproben lieferten allein keine verwertbaren Daten und stellen Ergänzungen der Kotproben dar. Sie garantieren so auch die vollständige Erfassung der grabenden Käferarten. Wenn nicht anders erwähnt, ist also mit einer Probe die Summe der Kotprobe und des darunter enthaltenen Bodens gemeint. Die Daten wurden mit Hilfe der Programme Excel (Grafiken), PAST (HAMMER et al. 2001), (Rarefaction-Kurven, Bray-Curtis-Cluster) und SPSS (Korrelation, Signifikanz) statistisch ausgewertet. Für weitere Vergleiche stellte FRANK KÖHLER eine unpublizierte Liste der bisher auf der Ville nachgewiesenen Kotkäfer, sowie entsprechende Listen für gut untersuchte Lokalfaunen aus der rheinischen Literaturdatenbank zur Verfügung.

4 Ergebnisse & Diskussion

4.1 Arten und Individuenzahlen

Insgesamt wurden während der Untersuchung 13.850 Käfer erfasst. Der größte Teil gehört mit 8.522 Tieren in 17 Arten zu den Scarabaeidae (Tab. 2), die Hydrophilidae sind mit 2.304 Exemplaren aus 15 Arten vertreten. Des Weiteren wurden 2.907 Individuen Staphylinidae, 68 Ptiliidae und 31 Histeridae gefangen. Prozentual stellen die Scarabaeidae mit 61 % den größten Teil der gefangenen Käfer und die Hydrophilidae haben einen Anteil von 16,6 % an der Gesamtfaua (Abb. 20). Die Staphylinidae sind mit 21 % vertreten, die Histeridae und Ptiliiden nur mit 0,2 % bzw. 0,6 %.

Tab. 2: Verteilung der Käfer auf Familienniveau.

Familie	Gesamtindividuenzahl	Artenzahl
Hydrophilidae	2304	17
Scarabaeidae	8522	15
Staphylinidae	2907	/
Ptiliidae	68	/
Histeridae	31	/
Gesamt	13850	32

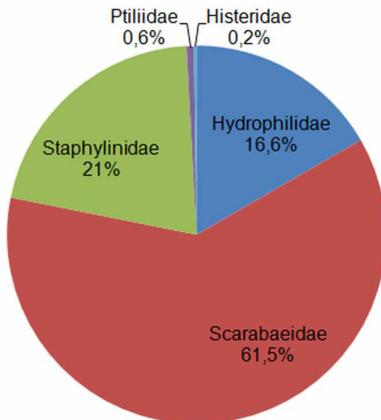


Abb. 20: Prozentuale Verteilung der gefangenen Käfer auf Familienniveau.

Insgesamt fand sich in den Schafauscheidungen mit 5.480 Exemplaren die größte Individuenanzahl. 1.901 koprophage Käfer wurden im Kamelkot ermittelt. Bei den Pferden wurden 1.408 Exemplare erfasst, im Kot der Ziegen 1.135 Individuen. Im Rinderkot fanden sich 902 Tiere.

Insgesamt wurden 32 Arten erfasst (Tab. 2). Bei den Kamelen ist die höchste Artenzahl (30 Arten) festgestellt worden, mit einem Mittel von 23,3 Arten pro Sammeltermin (Abb. 21). Der Pferdekot wies insgesamt 25 Arten auf, und bei jedem der drei Termine sind regelmäßig 19 Arten

gefangen worden. Am Kot der Rinder sind 27 Arten ermittelt worden, die sich ebenfalls relativ konstant auf die Probenahmen verteilen. Die Gesamtartenzahl auf den Schafweiden belief sich auf 29 Spezies. Ein deutlicher Artenrückgang von 24 auf 18 Arten im Verlauf der Untersuchung ist festzustellen. Der Ziegenkot wies insgesamt 26 Arten auf, der zweite Termin weist mit 14 Arten die geringste Artenzahl aller drei Probenahmen auf. Die Ziegen waren als kleinste untersuchte Weidetiere und der geringsten Tieranzahl nicht in der Lage, mit den anderen Tierarten quantitativ vergleichbare Kotmengen zu produzieren. Keines der Weidetiere ist mit Antibiotika behandelt worden. Damit ist gewährleistet, dass diese naturnahe Fauna nicht durch Medikamenteneinsatz gestört ist.

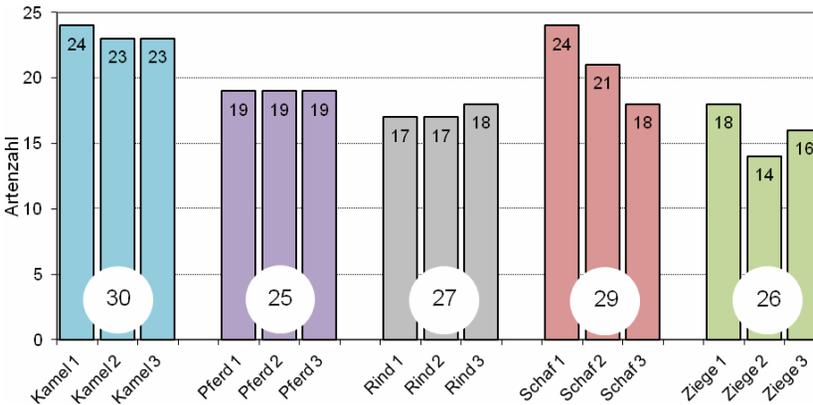


Abb. 21: Darstellung der Artenzahlen, nach verschiedenen Tierarten und Sammelterminen gegliedert. Die Verteilung der Gesamtartenzahlen je Tierart ist in den fünf weißen Kreisen zu erkennen.

Abbildung 22 zeigt, auf Sammeltermine und Tierart verteilt, die unbereinigten Individuenzahlen der Käfer, wohingegen Abbildung 23 die bereinigten Zahlen darstellt. Aus beiden Abbildungen wird ersichtlich, dass die unbereinigten Individuenzahlen von Kamel-, Pferde- und Rinderkot sowie die bereinigten von Kamel- und Rinderdung über die Probenahmen verteilt innerhalb der jeweiligen Tierart mit Schwankungen von bis zu 500 Tieren relativ gleichmäßig bleiben. Im Vergleich dazu ist am Pferdekot bei den bereits gewichteten Zahlen (Abb. 23) ein Anstieg der Individuenzahlen auf 607 Tiere am dritten Termin zu vermerken. Deutlich wird vor allem beim

Schaf- und Ziegenkot ein kontinuierlicher Abfall der Individuen vom ersten bis hin zum dritten Sammeltermin. Ursache dafür ist der sich nach den ersten Wärmeperioden einstellende Bruterfolg vieler Scarabaeidae im Mai, der vermehrte Flugaktivität überflüssig macht. Folglich treten Käfer also nach Zugehörigkeit zum jeweiligen Jahreszeitenaspekt auf und es ist ebenfalls möglich, dass sie in diesem nur saisonal vorkommen. Tabelle 3 zeigt die Gewichte der einzelnen Proben zum Vergleich mit den gewichteten Zahlen aus Abbildung 22 und 23.

Tab. 3: Nach Termin und Tierart gegliederte Gewichte der Kotproben in Gramm.

Termin	Gew.	Termin	Gew.	Termin	Gew.	Termin	Gew.	Termin	Gew.
Kamel 1	1820	Pferd 1	3620	Rind 1	2620	Schaf 1	2120	Ziege 1	340
Kamel 2	1540	Pferd 2	1340	Rind 2	2240	Schaf 2	1240	Ziege 2	240
Kamel 3	890	Pferd 3	1140	Rind 3	1540	Schaf 3	860	Ziege 3	650

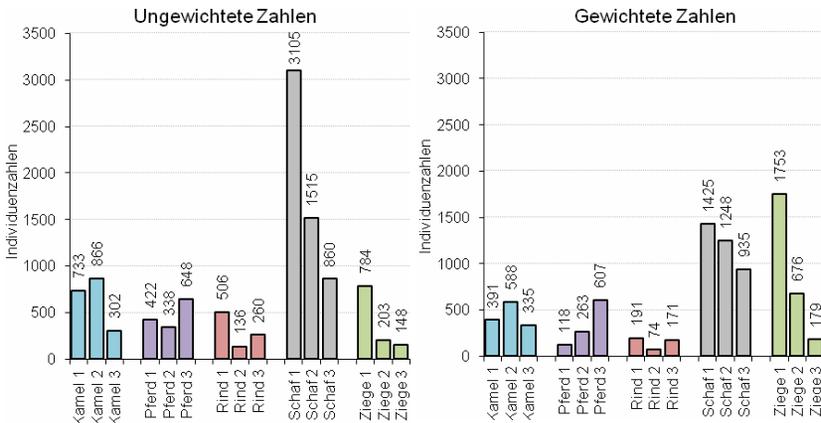


Abb. 22: Ungewichtete Verteilung der Käferindividuen auf Weidetierarten und Probenahmetermine. **Abb. 23:** Gewichtete Verteilung der Käferindividuen auf Weidetierarten und Probenahmetermine.

Als der deutlich häufigste Käfer der Blatthornkäfer ist *Aphodius pusillus* (Abb. 26) mit 3.528 Exemplaren zu nennen, der am zweithäufigsten auftretende *Onthophagus ovatus* (Abb. 29) weist 1.920 Individuen auf, gefolgt von *Onthophagus similis* (1.555 Ex.) (Abb. 30). *Aphodius rufipes* (Abb. 27) ist mit nur einem Exemplar vorhanden, selten ist er jedoch nicht, sondern nur eine verfrüht auftretende Sommerart.



Abb. 26: *Aphodius pusillus* (Foto: KÖHLER).



Abb. 27: *Aphodius rufipes* (Foto: KÖHLER).



Abb. 28: *Aphodius scrofa* (Foto: KÖHLER).



Abb. 29: *Onthophagus ovatus* (Foto: KÖHLER)



Abb. 30: *Onthophagus similis* (Foto: FAASEN).



Abb. 31: *Cercyon pygmaeus* (Foto: FAASEN).

Eine Seltenheit hingegen ist *Aphodius scrofa* (Abb. 28), der auf der Roten Liste Kategorie 3 vermerkt ist (GEISER 1998) und von dem 114 Exemplare gefunden wurden (Abb. 24). Der häufigste Vertreter der Hydrophilidae (Abb. 25) ist *Cercyon pygmaeus* (Abb. 31) mit 604 Exemplaren. Mit 280 und 256 Individuen folgen *Sphaeridium bipustulatum* und *Sphaeridium marginatum*. Die seltensten Arten sind mit je einem Exemplar *Cercyon obsoletus* – wie im Kapitel Material & Methoden bereits erläutert, die seltenere Schwesterart von *Cercyon castaneipennis* – und *Cercyon terminatus*, der KOCH (1968) zufolge im nördlichen Rheinland vereinzelt und selten ist.

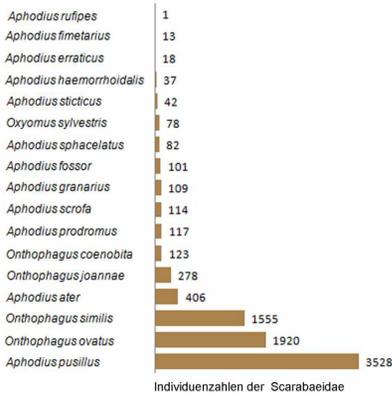


Abb. 24: Absolute Individuenzahlen aller gefangenen Arten der Scarabaeidae, angeordnet nach Anzahl.

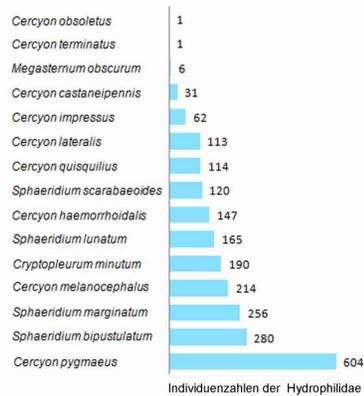


Abb. 25: Absolute Individuenzahlen aller gefangenen Arten der Hydrophilidae, angeordnet nach Anzahl.

Insgesamt wurden 8.522 Blatthornkäfer und mit 2.304 Exemplaren deutlich weniger Wasserkäfer gefangen. Zu erkennen ist ebenfalls, dass die drei häufigsten Scarabaeiden-Arten zwar in größerer Zahl auftreten als die Hydrophiliden, die Wasserkäfer aber oft mit höheren Individuenzahlen pro Art vertreten sind.

4.2 Rheinische Lokalfaunen

Beim Vergleich mit der Fauna anderer rheinischer Gebiete (Abb. 32) wird die Artenvielfalt der Villefauna erst deutlich. Alle Lokalfaunen sind sich relativ ähnlich, die Artenzahlen reichen von 26 im montanen Gebiet des Franzosenkopfs bei Homburg (Saarland) bis 54 Arten in der Wahner Heide bei Köln, die auch die meisten Rote Liste Arten aufweist. Die Ville folgt mit einer Gesamtartenzahl von 52. Die Zahlen belegen, dass die Käferfauna der Ville, ebenso wie die anderer und bekannterer Lokalfaunen (für genauere Lokalisation der Gebiete siehe Tabelle 4), relativ vollständig erfasst und gut erforscht ist. Die bereits erfasste koprophage Käferfauna der Ville ist somit als Messlatte für das Artenspektrum dieser Untersuchung bestens geeignet.

Im Vergleich hat die Ville zwar guten Boden zur Mistkäferbrut und relativ günstiges Klima vorzuweisen, nicht jedoch starke Hitze und reinen Sandboden, wie es thermophile Arten bevorzugen würden.

Tab. 4: Vergleich der an Kot lebenden Arten, den Anteilen der Scarabaeidae und Hydrophilidae sowie Rote-Liste Arten (RL) in rheinischen Lokalfaunen.

Stadt	Fundort	Scarabaeidae	Hydrophilidae	davon RL	Arten gesamt	Quellen
Niederzissen	Bausenberg	25	10	4	35	KOCH 1975, KOCH & GRÄF 1982
Köln	Wahner Heide	38	16	6	54	KÖHLER & STUMPF 1992, KÖHLER 2006, STUMPF 1997
Bornheim/Brühl	Ville	32	20	5	52	KÖHLER i.l. 2014
Wuppertal-Elberfeld	Stadtgebiet	20	16	4	45	CORNELIUS 1884
Königswinter	Siebengebirge	30	14	5	44	KOCH & LUCHT 1962
Gemünd	Nationalpark Eifel	26	17	3	43	www.nationalpark-eifel.de
Meckenheim	Krautfabrik	18	18	2	36	JUNKER & KÖHLER 2005, JUNKER 2001, KÖHLER 2006
Bacharach-Steeg	Weinberglagen	20	14	2	34	KÖHLER 2008, RÖSSNER et al. 2010
Radevormwald	Ülfetal	15	16	2	31	WENZEL 1988, 1989
Altenahr-Kreuzberg	Vischeltal	16	14	0	30	BÜCHS et al. 1996
Meerbusch	Meererbusch	16	12	1	28	ERMISCH 1941, KOCH & SOLLMANN 1977
Bergheim-Elsdorf	Hambacher Forst	13	14	2	27	ANT 1975, ANT et al. 1984, KOCH unv., KÖHLER 1992
Köln	Worringer Bruch	14	13	0	27	KÖHLER 1988
Homburg	Franzosenkopf	19	7	4	26	MOSBACHER 1987
Rees	Rheinaue	19	7	3	26	HORION 1935, KLAPPERICH 1990

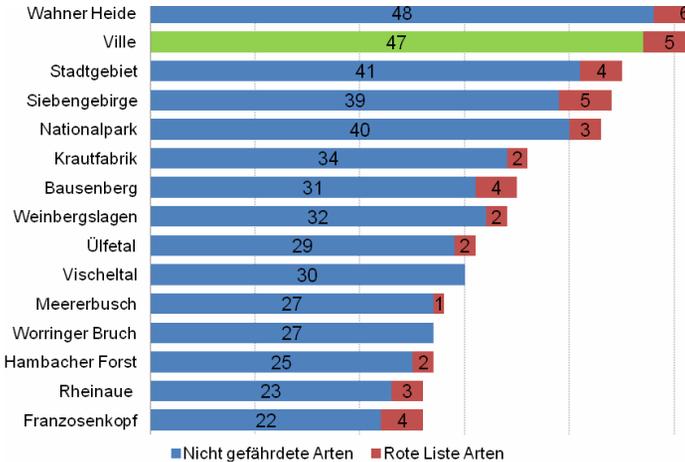


Abb. 32: Vergleich der Artenzahlen koprophager Scarabaeidae, Hydrophilidae und Geotrupidae der Ville mit anderen Lokalfaunen, rot gefärbt die Anteile der jeweiligen Rote Liste Arten an der Gesamtartenzahl.

4.3 Faunenvollständigkeit

Die Ville ist ein traditionell koleopterologisch gut erforschtes Gebiet. Von den Scarabaeidae wurden auf der Ville bisher 28 koprophage Arten nachgewiesen. Davon konnten während der Untersuchung 17 Arten erneut nachgewiesen werden. Das untersuchte Biotop ist ein offenlandiges, planares Areal und wurde im Frühling besammelt. Wie Abbildung 33 zeigt, sind von elf während der Untersuchung nicht nachgewiesenen Arten fünf jahreszeitlich bedingt nicht gefunden worden (beispielsweise *Aphodius paykulli*, *Aphodius obliteratus*, *Aphodius contaminatus*), da deren Erscheinungszeit in andere Jahreszeiten fällt (RÖSSNER 2012). Ein weiteres Merkmal für Käfervorkommen findet sich in der Biotoppräferenz. Zwei der elf nicht gefundenen Käferarten sind als reine Waldarten gelistet (*Aphodius depressus*, *Aphodius corvinus*) (RÖSSNER 2012), eine der vorkommenden und nicht ermittelten Arten hat eine (sub-)montane Verbreitung (*Aphodius maculatus*).

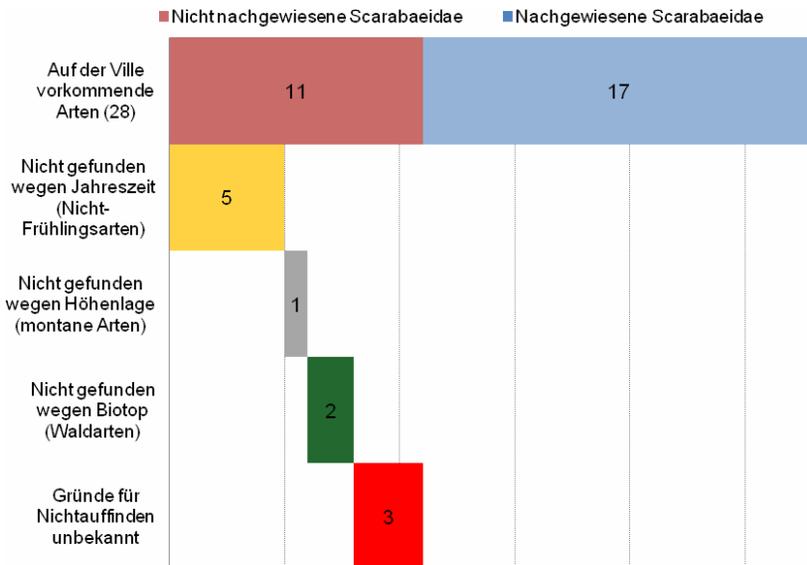


Abb. 33: Darstellung der Gründe für die während der Untersuchung nicht gefundenen elf auf der Ville vorkommenden Arten (Scarabaeidae). Mehrfachnennungen wie Wald- und Offenlandart wurden stets dem besammelten Areal zugeordnet und als (nicht gefundene) Offenlandart behandelt. Habitatpräferenzen nach RÖSSNER 2012.

Drei der Villearten fehlen aus unbekanntem habitatspezifischen Gründen, sie hätten theoretisch zum Untersuchungszeitraum gefangen werden können (*Aphodius distinctus*, *Onthophagus fracticornis*, *Pleurophorus caesus*). Zu beachten ist, dass stichprobenartig in einem Zeitraum von einem Monat und nur über eine Saison gesammelt wurde. Des Weiteren müssen Häufigkeitsschwankungen auch während eines geringen Zeitraums, abhängig von Wärme und anderen Faktoren, berücksichtigt werden. Schwankungen aufgrund von Schlechtwetterperioden wurden jedoch von Beginn an durch längere Wärmephasen vor den Sammelterminen ausgeschlossen. Die Resultate sind dementsprechend umfangreich, aber nicht erschöpfend. Zusammenfassend sind 17 von 28 auf der Ville ermittelten Scarabaeidae den Untersuchungsausmaßen völlig angemessen und die Ergebnisse somit relativ vollständig. Von den koprobiotischen Hydrophiliden wurden 15 von 20 bereits auf der Ville gefundenen Arten nachgewiesen.

Trotz den auf der Ville vorkommenden vier Arten wurden Tiere der Geotrupidae während der Untersuchung nicht gefunden. Die Arten sind nicht selten, haben nur vom Untersuchungszeitraum und -gebiet abweichende Ansprüche (siehe Tab. 5). *Typhaeus typhoeus* (Abb. 34) und *Anoplotrupes stercorosus* sind Waldarten. Die Erscheinungszeit von *Trypocopris vernalis* liegt nach BAUMANN



Abb. 34: *Typhaeus typhoeus* (Foto: F. KÖHLER).

(2004) im Sommer und Herbst – die Imagines schlüpfen erst im Juni bis Juli. *Geotrupes spininger* und *Anoplotrupes stercorosus* wurden in späteren Sammlungen auch auf den Untersuchungsflächen in Brenig gefunden. Die erstgenannte Art kann das ganze Jahr über auftreten, ist jedoch besonders aktiv von Juni bis November (BAUMANN 2004).

4.4 Artenvielfalt

Die Artendiversität ist ein Maß für die biologische Vielfalt einer Lebensgemeinschaft (SMITH & SMITH 2009). Die Proben der Untersuchung sollen auf ihre Diversität hin untersucht werden. Dazu wird ein Rarefactiondiagramm verwendet, das Arten- und Individuenzahlen in Kurven darstellt, sodass Proben oder Faunen miteinander verglichen werden können. Die Kurve einer Probe endet bei den Werten der enthaltenen Arten und Individuen.

Erreicht die Steigung der Kurve an deren Scheitelpunkt null, ist das volle Artenspektrum erreicht (SMITH & SMITH 2009). Wie in Abbildung 35 zu erkennen, ist dies bei keiner Kurve der Fall, sondern sie enden kurz davor, also sind nur noch wenige Arten zu erwarten. Im Kapitel Faunenvollständigkeit wurde dieser Aspekt bereits beleuchtet.

Tab. 5: Sammeldaten zu Abbildung 36 sowie Individuenzahlen, Gesamtartenzahlen und die darin enthaltenen Artenzahlen der Blatthorn- und Wasserkäfer. Schaf 1-3 bezeichnen die drei Schafkotproben der Untersuchung, Sammlungen von F. und J. KÖHLER, W. FRITZ und C. HERBIG.

Legende	Fundort	Stadt	Datum	Arten gesamt	Hydrophilidae/ Scarabaeidae	Individuenzahl
Schaf 1	Schafweiden	Brenig	05.05.2014	24	24	3105
Schaf 2	Schafweiden	Brenig	19.05.2014	21	21	1515
Schaf 3	Schafweiden	Brenig	08.06.2014	18	18	860
1	Sandmagerrasen	Jockgrim	26.09.2011	45	23	207
2	Fliegenberg	Troisdorf	21.05.2011	42	23	339
3	Schafweiden	Brenig 2012	12.08.2012	34	19	267
4	Weinberglagen	Bacharach-Steeg	22.05.1996	55	26	1335
5	Stolzenberg	Bayerfeld	24.04.2001	18	18	785
6	Lambertsberg	Mechernich-Holzheim	30.05.1991	21	13	41
7	Schafweiden	Brenig 2013	14.04.2013	33	14	9206

Von einem beliebigen Individuenwert auf der X-Achse aus, der alle Kurven schneidet, beispielsweise 800, kann auf der Y-Achse der sogenannte Arten-erwartungswert abgelesen werden. Dieser gibt die Artenzahl an, die erreicht werden könnte, wären am Kot aller fünf Tierarten nur 800 Individuen gefangen worden. Die Rarefactionkurven haben demnach einen Stellenwert als statistische Erwartungskurven, die den Artenreichtum der Proben miteinander vergleichen (SMITH & SMITH 2009).

Die Datenbasis bildet hier die gewichtete Individuensumme aus je drei Kot- und Bodenproben. Vergleicht man nun die Artenerwartungswerte am X-Achsenwert 800, liegen die von Kamel und Rind beide bei knapp 27 Arten, die Werte des Pferdes bei 22 Arten und die von Ziege und Schaf bei ca. 19 und 18 Arten. Die Probe der Kamele war bereits bei Erläuterungen im Kapitel Arten- und Individuenzahlen die mit der größten Artenzahl, was sich mit dieser Methode nur bestätigt. Die Kurve der Rinder, deren Probe nach Ar-

tenzahlen an dritter Stelle steht, ist hier aufgrund der geringeren Individuenzahl die einzige, die ihre endgültige Artenzahl aufweist. Es zeigt sich deutlich, dass die Rarefactionkurven und so der Artenerwartungswert von Schaf- und Ziegenkot beinahe übereinstimmen, ebenso wie die Werte des Rinder- und Kamelkots.

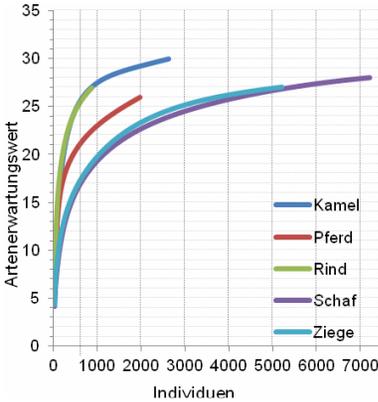


Abb. 35: Rarefaction-Diagramm, Kurven von Kamel, Pferd, Rind, Schaf und Ziege.

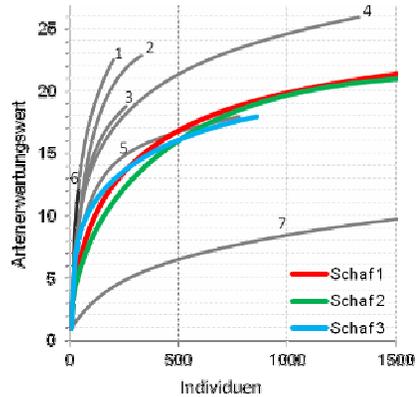


Abb. 36: Darstellung von Proben koprophager Käfer (Scarabaeidae, Hydrophilidae) am Weidetier Schaf, zusammengetragen aus verschiedenen Sammeljahren und von unterschiedlichen Fundorten, dargestellt in Rarefactionkurven, ausführliche Legenderläuterung in Tabelle 5.

Im folgenden Exkurs sollen die vorliegenden drei Proben aus Schafkot mit anderen Mistkäferaufsammlungen an Schafskot von anderen Fundorten verglichen werden. Die Proben wurden zwar mit den gleichen Methoden genommen, allerdings nicht gewogen, sodass der Vergleich mit absoluten Individuenzahlen erfolgt. Dieser ist in Abbildung 36 dargestellt. Die Kurve mit der größten Artenvielfalt (Kurve 1, fast 23 Arten bei 200 Individuen) gehört zu einer Probe, die in Jockgrim am Bienwald in der Südpfalz gesammelt wurde (siehe Tab. 5), einem an Artenreichtum und Diversität in Deutschland einmaligem Gebiet (F. KÖHLER, mdl. Mitt. 2014). Die Probe von Kurve 2 mit knapp 20 Arten bei 200 Individuen stammt aus der Wahner Heide (Vergleiche dazu Kapitel Lokalfaunenvergleich). Die Aufsammlung zu Kurve 5 (14 Arten bei 200 Individuen) entstammt dem Nordpfälzer

Bergland (Stolzenberg bei Bayerfeld). Zu Kurve 4 gehört eine Mistkäferaufsammlung an exponierteren Weinbergshängen bei Bacharach. Bei ca. 200 Individuen liegt der Artenerwartungswert zwar bei 17, jedoch ist es die Kurve mit der im Endeffekt höchsten Artenzahl. Grund dafür ist die südexponierte Lage des besammelten Gebiets, die speziell von thermophilen Arten bevorzugt wird.

Die Probe aus Bornheim-Brenig (Kurve 7) wurde Mitte April des Jahres 2013 genommen und stammt von derselben Schafweide wie die der jetzigen Untersuchung. Sie weist aufgrund der Jahreszeit relativ wenige Arten auf (5 Arten bei ca. 200 Individuen). Kurve 3 ist ebenfalls aus Brenig und wurde im Sommer genommen, was den höheren Artenerwartungswert (18 Arten bei 200 Individuen) erklärt.

Die drei Schafproben der Untersuchung liegen alle nah beieinander und haben relativ gleiche Kurvenverläufe. Im Vergleich zur Aufsammlung letztes Frühjahr im selben Gebiet sind sie deutlich diverser (12–13 Arten bei 200 Individuen). In Relation zur Diversität in Wärmegebieten und der Südlichen Pfalz ist der Artenreichtum der Ville erwartungsgemäß geringer.

4.5 Faunenähnlichkeit

Wie gezeigt, sind Unterschiede zwischen den Proben auf Individuen- und Artebene vorhanden, die sich in der unterschiedlichen Diversität niederschlagen. Gemeinsamkeiten der Proben lassen sich durch die Erstellung eines Ähnlichkeitsdiagramms nach BRAY-CURTIS aufzeigen. Nach Vergleich der Artenzusammensetzung und Individuenzahlen werden ähnliche Proben in einem Cluster gruppiert (Abb. 37).

Alle Proben entsprechen einander zu etwa 33 %. Die Ähnlichkeit der Schaf- und Ziegenproben ist mit 77 % (Abb. 37) am stärksten. Rind und Kamel haben – ebenso wie Rind und Pferd – im BRAY-CURTIS-Cluster nur eine Ähnlichkeit von 44 %. Tatsächlich weisen Pferde und Kamelproben eine Ähnlichkeit von 66 % auf. Bestärkt werden diese Werte durch die Verteilung der Käfergattungen auf die verschiedenen Kotsorten (Tab. 6). Tiere der Gattung *Sphaeridium* wurden mit 259 Exemplaren am häufigsten beim Pferd und mit 60 am zweithäufigsten beim Rind nachgewiesen. *Cercyon*-Exemplare kamen am zahlreichsten im Kamelkot (379), außerdem mit 202 Tieren am Pferdekot vor. 101 Exemplare wurden am Schaf- sowie 94 am Rinderkot gefunden. Beide Verteilungen lassen annehmen, dass Tiere der Gattung *Sphaeridium* Rinder- und Pferdekot bevorzugen. Diese Weidetierarten sind die größten der Untersuchung und produzieren die größten Aus-

scheidungen, die somit weniger schnell austrocknen und lange feucht und flüssig bleiben. Die Präferenz der untersuchten Hydrophilidae scheint sich also auf flüssigeren Kot zu beziehen; als Endocoprine leben und brüten sie direkt im Kot, wozu dieser bezüglich der Konsistenz ausreichend auf deren Lebensbedingungen abgestimmt sein muss. *Cercyon*-Individuen scheinen dahingehend nicht wählerisch zu sein. Sie kommen zwar auch in Pferde- und Rinderkot vermehrt vor, halten sich aber ebenso in festerem Kot, wie dem von Kamelen und Schafen auf.

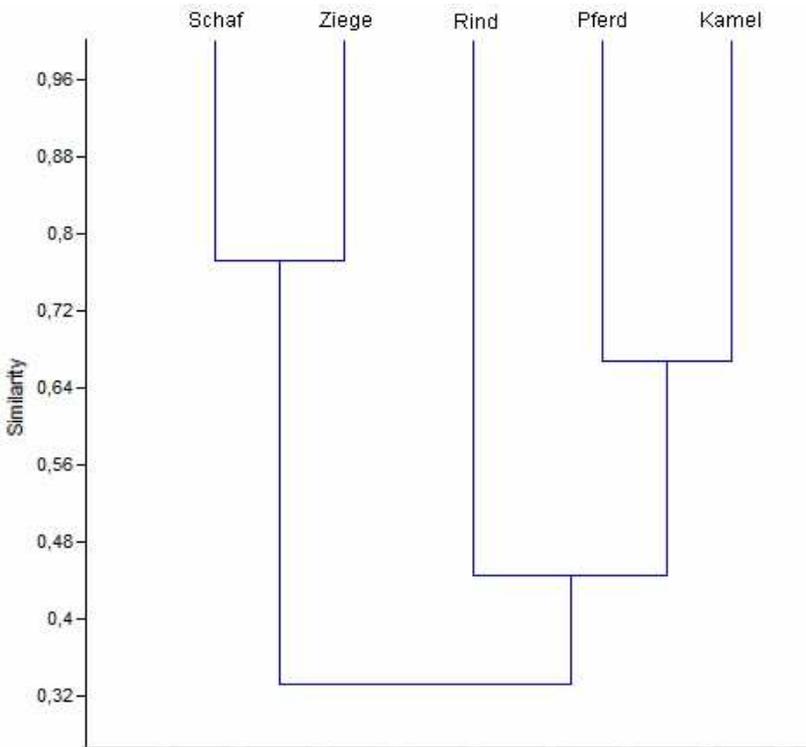


Abb. 37: BRAY-CURTIS-Cluster zur Ähnlichkeit der Gesamtfaina der verschiedenen Weidetierarten, erstellt mit PAST.

Exemplare der Gattung *Onthophagus* treten vermehrt (1.196 Tiere) im Schafkot auf, sowie mit 809 Individuen im Ziegen- und mit 339 Tieren im Kamelkot. Bei *Aphodius* gestaltet sich die Verteilung ähnlich, mit 5.000

Tieren im Kot der Schafe, 3.243 in dem der Ziegen und 1.529 Exemplaren im Kamelkot. Deutlich zu unterstreichen ist die Präferenz der untersuchten Scarabaeidae zum kleineren, festeren Kot der Schafe, Ziegen und auch Kamele. Die Individuenverteilung bei *Onthophagus* und *Aphodius* ist – trotz der größeren Individuenzahlen der Gattung *Aphodius* – dieselbe, sie präferieren beide Schafskot.

Tab. 6: Verteilung der gewichteten Individuenzahlen auf Käfergattungen und Kotsorten (höchste Individuenzahl mit dunklem Hintergrund).

	Kamel	Pferd	Rind	Schaf	Ziege
<i>Sphaeridium</i>	32	259	60	0	3
<i>Cercyon</i>	379	202	94	101	58
<i>Onthophagus</i>	339	159	5	1196	809
<i>Aphodius</i>	1529	817	309	5000	3243

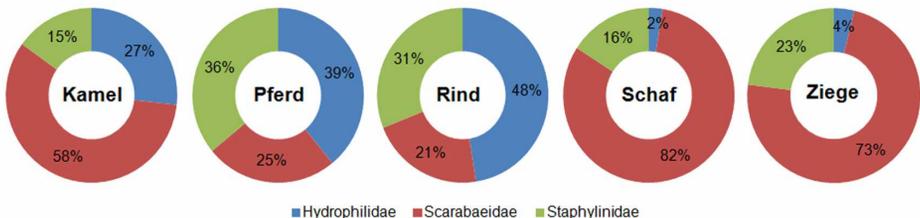


Abb. 38: Prozentuale Verteilung der Familien auf die verschiedenen Weidetiere, Histeridae und Ptiliidae wurden wegen geringer Werte (unter 2 %) nicht dargestellt.

Zusammenfassend haben Rinder (48 %) und Pferde (39 %) gemessen an der Gesamtanzahl der Käfer die deutlich größten Anteile an Hydrophiliden vorzuweisen. Der Kamelkot scheint ein „Alleskönner“ zu sein, der sowohl große Anteile an Scarabaeidae (58 %) als auch eine nicht unwesentliche Menge an Hydrophilidae (27 %, siehe Tabelle 8) beherbergt. Die Anteile an Scarabaeidae in Schaf- (82 %) und Ziegenkot (73 %) ist deutlich am höchsten. Beide Kotsorten haben nur geringe Hydrophilidae-Anteile von zwei und vier Prozent. Am Rande ist außerdem anzumerken, dass im Kot der Pferde und Rinder auch die höchsten Anteile an Staphylinidae gefunden wurden (Abb. 38).

Tab. 7: Basisdaten der Korrelationsanalyse, unabhängige Variablen.

Variable	unabhängige Variablen					
	Tierart	Tag	Substrat	Trockengewicht	Tiergewicht	Tieranzahl
Messwerte	Kamel	125	Kot	15	650	3
	Kamel	139	Kot	11	650	3
	Kamel	159	Kot	14	650	3
	Pferd	125	Kot	9	600	2
	Pferd	139	Kot	5	600	2
	Pferd	159	Kot	12	600	2
	Rind	125	Kot	9	850	10
	Rind	139	Kot	10	850	10
	Rind	159	Kot	9	850	10
	Schaf	125	Kot	10	40	40
	Schaf	139	Kot	12	40	40
	Schaf	159	Kot	18	40	40
	Ziege	125	Kot	13	25	11
	Ziege	139	Kot	14	25	11
	Ziege	159	Kot	18	25	11

Tab. 8: Basisdaten der Korrelationsanalyse, abhängige Variablen (Individuenzahlen wurden gewichtet).

Variable		abhängige Variablen													
		Familien Gesamt		Hydrophilidae						Scarabaeidae					
				Gesamt		<i>Sphaeridium</i>		<i>Cercyon</i>		Gesamt		<i>Onthophagus</i>		<i>Aphodius</i>	
		Arten	Individuen	Arten	Individuen	Arten	Individuen	Arten	Individuen	Arten	Individuen	Arten	Individuen	Arten	Individuen
Messwerte	23	363,7	7	54,4	2	2,7	4	50,5	14	309,3	4	158,2	10	151,1	
	23	531,8	10	216,9	3	6,5	6	208,4	13	314,9	4	147,4	9	167,5	
	19	243,8	11	139,3	4	22,5	6	114,6	8	104,5	3	33,7	5	70,8	
	18	95,3	9	51,7	4	31,8	4	18,2	9	43,6	3	12,7	6	30,9	
	18	227,6	8	147,0	4	85,8	4	61,2	10	80,6	3	19,4	7	61,2	
	18	395,6	11	262,3	4	141,2	5	101,8	7	133,3	4	127,2	3	6,1	
	15	140,8	8	83,2	2	1,9	5	43,9	7	57,6	1	0,8	5	56,5	
	17	40,6	7	19,6	2	15,6	5	4,0	10	21,0	3	4,5	7	16,5	
	9	53,2	8	51,9	4	42,9	4	9,1	1	1,3	0	0,0	1	1,3	
	24	1285,8	8	35,4	1	0,5	6	34,4	16	1250,5	4	459,9	11	788,7	
	18	1087,1	6	22,6	0	0,0	5	20,2	12	1064,5	4	546,8	7	515,3	
	17	775,6	7	43,0	0	0,0	6	41,9	10	732,6	3	189,5	6	501,2	
	14	1282,4	3	14,7	0	0,0	3	14,7	11	1267,6	4	638,2	7	629,4	
	13	625,0	3	16,7	0	0,0	3	16,7	10	608,3	4	141,7	6	466,7	
	14	149,2	5	29,2	1	3,1	4	26,2	9	120,0	4	29,2	4	61,5	

4.6 Korrelation

Um die Ursachen für die Unterschiede in den Zusammensetzungen der Käferfauna der verschiedenen Kotsorten eingehender zu beleuchten, wird nachfolgend eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Dazu müssen zunächst verschiedenste Daten auf möglichst kardinalem Messniveau zusammengestellt werden (Tab. 7 und 8). Ausgewählt werden hier Variablen, die keine Autokorrelationen vorweisen und gut messbar sind. Die Tierart, der Tag, das Substrat, das Trocken- und Tiergewicht sowie die Tieranzahl gehören zu den unabhängigen Variablen. Arten- und Individuenzahlen der gefangenen Käfer hingegen bilden die abhängigen Variablen. Der jeweilige Sammeltag wird als Kalendertag dargestellt, dem Trockengewicht liegen 50 g schwere frische Kotproben zugrunde. Das Tiergewicht wurde als Mittelwert von gängigen Gewichten der jeweiligen Tierart gebildet (nach Roter Liste der gefährdeten einheimischen Nutztierassen in Deutschland 2008), die Anzahl der Tiere durch Zählungen auf der Weide ermittelt.

Für die Korrelationsanalyse wurden die gesammelten Daten auf die drei jeweiligen Sammeltermine verteilt. Das Trockengewicht zeigt mit Werten unter zehn bei Pferd und Rind die geringsten Werte. Das höchste Tierewicht haben die zehn Rinder mit durchschnittlich je 850 kg. Die drei Kamele weisen ein durchschnittliches Gewicht von je 650 kg auf, die zwei Pferde wiegen jeweils 600 kg. Die 40 Schafe wiegen im Durchschnitt 40 kg und sind mit den elf Ziegen (25 kg) die leichtesten der untersuchten Weidetiere.

Eine Korrelation vergleicht Merkmale miteinander, untersucht sie auf vorhandene Wechselbeziehungen und beschreibt dann einen statistischen Zusammenhang. Festgestellt werden kann die Stärke der Korrelation sowie deren Richtung, die entweder positiv oder negativ ausfallen kann. Ein Signifikanzniveau von 5 % – ein p-Wert von unter 0,05 – zeigt einen statistisch signifikanten Zusammenhang, ein $p < 0,01$ einen hoch signifikanten. Die angewandte Korrelation erfolgt nach PEARSON, mit einseitiger Signifikanz.

Der Sammeltermin ist stark mit der Artenzahl der Scarabaeidae und sehr stark mit der *Aphodius*-Artenzahl korreliert (Tab. 9). Mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von unter 1 % geht die Anzahl der letzteren zurück, je später im Jahr gesammelt wurde. Eine wahrscheinliche Erklärung ist die saisonal unterschiedliche Käferaktivität, hier speziell die der Scarabaeidae. Bei der Untersuchung wurden die Frühlingsarten erforscht. Durch den sich in den ersten Wärmeperioden im Mai eingestellten Bruterfolg erfolgte eine deutliche Abnahme der Aktivität und auch der Anzahl der Tiere in weiteren neu zu besiedelnden Proben.

Tab. 9: Korrelationsmatrix unabhängiger und abhängiger Variablen, Korrelation nach PEARSON, Signifikanz einseitig, n=15, berechnet mit SPSS. Grün hinterlegt sind statistisch hoch signifikante Korrelationen (Fehlerwahrscheinlichkeit unter 1 %, $p < 0,01$), gelb statistisch signifikante Zusammenhänge ($p < 0,05$) und rot mittelstarke Korrelationen, die die statistische Signifikanz knapp „verfehlen“ ($p > 0,05$, $< 0,10$).

Alle Familien		Tag	Trockengew.	Tiergew.	Tierzahl
Arten	Korrelation	-,337	-,067	-,007	,144
	Signifikanz	,110	,407	,490	,304
Ind.	Korrelation	-,302	,209	-,756	,678
	Signifikanz	,137	,228	,001	,003

Hydrophilidae		Tag	Trockengew.	Tiergew.	Tierzahl	
Alle Arten	Arten	Korrelation	,259	-,327	,636	-,273
		Signifikanz	,176	,117	,005	,162
	Ind.	Korrelation	,307	-,239	,440	-,469
		Signifikanz	,133	,195	,050	,039
<i>Sphaeridium</i>	Arten	Korrelation	,214	-,544	,796	-,678
		Signifikanz	,222	,018	,000	,003
	Ind.	Korrelation	,366	-,389	,376	-,422
		Signifikanz	,090	,076	,084	,059
<i>Cercyon</i>	Arten	Korrelation	,246	,051	,141	,380
		Signifikanz	,189	,428	,309	,081
	Ind.	Korrelation	,190	-,014	,278	-,327
		Signifikanz	,249	,480	,158	,117

Scarabaeidae		Tag	Trockenge.	Tiergew.	Tierzahl	
Alle Arten	Arten	Korrelation	-,556	,155	-,453	,352
		Signifikanz	,016	,290	,045	,099
	Ind.	Korrelation	-,337	,237	-,789	,720
		Signifikanz	,110	,197	,000	,001
<i>Onthophagus</i>	Arten	Korrelation	-,164	,405	-,592	,129
		Signifikanz	,280	,067	,010	,323
	Ind.	Korrelation	-,357	,162	-,678	,591
		Signifikanz	,095	,282	,003	,010
<i>Aphodius</i>	Arten	Korrelation	-,680	-,037	-,243	,271
		Signifikanz	,003	,448	,191	,165
	Ind.	Korrelation	-,324	,250	-,806	,757
		Signifikanz	,120	,184	,000	,001

Desweiteren wurde von jeder Probe ein Trockengewicht genommen, jeweils ausgehend von 50 Gramm. Je weniger Flüssigkeit die Kotart enthielt, desto größer fällt das Trockengewicht aus. Eine starke Korrelation zeigt sich mit der Artenzahl der Gattung *Sphaeridium*, je größer das Trockengewicht –

also je fester der Kot – desto weniger *Sphaeridium*-Arten waren im Kot enthalten (Fehlerwahrscheinlichkeit $< 5\%$). Ein statistisch nicht signifikanter, aber trotzdem erwähnenswerter Zusammenhang besteht auch bei den *Onthophagus*-Arten. Im Gegensatz zu *Sphaeridium* sind mehr Arten im Kot enthalten, je höher das Trockengewicht ausfällt. Deutlich bestärkt wird an dieser Stelle die Hypothese, dass Arten der Gattung *Sphaeridium* flüssigen, und Tiere der Scarabaeidae festen Kot präferieren. Zu erkennen ist diese Wechselbeziehung in Abbildung 39. Je höher das Trockengewicht, also je fester der Kot, desto mehr *Onthophagus*-Arten sind in diesem enthalten, eine gegenläufige Artenentwicklung findet sich bei den *Sphaeridium*-Arten.

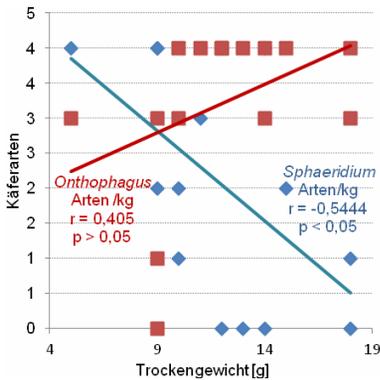


Abb. 39: Gegenläufige Artenentwicklung von *Onthophagus* und *Sphaeridium* in Abhängigkeit vom Trockengewicht in Gramm.

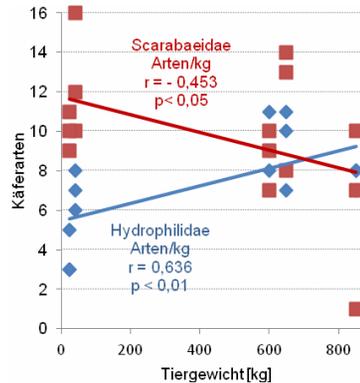


Abb. 40: Gegenläufige Entwicklung von Scarabaeidae und Hydrophilidae in Abhängigkeit vom Tiergewicht in Kilogramm.

Das Tiergewicht, bei den Ziegen am geringsten und bei den Rindern am höchsten (Tab. 7) weist einige statistisch hoch signifikante Zusammenhänge auf. Die schwersten Weidetiere produzieren am meisten und den größten und somit flüssigsten Kot. Je schwerer das Weidetier, desto größer ist – mit einer Signifikanz $< 5\%$ – die Zahl der Wasserkäferarten und auch höchst signifikant die der *Sphaeridium*-Arten im Kot (graphisch dargestellt in Abb. 39). Eine sehr hohe negative Korrelation besteht ebenfalls mit den Individuen und Arten der Scarabaeidae allgemein sowie mit denen der Gattungen *Onthophagus* und *Aphodius*. Die Individuenanzahl nimmt mit zunehmender Masse der Weidetiere rapide ab ($p < 0,01$).

Ein starker, sich ebenso verhaltender Zusammenhang mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von unter 5 % zeigt sich auch zwischen Tiergewicht und den *Onthophagus*-Arten (Abb. 40). Viele Tiere der Gattungen *Onthophagus* und *Aphodius* bevorzugen demnach den kleineren Dung der kleinen Weidetiere.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mehr Individuen und Arten der Gattung *Sphaeridium* (Hydrophilidae) im Kot vorkommen, je flüssiger (geringes Trockengewicht) der Kot ist und je größer die diesen produzierenden Weidetiere sind (Rind, Pferd). Arten und Individuen der Gattungen *Aphodius* und *Onthophagus* (Scarabaeidae) haben ein größeres Vorkommen, wenn der Kot fest ist und von kleineren Weidetieren wie Ziege und Schaf stammt. Kamelkot wird von beiden Familien genutzt, bei Individuen der Gattung *Cercyon* war keine eindeutige Präferenz festzustellen. Je später im Jahr der Sammeltermin lag, desto weniger Tiere wurden aufgefunden, begründet durch die allgemeine Abnahme der koprophagen Käferaktivität.

Mit den höchsten Arten- und Individuenzahlen der heimischen Weidetierarten sind die Schafe optimal geeignet für eine naturnahe Beweidung und geradezu prädestiniert für Pflegemaßnahmen im Naturschutz. Die Kamele weisen als nicht autochthone Art die höchste Diversität der Untersuchung auf und zeigen sich damit ebenfalls kompatibel mit der naturnahen Weidetierhaltung und der heimischen Käferfauna.

6 Danksagung

Dank gebührt Prof. Dr. THOMAS WAGNER (Universität Koblenz-Landau) und Dr. JOACHIM MOGDANS (Universität Bonn) für die Möglichkeit zur selbständigen Themenauswahl und Durchführung der vorliegenden Bachelorarbeit. FRANK KÖHLER sei für Anregungen, die Bereitstellung der Ausleseapparate, Laborutensilien, Literatur und Artenlisten sowie die kritische Durchsicht dieser Arbeit herzlich gedankt. Ihm und TIM FAASEN (Eindhoven, NL) verdanke ich zudem die Lebendaufnahmen der Käfer. Ich möchte ELISABETH REINING (Bornheim) für ihre Hilfsbereitschaft, den uneingeschränkten Zugang zu ihrer Schafweide und für Auskünfte zur Weidetierhaltung sowie Bewirtschaftungsgeschichte danken. Auch LORENZ WEILER (Bornheim) sei für die Genehmigung seine Weiden und Koppeln betreten zu dürfen gedankt. Zuletzt danke ich JONAS KÖHLER (Bornheim) für Ratschläge und Unterstützung bei der Feldarbeit.

7 Literatur

- ANT, H. (1975): Ökologisches Gutachten zum geplanten Tagebau Hambach. Teil: Freilebende Tiere. – unpubl. Gutachten, Münster.
- ANT, H., HEITJOHANN, H., REHAGE, H. O. & STRIPPOWEIT, A. (1984): Untersuchungen zur Käferfauna des Hambacher Forstes (Niederrhein). – *Niederrheinisches Jahrbuch (Krefeld)* **15**: 27–35.
- BAUMANN, H. (2004): Die Blatthornkäfer des Rheinlandes. Teil 2: Knochenkäfer und Mistkäfer (Col., Trogidae, Geotrupidae). – *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn)* **14**: 43–89.
- BÜCHS, W., KÖHLER, F. & KOCH, K. (im Druck): Zur Käferfauna des Naturraumes "Mittleres Ahrtal" und ihr Beitrag zur ökologischen Charakterisierung vorhandener Biotoptypen. – *Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz (Mainz)* Internetversion: im Druck.
- CORNELIUS, C. (1884): Verzeichnis der Käfer von Elberfeld und dessen Nachbarschaft. – *Verhandl. des Naturwissenschaftlichen Vereins Elberfeld* **7**: 1–61.
- ERMISCH, K. (1941): Die Käferfauna des 150jährigen Buchenwaldes im Meererbush bei Düsseldorf. – *Natur am Niederrhein (Krefeld)* **17**: 48–55.
- FREUDE H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1969): Die Käfer Mitteleuropas, Band 8: Teredilia, Heteromera, Lamellicornia. – Goecke & Evers (Krefeld): 388 S.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1971): Die Käfer Mitteleuropas, Band 3: Adepaga 2, Palpicornia, Histeroidea, Staphyloidea 1. – Goecke & Evers Verlag (Krefeld), 365 S.
- GEISER, R. (1998): Rote Liste der Käfer (Coleoptera), in: M. BINOT, R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz (Bonn-Bad Godesberg)* **55**: 168– 230.
- GRUNERT, J (1988): Geomorphologische Entwicklung des Bonner Raums. – *Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde (Bonn)* **58**: 165– 180.
- HAMMER, O., HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. (2001) – PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica* **4**: 9p.
- HORION, A. (1935): Eine koleopterologische Exkursion nach Rees am Niederrhein. – *Die Natur am Niederrhein (Krefeld)* **11**: 44– 49 und **12**: 17– 20.
- HORION, A. (1941-1974): Faunistik der deutschen Käfer. 12 Bände [ab Band 2 unter dem Titel „Faunistik der mitteleuropäischen Käfer“]. – verschiedene Orte.
- JUNKER, M. (2001): Die Käferfauna (Coleoptera) der Grafschafter Krautfabrik in Meckenheim/Rheinland. – *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn)* **11**: 73–103.
- JUNKER, M. & KÖHLER, F. (2005): Nachtrag zur Käferfauna (Coleoptera) der Grafschafter Krautfabrik in Meckenheim/Rheinland. – *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn)* **15**: 25–44.
- KLAPPERICH, J. (1990): Mit Klopfschirm und Kescher durch rheinische Gefilde. – *Rundschreiben der Arbeitsgem. Rhein. Koleopterologen (Bonn)* **1990**: 2–8.
- KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. – *Decheniana-Beihefte (Bonn)* **13**:

- I– XIII: 1–382.
- KOCH, K. (1975): Untersuchungen an der Koleopterenfauna des Bausenbergs (Eifel). – Beiträge zur Landespflege Rheinland-Pfalz (Oppenheim), Beiheft **4**: 274– 325.
- KOCH, K. (1989a): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie, Band 1, Carabidae bis Staphylinidae. – Goecke & Evers (Krefeld), 440 S.
- KOCH, K. (1989b): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie, Band 2, Pselaphidae bis Lucanidae. – Goecke & Evers (Krefeld), 382 S.
- KOCH, K. (1992): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie, Band 3, Cerambycidae bis Curculionidae. – Goecke & Evers (Krefeld), 389 S.
- KOCH, K. (Hambach): Exkursionen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen in den Hambacher Forst bei Jülich zwischen Mai 1980 und September. Unpublizierte Artenliste.
- KOCH, K. & GRÄF, H. (1982): Nachtrag zur Koleopterenfauna des Bausenbergs (Eifel). – Decheniana-Beihefte (Bonn) **27**: 241–254.
- KOCH, K. & LUCHT, W. (1962): Die Käferfauna des Siebengebirges und des Rodderberges. – Decheniana-Beihefte (Bonn) **10**: 1–181.
- KOCH, K. & SOLLMANN, A. (1977): Durch Umwelteinflüsse bedingte Veränderungen der Käferfauna eines Waldgebietes in Meerbusch bei Düsseldorf – Decheniana-Beihefte (Bonn) **20**: 36–74.
- KÖHLER, F. (1988): Die Veränderung der Käferfauna des Worringer Bruches im Kölner Norden – Decheniana (Bonn) **141**: 145–189.
- KÖHLER, F. (1992): Beitrag zur Kenntnis der Käferfauna des Hambacher Forstes mit Anmerkungen zur akrodendrischen Totholzfauna. – Mitt. Arb.gem. Rhein. Koleopterologen (Bonn) **2**: 83–98.
- KÖHLER, F. (2000): Erster Nachtrag zum Verzeichnis der Käfer Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) **44**: S. 60–84.
- KÖHLER, F. (2006): Anmerkungen zur Käferfauna der Rheinprovinz XIII. – Mitt. der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn) **16**: 27– 46.
- KÖHLER, F. (2008): Vergleichende Untersuchungen zur Käferfauna (Coleoptera) von Weinbergslagen in Rheinland-Pfalz. – Mainzer naturwissenschaftliches Archiv (Mainz), im Druck.
- KÖHLER, F. (2011): 2. Nachtrag zum „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (Köhler & Klausnitzer 1998) (Coleoptera). – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) **55**: 109–174 und 247–254.
- KÖHLER, F. & KLAUSNITZER, B. (Hrsg.) (1998): Verzeichnis der Käfer Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) Beiheft **4**: 1–185.
- KÖHLER, F. & STUMPF, T. (1992): Die Käfer der Wahner Heide in der Niederrheinischen Bucht bei Köln (Insecta, Coleoptera). Fauna und Artengemeinschaften, Veränderungen und Schutzmaßnahmen. – Decheniana-Beihefte (Bonn) **31**: 499–593.
- LOHSE, G. A. & LUCHT W. H. (1989): Die Käfer Mitteleuropas, 1. Supplementband mit Katalogteil. – Goecke & Evers Verlag (Krefeld), 346 S.
- LOHSE, G. A. & LUCHT W. H. (1994): Die Käfer Mitteleuropas, 3. Supplementband mit Katalogteil. – Goecke & Evers Verlag (Krefeld), 403 S.
- LUCHT, W. (1968): Die Käferfauna des Siebengebirges und des Rodderberges. 1.

- Nachtrag. – Decheniana (Bonn) **120**: 233–282.
- LUCHT, W. H. & KLAUSNITZER B. (1998): Die Käfer Mitteleuropas, 4. Supplementband. – Goecke & Evers (Krefeld) im Gustav Fischer Verlag (Jena), 398 S.
- MACHATSCHKE, J. W. (1969): 85. Familie: Scarabaeidae, in: FREUDE, H., HARDE, K. W. & G. A. LOHSE (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas, Band 8: Terebrida, Heteromera, Lamellicornia. – Goecke & Evers Verlag (Krefeld), 266–366
- MOSBACHER, G. C. (1987): Insekten aus Borkenkäferfallen. II. Coleoptera excl. Scolytidae. – Faunistisch-flor. Notizen Saarland (Saarbrücken) **19**: 505–542.
- RITCHER, P. O. (1958): Biology of Scarabaeidae. – Reprinted from Annual Review of Entomology (Palo Alto) **3**, 24 S.
- RÖSSNER, E., SCHÖNFELD, J. & AHRENS, D. (2010): *Onthophagus* (Palaeonthophagus) *medius* (Kugelann, 1792) – a good western palaeartic species in the *Onthophagus vacca* complex (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Onthophagini). – Zootaxa **2629**: 1–28.
- RÖSSNER, E. (2012): Die Hirschkäfer und Blatthornkäfer Ostdeutschlands (Coleoptera: Scarabaeoidea). – Verein der Freunde & Förderer des Naturkundemuseums Erfurt e.V. (Erfurt), 505 S.
- SMITH, T. M. & SMITH, R. L. (2009): Ökologie. – Pearson Deutschland GmbH, S. 770–772.
- STUMPF, TH. (1997): Koleopterologische Effizienzkontrolle zur Renaturierung eines Heidewiehers. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn) **7**: 119–163.
- VORST, O. (2009): *Cercyon castaneipennis* sp. n., an overlooked species from Europe (Coleoptera: Hydrophilidae). – Zootaxa (Auckland) **2054**: 59–68.
- WASSMER, T. (1995): Mistkäfer (Scarabaeoidea und Hydrophilidae) als Bioindikatoren für naturschützerische Bewertung von Weidebiotopen. – Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz (Jena) **4**: 135–142.
- WENZEL, E. (1988): Die Käferfauna des oberbergischen Ülfetals, Teil I. – Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal (Wuppertal) **41**: 35–52.
- WENZEL, E. (1989): Die Käferfauna des oberbergischen Ülfetales, Teil II. – Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal (Wuppertal) **42**: 18–37.
- YOO, Y. (2008): Computergestützte Auswertung, Modellierung und Visualisierung der Quartären Mittelterrassen und Niederterrassen in der südlichen Niederrheinischen Bucht durch Programmierung von Arcview. – Diplomarbeit, Universität zu Köln (Köln), 277 S.
- ZENSES, E. (2002): Landschaften zwischen Rhein und Eifel – Der Villerücken. – Informationsreihe des Zweckverbandes Naturpark Kottenforst-Ville im Rheinland-Verlag (Köln) **2**: 38 S.
- Die Rote Liste der gefährdeten einheimischen Nutztierassen in Deutschland (2013). – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – www.ble.de (abgerufen am 11.8.2014).
- Zuchtverband für ostpreussische Skudden und rauhwollige pommersche Landschaft (2013). – www.schafzuchtverband.de/index.php?id=3 (abgerufen am 11.8.2014).

8 Anhang

Tab. 10: Gesamtübersicht – Das Gesamtgewicht der gesammelten Proben sowie das Trockengewicht einer Kotprobe (50 g) nach einwöchigem Trocknen.

Termin	Tierart	Substrat	Gewicht [g]	Nassgewicht [g]	Trockengewicht [g]
5.5.2014	Schaf	Kot	2120	50	10
5.5.2014	Schaf	Boden	2720		
5.5.2014	Kamel	Kot	1820	50	15
5.5.2014	Kamel	Boden	2620		
5.5.2014	Pferd	Kot	3620	50	9
5.5.2014	Pferd	Boden	3320		
5.5.2014	Rind	Kot	2620	50	9
5.5.2014	Rind	Boden	2720		
5.5.2014	Ziege	Kot	340	50	13
5.5.2014	Ziege	Boden	740		
19.5.2014	Schaf	Kot	1240	50	12
19.5.2014	Schaf	Boden	1040		
19.5.2014	Kamel	Kot	1540	50	11
19.5.2014	Kamel	Boden	840		
19.5.2014	Pferd	Kot	1340	50	5
19.5.2014	Pferd	Boden	940		
19.5.2014	Rind	Kot	2240	50	10
19.5.2014	Rind	Boden	1340		
19.5.2014	Ziege	Kot	240	50	14
19.5.2014	Ziege	Boden	1040		
8.6.2014	Schaf	Kot	860	50	18
8.6.2014	Schaf	Boden	1210		
8.6.2014	Kamel	Kot	890	50	14
8.6.2014	Kamel	Boden	930		
8.6.2014	Pferd	Kot	1140	50	12
8.6.2014	Pferd	Boden	930		
8.6.2014	Rind	Kot	1540	50	9
8.6.2014	Rind	Boden	1510		
8.6.2014	Ziege	Kot	650	50	18
8.6.2014	Ziege	Boden	1740		

Tab. 11: Gesamtartenliste, Gewichtete und ungewichtete Individuenzahlen der gefangenen Käfer im Vergleich, grau hinterlegt die gewichteten Zahlen (1/2), Nomenklatur nach dem Verzeichnis der Käfer Deutschlands (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998).

Käferart	Kamel				Pferd				Rind	
	Boden		Kot		Boden		Kot		Boden	
<i>Sphaeridium bipustulatum</i>	0	0,0	10	7,4	19	15,8	213	125,8	29	19,2
<i>Sphaeridium marginatum</i>	2	2,2	9	10,1	53	57,0	118	97,8	49	32,5
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	2	2,2	8	6,2	25	25,2	31	15,7	19	13,2
<i>Sphaeridium lunatum</i>	0	0,0	8	7,9	20	18,3	29	19,5	60	41,0
<i>Cercyon obsoletus</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Cercyon castaneipennis</i>	2	2,2	2	2,2	2	1,4	0	0,0	9	6,0
<i>Cercyon impressus</i>	2	1,6	36	32,4	2	1,4	7	2,5	5	3,3
<i>Cercyon haemorrhoidalis</i>	9	7,7	65	46,6	5	3,1	17	10,2	8	5,1
<i>Cercyon melanocephalus</i>	14	11,1	106	71,8	8	8,6	53	35,5	2	1,3
<i>Cercyon lateralis</i>	0	0,0	8	5,2	0	0,0	0	0,0	35	12,9
<i>Cercyon quisquilius</i>	1	1,1	47	37,1	3	3,2	45	39,0	2	1,3
<i>Cercyon terminatus</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Cercyon pygmaeus</i>	6	6,6	251	178,2	23	12,3	142	94,1	28	13,2
<i>Megasternum obscurum</i>	1	0,4	0	0,0	1	1,1	1	0,9	0	0,0
<i>Cryptopleurum minutum</i>	2	2,3	7	5,3	18	10,8	27	20,1	34	12,5
<i>Onthophagus ovatus</i>	28	20,6	287	178,2	15	11,5	47	29,3	6	4,3
<i>Onthophagus joannae</i>	1	1,1	27	16,8	0	0,0	6	5,3	1	0,7
<i>Onthophagus similis</i>	40	33,5	206	129,7	96	91,5	147	119,0	9	6,2
<i>Onthophagus coenobita</i>	6	3,1	25	14,6	2	2,1	17	5,8	4	2,9
<i>Oxyomus sylvestris</i>	5	4,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,4
<i>Aphodius erraticus</i>	0	0,0	2	1,2	0	0,0	2	0,6	1	0,7
<i>Aphodius fossor</i>	14	14,7	14	10,0	0	0,0	1	0,7	14	5,1
<i>Aphodius haemorrhoidalis</i>	0	0,0	23	24,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Aphodius rufipes</i>	1	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Aphodius pusillus</i>	51	44,9	415	262,1	10	4,6	76	42,1	36	16,1
<i>Aphodius sticticus</i>	0	0,0	6	3,8	0	0,0	11	7,4	0	0,0
<i>Aphodius sphaelatus</i>	4	1,5	21	11,5	3	0,9	36	18,4	0	0,0
<i>Aphodius prodromus</i>	2	1,6	10	6,4	2	1,4	68	24,0	2	1,5
<i>Aphodius scrofa</i>	6	6,2	19	10,6	0	0,0	2	1,5	0	0,0
<i>Aphodius fimetarius</i>	1	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,0
<i>Aphodius ater</i>	3	3,2	61	43,1	0	0,0	4	2,9	0	0,0
<i>Aphodius granarius</i>	0	0,0	25	16,3	0	0,0	1	0,7	4	1,5
Exemplare Gesamt	203	174,4	1698	1139,4	307	270,1	1101	718,5	360	201,8

Tab. 11 (Fortsetzung):

Käferart	Rind		Schaf				Ziege			
	Kot	Boden	Boden	Kot	Boden	Kot	Boden	Kot	Boden	
<i>Sphaeridium bipustulatum</i>	8	4,4	1	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Sphaeridium marginatum</i>	21	13,6	1	1,0	0	0,0	1	0,6	2	3,1
<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	34	17,2	0	0,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0
<i>Sphaeridium lunatum</i>	43	25,2	0	0,0	1	0,5	4	5,4	0	0,0
<i>Cercyon obsoletus</i>	0	0,0	0	0,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0
<i>Cercyon castaneipennis</i>	5	2,4	2	1,9	5	3,7	0	0,0	4	8,8
<i>Cercyon impressus</i>	0	0,0	0	0,0	9	5,6	0	0,0	1	2,9
<i>Cercyon haemorrhoidalis</i>	1	0,4	9	6,7	31	27,7	0	0,0	2	3,1
<i>Cercyon melanocephalus</i>	3	1,7	4	2,8	18	12,6	2	1,9	4	14,2
<i>Cercyon lateralis</i>	63	24,0	0	0,0	2	1,6	5	6,8	0	0,0
<i>Cercyon quisquilius</i>	12	6,9	0	0,0	2	2,3	0	0,0	2	3,1
<i>Cercyon terminatus</i>	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Cercyon pygmaeus</i>	53	21,2	8	3,5	66	42,4	14	13,9	13	25,4
<i>Megasternum obscurum</i>	0	0,0	1	0,8	1	1,2	1	0,6	0	0,0
<i>Cryptopleurum minutum</i>	98	37,4	0	0,0	4	2,9	0	0,0	0	0,0
<i>Onthophagus ovatus</i>	8	3,4	188	111,3	1015	661,9	158	204,2	168	493,2
<i>Onthophagus joannae</i>	0	0,0	25	14,5	81	60,1	72	95,4	65	196,6
<i>Onthophagus similis</i>	1	0,4	339	194,4	692	459,4	14	17,0	11	32,0
<i>Onthophagus coenobita</i>	3	1,3	0	0,0	28	14,9	12	15,4	26	87,3
<i>Oxyomus sylvestris</i>	1	0,4	8	6,2	43	46,2	1	1,4	19	29,2
<i>Aphodius erraticus</i>	1	0,4	0	0,0	11	5,9	0	0,0	1	2,9
<i>Aphodius fossor</i>	52	19,8	0	0,0	2	0,9	1	1,4	3	10,0
<i>Aphodius haemorrhoidalis</i>	3	1,7	0	0,0	10	7,5	0	0,0	1	4,2
<i>Aphodius rufipes</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Aphodius pusillus</i>	45	18,8	129	98,5	2358	1501,6	132	145,3	276	871,4
<i>Aphodius sticticus</i>	0	0,0	4	3,1	8	4,4	8	10,8	5	18,4
<i>Aphodius sphacelatus</i>	0	0,0	1	1,0	16	8,6	1	1,4	0	0,0
<i>Aphodius prodromus</i>	2	0,9	4	2,7	24	14,0	2	2,7	1	2,9
<i>Aphodius scrofa</i>	3	1,3	6	3,7	49	26,2	12	12,7	17	54,4
<i>Aphodius fimetarius</i>	7	2,7	0	0,0	2	1,6	0	0,0	1	1,5
<i>Aphodius ater</i>	60	23,2	8	6,2	198	162,9	11	12,9	61	191,8
<i>Aphodius granarius</i>	14	5,3	1	0,4	64	71,7	0	0,0	0	0,0
Exemplare Gesamt	542	234,7	739	459,4	4741	3148,5	452	550,5	683	2056,6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen](#)

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Herbig Celina

Artikel/Article: [Vergleichende Analyse der koprophagen Käferfauna \(Coleoptera\) am Kot verschiedener Huftiere auf der Ville bei Bornheim 21-56](#)