

# ABHANDLUNGEN

aus dem Landesmuseum für Naturkunde  
zu Münster in Westfalen.

– Landschaftsverband Westfalen-Lippe –

herausgegeben von

Prof. Dr. L. FRANZISKET

Direktor des Landesmuseums für Naturkunde, Münster (Westf.)

36. JAHRGANG 1974, HEFT 3

Vergesellschaftungen von Carabiden  
(Coleoptera, Insecta)  
bodennasser Habitate des  
Arnsberger Waldes verglichen mit  
Hilfe der RENKONEN-Zahl

Wolfhard Koth, Münster

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung . . . . .	3
1. Fragestellung . . . . .	4
2. Methoden . . . . .	5
2.1 Fangmethoden . . . . .	5
2.2 Konkordanzanalyse . . . . .	5
3. Charakterisierung der Fangorte . . . . .	8
4. Ergebnisse . . . . .	10
4.1 Vergleiche zwischen Sumpf- und Vergleichsfangort . . . . .	10
4.2 Verteilung der Einfach-Diskordanzen in verschiedenen Bestandesgruppen von Carabiden . . . . .	14
4.3 Homogenitätstest und statistische Unschärfe . . . . .	15
4.4 Ökologische Abstände . . . . .	17
4.5 Bestimmung von Bestandesgruppen mit dem RENKONEN-Gitter . . . . .	21
4.6 Charakterisierung der Habitattypen durch häufige Carabidenarten . . . . .	23
4.7 <i>Carabus variolosus</i> im Arnsberger Wald . . . . .	25
5. Diskussion der Ergebnisse . . . . .	29
5.1 Autökologische Aspekte . . . . .	29
5.2 Synökologische Aspekte . . . . .	34
5.3 Methodische Aspekte . . . . .	36
Tabellen (Anhang) . . . . .	39
Literaturverzeichnis . . . . .	42

# Vergesellschaftungen von Carabiden (Coleoptera, Insecta) bodennasser Habitats des Arnsberger Waldes verglichen mit Hilfe der RENKONEN-Zahl\*

WOLFHARD KOTH, Münster

## Zusammenfassung

Über den Zeitraum eines Jahres wurden mit Hilfe von Formol-Becherfallen Bestände epigäischer Carabiden untersucht. Die Fallen standen in 15 Waldsümpfen des Arnsberger Waldes, in neun diesen Sümpfen unmittelbar angrenzenden, normaltrockenen Waldstücken sowie in zwei sauerländischen Waldsümpfen außerhalb des Arnsberger Waldes. Zum Vergleich der Carabidenausbeuten dieser verschiedenen Fangorte untereinander wurden ihre Dominantenidentitäten (nach RENKONEN) ermittelt:

- Sämtliche Stichproben, die den an die Waldsümpfe grenzenden normaltrockenen Laubwäldern (meist *Luzulo-Fageten*) entnommen wurden, weisen einen relativ hohen Grad an Ähnlichkeit auf.
- Alle Stichproben aus Sumpffangorten unterscheiden sich wesentlich von denen, die aus dem angrenzenden normaltrockenen Wald entnommen wurden.
- Die Zusammensetzung der Carabidenfauna ändert sich beim Übergang vom Sumpf zum Trockenem innerhalb weniger Meter. Typische Sumpfcarrabiden beachten die Grenze zum Trockenem strenger als Carrabiden des normaltrockenen Waldes umgekehrt die Sumpfgrenze.
- Zwischen den Carrabidenbeständen der Waldsümpfe treten einerseits starke Übereinstimmungen, andererseits große Unterschiede beim konkordanzanalytischen Vergleich auf. Eine Untergliederung der Sumpffangorte in verschiedene Habitattypen wurde daher notwendig. Insbesondere der *Sphagnum*-bewuchs bietet sich als Gliederungskriterium an. Die Habitattypen sind durch Kombinationen der Dominanzen bestimmter Carrabidenarten charakterisierbar.
- Der Wiedernachweis von *Carabus variolosus* (WEBER 1966) kann bestätigt werden. Aufgrund konkordanzanalytischer Untersuchungen des Carrabidenbestandes des betreffenden Fangortes wird es sehr wahrscheinlich, das nur *sphagnum*-freie Waldsümpfe im Bereich des Arnsberger Waldes als Habitat für *Carabus variolosus* in Betracht kommen.

\*) Die vorliegenden Ergebnisse wurden im Rahmen einer Staatsexamensarbeit am Zoologischen Institut der Universität Münster ermittelt. Ich danke meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. F. Weber, Münster, für Ratschläge und Anregungen.

Auch der Naturschutzbehörde beim Regierungspräsidenten zu Arnsberg sei gedankt für die Genehmigung zu Untersuchungen im NSG Hamorsbruch.

## 1. Fragestellung

Ein wichtiger Aspekt ökologischer Untersuchungen besteht darin, verschiedene Bestände einer systematischen Gruppe (z. B. *Carabidae*) nach objektiven Kriterien zu ordnen. Dies umfaßt ihre räumliche Begrenzung, ihre Identifizierung sowie Angaben über den Grad der Ähnlichkeit zweier Bestände, die eine Zusammenfassung zu Gruppen und schließlich die Charakterisierung von „Bestandestypen“ (RENKONEN 1944) ermöglichen. Als angemessene Methode eines solchen ordnenden Vergleichs darf nur ein Verfahren gelten, das seine Ordnungsprinzipien von den Organismen selbst ableitet, die in den jeweiligen Beständen vergesellschaftet sind. „... eine objektive Beurteilung und gegenseitige Wägung der ökologischen Faktoren ist nur so möglich, daß man die Organismen selbst die Wahl bezüglich dieser Faktoren treffen läßt. Man kommt dann in der Begrenzungsaufgabe der Biozönose ganz von selbst auf den Weg einer anderen Methode, denn man wird dabei die Biozönose auf der Basis ihrer Lebewelt selbst definieren.“ (RENKONEN 1938).

In den meisten Habitaten sind mehrere Carabiden-Arten zu einem Bestand vergesellschaftet. Ein Vergleich dieser qualitativ und quantitativ unterschiedlich zusammengesetzten Bestände bereitet Schwierigkeiten, wenn er nicht auf einfache, zahlenmäßig faßbare Parameter gegründet wird. Derartige Parameter bezeichnet man nach PALMGREN (1930) als Charakteristika (BALOGH 1958). Besonders die sogenannten strukturellen Charakteristika wie z. B. Artenidentität, Konstantenidentität und Dominantenidentität eignen sich zum Vergleich von Beständen (BALOGH 1958), da sie Aussagen über deren Aufbau machen. Bei der Artenidentität (JACCARD-Zahl) überwiegt zu sehr das qualitative Element; mit wenigen Individuen auftretende Irrgäste sind in der Lage, die Analyse empfindlich zu beeinflussen (vgl. BALOGH & LOKSA 1956). Andererseits dürfte die Konstantenidentität (KULCZINSKI-Zahl) nur bei der Analyse der Bestände großflächiger Habitats anwendbar sein. Ich habe daher die Dominantenidentität (RENKONEN-Zahl) als Grundlage des Vergleichs gewählt.

In der vorliegenden Arbeit werden Bestände epigäischer Carabiden in Waldsümpfen\*) miteinander verglichen. Entsprechende Habitats wurden im Bereich des Arnsberger Waldes ausgewählt (vgl. Tab. 1), der reich an stark bodennassen Gebieten ist. Waldsümpfe stellen meist Einschlußhabitats im umgebenden normalfeuchten Wald dar, sind jedoch oft hinreichend groß, um als selbstregulierende Systeme gelten zu können. Sie bieten die Möglichkeit, ihre Carabidenbestände mit denen des umgebenden normalfeuchten Waldes zu vergleichen. Da beide Habitattypen meist unmittelbar aneinander grenzen, können sich Unterschiede in der Zusammensetzung ihrer Carabidenbestände nur auf unterschiedliche Umweltansprüche der jeweiligen Arten gründen und sind nicht auf historisch-geografische Ursachen zurückzuführen. Ähnliche Carabidenbestände in verschiedenen, durch normalfeuchten Wald räumlich getrennten Sümpfen müssen durch ein ähnliches Umweltangebot zustande kommen, da eine gegenseitige Durchmischung durch den geographischen Abstand eingeschränkt ist. Typen von Beständen, die sich verhältnismäßig unabhängig voneinander unter gegebenen Umwelteinflüssen ausprägen, können so erkannt und beschrieben werden.

Epigäische Carabiden eignen sich dazu, einer solchen Untersuchung als taxonomische Einheit zugrunde gelegt zu werden, da sie infolge ihrer relativ großen

\*) Unter dem Begriff „Sumpf“ werden im folgenden ungeachtet geografischer oder pflanzensoziologischer Eigenarten alle Habitats zusammengefaßt, die durch einen Wassergehalt des Bodens charakterisiert sind, der die Wasserkapazität des betreffenden Bodens übertrifft (Wasserkapazität = Vol. % Wasser, das maximal gegen die Schwerkraft gehalten werden kann).

potentiellen Vagilität die Grenzen ihrer Habitate schnell erreichen können, ein Fehlen in der Umgebung also das Ergebnis einer aktiven Wahl (Präferenz) gewesen sein muß. Sie können als „ökologische Indikatoren“ gelten, wie HEYDEMANN (1955) nachweisen konnte.

## 2. Methoden

### 2.1 Fangmethoden

Zum Fang der Carabiden bediente ich mich der bei Untersuchungen epigäischer Arthropoden häufig verwendeten *B e c h e r f a l l e n* (BARBER 1931). Ich benutzte Gläser von 7 cm lichter Weite, die zur Konservierung des Fanges 4 %ige Formol-lösung enthielten und gegen Regen und Fallaub durch Plexiglasdächer geschützt waren.

Insgesamt waren 164 Fallen exponiert. Solche Fallen, die räumlich eng benachbart in einem bezüglich Pflanzenwuchs, Bodenbeschaffenheit und Hanglage als einheitlich anzusprechenden Gebiet gesetzt waren, sollen als *F a l l e n g r u p p e* bezeichnet werden. Ihre Fangergebnisse wurden zusammengefaßt. Aufgrund von *H o m o g e n i t ä t s t e s t s* (vgl. Kap. 4.3) wurde entschieden, ob innerhalb einer Fallenreihe mehrere Fallengruppen unterschieden werden müssen, oder ob mehrere räumlich nicht unmittelbar aneinander grenzende Fallenreihen zu einer einheitlichen Fallengruppe zusammengefaßt werden dürfen.

Die Fallenabstände betragen je nach örtlichen Gegebenheiten zwischen 10 m und 3 m, waren aber innerhalb einer Reihe konstant. Da keine absoluten Individuenzahlen, sondern relative Artanteile verglichen werden sollten, brauchte nicht gewährleistet zu sein, daß die Fallen einer Fallengruppe unabhängig voneinander fangen. — Die Gesamtheit der Fallen einer Fallengruppe darf also gedanklich als Sammelfalle aufgefaßt werden. Daher waren auch verhältnismäßig kurze Fallenabstände vertretbar. Der Forderung BALOGHS (1958), die Entfernungen der Fallen sollten nicht unter 1 m betragen, war jedoch in jedem Falle Rechnung getragen.

Die Fallen wurden in etwa dreiwöchigen Abständen geleert. Um für die quantitativen Vergleiche über hinreichend große Individuenzahlen zu verfügen, habe ich die Fangzahlen je Fallengruppe zeitlich aufsummiert. Die diesen Untersuchungen zugrunde liegenden Fänge sind von Mitte März 1973 (Schneesmelze) bis Anfang Juli 1973 (Beginn des sommerlichen Aktivitätsrückgangs) integriert worden und umfassen damit den Frühjahrsaspekt der Carabidenaktivität.

Die Fänge des vorausgegangenen Herbstaspektes (Juli 1972 bis Mitte März 1973) erwiesen sich als nicht besonders geeignet für quantitative Vergleiche: Das Gros der häufigen Arten in den untersuchten Waldsümpfen stellten nämlich Carabiden mit Frühjahrsfortpflanzung, so daß die absoluten Fangzahlen im Herbst bei gleicher Fallenzahl wesentlich niedriger lagen (oft weniger als 50 % der Frühjahrswerte). Auch MLETZKO (1972) und LEHMANN (1965) geben an, daß die von ihnen untersuchten Bestände hygrophiler Carabiden fast ausnahmslos von Frühjahrsfortpflanzern gebildet wurden.

Die ermittelten Artanteile sind infolgedessen im Herbstaspekt aus statistischen Gründen um ein Mehrfaches ungenauer. Der Herbstaspekt wird daher nur in solchen Fällen mit herangezogen, wo es sinnvoll erscheint, zur Beantwortung bestimmter Fragen Jahresfallen (zeitliche Integration der Fangergebnisse über ein Jahr) zu bilden.

Die Nomenklatur der Carabiden folgt HORION 1941 („Faunistik der deutschen Käfer“, Bd. I).

### 2.2 Konkordanzanalyse

Grundlage zur vergleichenden Auswertung der Fangergebnisse (Konkordanzanalyse) bildete die Methode RENKONENS (1938). RENKONEN benutzt die *D o m i -*

nantidentität als Maßzahl der Übereinstimmung zweier Organismenbestände.

Zur Bestimmung der Dominantenidentität  $R_e$  (= Renkonenzahl) werden in beiden zu vergleichenden Fangkollektiven getrennt die Dominanzen aller gefangenen Arten bestimmt. Man ordnet nun die Dominanzen beider Fangkollektive paarweise, so daß ein solches Dominanzpaar von den Anteilen einer Art an jedem von beiden Fangkollektiven gebildet wird. Arten, die an nur einem der zu vergleichenden Fangorte gefangen wurden, treten in dem Vergleichsfang in der Dominanz 0% auf, so daß auch ihre Anteile an beiden Kollektiven als Dominanzpaare aufgefaßt werden können. Die Summe der kleineren Werte eines jeden Dominanzpaares ist die gesuchte Renkonenzahl, die Dominantenidentität beider Fangkollektive (besteht ein Paar aus zwei gleichgroßen Dominanzwerten, so wird einer von beiden als Summand verwendet).

Die Dominantenidentität kann anschaulich als Schnitt zweier Artanteilspektren interpretiert werden. Ein Artanteilspektrum ist grafisch auf einer Fläche darstellbar, die von zwei Achsen, der s-Achse und der p-Achse aufgespannt wird (vgl. Abb. 1, oben). Auf der s-Achse folgen für sämtliche zu erwartenden Species in immer gleicher Reihenfolge Abschnitte, die je einer Art zugeordnet sind. Ein solcher Abschnitt stellt die nicht weiter unterteilbare Einheit der s-Achse dar. Auf der p-Achse sind die Dominanzen abgetragen. Sie werden zweckmäßiger Weise als Dezimalbrüche dargestellt.

In Abb. 1 (oben) sind die Artanteilspektren der Carabiden zweier Fangorte im Arnsberger Wald widergegeben (B Bu und S Tl t, vgl. Kap. 3.). Beide Fangorte lagen in Hainsimsen-Buchenwäldern. Um den konkordanzanalytischen Vergleich ihrer Carabidenbestände zu veranschaulichen, sollen ihre Artanteilspektren grafisch zum Schnitt gebracht werden (Abb. 1, unten):

Die Fläche, die beiden Artanteilspektren angehört (in der Abb. über Kreuz schraffiert), kann als Maß für die Übereinstimmung beider verglichener Kollektive aufgefaßt werden. Sie soll als *K o n k o r d a n z* bezeichnet werden. Die Konkordanz ist also die Schnittmenge der Artanteile beider verglichener Organismenkollektive. Die Konkordanz entspricht der Renkonenzahl (Dominantenidentität).

Die nicht zur Deckung kommenden Teile beider Artanteilspektren sollen als *A b s o l u t - D i s k o r d a n z* bezeichnet werden. Sie kann als Summe der Beträge der Dominanzdifferenzen je Art berechnet werden.

Genau die Hälfte dieser die Absolut-Diskordanz darstellenden Fläche gehört im bilateralen Vergleich einem der beiden Artanteilspektren an (in der Abb. links-schraffierte bzw. rechtsschraffierte Flächen). Sie sei *E i n f a c h - D i s k o r d a n z* genannt und ergibt sich als Summe der Dominanzdifferenzen je Art jeweils gleichen Vorzeichens. Durch die Diskordanz kann der Unterschied zweier Organismenbestände charakterisiert werden.

Die Einfach-Diskordanz kann Werte zwischen 0% (völlige Übereinstimmung aller Dominanzen) und 100% (keine gemeinsame Art in beiden Kollektiven) annehmen. Sie ergänzt sich mit der Konkordanz stets zu 100%. Da diese Größen (im bilateralen Vergleich) voneinander abhängig sind, genügt es, nur eine zu berechnen. Die geringste Anfälligkeit für Rechenfehler weist die Berechnung der Konkordanz auf, weil weniger als die Hälfte aller errechneten Dominanzen in der folgenden Rechnung weiterverwendet werden und statt der Subtraktion der Dominanzen eines Paares nur deren Größenvergleich notwendig ist. Bei der Verwendung einer elektronischen Rechanlage, wo dieser Gesichtspunkt nicht berücksichtigt werden braucht, ist hingegen die Berechnung der Absolut-Diskordanz bequemer.

Bei der beschriebenen konkordanzanalytischen Methode werden die Dominanzen jeweils auf die Gesamtzahl der an einem Fangort erbeuteten Organismen bezogen. Daher können auch Ausbeuten verglichen werden, bei denen die Abundanzen (bzw. Aktivitätsabundanzen) nicht streng den Absolutzahlen der gefangenen Organismen proportional sind (Störung der Fängigkeit von Barber-Fallen, deren zeitlicher Beginn nicht feststellbar ist; Fänge mit Planktonnetz oder Streifsack

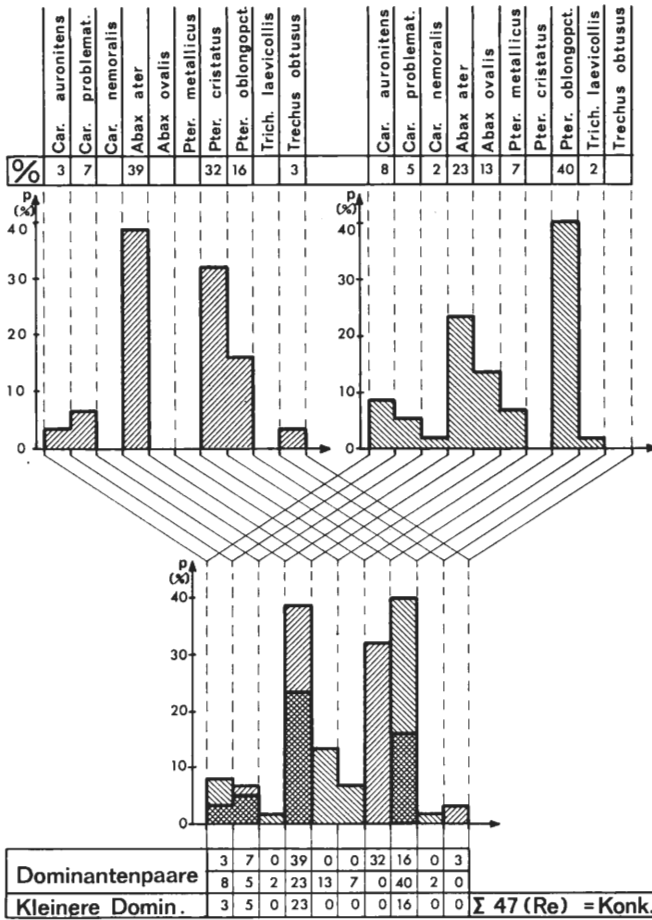


Abb. 1: Grafische Darstellung eines konkordanzanalytischen Vergleichs am Beispiel der Fangorte B Bu (links) und S T l t (rechts). Werden beide Artanteilspektren zum Schnitt gebracht (unten), so erscheinen gemeinsame Artanteile (Konkordanz) über kreuz schraffiert.

über nicht genau bestimmbare Fangstrecken usw.). Man muß allerdings Fangmethode und das zu untersuchende Taxon so aufeinander abstimmen, daß das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten, mit denen Individuen der verschiedenen Arten in der Stichprobe auftreten, dem Verhältnis ihrer realen Abundanzen (bzw. Aktivitätsabundanzen) am betreffenden Fangort entspricht. Außerdem sollten die Gesamtindividuenzahlen der verglichenen Stichproben etwa in der gleichen Größenordnung liegen. Andernfalls können Ungenauigkeiten auftreten, wenn dem individuenreicheren Kollektiv sehr viele Arten mit kleinen Artanteilen angehören.

Gut geeignet ist die Methode auch für den Vergleich verschiedener jahreszeitlicher Aspekte eines Fangorts, da in diesem Fall selbst bei exakt gleicher Fallenzahl und gleicher Expositionszeit der Fallen ein Vergleich von absoluten Individuenzahlen sehr problematisch ist.

Falls die Fangmethode Rückschlüsse auf die Verhältnisse der absoluten Abundanzen an den untersuchten Fangorten zuläßt (z. B. bei der Untersuchung von Bodenarthropoden: gleiche Zahl von Barber-Fallen gleichlange exponiert), können durch eine geringfügige Modifikation auch die

absoluten Individuenzahlen mit in die Konkordanzanalyse einbezogen werden: Je Vergleichspaar von Fangorten sind dann die Artanteile eines jeden Fangkollektivs auf die Individuensumme beider Kollektive zu beziehen. Dadurch wird es möglich, Bestände konkordanzanalytisch zu trennen, die eine genau gleiche anteilmäßige Verteilung derselben Arten aufweisen, sich jedoch in ihrer Individuendichte unterscheiden. Man beachte, daß bei dieser Modifikation der Methode die Konkordanzen nur zwischen 0% und 50% liegen können, wohingegen weiterhin Einfach-Diskordanzen zwischen 100% und 0% möglich sind. Die Verwendung eines Rechenautomaten ist im Umgang mit dem zuletzt beschriebenen Verfahren dringend angeraten, da die Artanteile eines Fangkollektivs bei jedem neuen Vergleich neu berechnet werden müssen.

Die für die vorliegende Arbeit benötigten Berechnungen (Diskordanzen, statistische Verteilung von Diskordanzen sowie die Bildung von Zufallsfallengruppen bei Homogenitätstests) erfolgten am Rechenzentrum der Universität Münster. Die Programme wurden in PL 1 geschrieben.

Der Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung zur Aufarbeitung ökologischer Daten bietet die Möglichkeit, die Ergebnisse der verschiedensten Methoden an ein und demselben Material zu vergleichen. Man kann auch sehr rechenintensive Verfahren austesten, auf deren Anwendung man ohne die Verwendung eines Computers häufig aus zeitlichen Gründen verzichten müßte (vgl. MOSSAKOWSKI 1973).

### 3. Charakterisierung der Fangorte (Tab. D)

Die Fangorte können grundsätzlich in drei Typen geschieden werden:

Typ S: **Sumpffangort**. Waldsumpf im Gebiet des Arnsberger Waldes, in dem eine Fallengruppe exponiert war.

Typ V: **Vergleichsfangort**. Fallengruppe in normalfeuchtem Gelände, das unmittelbar an einen Sumpffangort grenzt. Zumeist dienen Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo-Fageten*) als Vergleichsfangorte. Eine Gegenüberstellung der Carabidenbestände eines Sumpffangorts und des dazugehörigen Vergleichsfangorts ermöglicht es, die hygrophilen Arten von den nässeindifferenten und nässemeidenden Arten zu trennen.

Typ K: **Kontrollfangort**. Sumpffangort außerhalb des Arnsberger Waldes. Anhand der Kontrollfangorte soll festgestellt werden, ob im Gebiet des Arnsberger Waldes aus historischen oder geologisch-geografischen Gründen wichtige Sumpfcabidenarten fehlen, die in anderen sauerländischen Waldsümpfen vertreten sind.

Die geografische Lage der Fallengruppen ist in der Rubrik „Koordinaten“ durch die Nummer der topographischen Karte (TK), den „Hoch“-Wert (h) und den „Rechts“-Wert (r) bezeichnet. Die beiden ersten Ziffern (nach oben versetzt) geben die Kennzahl des Meridianstreifens an.

Tab. 1: Charakterisierung und Lage der Fangorte (Abkürzungen s. oben).

Fallen- gruppe	Fallen- zahl	Typ	Charakterisierung und Lage	Koordinaten	Höhe ü. NN
A Er	6	S	<i>sphagnum</i> reicher Erlenbruch, flacher, südostexponierter Hang. Fläche: knapp 0,5 ha. Quellsumpf des Aubach.	TK 4514 r <sup>34</sup> 39640 h <sup>57</sup> 01680	350 m
A Bu	6	V	lichter, schwach südexponierter Buchenwald. Grenzt nördlich an A Er. Abstand zu A Er: 70 m	TK 4514 r <sup>34</sup> 39640 h <sup>57</sup> 01760	355 m
S Tl t	4	V	lichter, schwach südexponierter Buchenwald. Trockener Rücken im NSG Hamorsbruch zwischen Hangmoor und Bilsteinbach.	TK 4615 r <sup>34</sup> 51180 h <sup>56</sup> 95800	510 m
S Tl n	8	S	Bergbirkenbruch, Hangmoor, sehr <i>sphagnum</i> reich. Im NSG Hamorsbruch, südliches Teilgebiet. Fläche: knapp 20 ha. Alter ca. 600 Jahre (RÜDEN, v. 1952)	TK 4615 r <sup>34</sup> 51240 h <sup>56</sup> 95760	505 m



Fallen- gruppe	Fallen- zahl	Typ	Charakterisierung und Lage	Koordi- naten	Höhe ü. NN
S Qu	4	S	Wie S Tl n. Sehr nasse Stelle.	TK 4615 r <sup>345</sup> 1260 h <sup>569</sup> 5560	515 m
S 1	3	S	Wie S Tl n. Randlage.	TK 4615 r <sup>345</sup> 51490 h <sup>569</sup> 5480	530 m
S 2	4	S	Wie S Tl n. Hoher <i>Polytrichum</i> anteil.	TK 4615 r <sup>345</sup> 51440 h <sup>569</sup> 5600	515 m
S 3	4	S	Wie S Tl n. Reiner <i>Luzula silvatica</i> -Bestand.	TK 4615 r <sup>345</sup> 1270 h <sup>569</sup> 5600	515 m
S Bu	4	V	Buchenwald, nordwestexponiert. Im NSG Hamorsbruch nahe Bilsteinbach.	TK 4615 r <sup>345</sup> 1160 h <sup>569</sup> 5860	495 m
S Bl	5	S	<i>sphagnum</i> reicher Erlenauwald am Bilstein- bach. Im NSG Hamorsbruch.	TK 4615 r <sup>345</sup> 1150 h <sup>569</sup> 5870	490 m
H Er 1	6	S	Erlenauwald der Hettmecke, mit <i>Sphag- num</i> durchsetzt, sehr großflächig.	TK 4515 r <sup>344</sup> 6870 h <sup>569</sup> 9980	350 m
H Er 2	3	S	Erlenauwald der Hettmecke, licht, <i>sphag- num</i> reiche Stelle.	TK 4515 r <sup>344</sup> 6850 h <sup>570</sup> 0500	335 m
H Er 3	3	S	Erlenauwald der Hettmecke, verhältnis- mäßig trockene Stelle. Grenzt unmittelbar an H Er 2.	TK 4515 r <sup>344</sup> 6850 h <sup>570</sup> 0490	335 m
H Bu	5	V	Buchenwald, nordostexponiert, sehr spär- liche Krautschicht. Auf Rücken zwischen Hettmecke und Krähenbruchsiepen.	TK 4515 r <sup>344</sup> 6620 h <sup>569</sup> 9980	365 m
H Kr t	4	V	Waldrand, offenes Gelände mit dichtem Graswuchs. 10 m von H Kr n entfernt.	TK 4515 r <sup>344</sup> 6640 h <sup>570</sup> 0100	360 m
H Kr n	8	S	Erlenauwald des Krähenbruchsiepens, sehr schmal und licht, <i>sphagnum</i> reich mit <i>Poly- trichum</i> durchsetzt.	TK 4515 r <sup>344</sup> 6620 h <sup>570</sup> 0100	360 m
H Sr	6	S	Erlenbruch, kleinflächig, <i>sphagnum</i> arm. Sertmecke nahe Mündung in die Hett- mecke.	TK 4515 r <sup>344</sup> 6620 h <sup>570</sup> 1340	315 m
B Er	3	S	Erlenbestand, ziemlich trocken. Am He- vensbrink bei Breitenbruch.	TK 4514 r <sup>343</sup> 8320 h <sup>569</sup> 9400	305 m
B Sp	5	S	<i>Sphagnum</i> kolk, kleinflächig, sehr naß, unmittelbar bei B Er.	TK 4514 r <sup>343</sup> 8320 h <sup>569</sup> 9390	305 m
B Hg	3	S	kleiner, schlammiger Sumpf mit einigen Erlen. Hanglage, westexponiert. Am Windstich bei Breitenbruch.	TK 4514 r <sup>343</sup> 8610 h <sup>569</sup> 9000	335 m
B Bu	3	V	Buchenwald am Windstich, westexponiert, unmittelbar bei B Hg.	TK 4514 r <sup>343</sup> 8620 h <sup>569</sup> 8980	335 m
B Hv t	5	V	Erlen-Eichen-Auwald am Hevensbrink, ziemlich trocken.	TK 4514 r <sup>343</sup> 8520 h <sup>569</sup> 8960	319 m

Fallen- gruppe	Fallen- zahl	Typ	Charakterisierung und Lage	Koordi- naten	Höhe ü. NN
B Hv n	4	S	Erlen-Eichen-Auwald, schlammig-sumpfig, grenzt unmittelbar an B Hv t.	TK 4514 r <sup>34</sup> 38520 h <sup>569</sup> 8940	319 m
B Dm	6	S	Erlenauwald, teils <i>sphagnum</i> reich, teils bitterschaumkrautreich, an linkem Nebenbach der Kleinen Schmalenau.	TK 4514 r <sup>34</sup> 39580 h <sup>569</sup> 8940	305 m
M Bu	4	V	Buchenwald, schwach ostexponiert, knapp 100 m nordwestlich von M Vr.	TK 4514 r <sup>34</sup> 39620 h <sup>570</sup> 3490	260 m
M Vr	21	S	Schwemmschlammkegel, sehr naß und tiefgründig. Elemente bitterschaumkrautreicher Quellflur und Elemente des Erlenbruchs vermischt. Im Tal des Steinsiepens. Eichen- und Fichtenbestände grenzen an.	TK 4514 r <sup>34</sup> 39660 h <sup>570</sup> 3440	240 m
T Ei	6	S	Stieleichenauwald der Kleinen Schmalenau, starke Straußenfarnbestände. — Zur Pflanzensoziologie vgl. KLÖCKNER, 1972. Die Aufnahme von Tab. I (S. 26) entspricht exakt dem Fangort T Ei.	TK 4514 r <sup>34</sup> 37380 h <sup>570</sup> 3440	215 m
OA	11	K	Bitterschaumkrautreicher Erlenbruch, eutroph, auf Massenkalk. Quellbereich der Alme.	TK 4517 r <sup>34</sup> 73800 h <sup>570</sup> 1980	325 m
NH	10	K	Wolfsbruch auf der Nordhelle, Ebbegebirge. „Übergangsmoor“ (Zwischenstellung Hoch-/Flachmoor, vgl. RUNGE, 1958). Alter knapp 1000 Jahre (BUDE, 1926).	TK 4812 r <sup>34</sup> 13600 h <sup>566</sup> 8800	620 m

#### 4. Ergebnisse

Eine Zusammenstellung der Fangergebnisse im Frühjahrsaspekt 1973 sowie eine Übersicht über die daraus errechneten Einfachdiskordanzen aller Fallengruppen untereinander (bilaterale Vergleiche) sind in den Tabellen 5 und 6 am Ende dieser Arbeit zu finden.

##### 4.1 Vergleiche zwischen Sumpf- und Vergleichsfangort

Um von einer Carabidenfauna der Waldsümpfe des Arnberger Waldes sprechen zu können, ist zunächst zu klären, ob diese typische Carabidenbestände aufweisen, oder ob ihre Fauna in etwa mit der der umliegenden normalfeuchten Waldgebiete übereinstimmt. — Auch Waldcarabiden haben ja bekanntlich einen nicht unbedeutenden Bedarf an Feuchtigkeit (THIELE 1964 a).

Die Carabidenfänge der Fallenkomplexe S Tl und B Hv sollen diese Frage beantworten.

Für diese Untersuchung wurden die Fangzahlen je Falle über die Leerungen eines ganzen Jahres (Juli 1972 bis Juli 1973) summiert. Die Jahressummen je Falle gefangener Carabiden sowie die jeweiligen Artanteile sind den entsprechenden Abbildungen (Abb. 2 und Abb. 3) zu entnehmen.

Beide Fallenkomplexe bestanden aus einer linear angeordneten Fallenreihe, beide verfügten sowohl über Fallen, die in trockener Umgebung standen, als auch über solche, die im Sumpf exponiert waren.

Im Bereich des Komplexes S Tl sind trockene und nasse Bereiche durch einen Bach streng getrennt. Abb. 2 stellt die Anordnung der zwölf Fallen dieses Komplexes im Gelände dar. Über jeder Falle sind Säulen eingetragen, die die Gesamtheit (100%) der von der betreffenden Falle gefangenen Carabiden repräsentieren. Die Anteile der in größerer Anzahl gefangenen Carabidenarten wurden jeweils markiert.

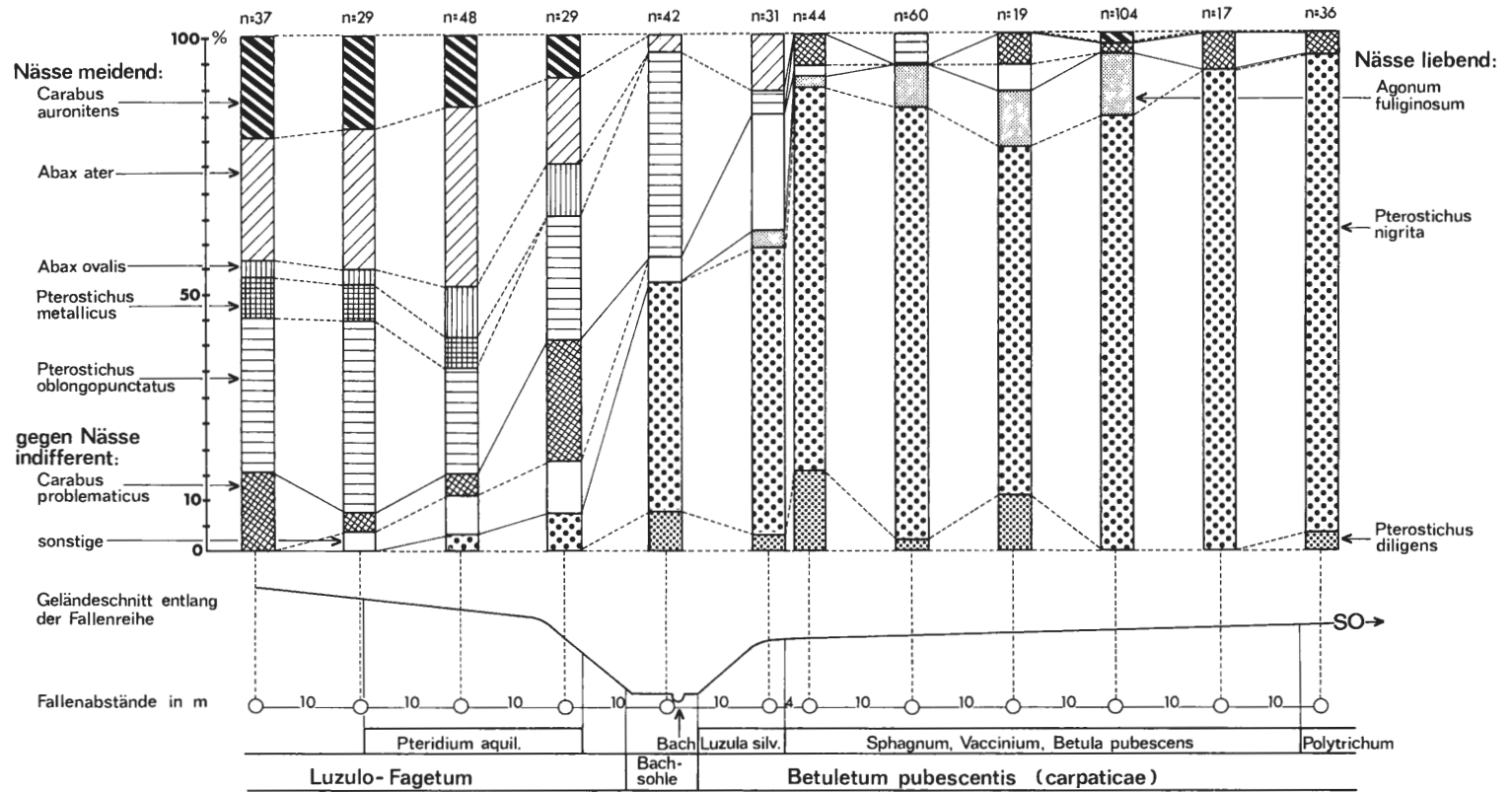


Abb. 2: Verteilung der Carabidendominanzen entlang der Fallenreihe S T1 (vgl. Tab. 1). Zur Berechnung der Dominanzen ist die in einem Jahr je Falle gefangene Carabidenmenge zugrunde gelegt. Die Fallen sind, beginnend mit 1, fortlaufend von links nach rechts numeriert.

Abb. 2 zeigt, daß die Fallen 1—4, die in einem normal-feuchten *Luzulo-Fagetum* stehen, sowie die Fallen 7—12 im Hamorsbruch, einem *Betuletum pubescentis*, eine grundsätzlich andere Carabidenzusammensetzung haben. Die Fallen 5, 6 und 7 lassen den Übergang zwischen beiden Habitaten erkennen. Die in Falle 7—12 häufig auftretenden Arten, die in Falle 1 und 2 völlig fehlen, können als typische Arten des nassen Hangmoores betrachtet werden. Es sind dies: *Agonum fuliginosum*, *Pterostichus diligens* und *Pterostichus nigrita*. Die im normalfeuchten *Luzulo-Fagetum* häufigen Arten *Carabus auronitens*, *Abax ater*, *Abax ovalis*, *Pterostichus metallicus* und *Pterostichus oblongopunctatus* fehlen im angrenzenden Moor nahezu ganz. Sie erweisen sich damit als Nässe meidend. Die Arten *Abax ater* und *Pterostichus oblongopunctatus* scheinen jedoch eine größere hygri-sche Valenz zu haben, da sie noch in den Fallen 5 (Talsole des begrenzenden Baches) und 6 (erste Falle auf der Seite des Hangmoors) deutlich auftreten. *Pterostichus oblongopunctatus* war sogar noch in Falle 8 nachzuweisen. *Carabus problematicus* wurde in fast allen Fallen gefangen. Er kann als weitgehend indifferent gegen Schwankungen der Bodenfeuchte gelten, wie sie im Bereich der Fallenreihe S T1 auftreten. In einzelnen Individuen gefangene Arten wurden zur Rubrik „Sonstige“ zusammengefaßt und weder den Nässe liebenden noch den Nässe meidenden Arten zugeschlagen.

Die Analyse der Carabidenfänge des Komplexes S T1 bringt im einzelnen folgende Ergebnisse (vgl. Abb. 2):

- Es existiert im Hamorsbruch eine typische, Nässe liebende Carabidenfauna, die im nur 20 m entfernten Vergleichsfangort fehlt.
- Alle im typischen Bergbirkenbruch exponierten Fallen zeigen eine gleichartige anteilmäßige Carabidenzusammensetzung, was auf eine im Gleichgewicht befindliche, stabile Fauna schließen läßt.
- Die Grenze des vom Fang der Fallen 7—12 repräsentierten Carabidenbestandes läßt sich mit einer Genauigkeit von 4 m zwischen dem moorigen Gelände und einem *Luzula silvatica*-Bestand (mit unvertorftem Boden fast flüssiger Konsistenz) am Bachufer ziehen.
- Von den Elementen der Moorfauna dringt *Pterostichus nigrita* am weitesten vor (noch in einzelnen Stücken etwa 20 m ins Trockene).
- Die Faunenelemente des normal-feuchten Vergleichsfangorts nehmen zum Rand ihres Habitats im Anteil gleichmäßig ab.
- In den Übergangsfällen (4, 5 und 6) sind Arten mit größerer hygri-scher Valenz außerordentlich stark vertreten, da die typischen Nässe liebenden und Nässe meidenden Arten hier anscheinend beide keine optimalen Bedingungen vorfinden.
- Im *Luzula silvatica*-Bestand ist der Anteil sonstiger Arten ungewöhnlich hoch. Es ist nicht auszuschließen, daß dieser Habitat eine eigene typische Faunenzusammensetzung ausbildet.
- Die Grenze von Vergleichsfangort und Sumpffangort ist zwischen Falle 4 und 5 am Rande der Talsole zu ziehen, wo der Anteil Nässe liebender Arten von unter 10 % auf über 50 % anwächst und der Prozentsatz der Nässe meidenden Arten von ca. 60 % auf ca. 40 % abnimmt, wobei der Anteil der Arten mit größerer hygri-scher Valenz konstant bleibt (40 %), die strenger Nässe meidenden Arten jedoch ihre Grenze haben.  
Die Grenze ist also nicht der Bach, sondern der Rand des stark bodennassen Gebiets.

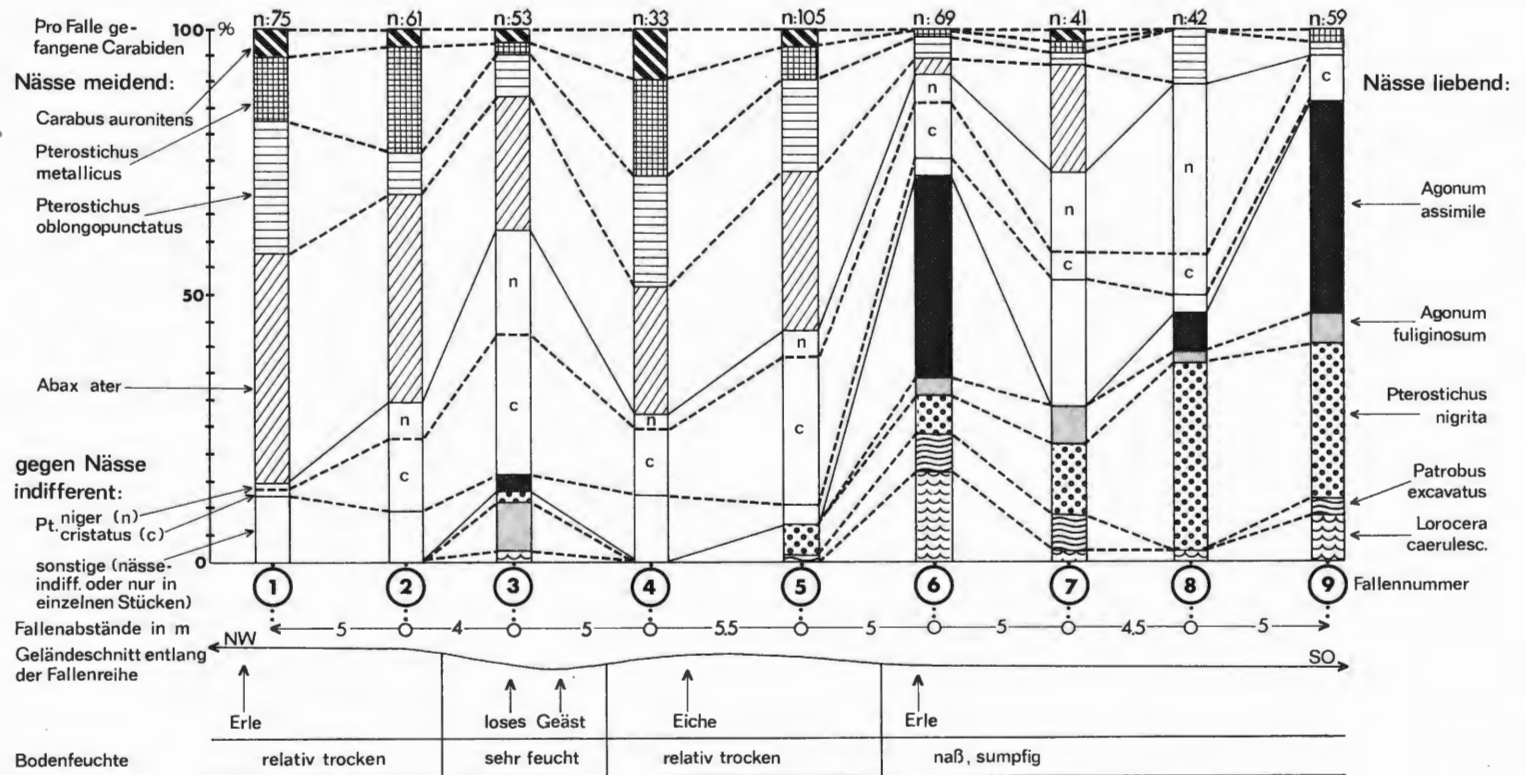


Abb. 3: Verteilung der Carabidendominanzen entlang der Fallenreihe B Hv (vgl. Tab. 1). Zur Berechnung der Dominanzen ist die in einem Jahr je Falle gefangene Carabidenmenge zugrunde gelegt.

Der Komplex B Hv steht anscheinend in einem weitaus homogeneren Gebiet, nämlich in einem im wesentlichen aus Erlen und Stieleichen bestehenden Auwald des Hevensbrink. Starke Geländeeinschnitte werden von der aus neun Fallen bestehenden Reihe nicht gekreuzt. Die Fallen haben etwa 5 m Abstand untereinander, so daß Grenzen in der Carabidenzusammensetzung noch genauer angegeben werden können als im vorigen Beispiel.

Die Ergebnisse der Analyse der Carabidenfauna im Fallenkomplex B Hv sind in Abb. 3 dargestellt. Die Abbildung ist folgendermaßen zu interpretieren:

- Die Grenze von Nässe meidendem und Nässe liebendem Carabidenbestand verläuft zwischen Falle 5 und 6 (Nässe liebende Arten von unter 10 % auf über 70 %; Nässe meidende von knapp 60 % auf unter 10 %). Sie fällt mit der zu beobachtenden Grenze des versumpften Gebiets zusammen.
- *Pterostichus nigrita* und *Lorocera pilicornis* überschreiten die Sumpfgrenze am weitesten (5 m).
- Nässe meidende Arten dringen in geringem Anteil (5 % bis 26 %) in den sumpfigen Waldteil vor. Nässe liebende Arten fehlen, von Randeffekten abgesehen, im trockenen Teil völlig.
- Eine feuchte Senke innerhalb des trockenen (normal-feuchten) Teils bei Falle 3, die nur daran zu erkennen ist, daß an trockenen Tagen die Laubstreu hier nicht austrocknet wie in der Umgebung, zeigt trotz ihrer geringen Ausdehnung eine charakteristische, deutlich von der Umgebung unterscheidbare Carabidenzusammensetzung. Nässe liebende Arten treten auf (über 10 %), Nässe meidende Arten gehen unter 40 % zurück.
- Auch im Komplex B Hv sind es die euryhygrynen Arten, hier vor allem durch *Pterostichus cristatus* und *Pterostichus niger* repräsentiert, die besonders an Randzonen bzw. trockeneren Stellen im Sumpf oder feuchteren Stellen im normalfeuchten Wald große Faunenteile stellen. Durch ihre ständige Präsenz können sie offenbar überall dort, wo die übrige Carabidenfauna keine optimalen Bedingungen findet, größere Anteile erringen.

#### 4.2 Verteilung der Einfach-Diskordanzen in verschiedenen Bestandesgruppen von Carabiden

Die in Buchenwäldern befindlichen Vergleichsfangorte weisen ziemlich ähnliche Carabidenzusammensetzungen auf. Als minimale Einfach-Diskordanz tritt 0,1842 auf, die maximale Einfach-Diskordanz beträgt 0,5871 (vgl. Tab. 6). Durchschnittlich<sup>1)</sup> lag sie bei 0,3926. Ein Vergleich des Fangortes B Hv t mit jedem der Fangorte in Buchenwäldern bringt Einfach-Diskordanzen zwischen 0,3104 und 0,4296, die im Mittel 0,3596 betragen. Alle Diskordanzen von Buchenwald-Fangorten mit dem Fangort B Hv t liegen also in unmittelbarer Nähe des Diskordanzmittels, das sich beim Vergleich von Buchenwald-Fangorten untereinander ergibt. Der Fangort B Hv t kann also ohne Einschränkung als normaltrokener (bzw. -feuchter) Laubwald-Vergleichsfangort eingestuft werden. Wird er den Vergleichsfangorten zugerechnet, so erniedrigt sich das Mittel ihrer wechselseitigen Diskordanzen sogar auf 0,3831.

---

<sup>1)</sup> Die Angabe von Durchschnittswerten der Diskordanz zwischen relativ wenigen, nach subjektiven Gesichtspunkten ausgewählten Fangorten mag zunächst wenig sinnvoll erscheinen. Sie erhält jedoch dann Aussagekraft, wenn die Änderung des Mittelwerts der Diskordanzen nach Hinzunahme weiterer einzuordnender Fangorte betrachtet wird.

Die Carabidenbestände der Sumpffangorte erweisen sich als wesentlich ungleichartiger. So treten Einfach-Diskordanzen zwischen 0,1902 und 0,9806 auf, die im Mittel 0,4922 betragen (vgl. Tab. 6). Die Existenz mehrerer Typen von Sumpffangorten, die deutlich unterscheidbare Carabidenbestände aufweisen, ist daher wahrscheinlich. Ein Vergleich des Fangorts T Ei mit allen Sumpffangorten ergibt Diskordanzen zwischen 0,2707 und 0,9300, die durchschnittlich bei 0,6683 liegen. Sie sind also innerhalb der Schwankungsbreite, die zwischen Sumpffangorten untereinander auftreten kann. Die niedrige Minimaldiskordanz zeigt, daß der Fangort T Ei offenbar einem Bestandestyp sehr nahe kommt, der auch unter den bereits verglichenen Sumpffangorten vertreten war. Eine Eingliederung des Fangortes T Ei als Sumpffangort erhöht die Diskordanz aller Sumpffangorte untereinander auf 0,5157. Der Vergleich der Kontrollfangorte NH und OA mit den Sumpffangorten ergibt Einfach-Diskordanzen zwischen 0,1372 und 0,9801 (Mittel: 0,5834). Sie liegen also im Bereich des Diskordanzspektrums von Sumpffangorten im Arnsberger Wald. Die sehr geringe Minimaldiskordanz deutet sogar auf eine große Ähnlichkeit der Carabidenbestände eines Kontrollfangortes mit dem eines Sumpffangortes im Arnsberger Wald hin (es handelt sich um die Fangorte S 3 und NH).

Ein Vergleich aller Sumpffangorte mit allen Vergleichsfangorten bringt Einfach-Diskordanzen zwischen 0,5671 und 0,9981, die im Schnitt bei 0,8850 liegen. Diese Zahlen zeigen, daß Sumpffangorte und Vergleichsfangorte stets gut zu trennen sind, da sie deutlich unterscheidbare Carabidenbestände aufweisen. Ein Vergleich des Fangorts T Ei mit jedem der Vergleichsfangorte, der Einfach-Diskordanzen zwischen 0,8964 und 0,9803 (Mittel: 0,9575) ergibt, zeigt, daß sich der Fangort T Ei auch in Bezug auf die Vergleichsfangorte als guter Sumpffangort verhält.

Übrig bleiben einige Fangorte, deren Einordnung nicht völlig eindeutig möglich ist. Der Fangort B Er mit Einfach-Diskordanzen zwischen 0,4442 und 0,8791 (Mittel 0,7162) zu Sumpffangorten und einer Diskordanzverteilung von 0,3452 bis 0,6087 (Mittel: 0,4825) mit Vergleichsfangorten könnte beiden Fangorttypen zugeschlagen werden. Allerdings treten größere Übereinstimmungen zu den normaltroffenen Vergleichsfangorten auf, so daß dieser Fangort — mit Einschränkung — hier einzuordnen ist. Der Fangort H Er 3 kann wohl als Sumpffangort angesprochen werden, da er im Vergleich mit diesem Fangorttyp Einfach-Diskordanzen zwischen 0,3564 und 0,7924 (Mittel: 0,5983) liefert. Dafür sprechen auch die Diskordanzen mit Vergleichsfangorten, die zwischen 0,5917 und 0,8125 schwanken und im Mittel bei 0,6828 liegen. Ihr Schwankungsbereich überlappt sich nicht mit den Diskordanzen der Vergleichsfangorte untereinander. Eine geringfügige Überlappung um 0,017 tritt jedoch auf, wenn auch B Er als Vergleichsfangort eingestuft wird.

Schließlich sei der am Waldrand (Lichtung) gelegene Fangort H Kr t erwähnt. Seine Diskordanzen zu Sumpffangorten schwanken zwischen 0,6873 und 0,9439 um den Wert 0,8112 und zu Vergleichsfangorten in den Grenzen 0,6403 und 0,8044 um 0,7199. Dieser Fangort nimmt also im Rahmen der sonst untersuchten Fangorte eine Sonderstellung ein und darf keinem der Fangorttypen zugerechnet werden. Seine hohen Diskordanzen zu Sumpffangorten erlauben es jedoch, ihn zur Abgrenzung gegen Sumpffangorte als normaltroffenen Vergleichsfangort zu bezeichnen, ohne ihn dabei dem Typ zuzuschlagen, der von den übrigen Vergleichsfangorten repräsentiert wird.

### 4.3 Homogenitätstest und statistische Unschärfe

Durch Konkordanzanalyse der Artanteile läßt sich der Grad des Unterschiedes verschiedener Carabidenbestände deutlich herausarbeiten (vgl. Anhang, Tab. 6). So lag die größte Einfach-Diskordanz zwischen Carabidenbeständen zweier Sumpffangorte bei 0,9806. Die einander ähnlichsten Carabidenbestände wiesen nur eine Einfach-Diskordanz von 0,1902 auf.

BALOGH & LOKSA (1956) stellten zwischen Aufnahmequadraten in einem als homogen bezeichneten Luzernefeld Dominantenidentitäten (Konkordanzen) von etwa 70 % für die meisten Insektenordnungen fest, was einer Einfach-Diskordanz von 0,3000 entspräche.

Verglichen mit diesen Zahlen fallen die Diskordanzen einiger im Hamorsbruch exponierter Fallengruppen untereinander ungewöhnlich gering aus:

Tab. 2: Diskordanzen der Fallgruppen im Hamorsbruch (Frühjahrsaspekt).

Die Fallengruppe S Tl n wurde um die Fallen 5 und 6 vermindert, die, wie gezeigt wurde (Abb. 2), infolge ihrer Randlage zahlreiche Fremdelemente enthalten. Die Gruppe besteht also hier aus den Fallen 7 bis 12.

Fallen- gruppe	S Tl n	S 1	S 2	S 3
S 1	0,179	=		
S 2	0,066	0,225	=	
S 3	0,421	0,316	0,463	=
S Qu	0,062	0,181	0,063	0,418

Die Fallgruppen S Tl n (um Falle 5 und 6 vermindert; vgl. Kap. 4.1), S Qu und S 2 weisen untereinander sehr niedrige Einfach-Diskordanzen auf. Daher wurde geprüft, ob diesen Fallengruppen eine einheitliche Carabidenfauna zukommt. Die ermittelten Diskordanzen wären dann als statistische Unterschiede der drei Proben zu deuten.

Die Fallen der fraglichen Fallengruppen wurden dazu nach dem Zufallsprinzip dreimal ohne Rest zu drei willkürlichen Fallengruppen zusammengefaßt. Die jeweils zusammengehörigen Zufallsgruppen wurden konkordanzanalytisch verglichen; es ergaben sich also insgesamt neun Diskordanzen zwischen den Zufallsgruppen. Sie waren folgendermaßen verteilt:

Minimaldiskordanz:	0,021
Maximaldiskordanz:	0,096
Durchschnittsdiskordanz:	0,068

Die Diskordanzen der tatsächlichen Fallengruppen liegen also mit 0,066, 0,063 und 0,062 in unmittelbarer Nähe des Mittels der Zufallsdiskordanzen. Die ursprünglichen Fallengruppen weisen sogar geringere Unterschiede untereinander auf, als der Durchschnitt der aus ihren Elementen (Fallen) gebildeten Zufallsgruppen.

Damit ist erwiesen, daß die Carabidenbestände im Bereich der Fallengruppen S Tl n, S Qu und S 2 sich nicht unterscheiden. Andernfalls hätten die größten konkordanzanalytischen Unterschiede auftreten müssen, wenn jeweils die einem einheitlichen Bestand entnommenen Stichproben getrennt von anderen zusammengefaßt worden wären. Jede willkürliche Durchmischung der Stichproben müßte sich unter dieser Voraussetzung nivellierend auf die Unterschiede auswirken.

Die Carabidenkollektive der Zufallsgruppen umfaßten durchschnittlich 150 Käfer. Es folgt also als weiteres Ergebnis dieser Untersuchung, daß die statistische Unschärfe eines konkordanzanalytischen Vergleichs bei etwa 0,07 % Einf.-Disk. liegt, wenn Proben von je 150 Tieren verglichen werden.

Die Genauigkeit dürfte sich vergrößern, wenn sich die Proben insgesamt stärker unterscheiden, sie wird jedoch schlechter werden, wenn sich die Dominanzunterschiede der Arten innerhalb der Fangkollektive verringern. Für diese Annahme sprechen die Verhältnisse im Herbstaspekt: Hier betrug die durchschnittliche Käferzahl pro Zufallsgruppe 100 Individuen, der Anteil der häufigsten Art, *Pterostichus nigrita*, betrug im Herbst 66,0 % (anstelle von 91,2 % im Frühjahr). Als Folge davon ergibt sich eine durchschnittliche Diskordanz, die mit 0,137 doppelt so groß ist, wie im Frühjahr.



#### 4.4 Ökologische Abstände

Es bietet sich an, die Einfach-Diskordanz, den Grad des Unterschieds zweier Artanteilspektren, als „ökologischen Abstand“ aufzufassen und sich die Ähnlichkeitsbeziehungen von Carabidenbeständen grafisch zu veranschaulichen.

Den Carabidenbeständen zweier beliebiger Fangorte werden willkürlich Orte auf der Darstellungsfläche zugeordnet, deren Abstand ihrer Einfach-Diskordanz proportional ist. Die ökologischen Relativlagen der Carabidenbestände weiterer Fangorte ergeben sich, indem um alle bereits festgelegten Bestände Kreise geschlagen werden, deren Radien den jeweiligen Diskordanzwerten ebenfalls proportional sind. Aufgrund der ohnehin vorhandenen statistischen Fehler sind die ökologischen Relativlagen nicht punktförmig anzunehmen, sondern haben flächige Ausdehnungen. Die zur Lagebestimmung geschlagenen Kreise schneiden sich also nicht in einem Punkt, sondern die Relativlage eines Bestandes wird durch einen Minimalkreis bezeichnet, der noch Abschnitte aller dieser Abstandskreise enthält. Der Radius der Lageunschärfe ist proportional dem zu Grunde zu legenden statistischen Fehler — gemessen in Einfach-Diskordanz. Um Mehrdeutigkeiten zu vermeiden, kann eine geringere Lageunschärfe gefordert werden, als nach dem zu erwartenden statistischen Fehler vertretbar wäre.

Wenn zu einer Zahl von gegebenen Abstandskreisen um festgelegte Relativlagen kein von allen geschnittener Minimalkreis gefunden werden kann, der kleiner oder gleich der zulässigen Lageunschärfe ist, so ist diese Kombination von Carabidenbeständen bezüglich ihrer ökologischen Relativlage zweidimensional nicht darstellbar.

In den Abb. 4—8 sind die Relativlagen der Carabidenbestände der insgesamt 15 Sumpffangorte gezeigt, die jeweils in Gruppen zu sechs bis sieben Fangort-Beständen flächig darstellbar sind.

Es ist keineswegs selbstverständlich, daß die Zahl der Fangorte, die widerspruchsfrei zweidimensional darstellbar sind, so hoch liegt. Der methodische Aspekt dieses Phänomens bedarf daher einer eingehenden Diskussion (vgl. Kap. 5.3). Zur Charakterisierung der Habitate, aus denen die verglichenen Carabidenfänge stammen, können die in den Abb. 4—8 dargestellten Beziehungen jedoch auch herangezogen werden, bevor mögliche Hypothesen erhärtet oder widerlegt sind.

Um die Beziehungen aller 15 Fallengruppen zueinander übersehen zu können, wurde versucht, sie in einer einzigen Darstellung anzunähern (Abb. 9). Die Lagebeziehungen der in Abb. 4 aufgeführten Fallengruppen sind dieser angenäherten Darstellung unverändert zugrunde gelegt worden. Die sonstigen in den Abb. 5—8 ermittelten Lagebeziehungen wurden angefügt, indem gleiche Fallengruppen mit ihrer Lage in Abb. 4 zur Deckung gebracht wurden. Im Falle weiterer Überschneidungen mußten Kompromisse eingegangen werden.

Deutlich erkennbar ist, daß sich in Abb. 9 ein Gradient zunehmenden *Sphagnum*gehalts von links nach rechts über die Darstellungsfläche erstreckt. Flächenmäßiger Anteil und Mächtigkeit der *Sphagnum*polster stellen also für Waldsümpfe des Arnberger Waldes das am stärksten ins Auge fallende Ordnungskriterium dar. Die Kontrollfangorte außerhalb des Arnberger Waldes lassen sich diesem Ordnungsprinzip unschwer einfügen.

Grob gesehen schälen sich zwei Gruppen von Fangorten aus der Gesamtmenge heraus: Die Gruppe kleinflächiger, schwach eutropher Waldsümpfe mit nur geringem *Sphagnum*anteil (B Hv n, B Dm, B Sp, H Er 1, H Sr) weist untereinander sehr starke wechselseitige Übereinstimmungen auf und kann sicherlich bezüglich der Carabidenfauna als einheitlicher Typ innerhalb der Menge der Waldsümpfe angesprochen werden.

Die andere Gruppe stellen Fangorte mit hohem *Sphagnum*anteil (A Er, S Bb, S Bl, H Kr n, H Er 2, NH). Auch H Sr könnte dieser Gruppe zugerechnet werden, so daß hier ein Bindeglied zwischen beiden Typen vorläge. Der Übergangscharakter des an sich *sphagnum*armen Fangorts läßt sich dadurch erklären, daß dieser kleine, nur ca. 400 m<sup>2</sup> große Erlensumpf völlig von Fichtenforst umgeben ist, wodurch er eine Rohhumusanreicherung erfahren dürfte.

Zu Abb. 4 bis Abb. 8: Die ökologischen Relativlagen der verglichenen Carabidenbestände sind durch Kreise gekennzeichnet und tragen den Namen des Fangortes, von dem sie stammen (vgl. Tab. 1). Der Radius dieser Kreise entspricht der vorauszusetzenden Lageunschärfe. Die Diskordanzabstände von je zwei Carabidenbeständen sind als ausgezogene Strecken dargestellt. Sie tragen den auf ganze Prozent gerundeten Betrag ihrer Einfach-Diskordanz.

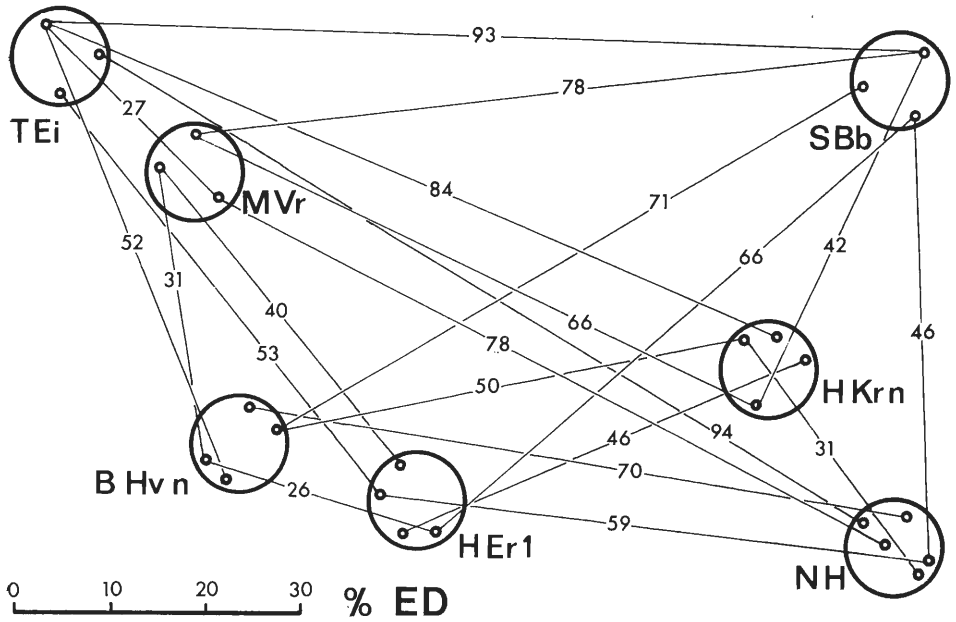


Abb. 4: Ökologische Abstände von sieben Carabidenbeständen aus verschiedenen Sumpftypen.

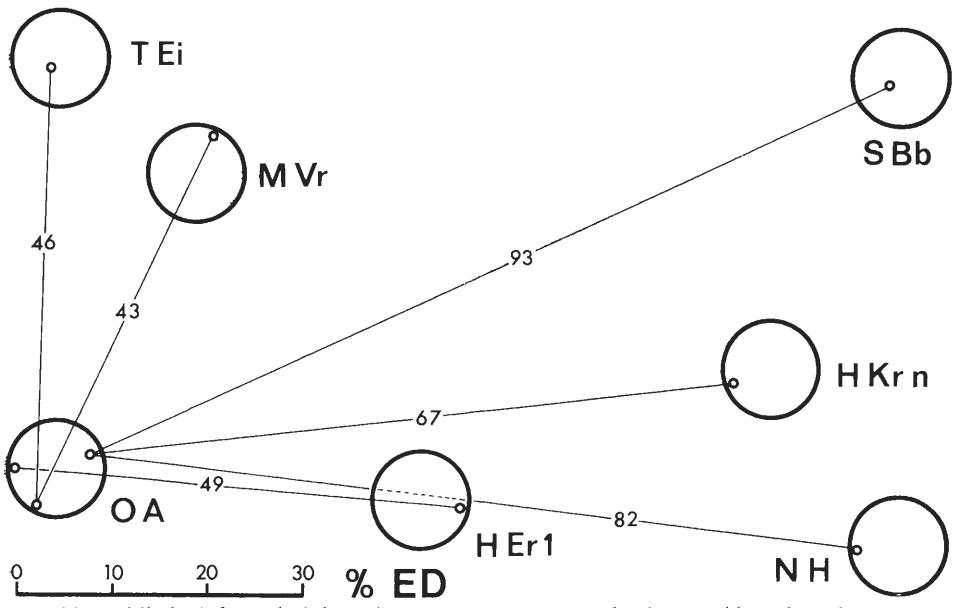


Abb. 5: Ökologische Relativlage des Fangortes OA zu sechs der in Abb. 4 festgelegten Carabidenbeständen. Die Relativlagen aller Fangorte mit Ausnahme von BHvn wurden unverändert aus Abb. 4 übernommen. Ihre wechselseitigen Diskordanzabstände sind daher nicht noch einmal aufgeführt.

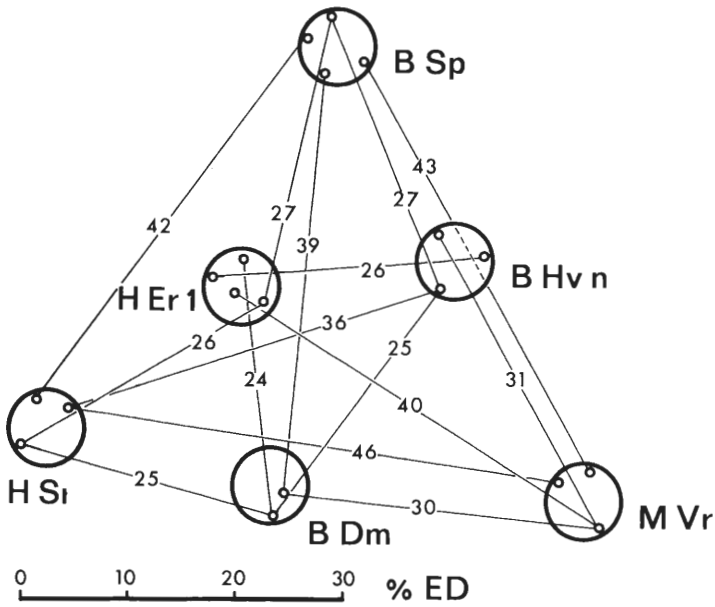


Abb. 6: Ökologische Relativlagen von sechs Fangorten mit *Sphagnum*anteil (M Vr und insbesondere B Hv n dürfen als nahezu *sphagnum*frei gelten).

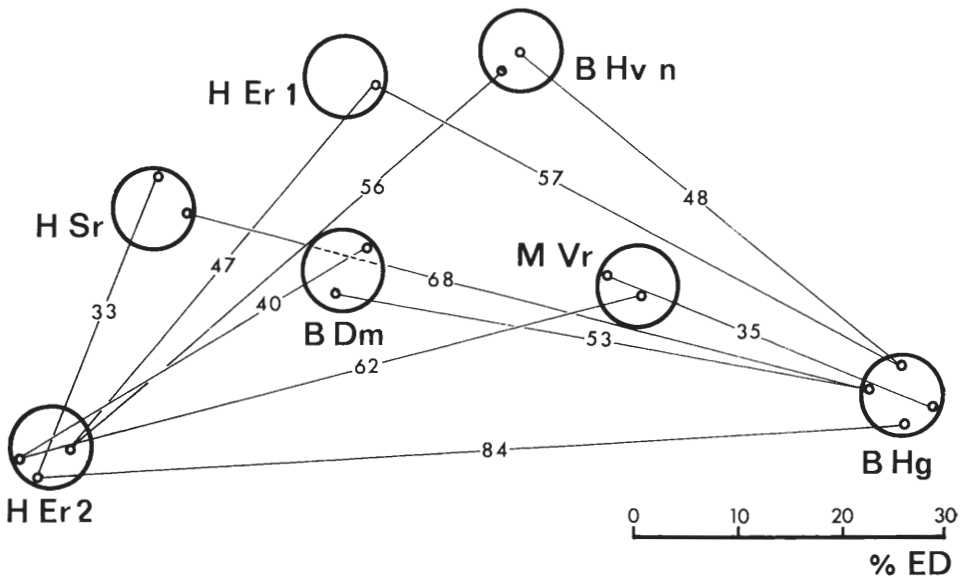


Abb. 7: Ökologische Relativlage der Fangorte H Er 2 und B Hg zu fünf der in Abb. 6 festgelegten Carabidenbeständen. Die Relativlagen aller Fangorte mit Ausnahme von B Sp wurden unverändert aus Abb. 6 übernommen. Ihre wechselseitigen Diskordanzabstände sind daher nicht noch einmal vermerkt.

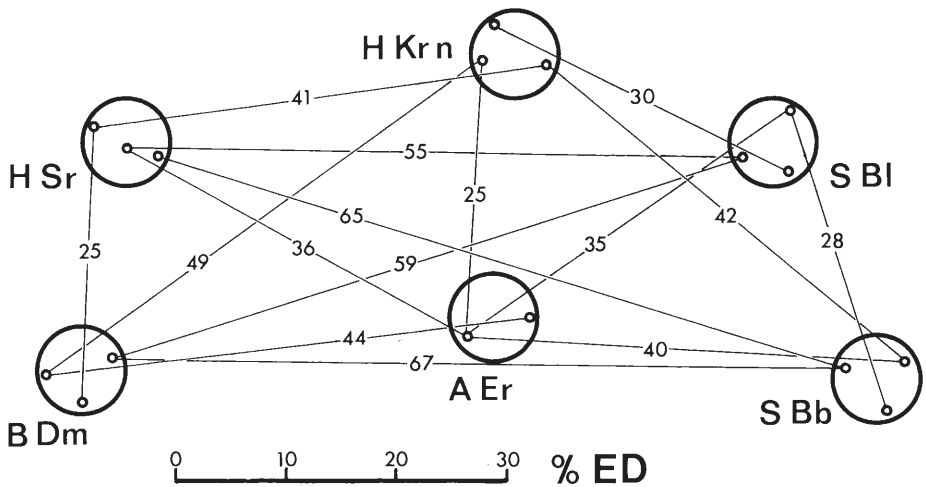


Abb. 8: Ökologische Relativlagen von vier *sphagnum*-reichen Fangorten (rechts und Mitte) sowie zwei bereits in Abb. 6 dargestellten Fangorten mit *Sphagnum*-anteil.

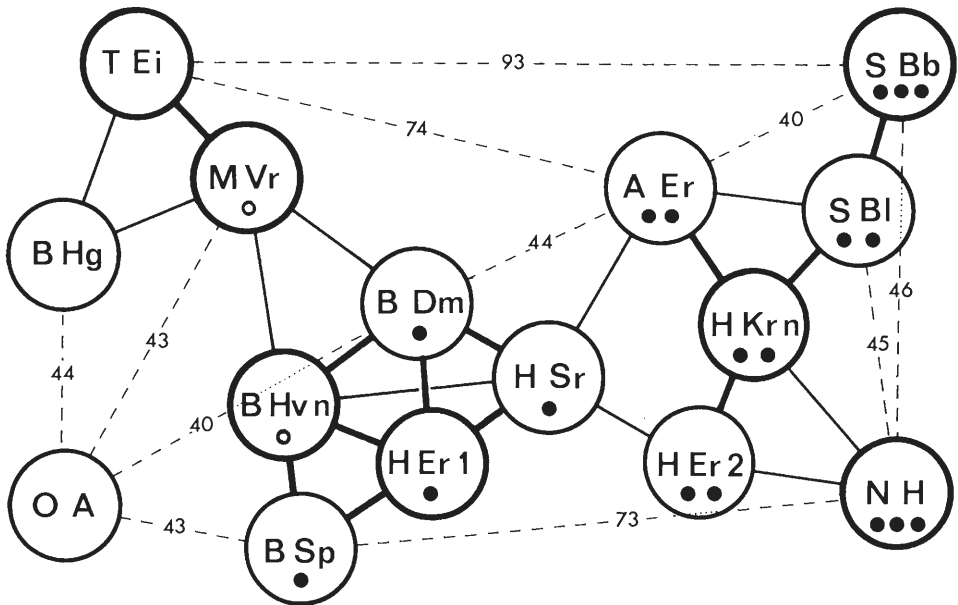


Abb. 9: Angenäherte Relativlagen der Carabidenbestände von 15 Sumpffangorten. Unverändert zugrunde gelegt sind die Relativlagen der sieben in Abb. 4 dargestellten Carabidenbestände (fette Kreise). Der *Sphagnum*-reichtum der Habitate ist durch Punktsymbole dargestellt. Es bedeuten: 3 schwarze Punkte: Moor, mächtige *Sphagnum*-lagen; 2 schwarze Punkte: *sphagnum*-reich; 1 schwarzer Punkt: nur stellenweise *sphagnum*-bedeckt; nicht ausgefüllter Punkt: *sphagnum*-arm.

Da sich die Zahl aller wechselseitigen Diskordanzen auf 105 beläuft, wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur Diskordanzen unter 36 % vermerkt. Es bedeuten: Fette Verbindungslinien: Diskordanzen kleiner gleich 30 %; normal ausgezogene Verbindungslinien: Diskordanzen über 30 % bis 36 % einschl. Einige weitere Diskordanzen wurden zur Vermittlung einer besseren Vorstellung hinzugefügt. Sie sind als unterbrochene Linien dargestellt und mit dem Prozentsatz ihrer Einfach-Diskordanz versehen.

Diskordanzabstände können in dieser angenäherten Darstellung nicht mehr streng einer Längeneinheit zugeordnet werden.

Insgesamt macht die Gruppe der *sphagnum*-reichen Fangorte einen weniger geschlossenen Eindruck, da niedrige Konkordanzwerte meist nur zweiseitig auftreten und nicht sämtliche in Frage kommenden Fallengruppen wechselseitig miteinander verflochten.

An die Gruppe der kleinflächigen, *sphagnum*-armen Waldsümpfe schließen die Fangorte M Vr und T Ei an, die untereinander eine sehr hohe Übereinstimmung zeigen. Interessant in diesem Zusammenhang ist, daß im Tal des Steinsiepen wenig unterhalb des Fangortes M Vr ebenfalls Straußenfarnbestände auftreten (in der Krautschicht von T Ei ist *Matteuccia struthiopteris* dominant; vgl. auch KLÖCKNER 1972, S. 26). Der Fangort B Hg schließt lose an die beiden eben genannten Fangorte an. Er ist völlig *sphagnum*-frei, was seinem Ort am linken Rand der Darstellungsfläche entspricht.

Der Fangort OA läßt sich keinem der sich abzeichnenden Sumpftypen eindeutig zurechnen. Es handelte sich dabei um die einzige Fallengruppe, die in einem Massenkalkgebiet exponiert war, wohingegen alle übrigen Fangorte sauren Boden aufwiesen. Es war daher nicht zu erwarten, daß dieser Kontrollfangort einem bestimmten Typ von Fangorten im Arnberger Wald zuzurechnen gewesen wäre.

Eine Darstellung der wechselseitigen Dominantenidentitäten von Fangkollektiven (Collembolen und Oribatiden) gibt auch WEIGMANN (1973). Allerdings ordnet er den Dominantenidentitäten keine Abstände zu, sondern veranschaulicht sie durch die Stärke der Verbindungslinien zwischen den verglichenen Fangorten. Die räumliche Anordnung der Fangkollektive soll bei WEIGMANN keine Ähnlichkeitsstrukturen wiedergeben.

#### 4.5 Bestimmung von Bestandesgruppen mit dem RENKONEN-Gitter

Um die Methode der Anordnung von Fangkollektiven nach ihren ökologischen Abständen vergleichbar zu machen, seien dieselben 15 in Abb. 9 angegebenen Fangorte in einem Quadratgitter dargestellt, das üblicherweise zur grafischen Ermittlung von Gruppen ähnlicher Fangkollektive verwendet wird, deren paarweise Dominantenidentitäten bekannt sind (RENKONEN 1938) (Abb. 10).

Sowohl den Spalten als auch den Zeilen werden bei diesem Verfahren die zu vergleichenden Fangorte in gleicher Reihenfolge zugeordnet. Am Schnittpunkt einer Spalte und einer Zeile wird die Dominantenidentität der zugehörigen Fangorte eingetragen. Auf der Hauptdiagonalen betragen die Dominantenidentitäten stets 100 % (Vergleich eines Kollektivs mit sich selbst). Da die Werte unterhalb und oberhalb der Hauptdiagonalen sich spiegelbildlich entsprechen (Dominantenidentität des *i*-ten Fangorts mit dem *j*-ten ist gleich der Dominantenidentität des *j*-ten Fangorts mit dem *i*-ten), genügt es, die Zahlenwerte nur unterhalb der Diagonalen einzutragen. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Dominantenidentitäten oberhalb der Diagonalen in optisch anschaulicher Weise darzustellen.

Nach RENKONEN (1938) ist die Reihenfolge der Fangorte so festzulegen, daß möglichst viele hohe Konkordanzwerte in der Nähe der Hauptdiagonalen liegen (ähnliche Fangorte liegen dann benachbart). Dominantenidentitäten von Fangorten, die zu einer Gruppe zusammenzufassen sind, befinden sich dann in Quadraten, deren Hauptdiagonale mit der des Gesamtquadrats zusammenfällt. Ihre Werte sollen deutlich höher liegen als in der unmittelbaren Umgebung.

Diese Methode steht und fällt damit, daß die geeignete Reihenfolge der Fangorte gefunden wird (es müssen u. U. einzelne geringere Dominantenidentitäten an der Hauptdiagonalen in Kauf genommen werden, um an anderen Stellen hohe Konkordanzwerte aufeinander folgender Fangorte zu erhalten).

Zur Festlegung der Reihenfolge in Abb. 10 habe ich daher die Minimalkonkordanz jedes der 15 Fangkollektive zu einem der übrigen bestimmt, sowie die Durchschnittskonkordanz der 15 Kollektive mit allen Fangausbeuten aus *sphagnum*-reichen Fangorten (NH, S Bb, S Bl, H Kr n, A Er, H Er 2).

Nach ihren Minimalkonkordanzwerten lassen sich die 15 Fangorte in aufsteigender Reihenfolge folgendermaßen ordnen:

S Bb, B Hg, NH, T Ei, OA, S Bl, H Kr n, H Er 2, M Vr, B Sp, A Er, B Hv n, H Sr, B Dm, H Er 1.

Bezüglich der Durchschnittskonkordanzen zu *sphagnum*-reichen Fangorten ergibt sich folgende Rangfolge:

B Hg, T Ei, OA, M Vr, B Sp, B Hv n, B Dm, H Er 1, H Sr, NH, S Bb, H Er 2, S Bl, A Er, H Kr n.

Die Abfolge der Minimalkonkordanzen legt fest, wie nahe der Mitte ein Fangort in der endgültigen Reihenfolge zu plazieren ist. — Fangorte mit sehr niedrigen Minimalkonkordanzen, wie beispielsweise S Bb und B Hg, finden ihren Platz am Anfang oder Ende in der endgültigen Anordnung. Weitere Fangorte werden so angefügt, daß alle nach außen (zum Anfang oder Ende) folgenden Fangorte eine geringere Minimalkonkordanz aufweisen. Die Reihenfolge der Durchschnittskonkordanzen mit den Kollektiven aus *sphagnum*-reichen Fangorten entscheidet darüber, ob ein Fangort mit niedriger Minimalkonkordanz vom Anfang oder Ende her der endgültigen Anordnung eingefügt wird. So ergibt es sich, daß beispielsweise der Fangort S Bb, dessen Durchschnittskonkordanz mit *sphagnum*-reichen Fangorten hoch ist, am Anfang der endgültigen Reihenfolge seinen Platz findet, während B Hg mit der nächstfolgenden Minimalkonkordanz vom entgegengesetzten Ende her angefügt wird, da dieser Fangort in der Reihenfolge der Durchschnittskonkordanzen zu *sphagnum*-reichen Fangorten ganz am Anfang zu finden ist.

	S Bb	N H	S Bl	H Er 2	H Kr n	A Er	H Sr	H Er 1	B Dm	B Hv n	B Sp	M Vr	OA	T Ei	B Hg
S Bb															
N H	54														
S Bl	72	55													
H Er 2	54	64	56												
H Kr n	58	69	70	70											
A Er	60	60	65	73	75										
H Sr	35	49	45	66	60	66									
H Er 1	34	41	52	53	54	58	74								
B Dm	33	42	41	60	51	56	75	76							
B Hv n	29	30	44	44	50	52	64	74	75						
B Sp	24	27	50	41	50	46	58	73	61	73					
M Vr	22	22	29	38	34	42	54	60	70	69	57				
OA	7	18	17	28	33	26	46	51	60	51	57	57			
T Ei	7	6	11	22	16	26	36	47	52	48	41	73	54		
B Hg	2	2	16	16	20	26	32	43	47	52	45	65	56	68	



Abb. 10: Die wechselseitigen Konkordanzen der 15 in Abb. 9 dargestellten Fangorte im RENKONEN-Gitternetz.

Als Ergebnis zeigt Abb. 10, daß die *sphagnum*-reichen Fangorte S Bb bis A Er eine relativ zusammenhängende Gruppe bilden. Der Fangort H Sr schließt sich locker an — insbesondere an die drei vorhergehenden Fangorte (A Er, H Kr n, H Er 2). Weiterhin bilden die Fangorte eine Gruppe, die stellenweise *Sphagnum* enthalten (H Sr bis M Vr). Die Fangorte B Hv n und M Vr sind trotz ihres nur spärlichen *Sphagnum*-gehalts offenbar eindeutig dieser Gruppe zuzurechnen. Die *sphagnum*-freien Fangorte (OA, T Ei, B Hg) bilden keine einheitliche Gruppe — höchstens nach Hinzunahme des Fangortes M Vr. Ebenso könnte mit einer gewissen Berechtigung OA an die Gruppe der Fangorte angeschlossen werden, die stellenweise *Sphagnum* aufweisen (H Sr bis M Vr).

Die Quadratgittermethode liefert also keine grundsätzlich anderen Ergebnisse als die Anordnung der Fangkollektive bezüglich ihrer ökologischen Distanzen. Allerdings eignet sich die Quadratgittermethode eher zur groben Orientierung über die Ähnlichkeitsstruktur von Fangkollektiven. Die genaue Zuordnung einzelner Fangorte — insbesondere im Übergangsbereich zwischen größeren Gruppen von Fangorten — wird u. U. fraglich bleiben. Schließlich ist von Nachteil, daß kein allgemein gültiges Verfahren angegeben werden kann, nach dem die Reihenfolge der Fangorte festzulegen ist. Man kann daher nie sicher sein, daß nicht die Gruppenzugehörigkeit mancher Fangkollektive durch eine ungünstig gewählte Reihenfolge der Fangorte verschleiert wird.

#### 4.6 Charakterisierung der Habitat-Typen durch häufige Carabidenarten

Als Ergebnis der konkordanzanalytischen Untersuchungen darf festgehalten werden, daß sich bei den untersuchten Fangorten grob folgende Typen unterscheiden lassen (Sumpffangorte sind dabei nach dem *Sphagnum*-reichtum, dem am deutlichsten erkennbaren Gliederungselement einzuteilen):

- Trockene Vergleichsfangorte. Es sind dies die Buchenwaldfangorte A Bu, B Bu, H Bu, M Bu, S Bu und S Tl t. Diese sind gemäß den in Kap. 4.2 gezeigten Ergebnissen um die Fangorte B Hv t und — mit Einschränkungen — B Er zu vermehren. In Abgrenzung gegen die Sumpfffauna muß auch H Kr t als Vergleichsfangort betrachtet werden, obwohl er innerhalb der Vergleichsfangorte ein besonderes Element darstellt.
- *Sphagnum*-reiche Fangorte: A Er, H Er 2, H Kr n, NH, S Bb, S Bl und S 1.
- *Sphagnum*-haltige Fangorte: B Dm, B Sp, H Er 1, H Er 3, H Sr und M Vr. Der Boden dieses Fangorttyps wird sowohl von *Sphagnum*-flächen als auch von mineralischem Boden und zersetztem Humus gebildet (Mosaikkomplexe). Es sei jedoch angemerkt, daß M Vr vielleicht mehr zum *sphagnum*-freien Typ gehört, da die *Sphagnum*-flächen hier äußerst dünn mit Carabiden besiedelt sind und keinen nennenswerten Einfluß auf das Artanteilspektrum haben (vgl. Kap. 4.7).
- *Sphagnum*-freie Fangorte: B Hg, OA und T Ei sowie der Fangort B Hv n, der zwar hier und da einzelne eingestreute *Sphagnum*-pflänzchen aufweist, die aber nirgends Polster bilden.

Zur Charakterisierung der Fangorttypen nach Carabidenarten wurden solche Arten ausgewählt, die an vielen Fangorten auftraten und auch mehrfach größere Dominanzen aufwiesen. Von lokalen Besonderheiten soll die Charakterisierung nicht abhängig gemacht werden. In Tab. 3 ist dargestellt, in wievielen Fallengruppen welchen Typs die ausgewählten Arten Dominanzen aufwiesen, die über einer bestimmten Grenze lagen. (Tabelle der „Dominanz-Konstanz“).

Es ist zu beachten, daß stenöke Sumpffarten in zahlreicheren Fallengruppen vorkommen werden als stenöke Nässeweider, da die Lage der Fallengruppen nicht nach dem Zufallsprinzip gewählt wurde, sondern bewußt zahlreiche Sumpffangorte aufgesucht wurden.

Tab. 3: Dominanz-Konstanz häufig gefangener Arten in verschiedenen Fangorttypen.

Die Zahlen entsprechen der Anzahl der Fangorte des jeweiligen Fangorttyps, in denen die Art mindestens die angegebene Dominanz erreichte.

Erläuterung:		Habitattyp		Anzahl der Fallengruppen											
tr	—	trockene Habitats		9											
sf	—	<i>sphagnum</i> freie Habitats		4											
sh	—	<i>sphagnum</i> haltige Habitats		6											
sr	—	<i>sphagnum</i> reiche Habitats		7											
Arten:	Arten														
	<i>Trechus obtusus</i>	<i>Pterostichus metallicus</i>	<i>Carabus auronitens</i>	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	<i>Abax ater</i>	<i>Pterostichus niger</i>	<i>Pterostichus cristatus</i>	<i>Carabus problematicus</i>	<i>Loricera pilicornis</i>	<i>Agonum assimile</i>	<i>Pterostichus nigrita</i>	<i>Pterostichus diligens</i>	<i>Agonum fuliginosum</i>		
Dominanz	Fangorttyp														
über 0%	tr	5	8	6	9	8	4	7	9	2	3	2	3	2	
	sf	—	1	1	4	3	3	4	2	2	4	3	2	2	
	sh	1	—	1	5	5	5	6	3	6	6	6	6	6	
	sr	—	1	3	6	3	2	3	6	4	5	7	7	7	
über 5%	tr	1	6	3	9	8	2	3	5	—	1	1	1	—	
	sf	—	—	—	2	1	2	3	—	2	4	1	—	—	
	sh	—	—	—	3	1	—	2	—	3	6	6	2	4	
	sr	—	—	—	1	—	—	2	—	—	3	7	4	5	
über 10%	tr	—	3	1	9	8	1	1	2	—	—	—	1	—	
	sf	—	—	—	—	—	—	2	—	1	4	1	—	—	
	sh	—	—	—	3	1	—	2	—	2	6	6	1	4	
	sr	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2	7	2	2	
über 20%	tr	—	—	—	5	6	—	1	1	—	—	—	—	—	
	sf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	—	—	
	sh	—	—	—	1	—	—	—	—	—	5	3	1	—	
	sr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	1	
über 40%	tr	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	
	sf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	
	sh	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	
	sr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	

Die Tabelle 3 liefert folgende Ergebnisse: Charakterarten der untersuchten trockenen Vergleichsfangorte (normalfeuchte Laubwälder) sind *Pterostichus oblongopunctatus*, *Abax ater* sowie *Pterostichus metallicus* und *Carabus problematicus*. Mindestens drei dieser Arten sollten in einem Vergleichsfangort vorkommen. Als typische Arten der trockenen Vergleichsfangorte waren häufig *Trechus obtusus* und *Carabus auronitens* mit ihnen vergesellschaftet. Gewöhnlich traten auch *Pterostichus niger* und *Pterostichus cristatus* in Vergleichsfangorten auf. Diese Arten erwiesen sich als ziemlich eurytop. Sie fehlten in einigen Vergleichsfangorten und stellen kein notwendiges Element ihrer Carabidenfauna dar. Auch *Abax ater* und *Carabus problematicus* müssen als eurytop bezeichnet werden, jedoch gilt für sie, daß sie zum typischen Artenbestand der Vergleichsfangorte zählen und in anderen Habitaten nur fakultativ auftreten.



*Trechus obtusus*, *Pterostichus metallicus* und *Carabus auronitens* können als Differentialarten der normal-feuchten Vergleichsfangorte gegen Sumpffangorte fungieren, wenn mindestens eine von ihnen eine Dominanz über 5 % erreicht. Dasselbe gilt für *Carabus problematicus* bei einem Anteil über 10 % und für *Abax ater* sowie *Pterostichus oblongopunctatus* bei Dominanzen über 20 %.

Charakterarten der Sumpffangorte sind *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus diligens*, *Agonum fuliginosum* und *Agonum assimile*. Häufig tritt auch *Lorocera pilicornis* als Begleiter auf (besonders in lichterem Habitaten). Die eurytopen Arten *Pterostichus cristatus*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Abax ater* sowie *Carabus problematicus* kommen häufig hinzu.

Für Sümpfe mit starkem *Sphagnum*anteil sind *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus diligens*, *Agonum fuliginosum* sowie als Begleiter *Carabus problematicus* und *Pterostichus oblongopunctatus* typisch. Wenn *Pterostichus nigrita* einen über 40 %-igen Anteil erreicht oder *Pterostichus diligens* bzw. *Agonum fuliginosum* über 20 % Artanteil erreichen, spricht dies sehr für den *Sphagnum*reichtum des Fangortes.

Charakterarten der *sphagnum*freien Sümpfe sind *Agonum assimile*, *Pterostichus cristatus* und (im Frühjahr) *Pterostichus oblongopunctatus*. *Pterostichus nigrita*, *Abax ater*, *Lorocera pilicornis* und *Pterostichus niger* finden sich häufig als Begleiter ein. Wenn *Agonum assimile* Artanteile über 20 % erreicht, kann es als Trennart gegen *sphagnum*reiche Fangorte gelten.

In Fangorten, die nur teilweise mit *Sphagnum* bedeckt sind, treten folgende Arten fast stets auf: *Agonum fuliginosum*, *Agonum assimile*, *Pterostichus diligens*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus cristatus*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Abax ater* und *Lorocera pilicornis*. Da es sich um einen Mischtyp des *sphagnum*freien und des *sphagnum*reichen Sumpftyps handelt, treten hier keine Differentialarten zu den beiden genannten Sumpftypen auf. Er wird vielmehr von Charakterarten beider Typen gebildet, die jeweils in geringerem Artanteil vorkommen als in ihrem Vorzugsbestandstyp.

Zur sicheren Einordnung von Stichproben aus einem Carabidenbestand in einen der drei im Gebiet des Arnsberger Waldes deutlich unterscheidbaren Typen von Waldsümpfen bedarf es allerdings stets der Beurteilung mehrerer Arten in ihrem Anteil an der Gesamtmenge der gefangenen Carabiden.

#### 4.7 *Carabus variolosus* im Arnsberger Wald

*Carabus variolosus*, ein hygrophiler Carabe, der offenbar sehr spezielle Anforderungen an seinen Habitat stellt (STURANI 1963), gehörte nur einem der Carabidenbestände an, die ich im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen analysiert habe. Da der Fundort im Arnsberger Wald auf der Nordgrenze des Areals dieser Art liegt (HORION 1941) und *Carabus variolosus* 75 Jahre im Arnsberger Wald für ausgestorben galt, bis 1966 der Wiedernachweis gelang (WEBER 1966), soll der Carabidenbestand, dem er angehörte, genauer analysiert werden, mit dem Ziel, Angaben zu den Umweltansprüchen dieses seltenen Sumpfcaraben machen zu können.

Der Fangort M Vr, an dem ich insgesamt 11 *Carabus variolosus* fangen konnte (8 davon innerhalb des diesen Untersuchungen zugrunde gelegten Jahreszeitraumes), ist in sich nicht homogen, sondern stellt eher einen Mosaikkomplex dar. Besonders auffällig ist der Umstand, daß der obere Teil des leicht geneigten Sumpfgelands dicht von *Sphagnum* bestanden ist, während im übrigen frei zu Tage tretender, feiner Schwemmschlamm wässriger Konsistenz den Bodengrund bildet.

Die Carabidenverteilung innerhalb des Komplexes wurde aufgrund der Jahresfänge von insgesamt 21 an diesem Fangort exponierten Fallen analysiert. (Abb. 11)

Tab. 4: Carabidenfänge am Fangort M Vr in absoluten Individuenzahlen. Die Zeilen entsprechen jeweils einzelnen Fallen (Fallennummer in der ersten Spalte), die Spalten sind mit Ausnahme der ersten den verschiedenen Carabidenarten zugeordnet. Die Artnamen sind folgendermaßen abgekürzt:

CRB	ARN	Carabus auronitens	ABX	ATR	Abax ater
	PRB	— problematicus	PTR	NGR	Pterostichus niger
	VRL	— variolosus		CRS	— cristatus
	PRP	— purpurascens		OBL	— oblongopunctatus
	GRN	— granulatus		NGT	— nigrita
CYC	CRB	Cychrus caraboides		DLG	— diligens
NBR	BRV	Nebria brevicollis	LRC	PLC	— Lorocera pilicornis
AGN	ASS	Agonum assimile	DYS	GLB	— Dyschirius globosus
	FLG	— fuliginosum	BMB	MLR	— Bembidion millerianum
				NTD	— tibiale

FAENGE DER FALLEN MVR 1 BIS MVR 21 VON JULI 1972 BIS JUNI 1973 SUMMIERT:

FAL- LE:	CRB ARN	CRB PRB	CRB VRL	CRB PRP	CRB GRN	CYC CRB	NBR BRV	AGN ASS	AGN FLG	ABX ATR	PTR NGR	PTR CRS	PTR OBL	PTR NGT	PTR DLG	LRC PLC	DYS GLB	BMB MLR	BMB NTD
MV 1	0	4	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	4	3	1	0	0	1
MV 2	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	4	2	7	0	0	0
MV 3	0	2	0	0	0	0	0	7	3	1	0	1	3	10	2	2	1	0	0
MV 4	0	0	0	0	0	0	1	7	1	0	0	1	2	10	0	10	0	0	0
MV 5	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	7	4	0	1	0	0	0
MV 6	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	2	2	0	1	0	0	0
MV 7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	4	0	1	0	0	0
MV 8	0	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
MV 9	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
MV10	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	2	2	0	2	0	0	0
MV11	0	0	2	0	1	0	0	16	1	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0
MV12	0	0	1	0	0	1	0	5	3	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0
MV13	0	1	0	0	0	0	1	56	2	0	4	0	0	8	0	5	0	0	0
MV14	0	0	3	0	3	0	0	10	4	0	1	0	0	7	0	2	0	0	0
MV15	0	0	0	0	0	0	1	85	0	0	0	0	0	8	0	4	0	0	0
MV16	0	0	0	0	0	0	0	18	3	0	0	0	0	5	0	3	0	1	0
MV17	0	0	0	0	2	0	0	7	2	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0
MV18	0	0	0	0	1	0	0	7	4	0	0	0	0	2	0	10	0	0	0
MV19	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	1	0	0	8	0	13	0	0	0
MV20	2	0	0	0	1	0	0	4	1	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0
MV21	0	0	1	0	0	0	0	34	2	0	2	2	0	10	0	14	0	0	0

Von Juli 1972 bis Juni 1973 wurden total 610 Carabiden am Fangort M Vr gefangen. 118 davon entfielen auf die Fallen 1 bis 5 im *sphagnum*bewachsenen Teil des Sumpfes. Hier betrug die Aktivitätsdichte 23,6 Carabiden pro Falle und Jahr und blieb damit deutlich hinter dem Rest des Sumpfkompleses zurück, wo eine Aktivitätsdichte von 30,75 Carabiden zu verzeichnen war. *Carabus variolosus* wurde im zugrunde gelegten Zeitraum in insgesamt fünf Fallen gefangen (Falle 8, 11, 12, 14, 21), die ohne Ausnahme im *sphagnum*freien Teil des Sumpfgebiets lagen. Vier davon waren einander benachbart im unteren Teil des Sumpfes in der Nähe des Baches (vgl. Abb. 11). Die fünfte Falle (Falle 21) lag am oberen Rande des Gebiets. Bei dem hier Ende September 1972 gefangenen *Carabus variolosus* handelte es sich offensichtlich um ein Tier, das auf der Suche nach einem Winterquartier war.

Zur Überwinterung entfernt sich *Carabus variolosus* nämlich von Bächen, in deren unmittelbarer Nähe er sonst zu leben pflegt, um in alten Baumstümpfen oder ähnlichen Orten hochwasser-sichere Überwinterungsplätze aufzusuchen (STURANI 1963).

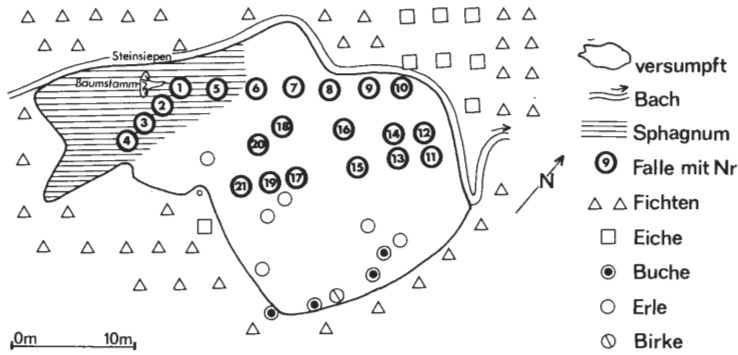


Abb. 11: Lage der 21 Fallen im Fangort M Vr.

Die durchschnittliche Jahresaktivitätsdichte der Fallen, in denen *Carabus variolosus* gefangen wurde, betrug 24 Carabiden und lag damit deutlich unter dem Durchschnitt der Fallen im *sphagnum*-freien Teil, zu denen sie gezählt werden müssen. Betrachtet man nur die Fallen 8, 11, 12 und 14, in denen *Carabus variolosus* während seiner eigentlichen Aktivitätszeit gefangen wurde, und vermehrt diese um Falle 9, in der im Juni 1972, 14 Tage vor Beginn des den Berechnungen zugrunde gelegten Jahreszeitraumes, drei *Carabus variolosus* gefangen wurden, so ergibt sich eine durchschnittliche Jahresaktivitätsdichte dieser Fallen, die 16,8 Carabiden beträgt (18,75 ohne Hinzunahme von Falle 9). Damit lag ihre Aktivitätsdichte um mehr als die Hälfte unter dem 37,1 Carabiden pro Falle und Jahr betragenden Durchschnitt der Fallen im *sphagnum*-freien Teil, die keinen *Carabus variolosus* enthielten.

Als Ergebnis dieser Betrachtungen der Aktivitätsabundanz ist folgendes festzuhalten:

- *Carabus variolosus* trat ausschließlich in Fallen des *sphagnum*-freien Bereichs auf.
- Die Carabiden-Aktivitätsabundanz an den Fallen, in denen *Carabus variolosus* während seiner eigentlichen Aktivitätszeit gefangen wurde, lag deutlich unter dem Mittel der übrigen Fallen im *sphagnum*-freien Teil. *Carabus variolosus* lebt also innerhalb des Komplexes M Vr an *sphagnum*-freien Stellen, an denen die übrigen hier vorkommenden Sumpfcaraabiden offenbar keine optimalen Lebensbedingungen finden (der Boden hatte hier nahezu flüssige Konsistenz und war oberflächlich ständig überrieselt).
- Die Hauptcarabidenaktivität im Fangort M Vr spielt sich im *sphagnum*-freien Teil des Sumpfgebiets ab. Dem *sphagnum*-bewachsenen Bereich kommt sowohl was die flächige Ausdehnung anbetrifft als auch gemessen an der Aktivitätsdichte eine geringere Bedeutung zu.

Konkordanzanalytische Vergleiche der Carabidenbestände in den verschiedenen Bereichen des Komplexes M Vr ergeben folgendes: Die Fallen im *sphagnum*-freien Teil wurden 30 mal ohne Rest nach dem Zufallsprinzip in drei Gruppen geteilt, die mit den Fallen im *sphagnum*-bewachsenen Teil verglichen wurden. Das Mittel der sich ergebenden 90 Einfach-Diskordanzen lag bei 0,4699, die Standardabweichung (sigma) betrug 0,08436. Wurden die Zufallsgruppen im *sphagnum*-freien Teil untereinander verglichen, so ergab sich als Mittel der 90 Diskordanzen 0,2440 bei einer Standardabweichung von 0,09873.

Innerhalb des Komplexes M Vr müssen also zwei Carabidenbestände geschieden werden, deren einer auf das *sphagnum*freie Gebiet beschränkt ist, während der andere im *sphagnum*bewachsenen Teil vorkommt.

Die Einfach-Diskordanzen von 30 mal 3 Zufallsgruppen, gebildet aus sämtlichen 21 Fallen des Komplexes M Vr betragen durchschnittlich 0,2372 und wiesen eine Standardabweichung von 0,08733 auf. Der Gesamtbestand des Komplexes M Vr erweist sich damit als ebenso homogen wie der im *sphagnum*freien Teil des Sumpfes lebende Bestand für sich allein betrachtet (wahrscheinlich aufgrund der geringeren Carabidenaktivität im *sphagnum*haltigen Teil). Die Fallen des Komplexes M Vr brauchen daher im Vergleich zu anderen Fangorten nicht in zwei Fallengruppen geschieden werden.

Vergleicht man nun die Fallen des engeren Habitats von *Carabus variolosus* (Falle 8, 9, 11, 12, 14) mit 30 mal 3 Zufallsgruppen, gebildet aus den restlichen Fallen des *sphagnum*freien Bereichs, so ergibt sich ein Diskordanzmittel von 0,2026 bei einer Standardabweichung von 0,06770. Die Kollektive der Fallen des engeren Habitats von *Carabus variolosus* dürfen also als typisch für den *sphagnum*freien Bereich des Komplexes M Vr gelten. Die niedrige Standardabweichung läßt darauf schließen, daß die Restfallen des *sphagnum*freien Bereichs (nach Abzug der Fallen 8, 9, 11, 12, 14) sich in relativ gleichartiger Weise von den Fallen des engeren Habitats von *Carabus variolosus* unterscheiden.

Von dem Bestand im *sphagnum*bewachsenen Teil unterscheidet sich der Carabidenbestand der Fallen 8, 9, 11, 12 und 14 um eine Einfach-Diskordanz von 0,4396. Der Wert liegt in der Größenordnung des Mittel von Zufallsgruppen des *sphagnum*freien Bereichs zum *sphagnum*haltigen (0,4699 ED), so daß die *C. variolosus*-haltigen Fangkollektive auch im Vergleich zu dem Bestand auf der *Sphagnum*fläche als besonders typische Proben der Carabidenzusammensetzung im *sphagnum*freien Teil gelten dürfen. Die Fallenskollektive des *sphagnum*freien Bereichs abzüglich der Fallen 8, 9, 11, 12 und 14 weisen zum Carabidenbestand im *Sphagnum* in 30 mal 3 Zufallsgruppen Diskordanzen auf, die im Mittel 0,4094 betragen und mit der geringen Standardabweichung von 0,06205 verteilt sind. Sie zeigen eine etwas größere Ähnlichkeit mit dem Carabidenbestand im *Sphagnum* als die Gruppe der Kollektive, die *Carabus variolosus* enthielten. Die niedrigen Abundanzen im engeren Habitat von *Carabus variolosus* haben also andere Ursachen als die niedrigen Abundanzen im *Sphagnum*; andernfalls müßte die Carabidenzusammensetzung im engeren Habitat von *Carabus variolosus* der Zusammensetzung im *Sphagnum* stärker ähneln, als dies die Kollektive der Restfallen des *sphagnum*freien Bereichs tun. Die geringe Standardabweichung spricht auch in diesem Fall dafür, daß die Zufallsgruppen recht gleichartige Unterschiede zu dem Vergleichsbestand aufweisen.

Die Analyse des Carabidenbestandes am Komplex M Vr erbrachte Resultate, die sich im Hinblick auf das Vorkommen von *Carabus variolosus* wie folgt zusammenfassen lassen:

Der Carabidenbestand, in dem *Carabus variolosus* nachgewiesen werden konnte, ist nicht homogen, sondern hat eine komplexe Zusammensetzung. Deutlich unterscheidet sich die Carabidenzusammensetzung im *sphagnum*bewachsenen Teil des Sumpfes von der in den übrigen Bereichen. Die Einfach-Diskordanzen, die zwischen beiden Teilbeständen auftreten, liegen in einer Größenordnung, die Diskordanzen zwischen Beständen verschiedener Sumpftypen gleicht.

Die Aktivitätsabundanz ist im *Sphagnum*bereich merklich erniedrigt. Die Homogenität des Gesamtbestandes am Fangort M Vr ist nicht schlechter als die des Teilbestandes im *sphagnum*freien Bereich. Daraus ist zu schließen, daß sich auf der *Sphagnum*fläche keine selbständige Carabidenzönose ausbilden kann, sondern daß sie nur den Teil eines Mosaikkomplexes darstellt. Die für den Komplex M Vr typische Carabidenzönose findet auf den *Sphagnum*flächen aber keine optimalen Bedingungen und ist daher in diesem Bereich verarmt und durch fremde Elemente modifiziert.

*Carabus variolosus* gehört der für den Fangort M Vr typischen Bestandsvariante an, die auf den *sphagnum*freien Flächen vorkommt. Dafür spricht einerseits die Lage seiner Fundorte sowie andererseits die Carabidenzusammensetzung der Fallenkollektive, denen Individuen dieser Art angehören. Qualitativ läßt sich dieser Carabidenbestand durch eine über 50 %ige Dominanz von *Agonum assimile* in der ersten Jahreshälfte, durch 10 bis 30 %ige Dominanzen von *Loricera pilicornis* sowie durch die Anwesenheit von *Carabus granulatus* (besonders im Frühjahr) und *Nebria brevicollis* charakterisieren. Hinzu treten weitere hygrophile Carabiden (insbesondere *Agonum fuliginosum* und *Pterostichus nigrita* mit Dominanzen jeweils unter 20 %).

*Carabus variolosus* kommt allerdings in Bereichen des *sphagnum*freien Teils vor, in denen der typische Bestand des Fangortes M Vr ebenfalls keine optimalen Bedingungen zu finden scheint (Aktivitätsabundanz hier wesentlich niedriger als in der Umgebung). Offenbar sind jedoch außer *Carabus variolosus* keine weiteren Carabidenarten speziell an das Leben in diesen Bereichen angepaßt, da sich die relative Zusammensetzung der Carabidenkollektive von Fallen, die *Carabus variolosus* enthielten, gegenüber anderen Fallen im *sphagnum*freien Bereich nicht ändert.

*Carabus variolosus* scheint an Orten zu überwintern, die nicht zu seinem engeren (Aktivitäts-) Habitat gehören. Die Lage der Falle 21, in der ein offenbar nach einem Überwinterungsplatz suchender *Carabus variolosus* gefangen wurde, deutet darauf hin. Ebenso spricht der Umstand dafür, daß WEBER (GRIES, MOSSAKOWSKI & WEBER 1973) in den Jahren 1966 und 1967 östlich der Falle 15 (vgl. Abb. 11) vier *Carabus variolosus* im Winterquartier fand. Die Fallen 21 und 15 liegen nämlich mit Abundanz von 65 bzw. 98 Carabiden pro Falle und Jahr deutlich über dem Abundanzmittel von 16,8 Carabiden pro Falle und Jahr im engeren Habitat von *Carabus variolosus*.

Die Verteilung der Aktivitätsabundanzen aller Carabiden sowie der einzelnen Carabidenarten innerhalb des Fangorts ist dargestellt bei GRIES, MOSSAKOWSKI & WEBER (1973).

## 5. Diskussion der Ergebnisse

### 5.1 Autökologische Aspekte

Gemäß ihrer Häufigkeit sind *Agonum assimile* und *Pterostichus nigrita* die wohl wichtigsten Sumpfcwabiden des Arnsberger Waldes. Es ist allerdings nicht unumstritten, *Agonum assimile* als Sumpfcwabiden zu bezeichnen. Die Habitate dieser Art im Arnsberger Wald sollen daher eingehend mit anderen aus der Literatur bekannten Fundorten verglichen werden, wobei stets der Anteil von *Agonum assimile* an den jeweiligen Fangkollektiven zu berücksichtigen ist. — Einzelfunde besagen höchstens etwas über die Ausbreitungsfähigkeit der Art, jedoch nichts über ihren Vorzugshabitat.

Aufgrund von Präferenzversuchen (in Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsgradienten) bezeichnet THIELE (1967) *Agonum assimile* als stenöken Waldbewohner, der Trockenheit und Dunkelheit bevorzugt. Seine Präferenz für Kälte binde *Agonum assimile* an kühl-feuchte Wälder, seine Xerophilie lasse ihn aber die nassesten Waldstandorte vermeiden. Die Ergebnisse meiner Fänge zeigen jedoch, daß *Agonum assimile* in den Vergleichsfangorten, die in normalfeuchten Buchenwäldern errichtet waren, nur in jeder dritten Fallengruppe auftrat und in keinem Vergleichsfangort Dominanzen über 10 % aufwies. Dagegen konnte die Art in 15 von 17 Sumpffangorten nachgewiesen werden. Nur in zwei Fallengruppen, die in geschlossenen Sphagnumrasen exponiert waren, fehlte die Art. In der Hälfte aller

Sumpffangorte erreichte *Agonum assimile* eine Dominanz von über 20%, in über 20% aller Fallengruppen in sumpfigem Gelände stellte die Art mit Dominanzen von über 40% etwa die Hälfte aller erbeuteten Carabiden (vgl. Tab. 3). Die Darstellung der Carabidenverteilung entlang der Fallenreihe des Komplexes B Hv (Abb. 3) zeigt deutlich die Bindung von *Agonum assimile* an die nassesten Stellen und das strikte Meiden der trockenen Umgebung in einem im übrigen verhältnismäßig homogen erscheinenden Eichen-Erlen-Auwald. Die Grenze des sumpfigen Waldteils wurde dabei um weniger als 5 m überschritten.

Mir sind keine Literaturstellen bekannt, die in normalfeuchten Wäldern Dominanzen von *Agonum assimile* in einer Größenordnung belegen, wie sie von mir in ausgesprochenen Sumpfgeländen festgestellt wurden.

LAUTERBACH (1964), der Carabiden in Wäldern des Ebbegebirges und der Umgebung Hagens untersuchte, führt in seinen Tabellen 2 und 3 (S. 20 und 22) *Agonum assimile* nie unter den dominanten, subdominanten oder rezedenten Arten auf. Falls er die Art gefangen hat, muß sie subrezedent gewesen sein und damit einen Anteil von weit unter 1% gehabt haben. Auch in der Ausbeute aller Carabidenfänge in Waldbeständen mit stündlicher Kontrolle (S. 86), die sich auf insgesamt 2363 Carabiden belief, konnte LAUTERBACH lediglich 5 Individuen von *Agonum assimile* nachweisen. In einem Eichenhainbuchenwald mit angrenzender Douglasienschonung (S. 82, 83) fing er allerdings 59 *Agonum assimile* unter insgesamt 2542 Carabiden (= 2,3%).

Eichenhainbuchenwälder können sehr naß sein. Der triefnasse Boden ist jedoch häufig unter oberflächlich trockener Laubstreu verborgen, so daß die Nässe des Geländes nicht sogleich erkannt wird. — So mußte die in einem Eichenhainbuchenwald in der Aue der Kleinen Schalenau exponierte Fallengruppe T Ei aufgrund konkordanzanalytischer Untersuchungen eindeutig dem Typ der *sphagnum*-freien Sumpffangorte zugerechnet werden.

Die Fänge von WILMS (1961) in Wäldern im Raume Münster i. W. bringen das gleiche Ergebnis. In einem Kalkbuchenwald bei Nienberge fing sie unter 527 Carabiden 13 *Agonum assimile* (= 2,5%).

Im Eichenhainbuchenwald Albersloh fing WILMS unter 1643 Carabiden 195 *Agonum assimile* (besonders im Oktober, d. h. frischgeschlüpfte Tiere). Hier stellte also *Agonum assimile* über 10% aller Carabiden und überschritt damit eine Dominanzgrenze, oberhalb derer ich diese Art in normalfeuchtem Wald nicht nachweisen konnte. In der Tat erweist sich anhand der Fangort-Beschreibung WILMS, daß es sich um einen normalerweise sehr nassen Eichenhainbuchenwald handelte: „In einer Tiefe von 20—80 cm befindet sich der Gleyhorizont, und zwar zeigen sich im graugelben Lehm rostbraune sowie graue Flecken, Ausgleyungen, die durch stauende Nässe des Bodens hervorgerufen werden. In 80—100 cm Tiefe liegt nämlich eine wasserundurchlässige Schicht . . . Im Winter und Frühjahr steigt das Wasser bis an den obersten, humosen Horizont.“ Der Umstand, daß der Fangort während der Untersuchungen WILMS — im Dürrejahr 1959 — völlig ausgetrocknet war, ändert nichts an seiner grundsätzlichen Kennzeichnung.

Mehrfach wurde über das Vorkommen von *Agonum assimile* in typischen bodennassen Habitaten berichtet:

SCHILLER (1973) rechnet die Art zu den besonders häufigen Carabiden in einem Erlenbruchwald und einem Weiden-Faulbaumgebüsch im NSG Heiliges Meer. Beide Habitate werden von SCHILLER als durchweg feucht bezeichnet. MLETZKO (1970, 1972) kommt bei Untersuchungen in einem bodennassen *Fraxino-Ulmetum* der Elsteraue (bei Halle/Saale) zu dem Ergebnis, *Agonum assimile* sei eine feuchtigkeitsliebende Waldart. Sie trete in den nassen Waldfangorten in Dominanzen über 10% auf (was auch im Arnberger Wald in bodennassen Habi-

taten die Regel war, sofern kein starker *Sphagnum*-bewuchs zu verzeichnen war). Selbst an den feuchtesten Stellen seines Untersuchungsgebiets muß MLETZKO *Agonum assimile* zu den häufigen Carabiden zählen. Er beobachtete sogar in dem nassen Jahr 1965 einen deutlichen Anstieg der Dominanz gegenüber dem Vorjahr.

Auch THIELE (1964 b) fand *Agonum assimile* in einem kleinen feuchten Gehölz. Er bezeichnet die Art als Präferent des Eichenhainbuchenwaldes, der von ihm als mikroklimatisch feucht und kühl charakterisiert wird. Er stellt fest, daß die ermittelte Präferenz von *Agonum assimile* für niedrige Luftfeuchtigkeit eine Sonderstellung unter allen stenöken Waldcarabiden einnimmt, zu denen er auch *Agonum assimile* zählt. — Gewöhnlich präferieren stenöke Waldarten 100 %ige Luftfeuchtigkeit. THIELE vermutet, daß *Agonum assimile* an bodennassen Orten zwar unter suboptimalen Feuchtigkeitsbedingungen lebe, jedoch häufig zum Vorkommen in derartigen Habitaten gezwungen werde, da andere Faktoren, z. B. die Temperatur (*Agonum assimile* ist oligostenotherm; THIELE 1964 a), die Verbreitung der Art limitierten. Er verweist in diesem Zusammenhang auf KROGERUS (1948), der von *Bembidion obliquum* ein ähnliches Auseinanderklaffen der Bedingungen im Habitat und der Präferenz der Art berichtet.

Ich glaube, trotz der Laborbefunde THIELES daran festhalten zu können, daß *Agonum assimile* eine typische Art *sphagnum*armer Waldsümpfe ist und als solche in irgend einem Entwicklungsstadium einen erheblichen Betrag an Bodennässe benötigt. In nassen Waldsümpfen stellt die Art im Frühjahr um 50 % aller aktiven Carabiden. In offenen Sümpfen oder Sümpfen mit starkem *Sphagnum*-anteil nimmt die Dominanz ab, liegt aber noch meist über 10 %, so daß die Bodenfeuchtigkeit — oder ein damit korrelierter Parameter — der stärkste das Vorkommen dieser Art steuernde Faktor sein dürfte. MLETZKO hat sogar beobachtet (1970, 1972), daß *Agonum assimile* mit zunehmender Feuchtigkeit photophiler werde, und kommt aufgrund eines Diagramms, das Linien gleicher Abundanz in senkrecht zueinander stehenden Beleuchtungs- und Feuchtigkeitsgradienten darstellt, zu der Auffassung, daß *Agonum assimile* sehr plastische Ansprüche an Umweltfaktoren habe, und sich daher auch unter extremen Bedingungen behaupten könne.

Ökologisch bedeutsam dürfte die große Trockenresistenz sein, die THIELE (1967) bei *Agonum assimile* nachweist. Sie ermöglicht es der Art, sehr kleinflächige Sickerstellen und Quellsümpfe im Wald zu besiedeln, wo ich *Agonum assimile* in hoher Dominanz fangen konnte. Beispiele hierfür sind die Fangorte B Hg sowie nicht konkordanzanalytisch ausgewertete Fänge an Sickerstellen eines Roteichenforsts ca. 300 m südöstlich des Fangorts M Bu (Topographische Karte 4514 zwischen den Koordinaten r<sup>34</sup>39650 / h<sup>57</sup>03640 und r<sup>34</sup>39140 / h<sup>57</sup>03700). Solche kleinflächigen Sickerstellen unterliegen der Gefahr, zeitweise auszutrocknen. Durch seine Trockenresistenz kann *Agonum assimile* jedoch Trockenperioden überleben.

*Pterostichus nigrita* war in meiner Ausbeute der zweite typische Sumpfcaraabide, der stellenweise extrem hohe Dominanzen erreichte. Ich fand im Arnberger Wald die Aussage THIELES (1967) bestätigt, daß *Pterostichus nigrita* über eine große Eurypotenz verfüge, die ihm eine weite Verbreitung ermögliche, sofern die Habitate nur hinreichend feucht seien. In der Tat gab es kaum eine Sumpfstelle, in der diese Art nicht nachzuweisen gewesen wäre (in 16 von 17 Sumpfangorten präsent). Sein steiles Dominanzmaximum erreicht *Pterostichus nigrita* in geschlossenen *Sphagnum*rasen — völlig im Gegensatz zu *Agonum assimile*, das hier nicht vorzukommen scheint.

Auch in holsteinischen Mooren muß *Pterostichus nigrita* zu den typischen, in hoher Dominanz auftretenden Arten der triefnassen *Sphagnum*rasen gezählt werden, wo MOSSAKOWSKI (1970)

ihm — zusammen mit *Pterostichus diligens* — in den Schwingdecken der Torfstiche eine hohe Präsenz bescheinigt. In Skandinavien ändert sich an dieser Vorliebe von *Pterostichus nigrita* für mächtige *Sphagnum*rasen nichts, wie aus den Untersuchungen RENKONENS (1938) an finnischen Bruchmooren hervorgeht.

Ich konnte beobachten, daß einige *Pterostichus nigrita*-Individuen die Grenze ihres Habitats, verglichen mit anderen Sumpfcarabiden, weit überschritten, z. B. am Hamorsbruch, wo sie mindestens 20 m in das angrenzende *Luzulo-Fagetum* eindringen (vgl. Abb. 2). Daß es sich dabei um keine indigene Population, sondern um Irrgäste handelt, zeigt Abb. 2 ebenfalls: An der Sumpfgrenze nimmt die Dominanz von *Pterostichus nigrita* sprunghaft ab und strebt dann kontinuierlich dem Nullwert zu. — Die Eindringtiefe in den trockenen Habitat wird also vom Zufall bestimmt.

*Pterostichus nigrita* erweist sich also im Arnsberger Wald als eine hygrophile Art, deren Populationen häufig bestrebt sind, in die Umgebung zu expandieren. Sie ist nicht an bestimmte Typen bodennasser Habitats gebunden. Ein Massenvorkommen tritt jedoch nur dann auf, wenn für die meisten anderen Carabiden in dem betreffenden Habitat lebenswichtige Faktoren bereits jenseits des Pessimums liegen.

Von faunistischem Interesse dürften die Funde von *Carabus variolosus* im Arnsberger Wald sein. Nach HORION (1941) wurde der letzte *Carabus variolosus* im Jahre 1891 im Arnsberger Wald gefunden. Westfalen stellt seinen Angaben zufolge den nördlichsten Teil des Areals dieser Art dar.

WEBER (1966) gelang es, die Art im Arnsberger Wald erneut nachzuweisen, und zwar an eben der Stelle, an der der Fallenkomplex M Vr exponiert wurde. Zusätzlich zu den vier von WEBER an dieser Stelle im Winterquartier gefundenen Käfern konnte ich weitere elf *Carabus variolosus* dort fangen (sieben innerhalb dieser Untersuchung zugrunde gelegten Jahreszeiträumen). In dem Sumpf im Tal des Steinsiepens, wo der Komplex M Vr aufgestellt war, darf damit die Existenz einer indigenen Population als gesichert gelten.

WEBER (1966) vermutet, daß diese Art auch „in anderen unberührten Seitentälchen des Arnsberger Waldes“ nachgewiesen werden könne. Dies gelang in der Uentropes Mark (Gebiet zwischen Breitenbruch und Arnsberg), wo ROTHE (GRIES, MOSSAKOWSKI & WEBER 1973) 1972 *Carabus variolosus* auffand. Seinem seltenen Vorkommen zufolge scheint ein Waldsumpf sehr spezielle Bedingungen erfüllen zu müssen, um *Carabus variolosus* als Habitat dienen zu können.

Auch im Zentralbereich seines Areals lebt *Carabus variolosus* sehr zerstreut und ist nirgends häufig (STURANI 1963). STURANI gibt an, daß die von ihm untersuchten Populationen von *Carabus variolosus* im Montanbereich vorkämen und zwar auf silikathaltigen Böden, sofern diese keine sandartige Struktur haben. Die Art meide vertorfte Habitats.

*Carabus variolosus* jagt — ähnlich wie *Carabus clathratus* — unter Wasser. So weist FREVEL (1961) darauf hin, daß TORKA (1934) einen *Carabus variolosus* unter Wasser mit einer Trichopterenlarve zwischen den Mandibeln beobachtet habe. Auch STURANI (1963) berichtet, daß sowohl die Imagines dieser Art wie auch ihre Larven mit Ausnahme des ersten Stadiums unter Wasser auf Jagd gingen. Teilweise krallten sie sich dabei am Untergrund fest, teilweise versuchten sie vom Ufer aus oder an der Wasseroberfläche schwimmend im Wasser vorbeischwimmendes Getier zu erbeuten. Im Falle einer Beunruhigung suche *Carabus variolosus* stets auf dem Wasser Schutz. Seine Eier legt *Carabus variolosus* in Erdhöhlen, die das Weibchen mit seinen Gonapophysen formt, die Verpuppung



erfolgt ebenfalls in Kammern, die die Larve in der Erde baut (STURANI 1963). Diese Verhaltensweisen könnten erklären, wieso *Carabus variolosus* weder auf sehr grobkörnigem Boden (Sand) noch auf Torf vorzukommen vermag. Es besteht keine Veranlassung anzunehmen, daß *Carabus variolosus* im Arnberger Wald eine andere Lebensweise habe. Das Vorkommen der Art auf gerade den nassesten, oberflächlich überrieselten Bereichen des Sumpfgiets im Steinsiepen lassen ebenfalls auf submersen Beutefang schließen. *Sphagnum*-reiche Sümpfe scheiden auch im Arnberger Wald als Habitat für *Carabus variolosus* aus. Das Fehlen der Art in den *sphagnum*-haltigen Bereichen seines Fundorts im Tal des Steinsiepens legt dies nahe. Außerdem spricht das Fehlen von *Carabus variolosus* im Hamorsbruch dafür. Wenn die Art, die im vorigen Jahrhundert im Arnberger Wald verbreitet war, in diesem vom Menschen praktisch unberührten „Urwald“ nicht auftritt, kann das nur daran liegen, daß er nicht zu ihrem Habitat gehört.

Konkordanzanalytische Untersuchungen des Carabidenbestandes des Fundorts von *Carabus variolosus* am Steinsiepen rücken diesen in die Nähe solcher Carabidengesellschaften, die in *sphagnum*-armen Sümpfen mit Eichenanteil vorkommen.

Diese Angaben können Hinweise zur gezielten Suche nach *Carabus variolosus* liefern. Gesichertes und Genaueres läßt sich über den Habitat dieser Art im Arnberger Wald jedoch erst sagen, wenn weitere Fundorte abiotisch und pflanzensoziologisch charakterisiert sind, und wenn quantitative Angaben über ihre Carabidenbestände vorliegen, so daß konkordanzanalytische Vergleiche untereinander sowie mit Carabidenbeständen anderer Waldsümpfe durchgeführt werden können. Dann wird es möglich sein, von lokalen Zufälligkeiten zu abstrahieren.

Faunistisch interessant sind auch die Fänge einiger weiterer Arten. *Bembidion millerianum*, der nach HORION (1941) im Sauerland nur in Ramsbeck bei Bestwig gefangen werden konnte, ließ sich an zahlreichen Fangorten teilweise recht unterschiedlichen Charakters nachweisen (B Er, H Er 1, H Kr n, S Tl n, T Ei). Diese Art dürfte daher wohl nicht wirklich selten sein, sondern ist wahrscheinlich nur vielfach übersehen worden. Die höchste Dominanz (13,8 %) erreichte sie am Fangort T Ei, einem nassen Eichenhainbuchenwald in der Aue der Kleinen Schmalenau. Auch *Trechus obtusus*, eine typische Art der trockenen Vergleichsfangorte, hat sich im Arnberger Wald als weit häufiger erwiesen, als man den Angaben HORIONS zufolge vermuten sollte.

Im Rahmen der Diskussion autökologischer Fragen scheint es mir notwendig, auf die Relativität der Bezeichnungen des Verhaltens von Carabidenarten gegenüber Umweltfaktoren — in diesem Falle gegenüber der Feuchtigkeit — hinzuweisen. Die Problematik trat bereits implizit in den vorangehenden Kapiteln auf, wenn einerseits — in Abgrenzung gegen Sumpffangorte mit nassem oder gar wässrigem Boden — von „trockenen“ Vergleichsfangorten gesprochen wurde, andererseits aber das häufig stattdessen verwandte Attribut „normalfeucht“ versuchen sollte, darauf hinzuweisen, daß auch die im vorliegenden Zusammenhang „relativ trockenen“ *Luzulo-Fageten* einen beträchtlichen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen — etwa verglichen mit Halmfruchtfeldern.

So ist es verständlich, daß in Arbeiten, die z. B. Feld- und Waldcarabiden untersuchen (z. B. THIELE 1964 a), Waldcarabiden als in der Mehrzahl hygrophil bezeichnet werden, während man im Vergleich mit echten Sumpfcara-biden eher geneigt wäre, die meisten von ihnen höchstens als euryhydr einzustufen.

Präferenzversuche (THIELE 1964 a) tragen zur Verobjektivierung der Problematik bei, stellen aber in der bisher üblichen Form keine entgeltliche Lösung dar, da beispielsweise Tiere wie *Abax ater*, *Abax parallelus*, *Pterostichus cristatus*,

*Pterostichus niger*, *Pterostichus vulgaris*, *Pterostichus madidus* und *Agonum dorsale* im Labor eine eindeutige Präferenz für 100%ige Luftfeuchtigkeit zeigen (THIELE 1964 a), jedoch keineswegs die Orte größter Bodenfeuchtigkeit aufsuchen.

Vielleicht kann es sich als sinnvoll erweisen, zusätzlich die Präferenz für eine bestimmte Substratfeuchtigkeit zu untersuchen. Bodenfeuchtigkeit und Luftfeuchtigkeit sind nämlich keineswegs streng miteinander korreliert. Es ist denkbar, daß beide Parameter auf unterschiedliche Lebensfunktionen der Carabiden einwirken (Bodenfeuchtigkeit kann z. B. über die Adhäsion der Bodenpartikel die Möglichkeiten der Eiablage begrenzen, Luftfeuchtigkeit wirkt vor allem direkt auf die Transpiration ein).

Schließlich ist es möglich, daß man zwischen der Präferenz für eine Luftfeuchtigkeit und der Präferenz für eine Evaporationsrate zu unterscheiden hat. In verschiedenen Habitaten können nämlich bei gleicher Luftfeuchtigkeit unterschiedliche Evaporationsraten auftreten. Sofern die Suche nach optimalen Transpirationsbedingungen die Präferenz eines Carabiden bestimmt, dürfte die Evaporation der entscheidende Parameter sein.

## 5.2 Synökologische Aspekte

Die normale Waldcarabidenfauna und die verschiedenen Sumpfcara-bidenbestände sind im Arnberger Wald deutlich unterscheidbar. Ihre Grenze fällt mit der jeweils zu beobachtenden Sumpfgrenze zusammen. Die Grenze kann von Vertretern der Sumpfcara-biden in einzelnen Individuen 5 bis 20 m überschritten werden. Daraus folgt, daß Imagines der Sumpfcara-biden trockene Gebiete aktiv meiden. Durch eine bloße Konkurrenzschwäche in den trockeneren Gebieten wäre eine so deutliche Grenze nicht erklärbar. Normale Waldcara-biden dringen oft weit in Sumpfgelände vor. Sie leben hier jedoch offenbar unter suboptimalen Bedingungen und weisen infolgedessen nur geringe Dominanzen auf. Diese Arten meiden anscheinend Sumpfgelände nicht in dem Maße aktiv, wie Sumpfcara-biden das Umgekehrte tun. Der Selektionsdruck zur Ausbildung dieses Wahlvermögens dürfte bei Sumpfcara-biden wesentlich höher sein. Sie leben nämlich in kleinräumigen Habitaten, deren Grenzen schnell zu erreichen sind. Tiere, die die Grenzen ihres Habitats überschreiten, sind jedoch in der Mehrzahl für den Fortbestand der Art verloren.

Die Nässe bevorzugenden Arten erweisen sich also als polystenohygr. Sie brauchen notwendig einen hohen Grad an Bodennässe. Die anderen Arten sind vielleicht als euryhygr zu bezeichnen und für Laubwälder des Nordost-Sauerlandes allgemein typisch.

Unter den Fangorten verdienen besonders diejenigen Erwähnung, die im NSG Hamorsbruch im Bereich des eigentlichen Hangmoors lagen, also insbesondere die zu der Sammelgruppe S Bb zusammengefaßten Fallengruppen. Der Hamorsbruch ist pflanzensoziologisch als *Betuletum pubescentis galietosum saxatilis* (Tx. 1937) gut charakterisierbar (BUDDE & BROCKHAUS 1954; v. RÜDEN 1952). Es liegt der montane Typ des *Betuletum pubescentis* vor, in dem die eigentliche Moorbirke (*Betula p. pubescens*) durch die Karpatenbirke (*Betula p. carpaticae*), eine Rasse der Moorbirke, ersetzt ist (Angaben zu Karpatenbirkenwäldern: LOHMEYER & BOHN 1972). Die Pflanzengesellschaft ist, wie pollenanalytische Befunde zeigten, seit der Entstehung des Hangmoors vor ca. 600 Jahren im Hamorsbruch heimisch (v. RÜDEN 1952). Da der Hamorsbruch praktisch nie wirtschaftlich genutzt wurde und heute unter Schutz gestellt ist, kann seine Vegetation als Urwald bezeichnet werden (RUNGE 1958). Da das Gebiet groß genug ist, um eine stabile Carabidenfauna auszubilden (über 10 ha) und Störungen von außen auszuschließen sind, können die Ergebnisse der Carabidenfänge im Hamorsbruch einen Beitrag zu der

von RABELER (1960, 1962, 1967) aufgeworfenen Problematik der Zuordnung charakteristischer Faunenzusammensetzungen zu bestimmten Pflanzenassoziationen liefern.

Die Carabidenfauna des Hamorsbruchs kann verglichen werden mit den Ergebnissen RABELERS (1969) aus einem flachländischen Birkenbruch bei Riepe, in der Nähe von Lauenbrück. Es handelt sich dabei — im Gegensatz zum Hamorsbruch — um ein relativ trockenes Birkenbruch, das eine Streudecke ausbildet, welche nur „stellenweise mit kleinen, verhältnismäßig trockenen Torfmoospolstern überwachsen“ ist (RABELER 1969). *Vaccinium myrtillus*, das im Hamorsbruch einen hohen Deckungsgrad erreicht, ist in dem von RABELER untersuchten Birkenbruch nur spärlich beigemischt.

Die Carabidenarten *Pterostichus diligens*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Notiophilus biguttatus* und *Agonum fuliginosum*, die RABELER für das flachländische Birkenbruch nennt, gehören auch zur Fauna des Hamorsbruchs. Das Vorkommen von *Trechus secalis* sowie der hohe Anteil von *Pterostichus oblongopunctatus* sprechen — soweit die Ergebnisse der Untersuchungen im Arnberger Wald übertragbar sind — für die relative Trockenheit des Fangorts. RABELER kann mehrere *Agonum*-Arten nachweisen (*A. gracile*, *A. obscurum*, *A. thoreyi*, *A. versutum*), die der Fauna des Hamorsbruchs offenbar nicht angehören. Das Fehlen großer Carabiden in RABELERS Artenliste dürfte auf dessen Fangmethode (Sieben und Streifsack) zurückzuführen sein und darf daher nicht als Unterschied zur Carabidenfauna des Hamorsbruchs interpretiert werden. Auffällig dagegen ist das völlige Fehlen von *Pterostichus nigrita* in den Fängen RABELERS, der mit Dominanzen von 70 % bis 90 % der mit Abstand häufigste Carabide im Hamorsbruch ist.

SCHILLER (1973 a und b) ermittelte in einem Flachland-Birkenbruch im NSG Heiliges Meer bei Hopsten i. W. eine Carabidenzusammensetzung, die der von RABELER beschriebenen stark ähnelt: *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pterostichus diligens* und *Carabus problematicus* werden als häufig bezeichnet, *Trichocellus cognatus*, *Notiophilus biguttatus* und *Agonum obscurum* traten ziemlich häufig auf, während *Calathus micropterus* und *Dyschirius globosus* als selten eingestuft wurden.

Das Fehlen von *Pterostichus nigrita* darf jedoch nicht als Indiz dafür gewertet werden, daß ein Fangkollektiv aus einem Birkenbruch des Flachlandes stammt, wie es die übereinstimmenden Ergebnisse RABELERS und SCHILLERS erwarten lassen, denn WILMS (1961) konnte diese Art in einem Birkenbruch im Venner Moor bei Münster i. W., der sich ebenfalls im Flachland befindet, in mehreren Exemplaren nachweisen. Allerdings scheint *Pterostichus nigrita* auch dort nicht im mindesten die Dominanz zu erreichen, mit der er im Hamorsbruch auftrat.

Direkte quantitative Dominanzvergleiche sind nicht zulässig, da WILMS die Fallen mit Ködern beschickte.

Die Carabidenzusammensetzung von Bruchwäldern ist aber nicht nur abhängig von der Bodenfeuchtigkeit des Habitats und der jeweiligen Höhenlage, sondern ist offensichtlich auch mit bestimmten Pflanzengesellschaften korreliert. MLETZKO (1972) untersuchte ein *Fraxino-Ulmetum* in der Elsteraue im NSG Burgholz bei Halle/Saale. Er fing an einem für den Auwald typischen Ort im trockenen Jahr 1964: 26 % *Carabus granulatus*, 21,5 % *Pterostichus vulgaris*, 15,0 % *Agonum assimile*, 12,5 % *Carabus nemoralis*, 7,0 % *Trechus secalis*, 6,5 % *Pterostichus niger* und 3,2 % *Agonum viduum*.

Im folgenden feuchten Jahr errang *Agonum assimile* mit 24,0 % die höchste Dominanz, auch *Agonum viduum* und *Pterostichus niger* erreichten größere An-

teile, während *Carabus granulatus* nur 9,5 % der gefangenen Carabiden stellte. An trockeneren Stellen im Auwald konnte MLETZKO ein Phänomen beobachten, das in ähnlicher Weise auch im Arnsberger Wald nachzuweisen war: Euryhygre Ubiquisten, die auch in der nassen Umgebung präsent sind, erreichen hier hohe Dominanzen, hinter die die übrigen Arten zurückfallen. In dem von MLETZKO untersuchten Auwald waren dies die Arten *Pterostichus vulgaris* und *Carabus nemoralis*.

Im Arnsberger Wald traten Carabidenbestände auf, die dem von MLETZKO untersuchten ähneln. Es waren dies die Bestände der Fangorte M Vr und T Ei sowie einiger nasser Sickerstellen und Quellbereiche in einem Roteichenforst nahe M Vr (die jedoch nicht quantitativ ausgewertet wurden). Allerdings dominiert in diesen Beständen *Agonum assimile* wesentlich eindeutiger (über 50 %) und *Carabus granulatus* kann nur relativ geringe Anteile erreichen. Vielleicht können die Übereinstimmungen durch die Anwesenheit von Eichen erklärt werden, die sowohl dem von MLETZKO untersuchten *Fraxino-Ulmetum* als auch den genannten Fangorten im Arnsberger Wald angehörten.

MLETZKO bezeichnet die im *Fraxino-Ulmetum* lebende Carabidenassoziation aufgrund seiner Untersuchungen als „*Carabus granulatus* — *Agonum assimile*“-Assoziation. Es wird sich allerdings erst erweisen müssen, ob diese Assoziation einen deutlich abgrenzbaren Bestandestyp darstellt, wenn weitere pflanzensoziologisch ähnliche, aber auch unterschiedliche Bruchwälder in Hinblick auf ihre Carabidenfauna quantitativ untersucht sind.

### 5.3. Methodische Aspekte

Die Methode der Konkordanzanalyse auf der Basis der Dominantenidentität (RENKONEN-Zahl) hat sich zum quantitativen Vergleich von Fangergebnissen bewährt. Sie kann überall dort angewandt werden, wo aufgrund der Fangmethode die Individuenzahlen der gefangenen Arten der räumlichen oder zeitlichen Dichte dieser Arten proportional sind. Sie ermöglicht es, frei von subjektiven Entscheidungen anzugeben,

- wann zwei Organismenbestände im Rahmen der erreichbaren Genauigkeit als gleich anzusprechen sind,
- welcher von zwei Organismenbeständen sich von einem dritten stärker unterscheidet,
- wie groß der Grad der Homogenität der Fauna eines bestimmten Gebiets ist.

Damit ergibt sich die Möglichkeit, anhand objektiver Kriterien Fangorte mit stabilen Faunenzusammensetzungen auszuwählen, Fangkollektive zu vergleichen und nach sinnvollen Gesichtspunkten zu ordnen, sowie Typen innerhalb einer Menge von Fangkollektiven zu erkennen und abzugrenzen.

Es scheint, daß die Interpretation der Einfach-Diskordanzen als ökologische Abstände, die es ermöglicht, Artanteilspektren als Elemente eines metrischen Raumes aufzufassen, es erlaubt, aufgrund des Fangmaterials Rückschlüsse auf Umweltgrößen zu machen.

Erstaunlicherweise ließen sich zahlreiche Fangorte bezüglich ihrer ökologischen Abstände zweidimensional anordnen (vgl. Abb. 4 bis 8), nämlich dreimal sieben Fangorte und zweimal 6 Fangorte von insgesamt 15 Fangorten. Zu erwarten wäre, daß sich bei mehr als drei untersuchten und aufgetretenen Arten nur je drei Fangorte widerspruchsfrei zweidimensional einer ökologischen Relativlage zuordnen lassen, falls die Einstellung der Organismenzusammensetzung an den verschiedenen Fangorten unabhängig voneinander erfolgt, d. h. falls bei paarweiser bilateraler Analyse zufällige Diskordanzen auftreten können.

Außerdem war auffällig, daß bei der Darstellung der 15 Sumpffangorte (Abb. 4 bis 9) Gradienten von Umweltfaktoren mit einer der zwei Dimensionen der Darstellungsebene zusammenfielen. — Besonders deutlich war dies Phänomen am *Sphagnum*gehalt der Fangorte zu beobachten.

Diese Erscheinungen regen dazu an, folgende Arbeitshypothese aufzustellen: Die Zahl der Dimensionen, in denen die relativen ökologischen Lagen von Beständen bezüglich ihrer Diskordanz-Abstände widerspruchsfrei darstellbar sind, ist gleich der Zahl der für die untersuchte Organismengruppe wirksamen Umweltfaktoren, die unabhängig voneinander zwischen den einzelnen Fangorten variieren.

Wenn sich diese Hypothese bestätigen ließe, wäre es möglich, in einem gegebenen Gebiet an hinreichend vielen verschiedenen Stellen Organismenkollektive zu fangen, diese konkordanzanalytisch miteinander zu vergleichen und daraus zu schließen, wieviel für die untersuchte Organismengruppe wirksame Faktoren in dem betreffenden Gebiet längerfristig variieren. Die Hypothese soll geprüft werden, indem Stichproben in einem Gebiet entnommen werden, in welchem mit großer Sicherheit nur ein oder zwei wirksame Umweltfaktoren variieren. Im günstigsten Falle sollten die Gradienten dieser Faktoren etwa senkrecht aufeinander stehen. Der Hypothese zufolge wäre zu erwarten, daß sich Stichproben, die entlang des Gradienten nur eines der beiden Faktoren entnommen werden, bezüglich ihrer ökologischen Distanzen auf einer Graden anordnen lassen. Weitere Stichproben, bei denen auch der andere Faktor seinen Wert ändert, dürften nicht auf dieser Graden liegen, jedoch in einer Ebene, die diese Grade enthält.

Bereits publizierte Daten von Fängen in Gradienten von Umweltfaktoren können ebenfalls herangezogen werden, um die Wahrscheinlichkeit der Hypothese zu prüfen, wie beispielsweise die Fangdaten TIETZES (1968) von Carabiden auf unterschiedlich feuchten Böden oder die Collembolen- und Oribatidenfänge WEIGMANN'S (1973) im Grenzbereich Land-See.

Ein schwerwiegender Einwand gegen die dargestellte Arbeitshypothese lautet: Viele wirksame Umweltfaktoren üben bei linearer Veränderung ihrer Größe eine nichtlineare Wirkung auf Organismen aus (z. B. Konstanttemperaturen). Dies bedeute, daß auch dann, wenn nur ein Faktor variiert, die relativen ökologischen Lagen der im Gradienten dieses Faktors entnommenen Stichproben nicht auf einer Graden lägen.

Auf diesen Einwand läßt sich entgegen, daß zwar die ökologischen Distanzen nicht den Veränderungen eines Umweltfaktors proportional sein werden, wenn dieser eine nichtlineare Wirkung auf die untersuchten Arten ausübt, daß aber andererseits daraus nicht gefolgert werden kann, daß die sich ergebenden Distanzen nicht widerspruchsfrei auf einer Graden angeordnet werden könnten. — So lassen sich beispielsweise die Zahlen der Zahlengraden widerspruchsfrei auf einer Graden abbilden, wenn man die Differenzen ihrer Logarithmen benutzt, um ihre Abstände festzulegen (Prinzip des Rechenstabs). Man kann also aus einer linearen Anordnung der Relativlagen mehrerer Bestände nicht darauf schließen, daß die Wirkung des variierenden Umweltfaktors linear sei. Aber es besteht durchaus Grund, weiterhin anzunehmen, dies deute auf nur einen wirksamen Umweltfaktor hin, der variiert.

Nicht geklärt ist jedoch, ob die nach der dargestellten Methode ermittelte Diskordanz tatsächlich die gesuchte Distanz zweier Organismenbestände ist. Wohl haben Ergebnisse, wie sie in Abb. 4 bis 8 dargestellt sind, gezeigt, daß die Diskordanzen den gesuchten Distanzen sehr ähnlich sein müssen. Dennoch sollte geprüft werden, ob nicht durch Modifizierung des Verfahrens der Diskordanzbildung noch bessere Ergebnisse erzielt werden können. Als Modifikation wäre denkbar,

die Artanteile nicht bezogen auf die Individuenzahl (Individuen verschiedener Arten können sehr unterschiedlich groß sein und daher für die Zönose eine verschieden starke Bedeutung haben), sondern bezogen auf das Frischgewicht, das Trockengewicht oder physiologische Daten (z. B. Atmungsrate) ermitteln. Weiterhin kann versucht werden, den Artanteil aufgrund des Logarithmus der Individuenzahl oder des Gewichts zu bestimmen, um das Übergewicht sehr hochabundanter Arten zu vermindern und das Gewicht typischer, aber niederabundanter Formen zu erhöhen. Schließlich kann auch die verwendete Metrik verändert werden, indem die Abstände der Artanteilspektren anders erklärt werden — etwa, in Anlehnung an die euklidische Metrik, als Quadratwurzeln der Summe der Differenzenquadrate je Art.

Sämtliche Verfahren können an demselben Material getestet werden. Ein Vergleich der Ergebnisse muß zeigen, welcher Methode schließlich der Vorzug zu geben ist.

Tab. 5: Übersicht über die Dominanzen aller im Frühjahrsaspekt 1973 gefangenen Carabidenarten in den verschiedenen Fangorten (Angaben in %). Die Gesamtzahl der je Fallengruppe gefangenen Carabiden (letzte Zeile), auf die die Dominanzen des jeweiligen Fangorts bezogen wurden, ermöglicht ein Rückrechnen der Dominanzen in absolute Fangzahlen.

Carabidenarten	Fangorte																													
	O A	B Hg	T Ei	M Vr	BHvn	B Sp	H Sr	HEr1	B Dm	STln	S 1	S 2	S 3	S Qu	S Bl	HEr2	HKrn	A Er	N H	B Bu	M Bu	S Bu	H Bu	STlt	A Bu	BHvt	HEr3	HKrt	B Er	
<i>Carabus auronitens</i>					0,7			1,5		0,4	1,5				0,9			0,7		3,2		15,7	5,6	8,3		4,0			1,0	
<i>C. glabratus</i>																						0,9								
<i>C. granulatus</i>			0,1	2,5																										
<i>C. nemoralis</i>			1,1		0,7			0,8											0,7						1,7					
<i>C. problematicus</i>		2,9			0,7	4,0			1,2	1,1			1,8		1,9	3,3	4,3	2,4	1,4	6,2	1,9		4,5	5,0	12,2	0,7	2,4	39,1	3,9	
<i>C. purpurascens</i>				0,2			0,9										0,6											2,2	1,9	
<i>C. variolosus</i>				0,4																										
<i>Cychnus caraboides</i>		2,9	1,2		0,7				0,3	0,4	0,8								0,7				1,4							
<i>Nebria brevicollis</i>			1,4	0,4																										
<i>Notiophilus biguttatus</i>						0,8		0,7		0,4												11,1		1,1		8,5				
<i>Elaphrus cupreus</i>	1,5		0,2							0,9																				
<i>Lorocera pilicornis</i>			5,5	10,9	10,4	2,4	4,4	1,5	7,8	0,4	2,3					3,3		0,7								0,7	14,6		1,0	
<i>Dyschirius globosus</i>									1,2				1,8					4,9									2,4			
<i>Clivina fossor</i>			0,1																											
<i>Bembidion lampros</i>	1,5		0,5																			1,9				2,4				
<i>B. millerianum</i>			13,8					3,7		0,4							0,6													
<i>B. tibiale</i>			0,4	0,2																									1,0	
<i>B. unicolor</i>			0,8			0,8	4,4	0,7	1,4									4,5											8,7	
<i>B. ustulatum</i>			0,5																											
<i>Trechus obtusus</i>			1,1				0,9														3,2	6,5	4,3	2,2			0,7			
<i>Patrobus excavatus</i>			1,2																											
<i>Agonum assimile</i>	48,5	77,1	65,0	59,2	33,8	29,4	23,0	31,8	39,5	0,7	1,5				2,8	13,3	8,0	16,6				6,5				0,7	12,2		1,9	
<i>A. fuliginosum</i>	13,2		1,2	3,7	1,8	2,4	19,4	10,8	13,8	3,0	7,6	1,8	19,3	7,5	3,7	26,7	8,6	5,9	12,7							2,4	2,2	1,0		
<i>A. moestum</i>	4,4																													
<i>A. ruficorne</i>																3,3														
<i>Pterostichus cristatus</i>	16,2	5,7	0,4	1,0	10,4	12,7	3,5	3,7	4,9		1,5				5,6	11,7					32,2	0,9	1,4	1,1			9,2	17,1	4,4	7,8
<i>Pt. diligens</i>			0,2	0,6	1,3	0,8	7,1	2,2	1,2	3,0	6,1	0,9	22,8	0,8	0,9	3,3	10,5	5,2	34,8								0,7	2,4	15,2	4,9
<i>Pt. metallicus</i>			0,1		1,9											0,9						5,6	11,4	13,5	6,7	6,1	13,8		2,2	1,0
<i>Pt. minor</i>									0,3																					
<i>Pt. niger</i>		5,7	0,1	0,6	6,5	0,8	0,9	1,5	0,9								0,6	2,8								1,2	5,3		10,9	1,0
<i>Pt. nigrita</i>	1,5		4,0	16,6	23,4	18,3	27,4	25,9	26,8	81,8	72,8	95,4	49,1	91,0	64,5	46,6	50,0	51,9	47,1								1,3	14,6	2,2	9,7
<i>Pt. oblongopunctatus</i>	1,5	5,7	1,2	3,5	5,9	16,7	4,4	12,6		7,8	2,3	1,8	1,8		15,9		3,1	2,8	0,5	16,1	25,9	15,7	18,0	40,0	43,9	29,6	26,8	19,6	33,0	
<i>Pt. strenuus</i>			0,1																											
<i>Pt. vulgaris</i>											0,8																			
<i>Abax ater</i>	8,8		0,2	0,2	1,9	10,3	0,9	2,2		0,7	1,5		1,8		0,9		0,6		3,6	38,7	35,2	47,2	43,8	23,4	18,3	30,2			18,5	
<i>A. ovalis</i>			0,2												0,9		0,6					2,8	1,4	10,1	13,3	6,1	0,7	2,4		
<i>A. parallelus</i>			0,4				0,9															0,9						2,4		
<i>Molops piceus</i>											0,8																			
<i>Trichotichmus laevicollis</i>	2,9						0,8	1,8			0,8		1,8	0,8	0,9							1,4		1,7		2,6			3,9	
<i>Harpalus quadripunctatus</i>								0,7																					2,2	
<i>Oodes heliopiodes</i>																										1,2				
Gesamtcarabiden absolut n =	68	35	832	488	154	126	113	135	347	270	132	110	57	134	107	30	162	287	221	31	108	70	89	60	82	152	41	46	103	





TABELLE 6: EINFACH-DISKORDANZEN DER CARABIDENFAENGE VON MAERZ BIS JULI 1973

	S 3	S BB	B HV N	B HG	B SP	M VR	S BL	H SR	H ER 1	H KR N	H ER 2	A ER	B DM
S 1	0.3152	0.1902	0.6280	0.9225	0.6705	0.7162	0.2214	0.4956	0.5580	0.2815	0.3695	0.3005	0.5756
S 3		0.4284	0.6903	0.9632	0.7235	0.7696	0.4064	0.4163	0.5780	0.2682	0.2877	0.3427	0.5575
S BB			0.7101	0.9806	0.7599	0.7761	0.2847	0.6498	0.6606	0.4174	0.4638	0.3982	0.6663
B HV N				0.4759	0.2745	0.3117	0.5613	0.3602	0.2559	0.4980	0.5586	0.4758	0.2509
B HG					0.5539	0.3546	0.8381	0.6797	0.5707	0.7952	0.8363	0.7437	0.5315
B SP						0.4316	0.5050	0.4179	0.2676	0.4976	0.5936	0.5415	0.3903
M VR							0.7139	0.4595	0.4026	0.6577	0.6225	0.5809	0.3003
S BL								0.5513	0.4827	0.2992	0.4380	0.3508	0.5949
H SR									0.2634	0.3955	0.3293	0.3571	0.2477
H ER 1										0.4637	0.4651	0.4193	0.2375
H KR N											0.2983	0.2478	0.4855
H ER 2												0.2741	0.4023
A ER													0.4361

	T EI	N H	O A	B HV T	B BU	M BU	S BU	H BU	S TL T	A BU	B ER	H KR T	H ER 3
S 1	0.8874	0.3581	0.8401	0.8981	0.9299	0.9207	0.9308	0.9339	0.9375	0.9454	0.7423	0.8402	0.7123
S 3	0.9300	0.1372	0.8014	0.9191	0.9454	0.9456	0.9487	0.9455	0.9287	0.9457	0.7729	0.7632	0.7505
S BB	0.9269	0.4575	0.9267	0.9544	0.9784	0.9786	0.9828	0.9764	0.9763	0.9785	0.8501	0.9210	0.7924
B HV N	0.5232	0.7013	0.4881	0.7101	0.8032	0.8202	0.8733	0.8765	0.8812	0.8818	0.6613	0.7496	0.4246
B HG	0.3278	0.9801	0.4411	0.8180	0.8551	0.8484	0.9123	0.9011	0.9124	0.9002	0.8263	0.8110	0.7376
B SP	0.5917	0.7297	0.4283	0.5808	0.5671	0.6280	0.7157	0.6696	0.6808	0.6730	0.4442	0.6873	0.3564
M VR	0.2707	0.7826	0.4343	0.9124	0.9510	0.8873	0.9509	0.9510	0.9612	0.9553	0.8008	0.8943	0.5456
S BL	0.8947	0.4533	0.8284	0.7063	0.7458	0.7554	0.7799	0.7719	0.7738	0.7925	0.5917	0.7130	0.5471
H SR	0.6388	0.5131	0.5446	0.8437	0.9008	0.8534	0.9076	0.9250	0.9284	0.9365	0.6457	0.7857	0.5485
H ER 1	0.5325	0.5863	0.4875	0.7506	0.7983	0.7688	0.8211	0.8168	0.8280	0.8305	0.6184	0.7539	0.5056
H KR N	0.8363	0.3120	0.6726	0.8176	0.8006	0.8624	0.9344	0.9005	0.9055	0.9057	0.6453	0.7180	0.5443
H ER 2	0.7778	0.3579	0.7179	0.9587	0.9648	0.9149	0.9981	0.9649	0.9648	0.9650	0.7957	0.8872	0.6234
A ER	0.7402	0.3978	0.7422	0.8960	0.9388	0.8870	0.9563	0.9390	0.9320	0.9335	0.7023	0.8213	0.5973

	T EI	N H	O A	B HV T	B BU	M BU	S BU	H BU	S TL T	A BU	B ER	H KR T	H ER 3
B DM	0.4776	0.5806	0.3989	0.9012	0.9377	0.9129	0.9812	0.9756	0.9868	0.9784	0.7673	0.8778	0.5442
T EI		0.9375	0.4649	0.9470	0.9803	0.8964	0.9756	0.9660	0.9696	0.9673	0.8791	0.9439	0.7454
N H			0.8161	0.9311	0.9436	0.9439	0.9573	0.9438	0.9437	0.9439	0.7886	0.7801	0.7850
O A				0.7570	0.7333	0.8065	0.8665	0.8839	0.8784	0.8807	0.7444	0.9023	0.6607
B HV T					0.3966	0.3452	0.3428	0.3104	0.3328	0.4296	0.3452	0.6525	0.5917
B BU						0.4251	0.3750	0.3390	0.5211	0.5871	0.5264	0.7278	0.6416
M BU							0.3672	0.3216	0.4037	0.3469	0.4978	0.7482	0.6127
S BU								0.1842	0.4289	0.5797	0.6087	0.8044	0.8125
H BU									0.3160	0.4534	0.5647	0.7400	0.7584
S TL T										0.2394	0.4088	0.7259	0.6813
A BU											0.4256	0.6403	0.6812
B ER												0.5957	0.4676
H KR T													0.6606

## Literatur

- BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere. — Berlin, Budapest.
- BALOGH, J. & I. LOKSA (1956): Untersuchungen über die Zoozönose des Luzernefeldes. — Acta Zool. (Hung.) 2, 17—114.
- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave-inhabiting Insects. — Journal. Elish. Mitchell. Science Soc. 46, 259—266.
- BUDDE, H. (1926): Pollenanalytische Untersuchungen der Ebbemoore. — Verh. Naturh. Ver. preuß. Rheinl. Westf. 83, 251—266.
- BUDDE, H. & W. BROCKHAUS (1954): Die Vegetation des südwestfälischen Berglandes. — Decheniana 102, 47—275.
- FREVEL, B. (1961): Biologie der großen Laufkäfer der Gattung *Carabus* L.. — Staatsex.-arb. Nr. 69 Zool. Inst. Münster.
- GRIES, B., D. MOSSAKOWSKI & F. WEBER (1973): Coleoptera Westfalica: Familia *Carabidae*, Genera *Cybrus*, *Carabus* und *Calosoma*. — Abh. Landesmus. Naturk. Münster 35 (4), 1—80.
- HEYDEMANN, B. (1955): Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. — Ber. 7. Wandervers. Deutsch. Entom., 172—185.
- , — (1956): Die Bedeutung der Formalinfallen für die zoologische Landesforschung. — Faun. Mitt. Norddeutshl. 6, 19—24.
- HORION, A. (1941): Faunistik der deutschen Käfer. Bd. I, Adephaga, Caraboidea. — Überlingen.
- KLÖCKNER, H. (1972): Zur Ökologie und Verbreitung des Straußenfarns (*Matteuccia struthiopteris*) in den Tälern von Heve und Kleiner Schmalenau (Arnsberger Wald). — Staatsex.-arb., Päd. Hochschule Ruhr Abt. Dortmund.
- KOTH, W. (1973): Mikroklima und Carabidenfauna der Waldsümpfe des Arnsberger Waldes. — Staatsex.-arb. Nr. 140 Zool. Inst. Münster.
- KROGERUS, H. (1948): Ökologische Untersuchungen an Uferinsekten. — Acta zool. Fenn. 53, 1—157.
- LAUTERBACH, A. W. (1964): Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern. — Abh. Landesmus. Naturk. Münster 26 (4), 1—103.
- LEHMANN, H. (1965): Ökologische Untersuchungen über die Carabidenfauna des Rheinufers in der Umgebung von Köln. — Z. Morph. Ökol. Tiere 55, 597—630.
- LOHMEYER, W. & BOHN (1972) Karpatenbirkenwälder als kennzeichnende Gehölzgesellschaften der Hohen Röhn und ihre Schutzwürdigkeit. — Natur und Landschaft 47 (7), 196—200.
- MLETZKO, G. (1970): Beitrag zur Carabiden-Fauna des NSG Burgholz Halle/S. — Hercynia 7, 92—110.
- , — (1972): Ökologische Valenzen von Carabidenpopulationen im *Fraxino-Ulmetum* (Tx 52, Oberst 53). — Beitr. Ent. 22, 471—485.
- MOSSAKOWSKI, D. (1970): Ökologische Untersuchungen an epigäischen Coleopteren atlantischer Moor- und Heidestandorte. — Z. wiss. Zool. 181 (3/4), 233—316.
- , — (1973): Programmierte Auswertung faunistisch-ökologischer Daten. — Faun.-ökol. Mitt. 4, 255—272.
- PALMGREN, P. (1930) Quantitative Untersuchungen über die Vogelfauna in den Wäldern Südfinnlands. — Acta zool. Fenn. 7, 1—218.
- RABELER, W. (1960): Biozönitik auf Grundlage der Pflanzengesellschaften. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 8 (Symp. Stolzenau), 311—332.
- , — (1962): Die Tiergesellschaften von Laubwäldern (*Quercus-Fageta*) im oberen und mittleren Wesergebiet. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 9, 200—229.
- , — (1967): Zur Charakterisierung der Fichtenwaldbiozönose im Harz auf Grund der Spinnen- und Käferfauna. — Schriftenr. Vegetationsk. 2, 205—236.
- , — (1969): Über die Käfer- und Spinnenfauna eines nordwestdeutschen Birkenbruchs. — Vegetatio 18, 387—392.
- RENKONEN, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. — Ann. Zool. Soc. Vanamo 6, 1—231.
- , — (1944): Die Carabiden- und Staphilinidenbestände eines Seeufers in SW.-Finnland. — Ann. Entom. Fenn. 10, 33—104.
- RÜDEN, H. v (1952): Beitrag zur Waldgeschichte des nordöstlichen Sauerlandes auf Grund einer Pollenanalyse im Naturschutzgebiet „Hamorsbruch“. — Natur und Heimat 12, 97—100.
- RUNGE, F. (1958): Die Naturschutzgebiete Westfalens. — Münster.
- SCHILLER, W. (1973 a): Die diurnale Aktivitätsrhythmik in verschiedenen Pflanzengesellschaften (mit besonderer Berücksichtigung der Carabiden). — Staatsex.-arb. Nr. 143 Zool. Inst. Münster.

- , — (1973 b): Die Carabiden-Fauna des Naturschutzgebietes Hl. Meer, Kr. Tecklenburg. — *Natur u. Heimat* **33** (4), 111—118.
- STURANI, M. (1963): Osservazioni biologiche e morfologiche sul *Carabus (Hygrocarabus) variolosus* FABRICIUS. — *Atti dell' Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Rendiconti* **11**, 182—184.
- THIELE, H. U. (1964 a): Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. — *Z. Morph. Ökol. Tiere* **53**, 387—452.
- , — (1964 b): Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. — *Z. Morph. Ökol. Tiere* **53**, 537—586.
- , — (1967): Ein Beitrag zur experimentellen Analyse von Euryökie und Stenökie bei Carabiden. — *Z. Morph. Ökol. Tiere* **58**, 355—372.
- WEBER, I. & F. (1966): Wiederentdeckung des Laufkäfers *Carabus variolosus* im Arnsberger Wald. — *Natur und Heimat* **26** (2), 69—70.
- WILMS, B. (1961): Untersuchungen zur Bodenkäferfauna an drei pflanzensoziologisch unterschiedenen Wäldern der Umgebung Münsters. — *Abh. Landesmus. Naturk. Münster* **23** (1), 1—15.
- WEIGMANN, G. (1973): Zur Ökologie der Collembolen und Oribatiden im Grenzbereich Land- Meer (Collembola, Insecta — Oribatei, Acari). — *Z. wiss. Zool.* **186**, 295—391.

Anschrift des Verfassers: Wolfhard Koth, 44 Münster, Zoologisches Institut der Universität, Badestr. 9.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: [36\\_3\\_1974](#)

Autor(en)/Author(s): Koth Wolfhard

Artikel/Article: [Vergesellschaftungen von Carabiden \(Coleoptera, Insecta\) bodennasser Habitate des Arnberger Waldes verglichen mit Hilfe der RENKONEN-Zahl 1-43](#)