

Aus der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg, Wissenschaftsbereich Zoologie  
(Leiter: Prof. Dr. sc. J. Schuh)

## **Untersuchungen zur Ökologie der Carabidenfauna (Insecta, Coleoptera) des Hakelwaldes im Nordharzvorland<sup>1</sup>**

Von **Annegret Stubbe**

Mit 10 Abbildungen und 11 Tabellen

(Eingegangen am 27. 7. 1981)

### 1. Einleitung

Der Hakel gehört zu den Waldrelikten der Magdeburger Börde und ist ein Teil des subhercynischen Hügellandes. Der gesamte Kleine Hakel (Abb. 1) sowie das Domburgmassiv und der Nordwestteil im Großen Hakel stehen unter Naturschutz, alle übrigen Waldflächen unter Landschaftsschutz. Die vorliegende Arbeit ist als Beitrag zur Erforschung der Mesofauna des hinsichtlich seiner Geologie, Vegetation und Wirbeltierfauna intensiv bearbeiteten Gebietes (vgl. Stubbe 1971, Bauer et al. 1973) zu betrachten. Das mittels Bodenfallen (nach Barber 1931) gesammelte Untersuchungsmaterial wurde fachkundigen Bearbeitern zur Auswertung übersandt, denen ich an dieser Stelle für ihre Mitarbeit recht herzlich danken möchte. Im folgenden wird nur die vom Autor bearbeitete Familie der Laufkäfer (Carabidae) abgehandelt.

### 2. Das Untersuchungsgebiet Hakel

Großer und Kleiner Hakel, folgend als „Hakel“ benannt, liegen im flachwelligen Hügelland des nordöstlichen Harzvorlandes. Der Hakel ist als Teil eines hercynisch streichenden Sattelzuges, der vom Ascherslebener Buntsandsteinsattel über Hakel, Huy und Fallstein bis in das Braunschweiger Hügelland reicht, zu betrachten. „Der geschlossene Muschelkalksattel des Hakel (Unterer Muschelkalk) wird von einer stark mit Löß überlagerten Senke (Mittlerer Muschelkalk) und einem sich wallartig erhebenden Höhenzug aus Oberem Muschelkalk umzogen“ (Stubbe, 1971). Das Domburgmassiv erreicht 230 m NN. Den tektonischen Untergrund des Hakel bildet ein von SE nach NW streichender Muschelkalksattel (Wellenkalk), dessen Kern aus Oberem Buntsandstein gebildet wird. Dieser tritt als „Röt“ durch Aufbruch des Sattels an den höchsten Stellen bis an die Oberfläche. Dieser Grundaufbau des Hakels wird von verschiedenen Störungen durchzogen. Außerdem sind Einsenkungen und Erdfälle, die durch tertiäre Sedimente wieder teilweise aufgefüllt wurden, für das Hakelgebiet charakteristisch.

Wichtigstes bodenbildendes Sediment des Hakel ist der Löß bzw. Lößlehm. Die obere Lößschicht ist stets kalkfrei. Weit verbreitet ist eine Zweischichtigkeit der Böden, d. h., eine dünne Lößdecke liegt über Rötton, Muschelkalk oder Geschiebemergel, seltener treten in Nordhanglagen und Mulden Pseudogley und auf kleinen Flächen Mullrendzinen auf.

<sup>1</sup> Herrn Prof. Dr. Drs. h. c. H. Stubbe zum 80. Geburtstag gewidmet.

Klimatisch gesehen gehört das Hakelgebiet zum Bereich des Börde- und hercynischen Binnenlandklimas. Durch die Regenschattenwirkung des Harzes liegen die jährlichen Niederschlagssummen nur zwischen 500 und 525 mm, sind aber im zentralen Waldgebiet durch örtlich begrenzte Gewitter höher (600 mm) anzusetzen. Die höchsten Niederschlagsmengen werden durch starke Gewitterregen im Juli erreicht, die zu starker Erosion der das Waldgebiet umgebenden Hanglagen führen. Das gesamte Gebiet ist sehr abflußschwach und nur durch periodisch wasserführende Erosionsrinnen gekennzeichnet. Stehende Gewässer beschränken sich auf wenige Waldtümpel, so den mit Quellwasser gespeisten, aperiodisch gefüllten Schmerlteich (Abt. 49), einen oft trockenstehenden künstlichen Feuerlöschteich und auf wenige Suhlen. Die mittleren Jahrestemperaturen der Luft liegen zwischen 8 und 9 °C. Die Amplitude beträgt etwa 18 °C, wobei im Januar Durchschnittstemperaturen um 0 bis -0,2 °C erreicht werden.

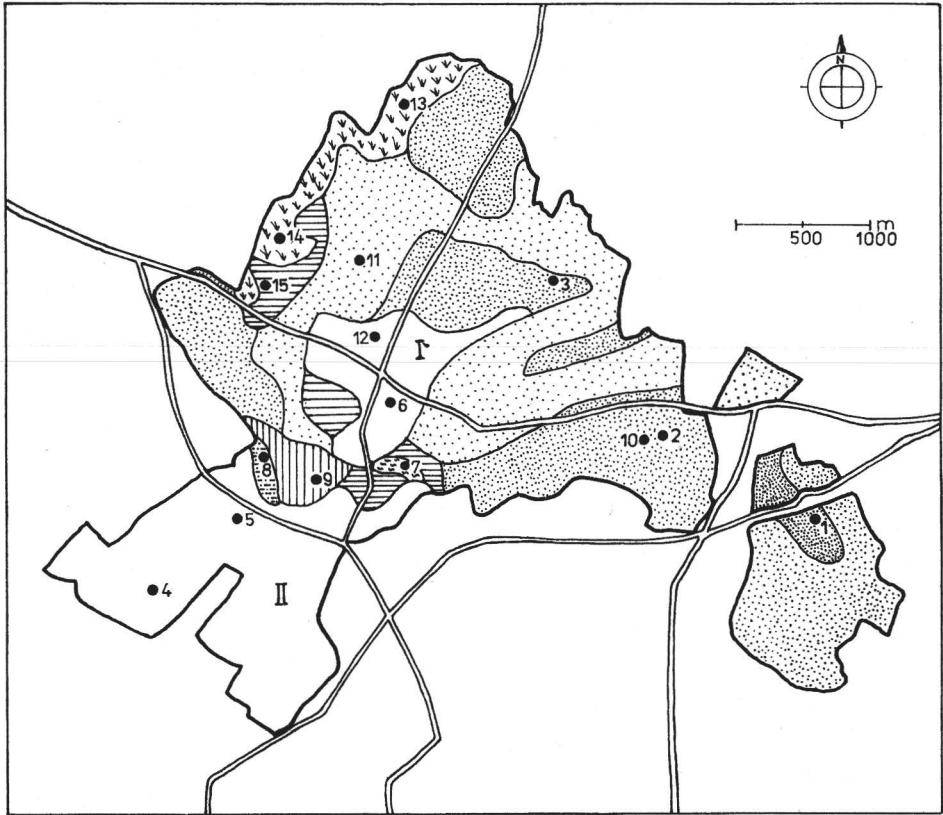
Die Zusammensetzung der Waldvegetation des Hakel ist durch eine Jahrhunderte währende Mittelwaldbewirtschaftung entstanden. Der große Hakel gehört pflanzengeographisch zum Bezirk „Östliches subhercynisches Hügelland“, während der Kleine Hakel am Rande des Bezirkes „Magdeburger Ackerland“ liegt (s. Bauer et al. 1973). Hainbuche und Rotbuche treten zugunsten der Winterlinde zurück, am weitesten verbreitet sind nach Weinitschke (1954) Eichen-Linden-Mischwälder (Abb. 1) in verschiedenen standortlich bedingten Ausbildungsformen. Besonders hervorzuheben sind noch ein bergahornreicher Gründchenwald östlich der Domburg, der lichte Steppenheidewald mit einer von Diptam geprägten Untergesellschaft, der Feldahorn-Bergulmen-Mischwald im Domburgbereich, ein kleinflächiger *Hepatica*-Buchenwald und im Kleinen Hakel ein begrenztes Gebiet von fingerkrautreichem Eichenwald (Abb. 1). Umfangreiche pflanzensoziologische Untersuchungen führte hierzu Weinitschke (1954) durch.

Die Flora wurde bereits weitestgehend von Eichler (1970) erfaßt, der außer 95 Tallophyten und 171 Bryophyten 907 Gefäßpflanzen nachweisen konnte.

Im folgenden werden die von Weinitschke (1954) ausgewiesenen Waldgesellschaften des Hakel und die wichtigsten darin vorkommenden Arten<sup>1</sup> aufgeführt.

1. Eichen-Linden-Mischwald (Ei-Li-MW) = 61 %
  - a) *Calamagrostis* - Ei-Li-MW = 21 %
    - Stockt auf oberflächlich schwach versauerten Lößböden
    - BS: TrEi, Wli, örtlich Es
    - SS: Wli, Hasel selten, Seidelbast, *Rubus spec.* vereinzelt
    - KS: *Calamagrostis arundinacea*, *Festuca heterophylla*, *Melica nutans*, *Deschampsia caespitosa*, *Convallaria majalis*, *Galium sylvaticum* u. a.
  - b) *Scrophularia* - Ei-Li-MW = 39 %
    - auf nährstoffreicheren, etwas frischeren Lößstandorten
    - KS: *Scrophularia nodosa*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium sylvaticum*, *Sanicula europaea*, *Aegopodium podagraria*, *Milium effusum*, *Festuca gigantea*, *Anemona nemorosa* u. a.
  - c) *Potentilla alba* - Ei-Li-MW = 1 %
    - auf weniger tiefgründigen, trocken-wärmeren Lößschleierstandorten über Muschelkalk
    - BS: TrEi, Wli, StEi, Es, Ebsch, Bi, Hbu
    - SS: Wli, Hasel, Weißdorn, Seidelbast, Es

<sup>1</sup> Abkürzungen: BS - Baumschicht, SS - Strauchsicht, KS - Krautschicht, Bah - Bergahorn, Bi - Birke, Bul - Bergulme, Ebsch - Eberesche, Ei - Eiche, Es - Esche, Fah - Feldahorn, Hbu - Hainbuche, Li - Linde, Rbu - Rotbuche, Soli - Sommerlinde, Spah - Spitzahorn, StEi - Stieleiche, TrEi - Traubeneiche, Voki - Vogelkirsche, Wli - Winterlinde.



	Hepatica-Buchenwald		Eichen-Winterlinden 1.Calamagrostis-UG		Diptam-Steppenheidewald
	Eichen-Hainbuchen 1.Mercurialis-UG 2.Poa nemoralis-UG		2.Scrophularia-UG		Feldahorn-Bergulmen
	Eichen-Sommerlinden		3.Potentilla alba-UG		Gründchenwald

Abb. 1. Die Waldgesellschaften des Hachel nach Weinitschke (1954) sowie die Standorte (Nr. 1 bis 15) der Barberfallen 1879.

KS: *Potentilla alba*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Lathyrus nigra*, *Serratula tinctoria*, *Inula salicina*, *Euphorbia cyparissias*, *Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea*, *Anemona nemorosa* u. a.

2. Eichen-Sommerlinden-Mischwald (Ei-Soli-MW) = 4 0/0

— auf flachgründigen, relativ trockenen Lößschleierstandorten

BS: TrEi, Soli, Wildobst, Bi, Hbu, Fah

SS: Soli, Hasel, Seidelbast, TrEi u. a.

KS: *Fragaria viridis*, *Valeriana officinalis*, *Dictamnus albus*, *Primula veris*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Anemona nemorosa* u. a.

3. Eichen-Hainbuchen-Mischwald (Ei-Hbu-MW) = 28 ‰  
 — Stockt auf Lößstandorten mit stauendem Substrat im Untergrund
- a) *Poa nemoralis* – Ei-Hbu-MW = 20 ‰  
 — auf Fahlerden  
 BS: TrEi, Hbu, Wli, Bi, einzelne Es, selten Rbu  
 SS: artenarm, Hasel, Hbu, Wli, vereinzelt Seidelbast  
 KS: *Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca heterophylla*, *Stellaria holostea*, *Galium sylvaticum*, *Maianthemum bifolium*, *Calamagrostis arundinacea*, *Ficaria verna* u. a.
- b) *Mercurialis* – Ei-Hbu-MW = 8 ‰  
 — auf Lößschleierstandorten über tonigen, wasserstauenden Röttonen und Kalkletten  
 BS: TrEi, Hbu, Wli, Bi, Spah, vereinzelt Elsbeere  
 SS: spärlich aber sehr artenreich; Hbu, Wli, Seidelbast fast regelmäßig, Hasel seltener, Spah, Weißdorn, *Rubus spec.*  
 KS: *Mercurialis perennis*, *Galium sylvaticum*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium sylvaticum*, *Viola sylvatica*, *Sanicula europaea*, *Hypericum hirsutum*, *Lathyrus vernus*, *Hedera helix*, *Hordelymus europaeus*, *Potentilla sterilis*, *Poa chaixii* u. a.
4. Diptam-Steppenheidewald (D-Shw) = 3 ‰  
 — auf sehr flachgründigen Muschelkalkböden in Feldrandnähe  
 BS: schwach entwickelt; TrEi schlechte Wuchsleistung, Bi, Voki, Wildobst, Elsbeere, Fah  
 SS: Sehr artenreich; Schlehe, Kreuzdorn, Weißdorn, *Rosa spec.*, Roter Hartriegel, Brombeere, Wildobst, Pfaffenhütchen, Liguster, Elsbeere, Es  
 KS: *Dictamnus albus*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Euphorbia cyparissias*, *Bromus asper*, *Melica picta*, *Mercurialis perennis*, *Hypericum hirsutum*, *Viola sylvatica*, *Galium cruciata*, *Viola hirta*, *Primula veris*, *Lilium marginatum*, *Lathyrus niger*, *Urtica dioica* u. a.
5. Feldahorn-Bergulmen-Mischwald (Fah-Bul-MW) = 2 ‰  
 — auf Mullrendzinen der stark zerklüfteten Muschelkalkplateaulagen (Domburgbereich)  
 BS: Bul, Fah, Hbu, TrEi, Elsbeere, Voki, Wildobst  
 SS: Weißdorn, Fah, Hasel, Voki, Pfaffenhütchen, aber auch *Rubus spec.*, Bul, vereinzelt *Rosa spec.*, Hartriegel; insgesamt locker und schütter  
 KS: starke Übereinstimmung mit Steppenheidewald. Charakteristisch *Mercurialis perennis* und *Aegopodium podagraria*, *Dactylis glomerata*, *Bromus asper*, *Viola sylvatica*, *Stellaria holostea*, *Urtica dioica*, *Anemona nemorosa* u. a.
6. *Hepatica*-Buchenwald (*Hepatica*-Rbu-W) = 1 ‰  
 — auf Mullrendzinen im Bereich des von Muschelkalk gebildeten Südabfalls des Domburgmassivs  
 BS: Rbu, selten Hbu, Voki, TrEi  
 SS: wie Fah-Bul-MW  
 KS: *Galium sylvaticum*, *Viola sylvatica*, *Dactylis glomerata*, *Mercurialis perennis*, *Sanicula europaea*, *Ranunculus auricomus*, *Stellaria holostea*, *Luzula luzuloides*, *Hypericum hirsutum*, *Hepatica nobilis* u. a.
7. Bergahornreicher Gründchenwald (Bah-Gw) = 2,5 ha  
 — auf tiefgründigen frisch-feuchten Kolluvionen  
 BS: Bah, Es, TrEi, Wli, Rbu  
 SS: Bah, Es, Wli, Hasel selten  
 KS: *Mercurialis perennis*, *Senecio fuchsii*, *Anemona nemorosa*, *Sanicula europaea*, *Stellaria holostea*, *Galium sylvaticum* u. a.

Die Tab. 1 gibt die ungefähren Deckungswerte der oben aufgeführten Waldgesellschaften an, während Tab. 2 die direkt am Fallenstandort vorgefundene Deckung aufzeigt.

Tabelle 1. Deckungswerte der verschiedenen Floreenschichten der Waldgesellschaften des Hakel (nach Weinitschke 1954)

Waldgesellschaft	Verbreitung im Hakel 0/0	Baum- schicht 0/0	Strauch- schicht 0/0	Kraut- schicht 0/0
Ei-Li-MW	61			
a) <i>Calamagrostis</i> -Ei-Li-MW	21	90	70	65
b) <i>Scrophularia</i> -Ei-Li-MW	40 <sup>1</sup>	90	60	90
Ei-Hbu-MW	28			
a) <i>Poa nem.</i> -Ei-Hbu-MW	20	75	50	75
b) <i>Mercurialis</i> -Ei-Hbu-MW	8	90	30	90
<i>Hepatica</i> -Bu-W	1	100	10	90
Diptam-Steppenheidewald	3	55	85	100
Ei-Soli-MW	4	85	50	100
Fah-Bul-MW	2	90	30	100
Gründchenwald	2,5 ha	90	60	100

<sup>1</sup> Einschließlich 1 0/0 *Potentilla alba*-reicher Ei-Li-MW

### 3. Methoden, Lage und Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Im gesamten Hakel wurden 15 Untersuchungsflächen eingerichtet, wobei in jeder Waldgesellschaft sowie in den jeweilig vorkommenden Untergesellschaften in einem Altholzbestand gearbeitet wurde. Zusätzlich sind mehrere Stangenhölzer und ein Kahl-schlag (1978 geschlagen, 1979 im Frühjahr mit Eichen aufgeforstet) einbezogen worden. Im folgenden sind die Untersuchungsflächen einzeln aufgeführt und ihre Lage inner- oder außerhalb des NSG-Bereichs genannt (vgl. Abb. 1):

- Nr. 1: Abt. 5 Eichen-Winterlinden-Mischwald (*Potentilla alba*-Untergesellschaft). NSG Kleiner Hakel.
- Nr. 2: Abt. 14 Eichen-Winterlinden-Mischwald (*Scrophularia*-Untergesellschaft). – Stangenholz, vgl. Nr. 10 und 3.
- Nr. 3: Abt. 26 Eichen-Winterlinden-Mischwald (*Scrophularia*-Untergesellschaft). – Kahl-schlag mit frisch gepflanzten Eichenpflanzen, vgl. Nr. 10 und 2.
- Nr. 4: Abt. 36 Eichen-Hainbuchen-Mischwald (*Poa nemoralis*-Untergesellschaft). – Stangenholz, vgl. Nr. 5.
- Nr. 5: Abt. 43 Eichen-Hainbuchen-Mischwald (*Poa nemoralis*-Untergesellschaft). – Altholzbestand, vgl. Nr. 4
- Nr. 6: Abt. 45 Eichen-Hainbuchen-Mischwald (*Mercurialis*-Untergesellschaft), vgl. Nr. 12.
- Nr. 7: Abt. 47 Bergahornreicher Gründchenwald, NSG Großer Hakel.
- Nr. 8: Abt. 50 *Hepatica*-Buchen-Wald, NSG Großer Hakel.
- Nr. 9: Abt. 53 Feldahorn-Bergulmen-Mischwald, NSG Großer Hakel.
- Nr. 10: Abt. 15 Eichen-Winterlinden-Mischwald (*Scrophularia*-Untergesellschaft), vgl. Nr. 2 und 3.
- Nr. 11: Abt. 70 Eichen-Winterlinden-Mischwald (*Calamagrostis*-Untergesellschaft).
- Nr. 12: Abt. 72 Eichen-Hainbuchen-Mischwald (*Mercurialis*-Untergesellschaft), Stangenholz, vgl. Nr. 6.

- Nr. 13: Abt. 74 Diptam-Steppenheidewald, Stangenholz, vgl. Nr. 14.  
 Nr. 14: Abt. 79 Diptam-Steppenheidewald, vgl. Nr. 13, NSG Großer Hakel.  
 Nr. 15: Abt. 80 Eichen-Sommerlinden-Mischwald, NSG Großer Hakel.

Die Deckungsgrade der verschiedenen Vegetationsschichten direkt auf den Versuchsf lächen gehen aus Tab. 2 hervor (vgl. auch Tab. 1).

Tabelle 2. Deckungsgrade der Baum-, Strauch- und Krautschicht der einzelnen Untersuchungsflächen

Deckung \ Fläche	Fläche														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Baumschicht	40	50	0	50	75	60	80	80	10	75	65	50	50	70	70
Strauchschicht	25	5	10	3	10	25	5	5	5	20	20	5	0	25	15
Krautschicht	85	50	55	85	70	80	75	40	90	50	80	90	100	75	70

Auf jeder Untersuchungsfläche wurden acht Barberfallen ausgebracht, die in zwei Parallelreihen zu je vier Stück mit einem Abstand von 10 m von Falle zu Falle und Reihe zu Reihe angeordnet waren. Als Fangflüssigkeit diente 4%ige Formaldehyd-Lösung, die mit einem Spannungsmittel versetzt war. Die Fallen wurden am 24. 3. 1979 gestellt und monatlich geleert. Die Leerungsdaten waren: 28. 4., 25. 5., 30. 6., 28. 7., 31. 8., 29. 9., 28. 10. und 24. 11. 1979. Auf dem Kahlschlag mußten die Fallen am 14. 4. wegen Pflanzungsarbeiten entfernt werden, sie sind am 28. 4. wieder gestellt worden. Die hin und wieder durch Dam- und Schwarzwild freigelegten Fallen und somit verursachten Störungen sind bei den Auswertungen der Carabiden ausgeglichen worden, indem die Anzahl gefangener Individuen auf den Mittelwert der nicht beeinflussten Fallen der betreffenden Untersuchungsfläche ergänzt wurde.

Die Fangzeit umfaßt die gesamte Vegetationsperiode. Bis zum 20. 3. 1979 lag die letzte geschlossene Schneedecke im Hakel, und der folgende Winter begann mit der ersten geschlossenen Schneedecke am 11. 12. 1979, wobei bereits Wochen vorher die Temperaturen unter 0 °C sanken.

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1. Die im Hakel nachgewiesenen Carabidenarten

Genauere Analysen der Carabidenfauna des Hakel liegen bisher nicht vor. Lediglich I. Grebenščikov sammelte beiläufig von 1947 bis 1963 Einzelstücke, hauptsächlich beschäftigte er sich jedoch mit den Scarabaeiden. Freundlicherweise stellte mir Herr I. Grebenščikov sein Material, das im wesentlichen von dem bekannten Coleopterologen W. Borchert und teilweise von G. Ihssen bestimmt wurde, zur Auswertung zur Verfügung, wofür ich ihm recht herzlich danke. In „Die Käferwelt des Magdeburger Raumes“ von Borchert (1951) ist der Hakel ebenfalls erfaßt. Jedoch macht die sehr unübersichtliche Nomenklatur der Untersuchungsgebiete (vgl. auch Grebenščikov 1982) eine eindeutige Zuordnung einzelner Arten zum Hakel unmöglich. Außerdem sind einige der angegebenen Sammlungen und Artenlisten für das Gebiet recht unkritisch vom Autor übernommen worden. Bei Horion (1941) ist das Hakelgebiet im Bereich „Mittelbe“ einzuordnen. Letzterer Autor stützte sich u. a. auch auf die Zuarbeit von Borchert.

Mittels Barberfallen wurden 1979 die in Tab. 3 aufgeführten 32 Arten nachgewiesen. Zusätzlich konnten 1981 bisher *Carabus cancellatus*, *Harpalus rubripes*, *Amara communis*, *consularis* et *similata*, *Poecilus cupreus* und *Agonum sexpunctatum* gefangen werden.

Tabelle 3. Die im HakeI 1979 mit Barberfallen nachgewiesenen Carabidenarten und Individuen sowie deren Dominanz. In ( ) gesetzte Arten wurden von I. Grebenšičkov nicht gesammelt

Arten	N	D % <sub>0</sub>
1. <i>Abax ater</i> (Villiers, 1789)	5 001	44,735
(2.) <i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)	9	0,081
3. <i>Asaphidion flavipes</i> (Linné, 1761)	38	0,340
(4.) <i>Badister lacertosus</i> Sturm, 1815	11	0,098
(5.) <i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	5	0,045
(6.) <i>Bembidion quadrimaculatum</i> (Linné, 1761)	7	0,063
(7.) <i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	67	0,599
(8.) <i>Calathus melanocephalus</i> (Linné, 1758)	1	0,009
(9.) <i>Calathus piceus</i> (Marsham, 1802)	34	0,304
10. <i>Calosoma inquisitor</i> (Linné, 1758)	26	0,233
11. <i>Carabus auratus</i> Linné, 1761	107	0,957
12. <i>Carabus coriaceus</i> Linné, 1758	121	1,082
13. <i>Carabus nemoralis</i> Müller, 1764	953	8,525
14. <i>Cychrus caraboides</i> (Linné, 1758)	19	0,170
(15.) <i>Harpalus latus</i> (Linné, 1758)	2	0,018
16. <i>Harpalus rutibarbis</i> (Fabricius, 1792)	1	0,009
17. <i>Harpalus rutipes</i> (Degeer, 1774)	6	0,054
(18.) <i>Harpalus punctatulus</i> (Duftschmid, 1812)	1	0,009
(19.) <i>Leistus rufomarginatus</i> Duftschmid, 1812	85	0,760
(20.) <i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	2	0,018
(21.) <i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	409	3,659
22. <i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	32	0,286
23. <i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)	2	0,018
(24.) <i>Panagaeus bipustulatus</i> (Fabricius, 1775)	1	0,009
(25.) <i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790)	5	0,045
(26.) <i>Poecilus cupreus</i> (Linné, 1758)	12	0,107
27. <i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	1 144	10,233
28. <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	2 178	19,483
29. <i>Pterostichus vulgaris</i> (Linné, 1758)	840	7,514
(30.) <i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1976)	5	0,045
(31.) <i>Synuchus nivalis</i> (Panzer, 1797)	22	0,197
32. <i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	33	0,295
Individuen	N	11 179
Artenanzahl	S	32

Außer den in der Tab. 3 nicht in Klammer gesetzten Arten fand I. Grebenšičkov zwischen 1947 und 1963 folgende Species: *Cicindela campestris*, *Carabus cancellatus* et *convexus*, *Calosoma auropunctatum*, *Leistus ferrugineus*, *Notiophilus pusillus* et *rufipes*, *Broscus cephalotes*, *Bembidion guttula*, *Harpalus aeneus* et *distinguendus* et *zabroides*, *Anisodactylus binotatus*, *Amara eurynota*, *Zabrus tenebroides*, *Poecilus cupreus*, *Pterostichus punctatulus* et *strenuus*, *Calathus ambiguus*, *Platynus dorsalis*, *Demetrias atricapillus*. Insgesamt sind bisher direkt für den HakeI 57 Arten der Familie Carabidae nachgewiesen worden (vgl. Tab. 4). Für den gesamten Magdeburger Raum gibt Borchert für alle Biotope 404 Arten an (Tab. 4).

Tabelle 4. Anzahl der von Borchert (1951) für den Magdeburger Raum nachgewiesenen Carabidenarten und von Stubbe (1979 und 1981) und Grebenščíkov (1947 bis 1963) im Hakel gefangene Artenanzahlen

Unterfamilien	Borchert	Stubbe und Grebenščíkov	Stubbe/ Grebenščíkov
1. Cicindelinae	5	1	—/1
2. Carabinae	24	7	5/7
3. Cychrinae	2	1	1/1
4. Nebrinae	8	3	2/1
5. Notiophilinae	7	4	2/4
6. Omophroninae	1	—	—
7. Elaphrinae	6	—	—
8. Loricarinae	1	1	1/—
9. Scaritinae	18	—	—
10. Broscinae	2	1	—/1
11. Trechinae	10	1	1/1
12. Bembidiinae	70	4	3/2
13. Pogoninae	3	—	—
14. Patrobinae	2	—	—
15. Perigoninae	1	—	—
16. Anisodactylinae	5	1	—/1
17. Harpalinae	50	8	5/5
18. Stenolophinae	24	—	—
19. Pterostichinae	71	16	13/9
20. Zabrinae	40	6	4/2
21. Callistinae	6	—	—
22. Oodinae	2	—	—
23. Licininae	3	—	—
24. Badistrinae	6	1	1/—
25. Panagaeinae	2	1	1/—
26. Colliurinae	1	—	—
27. Aephnidiinae	1	—	—
28. Lebiinae	4	—	—
29. Demetriinae	3	1	—/1
30. Cymindinae	6	—	—
31. Dromiinae	17	—	—
32. Zuphiinae	1	—	—
33. Brachininae	2	—	—
Gesamt	404	57	39/36

#### 4.2. Arten- und Aktivitätsdichten

Insgesamt wurden 1979 im Hakel 11 172 Carabiden aus 32 Arten gefangen (Tab. 3). Die Arten- und Aktivitätsdichten der Carabiden ergeben sich jeweils aus den mit acht Barberfallen je Untersuchungsfläche gefangenen Arten- bzw. Individuenzahlen (vgl. Abb. 2 und 3, Tab. 5). Innerhalb des Traubeneichen-Winterlinden-Mischwaldes (TrEi-Wli-MW) mit der *Scrophularia*-Untergesellschaft wurden drei Altersklassen von Forsten untersucht: ein Kahlschlag (Nr. 3), ein Stangenholz (Nr. 2) und ein Altholzbestand (Nr. 10). Es ergibt sich das erwartete Bild – der noch sehr junge Kahlschlag zeigt hohe Arten- und Aktivitätsdichte der Carabidenfauna, das Stangenholz weist eine



Tabelle 5. Aktivitätsdichten der 1979 mit Barberfallen im HakeI gefangenen Carabidenarten

Arten	Flächen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. <i>Abax ater</i>	230	341	176	312	263	415	541	489	164	262	394	244	347	437	386	
2. <i>Amara familiaris</i>	1	—	12	1	—	—	1	1	—	—	—	—	1	1	—	
3. <i>Asaphidion flavipes</i>	2	2	—	3	2	1	—	—	—	7	11	1	5	5	—	
4. <i>Badister lacertosus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	1	—	3	—	2	
5. <i>Bembidion lampros</i>	—	—	4	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
6. <i>Bembidion quadrimaculatum</i>	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
7. <i>Calathus fuscipes</i>	—	2	56	—	—	—	—	2	—	3	—	—	2	1	1	
8. <i>Calathus melanocephalus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	
9. <i>Calathus piceus</i>	—	7	—	7	3	—	2	1	2	1	3	—	3	5	—	
10. <i>Calosoma inquisitor</i>	3	—	1	7	2	—	—	—	7	4	2	—	—	—	—	
11. <i>Carabus auratus</i>	13	4	43	31	1	—	5	—	—	5	2	—	1	1	1	
12. <i>Carabus coriaceus</i>	6	8	7	6	17	10	17	7	3	5	9	5	7	7	7	
13. <i>Carabus nemoralis</i>	97	96	21	56	58	85	112	55	23	78	23	30	38	108	73	
14. <i>Cychrus caraboides</i>	3	2	—	—	3	—	1	—	4	1	—	—	—	1	3	
15. <i>Harpalus latus</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
16. <i>Harpalus rufibarbis</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17. <i>Harpalus rufipes</i>	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18. <i>Harpalus punctatulus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
19. <i>Leistus rufomarginatus</i>	27	1	—	4	16	—	9	4	4	5	4	2	1	5	3	
20. <i>Loricera pilicornis</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	
21. <i>Nebria brevicollis</i>	44	64	80	5	2	22	28	32	2	23	18	22	2	63	2	
22. <i>Notiophilus biguttatus</i>	3	2	2	—	—	1	4	6	—	7	1	4	—	1	—	
23. <i>Notiophilus palustris</i>	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24. <i>Panagaeus bipustulatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
25. <i>Platynus assimilis</i>	—	—	—	—	—	—	4	1	—	—	—	—	—	—	—	

26. <i>Poecilus cupreus</i>	—	—	10	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
27. <i>Pterostichus niger</i>	69	48	99	49	220	64	28	2	56	50	227	50	2	86	94
28. <i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	89	153	41	208	308	75	92	191	12	153	530	117	2	159	48
29. <i>Pterostichus vulgaris</i>	26	15	117	17	54	164	34	126	14	5	75	99	—	58	36
30. <i>Stomis pumicatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	3	—
<hr/>															
31. <i>Synuchus nivalis</i>	4	—	1	1	4	—	5	1	2	—	—	—	—	1	3
32. <i>Trechus quadristriatus</i>	1	—	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—
<hr/>															
Individuenanzahl	620	745	711	710	955	838	883	918	301	610	1300	575	418	945	660
<hr/>															
Artenanzahl	18	14	18	17	15	10	15	14	16	16	14	11	17	19	14
<hr/>															

niedrigere Artenzahl, aber hohe Aktivitätsdichten auf, während der Altholzbestand eine höhere Arten-, aber niedrigere Aktivitätsdichte als das Stangenholz hat und mit beiden Werten unter denen des Kahlschlages bleibt. Diese Verhältnisse wurden auch in Kiefernforsten verschiedener Altersklassen in der Dübener Heide vom Autor beobachtet (vgl. Stubbe 1981). Allerdings lagen dort die Aktivitätsdichten auf den Kahlschlägen auch noch weit über denen der Stangenhölzer, dies kann sich aber auf der Versuchsfläche 3 im Hake! im Laufe der Jahre noch einpegeln. Die 1978 geschlagene Fläche wird erst nach und nach von den Freilandcarabiden besiedelt, die später dominieren werden. So wurde u. a. die Art *Carabus cancellatus* 1979 noch gar nicht gefunden, während sie 1981 bereits gehäuft auftritt. Sie gilt nach v. Broen (1965) als Freiflächenbewohner und wurde auch in Kiefernforsten der Dübener Heide mehrfach auf den Kahlschlägen gefangen.

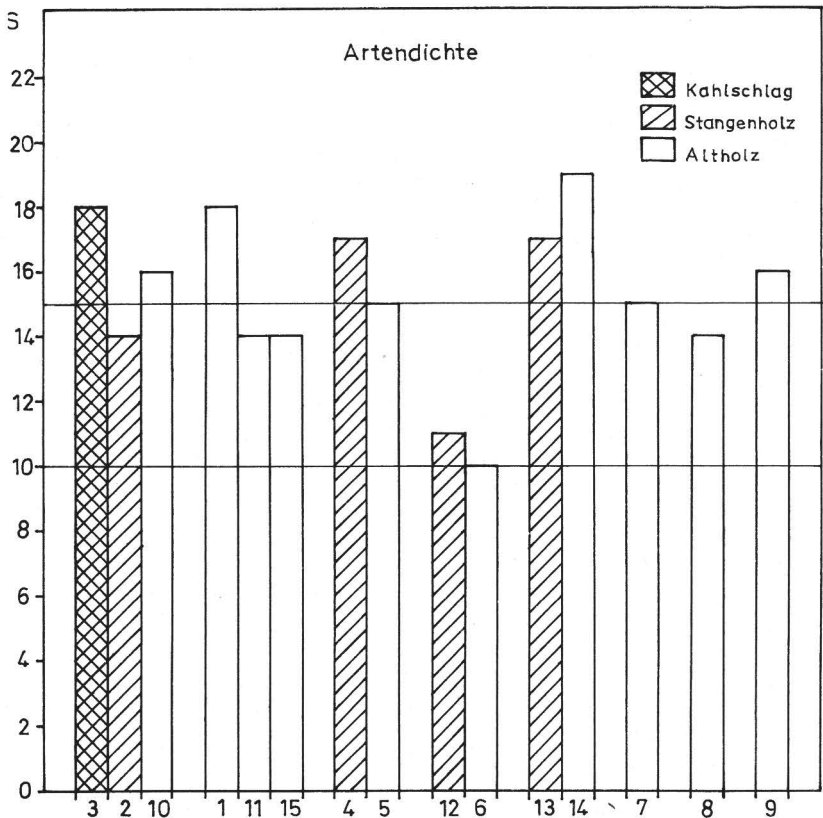


Abb. 2. Die Artendichten der untersuchten Carabidenzönosen des Hake!

Im TrEi-Wli-MW wurden weitere Altholzbestände mit verschiedenen Untergesellschaften betrachtet, so besitzt der Bestand mit *Calamagrostis*-Unterwuchs (11) zwar das geringste Artenspektrum innerhalb der TrEi-Wli-MW, aber dafür die höchste Aktivitätsdichte aller Untersuchungsflächen. Der *Potentilla alba*-TrEi-Wli-MW (1) im Kleinen Hake! hingegen zeichnet sich durch hohe Artenvielfalt bei etwa gleicher Aktivitätsdichte wie Fläche 10 aus. In dieser Gruppe soll noch der Eichen-Sommerlinden-Mischwald (TrEi-Soli-MW), Fläche 15, gestellt werden. Wie aus den Abb. 2 und 3 ersichtlich,

ist er in bezug auf die Anzahl gefangener Arten Stelle 11 gleichzustellen, während die Aktivitätsdichte deutlich niedriger und dafür eher im Bereich der Flächen 10 und 1 zu suchen ist.

In der nächsten Gruppe sollen die Eichen-Hainbuchen-Mischwälder (TrEi-Hbu-MW) zusammengefaßt werden. In den zwei Untergesellschaften (*Poa nemoralis* und *Mercurialis perennis*) sind je ein Stangenholz (4, 12) und ein Altholzbestand analysiert worden (5, 6). Hier verschieben sich die o. g. Beziehungen zwischen Alt- und Stangenholz erheblich. In beiden Fällen sind die Artendichten im Stangenholz höher und die Aktivitätsdichten niedriger als im Altholz. Dies würde etwa den in jüngeren Kiefern-kulturen (Schonungen) der Dübener Heide gefundenen Ergebnissen (Stubbe 1981) entsprechen. Durch das Ausschlagen von Stangen, die am Boden liegenblieben, sind der Nischenreichtum für Beutetiere der Carabiden und die Insolation der Bodenoberfläche in den Stangenhölzern höher als normalerweise zu erwarten. Dies könnte die größere Artendichte bedingen. Außerdem sind die Bestände 4 und 12 noch sehr jung, so daß sie wahrscheinlich den Übergang der Carabidenassoziationen zu höheren Alterklassen durch erhöhte Artenvielfalt dokumentieren. Insgesamt sind die Arten- und Aktivitätsdichten in der *Poa nemoralis*-Untergesellschaft höher als in der *Mercurialis perennis*-Subassoziatio.

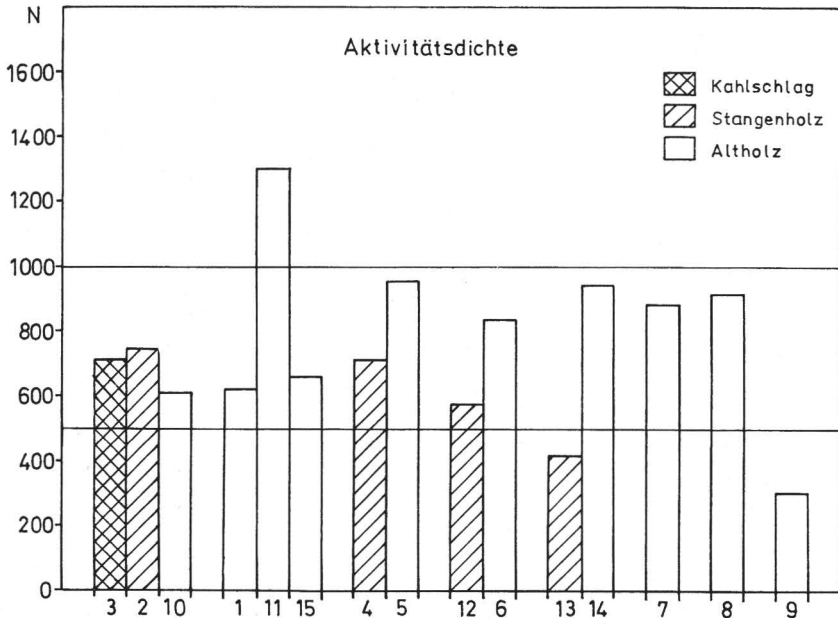


Abb. 3. Die Aktivitätsdichten der untersuchten Carabidenzönosen des Hakei

Der lichte Diptam-Steppenheidewald (D-Shw) erreicht im Altholzbestand (14) die mannigfaltigste Artengarnitur aller Versuchsflächen, die Aktivitätsdichte ist ebenfalls relativ hoch. Im Stangenholz verdeutlichen hohe Arten- und sehr geringe Aktivitätsdichten ähnliche Verhältnisse wie in den Ei-Hbu-MW-Beständen.

Bergahornreicher Gründchenwald (Bah-Gw) und *Hepatica*-Buchenwald (*Hepatica*-Rbu-W) ähneln sich in der Höhe der Arten- und Aktivitätsdichtewerte stark (Flächen 7, 8), während das Material des Feldahorn-Bergulmen-Mischwaldes (Fah-Bul-MW) eine etwas über dem Durchschnitt der gesamten Altholzbestände liegende Artenanzahl, gepaart mit der geringsten Aktivitätsdichte aller Untersuchungsflächen, erbringt.

#### 4.3. Aktivitätsdichten und Dominanz ausgewählter Carabidenarten des Hakel

Die Aktivitätsdichten und Dominanzen der einzelnen Arten auf den verschiedenen Untersuchungsflächen sind den Tab. 5 und 6 und die Dominanzen ausgewählter Arten Abb. 4 zu entnehmen.

*Abax ater* ist die häufigste Carabidenart des Hakelwaldes. Die Käfer sind eurytope Waldcarabiden (Thiele 1977). Nach Krause (1974) bevorzugen sie im Elbsandsteingebirge mäßig feuchten Buchenwald, Stubbe (1981) weist sie als eudominante Art der Kiefernbestände der Dübener Heide nach. Zum gleichen Ergebnis kommt v. Broen (1965). Lauterbach (1964) beschreibt *A. ater* als dominant in allen Waldgesellschaften, auch auf Kahlschlägen und in Schonungen, des Sauerlandes, während Thiele und Kolbe (1962) TrEi-Hbu-MW und Rbu-TrEi-MW als Vorzugshabitat im Niederrheinischen Flachland und Bergischen Land angeben.

Tietze (1966, 1977) fand *A. ater* im Süd- bzw. Ostharz gehäuft in TrEi-Rbu-Beständen. Herrmann (1970) fing am Fuße des Nordharzes die Art am häufigsten im TrEi-Wli-MW-Gesellschaften und TrEi-Rbu-MW. Im Hakel erreicht *Abax ater* die höchste Aktivitätsdichte im Bah-Gw (7), gefolgt vom *Hepatica*-Rbu-W (8), D-Shw (14) und TrEi-Hbu-MW (6), dann erst schließen sich die TrEi-Wli-MW- und TrEi-Soli-MW-Gesellschaften in wechselnder Reihenfolge an. Die höchsten Dominanzanteile (Abb. 4) hat die Art jedoch im Stangenholz des D-Shw (13), Bah-Gw und TrEi-Soli-MW.

Da sich der Bah-Gw durch eine ziemlich geschlossene Kronen- und Krautschicht sowie hohe Feuchtigkeit auszeichnet, das Stangenholz im D-Shw (13) eine übermäßig starke und hohe Krautschicht aufweist und auch der *Hepatica*-Rbu-W durch Kühle und relativ hohe Feuchte gekennzeichnet ist, entspricht die Verteilung von *Abax ater* im Hakel weitestgehend seinen bekannten Habitatanforderungen.

*Asaphidion flavipes*, eine Art offener Biotope (Thiele 1977), tritt in nennenswerter Anzahl nur in Tr-Ei-Wli-MW- und D-Shw-Gesellschaften auf (Tab. 5). *Calathus fuscipes*, ebenfalls eine Freiflächenart, hat seine höchsten Aktivitätsdichten und Dominanzanteile seiner Habitatbindung entsprechend auf dem Kahlschlag (3), während *Calathus piceus* als Waldart an die älteren Bestände gebunden ist.

*Calosoma inquisitor* jagt nach Mrozek-Dahl (1928) und Burmeister (1939) tagsüber besonders auf jungen Eichen nach Raupen u. a. Insekten. Tietze (1966, 1977) und Loreau (1978) fanden die Art ebenfalls nur in Eichenmischwäldern. Herrmann (1970) fing nur Einzelstücke und betrachtete diese Waldart in den Bodenfallen auf Grund ihrer Ernährungsweise als stratumfremd und Eichen- bzw. Eichenmischwälder bevorzugend. Im Hakel ist *C. inquisitor* ebenfalls in den TrEi-Wli- und TrEi-Hbu-Beständen anzutreffen. Allerdings wurde sie auch in gleich hoher Aktivitätsdichte und sogar mit den höchsten Dominanzanteilen im Fah-Bul-MW gefangen. Letzterer Bestand weist nur sehr geringe Anteile an TrEi in der Strauchschicht auf.

*Carabus auratus* besiedelt die freien Flächen des Flach- und Hügellandes, steigt nur selten in höhere Gebirgslagen auf und soll schwerere Böden der Felder und Wiesen geschlossenen Waldkomplexen vorziehen (Hürka 1973). Die Tiere zeichnen sich durch starke Heliophilie und hohe Tagaktivität aus. Dementsprechend ist *C. auratus* am häufigsten auf dem Kahlschlag (3) des TrEi-Wli-MW und im ausgelichteten Stangenholz (4) des TrEi-Hbu-MW zu finden. Auch Herrmann (1970) fing die Art am Nordharzrand nur außerhalb des geschlossenen Waldes und in wenigen Exemplaren in stark wärmegetönten und lichten Beständen.

Erfreulich ist die relativ häufige und gleichmäßige Verteilung des Lederlaufkäfers *Carabus coriaceus* im Hakel. Die höchsten Aktivitätsdichten liegen im TrEi-Hbu-MW und im Gründchenwald (7) vor. Die Art ist nach Hürka (1973) feuchtigkeitsliebend. Tietze (1977) fand sie im Südharz ausschließlich in einem bachbegleitenden Erlens-

Tabelle 6. Dominanz (%) der 1979 im Haken gefangenen Carabidenarten

Arten	Flächen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. <i>Abax ater</i>		37,10	45,77	24,75	43,94	27,54	49,52	61,27	53,27	54,49	42,95	30,31	42,43	83,01	46,23	58,48
2. <i>Amara familiaris</i>		0,16	—	1,69	0,14	—	—	0,11	0,11	—	—	—	—	0,24	0,11	—
3. <i>Asaphidion flavipes</i>		0,32	0,27	—	0,42	0,21	0,12	—	—	—	1,15	0,85	0,17	1,19	0,53	—
4. <i>Badister lacertosus</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	1,66	—	0,08	—	0,72	—	—
5. <i>Bembidion lampros</i>		—	—	0,56	0,14	—	—	—	—	—	0,16	—	—	—	—	—
6. <i>Bembidion quadrimaculatum</i>		—	—	0,84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. <i>Calathus fuscipes</i>		—	0,27	7,88	—	—	—	—	0,22	—	0,49	—	—	0,48	0,11	0,15
8. <i>Calathus melanocephalus</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,24	—	—
9. <i>Calathus piceus</i>		—	0,94	—	0,99	0,31	—	0,23	0,11	0,66	0,16	0,23	—	0,72	0,53	—
10. <i>Calosoma inquisitor</i>		0,48	—	0,14	0,99	0,21	—	—	—	2,33	0,66	0,15	—	—	—	—
11. <i>Carabus auratus</i>		2,10	0,54	6,05	4,37	0,11	—	0,57	—	—	0,82	0,15	—	0,24	0,11	0,15
12. <i>Carabus coriaceus</i>		0,97	1,07	0,99	0,85	1,78	1,19	1,93	0,76	1,00	0,82	0,69	0,87	1,67	0,74	1,06
13. <i>Carabus nemoralis</i>		15,65	12,89	2,95	7,89	6,07	10,14	12,68	5,99	7,64	12,79	1,77	5,22	9,09	11,43	11,06
14. <i>Cychrus caraboides</i>		0,48	0,27	—	—	0,31	—	0,11	—	1,33	0,16	—	0,17	—	0,11	0,46
15. <i>Harpalus latus</i>		—	—	—	0,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,15
16. <i>Harpalus rufibarbis</i>		0,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17. <i>Harpalus rufipes</i>		—	—	0,84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18. <i>Harpalus punctatulus</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	0,33	—	—	—	—	—	—
19. <i>Leistus rufomarginatus</i>		4,36	0,13	—	0,56	1,68	—	1,02	0,44	1,33	0,82	0,31	0,35	0,24	0,53	0,46
20. <i>Loricera pilicornis</i>		0,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,24	—	—
21. <i>Nebria brevicollis</i>		7,10	8,59	11,25	0,70	0,21	2,63	3,17	3,49	0,66	3,77	1,38	3,83	0,48	6,66	0,30
22. <i>Notiophilus biguttatus</i>		0,48	0,27	0,28	—	—	0,12	0,45	0,65	—	1,15	0,08	0,69	—	0,11	—
23. <i>Notiophilus palustris</i>		—	—	—	0,14	0,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24. <i>Panagaeus bipustulatus</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	0,33	—	—	—	—	—	—
25. <i>Platynus assimilis</i>		—	—	—	—	—	—	0,45	0,11	—	—	—	—	—	—	—
26. <i>Poecilus cupreus</i>		—	—	1,41	—	—	0,12	—	—	—	—	—	—	—	0,11	—
27. <i>Pterostichus niger</i>		11,13	6,44	13,92	6,90	23,04	7,64	3,17	0,22	18,61	8,20	17,46	8,70	0,48	9,10	14,24
28. <i>Pterostichus oblongopunctatus</i>		14,35	20,54	5,77	29,30	32,25	8,95	10,42	20,80	3,99	25,08	40,77	20,35	0,48	16,82	7,27
29. <i>Pterostichus vulgaris</i>		4,19	2,01	16,46	2,39	5,65	19,57	3,85	13,72	4,65	0,82	5,77	17,22	—	6,13	5,46
30. <i>Stomis pumicatus</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	0,33	—	—	—	0,24	0,32	—
31. <i>Synchus nivalis</i>		0,65	—	0,14	0,14	0,42	—	0,57	0,11	0,66	—	—	—	—	0,11	0,46
32. <i>Trechus quadristriatus</i>		0,16	—	4,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,24	0,21	—

Eschen-Ulmen-Wald und bezeichnete sie als stenöke Waldart. Nach Thiele und Kolbe (1962) liegt die Aktivitätsdichte in wärmebegünstigten TrEi-Hbu-MW am höchsten, dies entspricht den Ergebnissen im Hakel ebenso wie die Angaben von Herrmann (1970), der *C. coriaceus* auch am häufigsten in TrEi-Hbu-MW fing. Tietze (1966) gibt TrEi-Rbu-Bestände und Erlen-Eschenwald aber auch einen Kahlschlag als Habitate an, bei Herrmann (1970) fehlt *C. coriaceus* hingegen außerhalb des geschlossenen Waldes und im TrEi-Rbu-Bestand. Im Hakel wird anscheinend neben TrEi-Hbu-MW der Bah-Gw (7) bevorzugt. Im *Hepatica*-Rbu-W und auf dem Kahlschlag ist die Art gleichstark vertreten, was den Angaben von Herrmann etwas widerspricht.

*Carabus nemoralis* ist wohl die am ausgeprägtesten eurytope *Carabus*-Art überhaupt (Hürka 1973, Thiele 1977, Tietze 1966, 1977), soll aber ausgesprochen kühle und feuchte Standorte der mittleren und höheren Gebirgslagen meiden und zieht tiefgründige, gut strukturierte Böden in TrEi-Hbu-MW vor (Herrmann 1970). Tietze (1966) fing die Art am häufigsten im TrEi-Rbu-MW und Erlen-Eschenwald. Im Hakel liegt der Verbreitungsschwerpunkt im Bah-Gw, gefolgt vom D-Shw, die niedrigsten Fangzahlen liegen für den Kahlschlag (3), den Fah-Bul-MW und den TrEi-Wli-MW mit *Calamagrostis*-Untergesellschaft vor. Die größten Dominanzanteile hat die Art im *Potentilla alba*-reichen TrEi-Wli-MW (1) im Kleinen Hakel.

Auch die folgende Waldart, *Leistus rutomarginatus* hat auf diesem Standort die höchsten Dichte- und Dominanzwerte erreicht. Barndt (1976) fand diese Art dominant und subdominant in Kiefern-Traubeneichen-Beständen verschiedener Typen, aber auch subdominant in einem Traubenkirschen-Eschenwald.

*Nebria brevicollis* ist euryök und besiedelt vorzugsweise TrEi-Hbu-MW (Thiele u. Kolbe 1962, Thiele 1964 a, b, Lauterbach (1964). Thiele (1977) stellt sie wechselweise zu den Waldarten oder zu den eurytopen Tieren. Im folgenden wird die Art zu den Waldtieren gezählt. V. Broen (1965) fand sie in StEi-Hbu-MW, sie kommt aber auch in reinen Buchenwäldern (Gersdorf 1937, Lauterbach 1964) und Kiefernforsten (Stubbe 1981) vor. Krause (1974) gibt kurzrasige, nicht zu feuchte Wiesen als Vorzugshabitate an. Im Hakelwald hat diese Art ihre höchste Aktivitätsdichte auf dem Kahlschlag und im Stangenholz des TrEi-Wli-MW sowie im D-Shw erreicht. Sehr gering ist der Besatz im TrEi-Hbu-MW mit *Poa nemoralis*-Subassoziation (4, 5), im Fah-Bul-MW, TrEi-Soli-MW und im Stangenholz des D-Shw (vgl. Tab. 5).

*Notiophilus biguttatus*, für den Herrmann (1970) eine Bevorzugung der wärmeren TrEi-Hbu-MW fand, und *Synuchus nivalis* kommen nur in geringer Anzahl in den verschiedensten Waldgesellschaften vor, während *Notiophilus palustris* ausschließlich im *Poa nemoralis*-reichen TrEi-Hbu-MW auftritt (Abb. 4).

Die *Pterostichus*-Arten *Pt. niger*, *oblongopunctatus* et *vulgaris* gehören zu den dominierenden Caraben im Hakel. Stubbe (1981) zählt *Pt. niger* et *oblongopunctatus* auch in Kiefernforsten der Dübener Heide zu den wichtigen Arten, während *Pt. vulgaris* dort nicht auftrat.

*Pterostichus niger* ist eurytop (v. Broen 1965, Herrmann 1970, Krause 1974, Thiele 1977). Lauterbach (1964) fand ihn in allen von ihm untersuchten Waldtypen. Thiele u. Kolbe (1962) wiesen ihn gehäuft im TrEi-Hbu-MW nach, während er im Bu-TrEi-W fehlte. Thiele (1964 a) zeigte dagegen die größten Dichten in den Fageten auf. Tietze (1966) fand ihn in den TrEi-Rbu-Beständen ebenso wie im Erlen-Eschen-MW, Fichtenwald und auf Schlagfluren, während Herrmann (1970) humidere Standorte und die Fageten als Vorzugshabitate angibt. Im Hakel erreicht *P. niger* die größten Aktivitätsdichten im *Calamagrostis*-reichen TrEi-Wli-MW, gefolgt vom Stangenholz des TrEi-Hbu-MW. Mit großem Abstand schließen sich der Kahlschlag und der TrEi-Soli-MW an. Die wenigsten Tiere wurden im *Hepatica*-Rbu-W und im Stangenholz des D-Shw gefangen.

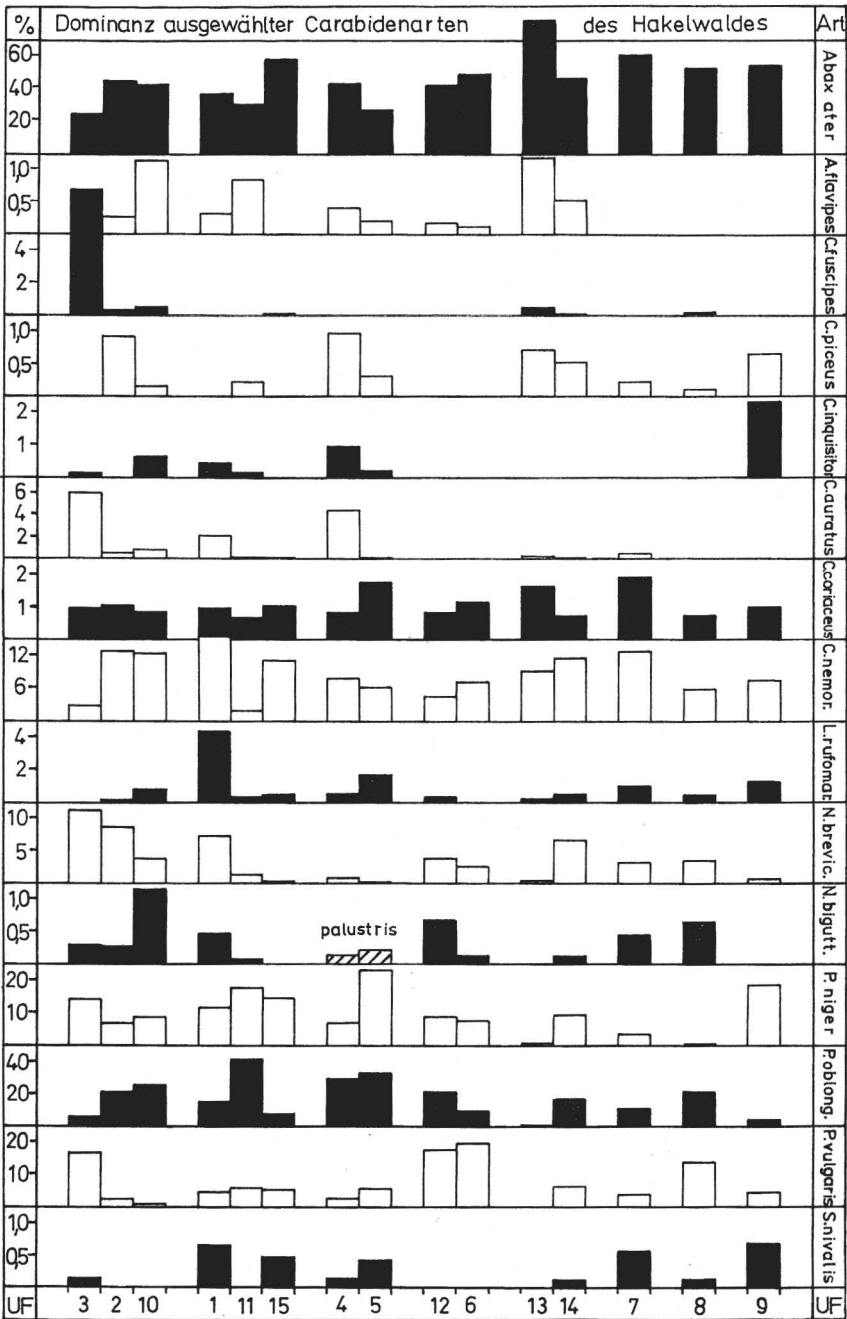


Abb. 4. Dominanz ausgewählter Carabidenarten auf den verschiedenen Waldstandorten im Havel



Auch *Pterostichus vulgaris* ist eurytop (Thiele 1977), kommt wohl aber gehäufte in offenen Landschaftstypen vor (vgl. Krause 1974). Dies dokumentiert auch die hohe Aktivitätsdichte auf dem Kahlschlag im Hakel. Die meisten Tiere wurden jedoch im TrEi-Hbu-MW der *Mercurialis*-Untergesellschaft und im *Hepatica*-Rbu-W gefangen. Im Stangenholz des D-Shw kam die Art nicht vor.

*Pterostichus oblongopunctatus* ist eine eurytope Waldart (Lauterbach 1964, v. Broen 1965, Tietze 1966, 1977, Herrmann 1970, Krause 1974, Thiele 1977), die die unterschiedlichsten Waldgesellschaften besiedelt, sofern diese nicht zu feucht sind (Krause 1974, Tietze 1977), aber auch nicht zu stark austrocknen (Herrmann 1970). Tietze (1966) findet *P. oblongopunctatus* gehäuft in TrEi-Rbu-MW-Gesellschaften und im Erlen-Eschenwald, während Herrmann (1970) eine Bevorzugung des TrEi-Hbu-MW beobachtet. Im Hakel liegt der Verbreitungsschwerpunkt im *Calamagrostis*-reichen TrEi-Wli-MW (11), es folgen *Mercurialis*-reicher TrEi-Hbu-MW (4, 5) und *Hepatica*-Rbu-W. Der geringste Anteil ist wiederum im Stangenholz des D-Shw zu finden. Auch im Fah-Bul-MW und auf dem Kahlschlag ist die Aktivitätsdichte recht niedrig.

*Pterostichus vulgaris* wird von Thiele (1977) als eurytop eingestuft. Tietze (1966) und Herrmann (1970) stellen ihn zu den euryöken Feldtieren. Während Tietze *P. vulgaris* im TrEi-Rbu-MW häufig fing, weist in Herrmann nur auf waldrandnahen Standorten, die an offene Flächen grenzen, nach. Krause (1974) gibt eine umfassende Übersicht der bis dato bekannten Untersuchungen, danach kommt die Art sowohl in Wäldern wie auf Wiesen und Feldfluren vor, ist also eurytop. Im Hakel tritt *P. vulgaris* in allen Waldgesellschaften mit Ausnahme des Stangenholzes im D-Shw auf. Am häufigsten ist er im TrEi-Hbu-MW der *Mercurialis*-Subassoziation, im *Hepatica*-Rbu-W und auf dem Kahlschlag. Die höchsten Dominanzanteile hat er ebenfalls dort (Abb. 4).

#### 4.4. Zusammensetzung der Carabidengesellschaften entsprechend der Biotopbindung der einzelnen Arten

Die Carabiden besiedeln ökologisch sehr verschiedene Lebensräume. Die Biotopwahl ist in erster Linie von den Klimafaktoren Luftfeuchte, Temperatur und Insolation, aber auch vom Nahrungsangebot und der Raumstruktur abhängig.

Unter 4.3. ist bereits die Biotopbindung der wichtigsten Carabiden des Hakelwaldes erläutert worden. Im folgenden Abschnitt sind die Carabiden in drei Hauptgruppen eingeteilt worden (vgl. Thiele 1968, 1977). Es sind dies:

1. Arten offenen Geländes (Feldarten),
2. eurytope Arten,
3. Waldarten.

Nach Thiele (1968) präferieren die Waldcarabiden Kühle, Feuchtigkeit und Dunkelheit. Für diese Arten ist in der Regel der Faktor Licht bestimmend, während die Arten des offenen Geländes, die entweder Wärme, Trockenheit oder Helligkeit bevorzugen oder einen weiteren Schwankungsbereich der Intensität dieser Faktoren angepaßt sind, am deutlichsten durch den Temperaturfaktor beeinflußt werden. Die eurytopen Arten können nicht eindeutig einem Biotop zugeordnet werden, sie kommen sowohl im Wald als auch im offenen Gelände vor. Eine Einteilung in eurytope und stenotope Waldarten, wie sie Thiele (1977) trifft, wurde nicht vorgenommen, die Vertreter dieser Untergruppen wurden gemeinsam unter „Waldarten“ gefaßt. Insgesamt stehen sich bei den Untersuchungen im Hakel 1979 12 Feldarten mit nur 304 Individuen, 11 eurytope Arten mit 2997 Individuen und nur 9 Waldarten mit 7878 Tieren gegenüber.

Die Abb. 5 zeigt die Dominanzanteile der drei Gruppen pro Untersuchungsfläche, und Tab. 7 gibt die Verteilung der wichtigsten Arten in den verschiedenen alten Waldbeständen und -gesellschaften wieder.

Tabelle 7. Verteilung der wichtigsten Carabidenarten verschiedener Biotopbindung in den verschieden alten Waldbeständen des Havel (KS = Kahlschlag)

Bestand	KS	Stangenhölzer					Althölzer										
		Flächen	3	2	4	12	13	1	5	6	7	8	9	10	11	14	15
1. Arten offenen Geländes																	
<i>B. lampros</i>	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>B. quadrimaculatum</i>	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. fuscipes</i>	56	2	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	3	—	1	1	
<i>C. auratus</i>	43	4	31	—	—	1	13	1	—	5	—	—	5	2	1	1	
<i>H. rufipes</i>	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>P. cupreus</i>	10	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	
<i>T. quadristriatus</i>	29	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	
2. Eurytope Arten																	
<i>A. familiaris</i>	12	—	1	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—
<i>C. nemoralis</i>	21	96	56	30	38	—	97	58	85	112	55	23	78	23	108	73	
<i>N. biguttatus</i>	2	2	—	4	—	—	3	—	1	4	6	—	7	1	1	—	
<i>P. niger</i>	99	48	49	50	2	—	69	220	64	28	2	56	50	227	86	94	
<i>P. vulgaris</i>	117	15	17	99	—	—	26	54	164	34	126	14	5	75	58	36	
3. Waldarten																	
<i>A. ater</i>	176	341	312	244	347	—	230	263	415	541	489	164	262	394	437	386	
<i>C. piceus</i>	—	7	7	—	3	—	—	3	—	2	1	2	1	3	5	—	
<i>C. inquisitor</i>	1	—	7	—	—	—	3	2	—	—	—	7	4	2	—	—	
<i>C. coriaceus</i>	7	8	6	5	7	—	6	17	10	17	7	3	5	9	7	7	
<i>C. caraboides</i>	—	2	—	1	—	—	3	3	—	1	—	4	1	—	1	3	
<i>N. brevicollis</i>	80	64	5	22	2	—	44	2	22	28	32	2	23	18	63	2	
<i>P. oblongopunctatus</i>	41	153	208	117	2	—	89	308	75	92	191	12	153	530	159	48	

In den unterschiedlichen Altersklassen der TrEi-Wli-MW und im TrEi-Soli-MW zeigt sich die auch in Kiefernforstsukzessionen der Dübener Heide beobachtete Zusammensetzung. Der Kahlschlag hat den höchsten Anteil der Feld- und den niedrigsten Anteil an Waldarten insgesamt, während im Stangenholz (2) die größten Werte für Waldcarabiden gefunden wurden. In den Altholzbeständen hat die *Scrophularia*-Untergesellschaft fast den gleichen Waldcarabidenanteil wie die *Calamagrostis*-Subassoziatio, dann folgt der TrEi-Soli-MW und als letztes der *Potentilla alba*-reiche Tr-Ei-Wli-MW, der außerdem die meisten Feldtiere innerhalb der Althölzer dieser Gruppe aufweist.

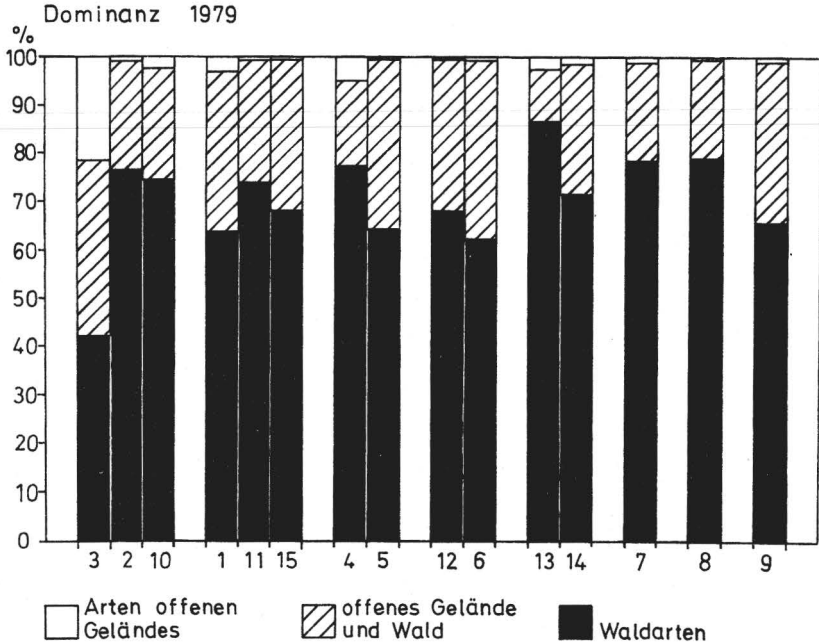


Abb. 5. Dominanzsummen von Feld-, Wald- und eurytopen Carabidenarten auf den verschiedenen Waldstandorten im Haket

Im TrEi-Hbu-MW ist der prozentuale Besatz an Waldcarabiden in der *Poa nemoralis*-Subassoziatio höher als in der *Mercurialis perennis*-Untergesellschaft, wobei die letztere den geringsten Anteil an Arten offenen Geländes aller Waldtypen aufweist. Die Anteile der Waldarten sind in den Stangenhölzern (4, 12) ebenfalls höher als in den Althölzern (5, 6). Auf der Versuchsfläche 4 wurden Stangen herausgeschlagen, die damit verbundene Erhöhung der Insolation könnte der Grund für das verstärkte Vorkommen des heliophilen *Carabus auratus* sein und damit den relativ hohen Prozentsatz der Feldarten erklären.

Im Stangenholz des D-Shw (13) wurde der höchste Waldcarabidenanteil im gesamten Haket erreicht, die Feldarten sind etwas stärker als in den übrigen Stangenhölzern (mit Ausnahme von 4, siehe oben) vertreten. Das Altholz liegt in der Zusammensetzung seiner Carabidengesellschaft zwischen TrEi-Wli-MW und TrEi-Hbu-MW. *Hepatica*-Rbu-W (8) und Bah-Gw (7) besitzen die höchsten Waldcarabidenprozentätze aller untersuchten Altholzbestände, was sich durch den dichteren Kronenschluß (vgl. Tab. 2) und die höhere Feuchtigkeit gegenüber anderen Beständen erklärt. Fläche 8 zeichnet sich noch durch einen sehr geringen Feldartenanteil aus. Der Fah-Bul-MW (9) ähnelt in seiner Zusammensetzung nach der Biotopbindung der einzelnen Carabiden-

arten dem TrEi-Soli-MW und dem TrEi-Hbu-MW mit *Mercurialis perennis*-Subassoziation am stärksten.

#### 4.5. Diversität, Evenness und Dominanzstruktur der untersuchten Carabidenzönosen

In den letzten Jahren werden Diversitäts- und Evennessindizes sowie Dominanzstrukturmodelle immer häufiger zur Charakterisierung von Ökosystemen herangezogen.

Im folgenden wird das von Stöcker u. Bergmann (1977) und Stöcker (1977) entwickelte Dominanzstrukturmodell zur Anwendung gebracht. Die Berechnung der Werte erfolgte nach einem vorgegebenen Programm im ORZ der MLU Halle-Wittenberg.

Nach diesem Modell errechnet sich die Diversität nach der Shannon-Wiener-Formel:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i ,$$

wobei  $S$  = Summe der Zeichensorten (Artenzahl) und  $p_i$  = relative Frequenz des  $i$ -ten Zeichens (Anzahl der Individuen der  $i$ -ten Art) bezogen auf die gesamte Zeichenmenge (Gesamtfangzahl) ist.

Für die Fallenfänge ergibt sich als Ansatz:

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

mit  $S$  = Artenzahl,  $n_i$  = Fangzahl der  $i$ -ten Art,  $N$  = Gesamtfangzahl. Außerdem werden die Evenness nach Pielou (1969)

$$E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

und die Unterschiede von Zönosen (Differenzen der Dominanzverhältnisse, Informationsunterschiede) nach der Formel

$$\Delta H' = H'_{k,l} - \frac{H'_k + H'_l}{2}$$

berechnet (vgl. 4.6.).

Nach Stöcker u. Bergmann (1977) entstehen die Maße von Diversität und Komplexität durch Akkumulation der partiellen Informationsanteile  $h_i$  der einzelnen Arten, deren Gesamtheit  $S$  ist. Dann gilt

$$H' = \sum_{i=1}^S h_i \quad \text{mit} \quad h_i = p_i \ln \frac{1}{p_i} .$$

Man bezeichnet die Akkumulation von  $h_i$  über eine beliebige Artenanzahl ( $s \leq S$ ) mit  $h$ . Werden dann wie in Abb. 6 auf der Abszisse die Arten, geordnet nach fallenden  $h_i$  und auf der Ordinate die akkumulierten  $h_i = h$  aufgetragen, erhält man eine Art Sättigungskurve, die sich mit  $s \rightarrow S$  etwa asymptotisch dem Grenzwert  $H'$  nähert und ein Abbild der Dominanzstruktur ist. Auf diese Kurve kann die allgemeine e-Funktion  $y = a + b e^{cx}$  mit  $y = h$ ,  $x = S$  und  $a \approx |b| \approx H'$  approximiert werden. Mit Hilfe des Parameters  $c$ , der negative Werte annimmt, lassen sich Aussagen über die Dominanzrelationen eines Ökosystems und ihre Veränderungen, Aussagen zur Bioindikation und zur Evenness treffen.

Während die Diversität ( $H'$ ) als angenähertes Maß für den Informationsgehalt eines Systems bzw. als Ungewißheit, daß ein zufällig aus dem System entnommenes Individuum einer ganz bestimmten Art angehört, betrachtet wird, ist die Evenness ( $E$ ) das Maß der Äquität oder Gleichförmigkeit, d. h. der Gleichmäßigkeit der Verteilung der Individuen auf die Arten.

Die Tab. 8 gibt die Werte für  $H'$  sowie  $E$  an, und die Abb. 6 zeigt die Dominanzstrukturkurven der untersuchten Carabidengesellschaften und Tab. 9 die entsprechenden e-Funktionen. In Abb. 6 ist in das auf die Abszisse gefällte Lot die Nr. der jeweiligen Untersuchungsfläche eingetragen.

Tabelle 8. Diversität und Evenness der im Haket 1979 untersuchten Carabidenzönosen

Fläche	$H'$	$H_{\max}$	$E$
1	1,9341	2,8903	0,6692
2	1,6060	2,6390	0,6086
3	2,2155	2,8903	0,7665
4	1,5967	2,8332	0,5636
5	1,6490	2,7080	0,6089
6	1,4843	2,3025	0,6446
7	1,4014	2,7080	0,5175
8	1,3705	2,6390	0,5193
9	1,5845	2,7725	0,5715
10	1,6521	2,7725	0,5959
11	1,4651	2,6390	0,5517
12	1,5995	2,3978	0,6671
13	0,7681	2,8332	0,2711
14	1,6759	2,9444	0,5692
15	1,3705	2,6390	0,5193

Die höchsten Diversitäts- und Evennesswerte hat die Kahlschlagfläche aufzuweisen, die niedrigsten das Stangenholz des D-Shw (13). Insgesamt ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei Untersuchungen in Kiefernforsten (Stubbe 1981). Der Kahlschlag zeichnet sich durch hohe Diversitäts- und Evennesswerte und einen hohen Betrag des Parameters  $c$  der e-Funktion (Tab. 9), d. h. eine ausgeglichene Dominanzstruktur aus. Mit Ausnahme des Stangenholzes im *Mercurialis*-reichen TrEi-Hbu-MW liegen die Werte für die Stangenhölzer deutlich unter denen der Althölzer.

Bei den verschiedenen Althölzern zeichnet sich der *Potentilla alba*-reiche TrEi-Wli-MW (1) durch große Artenmannigfaltigkeit und einen hohen Äquitätswert aus. Der D-Shw (14) hat zwar ein etwas größeres Arteninventar, jedoch eine wesentlich unausgeglichene Dominanzstruktur als Fläche 1 (vgl. Abb. 6). Der *Mercurialis*-reiche TrEi-Hbu-MW hingegen zeichnet sich durch einen hohen Evennessgrad bei relativ niedriger Diversität, bedingt durch eine geringere Artendichte, aus. Der TrEi-Soli-MW (15) und der *Hepatica*-Rbu-W (8) besitzen gleiche Diversität und Evenness bei gleicher Artenzahl. Trotzdem ist die Dominanzstruktur der Carabidengesellschaften unterschiedlich (Abb. 6). Die e-Funktionen in Tab. 9 zeigen dies, der höhere Wert des Parameters  $c$  für Fläche 15 verdeutlicht, daß diese Carabidenzönose eine ausgeglichene Dominanzstruktur als Fläche 8 hat. Diversitäts- und Evennessindizes allein betrachtet, ergeben hier also keine eindeutige Aussage beim Vergleich der beiden Carabidenzönosen.

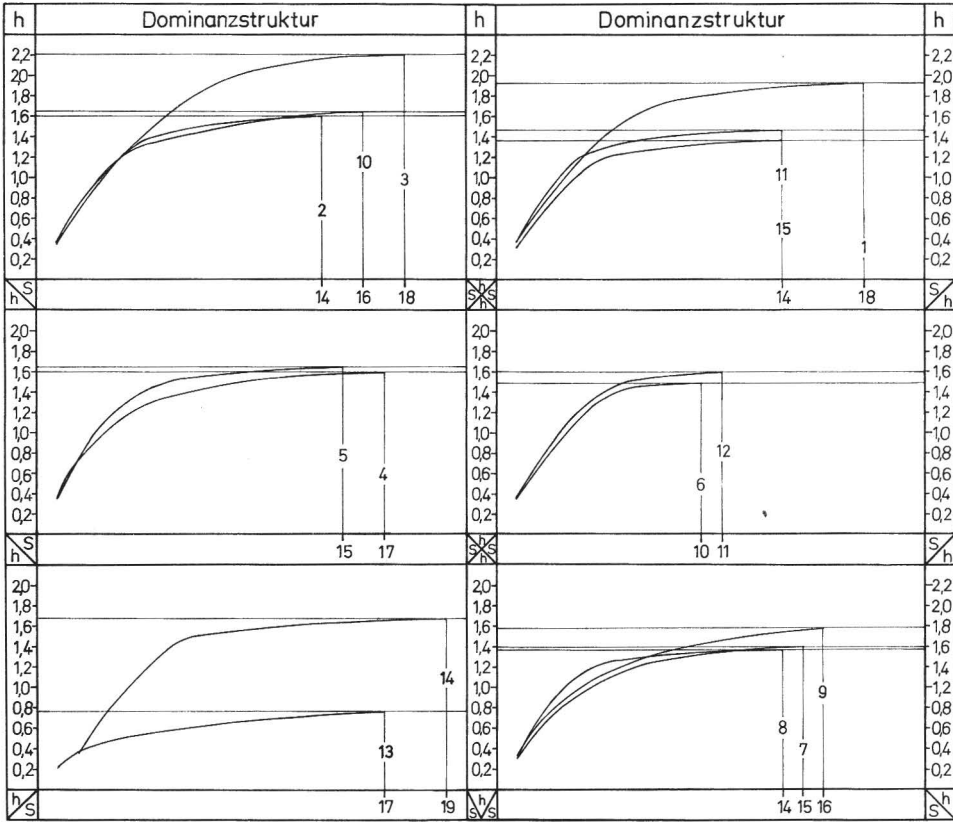


Abb. 6. Dominanzstrukturkurven der untersuchten Carabidenzönosen

Tabelle 9. Funktionen der Dominanzstrukturkurven

Althölzer		Jüngere Bestände	
Fläche	$y = a + be^{-cx}$	Fläche	$y = a + be^{-cx}$
1	$y = 1,958 - 2,103e^{-0,210x}$	3	$y = 2,321 - 2,458e^{-0,196x}$
10	$y = 1,633 - 1,702e^{-0,307x}$	2	$y = 1,617 - 1,811e^{-0,346x}$
11	$y = 1,456 - 1,717e^{-0,450x}$		
15	$y = 1,372 - 1,578e^{-0,377x}$		
5	$y = 1,643 - 1,908e^{-0,387x}$	4	$y = 1,591 - 1,639e^{-0,301x}$
6	$y = 1,560 - 1,781e^{-0,347x}$	12	$y = 1,660 - 1,894e^{-0,357x}$
14	$y = 1,674 - 1,864e^{-0,319x}$	13	$y = 0,774 - 0,621e^{-0,183x}$
7	$y = 1,425 - 1,478e^{-0,274x}$		
8	$y = 1,366 - 1,635e^{-0,446x}$		
9	$y = 1,606 - 1,551e^{-0,224x}$		

Insgesamt gesehen ähneln sich die Dominanzstrukturen der Stangen- und Althölzer gleicher Waldgesellschaften mit Ausnahme des D-Shw (13, 14) wesentlich stärker als in Kiefernwaldzönosen der Dübener Heide.

#### 4.6. Arten- und Dominanzidentität, Diversitätsdifferenzen und Überlappungsindex

Arten- und Dominanzidentität sowie Überlappungsindex und Diversitätsdifferenzen können als Ähnlichkeitsmaße betrachtet werden, die den Verwandtschaftsgrad zu vergleichender Zönosen ausdrücken. Die genannten Indizes werden nach folgenden Formeln berechnet:

1. Artenidentität:  $I_A = 100 \cdot \frac{2b}{c+d}$  (Sørensen 1948)

$b$  = Zahl der in beiden Tierbeständen vorkommenden Arten,

$c$  = Zahl der in dem einen und

$d$  = Zahl der in dem anderen der beiden Bestände gefundenen Arten.

2. Dominanzidentität:  $I_D = d_1 + d_2 + d_3 \dots d_n$  (Renkonen 1938)

$d_1, d_2, \dots, d_n$  = kleinerer Dominanzwert einer betrachteten Art in zwei verschiedenen Tierbeständen.

3. Diversitätsdifferenz:  $\Delta H' = H'_{k,l} - \frac{H'_k + H'_l}{2}$

(vgl. 4.4.).

4. Überlappungsindex:  $C_{k,l} = 100 \left[ 1 - \frac{1}{2}(p_{ik} - p_{il}) \right]$

(Curtis 1978; Schaefer u. Kock 1979)

$p_{ik}, p_{il}$  = Anteil der Art  $i$  an der Gesamtindividuenzahl am Standort  $k$  und  $l$ .

Von diesen Indizes stehen sich wohl  $I_D$  und  $C$  am nächsten, während  $I_D$  die Summe der Minimaldominanzen zweier Standorte darstellt (vgl. Degen, Müller u. Läuter 1976), wird  $C$  durch die Dominanzdifferenzen zwei zu vergleichender Standorte bestimmt.  $I_A$  gibt das Ausmaß der Übereinstimmung des Artenspektrums an, und  $\Delta H'_{ld}$  verdeutlicht Differenzen in der Dominanzstruktur bzw. Informationsunterschiede der betrachteten Zönosen.  $\Delta H'_{ld}$  ( $ld = \log$  dualis) nimmt Werte zwischen 0 (identische Populationsstruktur) und 1 (keine Gemeinsamkeiten in den Populations- und Mengenverhältnissen) an und kann durch Multiplikation mit dem Faktor 100 auch in Prozent angegeben werden. Abb. 7 zeigt alle genannten Ähnlichkeitsmaße in Form vergleichbarer Dendrogramme.

Es wird deutlich, daß sich trotz gleicher Primärdaten mit den verschiedenen Indizes z. T. unterschiedliche Konkordanzen für die betrachteten Untersuchungsflächen ergeben.

Nur der Kahlschlag (3) läßt sich stets, und das Stangenholz im D-Shw (13) mit Ausnahme der  $\Delta H'$ -Werte, deutlich von allen übrigen Flächen abgrenzen.

Mit kleinen Abweichungen ergeben sich hinsichtlich  $I_D$ ,  $C$  und  $\Delta H'$  folgende Gruppen von Flächen ähnlicher Zusammensetzung der Dominanzstrukturen der Carabidenzönosen (die Artenidentität weicht jedoch stärker ab, Abb. 7):

1. Gruppe: 2, 14, 10, 4, 1,

2. Gruppe: 6, 12, 8,

3. Gruppe: 7, 9, 15,

4. Gruppe: 5, 11.

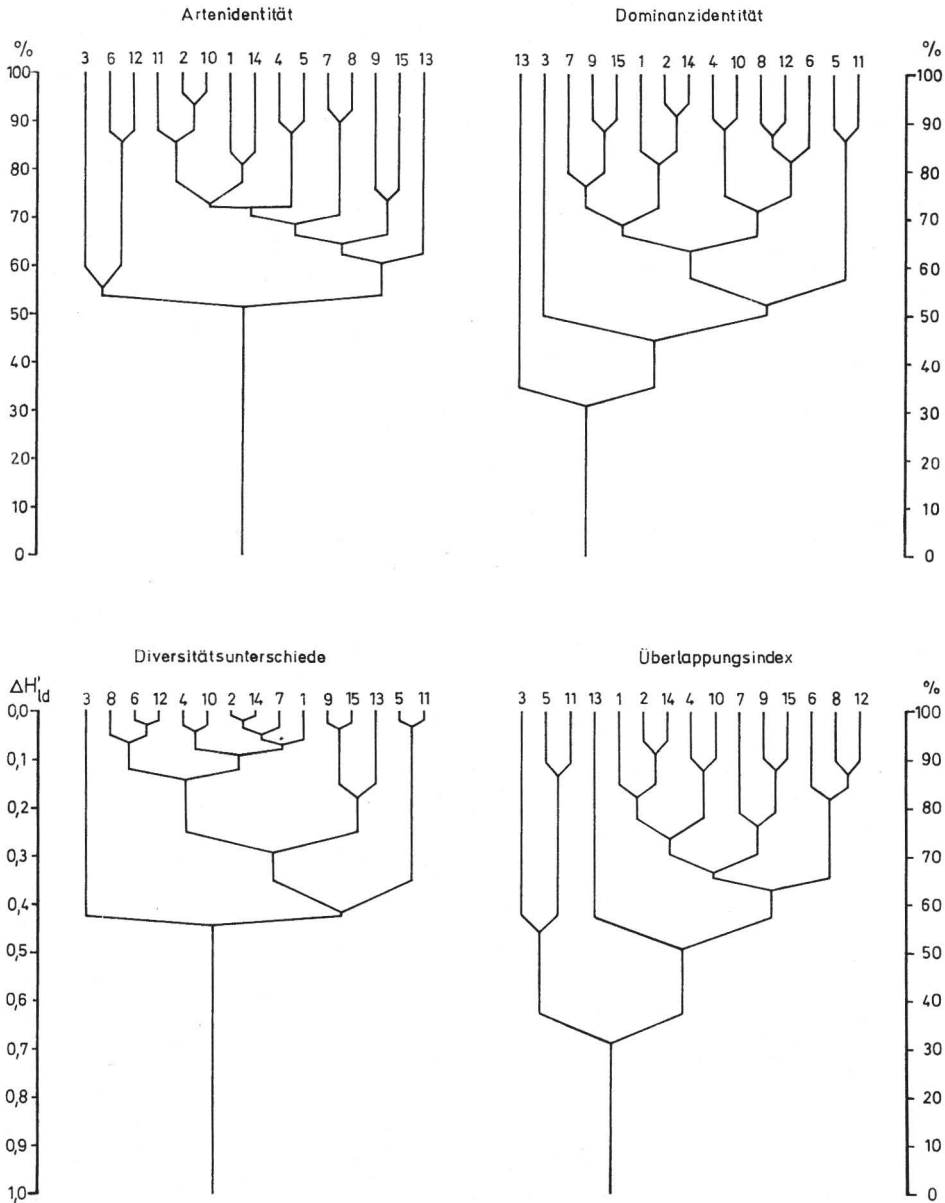


Abb. 7. Dendrogramme für Arten- und Dominanzidentität, Diversitätsdifferenz und Überlappungsindex der untersuchten Carabidenzönosen

Höchste Konkordanz besteht wohl zwischen dem Stangenholz des *Scrophularia*-reichen TrEi-Wli-MW (2) und dem Altholzbestand des D-Shw (14). Sehr gute Übereinstimmung aller Indizes, auch  $I_A$ , ergibt sich beim Vergleich des Stangen- (12) und Altholzes (6) des *Mercurialis*-TrEi-Hbu-MW. Am nächsten damit verwandt scheint der *Hepatica*-Rbu-W (8) zu sein. Das Stangenholz des *Poa nemoralis*-reichen TrEi-Hbu-



MW (5) steht ausnahmslos dem *Calamagrostis*-reichen TrEi-Wli-MW am nächsten und die Flächen 9 (Fah-Bul-MW) der Fläche 15 (TrEi-Soli-MW). Letzteres überrascht etwas, da man eher einen hohen Verwandtschaftsgrad der Flächen 8 und 15 erwartet hätte, da sich diese durch gleiche Artenzahl und gleiche Diversitäts- und Evennesswerte auszeichnen.

Insgesamt gesehen ergibt sich die beste Übereinstimmung der Untersuchungsflächen innerhalb jeweils einer betrachteten Waldgesellschaft mittels der Berechnung der Artenidentität (IA). Zieht man die Verteilung der Individuen auf die Arten hinzu, also die Dominanzverhältnisse, ähneln sich oft Bestände unterschiedlicher Waldgesellschaften stärker als z. B. Alt- und Stangenholz ein und desselben Bestandstyps (s. o.). Bei der Artenidentität liegen jeweils Alt- und Stangenholz des TrEi-Wli-MW (*Scrophularia*-Untergesellschaft) und des TrEi-Hbu-MW beider untersuchten Subassoziationen (4/5 und 6/12) nebeneinander, nur der D-Shw bildet eine Ausnahme. Der Bah-Gw (7) rückt hier neben den *Hepatica*-Hbu-W.

Es zeigt sich also, daß die einzelnen Ähnlichkeitsindizes zu verschiedenen Interpretationen des gleichen Untersuchungsmaterials führen können. Für ihre Anwendung ist deshalb Voraussetzung, genau abzuschätzen, welche spezifischen ökologischen Zusammenhänge dokumentiert werden sollen.

#### 4.7. Jahresrhythmik der Carabiden im Haket

Die Carabiden der gemäßigten Zone sind univoltin (Thiele 1977). Sie überwintern im 1. Lebensjahr als Larven oder Imagines. Viele Arten werden älter als ein Jahr und können mehrfach zur Fortpflanzung kommen, so daß innerhalb einer Population mehrere Generationen nebeneinander auftreten. Deshalb können die folgenden Angaben für die Carabiden des Haket auch nur als Momentaufnahme einer Vegetationsperiode und nicht als generelles Schema des Phänologiemusters betrachtet werden.

Die Carabiden wurden erstmals von Larsson (1939) in verschiedene Fortpflanzungstypen eingeteilt. Hürka (1973) bemühte sich besonders um die Aufklärung der Entwicklungs- und Lebenszyklen der *Carabus*-Arten. Paarmann (1979) gab erstmals einen generellen Überblick über alle bisher bekannten Entwicklungstypen bei den Carabiden der verschiedenen Klimazonen der Erde. Wir folgen der von Thiele (1971, 1977) getroffenen Einteilung:

1. Frühlingstiere mit Sommerlarven und obligatorischer, v. a. photoperiodisch gesteuerter Imaginaldormanz (Parapause) ohne larvale Dormanzen (*Pterostichus nigrita* et *angustatus* et *oblongopunctatus*).
2. Frühlingstiere mit fakultativer Imaginaldormanz ohne larvale Dormanzen (*Agonum assimile*).
3. Herbsttiere mit thermischer Hibernationsparapause der Larven und dormanzfreier Imaginalentwicklung (*Pterostichus vulgaris*).
4. Herbsttiere mit thermischer Hibernationsparapause der Larven und photoperiodischer Aestivationsparapause der Imagines (*Leistus ferrugineus*, *Nebria brevicollis*).
5. Arten, die weder als Larven noch als Imagines eine obligatorische Dormanz zeigen (*Abax ater*; Löser 1970).
6. Arten, die einen mehrjährigen (2) Entwicklungszyklus haben (*Carabus silvestris*; Hürka 1973; *Abax ovalis*; Lampe 1975).

In der Tab. 10 sind die saisonale Aktivitätsrhythmik und die Fortpflanzungstypen aller im Haket gefangenen Carabiden summarisch zusammengefaßt. Abb. 8 zeigt, daß das Gesamtmuster der Aktivitätsrhythmik wesentlich von der Populationsentwicklung einer Art – *Abax ater* – geprägt ist, die einen instabilen Fortpflanzungsrhythmus hat.

Tabelle 10. Saisonale Aktivität und Fortpflanzungstypen der 1979 im Haken gefangenen Carabidenarten.

F = Frühjahrsbrüter, F/Aest. = Frühjahrsbrüter mit imaginaler Aestivationspause, H = Herbstbrüter, F/Aest. = Herbstbrüter mit imaginaler Aestivationspause

Art	Zeit	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Typ
<i>A. ater</i>		40	728	1166	870	1690	457	44	6	instabil
<i>A. familiaris</i>		2	7	—	—	—	—	—	—	F
<i>A. flavipes</i>		9	8	19	1	—	—	—	1	F
<i>B. lampros</i>		—	1	1	3	—	—	—	—	F
<i>B. quadrimaculatum</i>		1	2	3	—	1	—	—	—	F
<i>B. lacertosus</i>		—	1	9	1	—	—	—	—	F
<i>C. inquisitor</i>		1	3	22	—	—	—	—	—	F
<i>C. auratus</i>		—	43	46	15	3	—	—	—	F
<i>H. latus</i>		—	—	2	—	—	—	—	—	F
<i>H. rufibarbis</i>		—	—	—	1	—	—	—	—	F
<i>H. punctatulus</i>		—	—	1	—	—	—	—	—	F
<i>L. pilicornis</i>		—	1	—	—	1	—	—	—	F
<i>N. biguttatus</i>		—	9	13	3	2	—	2	3	F
<i>N. palustris</i>		—	1	—	1	—	—	—	—	F
<i>P. bipustulatus</i>		—	—	1	—	—	—	—	—	F
<i>P. cupreus</i>		4	5	2	—	—	1	—	—	F
<i>P. oblongopunctatus</i>		218	385	442	407	241	200	239	46	F
<i>P. assimilis</i>		1	2	—	1	1	—	—	—	F
<i>S. pumicatus</i>		—	—	3	1	1	—	—	—	F
<i>C. nemoralis</i>		238	367	86	11	117	87	38	9	F/Aest.
Gesamt		474	835	650	445	367	288	279	59	3397
<i>C. fuscipes</i>		—	—	—	1	33	30	2	1	H
<i>C. melanocephalus</i>		—	—	—	—	—	1	—	—	H
<i>C. piceus</i>		2	2	3	6	13	5	3	—	H
<i>C. caraboides</i>		—	2	—	3	10	3	1	—	H
<i>H. rufipes</i>		—	—	—	—	6	—	—	—	H
<i>L. rufomarginatus</i>		—	—	—	2	—	6	35	42	H
<i>P. niger</i>		—	23	120	218	677	105	1	—	H
<i>P. vulgaris</i>		26	71	135	225	317	60	5	1	H
<i>S. nivalis</i>		—	—	1	9	9	2	1	—	H
<i>T. quadristriatus</i>		—	—	2	2	16	3	10	—	H
<i>C. coriaceus</i>		—	38	13	—	38	21	7	4	H/Aest.
<i>N. brevicollis</i>		26	27	8	3	1	184	132	28	H/Aest.
Gesamt		54	163	282	469	1120	420	197	76	2781

Die Aktivitätsmaxima liegen im Mai und August, wobei das Herbstmaximum überwiegt. Diese Zweigipfligkeit ist nach Untersuchungen von Lauterbach (1964) typisch für wärmegetönte Wälder, während sich auf kühleren Waldstandorten Eingipfligkeit ausprägt. So zeigte sich bei Thiele u. Kolbe (1962) im August, bei Tietze (1966, 1977) im Juni bzw. Juli nur ein Maximum. Herrmann (1970) gibt für ein Jahr Eingipfligkeit und für das nächste Zweigipfligkeit an. Das Muster ist anscheinend nicht nur vom Standort, sondern auch vom Klimaverlauf des Untersuchungszeitraumes und von der Länge der Leerungsintervalle der Fallen abhängig. Dies ergab sich auch aus Untersuchungen in Kiefernforsten (Stubbe 1981).

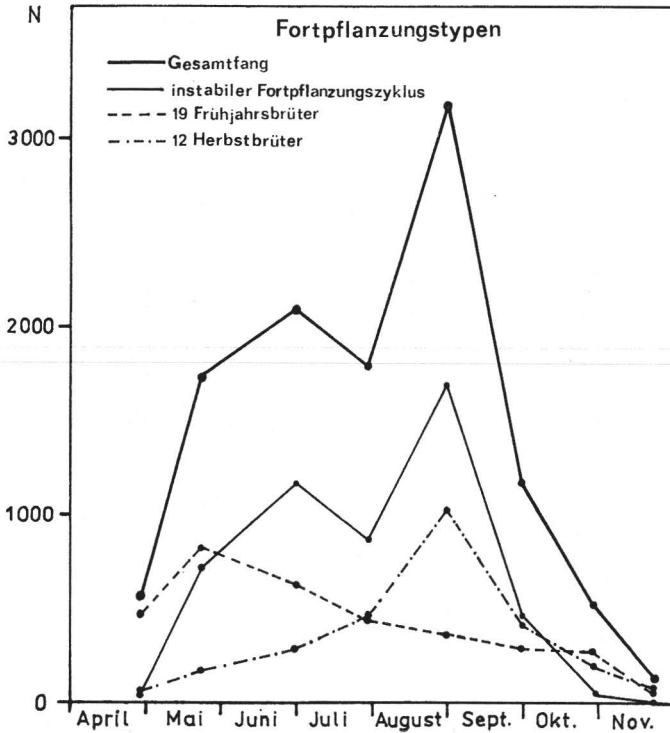


Abb. 8. Jahresrhythmik der Gesamtaktivität der verschiedenen Fortpflanzungstypen der Carabiden im Hakel

Die Tab. 11 zeigt die Verteilung von Frühjahrs- und Herbstbrütern in den einzelnen Waldgesellschaften, während die Abb. 9 und 10 die Aktivitätsrhythmen der wichtigsten Arten dieser beiden Fortpflanzungstypen widerspiegeln.

Insgesamt dominiert *Abax ater* mit 5001 Individuen. Dann folgen zahlenmäßig die 19 Frühjahrsbrüter mit 3365 Tieren. Ihr Hauptmaximum ist aber niedriger als das der Herbstbrüter mit nur 2813 Individuen. So liegt in der Gesamtaktivität (Abb. 8) der Herbstgipfel über dem Frühjahrsgipfel. Bei Untersuchungen auf Grünlandflächen (Tietze 1971) ist dies umgekehrt. Tietze (1966) fand im Südhaz ebenfalls, daß die Anzahl der Frühjahrsbrüter höher als die der Herbstbrüterarten ist, zu den Individuenrelationen macht er leider keine Aussagen. Herrmann (1970) dokumentiert für seine Arbeiten am Nordharzrand in einem Untersuchungsjahr hinsichtlich der Gesamtaktivität das Überwiegen des Herbstgipfels und in zwei weiteren Jahren das des Frühjahrspiks und begründet dies mit witterungsbedingter Begünstigung der Entwicklung von Herbst- oder Frühjahrsbrüterarten.

Von Thiele u. Kolbe (1962) wurde festgestellt, daß im TrEi-Hbu-MW die Frühlingstiere dominieren, während im Rbu-TrEi-MW gehäuft Herbstbrüter auftreten. Dies konnte von Tietze (1966) jedoch für den Südhaz nicht bestätigt werden. Bei den Untersuchungen von Herrmann (1970) erwies sich, daß die standörtlichen Bedingungen, d. h. abiotische Faktoren wie Feuchte, Insolation, Hangexposition, Temperaturamplituden u. ä. einen größeren Einfluß auf das Verhältnis von Herbst- zu Frühjahrsbrütern hatten als die auf den Versuchsflächen stockenden Waldformationen.

Tabelle 11. Verteilung der verschiedenen Fortpflanzungstypen auf die einzelnen Waldgesellschaften.

(inst. = instabiler Fortpflanzungszyklus, *Abax ater*; F = Frühjahrsbrüter, H = Herbstbrüter,  $S_F$  = Anzahl F-Arten,  $S_H$  = Anzahl H-Arten, WG = Waldgesellschaft)

WG	Tr-Ei-Wli-MW					TrEi-Soli-MW	TrEi-Hbu-MW				D-Shw		Bah-Gw	Hepatica-Rbu-W	Fah-Bul-MW
Fläche	3	2	10	1	11	15	4	5	6	12	13	14	7	8	9
inst.	176	341	262	230	394	386	312	263	415	244	347	437	541	489	164
F	140	257	255	210	570	125	309	373	163	152	52	279	281	254	50
H	395	147	93	180	336	149	89	319	260	179	19	229	124	175	87
$S_F$	9	5	7	9	7	5	9	6	5	4	8	8	6	5	7
$S_H$	8	8	8	8	6	8	7	8	4	6	8	10	8	8	8

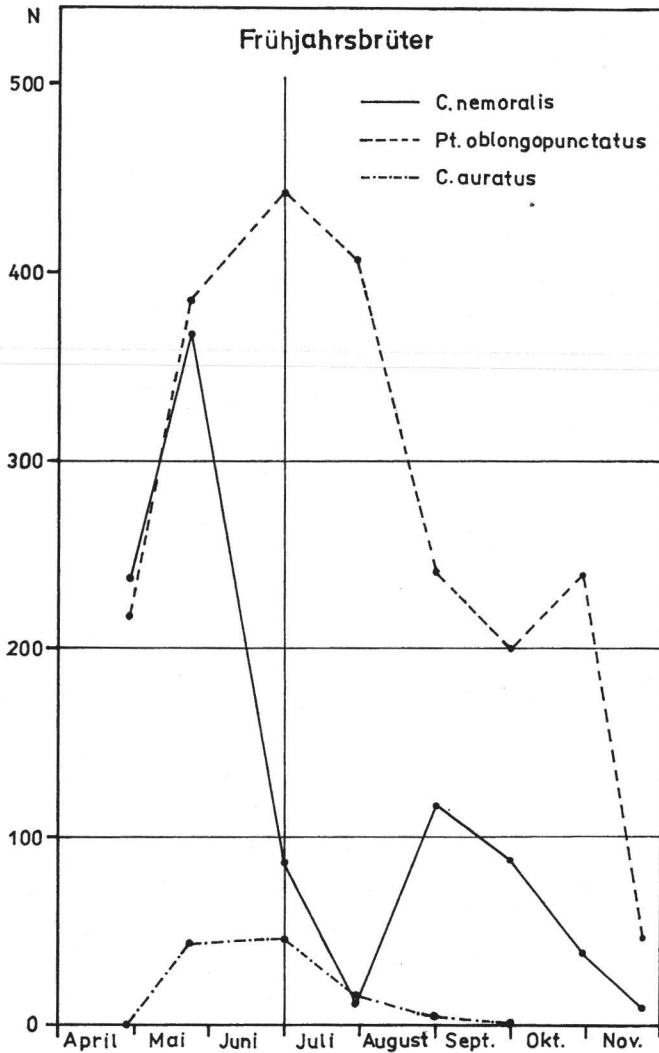


Abb. 9. Jahresrhythmik ausgewählter Frühjahrsbrüterarten

Im Haket ist bis auf die relativ artenarmen *Mercurialis*-TrEi-Hbu-Bestände die Anzahl gefangener Herbstbrüterarten relativ ausgeglichen. Der Besatz an Frühjahrsbrüterarten schwankt wesentlich deutlicher (Tab. 11). Bis auf den Kahlschlag (3) und den *Poa nemoralis*-TrEi-Hbu-Bestand dominiert durch den hohen Besatz mit *Abax ater* auf allen Flächen der instabile – und damit auch stark adaptionsfähige – Fortpflanzungszyklus. Deutlich ist das individuenmäßige Überwiegen der Herbstbrüter im *Mercurialis*-TrEi-Hbu-MW (6, 12), der auf wasserstauenden Substraten stockt. Im *Poa nemoralis*-TrEi-Hbu-MW ist die Individuendichte aller Fortpflanzungstypen relativ ausgeglichen, im Stangenholz (4) dieser Waldformation herrscht durch Ausschlagen erhöhte Inso-lation, die damit verbundene größere Austrocknung in den Sommermonaten drängt die Herbstbrüter stärker, als auf diesem Standort (vgl. 2.) erwartet, zurück. Auch im Fah-Bul-MW (9) und TrEi-Soli-MW (15) dominieren die Herbsttiere. Erstaunlich ist, daß

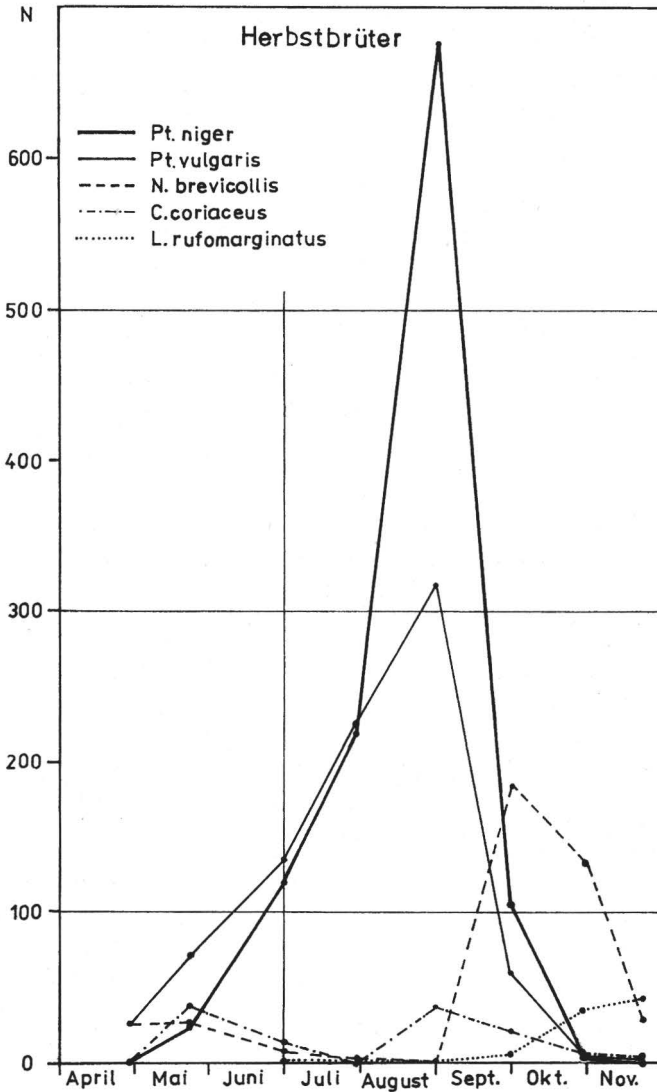


Abb. 10. Jahresrhythmik ausgewählter Herbstbrüterarten

die Herbstbrüter auf der Kahlschlagfläche den größten Anteil ausmachen. Dies wird jedoch hauptsächlich durch die hohen Aktivitätsdichten von *Pterostichus niger et vulgaris*, zwei eurytopen Arten, hervorgerufen. Auf allen anderen Untersuchungsflächen liegt die Anzahl gefangener Frühjahrsbrüter deutlich über jener der Herbstfortpflanze.

### 5. Zusammenfassung

In einem geschlossenen Laubmischwaldgebiet des nördlichen Harzvorlandes, dem Hakel, wurden mittels Barberfallenfängen 1979 die Carabidenzönosen unterschiedlicher Waldstandorte analysiert. Neben den Althölzern der vorkommenden Waldgesellschaften wurden auch Bestände verschiedenen Alters innerhalb eines Waldtypes untersucht.

Das Untersuchungsmaterial bestand aus 11 179 Carabiden in 32 Arten. Bisher sind für den Hakel insgesamt 57 Carabidenarten nachgewiesen. Die Verbreitung einzelner Arten im Hakel wird diskutiert. Typische Differential- oder Kennarten für bestimmte Waldgesellschaften konnten nicht gefunden werden.

Hinsichtlich ihrer Dominanzstruktur stimmen Alt- und Stangenhölzer gleicher Waldgesellschaften mit Ausnahme des Diptam-Steppenheidewaldes gut überein. Diese Waldformation zeichnet sich durch eine hohe Artendichte aus, während die Artenmannigfaltigkeit des *Mercurialis*-Traubeneichen-Hainbuchenmischwaldes besonders gering zu sein scheint.

Die Anwendung verschiedener Ähnlichkeitsindizes erbrachte einen hohen Übereinstimmungsgrad aller Waldformationen, lediglich der Kahlschlag und das Stangenholz des Diptam-Steppenheidewaldes weichen deutlich von allen anderen Untersuchungsflächen ab. Diversitäts- und Evennessberechnungen erfolgten für alle Versuchsflächen. Deutliche Diversitätsunterschiede bestehen nur zwischen Kahlschlag und *Poa nemoralis*-Traubeneichen-Hainbuchenwald, der neben dem *Calamagrostis*-Traubeneichen-Winterlinden-Mischwald steht, sowie allen anderen Flächen insgesamt.

Neben der saisonalen Aktivität ausgewählter Carabidenarten wurde der Anteil der einzelnen Fortpflanzungstypen in den unterschiedlichen Waldgesellschaften analysiert.

### S c h r i f t t u m

- Barber, H. S.: Traps for cave-inhabiting insects. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. **46** (1931) 259–266.
- Barndt, D.: Das Naturschutzgebiet Pfaueninsel in Berlin. – Faunistik und Ökologie der Carabiden. Inaug.-Diss. FU Berlin (West) 1976.
- Bauer, L., et al.: Handbuch der Naturschutzgebiete der Deutschen Demokratischen Republik. Bd. 3. Leipzig, Jena, Berlin 1973.
- Borchert, W.: Die Käferwelt des Magdeburger Raumes. Magdeburger Forsch. **2** (1951).
- Burmeister, F.: Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer auf systematischer Grundlage. I: Adephegata, I. Familiengruppe: Caraboidea. Krefeld 1939.
- Curtis, D. J.: Community parameters of the ground layer Araneid-Opilionid taxocene of a Scottish island. Symp. zool. Soc. Lond. **42** (1978) 149–159.
- Eichler, H.: Flora und Vegetation des Hakels – Willdenowia. Beiheft 6. Berlin 1970.
- Gersdorf, E.: Ökologisch-faunistische Untersuchungen über die Carabiden der mecklenburgischen Landschaft. Zool. Jb. Syst. **70** (1937) 17–86.
- Grebensčikov, I.: Die Fauna der Blatthornkäfer (Coleoptera, Lamellicornia) des nördlichen Harzvorlandes. Hercynia N. F., Leipzig **19** (1982) 16–41.
- Herrmann, K.: Faunistisch-ökologische Studien an der Carabidenfauna (Coleoptera, Carabidae) des Wurmbachtales (Nordharz) unter Einschluß des Naturschutzgebietes Münchenberg. Diss. Univ. Halle 1970.
- Horion, A.: Faunistik der deutschen Käfer. Bd. 1. Adephegata – Caraboidea. Krefeld 1941.
- Hürka, K.: Fortpflanzung und Entwicklung der mitteleuropäischen Carabus- und Procerus-Arten. Studie ČSAV, c. **9**, Praha (1973) 1–78.
- Krause, R.: Die Laufkäfer der Sächsischen Schweiz, ihre Phänologie, Ökologie und Vergesellschaftung (I). Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierk. Dresden **5** (2) (1974) 73–179.
- Larsson, S. G.: Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden. Ent. Meddr. **20** (1939) 277–560.
- Lauterbach, A. W.: Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern. Abh. Landesmus. Naturk. Münster Westf. **26** (1964) 1–100.
- Loreau, M.: Etude de la distribution des Carabidae dans la vallée du Viroin (Belgique) (1). Ann. Soc. r. Zool. Belg. T. **107** (1977) 129–146, Bruxelles (1978).
- Mrozek-Dahl, T.: Coleoptera oder Käfer, I: Carabidae (Laufkäfer). – In: Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Jena 1928.

- Paarmann, W.: Ideas about the evolution of the various annual reproduction rhythms in carabid beetles of the different climatic zones. *Miscell. Papers* **18** (1979) 119–132.
- Pielou, E. C.: An introduction to mathematical ecology. New York, London, Sydney, Toronto 1969.
- Renkonen, O.: Die Carabiden- und Staphylinidenbestände eines Seeufers in SW-Finnland. *Suom. Hyönteist. Aikak., Ann. Ent. Fenn.* **10** (1) (1944) 33–104.
- Schaefer, M., und K. Kock: Zur Ökologie der Arthropodenfauna einer Stadtlandschaft und ihrer Umgebung: I. Laufkäfer (Carabidae) und Spinnen (Araneida). *Anz. Schädlingsk., Pflanzen- u. Umweltschutz* **52** (1979) 85–90.
- Sørensen, T.: A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kong. Dansk. vidensk. Selsk. biol. Skr.* **5** (4) (1948) 1–34.
- Stöcker, G., und A. Bergmann: Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung: 1. Modellbildung, Modellrealisierung, Dominanzklassen. *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch.* **17** (1977) 1–26.
- Stöcker, G.: Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung: 2. Bioindikation, allgemeine Ergebnisse. *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch.* **17** (1977) 89–118.
- Stubbe, A.: Ökologische Untersuchungen an Carabiden in Kiefernforsten der Dübener Heide unter dem Aspekt anthropogen bedingter Umweltbelastung. *Diss. Univ. Halle* 1981.
- Stubbe, M.: Wald-, Wild- und Jagdgeschichte des Hakel. *Arch. Forstwes.* **20** (1971) 115–204.
- Thiele, H.-U.: Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. *Z. Morph. Ökol. Tiere* **53** (1964 a) 387–452.
- Thiele, H.-U.: Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. *Z. Morph. Ökol. Tiere* **53** (1964 b) 537–586.
- Thiele, H.-U.: Was bindet Laufkäfer an ihre Lebensräume? *Naturw. Rdsch. (Stuttgart)* **21** (1968) 57–65.
- Thiele, H.-U.: Die Steuerung der Jahresrhythmik von Carabiden durch exogene und endogene Faktoren. *Zool. Jb. Syst.* **98** (1971) 341–371.
- Thiele, H.-U.: Carabid beetles in their environment. *Zoophys. Ecol.* **10**. Berlin, Heidelberg, New York 1977.
- Thiele, H.-U., und W. Kolbe: Beziehungen zwischen bodenbewohnenden Käfern und Pflanzengesellschaften in Wäldern. *Pedobiologia* **1** (1962) 157–175.
- Tietze, F.: Ein Beitrag zur Laufkäferbesiedlung (Coleoptera – Carabidae) von Waldgesellschaften des Südharz. *Hercynia N. F., Leipzig* **3** (1966) 340–358.
- Tietze, F.: Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der im Grünland lebenden Laufkäfer (Coleoptera – Carabidae). *Promotion B, MLU, Halle* 1971.
- Tietze, F.: Zur Ökologie und Faunistik der Carabidae (Coleoptera – Insecta) des Naturschutzgebietes „Selketal“ (Bez. Halle). *Hercynia N. F., Leipzig* **14** (1977) 145–159.
- Von Broen, B.: Vergleichende Untersuchungen über die Laufkäferbesiedlung (Coleoptera, Carabidae) einiger norddeutscher Waldbestände und angrenzender Kahlschlagflächen. *Dtsch. Ent. Z., N. F.* **12** (1965) 67–82.
- Weinitschke, H.: Die Waldgesellschaften des Hakels. *Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat.* **3** (1954) 947–978.

Dr. A. Stubbe  
 Martin-Luther-Universität  
 Sektion Biowissenschaften  
 WB Zoologie  
 DDR - 4020 Halle (Saale)  
 Domplatz 4