

SUPPLEMENT

zu Faunistisch-Ökologische
Mitteilungen

Einfluß unterschiedlicher Pflegeintensitäten
von Grünland auf die Arthropoden-Fauna
im urbanen Bereich



Faunistisch-Ökologische Mitteilungen Supplement 8

Herausgegeben im Auftrage der Faunistisch-Ökologischen Arbeitsgemeinschaft
von B. Heydemann, W. Hofmann und U. Irmeler
Zoologisches Institut und Museum der Universität Kiel

Kiel, Mai 1989

Einfluß unterschiedlicher Pflegeintensitäten von Grünland auf die Arthropoden-Fauna im urbanen Bereich

von
Ulrich Zeltner

Titelbild:

Das Untersuchungsgebiet „Steenbeker Weg“
in nordöstlicher Sicht im Juni 1982

BIO I 90.168/8
ÖKOLOGISCHES INSTITUT
UND MUSEUM
DER UNIVERSITÄT KIEL
Inv. 1997/2250

Herausgegeben im Auftrage der
Faunistisch-ökologischen Arbeitsgemeinschaft
von B. Heydemann, W. Hofmann und U. Irmeler
Zoologisches Institut und Museum
der Universität Kiel

Karl Wachholtz Verlag, Neumünster, 1989

This publication is included in the abstracting and indexing coverage of the
Bio Sciences Service of Biological Abstracts.

ISSN 0430-1285

Inhaltsübersicht

	Seite
I. EINLEITUNG	5
II. METHODIK	6
1. Versuchsprogramm	6
2. Charakterisierung der Untersuchungsgebiete	6
2.1. Untersuchungsgebiet „Tirpitzmole“ im Stadtbereich	6
2.2. Untersuchungsgebiet „Steenbeker Weg“ am Stadtrand	8
3. Klima im Untersuchungsgebiet	8
4. Erfassungsmethoden	10
III. EINFLUSS DER PFLEGEINTENSITÄT AUF DAS MIKROKLIMA	11
1. Verdunstung (Evaporation)	11
2. Temperatur	12
3. Luftfeuchtigkeit	14
IV. EINFLUSS DER PFLEGEINTENSITÄT AUF DIE VEGETATION	14
1. Ausgangsbesiedlung bei Versuchsbeginn	14
2. Änderung von Artenzahl und Artenspektrum	15
3. Deckungsgradverschiebungen bei unterschiedlicher Pflegeintensität	18
4. Floristische Ähnlichkeit der Untersuchungsflächen	20
5. Einfluß der Pflegeintensität auf die Vegetationsstruktur	21
V. EINFLUSS DER PFLEGEINTENSITÄT AUF DIE ARTHROPODENFAUNA	21
1. Einfluß der Pflegeintensität auf höhere Arthropodentaxa	24
1.1. Übersicht über die epigäische Arthropodenfauna	24
1.2. Gesamtindividuenzahl der Arthropodenfauna des Epigaions bei unterschiedlicher Pflegeintensität	24
1.3. Anteile einzelner Arthropoden-Taxa am Gesamtfang	24
1.4. Vergleichende Betrachtung einzelner Arthropoden-Taxa	25
1.4.1. Nematocera (Mücken)	26
1.4.2. Brachycera (Fliegen)	26
1.4.3. Hymenoptera (Hautflügler)	26
1.4.4. Coleoptera (Käfer)	27
1.4.5. Heteroptera (Wanzen)	27
1.4.6. Myriapoda (Tausendfüßer)	27
1.4.7. Opiliones (Weberknechte)	28
2. Einfluß der Pflegeintensität auf die Carabidenfauna	28
2.1. Übersicht über die Carabidenfauna der Versuchsflächen	28
2.2. Gesamtartenzahl, Gesamtabundanz und Aktivitätsdichte der Carabidenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität	28
2.3. Diversität und Evenness	30
2.4. Änderung der Dominanzstruktur	32
2.5. Ökologische Bindung der Carabidenfauna	33
2.5.1. Feuchtigkeits-, Temperatur- und Helligkeitspräferenz der Carabidenfauna	35

2.5.1.1. Feuchtigkeitpräferenz	35
2.5.1.2. Temperaturpräferenz	36
2.5.1.3. Helligkeitspräferenz	36
2.5.1.4. Zusammenfassende Betrachtung zur Feuchtigkeits-, Temperatur- und Helligkeitspräferenz	37
2.5.2. Unterschiedliche Verteilung der Fortpflanzungstypen	37
2.6. Verwandtschaftsgrad der Carabidengemeinschaften im 2. Versuchsjahr	39
3. Einfluß der Pflegeintensität auf die Spinnenfauna	40
3.1. Übersicht über die Spinnenfauna der Versuchsflächen	43
3.1.1. Gesamtindividuenzahl und Artenzahl bei unterschiedlicher Pflegeintensität	43
3.1.2. Anteile der Spinnenfamilien am Gesamtfang	44
3.2. Artenzahlen, Diversität und Eveness	46
3.3. Dominanzstruktur der Spinnenfauna	46
3.4. Artenspektrum in Abhängigkeit von der Pflegeintensität	48
3.5. Ökologische Bindung der Spinnenfauna	50
3.5.1. Bindung an Feuchtigkeitsfaktor	52
3.5.2. Bindung an Lichtfaktor	52
3.5.3. Bedeutung der Flugfähigkeit	53
3.6. Einfluß des Mahdvorganges auf die Aktivitätsdichte von Spinnen . .	54
3.7. Verwandtschaftsgrad der Spinnenlebensgemeinschaften im 2. Versuchsjahr	55
VI. DISKUSSION	57
VII. ZUSAMMENFASSUNG	62
VIII. LITERATURVERZEICHNIS	64

I. Einleitung

Menschliche Eingriffe in die Naturlandschaft Mitteleuropas haben in den vergangenen Jahrhunderten zur Ausdehnung vielfältiger, unterschiedlicher Grünlandlebensräume geführt (ELLENBERG 1978, KLAPP 1965), die jeweils typische Tiergesellschaften beherbergen (MARCHAND 1953, RABELER 1952, REMANE 1958). Seit Beginn der Intensivierung landwirtschaftlicher Produktionstechnik und vor allem in den letzten dreißig Jahren kommt es im Bereich des landwirtschaftlich genutzten Grünlands durch Nivellierung der Biotopfaktoren und Vorherrschen einiger weniger Nutzungsformen zu einer Uniformierung dieser Lebensräume (ANT 1972, HEYDEMANN und MEYER 1983, MEISEL und HÜBSCHMANN 1975, 1976).

Artenverarmung und Veränderung der einzelnen Ökosysteme sind auch in den Biotoptypen des stärker besiedelten, urban-industriellen Raums festzustellen (SUKOPP 1969, 1972, 1976).

Für den Natur- und Umweltschutz erscheint es aber möglich, daß gerade im urbanen Bereich wegen fehlender Produktionszwänge auf den nichtbebauten Flächen verschiedene Biotoptypen und nicht nur stadtspezifische Biotope erhalten werden. Es gibt verschiedene Ansätze innerhalb der städtischen Bereiche, umfangreichere Flächen im Sinne des Arten- und Biotopschutzes zu entwickeln. So haben OWEN und OWEN (1975) die Vorstadtgärten in ihrer Gesamtheit als „Englands wichtigstes Naturreservat“ bezeichnet. Auch andere Autoren (PLACHTER 1980, SCHREINER 1979) haben den potentiellen Artenreichtum städtischer Lebensräume hervorgehoben, falls die Voraussetzung einer vielseitigen räumlichen Strukturierung noch gegeben ist. Von den Grünlandgesellschaften finden jedoch nur die wenig differenzierten Zier- und Parkrasen eine weite Verbreitung im Stadtbereich (KUNICK 1978). Diese Zier- und Parkrasen entsprechen in ihrer pflanzensoziologischen Einordnung den Intensivweiden des Agrarbereichs (DIERSSEN 1983).

Dementsprechend wurde auch für diese Grünlandbiotope eine artenarme Flora (KUNICK 1974) und Fauna (SCHWEIGER 1960) festgestellt.

Untersuchungen des Stadtgartenamtes Augsburg beweisen jedoch, daß bei Übergang zu extensiver Pflege auf ehemals intensiv gepflegten Rasenflächen schon innerhalb weniger Jahre Grünlandbiotope zu schaffen sind, die in ihrer floristischen Vielfalt den Wiesen der freien Landschaft nicht nachstehen (MÜLLER u. SCHMIDT 1982).

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Klärung der Frage leisten, in welcher Weise sich unterschiedliche Pflegeintensitäten auf die Arthropoden-Fauna von Grünlandbiotopen im urbanen Bereich auswirken. Hierzu wurde in Zusammenarbeit mit dem Garten- und Friedhofsamt der Stadt Kiel auf einer Fläche von ca. 4000 m² ein bisheriger Parkrasen im äußeren Stadtkernbereich Kiels unterschiedlichen Pflegeintensitäten ausgesetzt. Diese Flächen wurden mit einer Glatthaferwiese im Stadtrandbereich Kiels verglichen.

Im einzelnen sollten folgende Fragen bearbeitet werden:

- Wie ist die Arthropodenfauna von intensiv gepflegten Rasenflächen zusammengesetzt und von welchen abiotischen und biotischen Faktoren wird sie bestimmt?
- Welche Veränderungen erfahren Biotop und Biozönose bei abgestufter extensiver Pflege?
- Sind die extensiv gepflegten Grünflächen des innerstädtischen Bereichs den extensiv bewirtschafteten Wiesen des Agrarbereichs in Bezug auf Artenspektrum und Zoozönosestruktur ähnlich, oder stellen sie ein stadtspezifisches Ökosystem dar?

II. Methodik

1. Versuchsprogramm

Die Versuche zur Auswirkung unterschiedlicher Pflegeintensität von Grünland auf die Arthropodenfauna im urbanen Bereich wurden auf einer städtischen Parkanlage im äußeren Stadtkernbereich der Stadt Kiel durchgeführt (Abb. 1).

Das Pflegeprogramm umfaßte vier Pflegeintensitätsstufen. Die Pflegeintensitätsstufe 6–8schürig entsprach der Pflegeintensität der umgebenden Parkrasenfläche. Die für städtische Rasenflächen niedrige Mahdhäufigkeit ist durch die mageren Bodenverhältnisse des Gebiets und die geringen Niederschlagsmengen der Sommer 1982 und 1983 zu erklären, wodurch die Vegetation im Juli und August nur ein geringes Wachstum aufwies.

Ein zweites Untersuchungsgebiet wurde am westlichen Stadtrand Kiels eingerichtet. Hier wurden zunächst ebenfalls vier Teilflächen mit unterschiedlicher Pflegeintensität untersucht. Zur Auswertung wurde jedoch nur die ungemähte Fläche (SW I) herangezogen (Abb. 1).

Die Einbeziehung dieser Wiese am Stadtrand (SW I) ermöglichte es, Sukzessionsgeschwindigkeit und Sukzessionsrichtung, Artenspektrum und Artenvielfalt der unterschiedlich gepflegten Teilflächen im Stadtkernbereich (TM) besser zu beurteilen. Das Mähen der Flächen wurde vom Garten- und Friedhofsamt der Stadt Kiel übernommen.

Die unterschiedlichen Mahdtermine der 1schürigen und 2schürigen Flächen in den beiden Untersuchungsjahren resultierten aus der anhaltenden Trockenheit des Sommers 1983. Ein bestehendes Mahdverbot für alle Kieler Grünflächen von Mitte Juli bis Anfang September wurde auch innerhalb der Untersuchungsgebiete eingehalten.

2. Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

2.1. Untersuchungsgebiet „Tirpitzmole“ im Stadtbereich

Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildete das Untersuchungsgebiet „Tirpitzmole“ (Abb. 1) mit einer Ausdehnung von ca. 4000 m². Es wurde auf einer etwa 4 Hektar großen, baumlosen Parkrasenfläche eingerichtet.

Diese wird westlich von einer stark befahrenen Straße, nördlich von Bereichen hochgeschossiger Bebauung mit den dazwischenliegenden Abstandsgrünflächen, östlich von der Uferstraße entlang der Förde und südlich von einem Schrebergartengelände begrenzt.

Die Zuordnung des Gebietes zu den von SUKOPP (1973) gegebenen topographischen Einheiten von Großstädten fällt schwer, da Kiel durch seine Lage an der Förde kein ausgeprägtes Zentrum besitzt. Am westlichen Ufer liegt zwischen Förde und Bereichen dichter Bebauung ein etwa 1 km breiter Grünzug, der von der Altstadt bis zum Untersuchungsgebiet reicht. Das Untersuchungsgebiet stellt den nördlichen Endpunkt dieses innerstädtischen Grünzuges dar.

Die Verbindung zum Umland in westlicher Richtung ist durch mehrere stark befahrene Straßen und Gebiete aufgelockerter Bebauung unterbrochen. Die Entfernung zu außerstädtischen, landwirtschaftlich genutzten Bereichen und Kleingartenanlagen beträgt nur 1 km (Abb. 1).

Das Gelände ist mit etwa 3 % Gefälle nach Nordosten geneigt. Eine südlich angrenzende, 5–8 m hohe Hecke beschattet besonders im Winterhalbjahr große Teile des Untersuchungsgebietes. Die unterschiedlich gepflegten Teilflächen sind hiervon jedoch gleicher-

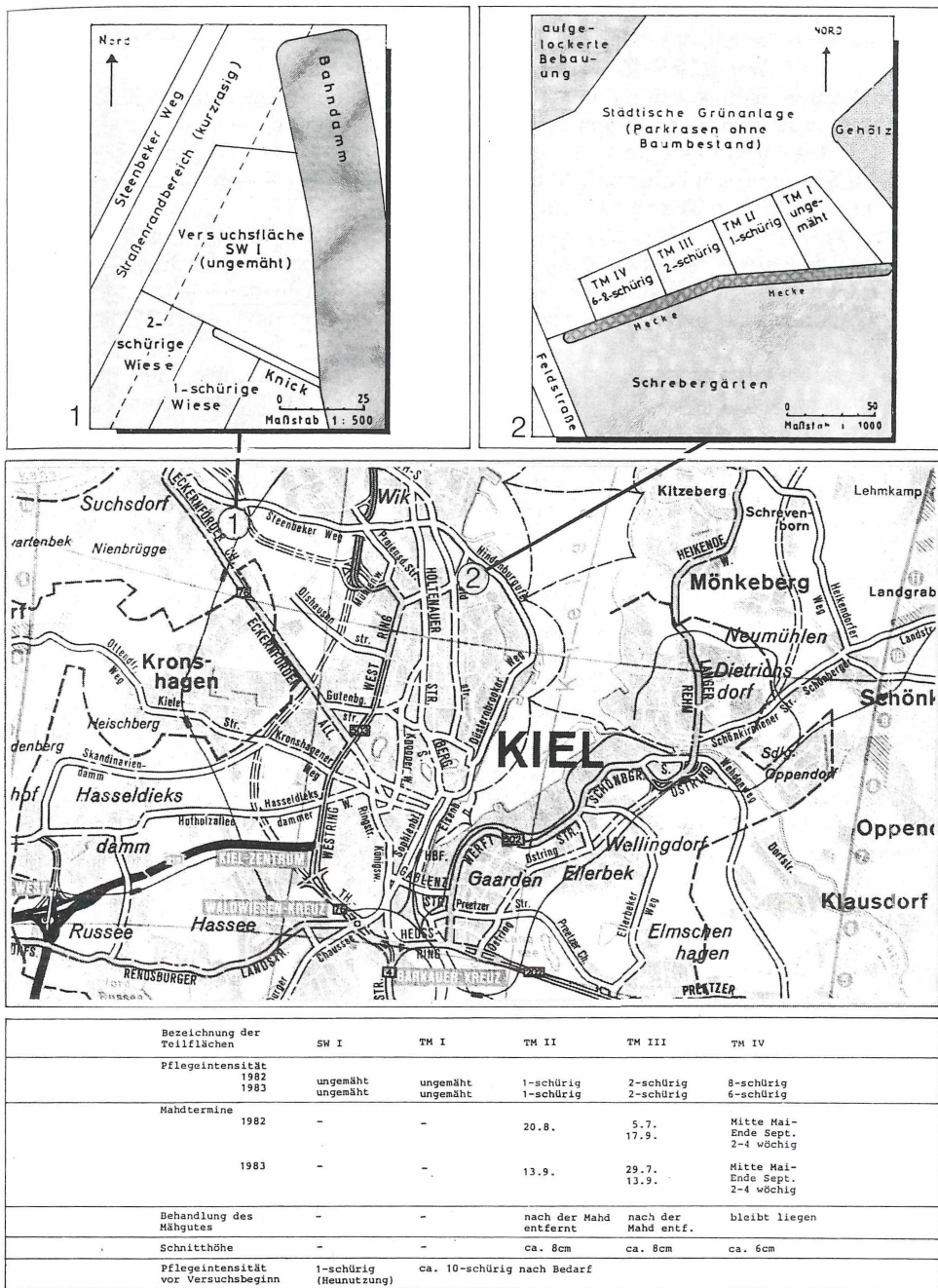


Abb. 1. Lage der Untersuchungsstellen im Raum Kiel und ihre Aufgliederung nach Pflegemaßnahmen.

maßen betroffen. Die Erfassung der Arthropodenfauna durch Bodenfallen erfolgte zum größten Teil außerhalb des Schattenbereichs der Hecke. Der überwiegende Teil der Grünfläche ist der Sonneneinstrahlung stark ausgesetzt.

Die Bodenverhältnisse sind durch eine mindestens 3 m mächtige, künstliche Aufschüttung über humosem, vermoortem Grund geprägt. Diese stammt wahrscheinlich aus der Zeit nach 1945, als in Kiel große Mengen Trümmerschutt anfielen. Über dieser Aufschüttung aus Bauschutt mit hohem Skelettanteil wurde natürlicher Boden (Bodenart: sandiger Lehm) mit 10–50 cm Mächtigkeit aufgetragen.

Der Oberboden, ebenfalls sandiger Lehm, reicht in eine Tiefe von 5 bis 15 cm (SIEM mündl.). Die geringe Wasserkapazität des sandhaltigen Bodens und der durch den hohen Skelettanteil gestörte Aufstieg von Kapillarwasser führten in den niederschlagsarmen Sommermonaten zu einer raschen Austrocknung des Oberbodens (WALTER 1949, BLUME et al. 1978).

Die gesamte Grünfläche, einschließlich des jetzigen Untersuchungsgebiets, wurde vor Versuchsbeginn als Parkrasen mit ca. 10 Schnitten pro Jahr je nach Vegetationswachstum gepflegt.

2.2. Untersuchungsgebiet „Steenbeker Weg“ am Stadtrand

Das zweite Untersuchungsgebiet „Steenbeker Weg“ ist eindeutig der Stadtrandzone zuzuordnen (SUKOPP 1973). Es ist außer in westlicher Richtung von ungenutzten und extensiv genutzten Bereichen umgeben. Zwischen Untersuchungsgebiet und westlichem Stadtrand mit dichter Bebauung liegen Brachflächen, landwirtschaftlich genutzte, kleinere Äcker, Wiesen und Weiden, Schrebergärten und Bereiche mit lockerer Bebauung (Abb. 1). Südlich schließt ein Gewerbegebiet, westlich ein Vorort mit hohem Gartenanteil an. Nordwärts besteht eine Verbindung zum Stadtumland. Die stadtspezifischen Einflüsse auf das Untersuchungsgebiet sind sicherlich als gering zu erachten.

Das Untersuchungsgebiet wurde auf einer etwa 7 ha großen Wiese eingerichtet. Die Wiese ist nur leicht nach Westen geneigt und der Sonneneinstrahlung stark ausgesetzt. Der offene Charakter des Geländes wird nur von einem Knicküberrest gestört, der die Untersuchungsfläche (SW I) südlich begrenzt. Nordöstlich schließt ein etwa 5 m hoher, mit Büschen bewachsener Bahndamm und westlich eine Straße an das Untersuchungsgebiet an (Abb. 1).

Die Wiese erhielt ihr heutiges Aussehen erst im Zuge des Straßenneubaues „Steenbeker Weg“. Seit Abschluß der Bauarbeiten im Sommer 1976 konnte sich die angesäte und in der Folge 1schürig gemähte Wiese relativ ungestört entwickeln.

Im Zuge der Baumaßnahmen wurde das Gelände mit Ausnahme der östlichen Bereiche am Bahndamm mit sandigen bis stark sandigen Lehmen unterschiedlicher Mächtigkeit überdeckt (SIEM mündliche Mitteilung). Auch der Oberboden (Bodenart: sandiger Lehm) ist künstlich aufgetragen und erreicht nur eine geringe Mächtigkeit (ca. 8 cm).

Der größte Teil der Wiese, einschließlich der Untersuchungsfläche, wurde vor Versuchsbeginn als 1schürige Heuwiese genutzt. Nur ein etwa 25 m breiter Streifen parallel zur Straße wurde intensiv (ca. 6- bis 8schürig) gepflegt.

3. Klima der Untersuchungsgebiete

Eine ausführliche Beschreibung des Klimas im Kieler Raum wurde von ERIKSEN (1964) vorgenommen.

Die Niederschlagsmenge beträgt im Bereich der beiden Untersuchungsgebiete durch-

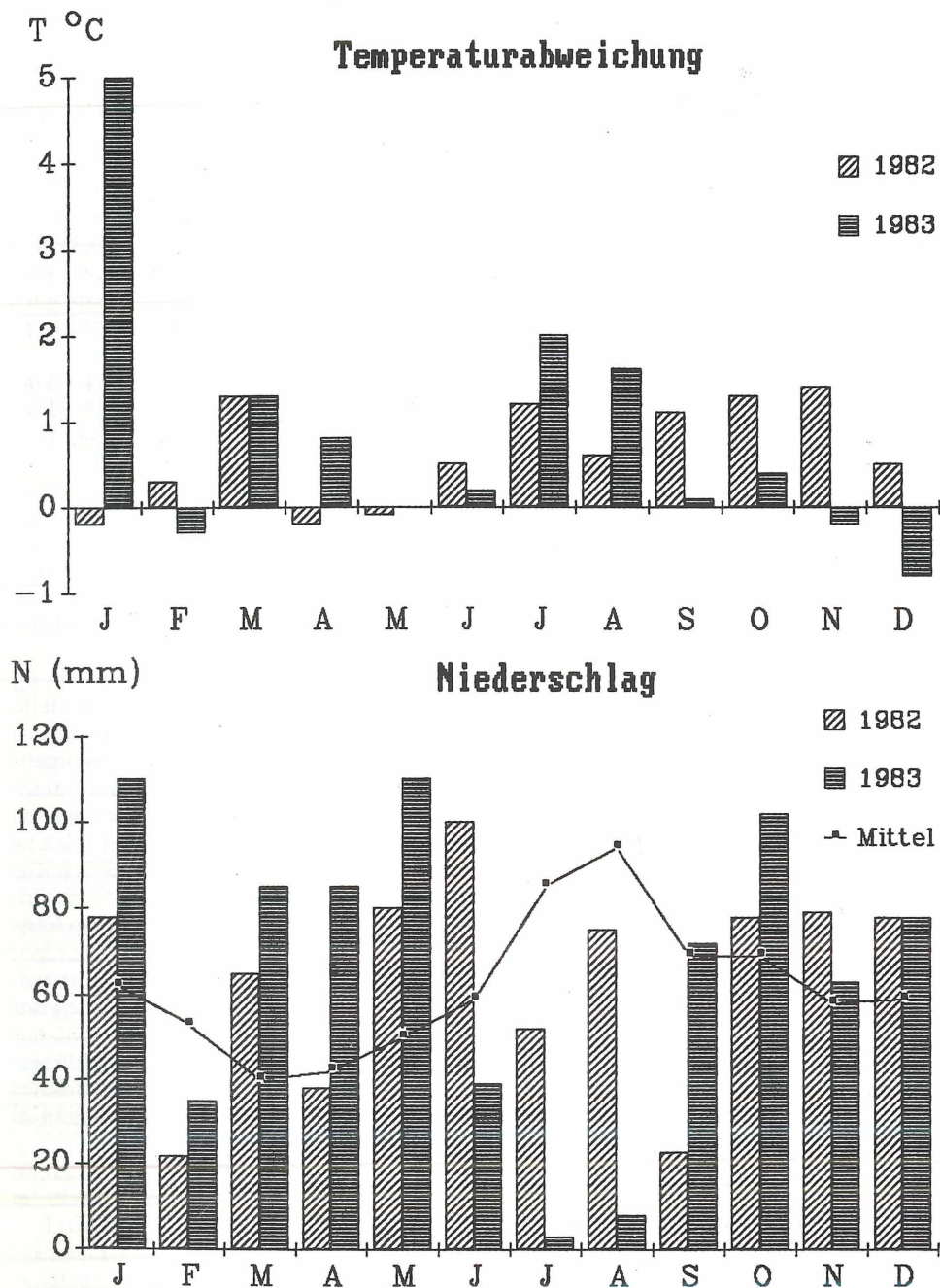


Abb. 2. Monatliche Temperaturabweichungen in den beiden Untersuchungsjahren vom langjährigen Mittel (oben) und Niederschlag (unten) im Raum Kiel.

schnittlich 700 mm pro Jahr. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 8,3° C. Ein besonderes klimatisches Merkmal des Kieler Raumes sind die relativ hohen Windgeschwindigkeiten bei vorherrschender Windrichtung aus West bis Südwest.

Trotz dieser meist stetigen Ventilation ist auch in Kiel ein typisches, vom Stadtumland abweichendes Stadtklima ausgebildet (ERIKSEN 1964). Das Klima der beiden Untersuchungsgebiete wird von ERIKSEN (1964) jedoch als Freiland- und Parkklima bezeichnet.

Die Monatsmittelwerte für Temperatur und Niederschlag wurden Wetteraufzeichnungen der Wetterstation Kiel-Kronshagen entnommen, die etwa 3 km südwestlich des Untersuchungsgebiets „Tirpitzmole“ und 2 km südlich des Untersuchungsgebiets „Steenbeker Weg“ innerhalb des Kieler Stadtgebiets liegt. Die Temperaturen während des gesamten Untersuchungszeitraums von Mai 1982 bis Oktober 1983 waren mit wenigen Ausnahmen überdurchschnittlich hoch, die Niederschläge im Sommer 1983 außergewöhnlich gering (Abb. 2).

Als Folge dieser außergewöhnlichen Trockenheit wurden an der Vegetation starke Trockenschäden festgestellt. Dies gilt insbesondere für das Untersuchungsgebiet im Stadtbereich (TM), dessen Boden sich durch eine schlechte Wasserversorgung auszeichnet.

4. Erfassungsmethoden

Die Methoden zur Erfassung der abiotischen Verhältnisse und der Vegetation werden in den jeweiligen Kapiteln im Zusammenhang mit den Ergebnissen dargestellt.

Im Folgenden sollen nur die Methoden zur Erfassung der Arthropodenfauna beschrieben werden.

Zur Erfassung von Carabiden und Spinnen, die den Schwerpunkt der Untersuchung bildeten, wurden Bodenfallen (BALOGH 1958) verwendet. Die mit Bodenfallen ermittelte Aktivitätsindividuumdichte und Aktivitätsartendichte läßt nur eingeschränkt Rückschlüsse auf die tatsächliche Siedlungs- und Artendichte zu (SCHWERTFEGER 1975). Das Fangergebnis wird durch die artspezifische Aktivität, die Temperatur (KIRCHNER 1960) und raumstrukturelle Besonderheit des Standorts beeinflusst (HEYDEMANN 1956). Dennoch erweist sich diese Fangmethode für die epigäischen Carabiden als besonders geeignet (GEILER 1964, HEYDEMANN 1953, SKUHRAVY 1964). Da unter den Spinnen des Stadtbereichs (Standort TM) die an der Bodenoberfläche lebenden Arten vorherrschten, stellten die Bodenfallen auch für diese die günstigste Fangmethode dar. In vergleichsweise durchgeführten Streifnetz- und Photoelektorfängen wurden die Spinnen jeweils in geringerer Individuen- und Artenzahl gefangen. Die während des gesamten Untersuchungszeitraums aufgestellten Photoelektoren (aus Zinkblech mit seitlicher Ausfängöffnung) erbrachten nur etwa 70 % der in Bodenfallen festgestellten Artenzahl.

Als Fanggläser wurden 13 cm hohe Schraubdeckelgläser mit einem Öffnungsdurchmesser von 5,6 cm benutzt. Die Gläser waren zur Hälfte mit 4 %igem Formalin gefüllt, welches mit Entspannungsmittel versetzt war. Um ein Überlaufen der Gläser bei starkem Regen zu verhindern, waren diese mit 20×20 cm großen Plexiglasscheiben überdacht.

Vom 1. 5. bis 15. 10. 1983 wurden auf jeder der fünf Versuchsflächen 4 Bodenfallen im Abstand von 10 m installiert (Abb. 1) und in halbmonatlichem Abstand gewechselt. Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 220 Bodenfallenproben genommen.

III. Einfluß der Pflegeintensität auf das Mikroklima

Die unterschiedliche Struktur der Pflanzendecke bei unterschiedlicher Pflegeintensität bewirkt eine jeweils spezifische Ausprägung der mikroklimatischen Faktoren. Die Abhängigkeit des Mikroklimas von der Höhe und der Struktur der Vegetation wurde mehrfach untersucht (BONESS 1958, GEIGER 1961, IRMLER und HEYDEMANN 1983, MADER 1979, WALTER 1949). Dabei wurden die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten folgendermaßen beschrieben:

Bereiche mit dichter Vegetation zeichnen sich durch gedämpfte saisonale und tageszeitliche Temperaturschwankungen, verminderten Strahlungsaustausch und geringe Luftbewegung aus. Lebensräume mit geringer Vegetationsbedeckung, wie zum Beispiel Weiden, sind dagegen durch starke jahres- und tageszeitliche Temperaturschwankungen, intensive Ein- und Ausstrahlung und hohe Windeinwirkung charakterisiert (IRMLER und HEYDEMANN 1983).

Die abiotischen Messungen wurden beispielhaft nur auf der 6schürigen, kurzrasigen Fläche (TM IV) und der 1schürigen Wiese (TM II) von Mitte Juli bis Ende August 1983 durchgeführt. Die Vegetationshöhe betrug in diesem Zeitraum auf der 6schürigen Fläche (TM IV) ca. 6 cm, in der 1schürigen Wiese etwa 80 cm. Aufgrund der anhaltenden Trockenheit war in beiden Bereichen kein meßbares Pflanzenwachstum festzustellen. Das Vorherrschen von Gräsern mit geringer Schattenwirkung und das Fehlen hochwüchsiger, breitblättriger Krautpflanzen führten auch in der 1schürigen Wiese (TM II) zu einer teilweisen Besonnung der Bodenoberfläche.

1. Verdunstung (Evaporation)

Die mit Piché Verdunstungsmessern ermittelten Verdunstungsraten sind mit der Luftfeuchtigkeit negativ, mit der Einstrahlung, der Temperatur und der Luftbewegung positiv korreliert (WALTER 1949).

Zur Ermittlung der Evaporation wurden auf beiden Flächen jeweils ein Piché Verdunstungsmesser 2 cm über dem Boden und ein weiterer in 1 m Höhe installiert. Die Messung erfolgte an 6 Terminen im Juli und August 1983 von 8.00 bis 18.00 Sommerzeit bei unbedecktem Himmel.

Die Ergebnisse zeigen eine eindeutige Abhängigkeit der Verdunstungsrate von der Vegetationsbedeckung (Abb. 3). Während Beschattung, Temperatursenkung und Verminderung der Windgeschwindigkeit im bodennahen Bereich der 1schürigen Wiese zu einer niedrigen Verdunstungsrate führen, ist diese im kurzrasigen Bereich (TM IV) im Vergleich zur Verdunstung in 1 m Höhe nur wenig herabgesetzt. Diese Werte gelten jedoch nur während des Tages. Vergleichsmessungen in der Nacht ergaben nur wenig unterschiedliche Verdunstungsraten. Zu diesem Zeitpunkt entfällt der Faktor Einstrahlung, die Temperaturen der beiden Bereiche gleichen sich aufgrund der stärkeren Ausstrahlung im kurzrasigen Bereich (TM IV) an und auch die Luftfeuchtigkeit ist jetzt auf beiden Flächen mit ca. 90 % etwa gleich hoch (Abb. 4).

Die Verdunstung stellt nach MADER (1979) ein mehrere physikalische Parameter integrierendes Maß dar, das besonders bei der Betrachtung der epigäischen Fauna und deren vielfach nachgewiesener Mikroklimaabhängigkeit von großer Aussagekraft ist.

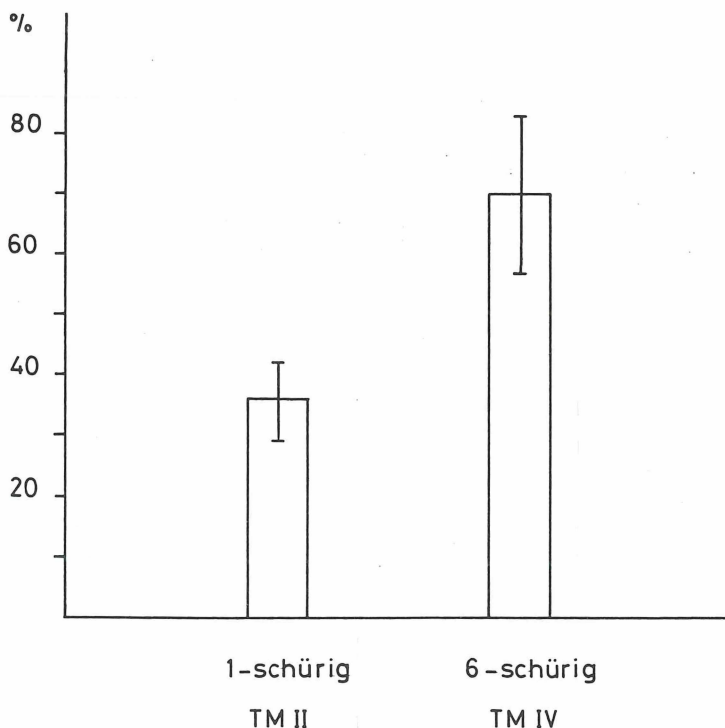


Abb. 3. Verdunstung (Evaporation) in 2 cm Höhe über dem Boden in Prozent der Verdunstung in 1 m Höhe bei unterschiedlicher Pflegeintensität (Messungen von Mitte Juli bis Ende August bei Strahlungswetterlage).

2. Temperatur

Die Temperaturmessung erfolgte mit Laborthermometern in unterschiedlichen Meßhöhen auf der 6schürigen und der 1schürigen Fläche (TM VI und TM II). Im folgenden sollen nur die Temperaturen des bodennahen Bereichs berücksichtigt werden. Die Thermometer waren an einem Gestell dicht über der Bodenoberfläche (keine Bodenberührung) aufgehängt und gegen direkte Strahlung abgeschirmt. Die Messungen wurden von Mitte Juli bis Ende August wöchentlich jeweils von 8.00 bis 24.00 Sommerzeit am gleichen Standort durchgeführt. Die Temperaturwerte wurden in 2stündigem Abstand registriert.

In Abb. 4 sind die Durchschnittstemperaturen der bodennahen Luftschicht im Juli und August 1983 im Tagesgang von 8.00 bis 24.00 Sommerzeit dargestellt. Die Durchschnittswerte wurden aus 6 Meßtagen mit unbedecktem Himmel errechnet.

Wie Abb. 4 zeigt, steigen bei intensiver Sonneneinstrahlung die Temperaturen im 6schürigen Rasen (TM IV) selbst im Schatten auf über 30° C an, erreichen dagegen in der dichten Vegetation der 1schürigen Wiese (TM II) nur 25.3° C. Als Maximalwerte (im Schatten) wurden im 6schürigen Rasen (TM IV) 31.8° C, in der 1schürigen Wiese (TM II) 26.6° C registriert.

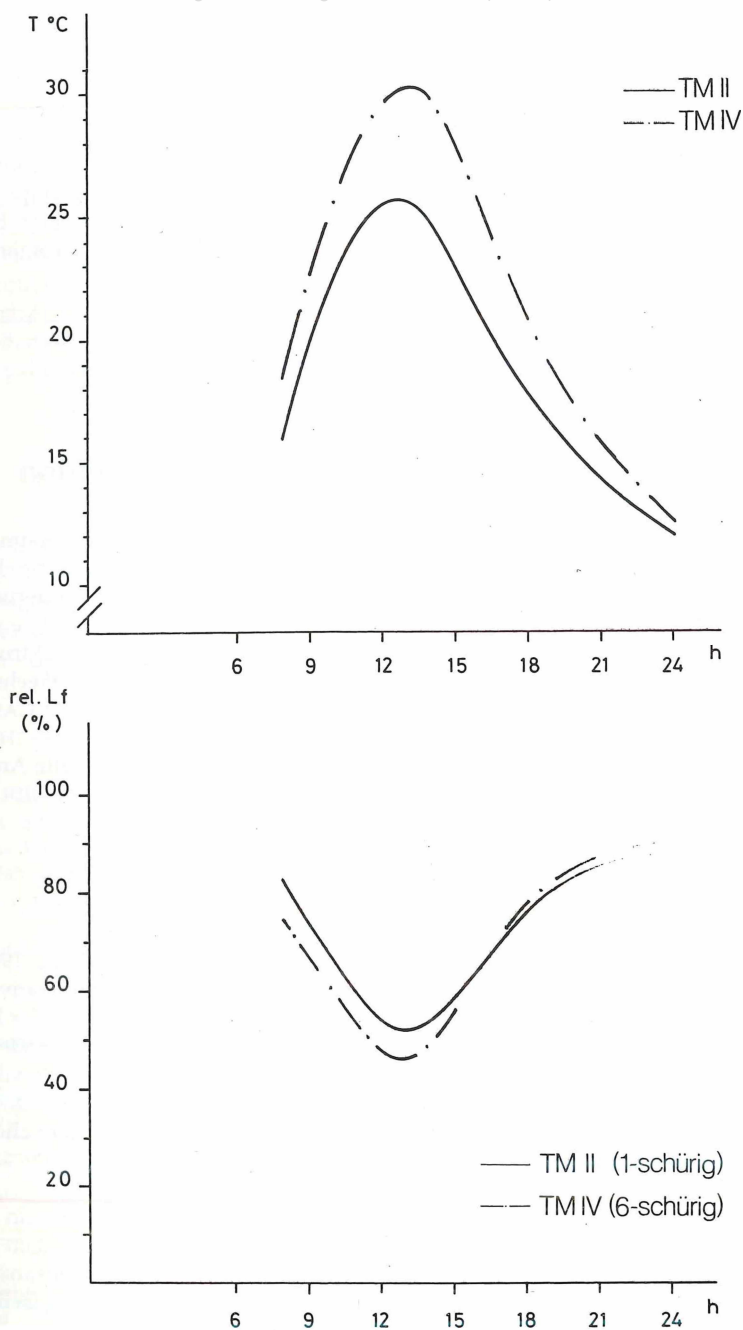


Abb. 4. Durchschnittlicher Tagesgang von Temperatur (oben) und relativer Luftfeuchte (unten) der bodennahen Luftschicht bei unterschiedlicher Pflegeintensität (Messungen wöchentlich von Mitte Juli bis Mitte September bei Strahlungswetterlage).

3. Luftfeuchtigkeit

Die parallel zu den Temperaturmessungen durchgeführten Luftfeuchtigkeitsmessungen mit dem Aspirationspsychrometer ergaben keine eindeutige Abhängigkeit von der Vegetationsbedeckung. In der Ischürigen Wiese (TM II) konnten am Boden während des Tages nur geringfügig höhere Luftfeuchtigkeitswerte festgestellt werden (Abb. 4). Möglicherweise spielt hier die extreme Trockenheit des Meßzeitraums (Mitte Juli bis Ende August 1983) eine Rolle. Nach GEIGER (1950) ist in Trockenzeiten und dann besonders in lichten Beständen eine Steigerung der relativen Luftfeuchtigkeit zwischen den Pflanzen im Vergleich zur Luft über der Vegetation nicht mehr zu beobachten.

IV. Einfluß der Pflegeintensität auf die Vegetation

Die Änderung der Pflegeintensität auf den in der Vegetationsperiode 1982 erstmals extensiv gepflegten Flächen TM I (ungemäht), TM II (1schürig) und TM III (2schürig) bedeutet für die Vegetation des ehemals intensiv gepflegten Parkrasens eine Änderung der Konkurrenzverhältnisse, wodurch eine sekundäre Sukzession (ELLENBERG 1978) eingeleitet wird, die in einer Veränderung der Dominanzverhältnisse und des Artenspektrums ihren Ausdruck findet (KLAPP 1965). Angaben über pflanzliche Sukzession bei Wechsel des Pflege- oder Bewirtschaftungsmodus auf Acker und Grünland finden sich bei CAMPINO (1978), DIERSCHKE (1980), ELLENBERG (1978), KLAPP (1965), MEISEL u. HÜBSCHMANN (1975), SCHMIDT (1981), SCHREIBER (1977, 1980) und SCHWAAR (1977). Spezielle Angaben über Sukzessionen, ausgehend von Parkrasen, liegen bei KLAPP (1965) und MÜLLER u. SCHMIDT (1982) vor.

1. Ausgangsbesiedlung bei Versuchsbeginn

Ausgangspunkt des Sukzessionsgeschehens im Stadtbereich (TM) im Frühjahr 1982 war ein in Artenspektrum und Dominanzverhältnissen homogener Parkrasen mit relativ hoher Artenzahl und hohem Kräuteranteil (Tab. 1). Die hohe Artenzahl ist durch die für Rasenflächen relativ geringe Pflegeintensität von ca. 10 Schnitten pro Vegetationsperiode zu erklären, während auf intensiv gepflegten Zierrasen zwischen 12 und 24 Schnitte vorkommen. Der hohe Kräuteranteil weist außerdem auch auf die Magerkeit des Standorts hin (TRAUTMANN und LOHMEYER 1975). Als Magerkeitsanzeiger kann das Vorherrschen von *Plantago lanceolata* als Art magerer Wiesen, Weiden und Parkrasen (OBERDORFER 1970) auf allen Flächen des Stadtbereichs (TM) gelten.

Pflanzensoziologisch war die gesamte Fläche des Reservats „Tirpitzmole“ als ein mageres *Lolio-Cynosuretum* einzustufen (in Anlehnung an KLAPP 1965). Abweichungen davon ergaben sich im knicknahen Bereich mit geringeren Anteilen von Magerkeitsanzeigern und an einigen vor der Einzäunung stark betretenen Pfaden, wo Arten der Trittgesellschaften zu stärkerer Entwicklung kamen.

Die Vergleichsfläche „Steenbeker Weg“ am Stadtrand (SW I), die mit Versuchsbeginn ebenfalls eine Pflegeänderung erfuhr (von bisher Ischüriger Wiese zur Wiesenbrache), wurde im Rahmen der Untersuchung in zwei Bereiche unterteilt:

- a) in den vom Straßenneubau wenig beeinflussten, östlichen Bereich, der in Anlehnung an KLAPP (1965) und ELLENBERG (1978) als dem *Arrhenatheretum elatioris* (Glatthaferwiese) nahestehend bezeichnet werden kann und
- b) in den westlichen Teil, der nach Abschluß der Straßenbauarbeiten 1976 eingesät und darauf bis 1982 mehrschurig gemäht wurde. Dieser Bestand wurde vom Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) geprägt.

Der gesamte Bewuchs war hier lichter als im östlichen, älteren Bereich, und so bestimmten neben den Gräsern bodenblattreiche Kräuter, wie zum Beispiel *Plantago lanceolata*, und Pflanzen mit niedrigem Wuchs das Bild der Vegetation.

Die pflanzensoziologische Einordnung der relativ jungen, eingesäten Wiese war schwierig durchzuführen, da hier noch kein stabiles Artengefüge entstanden war.

Aus diesem Grund soll im Folgenden nur der östliche, historisch ältere Teil des Untersuchungsgebietes am Stadtrand (SW I) zu Vergleichszwecken herangezogen werden.

2. Änderung von Artenzahl und Artenspektrum

Die Gesamtartenzahlen der Versuchsflächen wurden jeweils Mitte Juni 1982 und 1983 ermittelt.

Zu Beginn des Versuchs im Juni 1982 lagen die Gesamtartenzahlen der Teilflächen des Stadtbereichs (TM) mit durchschnittlich 32.5 Arten pro Teilfläche (Aufnahmefläche ca. 1000 m²) deutlich unter dem Vergleichswert der Wiese am Stadtrand (SW I) mit 49 Arten

Tab. 1: Vollständige Artenliste und Veränderungen des Deckungsgrades der Vegetation nach einem Jahr bei unterschiedlicher Pflegeintensität. Nomenklatur nach OBERDORFER (1970); Schätzskala der Artenmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET (1951); Termin der Vegetationsaufnahme: Juni 1982 und Juni 1983; Mahdeinfluß: Einfluß häufiger Mahd (mehr als 2 Schnitte/Jahr) nach SCHMIDT (1981), + positiv, – negativ, / indifferent

Versuchsfläche		SW 1		TM I		TM II		TM III		TM IV		Mahd- einfluß
Schnittanzahl/Jahr		0		0		1		2		3		
		82	83	82	83	82	83	82	83	82	83	
Tragopogon	pratensis	r	r									—
Daucus	carota	r	r									—
Knautia	arvensis	r	r									—
Anthriscus	sylvestris	1	1									—
Urtica	dioica	+	r									—
Veronica	chamaedrys	+	+									—
Lathyrus	pratensis	2	2									—
Vicia	sepium	2	2									—
Vicia	tetrasperma	+	+									—
Rumex	acetosa	r	r									—
Heracleum	sphondylium	r	r		r							—
Senecio	jacobea	r	r		r							—
Rumex	crispus	1	1		r							—
Rumex	obtusifolius	r	r		r							—
Chrysanthemum	leucanthemum	+	r					r				—
Stellaria	graminea				+							—

Versuchsfläche Schnittanzahl/Jahr		SW 1		TM I		TM II		TM III		TM IV		Mahd- einfluß
		0		0		1		2		3		
		82	83	82	83	82	83	82	83	82	83	
Ranunculus	acris	1	1		r		r					—
Hypericum	perforatum				r				r			—
Equisetum	arvense	+	r	+	r	r		+	r			—
Vicia	cracca	r	r		r	r			r			—
Hypochaeris	radicata	+	r	+		r	r	r		r		/
Cirsium	vulgare	r	r				r		r	r	r	—
Cirsium	arvense	1	1	r	+		+	+	1		+	—
Leontodon	autumnalis	r		r	r	r	r	+	+	r	r	+
Crepis	capillaris	r		+	r	r	r	+	+	r	r	/
Bellis	perennis	+	+	2	+	1	1	2	2	2	2	+
Achillea	millefolium	+	r	1	+	1	+	1	+	1	1	/
Taraxacum	officinale	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	+
Ranunculus	repens	1	1	1	1	1	+	1	+	1	1	/
Cerastium	fontanum	1	+	1	+	+	+	1	+	1	+	+
Potentilla	anserina	+	r	+	+	+	+	1	+	1	+	+
Prunella	vulgaris	r	r	1	1	2	1	2	1	2	2	+
Plantago	lanceolata	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	/
Trifolium	repens	2	+	2	+	1	1	2	1	2	2	+
Trifolium	dubium	1	+	1	r	1	+	1	+	+	+	+
Medicago	lupulina	1	+	1	r	2	1	2	1	2	2	+
Glechoma	hederacea			1	+	+	+	1	+	1	1	/
Veronica	serpyllifolia			r		r		+		+	r	+
Hieracium	pilosella			+	r	+	1	+	+			+
Plantago	major				r		r					—
Campanula	rapunculoides			r	r	r	r	r				—
Potentilla	reptans					+	1	+	r			+
Trifolium	medium						r		r			—
Galium	mollugo					r			r	r	r	—
Plantago	media									r	r	/
Arrhenatherum	elatius	+	+									—
Festuca	pratensis	3	3									/
Alopecurus	pratensis	+	+									—
Anthoxanthum	odoratum	r	r									—
Festuca	arundinacea				r							—
Agrostis	gigantea				+		r					—
Agropyron	repens			r	+	r	+					+
Festuca	rubra	+	+	3	4	3	3	3	3	3	3	+
Agrostis	stolonifera	+	+	2	2	2	2	2	2	2	2	+
Agrostis	tenuis	+	+	2	2	2	2	2	2	2	2	+
Poa	trivialis	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	/
Poa	pratensis	1	1	+	1	+	1	+	+	+	+	—
Dactylis	glomerata	1	1	r	r	r	r	r	r	r	r	—
Phleum	pratense	+	+	r	+	r	+	+	+	r	+	—
Holcus	lanatus	1	+	1	1	1	+	1	+	+	+	—
Lolium	perenne	1	1	r	r	r	r	r	r	r	r	+
Cynosurus	cristatus	+	+	r	r	+	+	+	r	r	r	+
Festuca	ovina			+	+	+	+	+	+	+	+	+
Poa	annua									+	+	+
Carex	muricata										r	/
Carex	hirta	+	+			+	1	+	1			—
Artenzahl	Gesamt	49	47	32	41	33	40	34	35	31	32	

Diese Werte entsprechen in etwa den von KLAPP (1965) genannten, mittleren Artenzahlen von Talglatthaferwiesen mit ca. 40 Arten und Weidelgrasweiden mit etwa 30 Arten.

Insgesamt wurden im Stadtbereich (TM) im Juni 1982 39 Arten festgestellt, wovon 29 Arten auch auf der Vorstadtwiese (SW I) gefunden wurden. Dies sind vor allem die Arten des Wirtschaftsgrünlands (*Molinio-Arrhenatheretea*), die sowohl in Wiesen als auch in Weiden anzutreffen sind (vgl. KLAPP 1965). Die typischen Arten der Ein- und Zweimähwiesen fehlen im Untersuchungsgebiet des Stadtbereichs weitgehend.

Die Gesamtartenzahlen waren im Stadtbereich (TM) innerhalb eines Jahres auf allen Versuchsflächen (TM I–IV) gestiegen. Diese Steigerung war jedoch nur auf der 1schürigen (TM II) und der ungemähten Wiese (TM I) deutlich ausgeprägt (Tab. 2). Die Veränderung von Artenzahlen und Artenspektrum ergeben sich aus Abb. 5 und Tab. 2.

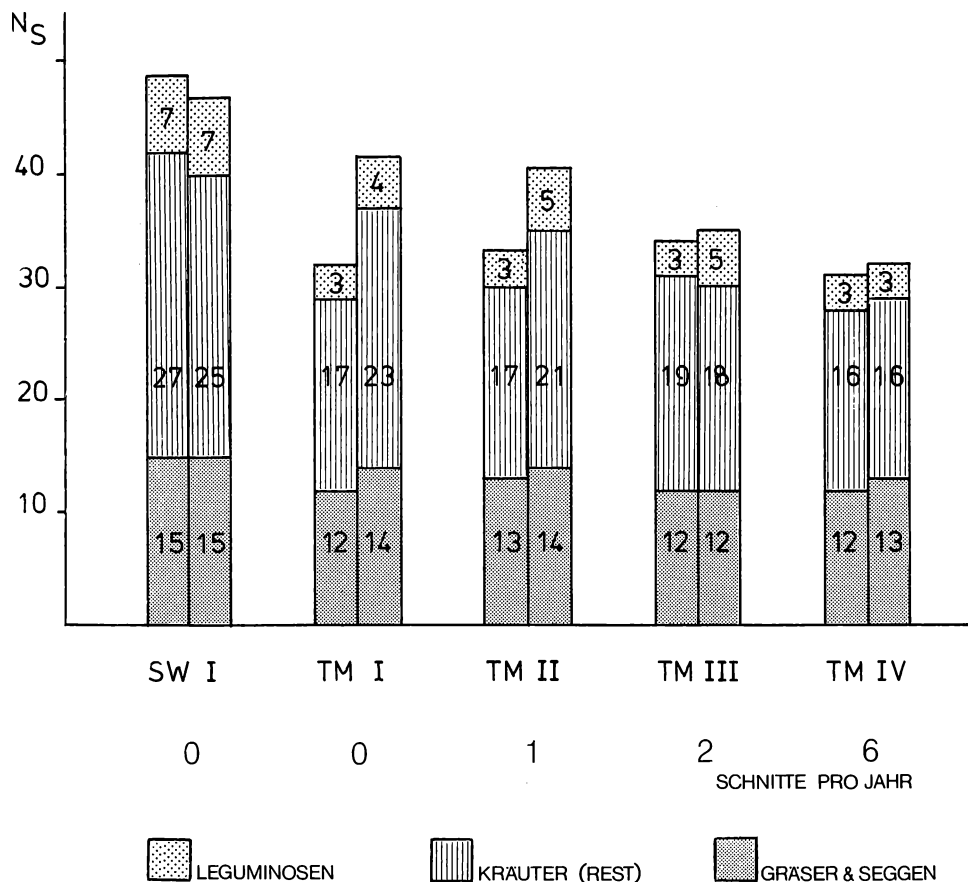


Abb. 5. Veränderung der Artenzahlen von Pflanzen innerhalb von Artengruppen bei unterschiedlicher Pflegeintensität. Linke Säule: Artenzahl (Ns) im Juni 1982; rechte Säule: im Juni 1983.

Tab. 2: Artengewinne (+) und Artenverluste (-) der Flora bei unterschiedlicher Pflegeintensität im 2. Untersuchungsjahr auf der Basis der Angaben aus Tabelle 1.

Versuchsfläche Schnittanzahl/Jahr		SW I 0	TM I 0	TM II 1	TM III 2	TM IV 6
Artengewinne						
Rumex	obtusifolius		+			
Vicia	cracca		+	+	+	
Heracleum	sphondylium		+			
Senecio	jacobea		+			
Ranunculus	acris		+	+		
Rumex	crispus		+			
Plantago	major		+	+		
Hypericum	perforatum		+		+	
Stellaria	graminea		+			
Festuca	arundinacea		+			
Agrostis	gigantea		+	+		
Trifolium	medium			+	+	
Galium	mollugo			+	+	
Cirsium	arvense			+		+
Cirsium	vulgare			+		
Artenverluste						
Crepis	capillaris	-				
Leontodon	autumnalis	-				
Veronica	serpyllifolia			-	-	
Hypochoeris	radicata		-		-	-
Chrysanthemum	leucanthemum				-	
Campanula	rapunculoides				-	

3. Deckungsgradverschiebungen bei unterschiedlicher Pflegeintensität

Die in Abb. 6 berücksichtigten Werte wurden auf Dauerquadraten von 4 m² pro Teilfläche ermittelt. Am bedeutendsten erscheint die starke Abnahme der Leguminosen (*Trifolium repens*, *Trifolium dubium* und *Medicago lupulina*) auf allen extensiv gepflegten Flächen des Stadtbereichs (TM) und der wachsende Deckungsgradanteil der Gräser. Abnehmende Tendenz zeigen auch andere Arten der Weidelgrasweiden und Parkrasen, wie z. B. *Bellis perennis* in der ungemähten Fläche (TM I), *Prunella vulgaris* in allen extensiv gepflegten Flächen (TM I–III).

Die Abnahme der Weide- und Rasenarten ist zum Teil durch die Beschattungswirkung der hochwachsenden Vegetation auf den extensiv gepflegten Flächen (TM I–TM III) zu erklären, da sie nur bei häufigem Schnitt konkurrenzfähig bleiben.

Zum anderen kann der Rückgang der Kräuter mit der Sommertrockenheit des ersten Untersuchungsjahres 1982 in Zusammenhang gebracht werden. Für diese Interpretation spricht die Abnahme der Leguminosen auch in der 6schürigen Fläche (TM IV).

Cirsium arvense erreichte als einzige Krautpflanze auf allen extensiv gepflegten Flächen einen bedeutenden Zuwachs im Deckungsgrad. Diese Art besiedelte als Ruderalpflanze und Weideunkraut schnell kahle Stellen, die durch Trockenschäden entstanden. *Cirsium arvense* gelangte auch nach Untersuchungen von SCHWAAR (1977) auf Grünlandbrachen schon nach einem Jahr zur Dominanz.

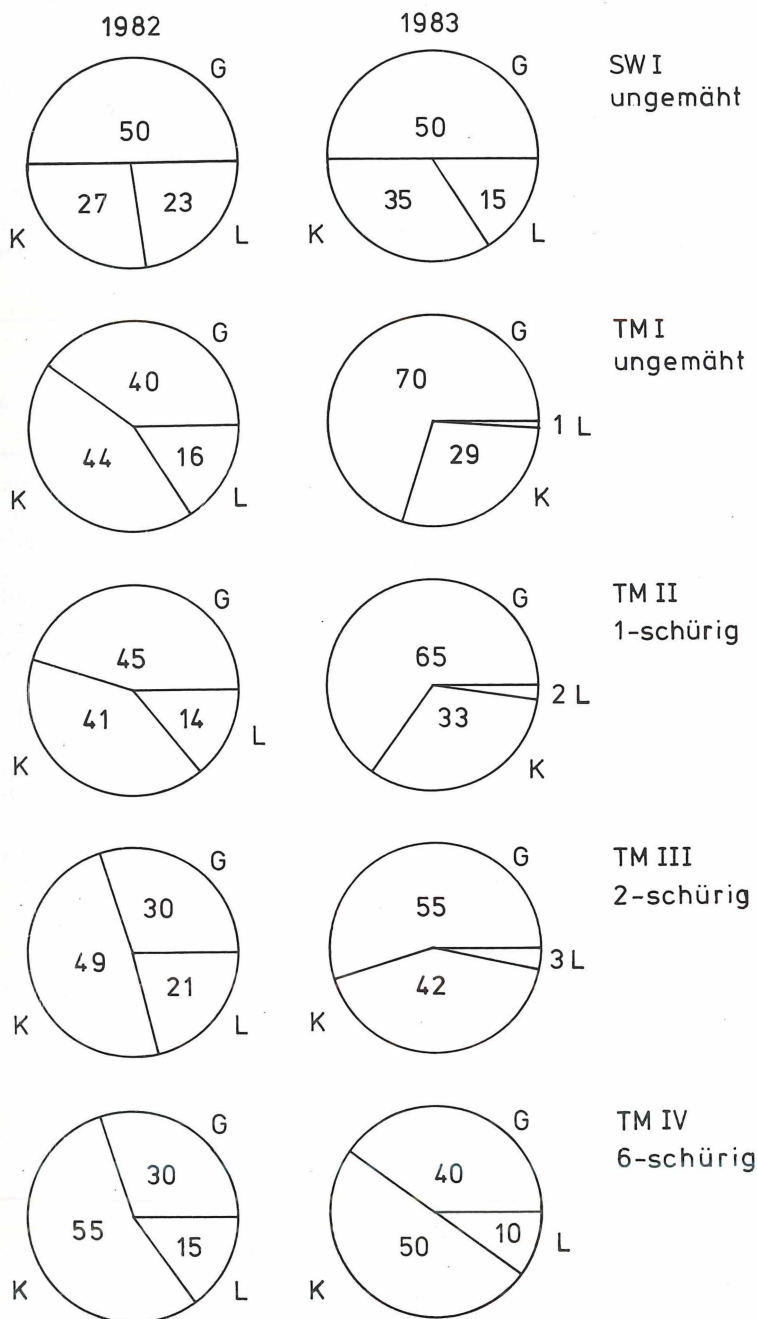


Abb. 6. Deckungsgradverschiebungen der Artengruppen Gräser und Seggen (G), Leguminosen (L) und restliche Kräuter (K) nach einem Jahr. Erfassungszeitpunkt jeweils Ende Juni (Angaben in %-Deckungsgrad).

4. Floristische Ähnlichkeit der Untersuchungsflächen

Zur Ermittlung der floristischen Ähnlichkeit wurde der Präsenz-Gemeinschaftskoeffizient nach JACCARD verwendet, d. h. das in Prozent ausgedrückte Verhältnis der Artenübereinstimmung zweier Gebiete oder Populationen (BRAUN-BLANQUET 1951). Dabei ist allein das Vorhandensein oder Fehlen von Arten ausschlaggebend. Die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Arten bleibt dabei unberücksichtigt. Nach ELLENBERG (1956) ist der Präsenz-Gemeinschaftsquotient gleich der Zahl der gemeinsamen Arten, ausgedrückt in Prozent sämtlicher Arten, die in beiden Aufnahmen vorkommen. Man berechnet ihn nach der Formel:

$$G_p = \frac{P_c}{P_a + P_b + P_c} \cdot 100 (\%)$$

wobei P_c die Zahl der gemeinsamen Arten, P_a die Zahl der nur in der ersten Aufnahme und P_b die Zahl der nur in der zweiten Aufnahme vorhandenen Arten bedeutet.

Die Artenähnlichkeit wurde aus den Angaben der Tabelle 1 errechnet. Die dabei ermittelten Werte sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Daraus läßt sich eine deutliche floristische Eigenständigkeit der beiden Untersuchungsgebiete am Stadtrand (SW I) und in der Stadt (TM I–IV) sowohl zu Versuchsbeginn als auch nach einem Jahr Versuchsdauer ablesen.

Die größte Artenähnlichkeit mit der Glatthaferwiese am Stadtrand (SW I) zeigt jedoch im zweiten Untersuchungsjahr die ungemähte Fläche (TM I) mit 50 %, die geringste die 6schürige Rasenfläche (TM IV) mit 41 % Ähnlichkeit. Die beiden 1- und 2schürig gemähten Wiesen (TM II und TM III) liegen zwischen diesen Werten. Bedeutendere Verschiebungen der floristischen Ähnlichkeit konnten für die Teilflächen innerhalb des Stadtbereichs (TM) festgestellt werden. Zu Versuchsbeginn zeigten die bisher gleichartig als Parkrasen gepflegten Teilflächen eine Artenähnlichkeit von durchschnittlich 82 %.

Die höchsten Artenähnlichkeiten weisen nach einem Jahr die Flächenpaare TM I/TM II, TM II/TM III und TM III/TM IV auf. Die größten Artenähnlichkeiten stimmen also mit der größtmöglichen Ähnlichkeit der Pflegeintensität überein.

Die Abnahme aller Gemeinschaftskoeffizienten der Artenähnlichkeit im zweiten Versuchsjahr läßt bei weiterer Anwendung eines gestuften, extensiven Pflegekonzepts eine Auseinanderentwicklung der unterschiedlich gepflegten Flächen erwarten.

Tab. 3: Arten-Gemeinschaftskoeffizient nach JACCARD zu Versuchsbeginn in % Ähnlichkeit.
SW I = ungemäht, TM I = ungemäht, TM II = 1-schürig, TM III = 2-schürig, TM IV = intensiv gepflegt

	Versuchsbeginn				
	SW I	TM I	TM II	TM III	TM IV
SW I	/	47.3	46.4	50.9	45.5
TM I	50.0	/	91.2	88.6	77.1
TM II	47.5	72.3	/	91.4	70.3
TM III	46.4	65.2	82.9	/	71.1
TM IV	41.1	45.6	62.2	71.8	/

nach einem Jahr

5. Einfluß der Pflegeintensität auf die Vegetationsstruktur

Die Vegetationsstruktur der untersuchten Flächen unterschied sich hauptsächlich in der Vegetationshöhe, der Dichte des Pflanzenbewuchses, dem Anteil vor allem Vertikalstrukturen bildender Gräser und Horizontalstrukturen bildender Kräuter. Auffällig war zudem ein unterschiedlicher Anteil an Pflanzen mit hoher Standfestigkeit. Weiterhin wurde eine unterschiedliche Ausprägung und Anzahl mehr oder weniger deutlicher Horizonte festgestellt (Tab. 4).

Tab. 4: Strukturcharakteristika der Vegetation im Überblick bei unterschiedlicher Pflegeintensität im zweiten Untersuchungsjahr 1983. Für die Ausbildung der Horizonte wurden folgende Größen angegeben: 3 = ausgeprägt vorhanden, 2 = vorhanden, 1 = spärlich vorhanden, – = fehlend. Termin: Höchststand Ende Juni 83 (dicht: > 70 %, locker: 30–70 %, licht: < 30 % Bodenoberfläche beschattet).

Versuchsfläche Schnitte/Jahr	SW I 0	TM I 0	TM II 1	TM III 2	TM IV 6
Vegetationshöhe (maximal) (cm)	150	80	80	70	25
Vegetationshöhe der Hauptpflanzenmasse (cm)	80	30	30	20	6
Bewuchsdichte	dicht	locker- (liegend)	locker	licht	licht
Kräuter/Gräser-Verhältnis (%)	50/50	30/70	35/65	45/55	60/40
Horizonte:					
Moosschicht	– 3 cm	1	1	2	3
Bodenblatth.	– 7 cm	2	1	2	3
Streuschicht	– 15 cm	3	3	2	1
unterer Blütenh.	– 25 cm	2	1	2	3
oberer Blatth.	– 80 cm	3	1	1	–
oberer Blütenh.	–150 cm	3	1	1	–

Der dichte Bewuchs der Wiese am Stadtrand (SW I) wird sowohl durch hohen Wuchs und hohen Kräuteranteil als auch durch das Vorherrschen hochwüchsiger Kräuter, wie *Anthriscus silvestris*, *Ranunculus acer*, *Lathyrus pratensis* und *Vicia sepium* hervorgerufen.

V. Einfluß der Pflegeintensität auf die Arthropodenfauna

Unter dem Einfluß der unterschiedlichen Pflegeintensitäten unterliegt die Fauna des ursprünglich intensiv gemähten „Parkrasens“ veränderten Umweltbedingungen.

Richtung und Geschwindigkeit des Sukzessionsgeschehens auf den extensiv gepflegten Flächen im Stadtbereich (TM) konnten durch den Vergleich mit einer langjährigen Wiese im wenig anthropogen beeinflussten Stadtrandbereich (SW) eingeschätzt werden.

Die ökologische Analyse erfolgte auf Artenbasis anhand der Laufkäfer (Carabidae) und Spinnen (Araneae). Die restlichen Arthropoden-Taxa wurden weitgehend auf Familienniveau behandelt.

Tab. 5: Aktivitätsdichte der Fauna der Bodenoberfläche von Grünland bei unterschiedlicher Pflegeintensität.

Angaben als Summe aller Bodenfallenfänge vom 1. 5. – 1. 10. 1983, entsprechend 40 Fallen/Fläche × Untersuchungszeitraum

Untersuchungsfläche Schnittanzahl/Jahr	SW I 0	TM I 0	TM II 1	TM III 2	TM IV 6
Sciaridae	55	70	31	42	70
Cecidomyiidae	25	12	–	12	8
Mycetophilidae	21	15	14	1	19
Ceratopogonidae	–	6	–	2	2
Chironomidae	1	3	2	5	4
Bibionidae	2	–	–	–	–
Psychodidae	6	3	–	1	–
Tipulidae	28	6	6	5	–
NEMATOCERA (ges.)	138	115	53	68	103
Oscinellinae	4	24	25	59	196
Chloropinae	7	7	2	8	4
Agromyzidae	1	2	18	–	3
Phoridae	919	334	209	218	231
Sphaeroceridae	712	259	209	320	218
Drosophilidae	13	3	–	1	1
Sepsidae	3	11	3	3	3
Lonchopteridae	67	41	15	16	17
Syrphidae	1	2	1	–	–
Dolichopodidae	22	63	83	74	28
Empididae	22	3	2	4	7
Palloppteridae	25	–	1	5	16
Acalypt. (sonstige)	31	34	17	28	29
ACALYPTRATAE (ges.)	1817	783	587	736	753
Muscidae	39	15	1	25	16
Calliphoridae	34	10	5	3	1
Sarcophagidae	–	11	3	8	4
Scatophagidae	3	–	1	3	22
CALYPTRATAE (ges.)	76	36	10	39	43
Formicinae	336	732	620	828	742
Myrmicinae	8	175	278	292	271
Vespoidea/Apoidea	2	3	5	5	23
Ichneumonidae	98	92	64	29	61
Braconidae	22	38	19	7	55
Cynipidae	2	6	7	8	5
Sphecidae	–	–	1	–	–
Chalcidoidea	33	69	66	43	39
Proctotrupoidea	302	260	215	322	391
Bethylidae	1	–	–	–	1
Tenthredinidae Larven	6	8	4	2	3
HYMENOPTERA (ges.)	820	1383	1279	1536	1591
Carabidae	660	188	143	118	210
Staphylinidae	942	471	339	518	540
Halticinae	112	366	187	266	960

Untersuchungsfläche Schnittanzahl/Jahr	SW I 0	TM I 0	TM II 1	TM III 2	TM IV 6
Silphidae	831	69	20	5	–
Curculionidae	60	65	20	69	116
Elateridae	22	28	8	71	123
Coccinelidae	20	5	3	4	27
Byrrhidae	3	26	20	40	23
Chrysomelidae	–	3	–	–	1
Hydraenidae	3	8	14	16	20
Dytiscidae	2	20	17	39	21
Cryptophagidae	4	–	–	1	7
Lathridiidae	7	2	–	2	17
Catopidae	57	12	1	6	92
Ptiliidae	16	2	5	5	5
Coleopt. (Larven)	269	142	142	180	108
Coleopt. (sonstige)	49	–	7	10	10
COLEOPTERA (ges.)	3057	1407	926	1350	2280
Miridae	3	–	3	–	1
Nabidae	9	1	–	–	–
Tingidae	–	1	2	1	17
Berytidae	1	–	–	–	–
Lygaeidae	5	32	15	12	280
HETEROPTERA (ges.)	18	34	20	13	298
Jassidae	503	153	278	188	154
Delphacidae	21	30	30	11	1
Megophthalminae	3	5	7	3	1
CICADINA (ges.)	527	188	315	202	156
APHIDINA	3	120	24	26	100
LEPIDOPTERA	9	61	7	22	34
DERMAPTERA	–	1	28	52	53
ORTHOPTERA	1	1	1	1	–
Lithobiidae	38	29	55	126	55
Polydesmidae	137	117	140	200	242
Iulidae	91	321	419	662	574
MYRIOPODA (ges.)	266	467	614	999	871
ARANEAE	1562	2263	1850	1764	2563
OPILIONES	354	40	42	18	10
ISOPODA	184	30	32	26	17
LUMBRICIDAE	8	11	19	20	24
GASTROPODA	33	26	13	7	13
Individuenzahl (ges.)	8905	6981	5822	6879	8909
Aktivitätsdichte/Falle	223	175	146	172	223

1. Einfluß der Pflegeintensität auf höhere Arthropodentaxa

1.1. Übersicht über die epigäische Arthropodenfauna

In Tab. 5 wird eine Übersicht über alle berücksichtigten Arthropodentaxa der untersuchten Grünlandbiotope im 2. Versuchsjahr gegeben. Für alle hemimetabolen Arthropoden-Taxa, sowie für Schmetterlinge (Lepidoptera) und Blattwespen (Symphyta), beinhalten die Zahlenangaben auch subadulte Stadien. Ansonsten sind juvenile Stadien getrennt angegeben.

Spingschwänze (Collembola), Milben (Acari) und Fransenflügler (Thysanoptera) wurden in so großer Zahl erfaßt, daß sie aus zeitlichen Gründen nicht ausgewertet werden konnten.

1.2. Gesamtindividuenzahl der Arthropodenfauna des Epigais bei unterschiedlicher Pflegeintensität

Übereinstimmend hohe Individuenzahlen weisen die Wiese am Stadtrand (SW I) und der 6schurig gemähte Rasen (TM IV) im Stadtbereich auf (Tab. 5). Die erstmals 1982 extensiv gepflegten Teilflächen des Untersuchungsgebietes im Stadtbereich (TM) zeigen im zweiten Versuchsjahr 1983 deutlich niedrigere Individuenzahlen. Die Fangzahlen für die ungemähte Fläche (TM I) betragen nur noch 78 %, für die 2schürige Fläche (TM III) 77 % und für die 1schürige Fläche 65 % des Maximalwertes (TM IV). Vom Rückgang der Individuenzahlen sind vor allem die Spinnen (Araneae) der 1schürigen und 2schürigen Flächen und die Käfer (Coleoptera) aller extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) im Stadtbereich betroffen. Die gesunkenen Individuenzahlen lassen sich möglicherweise folgendermaßen erklären:

1. Die häufigere Störung der Arthropodenfauna des 6schürigen Rasens durch den Mahdvorgang löst Fluchtbewegungen der Tiere aus. Die erhöhte Aktivität macht sich dann in höheren Fangzahlen bemerkbar.
2. Die auf der ungemähten Wiese (TM I) anfallende Streu und der dichte Wuchs der Gräser, die auf allen extensiv gepflegten Flächen steigende Deckungsgradanteile erreichen, setzen der Lauf-Aktivität der Tiere einen höheren Widerstand entgegen. Dieser höhere Raumwiderstand verringert die pro Zeiteinheit zurückgelegte Laufstrecke von Arthropoden (HEYDEMANN 1956) und somit ihre mit Bodenfallen ermittelte Aktivitätsdichte.
3. Der Rückgang der Individuenzahl auf den extensiv gepflegten Flächen ist Ausdruck einer zoozönotischen Sukzession. Die Pflegeänderung wirkt sich auf die Individuenzahl zunächst negativ aus, da sich bei den speziell an die Umweltbedingungen des intensiv gemähten Rasens (TM IV) angepaßten Arthropoden bei Wechsel der abiotischen und biotischen Verhältnisse die Besiedlungsdichte durch höhere Sterbe- oder Abwanderungsraten vermindert. Diese Verluste könnten entweder durch biotopeigene, mehr an höhere Vegetation angepaßte Arten oder durch Zuwanderung neuer Arten aus anderen Lebensräumen ausgeglichen werden. Die Immigration neuer Arten ist jedoch durch die isolierte Lage des innerstädtischen Biotops (TM) erschwert, so daß die Verluste innerhalb der Versuchszeit von 2 Jahren noch nicht ausgeglichen werden konnten.

1.3. Anteile einzelner Arthropoden-Taxa am Gesamtfang

Die vier unterschiedlich gepflegten Teilflächen des Untersuchungsgebietes im Stadtbereich (TM) stimmen nach zwei Jahren Versuchsdauer in den Anteilen der höheren Taxa der

Arthropoden des Epigäions noch weitgehend überein (Tab. 6). Allen Flächen im Stadtbereich (TM) gemeinsam ist die hohe Dominanz der Araneae mit 25–32 % Individuen-Anteil am Gesamtumfang.

Die Reihenfolge der Gruppen-Dominanz ist bei der ungemähten Wiese (TM I) im Vergleich zum 6schürigen Rasen (TM IV) fast völlig erhalten geblieben.

Abweichungen innerhalb der Flächen des Stadtbereichs (TM) ergeben sich für die Heteroptera, die im 6schürigen Rasen einen relativ hohen Anteil an der Fauna der Bodenoberfläche stellen, in den weniger häufig gemähten Flächen jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielen (Tab. 6). Dabei handelt es sich fast ausschließlich um Lygaeidae, die sich vorwiegend an besonnter Bodenoberfläche aufhalten und vorzugsweise trockenere Lebensräume besiedeln (REMANE 1958).

Tab. 6: Prozentualer Anteil verschiedener Arthropoden-Taxa an der Fauna der Bodenoberfläche im zweiten Versuchsjahr 1983.

Versuchsfläche Schnittanzahl/Jahr	SW I 0	TM I 0	TM II 1	TM III 2	TM IV 6
Araneae (Spinnen)	17,5	32,4	31,8	25,6	28,8
Coleoptera (Käfer)	34,3	20,2	15,9	19,6	25,6
Hymenoptera (Hautflügler)	9,2	19,8	22,0	22,3	17,9
Diptera (Zweiflügler)	22,8	13,4	11,2	12,3	10,1
Myriapoda (Tausendfüßer)	3,0	6,7	10,5	14,5	9,8
Heteroptera (Wanzen)	0,2	0,5	0,3	0,3	3,3
Homoptera (Gleichflügler)	6,0	4,4	5,8	3,3	2,9
Opiliones (Weberknechte)	4,4	0,8	0,8	0,3	0,2
Isopoda (Asseln)	2,1	0,4	0,5	0,4	0,2
Gesamt	99,5	98,6	98,8	98,6	98,8

Die Vorstadtwiese (SW I) zeigt eine völlig andere Zusammensetzung der epigäischen Arthropodenfauna. Hier dominieren Coleoptera vor Diptera und Araneae. Die Hymenoptera folgen hier erst an vierter Stelle. Nur im Vorstadtbereich (SW I) sind Opiliones (4,4 %) und Isopoda (2,1 %) in bemerkenswerten Anteilen vertreten. Die Dominanz der höheren Taxa der epigäischen Fauna dieser langjährig als Heuwiese genutzten Fläche (SW I) stimmt mit den entsprechenden Untersuchungen in Wiesenbiotopen (BONESS 1953) und auf Feldern (TISCHLER 1958) weitgehend überein.

Schon beim Vergleich höherer Taxa zeigt sich, daß die epigäische Fauna des intensiv gepflegten, kurzrasigen Grünlands (TM IV) im Stadtbereich wenig Ähnlichkeit mit der von Wiesen aufweist.

Die Änderung der Pflegeintensität auf den Flächen TM I, II und III bewirkte im 2. Untersuchungsjahr nur geringe Verschiebungen im Anteil der Arthropoden-Taxa.

1.4. Vergleichende Betrachtung einzelner Arthropoden-Taxa

Der folgenden Darstellung über die ökologische Verteilung der wichtigsten Tiergruppen auf die unterschiedlich gepflegten Grünlandbiotope liegen die quantitativen Daten aus Tab. 5 zugrunde.

Es werden nur solche Taxa erwähnt, für die eindeutige ökologische Verteilungsschwerpunkte festgestellt werden konnten.

1.4.1. Nematocera (Mücken)

Die Nematocera zeigen im Vergleich zum 6schürigen Rasen (TM IV) auf der 1schürig und 2schürig gemähten Fläche (TM II, III) einen Rückgang der Aktivitätsdichte. Vor allem die saprophagen, meist am Boden lebenden Sciaridae (BONESS 1953) sind hiervon betroffen. Möglicherweise ist dieser Rückgang durch die geringen Detritusmengen dieser beiden Flächen zu erklären. Das Schnittgut wurde hier jeweils kurz nach der Mahd entfernt.

Ein eindeutiger Verteilungsschwerpunkt innerhalb der Nematocera ist außerdem für die Tipulidae im extensiv gemähten und ungemähten Bereich festzustellen. Im 6schürigen Rasen (TM IV) fehlen die Tipulidae völlig. Auf den extensiv gepflegten Flächen TM I, TM II und TM III treten sie in Bodenfallen mit wenigen Exemplaren in Erscheinung.

1.4.2. Brachycera (Fliegen)

Die Verteilung der Brachycera auf die unterschiedlich gepflegten Flächen im Stadtbereich (TM) ist gleichmäßig. Im Vergleich zur Wiese am Stadtrand (SW) liegt die Aktivitätsdichte der Fliegen jedoch deutlich niedriger. Dabei ist allerdings zu bemerken, daß Bodenfallen für die meisten Fliegenarten keine geeignete Fangmethode darstellen (TISCHLER 1958).

Die meist am Boden lebenden Phoridae und Sphaeroceridae werden jedoch auch in Bodenfallen in großer Anzahl erfaßt. Sie sind auf allen untersuchten Grünlandflächen die häufigsten Dipteren des Epigäions. Diese beiden, meist saprophage Arten umfassenden Familien (BONESS 1953) erreichen auf der Wiese am Stadtrand (SW I) einen Anteil von fast 20 % am Gesamtfang der epigäischen Arthropodenfauna. Dies weist auf die großen Mengen verfallender pflanzlicher und tierischer Substanz in diesem Bereich hin. Die Phoridae erreichen auf der ungemähten Wiese in der Stadt (TM I) eine Steigerung der Aktivitätsdichte von 45 %. Sphaeroceridae treten auf der 2schürigen Wiese (TM III) stärker hervor.

Ebenfalls in Bodennähe halten sich die Lonchopteridae auf. Sie bevorzugen feuchtere Habitate (BONESS 1953) und werden infolgedessen nur in den beiden ungemähten Wiesen am Stadtrand (SW I) und im Stadtbereich (TM I) angetroffen.

Die räuberischen Dolichopodidae, die nach BONESS (1953) ihren Verbreitungsschwerpunkt in feuchteren Wiesen besitzen und gemähte Flächen meiden, zeigen einen Anstieg der Aktivitätsdichte auf den extensiv gepflegten Flächen (TM I, TM II und TM III) des Stadtbereichs.

Empididae sind teils Blütenbesucher und teils Räuber kleinerer Dipteren (BONESS 1953). Sie werden im Stadtgebiet (TM) selten angetroffen und erreichen nur am Stadtrand bemerkenswerte Fangzahlen.

Die deutlichste Veränderung der Dipterenfauna zeigt sich in der stetigen Abnahme der Chloropidae (meist Oscinellinae) mit abnehmender Pflegeintensität. Die in Gräsern minierenden Larven der Halmfliegen bevorzugen junge Meristeme (BONESS 1953, TSCHIRNHAUS 1981), die sie vor allem auf den häufig gemähten Flächen vorfinden. Fliegen aus der Unterfamilie der Oscinellinae wurden auch von SOUTHWOOD und v. EMDEN (1967) auf gemähten Wiesen in größerer Siedlungsdichte als auf ungemähten festgestellt.

1.4.3. Hymenoptera (Hautflügler)

Bei den parasitischen Hymenoptera und den Formicidae ergibt sich insgesamt kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Pflegeintensität und Aktivitätsdichte. Am Stadtrand (SW I) wurden nur noch 60 % des geringsten Wertes der Stadt (TM I) ermittelt.

1.4.4. Coleoptera (Käfer)

Die Coleoptera zeigen die höchste Aktivitätsdichte auf der Wiese am Stadtrand (SW I), wo sie die dominante Arthropodengruppe des Epigäions darstellen.

Die Staphylinidae erreichen die maximale Aktivitätsdichte auf der Wiese am Stadtrand (SW I) mit 24 Individuen pro Falle. Sie sind somit die individuenreichste, epigäische Arthropodenfamilie dieser Untersuchungsfläche. Im Stadtgebiet (TM) wird die Aktivitätsdichte der Staphylinidae bei abnehmender Pflegeintensität reduziert. Der niedrigste Wert ist für die 1schürige Wiese festzustellen.

Bis auf wenige Ausnahmen sind die phytophagen Chrysomelidae in beiden Untersuchungsgebieten nur durch die Halticinae (Erdflöhe) mit der Gattung *Longitarsus* vertreten. Mit ca. 11 % Anteil am Gesamtfang sind sie nach den Micryphantidae die häufigsten Arthropoden der 6schürigen Rasenfläche (TM IV). Sie zeigen bei extensiver Pflege einen Rückgang der Aktivitätsdichte, der am deutlichsten auf der 1schürigen Wiese sichtbar wird. Die Abnahme der Erdflöhe auf den extensiv gepflegten Flächen ist wahrscheinlich durch das Schwinden der dikotylen Pflanzen, die die wichtigste Nahrungsgrundlage dieser Tiere darstellen, zu erklären.

Für zwei weitere Käferfamilien mit vorwiegend phytophagen Arten, die im 6schürigen Rasen hohe Aktivitätsdichten erreichen, ist bei extensiver Pflege ein Rückgang der Aktivitätsdichte festzustellen. Es handelt sich hierbei um die Elateridae und die Curculionidae. Zumindest bei den Curculionidae hat dieser Rückgang mit der zunächst feststellbaren Abnahme ihrer Nahrungspflanzen (meist Dikotyle) auf den extensiv gepflegten Flächen zu tun.

Von den saprophagen und oft auch carnivoren Silphidae zeigt vor allem die hier vertretene Art *Silpha tristis* eine eindeutige Verteilung auf die Versuchsflächen. Während sie auf der Wiese am Stadtrand (SW I) zu den häufigsten Arthropoden der Bodenoberfläche gehört, fehlt sie im 6schürigen Rasen in der Stadt (TM VI) völlig. Auf den extensiv gemähten Flächen nimmt sie mit abnehmender Pflegeintensität zu.

Ihre zum Teil nekrophage Ernährung (TISCHLER 1965) legt die Vermutung nahe, daß ihr Auftreten in bestimmtem Umfang mit dem von Mäusen korreliert ist, die in größerer Zahl auf der Wiese am Stadtrand in den Bodenfallen gefangen wurden, im 6schürigen Rasen dagegen überhaupt nicht.

1.4.5. Heteroptera (Wanzen)

Die Wanzen sind normalerweise ein typisches Faunenelement der Krautschicht von Wiesen (BONESS 1953, MARCHAND 1953, REMANE 1958). Die Lygaeidae erreichen im 6schürigen Rasen eine hohe Aktivitätsdichte und werden bei zunehmender Rasenhöhe stark reduziert. Ihr maximales Auftreten gerade während der Trockenperiode von Mitte Juli bis Ende August 1983 weist darauf hin, daß die im 6schürigen Rasen vorkommenden Lygaeiden-Arten xerophile Arten sind. Nach REMANE (1958) sind die Lygaeidae häufig in trocken-warmen Biotopen anzutreffen.

1.4.6. Myriapoda (Tausendfüßer)

Von den Tausendfüßern sind in den untersuchten Grünlandbiotopen die räuberischen Lithobiidae (Chilopoda) und die saprophagen Polydesmidae und Cylindroiulidae (Diplopoda) von Bedeutung.

Bei den Polydesmidae ist die häufigste Art mit über 95 % Individuen-Anteil *Polydesmus coriaceus* PORAT. Diese Art wurde von TISCHLER (1958) zahlreich für Feldrand und Feld-

mitte beschrieben. *Polydesmus coriaceus* erreicht hohe Aktivitätsdichten im 6schürigen Rasen (TM IV).

Bei den Cyldindroiulidae dominiert *Cylindroiulus londinensis* mit über 90 % Individuen-Anteil. Für diese offene Biotope bevorzugende Art (TISCHLER 1980) besteht zum Zeitpunkt der maximalen Aktivitätsdichte in der ersten Maihälfte ein deutliches Gefälle der Aktivitätsdichte mit abnehmender Pflegeintensität.

1.4.7. Opiliones (Weberknechte)

Die carnivoren Weberknechte sind in beiden Untersuchungsgebieten durch die Phalangiidae und die Nemastomatidae vertreten.

Die Arten der Phalangiidae stellen auf der Vorstadtwiese (SW I) mit ca. 4 % Anteil am Gesamtfang der epigäischen Arthropodenfauna eine bedeutende Tiergruppe dar.

Die oft in Wald oder Hecken auftretende Art *Nemastoma lugubre* (SCHAEFER 1973) ist ausschließlich in den beiden ungemähten Wiesen (TM I, SW I) und der 1schürigen Wiese anzutreffen.

2. Einfluß der Pflegeintensitäten auf die Carabidenfauna

2.1. Übersicht über die Carabidenfauna der Versuchsflächen

Tab.7 gibt eine Übersicht über die Gesamtabundanzen und Dominanzen der Carabidenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität im zweiten Versuchsjahr.

Die Angaben beinhalten jeweils den Gesamtfang (Aktivitätsabundanz) vom 1. 5.–3. 10. 1983 aus 40 Bodenfallen pro Teilfläche.

Insgesamt wurden vom 1. 5.–3. 10. 1983 in 200 Bodenfallen 1106 Carabiden gefangen, die 39 Arten angehörten.

Am Stadtrand (SW I) wurden in 40 Bodenfallen während des gesamten Untersuchungszeitraums 30 Arten nachgewiesen, im Stadtbereich (TM) 24 Arten in 160 Bodenfallen.

2.2. Gesamtartenzahl, Gesamtabundanz und Aktivitätsdichte der Carabidenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität

Die Gesamtartenzahlen aus Tab.7 beziehen sich auf den Fangzeitraum vom 1. 5.–3. 10. 1983 und eine Probenanzahl von 40 Proben pro Versuchsfläche. Die Gesamtartenzahlen der Carabidenfauna weichen auf den Flächen unterschiedlicher Pflegeintensität im Stadtgebiet (TM) wenig voneinander ab. Sie erweisen sich jedoch als wesentlich artenärmer als die ungemähte Fläche am Stadtrand (SW I), die mit 30 festgestellten Arten die durchschnittliche Artenzahl von Carabidensynusien des Grünlands erreicht (TIETZE 1973).

Höhere Artenzahlen in naturnahen Lebensräumen im Vergleich zu naturfernen, stadtypen geprägten Lebensräumen stellte auch KOCK (1977) für die Carabidenfauna fest. Nach FEATH und KANE (1978) ist die Artenzahl mit der Größe von Stadtparks positiv korreliert.

Weiterhin ist für die Artenzahl die Umgebung und die Lage der betreffenden Biotope in der Stadt von entscheidender Bedeutung (SCHWEIGER 1960).

Im Vergleich zu Ergebnissen anderer Untersuchungen in städtischen Lebensräumen ist die Artenzahl des Stadtbereichs (TM) mit insgesamt 25 Carabidenarten als hoch einzuschätzen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Aufnahme- und die Probenan-

Tab. 7: Übersicht über die Carabidenfauna der Versuchsflächen bei unterschiedlicher Pflegeintensität. Gesamtabundanz (n) und Dominanz pro Fläche und Untersuchungszeitraum.

Anzahl der Proben: 40 Bodenfallen/Fläche und Untersuchungszeitraum.

Nomenklatur nach FREUDE, HARDE und LOHSE (1976).

(SW = Stadtrand, TM = Stadtkern)

Versuchsfläche			SW I		TM I		TM II		TM III		TM IV	
Pflegeintensität (Schnitte Jahr)			0		0		1		2		6	
			n	D %	n	D %	n	D %	n	D %	n	D %
Bembidion	lampros	(HBST.)	131	19.8	73	39.5	50	35.0	38	32.2	66	31.4
Badister	bipustulatus	(FBR.)	20	3.0	39	21.1	21	14.7	11	9.3	52	24.8
Amara	aenea	(DEG.)					5	3.5	20	16.9	27	12.8
Agonum	mülleri	(HBST.)	11	1.7	11	5.9	15	10.5	13	11.0	26	12.4
Nebria	brevicollis	(FBR.)	6	0.9	17	9.2	11	7.7	5	4.2	15	7.1
Pterostichus	vernalis	(PANZ.)	19	2.9	8	4.3	3	2.1	3	2.5	6	2.9
Carabus	nemoralis	MÜLL.			23	12.4	24	16.8	10	8.5	6	2.9
Harpalus	aeneus	(FBR.)									5	2.4
Platynus	dorsalis	(PONT.)	146	22.2			2	1.4	5	4.2	3	1.4
Pterostichus	nigrita	(PAYK.)					2	1.4			1	0.5
Loricera	pilicornis	(FBR.)			3	1.6	2	1.4	1	0.8	1	0.5
Notiophilus	biguttatus	(FBR.)			1	0.5	4	2.8	7	5.9	1	0.5
Stomis	pumicatus	(PANZ.)	1	0.2							1	0.5

Amara	familiaris	(DFT.)			1	0.5			1	0.8		
Badister	sodalis	(DFT.)			1	0.5						
Harpalus	rufipes	(DEG.)					1	0.7				

Amara	communis	(PANZ.)	5	0.8	3	1.6						
Pterostichus	vulgaris	L.	17	2.6	2	1.1	2	1.4	1	0.8		
Pterostichus	strenuus	(PANZ.)	19	2.9	2	1.1						
Amara	aulica	(PANZ.)	1	0.2	1	0.5						
Trechus	quadristriatus	(SCHRK.)	125	18.5					1	0.8		
Poecilus	versicolor	(STURM)	58	8.8					1	0.8		
Bembidion	tetracolum	SAY	8	1.2			1	0.7				
Bembidion	guttula	(FBR.)	4	0.6					1	0.8		

Calathus	melanocephalus	(L.)	31	4.7								
Carabus	granulatus	L.	23	3.5								
Clivina	fossor	(L.)	8	1.2								
Leistus	rufescens	(FBR.)	6	0.9								
Pterostichus	niger	(SCHALL.)	4	0.6								
Trechobl.	micros	(HBST.)	3	0.5								
Bembidion	lunulatum	(FOUR.)	2	0.3								
Platynus	obscurus	(HBST.)	2	0.3								
Synuchus	nivalis	(PANZ.)	2	0.3								
Notiophilus	palustris	(DFT.)	2	0.3								
Cychrus	caraboides	(L.)	2	0.3								
Bembidion	biguttatum	(FBR.)	1	0.2								
Dromius	linearis	(OLIV.)	1	0.2								
Amara	convexior	STEPH.	1	0.2								
Bradycellus	verbasci	(DFT.)	1	0.2								

Gesamtindividuenzahl			660		185		143		118		210	
Aktivitätsdichte/Falle			16.5		4.6		3.6		3.0		5.3	

Gesamtartenzahl			10		14		14		15		13	

Tab. 8: Vergleichswerte für die Artenzahlen von Carabiden in urbanen Lebensräumen.

Autoren	Biotoptyp	Artenzahl
SCHWEIGER (1960)	Schuttplatz, Kernzone Wien	15
	Gärten, Wien	40
KOCK (1977)	Stadtpark, Kernzone Kiel (Apr.–Aug.)	6/15 Fallen
	Stadtpark (Gehölz), äußere K.z. Aug.	14/48 Fallen
	Stadtpark (Gehölz), äußere K.z. Aug.)	8/48 Fallen
MÜLLER et al. (1975)	16 Probeflächen in unmittelbarer Umgebung des Verdichtungsraumes Saarbrücken	Ø 13 (2–33)

zahl relativ groß waren. Artenzahlen sind mit der Größe einer Aufnahme­fläche und der Probenanzahl positiv korreliert (SCHWERTFEGER 1975). Der Flächenbezug und die Anzahl der Proben ist bei den in Tabelle 8 zusammengestellten Angaben nicht oder nur teilweise bekannt.

Die Gesamtabundanzen und die durchschnittliche Aktivitätsdichte der Carabiden pro Falle im Stadtbereich (TM) sind auch für städtische Lebensräume als niedrig anzusehen. KOCK (1977) stellte selbst in einem von geschlossener Bebauung umgebenen Stadtpark Kiels (Fangzeitraum April–August 1976) eine durchschnittliche Aktivitätsdichte von 7.2 Carabiden pro Falle fest.

Die Pflegeänderung auf den Flächen TM I–III wirkte sich im Stadtgebiet (TM) negativ auf die Aktivitätsdichte aus. Innerhalb der zwei Jahre lang extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) steigt die Aktivitätsdichte der Carabidenfauna mit abnehmender Schnitzzahl an, bleibt aber in der ungemähten Fläche (TM I) 12 % unter dem Vergleichswert des 6schürigen Rasens (TM IV) (Tab. 7). Die Artenzahlen sind dagegen leicht ansteigend.

Dieser Trend zu geringerer Individuenzahl und höherer Artenzahl bei abnehmender Pflegeintensität bzw. Nutzungsintensität von Grünland wird für Carabiden von HEMPEL et al. (1971) bestätigt.

Nach Ergebnissen von SOUTHWOOD und VAN EMDEN (1967) scheint dieser Effekt auch für viele andere Arthropodentaxa zu gelten. PURVIS und CURRY (1981) ermittelten beim Vergleich von gemähtem und intensiv beweidetem Grünland zwar ebenfalls höhere Artenzahlen bei Arthropoden in der extensiv gemähten Parzelle, stellten in bezug auf die Individuenzahl jedoch keine höheren Werte auf der intensiv beweideten Fläche fest.

Möglicherweise spielt bei der Erhöhung der Aktivitätsdichte von Carabiden auf intensiv gepflegten oder genutzten Flächen die höhere Temperatur an der Bodenoberfläche eine Rolle, die aus der stärkeren Sonneneinstrahlung resultiert. Nach KIRCHNER (1960) wird die Laufgeschwindigkeit von Carabiden bei ansteigenden Temperaturen gesteigert. Auch SCHAEFER und HAAS (1979) vermuten einen Zusammenhang zwischen Temperaturerhöhung nach der Mahd einer Bergwiese und dem kurzfristigen Anstieg der Aktivitätsdichte von Carabiden.

2.3. Diversität und „Eveness“

Diversität und Eveness sind häufig benutzte Parameter, die zur Beurteilung anthropogener Belastungen von Ökosystemen herangezogen werden (SCHAEFER u. HAAS 1979, MA-

DER 1979, MAURER 1974, MÜLLER et al. 1975, THALER et al. 1977, IRMLER u. HEYDEMANN 1983).

Der Diversitätsindex gibt Auskunft über die Vielfalt einer Lebensgemeinschaft und nimmt sowohl mit steigender Artenzahl als auch mit gleichmäßigerer Verteilung der Individuen auf die vorhandenen Arten höhere Werte an (NAGEL 1976).

Zur Berechnung des Diversitätsindex wurde die Formel nach SHANNON-WEAVER (MÜHLENBERG 1976) benutzt:

$$H_s = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

H_s = Artendiversität

S = Gesamtzahl der Arten

p_i = Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Art i

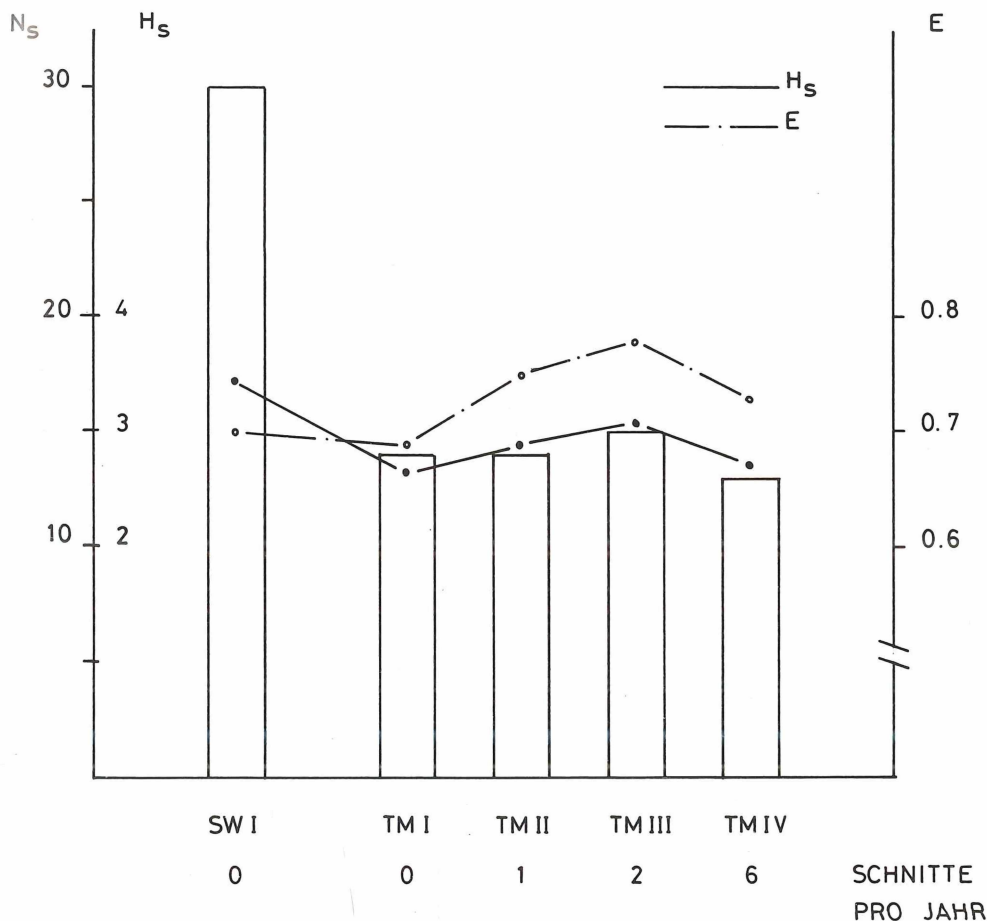


Abb. 7. Gesamtartenzahl (Ns), Diversität (Hs) und Evenness (E) der Carabidenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität für 1983 (SW = Stadtrand, TM = Stadtkern).

Da die Diversitätsunterschiede allein nicht erkennen lassen, ob sie auf unterschiedlichen Artenzahlen oder auf unterschiedlicher Verteilung der Arten beruhen, wurde als Vergleichsmaß die Eveness berechnet (MÜHLENBERG 1976):

$$E = \frac{H_S}{H_{\max}} = H_S / \log_2 S$$

H_S = Artendiversität
 S = Gesamtzahl der Arten
 H_{\max} = H_S bei größtmöglicher Gleichverteilung der Individuen auf die vorhandenen Arten $\hat{=} \log_2 S$

Die Eveness kann nach BEZZEL und REICHHOLF (1974) als Ausbildungsgrad der Diversität aufgefaßt werden.

Nach MÜLLER et al. (1975) ist die Diversität Indikator für anthropogene Belastung und die räumliche Heterogenität eines Lebensraumes. Der Vergleich der Diversitätswerte von Stadtrand- und Stadtkernbereich (Abb. 7) macht diesen Zusammenhang auch für die vorliegende Untersuchung deutlich. Dabei beruht die hohe Diversität der Stadtrand-Fläche (SW I) ($H_S = 3.43$), wie aus den Werten für Eveness und Artenzahl hervorgeht, vor allem auf der hohen Artenzahl dieses Biotops. Der Stadtrandbereich (SW I) kann zum einen als weniger durch Mahd anthropogen belastet, zum anderen als stärker strukturiert bezeichnet werden.

Der Vergleich der Flächen unterschiedlicher Mahdintensität im Stadtkernbereich (TM) zeigt einen Anstieg der Diversität auf der 1- und 2schürig gemähten Fläche TM II ($H_S = 2.87$) und TM III ($H_S = 3.04$) aufgrund höherer Gleichverteilung der Individuen auf die einzelnen Arten. Niedrigste Diversität und Eveness bei gleicher Artenzahl und höherer Individuenzahl weist die ungemähte Fläche TM I auf ($H_S = 2.63$). Die geringere Eveness beruht vor allem auf dem hohen Individuenanteil von *Bembidion lampros* (39.5 %) und *Badister bipustulatus* (21.1 %) in diesem Lebensraum.

2.4. Änderung der Dominanzstruktur

Unter Dominanzstruktur versteht man die Reihenfolge der häufigsten Tierarten (Dominanten) in Prozent ihrer Gesamtindividuenzahl (MADER 1980).

Aus Abb. 8 wird ersichtlich, daß die ausgeglichensten Dominanzverhältnisse für die Carabidenfauna der Vorstadtwiese (SW I) bestehen. 3 Arten, *Platynus dorsalis*, *Bembidion lampros* und *Trechus quadristriatus*, stellen zu etwa gleichen Anteilen 60.9 % der gefangenen Individuen. Dieser Prozentsatz wird im Stadtgebiet schon nahezu von 2 Arten erreicht.

Die relativ ausgeglichene Dominantenfolge der 6schürigen Rasenfläche (TM IV) läßt darauf schließen, daß sich hier in Anpassung an die bereits langjährig einwirkenden Gegebenheiten des Mikroklimas, der Vegetationsstruktur und der anthropogenen Störung durch Mahd, eine gleichbleibende Carabidenfauna eingefunden hat. Dafür spricht auch der exakte zeitliche Wechsel des Auftretens der dominanten Arten. *Amara aenea* und *Agonum mülleri* bestimmen im Mai, *Bembidion lampros* im Juni und *Badister bipustulatus* im Juli und August das Bild der Carabidengemeinschaft.

Die etwas unausgeglichene Dominantenfolge der Flächen mit kurzfristig verändertem Pflegemodus kann als Anzeichen für eine beginnende Sukzession gesehen werden. Der steilere Kurvenverlauf in Abb. 8 beruht jedoch nur auf einem Anstieg der Dominanz von *Bembidion lampros*. Diese Art erreicht wohl aufgrund ihrer hohen Resistenz gegenüber Trockenheit (LINDROTH 1945) und ihrer Sonnenvorliebe die dominante Stellung in der intensiv gemähten Fläche (TM IV) im Jahr 1983. Die geringe Körpergröße verschafft *Bembi-*

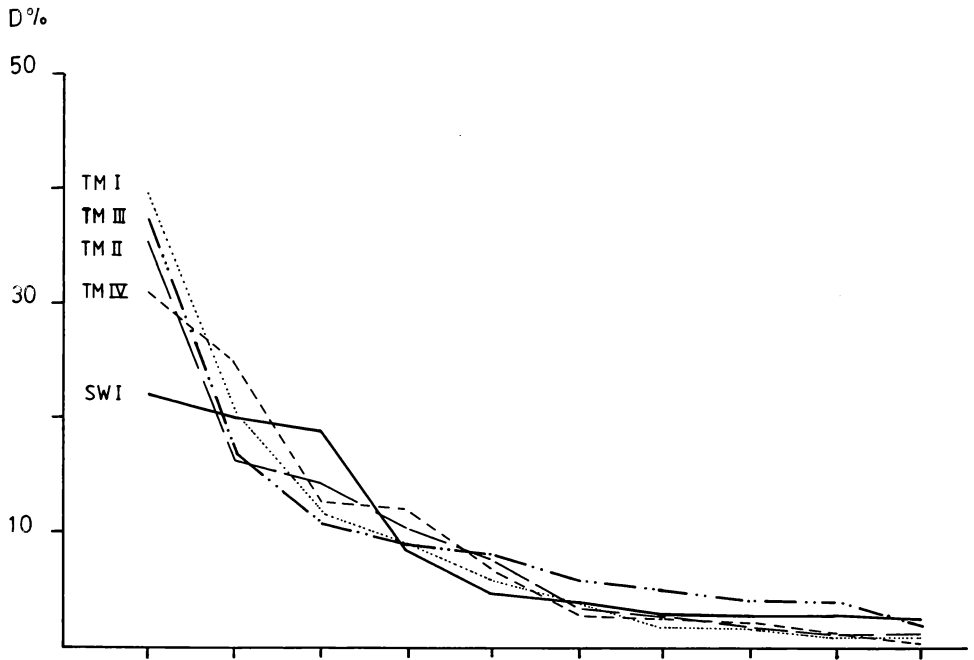


Abb. 8. Dominanzstruktur der Carabidenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität als Prozentanteil (D %) der 10 häufigsten Arten der jeweiligen Versuchsflächen (x-Achse = Art 1–10). SW I = Stadtrand, TM = Stadtkern, I = ungemäht, II = 1schürig, III = 2schürig, IV = 6schürig.

dion lampros auf den extensiv gepflegten Flächen mit größerem Raumwiderstand vermutlich Konkurrenzvorteile gegenüber größeren Arten. In der 1schürigen und der ungemähten Fläche (TM II und TM I) ist zudem die durch den Ausfall von *Amara aenea* entstehende Lücke zu besetzen. Beide Arten entsprechen sich in ihrer Tagesrhythmik, Phänologie, der polyphagen Ernährung und ihrer Resistenz gegenüber Trockenheit und Wärme. Nach LINDROTH (1945) verträgt *Amara aenea* jedoch keine Beschattung und weicht deshalb in die Flächen mit geringer Beschattung der Bodenoberfläche aus. Diese Bedingung ist im Mai 1983 nur in der 6schürigen Rasenfläche (TM IV) und der schwachwüchsigen, 2schürigen Wiese (TM III) erfüllt.

2.5. Ökologische Bindung der Carabidenfauna

Die Bindung von Tieren an einen bestimmten Biotop kann sowohl durch biotische als auch durch abiotische Faktoren geprägt sein. Nach TISCHLER (1952) ist für Laufkäfer die Biotopbindung im allgemeinen durch Abhängigkeiten von abiotischen Komponenten, also von Feuchte-, Temperatur-, Licht- und Bodenverhältnissen gegeben.

Die abiotischen Präferenzen der Carabiden-Arten können jedoch nur in Verbindung mit ihrer Tagesrhythmik und ihrer Phänologie zu einer ökologischen Bewertung ihrer Verteilung führen. Daneben spielen auch Nahrungspräferenzen und im Stadtbereich aufgrund der Isolation der Lebensräume ganz besonders die Dispersionsfähigkeit (TOPP 1972) eine bedeutende Rolle.

Tab. 9: Ökologische Charakteristik der häufigeren Carabiden-Arten und ihre Verteilung auf die Ver-
suchsflächen unterschiedlicher Pflegeintensität.
(SW = Stadtrand, TM = Stadtkern, I = ungemäht, II = 1-schürig, III = 2-schürig, IV = 6-schürig)

		SW	TM	TM	TM	TM	F	T	L	Tages- rhyth- mus	Fort- pflanz- typ	Flug- fähig- keit
		I	I	II	III	IV						
Badister	bipustulatus	-	+	+	+	⊕	e	+	-		F	m
Harpalus	aeneus					⊕	-	+	+	d	F	m (+)
Agonum	mülleri	+	+	+	+	⊕	+	+		n	F	m (+)
Amara	aenea			+	+	⊕	e	+	+	d	F	m (+)
Notiophilus	biguttatus		+	+	⊕	+	-	+	+	d	F	
Platynus	dorsalis	R		+	⊕	+	e	+		p	F	m
Carabus	nemoralis		+	+	⊕	+	+	e		n	F	b
Bembidion	lampros	R	⊕	+	+	+	e	++	+	d	F	dim
Nebria	brevicollis	+	⊕	+	+	+	++		-	n	H	m
Pterostichus	vernalis	R	⊕	+	+	+	+				F	dim
Lorocera	pilicornis		⊕	+	+	+	++	-	-	p	F	m (+)
Trechus	quadristriatus	R			⊕		e			n	H	m (+)
Poecilus	versicolor	R			⊕		-	++	++	d	F	m
Bembidion	guttata	R			⊕		++				F	dim
Bembidion	tetracolum	R		⊕			+					
Pterostichus	vulgaris	R	⊕	⊕	+		+	+	e	p	H	dim
Amara	communis	R	⊕				-		+	p	F	m
Pterostichus	strenuus	R	⊕				+		-		F	dim
Amara	aulica	+	⊕				+			p	H	m
Calathus	melanocephalus	+					-	++	+	p	H	dim
Carabus	granulatus	+					++	+	e	p	F	dim
Clivina	fossor	+					e				F	m
Leistus	rufescens	+					-			n	H	b
Pterostichus	niger	+					+		--	n	H	
Trechoblemus	micros	+					+					m (+)
Bembidion	lunulatum	+									F	m
Synuchus	nivalis	+					+	+		n	H	
Notiophilus	palustris	+					+		-	n	F	dim
Cychrus	caraboides	+					++		--	n	H	b
Bembidion	biguttatum	+					++		-		F	m

Erläuterungen:

1. Spalte, Verteilung

+ Vorkommen in Fläche ..

⊕ Dominanzmaximum im Stadtbereich

R D-Maximum am Stadtrand (SW I)
2. Spalte, Bindung an Feuchte, Temperatur und Licht

F Feuchtepräferenz

++ hygrobiont

+

hygrophil

e euryhygr

- xerophil

T Temperaturpräef.

++ thermophil

+

mesothermophil

e eurytherm

- psychrophil

L Lichtpräef.

++ heliobiont

-

heliophil

e euryphot

- ombrophil

-- ombrobiont (hylobiont)
3. Spalte, Tagesrhythmik

d tagaktiv

n nachtaktiv

p tag- und nachtaktiv
4. Spalte, Fortpflanzungstypen

F Frühlingstier

H Herbsttier
5. Spalte, Flugfähigkeit

m (+) häufig fliegend

m macropter

dim dimorph

b brachypter

Eine ökologische Charakterisierung der Carabidenfauna nach den oben genannten Faktoren wurde in Tabelle 9 vorgenommen. Die Angaben zur Feuchte-, Temperatur- und Lichtpräferenz wurden Untersuchungen von HEYDEMANN (1953, 1955, 1962), LINDROTH (1945) und THIELE (1964) entnommen. Die Feststellung des Fortpflanzungstyps und der Flugfähigkeit erfolgte nach LINDROTH (1945), der Tagesrhythmik nach MADER (1979) und THIELE (1969).

2.5.1. Feuchtigkeits-, Temperatur- und Helligkeitspräferenz der Carabidenfauna

In Tab. 10–12 sind die Carabiden der Versuchsflächen nach ihrer Feuchtigkeits-, Temperatur- und Helligkeitspräferenz gegliedert. Angegeben sind die Anteile der Individuen an der Gesamtindividuenzahl in Prozent. Dabei sind nur Arten berücksichtigt, für die eindeutige, diesbezügliche Angaben aus anderen wissenschaftlichen Arbeiten vorlagen. Deshalb ergibt die Summe der Individuenanteile Werte kleiner 100 %.

2.5.1.1. Feuchtigkeitspräferenz

Aus der Gruppierung nach der Feuchtigkeitspräferenz der Carabidenfauna ergibt sich ein leichter Anstieg des Dominanzgrades hygrobionter und hygrophiler und ein Rückgang euryhygrer Carabiden auf den extensiv gemähten Flächen des Stadtreservats (Tab. 10). Als hygrobiont sind im Stadtbereich nur *Loricera pilicornis*, *Bembidion guttula* und *Nebria brevicollis* eingestuft. Sie verzeichnen nur auf der ungemähten und der 1schürig behandelten Fläche (TM I und TM II) eine Zunahme des Dominanzgrades. Der wachsende Anteil hygrophiler Carabiden beruht hauptsächlich auf der steigenden Dominanz von *Carabus nemoralis* bei abnehmender Pflegeintensität.

Die Ergebnisse zeigen, daß nur ein Teil der Carabidenfauna des 6schürigen Rasens (TM IV) an bestimmte Feuchtigkeitsverhältnisse gebunden ist. Vielmehr ermöglicht die weite Valenz der Mehrzahl der Carabiden (euryhygre Arten) gegenüber dem Feuchtigkeitsfaktor, die stark wechselnden Tag-Nachtschwankungen der Luftfeuchtigkeit zu ertragen. Dies wird von THIELE (1964) bestätigt, der die Euryvalenz von Feldtieren als Anpassung an die stärkeren Schwankungen des Mikroklimas ihrer Lebensräume wertet.

Tab. 10: Feuchtigkeitspräferenz der Carabiden der untersuchten Grünlandbiotope. Angaben in Prozent-Individuenanteil.


Versuchsfläche	SW I (Stadtstrand)	TM I	TM II (Stadtkern)	TM III	TM IV
Schnitte/Jahr	0	0	1	2	6
Luftfeuchtigkeit am Boden	abnehmende Tendenz —————>				
hygrobiont	5,5	10,8	9,1	5,8	7,6
hygrophil	13,2	25,3	31,5	22,0	18,2
euryhygr	64,7	60,6	54,6	63,6	70,4
oligohygrophil-xerophil	15,2	2,1	2,8	6,7	2,9
gesamt:	98,6	98,8	98,0	98,1	99,1

2.5.1.2. Temperaturpräferenz

Carabiden mit Bevorzugung höherer Temperaturen (thermophile) sind auf allen Untersuchungsflächen in hohen Anteilen vertreten. Aus Tab. 11 wird jedoch der steigende Anteil der thermophilen Carabiden bei zunehmender Pflegeintensität deutlich.

Der Anteil eurythermer Carabiden ist dagegen in den extensiven Flächen aufgrund der steigenden Dominanz von *Carabus nemoralis* erhöht. Als einzig psychrophile Art besiedelt *Loricera pilicornis* in geringer Dichte ausschließlich den Stadtbereich (TM).

Tab. 11: Temperaturpräferenz der Carabiden der untersuchten Grünlandbiotope. Angaben in Prozent-Individuenanteil.


Versuchsfläche	SW I (Stadttrand)	TM I	TM II (Stadtkern)	TM III	TM IV
Schnitte/Jahr	0	0	1	2	6
Temperatur am Boden	zunehmende Tendenz 				
thermophil-mesothermophil	66,6	68,1	69,3	81,1	85,7
eurytherm	–	12,4	16,8	8,5	2,9
psychrophil	–	1,6	1,4	0,8	0,5
gesamt:	66,6	82,1	87,5	90,4	89,1

2.5.1.3. Helligkeitspräferenz

Ein großer Teil von Carabiden der beiden Flächen TM III und TM IV mit hoher Lichteinstrahlung am Boden wird von Arten gestellt, die eine hohe Sonneneinstrahlung bevorzugen (Tab. 12). Hierher gehören *Bembidion lampros*, *Harpalus aeneus*, *Amara aenea* und *Notiophilus biguttatus*. Der Anteil dieser Arten sinkt auf der 1schürigen (TM II) und der ungemähten Fläche (TM I) wahrscheinlich aufgrund der stärkeren Beschattung der Bodenoberfläche.

Ein anderer, großer Anteil der Individuen ist schattenliebend (ombrophil) bzw. nachtaktiv. Auffällig hohe Prozentanteile erreichen diese Carabiden in der Stadt (TM). Möglicher-

Tab. 12: Helligkeitspräferenz der Carabiden der untersuchten Grünlandbiotope. Angaben in Prozent-Individuenanteil.

Versuchsfläche	SW I (Stadttrand)	TM I	TM II (Stadtkern)	TM III	TM IV
Schnitte/Jahr	0	0	1	2	6
Einstrahlung am Boden	zunehmende Tendenz 				
heliobiont-heliophil	34,1	41,6	41,3	55,8	47,1
euryphot	6,1	1,1	1,4	0,8	–
ombrophil bzw. nachtaktiv	29,6	51,3	51,1	34,6	47,7
gesamt:	69,8	94,0	93,8	91,2	94,8

weise ist dies als Anpassung an die kurzrasige Vegetation der ehemaligen Intensivrasen zu sehen, denn die Nachtaktivität ermöglicht auch feuchtigkeitsliebenden Arten wie *Nebria brevicollis*, *Agonum mülleri* und *Carabus nemoralis* den intensiv gemähten Rasen zu besiedeln.

2.5.1.4. Zusammenfassende Betrachtung von Feuchtigkeits-, Temperatur- und Helligkeitspräferenz

Die Bindung der Carabiden an die untersuchten Grünlandbiotope ist überwiegend durch ihr Wärmebedürfnis bestimmt. Dieses ist mit Euryvalenz gegenüber Feuchtigkeit verbunden, was als Anpassung an die starken Tag-Nachtschwankungen der Feuchtigkeitsverhältnisse von offenen Biotopen gesehen werden kann (THIELE 1964). Zu etwa gleichen Teilen setzt sich die Carabidenfauna aus heliophil-tagaktiven und ombrophilen, meist nachtaktiven Tieren zusammen.

Auf den unterschiedlich gepflegten Flächen kommt es zu Veränderungen der Präferenzspektren der Carabiden.

Die Zunahme hygrobionter-hygrophiler und die Abnahme euryhygrer Carabiden mit abnehmender Mahdhäufigkeit weist auf das feuchtere Mikroklima mit geringeren Tag-Nachtschwankungen der Luftfeuchtigkeit am Boden hin.

Der Rückgang der thermophilen und mesothermophilen Individuen von ca. 85 % Dominanzanteilen im intensiv gepflegten Rasen (TM IV) auf unter 70 % in den extensiv gepflegten Flächen (TM I, TM II, SW I) ist ein Anzeichen für die geringeren Durchschnitts-Temperaturen dieser Flächen an der Bodenoberfläche.

2.5.2. Unterschiedliche Verteilung der Fortpflanzungstypen

Die Carabiden können bezüglich ihrer Fortpflanzungszeit und somit dem maximalen Auftreten der Imagines in Frühlings- und Herbsttiere eingeteilt werden (LINDROTH 1949). Herbsttiere überwintern als Larven und benötigen für ihre Entwicklung gemäßigte Herbst- und Frühjahrs-temperaturen. Frühlingstiere machen ihre Larvenentwicklung in den Sommermonaten durch und sind nach LINDROTH (1949) auf warme Sommermonate angewiesen. Sie zeigen sowohl in unterschiedlichen Klimabereichen (HEYDEMANN 1962) als auch in verschiedenen Biotopen (LEHMANN 1965, POSPISCHIL 1982, STEIN 1965, THIELE 1964) ganz spezifische Arten- und Individuenanteile.

Die unterschiedlichen mikroklimatischen Bedingungen der Versuchsflächen lassen somit eine differenzierte Verteilung von Herbst- und Frühjahrs-tieren erwarten.

Die Angaben über die Artenzahl und Individuendominanz von Herbst- und Frühlings-tieren zeigen für die Flächen unterschiedlicher Pflegeintensität im Stadtbereich (TM) nur geringe Abweichungen (s. Tab. 13). Fläche TM IV (6schürig) wird nur von einem Herbsttier (*Nebria brevicollis*) besiedelt. Da *Nebria brevicollis* jedoch sicherlich als Nahrungsgast aus dem angrenzenden Knick ein (TISCHLER 1958) einwandert, können alle indigenen Carabiden des intensiv gemähten Rasens (TM IV) als Frühlingstiere mit Imagoüberwinterung angesehen werden.

Eine geringe Zunahme der sich im Herbst fortpflanzenden Carabidenarten ist auf den extensiv behandelten Flächen (TM I, TM II und TM III) festzustellen. Die Herbsttiere *Harpalus rufipes*, *Amara aulica* und *Trechus quadristriatus* (LINDROTH 1945) wurden jedoch nur in wenigen Exemplaren erfaßt.

Der von LINDROTH (1949) als Herbsttier bezeichnete *Pterostichus vulgaris* wurde ebenfalls nur in den extensiv gepflegten Flächen gefangen. Nach dem zeitlichen Auftreten der Imagines von Mai bis August muß jedoch wie für *Nebria brevicollis* (Maximum im Mai und im Juni) eher eine Überwinterung als Larve o d e r Imago angenommen werden. Der Anteil von Larvenüberwinterern an der Gesamtzahl der Carabiden beträgt im Stadtbereich (TM) maximal 10.8 % auf der ungemähten Fläche (TM I).

Tab. 13: Artenzahl (n_s) von Frühjahrs- und Herbsttieren (bzw. Imago- und Larvenüberwinterern) und ihr %-Anteil an der Gesamtzahl erfaßter Carabiden (D). Einteilung nach LINDROTH (1945).

Versuchsfläche Schnitte/Jahr	SW I		TM I		TM II		TM III		TM IV	
	0		0		1		2		6	
	n _s	D	n _s	D	n _s	D	n _s	D	n _s	D
Frühjahrstiere										
(Imagouberwinterung)	18	69.4	11	89.0	10	89.5	12	94.2	12	92.9
Herbsttiere										
(Larvenüberwinterung)	10	29.6	3	10.8	3	9.8	3	5.8	1	7.1

Mit etwa 30 % der Individuen und 36 % der Arten spielen die Herbsttiere unter den Carabiden der Wiese am Stadtrand (SW I) eine bedeutend größere Rolle. Der ökologische Wert der Begünstigung von Carabiden mit Larvenüberwinterung liegt in der optimalen Ausnutzung des Lebensraumes durch Carabiden und in der zusätzlichen Bereicherung der Fauna (HEYDEMANN 1962).

Die unterschiedliche Verteilung von Frühlings- und Herbsttieren kann vorwiegend auf mikro- und makroklimatische Einflüsse zurückgeführt werden. Im atlantischen Klimabereich erreichen die Herbsttiere hohe Arten- und Individuenanteile, da hier ihre Larven während des milden Winters günstige Lebensbedingungen antreffen (HEYDEMANN 1962). Die Verbreitung von Herbst- und Frühlings-tieren scheint somit eher von den Ansprüchen der empfindlicheren Larvenstadien, als von denen der Imagines abhängig zu sein. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen sich möglicherweise folgendermaßen interpretieren:

Die isolierende Wirkung der Vegetationsschicht der ungemähten Vorstadtwiese (SW I) führt zu einem gemäßigten Mikroklima im bodennahen Bereich und ermöglicht den Larven der Herbsttiere noch lange Aktivitätsphasen, während auf der kurzgemähten, 6schürigen Fläche (TM IV) wegen fehlender Bodenbedeckung im Herbst eine rasche Auskühlung des Bodens erfolgt (WALTER 1949). Dies erklärt das Fehlen der Herbsttiere in diesem Bereich. Die geringe Zunahme der Herbsttiere auf den extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) kann nur eingeschränkt auf verbesserte Bedingungen für die Larvenentwicklung bezogen werden, denn die Herbsttiere *Harpalus rufipes*, *Pterostichus vulgaris*, *Amara aulica* und *Trechus quadristriatus* wurden im Stadtbereich (TM) erst in geringer Individuenzahl erfaßt.

Die Begünstigung der Frühlings-tiere im Stadtbereich (TM) kann möglicherweise auch im Zusammenhang mit der Isolation der städtischen Lebensräume gesehen werden. Die Grünlandbiotope in der Stadt werden nur von Carabiden erreicht, die die lebensfeindlichen Areale dichter Bebauung und die als Ausbreitungsschranken wirkenden Straßen (MADER 1979, TOPP 1972) fliegend überwinden können. Bei einem Vergleich von Frühlings- und Herbsttieren stellte LINDROTH (1949) eine größere Neigung zur Flugausbreitung

bei Frühlingstieren fest. Diese meist aus instabilen Litoreaformationen stammenden Tiere sind in ihrem Ursprungsbiotop häufig gezwungen, den Überwinterungsort im Frühjahr zu verlassen, wobei ihnen ihre Flugfähigkeit zustatten kommt (LINDROTH 1949).

2.6. Verwandtschaftsgrad der Carabidengemeinschaften im 2. Versuchsjahr

Die Artenidentität nach JACCARD und die Dominantenidentität nach RENKONEN sind geeignete biozönotische Indices, um den Verwandtschaftsgrad oder die Selbständigkeit von Lebensräumen zu beurteilen (BALOGH 1958).

In der vorliegenden Untersuchung sollen sie dazu dienen, die Veränderungen von Artenspektrum und Dominanzverhältnissen der Carabidenfauna bei extensiver Pflegeintensität von Grünland im urbanen Bereich auch quantitativ zu beurteilen.

Die Berechnung der Artenidentität (Q_s) erfolgte nach der Formel

$$Q_s = \frac{j}{j+a+b} \cdot 100 \%$$

wobei j die Anzahl der in beiden Untersuchungsgebieten gemeinsam auftretenden Arten, a und b die Anzahl der jeweils nur in einem Gebiet vorkommenden Arten bezeichnet. Die Artenidentität Q_s gibt Auskunft über die Artenübereinstimmung zweier Versuchsflächen in Prozent.

Die Dominantenidentität (% D) wurde nach SOUTHWOOD (1966) aus folgender Formel errechnet:

$$\% D = \min(a, b, \dots x)$$

Der Wert der Dominantenidentität ergibt sich beim Vergleich von zwei Probeneinheiten aus der Summe des jeweils niedrigeren Dominanzgrades der einzelnen Arten.

Beim Vergleich von mehr als zwei Biotopen bietet sich für die graphische Darstellung der Arten- und Dominantenidentität eine von MOUNTFORD (1962) entwickelte Methode an. Das daraus entstehende Dendrogramm (Abb. 9) vermittelt einen Überblick über die biozönotischen Verwandtschaftsverhältnisse der Versuchsflächen untereinander.

Aus Tab. 14 und Abb. 9 geht die relativ geringe Artenidentität der Flächen des Stadtgebietes (TM) hervor, obwohl sie in den dominanten Arten weitgehend übereinstimmen. Die größte Ähnlichkeit zeigen die 1schürige Fläche (TM II) mit dem 6schürigen Rasen (TM IV). Die Trennung der Versuchsflächen beruht zum größten Teil auf dem unterschiedlichen Auftreten rezedenter Arten.

In der geringen Artenidentität von Stadtrand-Wiese (SW) und 6schürigem Rasen (TM IV) im Stadtbereich finden sowohl die Isolation des städtischen Grünlandbiotops als auch die unterschiedlichen mikroklimatischen Bedingungen der beiden Versuchsflächen ihren Ausdruck. Die Pflegeänderung auf den extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) bewirkte innerhalb von zwei Jahren eine etwas höhere Artenähnlichkeit mit der Wiese am Stadtrand (SW I).

Bei Betrachtung der Dominantenidentität, deren Wert weniger von rezedenter Arten beeinflusst wird, zeigt sich eine große Übereinstimmung der Flächen im Stadtbereich (TM) (Tab. 14). Eine bedeutende Umschichtung in den Dominanzverhältnissen der Carabidenfauna ist noch nicht erfolgt.

Die Gruppierung der Flächen im Dendrogramm macht jedoch eine beginnende Auseinanderentwicklung der unterschiedlich gepflegten Flächen deutlich, wobei diejenigen Flächen, die sich am ehesten in ihrer Physiognomie, Raumstruktur, Abiotik und Pflegeintensität entsprechen, auch die höchste Dominantenidentität aufweisen. Größte Überein-

stimmung zeigen die ungemähte und die 1schürig gemähte Wiese einerseits und die 2schürige und 6schürige Fläche andererseits. Der Vergleich der Dominantenidentität von Stadtrand (SW) und Stadtbereich (TM) beweist in bezug auf die Carabidenlebensgemeinschaften ebenfalls die geringe Verwandtschaft dieser beiden Lebensräume.

Tab. 14: Artenidentität und Dominantenidentität der Carabidenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität in % Ähnlichkeit

Jaccard Index					
	SW I	TM I	TM II	TM III	TM IV
SW I	X	25,7	22,2	28,6	19,4
TM I	31,5	X	60,0	52,6	42,1
TM II	29,6	80,6	X	61,1	68,8
TM III	35,1	65,2	76,1	X	55,5
TM IV	29,1	71,9	75,1	76,5	X

Rekonen Index

3. Einfluß der Pflegeintensität auf die Spinnenfauna

Wegen des hohen Anteils von Araneen am Gesamtfang der epigäischen Arthropodenfauna ist die ökologische Analyse dieser räuberischen Arthropoden für die vorliegende Untersuchung von besonderer Bedeutung. Im Stadtbereich (TM) dominierten die Spinnen auf allen Versuchsflächen und stellten etwa 30 % aller mit Bodenfallen erfaßten Tiere.

Die Habitatbindung von Spinnen ist hauptsächlich von der Raumstruktur (SCHAEFER 1970, 1980) und den mikroklimatischen Verhältnissen abhängig (HEYDEMANN 1960, TRETZEL 1952). Da diese Faktoren durch die unterschiedliche Pflegeintensität eine Veränderung erfuhren, war mit einem Wandel der Spinnenfauna zu rechnen.

Die Wirkung anthropogener Einflüsse auf die Spinnenfauna wurde bereits von mehreren Autoren untersucht (HEMPEL et al. 1971, HEYDEMANN 1953, 1960, KAJAK 1962, MADER 1982, MAURER 1974, SCHAEFER und HAAS 1979). Über Spinnen in urbanen Biotopen ist dagegen bisher nur wenig bekannt (SCHAEFER 1973, TISCHLER 1952 VALESOVA-ZDARKOVA 1966, LOHMEYER und PRETSCHER 1979).

Im Folgenden werden nur die Bodenfallenergebnisse dargestellt. Bei vergleichsweiser Anwendung von Photoelektoren, der Quadratmethode und des Streifnetzes wurden Spinnen in so geringer Anzahl gefangen, daß eine ökologische Analyse nicht möglich gewesen wäre.

Bei den mit Bodenfallen ermittelten Daten muß jedoch berücksichtigt werden, daß die Spinnen entsprechend ihrem Lebensformtyp und ihrem Entwicklungszustand unterschiedlich vagil sind (HEYDEMANN 1960). Dies führt dazu, daß die Jäger unter den Spinnen, wie zum Beispiel die Lycosiden, Clubioniden und adulte *Pachygnatha*-Arten (LOCKET-MILLIDGE 1953), in den Bodenfallen wahrscheinlich überrepräsentiert sind, die Lauerer (Thomsiden) und fakultativen Netzbauer (Micryphantiden, Linyphiiden, juvenile *Pachygnatha*-Arten) dagegen in verhältnismäßig zu geringer Anzahl in Erscheinung treten. Auch entspricht die Aktivitätsdichte von Jungspinnen meist nicht ihrer tatsächlichen Besiedlungsdichte (HEYDEMANN 1960).

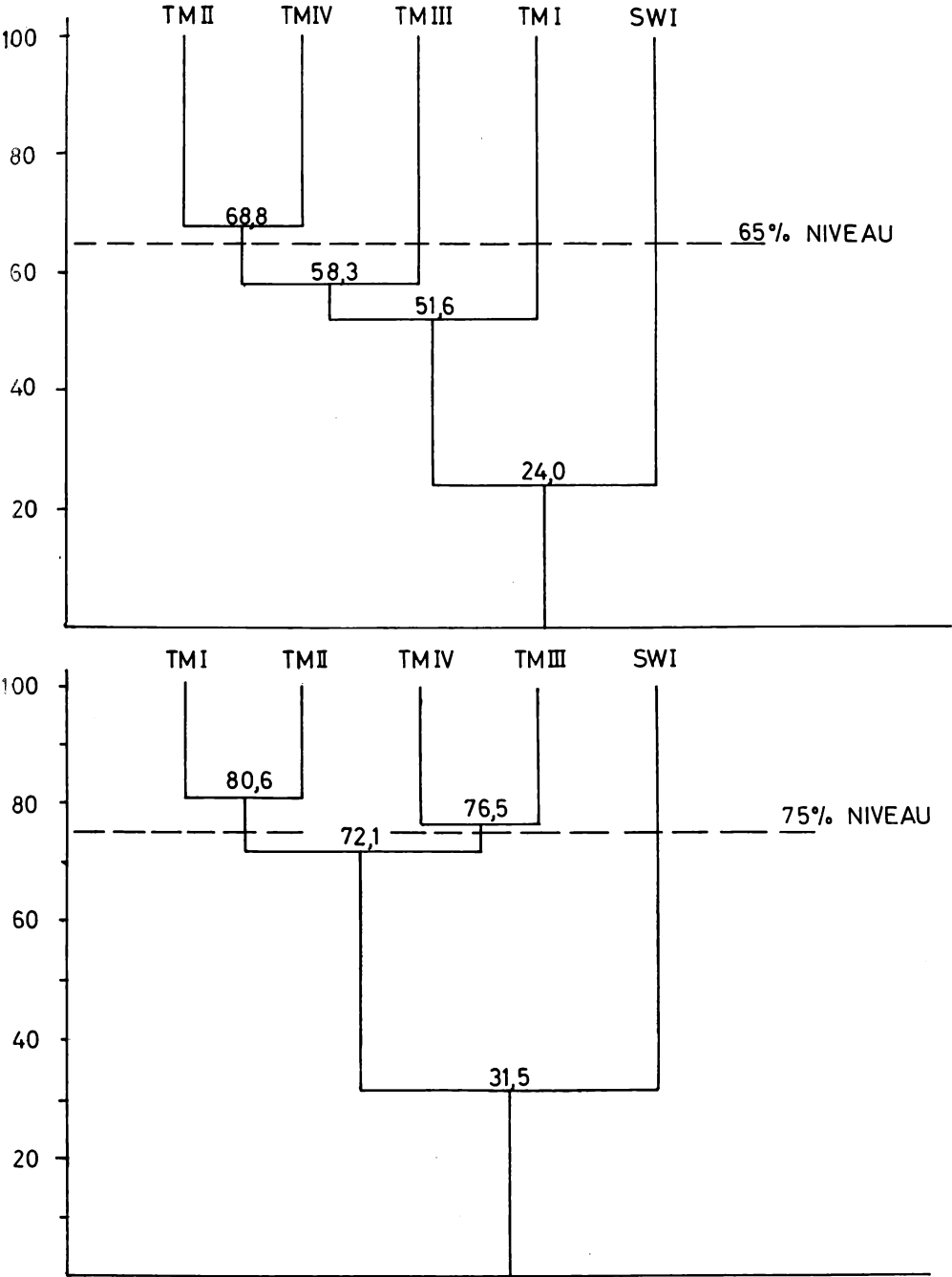


Abb. 9. Gruppierung der Carabidenfauna der unterschiedlich gepflegten Versuchsflächen nach ihrer Artenidentität im Dendrogramm nach MOUNTFORD (1962) (oben) und nach ihrer Dominantenidentität (unten).

Tab. 15: Übersicht über die Spinnenfauna der Versuchsflächen bei unterschiedlicher Pflegeintensität. Gesamt-abundanz (n) und Dominanz (D) aus 44 Bodenfallen/fläche und Untersuchungszeitraum vom 1. 5.–15. 10. 83. Nomenklatur nach LOCKET und MILLIDGE (1953).

Versuchsfläche Pflegeintensität (Schnitte/Jahr)	SW I		TM I		TM II		TM III		TM IV	
	0		0		1		2		6	
	n	D %	n	D %	n	D %	n	D %	n	D %
LYCOSIDAE (ges.) (Wolfspinnen)	471	30.2	920	40.7	714	38.6	677	38.4	190	7.4
Pardosa tarsalis THORELL	138	11.3	314	17.8	360	22.8	346	23.9	128	5.3
Pardosa prativaga L. KOCH	91	7.4	125	7.1	67	4.2	34	2.3	5	0.2
Trochosa ruricola (DEGEER)	23	1.9	86	4.9	57	3.6	29	1.6	8	0.3
Pardosa pullata (CLERK)	26	2.1	52	2.9	47	3.0	23	1.6	–	–
Pardosa amentata (CLERK)	–	–	17	1.0	6	0.4	–	–	–	–
Pardosa agrestis WESTRING	18	1.5	–	–	8	0.5	–	–	1	0.04
Tarentula pulverulenta (CLERK)	18	1.5	–	–	–	–	–	–	–	–
Tarentula cuneata (CLERK)	7	0.6	–	–	–	–	–	–	–	–
LYCOSIDAE (iuvenil)	150	9.6	326	14.4	169	9.1	245	13.9	48	1.9
TETRAGNATHIDAE (ges.) (Kieferspinnen)	168	10.8	110	4.9	178	9.6	157	8.6	101	3.9
Pachygnatha degeeri SUNDEVALL	99	8.1	68	3.9	152	9.6	152	10.5	101	4.2
Pachygnatha clercki SUNDEVALL	69	5.6	42	2.4	26	1.6	5	0.3	–	–
THOMISIDAE (ges.) (Krabbenspinnen)	6	0.4	3	0.1	7	0.4	13	0.7	10	0.4
Xysticus kochi THORELL	–	–	–	–	–	–	5	0.3	2	0.1
Xysticus cristatus (CLERK)	6	0.5	3	0.2	7	0.4	–1	0.07	–	–
XYSTICUS iuvenil	–	–	–	–	–	–	7	0.4	8	0.3
CLUBIONIDAE (ges.) (Sackspinnen)	5	0.3	2	0.1	–	–	–	–	–	–
Clubionia neclecta O. P. CAMBRIDGE	5	0.4	2	0.1	–	–	–	–	–	–
HAHNIIDAE (ges.) (Bodenspinnen)	–	–	46	2.0	169	9.1	314	17.8	401	15.6
Hahnia nava (BLACKWELL)	–	–	46	2.6	169	10.7	314	21.7	401	16.6
DYSDERIDAE (ges.) (Sechsaugen)	–	–	–	–	–	–	1	0.05	–	–
Segestria senoculata (LINNE)	–	–	–	–	–	–	1	0.06	–	–
NIMETIDAE (ges.) (Spinnenfresser)	1	0.1	–	–	–	–	–	–	–	–
Ero furcata (VILLERS)	1	0.1	–	–	–	–	–	–	–	–
MICRY./LINY. (ges.)	910	58.3	1182	52.2	782	42.3	603	34.2	1861	72.6
MICRYPHANTIDAE (nur adult) (Zwergspinnen)	511	–	847	–	484	–	431	–	1475	–
Oedothorax fuscus (BLACKWALL)	13	1.1	476	27.0	303	19.2	148	10.2	837	34.6
Erigone dentipalpis (WIDER)	5	0.4	113	6.4	61	3.9	137	9.5	376	15.6
Erigone atra (BLACKWALL)	213	17.4	64	3.6	24	1.5	36	2.5	96	4.0
Dicymbium nigrum (BLACKWALL)	124	10.1	119	6.7	32	2.0	21	1.5	66	2.7
Tiso vagans (BLACKWALL)	50	4.1	40	2.3	16	1.0	17	1.2	51	2.1
Micrargus subaequalis (WESTRING)	5	0.4	17	1.0	33	2.1	43	3.0	29	1.2
Araeoncus humilis (BLACKWALL)	1	0.1	3	0.2	4	0.3	17	1.2	17	0.7
Diplocephalus cristatus (BLACKWALL)	–	–	6	0.3	3	0.2	4	0.3	1	0.04
Troxochrus scabriculus (WESTRING)	–	–	–	–	–	–	–	–	1	0.04
Wideria antica (WIDER)	–	–	–	–	–	–	–	–	1	0.04
Micrargus herbigradus (BLACKWALL)	4	0.3	3	0.2	–	–	4	0.3	–	–
Erigonella hiemalis (BLACKWALL)	6	0.5	1	0.06	6	0.4	2	0.1	–	–
Pocadicnemis pumilla (BLACKWALL)	1	0.1	–	–	–	–	2	0.1	–	–
Diplocephalus picinus (BLACKWALL)	–	–	–	–	1	0.06	–	–	–	–
Gongylidiellum vivum (O. P. CAMBRIDGE)	6	0.5	–	–	1	0.06	–	–	–	–
Oedothorax tuberosus (BLACKWALL)	1	0.1	4	0.2	–	–	–	–	–	–
Diplocephalus latifrons (O. P. CAMBRIDGE)	3	0.2	1	0.06	–	–	–	–	–	–
Savignia frontata BLACKWALL	78	6.4	–	–	–	–	–	–	–	–
Walckenera acuminata BLACKWALL	1	0.1	–	–	–	–	–	–	–	–

LINYPHIIDAE (nur adult) (Baldachinspinnen)	213	–	151	–	198	–	99	–	287	–
Meioneta rurestris (C. L. KOCH)	–	–	3	0.2	1	0.06	23	1.6	149	6.2
Bathypantes gracilis (BLACKWALL)	76	6.2	85	4.8	169	10.7	52	3.6	121	5.0
Porrhoma pygmaeum (BLACKWALL)	6	0.5	22	1.2	8	0.5	6	0.4	13	0.5
Bathypantes concolor (WIDER)	75	6.1	7	0.4	3	0.2	5	0.3	2	0.1
Centromerita bicolor (BLACKWALL)	30	2.4	12	0.7	16	1.0	10	0.7	1	0.05
Agyneta spec.	–	–	5	0.3	1	0.06	–	–	1	0.05
Lepthyphantes tenuis (BLACKWALL)	5	0.4	3	0.2	–	–	2	0.1	–	–
Meioneta saxatilis (BLACKWALL)	1	0.1	3	0.2	–	–	1	0.07	–	–
Bathypantes parvulus (WESTRING)	10	0.8	8	0.5	–	–	–	–	–	–
Agyneta subtilis (O. P. CAMBRIDGE)	–	–	1	0.06	–	–	–	–	–	–
Microneta viaria (BLACKWALL)	–	–	1	0.06	–	–	–	–	–	–
Mengea scopigera (GRUBE)	–	–	1	0.06	–	–	–	–	–	–
Lepthyphantes pallidus (O. P. CAMBRIDGE)	9	0.7	–	–	–	–	–	–	–	–
Centromerus silvaticus (BLACKWALL)	1	0.1	–	–	–	–	–	–	–	–
MICRY./LINY. (juvenil)	186	11.9	184	8.1	100	5.4	73	4.1	99	3.9
Individuenzahl (ges.)	1561	–	2263	–	1850	–	1765	–	2563	–
Individuenzahl (nur adult)	1226	–	1763	–	1581	–	1447	–	2416	–
Aktivitätsdichte/Falle	35.5	–	51.4	–	42.0	–	40.1	–	58.3	–
Artenzahl (ges.)	36	–	34	–	27	–	28	–	23	–

3.1. Übersicht über die Spinnenfauna der Versuchsflächen

In Tab. 15 wird eine Übersicht über die gesamte epigäische Spinnenfauna der Versuchsflächen im 2. Versuchsjahr gegeben.

Die getrennte Erfassung der juvenilen Micryphantiden/Linyphiiden und juvenilen Lycosiden machte es erforderlich, die Dominanzen der Arten auf die Anzahl adulter Tiere, die Dominanzen der Familien auf die Gesamtzahl, einschließlich juveniler Spinnen, zu berechnen. Deshalb stimmt in Tab. 15 die Summe der Arten-Dominanzen nicht mit der jeweiligen Familien-Dominanz überein.

Auf den 5 verschiedenen Versuchsflächen wurden in der Zeit vom 1. 5.–15. 10. 83 in insgesamt 220 Bodenfallenfängen **10 002 Spinnen** gefangen, die **50 Arten** angehörten. Davon waren nur 15 Arten allen Flächen gemeinsam. Die Wiese am Stadtrand (SW I) besiedelten 36 Arten. Im Untersuchungsgebiet des Stadtbereichs (TM) wurden bei vierfacher Fläche und Probenzahl 44 Arten festgestellt, von denen nur 18 Arten alle Teilflächen in der Stadt besiedelten. Die Artenübereinstimmung ist somit sowohl zwischen Stadtrand (SW I) und Stadtbereich (TM) als auch innerhalb der Flächen des Stadtbereichs (TM) gering und zeigt schon eine Sukzession der Spinnenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität der Grünlandbiotope an.

3.1.1. Gesamtindividuenzahl und Artenzahl bei unterschiedlicher Pflegeintensität

Für die Gesamtindividuenzahl der Spinnen ergibt sich unter dem Einfluß der unterschiedlichen Pflegeintensität eine Verteilung, die der der Carabiden ganz ähnlich ist. Wiederum ist auf den extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) ein Rückgang der Gesamtindividuenzahl zu verzeichnen, der am deutlichsten für die 2schürige und 1schürige Fläche ausfällt (Tab. 15). Die für das Stadtrandgebiet (SW I) ermittelte Individuenzahl erreicht jedoch im Falle der Araneen nicht einmal den Minimalwert in der Stadt (TM III). Dies ist

möglicherweise mit interspezifischer Konkurrenz zwischen Carabiden und Lycosiden zu erklären. Sicherlich sind auch mikroklimatische Besonderheiten der Untersuchungsgebiete von Stadtrand [SW I] und Stadtbereich [TM] für die unterschiedliche Aktivitätsdichte verantwortlich:

Lycosiden neigen nur bei ausgesprochen warmer und trockener Witterung zu aeronautischer Verbreitung (RICHTER 1970). Diese Bedingungen waren schon im 1. Versuchsjahr 1982 gegeben. Dies führte möglicherweise zur schnellen Besiedlung des Stadtbereichs (TM) durch juvenile Lycosiden. Hier trafen diese Spinnen wegen des witterungsbedingten Rückgangs der Carabidenpopulation zumindest auf den extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) sowohl günstige Konkurrenzbedingungen als auch günstige mikroklimatische Bedingungen an. Vor allem die dominante, trockenere Biotope bevorzugende *Pardosa tarsalis* (TRETZEL 1952) besiedelte schnell die relativ trockenen Grünlandbiotope des Stadtbereichs (TM).

Die Carabidenpopulation am Stadtrand (SW I) wurde dagegen durch die Trockenheit des Sommers 1982 nicht so stark dezimiert. Die am Fadenfloß hierher gelangten juvenilen Lycosiden gerieten daher möglicherweise unter Konkurrenzdruck und erreichten im 2. Untersuchungsjahr 1983 nicht die hohen Abundanzwerte des Stadtbereichs (TM).

Für die Gesamtartenzahlen ergibt sich bei unterschiedlicher Pflegeintensität eine völlig andere Verteilung. Die höchste Artenzahl wurde auf der Stadtrandwiese (SW I), die niedrigste auf der 6schürigen Rasenfläche (TM IV) festgestellt. Mit abnehmender Pflegeintensität steigen die Gesamtartenzahlen im Stadtbereich deutlich an, maximal um ca. 50 % auf der ungemähten Wiese (TM I). Diese im Gegensatz zu den Carabiden bedeutende Zunahme der Artenzahl verdeutlicht die große Ausbreitungsfähigkeit der Spinnen, insbesondere bei den für die aeronautische Verbreitung günstigen Wetterverhältnissen der beiden Versuchsjahre (RICHTER 1970). Die Entwicklung von artenreicheren Spinnenlebensgemeinschaften bei sinkendem anthropogenen Einfluß auf Grünlandbiotope wird von HEMPEL et al. (1971) und KAJAK (1962) bestätigt.

3.1.2. Anteile der Spinnenfamilien am Gesamtfang

Schon bei Betrachtung der Anteile der Spinnenfamilien können zwischen den Flächen unterschiedlicher Pflegeintensität beträchtliche Unterschiede festgestellt werden.

Um auch die nicht artlich differenzierten Jungspinnen in die Berechnung mit einzubeziehen, wurden die Micryphantiden und Linyphiiden zu einer Gruppe vereinigt. Diese entsprechen sich zum größten Teil in ihrer Lebensweise, sind auch taxonomisch kaum zu trennen und werden deshalb von LOCKET und MILLIDGE (1953) unter der Familie der Linyphiidae zusammengefaßt.

Micryphantiden (Zwergspinnen) und Linyphiiden (Baldachinspinnen) bauen oft dicht am Boden kleine Deckennetze zwischen niedrigen Pflanzen. Sie sind mit Ausnahme weniger Arten (*Linyphia*) von geringer Körpergröße (ca. 1.5–3 mm). Nur wenige Arten besiedeln die höhere Kraut- und Strauchschicht. Sie dominieren auf allen Versuchsflächen, mit Ausnahme der 2schürigen Wiese (TM III), wo sie von den Lycosiden in Abundanz und Dominanz übertroffen werden, und erreichen den maximalen Anteil im 6schürigen Rasen (TM IV) (Tab. 16).

Die wesentlich größeren, am Boden jagenden Lycosiden (Wolfsspinnen) bevorzugten dagegen eindeutig alle extensiv gepflegten Flächen (Tab. 16). Der hohe Anteil der Lycosiden auf den Flächen des Stadtbereichs (TM I–III) ist überraschend, wenn man berücksichtigt, daß diese nach Untersuchungen von SCHAEFER (1973) in einem nur 3 km südlich gelegenen Stadtpark fast völlig fehlten. Die schnelle Besiedlung der extensiv gepflegten

Tab. 16: Anteile der Spinnenfamilien (Lebensformtyp und Größenklassen) am Gesamtfang der Spinnen bei unterschiedlicher Pflegeintensität in % Individuenanteil.

Versuchsfläche Schnitte/Jahr	Größe (mm)	SW I 0	TM I 0	TM II 1	TMIII 2	TM IV 6
Micryphantidae/Linyphiidae (Netzbauer)	ca. 3	58.2	52.2	42.3	34.2	72.7
Hahniidae (Netzbauer)	ca. 2	–	2.0	9.1	17.8	15.6
Lycosidae (Jäger)	5–14	30.2	40.7	38.6	38.4	7.4
Tetragnathidae (Jäger)	ca. 5	10.8	4.9	9.6	8.9	3.9
Thomisidae (Lauerer)	ca. 5	0.4	0.1	0.4	0.7	0.4
Clubionidae (Jäger)	ca. 7	0.4	0.1	–	–	–
Dysderidae (Netzbauer)	ca. 9	–	–	–	0.1	–
Mimetidae (Lauerer)	ca. 3	0.1	–	–	–	–
<u>Jäger + Lauerer</u>		<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
Netzbauer		1.4	1.2	1.1	1.1	7.5

Stadtbiotope durch Lycosiden ist sicherlich im Zusammenhang mit der relativ warmen und trockenen Witterung im 1. Versuchsjahr 1982 zu sehen.

Die Hahniiden (Bodenspinnen), die in ihrer Körpergröße und Lebensweise den Micryphantiden und Linyphiiden ähnlich sind, erwiesen sich als charakteristische Bewohner des Stadtbereichs (TM). Sie fehlen am Stadtrand völlig (s. Tab. 16) und nehmen im Stadtbereich mit abnehmender Pflegeintensität ab, was sie als typische Besiedler offener Biotope kennzeichnet.

Für die Tetragnathiden (Kieferspinnen), die nur als juvenile Tiere Netze weben (LOCKET u. MILLIDGE 1953), und die Thomisiden (Krabbenspinnen) bestehen keine deutlichen Abhängigkeiten der Abundanz von Pflegeintensität und Lage der Versuchsflächen (Tab. 16). Letztere wurden wie die Clubioniden (Sackspinnen), Dysteriden (Sechsaugen) und Mimetiden (Spinnenfresser) nur in geringer Anzahl gefangen.

Das Zahlenverhältnis von Jägern und Lauerern zu Netzbauern ist auf extensiv gepflegten Flächen des Stadtbereichs (TM) und auf der Wiese am Stadtrand (SW I) stark zugunsten der jagenden Spinnen verschoben. Im 6schürigen Rasen (TM IV) herrschen die netzbauenden Spinnen vor (s. Tab. 16).

Dieses Zahlenverhältnis ist gleichzeitig Ausdruck für den unterschiedlichen Anteil von Größenklassen. Während unter den Jägern und Lauerern nur Spinnen mit einer Körpergröße von mindestens 5 mm auftreten, weisen die fakultativ netzbauenden Micryphantiden, Linyphiiden und Hahniiden nur eine Größe von 1.5–3 mm auf (Tab. 16).

Der Anteil der Individuen mit einer Körpergröße von mindestens 5 mm entspricht auf allen extensiv gepflegten Flächen etwa den diesbezüglichen Angaben von SCHAEFER (1973) für naturnahe Lebensräume.

Das Vorherrschen der kleinen Spinnen im 6schürigen Rasen (TM IV) ist als Anpassung an die häufigen Störungen dieses Biotops zu sehen. Die geringe Körpergröße ermöglicht bei Störung durch Mahd oder Betreten Unterschlupf in den kleinsten Räumen (SCHAEFER 1973). Außerdem sind kleine Spinnen eher dazu befähigt, den häufigen Störungen des intensiv gemähten Bereichs (TM IV) durch Fliegen am Fadenfloß auszuweichen.

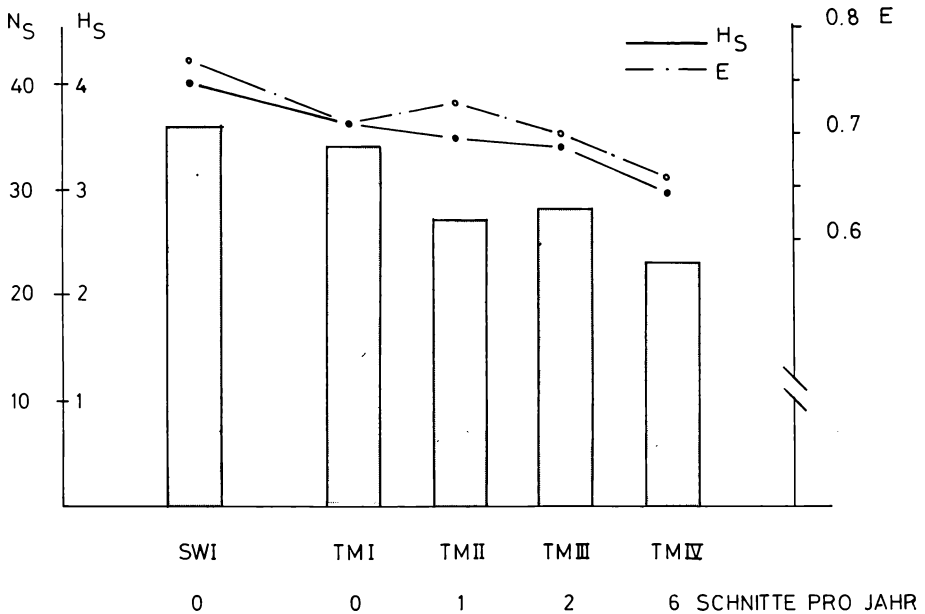


Abb. 10. Gesamtartenzahl (Ns), Diversität (Hs) und Eveness (E) der Spinnenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität für das Jahr 1983.

3.2. Artenzahlen, Diversität und Eveness

Die in Abb. 10 dargestellten Artenzahlen, Diversitäts- und Evenesswerte der Spinnenfauna wurden auf der Basis des Bodenfallengesamtanges im 2. Versuchsjahr berechnet und beziehen sich somit auf 44 Proben pro Teilfläche und Untersuchungszeitraum (1. 5.–15. 10. 83).

Wie aus Abb. 10 ersichtlich, steigen Artenzahl, Diversität und Eveness der Spinnenfauna mit abnehmender Pflegeintensität an und erreichen den Maximalwert jeweils auf der Wiese am Stadtrand (SW I).

Die ansteigende Diversität ist sowohl auf die höheren Artenzahlen der extensiv gepflegten Flächen als auch auf die gleichmäßigere Verteilung der Individuen (Eveness) auf die vorhandenen Arten zurückzuführen (Abb. 10).

Nach Müller et al. (1975) ist die Diversität mit dem Grad der anthropogenen Belastung und der Heterogenität eines Lebensraumes korreliert. Die ansteigenden Diversitätswerte auf den zwei Jahre lang extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) wären demnach ein Indiz für die geringere anthropogene Belastung durch die Mahd und die wachsende Heterogenität dieser Grünlandbiotope.

3.3. Dominanzstruktur der Spinnenfauna

Deutlicher als durch die Evenesswerte wird die veränderte Struktur der Spinnenfauna durch die Dominantenfolge (Abb. 11) veranschaulicht.

Der flache Kurvenverlauf von SW I zeigt die ausgeglichenen Dominanzverhältnisse auf der langjährigen Wiese am Stadtrand (SW I). Hier stellen die 3 eudominanten Arten *Erigone atra* (17.4 %), *Pardosa tarsalis* (11.3 %) und *Dicymbium nigrum* (10.1 %) 38.8 % der Individuen. Es folgen 7 dominante Arten zwischen 5 und 10 % Anteil und 3 subdominante zwischen 2 und 5 % Anteil an der Gesamtindividuenzahl.

Die extremsten Verhältnisse ergeben sich für den 6schurig gemähten Rasen (TM IV). Die 3 eudominanten Arten *Oedothorax fuscus* (34.6 %), *Hahnina nava* (16.6 %) und *Erigone dentipalpis* (15.6 %) beinhalten schon 66.8 % aller Spinnenindividuen. Mit *Meioneta rure-*

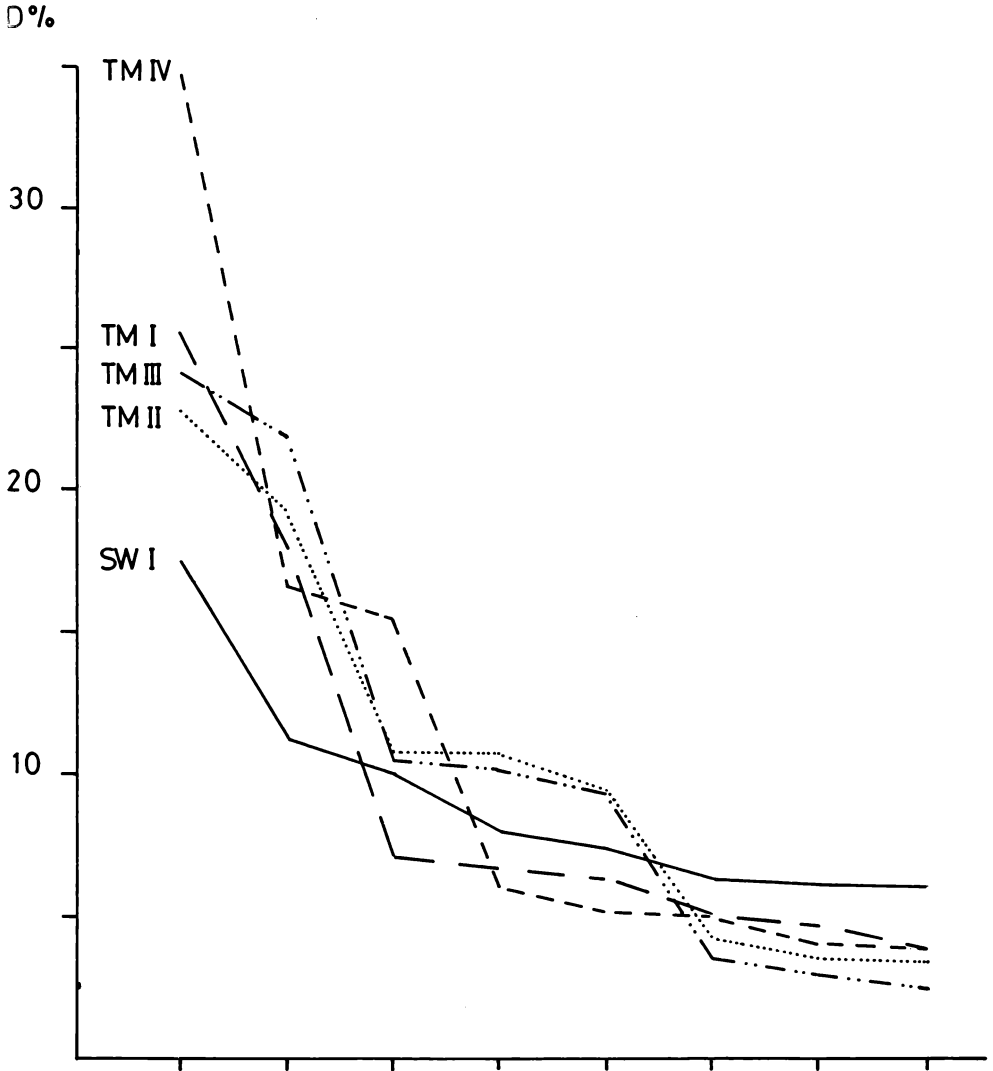


Abb. 11. Dominanzstruktur der Spinnenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität als Prozentanteil (D %) der 8 häufigsten Arten der jeweiligen Versuchsflächen (x-Achse = Art 1–8). SW I = Stadtrand, TM = Stadtkern, I = ungemäht, II = 1schurig, III = 2schurig, IV = 6schurig.

stris, *Pardosa tarsalis* und *Bathypantes gracilis* treten nur noch 3 weitere dominante Arten auf, denen weitere 4 subdominante Arten folgen.

Die Spinnenfauna der extensiv gepflegten Flächen des Stadtbereichs (TM I, II, III) zeigt nach zwei Jahren Versuchsdauer ausgeglichene Dominanzverhältnisse als die Fauna des 6schürigen Rasens. MADER (1980) weist darauf hin, daß stabile Lebensgemeinschaften i. d. R. ausgewogene Dominanzverhältnisse aufweisen, instabile dagegen Unregelmäßigkeiten in der Dominantenfolge erkennen lassen.

3.4. Artenspektrum in Abhängigkeit von der Pflegeintensität

Bereits nach zwei Jahren extensiver Pflege der ehemals intensiv gemähten Rasenflächen (TM I, II, III) werden Artenkombinationen angetroffen, die sich deutlich von der des 6schürigen Rasens (TM IV) unterscheiden und Rückschlüsse auf Biotopveränderungen ermöglichen.

Der folgenden Darstellung der Artenspektren liegen die Fangergebnisse des gesamten Untersuchungszeitraumes vom 1. 5.–15. 10. 83 zugrunde.

Im 2. Versuchsjahr wurden in Bodenfallen insgesamt 50 Arten erfaßt, die sich folgendermaßen auf die einzelnen Versuchsflächen verteilen:

SW I (ungemäht) 36, TM I (ungemäht) 34, TM II (1schürig) 27, TM III (2schürig) 28, TM IV (6schürig) 23.

Im Stadtgebiet (TM) wurden mit insgesamt 43 Arten mehr Arten als am Stadtrand SW I = 36 Arten festgestellt. Dies ist jedoch hauptsächlich durch die unterschiedliche Probenanzahl (TM = 176, SW I = 44 und die unterschiedliche Größe der Versuchsfläche zu erklären (SCHWERTFEGER 1975).

Von den 43 Arten des Stadtbereichs (TM) besiedelten folgende 18 Arten alle Versuchsflächen in der Stadt:

<i>Pardosa tarsalis</i>	<i>Dicymbium nigrum</i>
<i>Pardosa prativaga</i>	<i>Tiso vagans</i>
<i>Trochosa ruficollis</i>	<i>Micrargus subaequalis</i>
<i>Pachygnatha degeeri</i>	<i>Araeoncus humilis</i>
<i>Oedothorax fuscus</i>	<i>Bathypantes gracilis</i>
<i>Erigone dentipalpis</i>	<i>Porrhoma errans</i>
<i>Erigone atra</i>	<i>Bathypantes concolor</i>
<i>Centromerita bicolor</i>	<i>Diplocephalus cristatus</i>
<i>Hahnina nava</i>	<i>Meioneta rurestris</i>

Diese Arten sind mit Ausnahme von *Micrargus subaequalis*, *Tiso vagans*, *Porrhoma errans* und *Hahnina nava* als häufig und verbreitet anzusehen (vgl. HEYDEMANN 1960) und werden auch von anderen Autoren vornehmlich in offenen Biotopen angetroffen (KNÜLLE 1952, 1953, HEMPEL et al. 1971, RABELER 1952, MAURER 1974, SCHAEFER und HAAS 1979, TISCHLER 1958, BONESS 1953, HEYDEMANN 1964a, 1960). Die meisten Arten scheinen hauptsächlich durch ihr Lichtbedürfnis an offene Biotope gebunden zu sein. 6 Arten sind photobiont, 6 photophil, und 4 besitzen eine weite Valenz gegenüber dem Lichtfaktor. Keine dieser Arten ist ombrophil (vgl. Tab. 18).

Eine Bindung an einen bestimmten Feuchtigkeitsgrad ist in dieser Artengruppe nicht zu erkennen. Sie setzt sich etwa zu gleichen Teilen aus euryhygrynen, feuchtigkeits- und trockenheitsliebenden Arten zusammen, wobei euryhygryne Arten leicht überwiegen (vgl. Tab. 18).

Mit Ausnahme von *Pardosa tarsalis*, *Trochosa ruficollis*, *Hahnina nava*, *Micrargus subaequalis*, *Araeoncus humilis* und *Porrhoma errans* wurden diese Spinnen auch in einem

stärker isolierten Stadtpark Kiels gefangen (SCHAEFER 1973). Dies weist auf die starke aeronautische Verbreitungsfähigkeit dieser Arten hin (vgl. Tab. 21). Die meisten Arten sind als kulturbegünstigt anzusehen, ohne jedoch synanthrop zu sein (SCHAEFER 1973, VALESOVA-ZDARKOVA 1966).

Hahnia nava, *Meioneta rurestris* und *Diplocephalus cristatus* treten ausschließlich im Stadtgebiet in Erscheinung. *Hahnia nava* wird von anderen Autoren selten genannt, und dementsprechend ist über ihre Ökologie wenig bekannt. Nach BRAUN und RABELER (1969) scheint diese Art weitgehend feuchtigkeitsunabhängig und heliophil zu sein. Dies kann durch die Fangergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden. *Meioneta rurestris* gilt als kulturbegünstigter Aeronaut (SCHAEFER 1973) und bevorzugt trockene und besonnte Biotope (HEYDEMANN 1964a). Beide Spinnenarten gehören zu den häufigsten Spinnen im Stadtgebiet und erreichen dort die höchsten Aktivitätsschichten im 6schürigen Rasen (TM IV).

Im 6schürigen Rasen werden vier weitere Arten angetroffen, jedoch jeweils nur als Einzelexemplare:

<i>Pardosa agrestis</i>	<i>Troxochrus scabriculus</i>
<i>Xysticus kochi</i>	<i>Wideria antica</i>

Troxochrus scabriculus und *Wideria antica* sind hiervon die einzigen Arten, die ausschließlich im 6schürigen Rasen (TM IV) gefunden wurden.

Im Stadtgebiet (TM) treten 19 Spinnarten ausschließlich auf den extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) in Erscheinung (Tab. 17).

Tab. 17: Spinnenarten mit ausschließlichem Vorkommen auf den extensiv gepflegten Flächen des Stadtbereichs (TM). (Symbole: + bezeichnet Vorkommen, ⊕ als Einzelexemplar, Wi Wiese, U Ufer, F Feld, O offene Biotope, W Wald). Vorzugsbiotop nach HEYDEMANN (1960, 1964a), KNÜLLE (1953), SCHAEFER (1973), TRETZEL (1952).

Versuchsfläche Schnittanzahl/Jahr	TM I 0	TM II 1	TM III 2	SW I 0	Vorzugs- biotop
<i>Pardosa pullata</i>	+	+	+	+	Wi
<i>Pachygnatha clercki</i>	+	+	+	+	Wi
<i>Erigonella hiemalis</i>	⊕	+	+	+	U
<i>Pardosa amentata</i>	+	+			Wi
<i>Xysticus cristatus</i>	+	+		+	Wi
<i>Micrargus herbigradus</i>	+		+	+	W
<i>Leptyphantus tenuis</i>	+		+	+	F, Wi
<i>Meioneta saxatilis</i>	+		+	⊕	W, U, O
<i>Bathypantes parvulus</i>	+			+	F
<i>Oedothorax tuberosus</i>	+			⊕	F
<i>Clubiona neclecta</i>	+			+	Wi
<i>Diplocephalus latifrons</i>	⊕			+	W
<i>Agyneta subtilis</i>	⊕				W
<i>Microneta viaria</i>	⊕				W
<i>Mengea scopigera</i>	⊕				Wi
<i>Diplocephalus picinus</i>		⊕			W
<i>Gongylidiellum vivum</i>		⊕		+	W
<i>Pocadicnemis pumilla</i>			+	⊕	
<i>Segestria senoculata</i>			⊕		W

Ein Großteil dieser Arten besiedelt auch die Wiese am Stadtrand (SW I). Dies kann als Indiz dafür gelten, daß sich die Spinnenfauna der extensiv gepflegten Bereiche im Stadtgebiet in Richtung einer typischen Wiesenfauna entwickelt.

Die ökologische Bindung dieser Arten zeigt einen Wechsel der abiotischen Verhältnisse in den hochwachsenden Bereichen an. Es überwiegen die Arten mäßig feuchter bis feuchter Wiesen und Arten von Wald und Waldrand (vgl. KNÜLLE 1953, TISCHLER 1958).

Während in der Gruppe der Arten, die allen Flächen im Stadtgebiet gemeinsam sind, noch 4 Trockenheit bevorzugende und 7 euryhygre Arten auftreten, zeigen die Arten der extensiv gepflegten Flächen, mit Ausnahme der euryhygren *Xysticus cristatus* und *Pocadicnemis pumilla*, eine mehr oder weniger starke Bindung an Feuchtigkeit (vgl. Tab. 18).

Der steigende Anteil von Waldarten auf den extensiven Flächen deutet an, daß hier eine Verzahnung von Wiesenbiotopen und angrenzender Hecke erfolgt. Die geringeren Diskontinuitäten zwischen Hecke und Wiese in bezug auf Mikroklima und Struktur erlauben es typischen Wald- und Waldrandarten in den angrenzenden Wiesenbiotop vorzudringen.

Folgende sieben Arten blieben auf die ungemähte Wiese am Stadtrand (SW I) beschränkt:

<i>Tarentula pulverulenta</i>	<i>Leptyphantès pallidus</i>
<i>Walckenera acuminata</i>	<i>Centromerus silvaticus</i>
<i>Tarentula cuneata</i>	
<i>Savignia frontata</i>	
<i>Ero furcata</i>	

Die Arten der rechten Spalte sind Waldarten (TRETZEL 1952) und stammen möglicherweise aus dem die Versuchsfläche südlich begrenzenden Knick. Die einzige Mimetide, *Ero furcata*, wurde nur als Einzelexemplar erfaßt. *Tarentula pulverulenta*, *T. cuneata* und *Savignia frontata* sind als Wiesentiere bekannt, wobei die ersten beiden trockenere, letztere feuchtere Wiesen bevorzugt (HEYDEMANN 1960, TRETZEL 1952).

3. 5. Ökologische Bindung der Spinnenfauna

Für die Biotopbindung von Spinnen spielt neben besonderen Ansprüchen an die Raumstruktur (SCHAEFER 1970, LOHMEYER und PRETSCHER 1979) die Bindung an spezifische Feuchtigkeits- und Lichtverhältnisse die bedeutendste Rolle (HEYDEMANN 1960, TRETZEL 1952).

Dementsprechend sollten sich die unterschiedlichen mikroklimatischen Verhältnisse der Versuchsflächen im Arten- bzw. Individuenanteil unterschiedlich gebundener Spinnen ausdrücken, wie dies schon für die Carabiden nachgewiesen wurde.

Tab. 18: Ökologische Charakteristik der Spinnenarten und Bereich der maximalen Aktivitätsdichte innerhalb der Untersuchungsgebiete. Erläuterungen siehe unten.

		Bereich des Aktivitäts- maximums	Aero- nauten	Kultur- folger	Feuchte- präferenz	Licht- präferenz
Pardosa	tarsalis	ext.		+	xe	ph
Pardosa	prativalga	ext.		+	hy	ph
Trochosa	ruricola	ext.			xe	ph
Pardosa	pullata	ext.			hy	ph
Pardosa	amentata	ext.			hy	eu

		Bereich des Aktivitäts- maximums	Aero- nauten	Kultur- folger	Feuchte- präferenz	Licht- präferenz
Pardosa	agrestis	SW		+	xe	ph
Tarentula	pulverulenta	SW				ph
Tarentula	cuneata	SW				ph
Pachygnatha	degeeri	ext.	+	+	eu	ph
Pachygnatha	clercki	SW		+	hy	eu
Xysticus	kochi	ext.			xe	
Xysticus	cristatus	ext.			eu	eu
Xysticus	audax	ext.			xe	eu
Hahnia	nava	int	(+)		eu	ph
Segestria	senoculata	ext.			hy	om
Oedothorax	fuscus	int.	+		hy	ph
Erigone	dentipalpis	int.	+	+	eu	ph
Erigone	atra	SW	+	+	hy	ph
Dicymbium	nigrum	SW	+		hy	ph
Tiso	vagans	SW/int.			eu	ph
Micrargus	subaequalis	ext.				
Araeoncus	humulis	int.	+	+	xe	eu
Diplocephalus	cristatus	ext.	+	+	hy	ph
Troxochrus	scrabicus	int.	+	+	xe	ph
Wideria	antica	int.			eu	om
Micrargus	herbigradus	ext.	+		hy	om
Erigonella	hiemalis	ext.	+		hy	
Pocadicnemis	pumilla	ext.			eu	eu
Diplocephalus	picinius	ext.			hy	om
Oedothorax	tuberosus	ext.			hy	
Diplocephalus	latifrons	SW		+	hy	om
Savignia	frontata	SW			hy	ph
Walckenera	acuminata	SW			hy	om
Meioneta	rurestris	int.	+	+	xe	ph
Bathypantes	gracilis	ext.	+	+	hy	eu
Bathypantes	concolor	SW		+	hy	eu
Centromerita	bicolor	SW			eu	eu
Lepthyphantes	tenuis	SW	+	+	hy	eu
Meioneta	saxatilis	ext.				om
Agyneta	subtilis	ext.			hy	om
Microneta	viaria	ext.			hy	om
Mengea	scopigera	ext.			hy	ph
Lepthyphantes	pallidus	SW			hy	om
Centromerus	silvaticus	SW			hy	om

Erläuterungen: 1. Spalte: Bereich des Aktivitätsmaximums innerhalb der Untersuchungsgebiete; SW = ungemähte Wiese am Stadtrand; ext. = ungemähte, 1schürige und 2schürige Wiesen im Stadtgebiet; int. = 6schürige Fläche im Stadtgebiet.

2. und 3. Spalte: = kennzeichnet häufig fliegend beobachtete Arten (nach SCHAEFER 1973) und Kulturfollower (nach HEYDEMANN 1960 und SCHAEFER 1973). Feuchte- und Lichtpräferenz nach BRAUN und RABELER 1969, HEYDEMANN 1960, KNÜLLE 1953, TRETZEL 1952. Terminologie vereinfacht nach TRETZEL 1952.

Feuchtepräferenz

xe = oligohygrophil-xerophil

eu = euryhydr

hy = hygrophil-hygrobiont

Lichtpräferenz

ph = photophil-photobiont

eu = euryphot

om = ombrophil-ombrobiont (hylobiont)

Die Einstufung der Arten nach ihrer Feuchtigkeits- und Lichtpräferenz nach Literaturangaben (BRAUN und RABELER 1969, HEYDEMANN 1960, TRETZEL 1952, KNÜLLE 1973) wurde in Tab. 18 vorgenommen.

3.5.1. Bindung an Feuchtigkeitsfaktor

Die Einteilung der Spinnenfauna nach ihrer Feuchtigkeitspräferenz ergibt in be-
zug auf Artenzahlen und Individuenanteile (Tab. 19) folgendes Bild:

Obwohl die Anzahl xerophiler und oligohygrophiler Arten mit abnehmender Pflegein-
tensität sinkt, steigt der Individuenanteil dieser Gruppe wegen der wachsenden Dominanz
von *Pardosa tarsalis* auf der ungemähten Wiese (TM I) und auf der 1schürigen Fläche
(TM II) noch an. Andererseits weist jedoch die wachsende Artenzahl hygrophiler und hy-
grobionter Spinnen mit abnehmender Pflegeintensität auf ein feuchteres Mikroklima an
der Bodenoberfläche der extensiv gepflegten Flächen hin. Auf der Wiese am Stadtrand
(SW I) stellt diese Gruppe die meisten Spinnenarten und Individuen.

Die relativ hohe Dominanz feuchtigkeitsliebender Spinnen im 6schürigen Rasen
(TM IV) beruht auf der hohen Fangzahl der als mesohygrophil eingestuften *Oedothorax*
fuscus (HEYDEMANN 1960). Diese Spinne kann diese Fläche jedoch wahrscheinlich nur
aufgrund ihrer Nachtaktivität (HEYDEMANN 1960) besiedeln.

Tab. 19: Feuchtigkeitspräferenz der Spinnenfauna.
Artenzahl (n_s) und Individuenanteile (D %) xerophil-oligohygrophiler, euryhygrer und hygrophil-hy-
grobionter Spinnen

Versuchsfläche Schnittzahl (Jahr)	SW I		TM I		TM II		TM III		TM IV	
	0		0		1		2		6	
	D %	n _s	D %	n _s	D %	n _s	D %	n _s	D %	n _s
Feuchtigkeit am Boden	abnehmende Tendenz —————>									
xerophil-oligohygrophil	15	4	23	4	27	5	29	6	13	7
euryhygr	16	7	16	6	27	6	44	6	39	6
hygrophil-hygrobiont	66	19	57	19	44	13	23	13	46	7

Auffällig ist die hohe Artenzahl und Dominanz euryhygrer Spinnen im 6schürigen Ra-
sen (TM IV) und in der 2schürigen Wiese (TM III). Möglicherweise ist dies als Anpassung
an die starken tageszeitlichen Schwankungen der Luftfeuchtigkeit auf diesen Flächen zu
sehen, wie dies schon für die Carabiden offener Biotope nachgewiesen wurde (TIEHLE
1964).

3.5.2. Bindung an Lichtfaktor

Die große Zahl nach Literatur nicht eindeutig beschriebener Arten macht es notwendig,
die Betrachtung der Lichtpräferenz nur auf die Individuenanteile zu beschrän-
ken. Dabei konnten für alle untersuchten Flächen über 95 % aller Individuen erfaßt wer-
den.

Waren die Carabiden hauptsächlich durch die Bevorzugung hoher Temperaturen an die
untersuchten Grünlandbiotope gebunden, so ist für die meisten Spinnenindividuen eine
Bevorzugung bzw. Bindung an den Lichtfaktor zu erkennen (Tab. 20). Der Anteil photo-

Tab. 20: Helligkeitspräferenz der Spinnenfauna.

Individuenanteile photobionter, photophiler, euryphoter und ombrophiler, ombrobionter und hylobionter Spinnen in Prozent.

Versuchsfläche Schnittzahl/Jahr	SW I 0	TM I 0	TM II 1	TM III 2	TM IV 6
Einstrahlung am Boden	zunehmende Tendenz \longrightarrow				
photobiont	47 \searrow	62 \searrow	51 \searrow	41 \searrow	49 \searrow
	74 \nearrow	85 \nearrow	83 \nearrow	89 \nearrow	92 \nearrow
photophil	27 \nearrow	23 \nearrow	32 \nearrow	48 \nearrow	43 \nearrow
euryphot	21	10	15	6	6
ombrophil-ombrobiont-hylobiont	1.2	0.3	0.1	0.4	0.1

biont/photophiler Individuen erreicht selbst auf der Wiese am Stadtrand (SW I), die größtenteils dichte Vegetationsbedeckung aufweist, noch über 70 % der Individuen. Im Stadtgebiet steigt der Anteil dieser Gruppe auf den extensiv gepflegten Flächen (TM I, II, III) auf über 80 % an und erreicht seinen Höchstwert erwartungsgemäß im 6schürigen Rasen, dessen Bodenoberfläche am geringsten beschattet wird.

Der Individuenanteil von Arten mit weiter ökologischer Valenz gegenüber dem Lichtfaktor ist dagegen auf der Wiese am Stadtrand (SW I) am höchsten.

Die ombrophil/hylobionte Gruppe hat auf allen Untersuchungsflächen einen geringen Anteil an der Spinnenfauna.

Inwieweit bei den photophil/photobionten Spinnen eine tatsächliche Bindung an das Licht besteht, oder ob, wie im Falle der Carabiden, eher ein Wärmebedürfnis vorliegt, ist insgesamt nicht zu klären. HEYDEMANN (1960) weist jedoch darauf hin, daß zumindest *Oedothorax*-Arten nachtaktiv sind, die Bezeichnung – photobiont – für *Oedothorax fuscus* somit nicht zutreffend sein kann.

3.5.3. Bedeutung der Flugfähigkeit

SCHAEFER (1973) hat die Bedeutung der Flugfähigkeit von Spinnen für die Besiedlung häufig gestörter, inselartiger Stadtbiopte hervorgehoben.

Für die Spinnenfauna der untersuchten Grünlandbiotope wurden die häufig am Fadenfloss fliegenden Arten mit ihrer jeweiligen Dominanz in Tab. 21 zusammengestellt. Die Angaben zur Flugfähigkeit wurden der Untersuchung von SCHAEFER (1973) entnommen. Prinzipiell sind jedoch alle Spinnen Luftsegler, wobei diese Ausbreitungsphase meist auf die Jugendstadien beschränkt bleibt (SCHAEFER 1973, RICHTER 1970).

Die Ergebnisse zeigen, daß mit Ausnahme von *Pardosa tarsalis* und *Tiso vagans* alle Arten des 6schürig gemähten Rasens (TM IV) mit einem Individuenanteil über 2 % zu den Spinnen mit großer aeronautischer Ausbreitungstendenz gezählt werden können.

Auch in der vorliegenden Untersuchung wird deutlich, daß die Existenz der Spinnen im urbanen Bereich und hier ganz besonders im häufig gestörten, intensiv gemähten Parkrasen (TM IV) von ihrer Flugfähigkeit abhängt.

Zunächst ist es nur fliegenden Formen möglich, die durch Straßen und bebaute Gebiete isolierten städtischen Lebensräume in größerer Zahl zu besiedeln (SCHAEFER 1973, TOPP 1972), falls sie nicht durch den Menschen verfrachtet werden.

Ferner müssen die Arten in der Lage sein, dem häufigen Störfaktor Mahd durch Dispersionsbewegungen innerhalb des Biotops auszuweichen (SCHAEFER 1973).

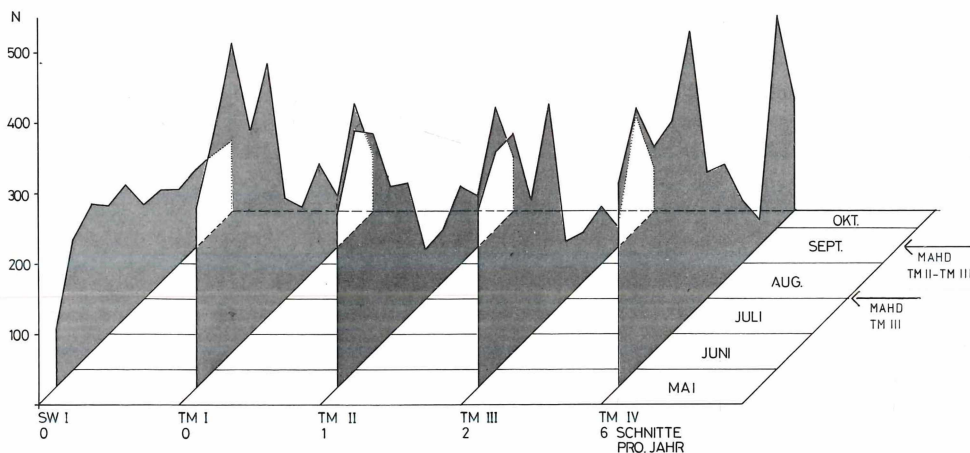
Tab. 21: Anteil von Spinnen mit großer aeronautischer Verbreitungstendenz am Gesamtfang in Prozent.

Versuchsfläche Schnittanzahl/Jahr	SW I 0	TM I 0	TM II 1	TM III 2	TM IV 6
<i>Pachygnatha degeeri</i>	8.1	3.9	9.6	10.5	4.2
<i>Erigone dentipalpis</i>	0.4	6.4	3.9	9.5	15.6
<i>Oedothorax fuscus</i>	1.1	27.0	19.2	10.2	34.6
<i>Erigone atra</i>	17.4	3.6	1.5	2.5	4.0
<i>Dicymbium nigrum</i>	10.1	6.7	2.0	1.5	2.7
<i>Diplocephalus cristatus</i>	–	0.3	0.2	0.3	0.1
<i>Bathypantes gracilis</i>	6.2	4.8	10.7	3.6	5.0
<i>Lepthyphantes tenuis</i>	0.4	0.2	–	0.1	–
(<i>Hahnina nava</i>)	–	2.6	10.7	21.7	16.6
Aeronauten (ges.)	43.7	55.5	57.8	59.9	82.8

3.6. Einfluß des Mahdvorganges auf die Aktivitätsdichte von Spinnen

Der mechanische Störfaktor Mahd beseitigt auf den betroffenen Flächen schlagartig die gesamte Krautschicht und verändert in der Folge Mikroklima und Struktur der Grünlandbiotope. Die Wirkung dieses anthropogenen Eingriffs auf die Spinnenfauna von Grünland wurde bereits von mehreren Autoren untersucht (BONESS 1953, SCHAEFER und HAAS 1973; SOUTHWOOD und EMDEN 1960; KAJAK 1962).

Die Wirkung der Mahd auf die Spinnenfauna sollte in der vorliegenden Untersuchung auf der 1schürigen und der 2schürigen Wiese (TM II und TM III) überprüft werden. Eine Einbeziehung der 6schürigen Fläche (TM IV) war wegen der Überschneidung von Mahd- und Fallenwechselterminen nicht möglich.

Abb. 12. Einfluß des Mahdvorganges auf die Aktivitätsdichte epigäischer Spinnen (Individuenzahl $n/4$ Fallen * 15 Tage).

Infolge der Phänologie der meisten Arten war die Aktivitätsdichte der Spinnen zum Zeitpunkt der ersten Mahd der 2schürigen Fläche (TM III) Ende Juli soweit abgesunken (Abb. 12), daß ein möglicherweise bestehender Einfluß der Mahd nicht mehr mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte.

Nach der Mahd der 2schürigen Wiese (TM III) blieb die Aktivitätsdichte auf allen Flächen gering und stieg erst in der zweiten Septemberhälfte auf allen Flächen des Stadtgebietes wieder an. Dieser Zeitpunkt fällt mit der Mahd der 1schürigen (TM II) und der 2schürigen Fläche (TM III) zusammen.

Auch die Artendichte zeigte keine Beeinflussung durch die Mahd. Auf allen untersuchten Flächen ist die Artendichte in der ersten Augusthälfte rückläufig und steigt auf allen Flächen des Stadtbereichs (TM) in der zweiten Septemberhälfte wieder an.

Diese Ergebnisse zeigen, daß zumindest eine späte Mahd keinen gravierenden Einfluß auf Aktivitätsindividuen- und Aktivitätsartendichte der epigäischen Spinnenpopulation hat. Dies wird von SCHAEFER und HAAS (1979) bei der Untersuchung des Mahdeinflusses auf die Arthropodenfauna einer Bergwiese bestätigt.

Nach Untersuchungen von NYFFELER und BENZ (1981) werden jedoch die Spinnen der Krautschicht von Wiesen durch die Mahd stark in ihrer Siedlungsdichte reduziert.

3.7. Verwandtschaftsgrad der Spinnenlebensgemeinschaften
im 2. Versuchsjahr

Die geringe Arten- und Dominantenidentität der Spinnenfauna von 6schürigem Rasen (TM IV) und Stadtrandwiese (SW I) macht die Eigenständigkeit dieser beiden Biotoptypen deutlich (Tab. 22). Der 6schürige Rasen (TM IV) ist zum größten Teil von Spinnen besiedelt, die auch in anderen stark gestörten Lebensräumen, wie Kulturfeldern (HEYDEMANN 1953, TISCHLER 1958), intensiv beweidetem Grünland (vgl. HEMPEL et al. 1971), Anwurf (KNÜLLE 1952) und periodisch überfluteten Salzwiesen an der Nordseeküste (HEYDEMANN 1960, IRMLER und HEYDEMANN 1983) verbreitet und häufig sind.

Die langjährige Wiese am Stadtrand (SW I) ist dagegen durch die große Zahl an Wiesen gebundener Spinnen (KNÜLLE 1953) charakterisiert.

Die Angleichung der mikroklimatischen und raumstrukturellen Bedingungen von Stadtrandwiese (SW I) und extensiv gepflegten Flächen im Stadtbereich führt bereits nach 2 Jahren Versuchsdauer zu einem Anstieg der Arten- und Dominantenidentität, wobei die beiden ungemähten Flächen (TM I) im Stadtbereich und (SW I) am Stadtrand die größte Übereinstimmung der Spinnenlebensgemeinschaften aufweisen.

Tab. 22: Artenidentität (nach Jaccard) und Dominantenidentität der Spinnenfauna bei unterschiedlicher Pflegeintensität in % Ähnlichkeit.

	SW I	TM I	TM II	TM III	TM IV
SW I	x	59.1	50.0	52.4	37.2
TM I	50.4	x	64.9	63.2	50.0
TM II	44.7	72.7	x	61.8	66.7
TM III	38.8	59.4	74.9	x	59.4
TM IV	27.4	61.4	55.6	59.5	x

Das feuchtere Mikroklima im extensiv gepflegten Stadtbereich (TM I, II, III) ermöglicht eine Besiedlung durch meist hygrophile Wiesenarten, die auch auf der Wiese am Stadtrand (SW I) verbreitet sind.

Die im Vergleich zu den Carabiden rasche Sukzession der Spinnenfauna erfolgte möglicherweise aufgrund der für die Flugausbreitung günstigen Klimabedingungen in den beiden Untersuchungsjahren.

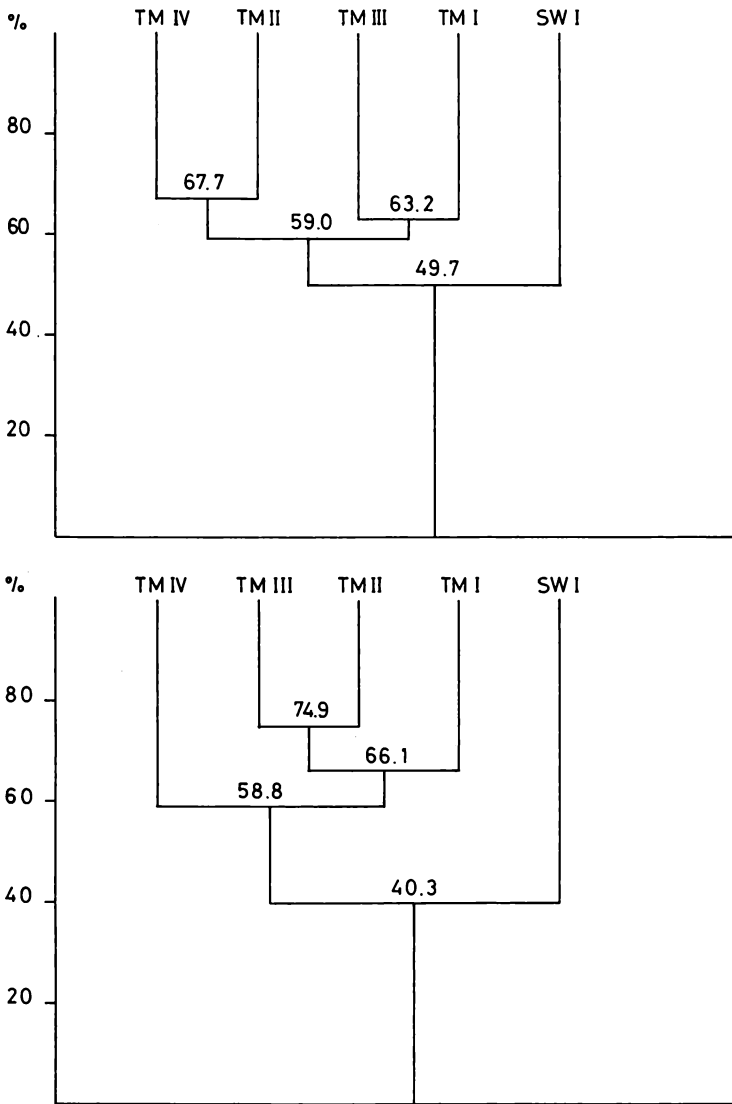


Abb. 13. Gruppierung der Spinnenfauna der unterschiedlich gepflegten Versuchsflächen nach ihrer Artenidentität im Dendrogramm nach MOUNTFORD (1962) (oben) und nach ihrer Dominantenidentität (unten).

VI. Diskussion

Ökologische Bewertung intensiv gemähten Parkrasens

Die häufige Mahd der intensiv gemähten Parkrasenfläche (TM IV) schafft für die Arthropodenfauna der Bodenoberfläche spezifische Umweltbedingungen, die bei der vorliegenden Untersuchung in der Struktur der Zoozönose und im Artenspektrum dieses stark anthropogen geprägten Lebensraumes deutlich werden.

Zunächst fällt im Vergleich zur ungemähten Wiese am Stadtrand (SW I) die ebenso hohe Aktivitätsdichte von epigäischen Arthropoden im intensiv gepflegten Rasen (TM IV) auf, die jedoch nachweislich für die Spinnen von einer geringeren Artenzahl hervorgerufen wird. Diese Diskrepanz zwischen hoher Aktivitätsdichte und niedriger Artenzahl wurde von anderen Autoren für zahlreiche Lebensräume mit starkem anthropogenen Einfluß bestätigt. So konnte diese Erscheinung beim Vergleich von intensiv beweidetem und 1schurig gemähtem Grünland (HEMPEL et al. 1971), 2schurigen und ungemähten Wiesen (MÜLLER et al. 1978, SOUTHWOOD und EMDEN 1967) und Feldern und angrenzenden Hecken (TISCHLER 1958) für viele Arthropoden-Taxa nachgewiesen werden.

Bei einem großräumigen Vergleich der Carabidenfauna von Kulturbiotopen der Nordseeküste und des Binnenlandes in Schleswig-Holstein stellte HEYDEMANN (1964 b) fest, daß sich Aktivitäts-Individuendichte und Aktivitäts-Artendichte nahezu umgekehrt proportional verhalten.

Die hohen Aktivitätsdichten von Arthropoden in stark anthropogen beeinflussten Lebensräumen bei niedriger Artenzahl führen HEMPEL et al. (1971) und TISCHLER (1958) nach dem erstmals von THIENEMANN formulierten 2. biozönotischen Grundgesetz (SCHWERTFEGER 1975) auf die vergleichsweise ökologisch einseitigen Bedingungen dieser Lebensräume zurück.

In der vorliegenden Untersuchung betrifft die Einseitigkeit der Lebensbedingungen im intensiv 6schurig gemähten Rasen (TM IV) die räumlich einheitlichen, mikroklimatischen Verhältnisse aufgrund fehlender Pflanzenhorste u. ä., die vergleichsweise geringere floristische Vielfalt, die wenig ausgeprägte vertikale Zonierung und die ganzjährig gleichbleibende Physiognomie dieses Lebensraumes. Alle genannten Charakteristika dieses Biotops werden durch die häufige Mahd bedingt. Im 6schurigen Rasen (TM IV) ist somit eine geringe mikroklimatische, floristische und raumstrukturelle Heterogenität gegeben. Die Anzahl verschiedenartiger Habitate ist aus den genannten Gründen niedrig. Nach MÜLLER et al. (1975) weisen Lebensräume mit geringer räumlicher Heterogenität nur niedrige Species-Diversitäts-Werte auf.

Dieser Zusammenhang wurde auch in der vorliegenden Untersuchung deutlich. Sowohl für die Spinnen als auch für die Carabiden sind die ermittelten Species-Diversitäten im wenig differenzierten, 6schurig gemähten Rasen niedriger als in der ungemähten Wiese am Stadtrand (SW I) mit hoher struktureller Vielfalt.

Die niedrigen Species-Diversitäts-Werte beruhen nicht nur auf einer geringen Artenzahl von Spinnen und Carabiden, sondern auch auf den unausgebalancierten Dominanzverhältnissen im 6schurigen Rasen (TM IV). Dies deutet darauf hin, daß dieser Biotop nur eine geringe Eigenstabilität besitzt, d. h. durch Störfaktoren (z. B. extreme Witterungsverhältnisse) induzierte Änderungen können vom System nicht mehr kompensiert werden (MÜLLER 1981). Die geringe Eigenstabilität zeigte sich im witterungsbedingten Rückgang der Carabiden-Population des Stadtbereichs (TM) im 2. Versuchsjahr 1983.

Die häufige Mahd bedingt nicht nur einseitige oder einförmige, sondern auch extreme Bedingungen für die Arthropodenfauna des intensiv gemähten Parkrasens

(TM IV), wie die starken tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit, die hohe Sonneneinstrahlung und Windeinwirkung und die nur kurze Zeit andauernde, ungestörte Entwicklung.

Das Artenspektrum der Carabiden und Spinnen des intensiv, 6schurig gemähten Bereichs (TM IV) weist große Ähnlichkeit mit dem Artenspektrum anderer häufig gestörter, temporärer Lebensräume auf, wie zum Beispiel mit periodisch überschwemmten Flußufern (LEHMANN 1965), Feldern (HEYDEMANN 1953, TISCHLER 1958) Strandanwurf (KNÜLLE 1952), gemähten Straßenrändern (MADER 1979) und Intensivweiden (HEMPEL et al. 1971). Die extremen und wechselnden Lebensbedingungen dieser Biotope erfordern spezielle Anpassungen der in ihnen existenten Arten, wie Flugfähigkeit und geringe Körpergröße. Dementsprechend weist die Spinnenfauna des 6schurig gemähten Rasens (TM IV) im Gegensatz zur ungemähten Wiese (SW I) am Stadtrand einen hohen Arten- und Individuenanteil kleiner und flugfähiger Spinnen auf. Beide Eigenschaften wertete SCHAEFER (1973) als Anpassungen an die häufigen Störungen von Lebensräumen mit starkem anthropogenem Einfluß, die es den Tieren ermöglicht bei Eingriffen in den Lebensraum Unterschlupf auch in den kleinsten Räumen zu finden oder der Störung durch Dispersionsbewegungen innerhalb des Biotops zu entgehen. Die Flugfähigkeit ist weiterhin eine Voraussetzung für die Besiedlung vom Stadtumland isolierter, urbaner Lebensräume (SCHAEFER 1973; TOPP 1972). Als weiterer Besiedlungsfaktor kommt für Stadtbiotope anthropogene Verschleppung in Betracht, wobei wiederum kleinere Formen begünstigt sind (TISCHLER 1980).

Geringe Körpergröße scheint auch ein Charakteristikum der Arthropodenfauna von Lebensräumen zu sein, die sich in einem frühen Sukzessionsstadium befinden (HEYDEMANN 1962, MEIJER 1973, NEUMANN 1971). Besonders die Arten *Bembidion lampros*, *Erigone dentipalpis* und *Erigone atra*, die in vielen neuentstehenden Lebensräumen als Pionier-Arten auftreten (HEMPEL 1971, KNÜLLE 1952, MEIJER 1973), erreichen im 6schurigen Rasen TM IV hohe Aktivitätsdichten und kennzeichnen auch diesen Biotop als einen Lebensraum, der sich in einem frühen Sukzessionsstadium befindet und durch die häufige Mahd in diesem Zustand verbleibt.

Diese Eigenschaft des intensiv gemähten Parkrasens (TM IV) verbindet diesen Biotop ebenfalls mit den intensiv genutzten Lebensräumen des Agrarbereichs. Somit ist es nicht verwunderlich, daß im 6schurigen Rasen (TM IV) die gleichen kulturbegünstigten und weitverbreiteten Ubiquisten dominieren, wie auf Kulturfeldern (HEYDEMANN 1953, TISCHLER 1958) und intensiv beweidetem Grünland (HEMPEL et al. 1971). Die intensive Pflege von Rasenflächen im urbanen Bereich fördert also gerade diejenigen Arten, die generell durch menschlichen Einfluß eine Erweiterung ihrer Existenzmöglichkeiten erfahren. Dagegen werden stenotop an Wiesen gebundene, meist hygrophile Arten verdrängt.

Entwicklung von Wiesen-Biotopen im urbanen Bereich

Die zwei Jahre andauernde, extensive Pflege der ehemals intensiv gepflegten Rasenfläche bewirkt einen Wechsel der abiotischen und biotischen Bedingungen, der in einem Wandel des Artenspektrums sowie in strukturellen Veränderungen der Biozönose seinen Niederschlag findet. Auf allen extensiv gepflegten Flächen, der 2schurigen, 1schurigen und ungemähten Fläche im Stadtbereich (TM), ist im zweiten Versuchsjahr ein Rückgang der Aktivitätsdichte der Arthropoden als Gesamtheit festzustellen, wobei die unterschiedlichen Pflegeintensitätsstufen in verschiedenem Maße betroffen sind. Die deutlichste Re-

duktion ist auf der 1schürigen Fläche (TM II), die geringste auf der ungemähten Wiese (TM I) zu beobachten. Vom Rückgang der Aktivitätsdichte sind die speziell an die Bedingungen des intensiv gemähten Rasens (TM IV) angepaßten Arten in besonderem Maße betroffen. Die sinkende Aktivitätsdichte ist neben mikroklimatischen und raumstrukturellen Gründen wahrscheinlich am ehesten auf sinkende Siedlungsdichten zurückführbar. Das unterschiedliche Maß der Reduktion bei unterschiedlicher Pflegeintensität ist folgendermaßen zu erklären:

Mit dem Wechsel von intensiver zu extensiver Pflege ist ein Wandel der ursprünglichen Umweltbedingungen verbunden. Während die Arthropoden in der 2schürigen Wiese (TM III) noch dem geringsten Wechsel der Lebensbedingungen ausgesetzt sind und die Reduktion der Aktivitätsdichte vermutlich deshalb nicht so drastisch ausfällt, verläuft möglicherweise die Sukzession der Zoozönose bei Wegfall des Störfaktors Mahd in der ungemähten Wiese (TM I) schneller. Die Reduktion der Gesamtindividuenzahl von Arthropoden ist geringer, da sich neue Arten einfinden und die Verluste ausgleichen können, ohne durch ein neuerliches Mähen vernichtet oder dezimiert zu werden. In der ungemähten Wiese (TM I) erreichen teilweise auch typische Arten des 6schürigen gemähten Bereichs (TM IV) wie *Badister bipustulatus* und *Oedothorax fuscus* wieder höhere Aktivitätsdichten. HEYDEMANN (1960) konnte in neu eingedeichten Gebieten der Nordseeküste zunächst ebenfalls einen Anstieg der Aktivitätsdichte von typischen Vorlandarten nachweisen, den er auf den Wegfall des Überflutungsfaktors zurückführte.

In der 1schürigen Wiese (TM II) ist die Reduktion der Gesamt-Aktivitätsdichte vermutlich deshalb am deutlichsten, weil einerseits die Abweichung von den abiotischen und biotischen Bedingungen des ehemals intensiv gemähten Bereichs schon weit fortgeschritten ist, andererseits die Mahd im Herbst vermutlich einen Teil der Neuankömmlinge vernichtet. Die Arthropoden dieser Fläche sind somit zunächst zwei Streßfaktoren ausgesetzt, zum einen der Mahd, zum anderen den veränderten abiotischen und biotischen Bedingungen.

Der Rückgang der Aktivitätsdichte ist jedoch auf allen extensiv gepflegten Flächen des Stadtbereichs nicht mit einem Rückgang der Artenzahl verbunden. Bei den Carabiden bleibt die Artenzahl annähernd konstant. Artenausfälle werden durch neue Arten ausgeglichen. Im Falle der Spinnen wird die abnehmende Aktivitätsdichte von einer deutlichen Zunahme der Artenzahl begleitet, die wahrscheinlich durch deren hohe Ausbreitungsfähigkeit in den trocken-warmen Sommern '82 und '83 zu erklären ist (RICHTER 1970, SCHAEFER 1973). Sowohl die ansteigenden Artenzahlen als auch die ausgeglichenen Dominanzverhältnisse (Eveness) führen mit abnehmender Pflegeintensität zu einem Anstieg der Species-Diversität der Spinnenfauna, die den wachsenden Strukturreichtum dieser extensiv gepflegten Flächen anzeigt (MAC ARTHUR 1965, MADER 1979, MÜLLER et al. 1975).

Die ausschließlich in den extensiv gepflegten Flächen auftretenden Spinnenarten zeigen eine völlig andere ökologische Herkunft als die ursprünglichen „Parkrasen“-Arten. Nicht mehr kulturbegünstigte Ubiquisten, sondern vor allem hygrophile Wiesen-Arten, wie *Pardosa pullata*, *P. prativaga*, *P. amentata* und *Pachygnatha clercki* und ombrophile Waldarten wandern in die extensiv gepflegten Flächen mit ihrem gemäßigt feuchteren und schattigeren Mikroklima ein.

Der wachsende Anteil hygrophiler Arten bei extensiver Pflegeintensität unterstreicht die Bedeutung dieser Flächen unter dem Gesichtspunkt des Artenschutzes. Wie HEYDEMANN und MEYER (1983) hervorheben, sind gerade die feuchtigkeitsliebenden (hygrophilen) Arten im Agrarbereich durch Entwässerungsmaßnahmen in ihrer Existenzmöglichkeit stark eingeschränkt.

Die hohe Anzahl von Wald- und Waldrand-Arten in den extensiv gepflegten Flächen beweisen den hohen ökologischen Wert sogenannter Ökotone (SCHWERTFEGER 1975),

natürlicher Biotopübergänge mit einer besonders hohen mikroklimatischen und raumstrukturellen Vielfalt. Der Übergang von den extensiv gepflegten Flächen zur südlich angrenzenden Hecke kann zwar nicht als Ökoton im engeren Sinne bezeichnet werden, dennoch bestehen Gemeinsamkeiten. Der Wechsel der mikroklimatischen Verhältnisse ist in diesen Bereichen weniger stark ausgeprägt als beim Übergang von intensiv, 6schurig gemähtem Rasen (TM IV) zur angrenzenden Hecke. Der kontinuierlichere Übergang ermöglicht daher in den extensiv gepflegten Bereichen in größerem Umfang eine Besiedlung durch Waldrandarten, wodurch sich diese Flächen durch einen besonderen Artenreichtum auszeichnen.

Die eingangs gestellte Frage nach der biozönotischen Ähnlichkeit der extensiv gepflegten Grünlandbiotope im Stadtbereich mit extensiv bewirtschafteten Wiesen im Agrarbereich kann folgendermaßen beantwortet werden:

Bei Betrachtung der höheren Arthropoden-Taxa wird deutlich, daß bereits nach zwei Jahren extensiver Pflege von Grünflächen im urbanen Bereich eine Annäherung an die Verhältnisse der ungemähten Wiese am Stadtrand erfolgt. Die typischen Arthropoden des 6schurig gemähten Bereichs (TM IV) werden verdrängt. Dagegen werden beispielsweise Tipulidae, Silphidae, Opiliones und Isopoda, die auf der Wiese am Stadtrand (SW I) große Bedeutung besitzen, durch extensive Pflege im Stadtbereich (TM) gefördert. Für die Carabidenfauna ergibt sich innerhalb der Versuchszeit keine ansteigende Übereinstimmung mit der Wiese am Stadtrand. Die Spinnenfauna des extensiv gepflegten Stadtbereichs (TM I–III) zeigt jedoch in Artenzahl, Diversität, Dominanzstruktur und Artenspektrum eine deutliche Annäherung an die Verhältnisse der ungemähten Wiese am Stadtrand (SW I).

Biotopentwicklung im urbanen Bereich

Vielfach wird die Bedeutung von unbebauten, urbanen Lebensräumen für den Arten- und Biotopschutz hervorgehoben (PLACHTER 1980, SCHREINER 1979). Dabei werden von PLACHTER (1980) vier Zielrichtungen angegeben:

1. Schutz einzelner bedrohter oder seltener Arten (Artenschutz)
2. Erhaltung ausgeglichener, artenreicher Lebensgemeinschaften mit positiven Auswirkungen auf benachbarte Räume (ökologische Ausgleichsfunktion)
3. Sicherung typischer und charakteristischer Stadtlebensgemeinschaften
4. Förderung attraktiver und auffälliger Arten zur Verbesserung der allgemeinen Wohnqualität.

Voraussetzung für das Entstehen artenreicher Lebensräume im Siedlungsbereich ist jedoch eine Pflege, die den ökologischen Erfordernissen Rechnung trägt. Hohe Artenvielfalt wird auch im urbanen Bereich nur bei hoher Struktur- bzw. Habitatvielfalt erreicht (HASELER 1972, MÜLLER et al. 1975, PLACHTER 1980). Ist diese Bedingung erfüllt, weisen selbst stark vom Umland isolierte urbane Lebensräume eine hohe Artenvielfalt auf (SCHAEFER 1973, TOPP 1972).

Dennoch existieren in urbanen Lebensräumen Faktoren, die die Entwicklung der Biotope und Biozönosen einschränken. Zunächst nehmen stadtspezifische Einflüsse wie Temperaturerhöhung, Emissionbelastung, anthropogene Bodenveränderungen und Grundwasserabsenkungen mit Annäherung an den Stadtkern meist zu (BLUME et al. 1978) und wirken selektierend auf Fauna und Flora ein.

Aus Arbeiten von KUNICK (1978), FEATH und KANE (1978), SCHWEIGER 1960) u. a. wird der Zusammenhang der Artenvielfalt städtischer Lebensräume mit der Flächengröße

der Biotope und mit dem Grad der Isolation deutlich. Die Artenzahl ist mit der Flächenausdehnung des Biotops positiv mit dem Isolationsgrad negativ korreliert.

Der Faktor Isolation ist in der vorliegenden Untersuchung wahrscheinlich für die unterschiedliche Wirkung der extensiven Pflege auf Carabiden und Spinnen verantwortlich. Nur die Spinnen, die besonders bei warmer und trockener Witterung durch Fliegen am Fadenfloß zur Ausbreitung neigen (RICHTER 1970), waren in der Lage, die neu entstehenden Wiesenbiotope im Stadtkernbereich schnell in größerer Anzahl zu besiedeln. Für die Carabiden, deren Ausbreitungsfähigkeit durch Flug nach MEIJER (1974) möglicherweise überschätzt wird, stellen die bebauten Bereiche und Straßen ein fast unüberwindliches Hindernis dar (MADER 1979, TOPP 1972). Diese Feststellung läßt sich sicherlich auch auf die anderen bodengebundenen oder schlecht fliegenden Arthropoden-Taxa übertragen.

Sollen also im Stadtbereich Wiesenbiotope mit dem gesamten wiesentypischen Arteninventar entwickelt werden, sind zusätzlich zur Änderung der Pflegegewohnheiten begleitende Maßnahmen nötig, die eine Wiederbesiedlung dieser neu entstandenen Biotope erleichtern. Diese können darin bestehen, auch kleinere Grünflächen, wie zum Beispiel Vorgärten und Grünstreifen am Fahrbahnrand, ungemäht zu belassen oder zumindest nur 1–2mal pro Jahr zu mähen und sie somit als Einwanderungsstraßen für Arthropoden zu entwickeln. Die Bedeutung solcher sog. Trittsteinbiotope für die Ausbreitung von Tieren wird vielfach betont (HEYDEMANN 1983, MADER 1980, SCHREINER 1979).

Sowohl für die Flora (KUNICK 1978) als auch für die Fauna (FEATH und KANE 1978) wurde eine positive Korrelation zwischen der Flächengröße urbaner Lebensräume und der Anzahl der darin existenten Arten nachgewiesen. Dies gilt allgemein für Inselbiotope, also für Lebensräume, in denen Tiere eingeschlossen werden und ein Überwechseln in einen benachbarten Biotop erschwert oder unmöglich wird (MADER 1980).

Die höhere Artenzahl von Lebensräumen mit größerer Flächenausdehnung ist einerseits dadurch zu erklären, daß die Wahrscheinlichkeit des Auffindens des Biotops mit zunehmender Flächengröße ansteigt (vgl. MADER 1980), andererseits bei großer Flächenausdehnung die Minimal-Areal-Ansprüche einer größeren Anzahl von Arten erfüllt werden (vgl. HEYDEMANN 1981). Inselartige Lebensräume zeichnen sich durch einen wechselnden Artenbestand mit instabilen Verhältnissen aus, wohingegen großflächige Biotope einen stationären Artenbestand mit vielfältigen, wechselseitigen Beziehungen aufweisen (MADER 1980). Die Besiedlung kleiner und isolierter Biotope ist stark vom Zufall abhängig.

Die Entwicklung typischer Wiesenbiozönosen im Stadtbereich erfordert somit eine gewisse Mindestfläche.

In der vorliegenden Untersuchung wurde eine Flächengröße von etwa 1000 m² pro Teilfläche betrachtet. Die Besiedlung der extensiv gepflegten Grünlandbiotope des Stadtbereichs durch typische Spinnenarten der Wiesen und die steigende biozönotische Ähnlichkeit mit der Spinnenfauna des Stadtrandbereichs läßt die Vermutung zu, daß diese Flächengröße zumindest für die Entwicklung von wiesentypischen Spinnenlebensgemeinschaften der Bodenoberfläche ausreicht.

Schlußbetrachtung

Detaillierte Pflegeempfehlungen für die Entwicklung von Wiesenbiotopen im urbanen Bereich können im Rahmen dieser Arbeit aufgrund der kurzen Versuchsdauer und der abschließlichen Betrachtung der Fauna der Bodenoberfläche noch nicht gegeben werden.

Abschließend kann jedoch festgestellt werden, daß die heute praktizierte, intensive Pflege von Grünflächen im urbanen Bereich einseitig Arthropoden-Arten fördert, die allge-

mein durch die menschliche Tätigkeit eine Ausweitung ihres Lebensraumes erfahren und nicht in ihrer Existenz bedroht sind.

Der Wechsel zu extensiver Pflege von städtischen Grünflächen führt dagegen trotz isolierter Lage der Biotope bereits nach zwei Jahren Versuchszeit zu einer Bereicherung der Arthropoden-Fauna. Vor allem die Spinnen zeigen eine rasche Zunahme der Artenzahl, wobei unter den Neueinwanderern feuchtigkeitsliebende, an Wiesen gebundene Arten vorherrschen. Schon alleine unter dem Gesichtspunkt der allgemeinen Gefährdung dieser feuchtigkeitsliebenden Arten scheint die Forderung nach einem veränderten, ökologisch ausgerichteten Pflegekonzept von städtischen Grünflächen berechtigt zu sein.

VII. Zusammenfassung

In Zusammenarbeit mit dem Garten- und Friedhofsamt Kiel wurden in den Jahren 1982 und 1983 Versuche zur Auswirkung unterschiedlicher Pflegeintensitäten auf die Arthropodenfauna von Grünland im urbanen Bereich durchgeführt. Dazu wurde eine ehemals intensiv gepflegte, städtische Parkrasenfläche im äußeren Stadtkernbereich Kiels in vier etwa 1000 m² große Versuchsflächen aufgeteilt, die ab Mai 1982 unterschiedlich gepflegt wurden. Die Pflegestufen umfaßten eine intensiv 6–8schürige (TM IV), eine 2schürige (TM III), 1schürige (TM II) und eine zwei Jahre ungemähte Fläche (TM I). Als Vergleichsfläche diente eine extensiv gepflegte (ungemähte) Wiese (SW I) am Stadtrand Kiels.

Den Schwerpunkt der Untersuchung bildete die Arthropodenfauna der Bodenoberfläche mit besonderer Berücksichtigung der Laufkäfer (Carabidae) und Spinnen (Araneae). Zusätzlich wurden Veränderungen des Mikroklimas und der Vegetation analysiert.

Die extensive Pflege führte mit wachsender Wuchshöhe und Dichte der Vegetation zu einer Verringerung der tagesperiodischen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen, zu niedrigeren Tageshöchsttemperaturen und höherer Luftfeuchtigkeit an der Bodenoberfläche.

Die Vegetation der extensiv gepflegten Flächen (TM I, TM II, TM III) befand sich in einem Übergangsstadium.

Die vegetationsbedingte Raumstruktur unterlag bei extensiver Pflege starken Veränderungen, die in steigender Bewuchsdichte, größerer Vegetationshöhe und vermehrter Horizontalausdehnung deutlich wurde.

Carabiden und Spinnen wurden durch die extensive Pflege in unterschiedlicher Weise beeinflusst.

Beide Gruppen wurden in ihrer Aktivitätsdichte reduziert. Während jedoch bei Spinnen eine Steigerung der Artenzahl (TM II + 17 %, TM III + 22 %, TM I + 48 %) und Diversität verzeichnet wurde, war diese Entwicklung bei den Carabiden nur gering ausgeprägt. Die schnelle Besiedlung der extensiv gepflegten Flächen im Stadtbereich durch Spinnen wurde auf ihre hohe Ausbreitungsfähigkeit in den trocken-warmen Sommern '82 und '83 zurückgeführt, wohingegen die bebauten Bereiche und Straßen für Carabiden starke Isolationswirkung hatten.

Die Carabidenfauna des intensiv 6schürig gemähten Bereichs (TM IV) zeigte einen hohen Anteil eurytoper, kulturbegünstigter Arten. Die Überprüfung der mikroklimatischen Präferenzen ergaben bei Übergang von intensiver zu extensiver Pflege eine Abnahme von thermophil-euryhygen und eine Zunahme von eurytherm-hygrophilen Carabiden.

Sämtliche indigenen Carabiden der intensiv, 6schürig gemähten Fläche (TM IV) wurden als Imagoüberwinterer charakterisiert.

Die Änderungen der Dominanzverhältnisse der Spinnenfauna im extensiv gepflegten Bereich in der Stadt (TM) zeigten eine zunehmende Ähnlichkeit mit den Dominanzverhältnissen der ungemähten Wiese am Stadtrand (SW I). Die zunehmende biozönotische Ähnlichkeit dieser beiden Bereiche wurde auch aus der Arten- und Dominantenidentität ersichtlich.

Summary

The influence of different grassland (turf) cultivation intensities on the Arthropod Fauna in urban regions

Experiments were carried out in cooperation with the garden and cemetery-authorities in Kiel in 1982 and 1983. Their aim was to examine the effect of different cultivation intensities on the arthropod fauna in urban grassland areas. The investigation was focused on the fauna of soil surface with particular regard to the carabid beetles (Carabidae) and spiders (Araneae). A former intensively cultivated urban park turf area was elected, which is situated adjacent to the city of Kiel. This site was subject to different intensities of cultivation. Different cut frequencies were executed. 6–8 cuts (TM IV), a double cut (TM III), a single cut (TM II) and a site without mowing for the 2 years of investigation. An extensively cultivated (unmowed) meadow (SW I) in the suburban of Kiel was elected as control plot for the examination.

Corresponding to the increasing vegetation growth and density in the extensively cultivated area a decrease of both the daily temperature and air humidity fluctuations at the soil surface were observed.

A change in the plant species composition and an increase in species number were determined for the vegetation in the extensively cultivated sites (TM I, TM II, TM III).

The changing of both the abiotic conditions and the vegetation composition in the extensively cultivated sites have certain effects on the soil surface arthropod fauna. A decrease of the arthropoda adapted to the turf vegetation structure especially Oscinellinae, Halticinae, Carabidae, Lygaeidae, Polydesmidae, Cyndroiulidae, Micryphantidae and Linyphiidae was found. Arthropoda characteristic for meadows (such as Tipulidae, Phoridae, Sphaeroceridae, Opilines, Isopoda) increased in the extensively cultivated sites near the city (TM).

Both spiders and carabid beetles were influenced by the extensive cultivation in various patterns. Both groups were reduced in their activity-density. However, the spiders showed an increase in both numbers (TM II + 17 %, TM III + 22 %, TM I + 48 %) and diversity of species, which was not observed for carabid beetles.

The carabid fauna of the most intensively cut area (TM IV, 6 times cut) is highly composed of eurytopic species, which favour cultivated areas.

Within the gradient from intensively to extensively cultivated sites the number of the thermophilous, euryhygrous carabid beetle species decrease, whereas that of the eurythermophilous and hydrophilous species increase.

The composition of the spider fauna in the extensively cultivated areas of the city (TM) is highly similar to the meadow of the suburban (SW I).

The intensively cultivated turf (TM IV) can be characterized by its early succession stage, in which ubiquitous species predominate.

Danksagung

Herrn Professor Dr. B. Heydemann danke ich für Themenstellung und Betreuung meiner Arbeit.

Mein Dank gilt ebenfalls allen Mitarbeitern der Abteilung Angewandte Ökologie und Küstenforschung.

Besonders möchte ich den Mitarbeitern der Pflegeabteilungen „Düsternbrooker Gehölz“ und „Suchsdorf“ danken, die die Einzäunung und das Mähen der Versuchsflächen übernahmen.

Literaturverzeichnis

- ANT, H. (1972): Ökologische Auswirkungen des Wechsels landwirtschaftlicher Nutzung auf die Tierwelt. – Ber. Ldw. 50, 90–99
- BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaft der Landtiere. – Akademie-Verlag, Berlin, 559 S.
- BEZZEL, E. & J. REICHHOLF (1974): Die Diversität als Kriterium zur Bewertung der Reichhaltigkeit von Wasservogel-Lebensräumen. – J. Ornithol. 115, 50–61
- BLUME, H.-P., M. HORBERT, R. HORN, H. SUKOPP (1978): Zur Ökologie der Großstadt unter besonderer Berücksichtigung von Berlin (West). – Schr. Reihe des Deutschen Rates für Landespflege 30, 658–677
- BONESS, M. (1953): Die Fauna der Wiesen, unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. – Z. Morph. Ökol. Tiere 42, 255–277
- BONESS, M. (1958): Biocoenotische Untersuchungen über die Tierwelt von Klee- und Luzernefeldern. – Z. Morph. u. Ökol. Tiere 47, 309–373
- BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie, 2. Auflage, Berlin
- BRAUN, R. & W. RABELER (1969): Zur Autökologie und Phänologie der Spinnenfauna des nordwestdeutschen Altmoränen-Gebiets. – Abh. Senckenberg, naturforsch. Ges. 522, 1–89
- BOYD, J. (1960): Studies of the differences between the fauna of grazed and ungrazed grassland in Tiree, Argyll.-Proc. zool. Soc. London 135, 33–54
- CAMPINO, J. (1978): Veränderungen der Vegetation einer brachgefallenen Glatthaferwiese bei unterschiedlichen Nutzungs- oder Pflegemaßnahmen, unter besonderer Berücksichtigung des Ertragspotentials und der Phytomassenproduktion. – Verh. Ges. Ökol. (Freising-Weihenstephan 1979) Bd. VIII
- DIERSCHKE, H. (1980): Erstellung eines Pflegeplanes für Wiesenbrachen des Westharzes auf pflanzensoziologischer Grundlage. – Verh. Ges. Ökol. 8, 205–212
- DIERSSEN, K. (1983): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – Schr. Reihe des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein 6, 159 S.
- DUFFEY, E. (1956): Aerial dispersal in a known spider population. – J. Anim. Ecol. 25, 8–111
- ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. – In: Walter, H., Einführung in die Phytologie IV/1. Ulmer, Stuttgart, 136 S.
- ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. – Ulmer, Stuttgart, 981 S.
- ERIKSEN, W. (1964): Beiträge zum Stadtklima von Kiel. – Schriften des geographischen Instituts der Universität Kiel 22
- FEATH, S. H. & T. C. KANE (1978): Urban Biogeography; City Parks as Islands for Diptera and Coleoptera. – Oecologia (Berl.) 32, 127–133
- FREUDE, H., K. W. HARDE, G. A. LOHSE (1976): Die Käfer Mitteleuropas, Band 2 (Carabidae), Goecke und Evers, Krefeld, 302 S.
- GEIGER, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Klimatologie, 646 S.
- GEILER, H. (1964): Über die Bedeutung der Bodenfallen – Fangmethode nach BARBER für die Erfassung der im Epigaeion von Feldern lebenden Wirbellosen. – Tagungsbericht der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, 60, 81–88

- HÄSELER, V. (1972): Anthropogene Biotope (Kahlschlag, Kiesgrube, Stadtgärten) als Refugien für Insekten, untersucht am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. – Zool. Jb. Syst. 99, 133–212
- HEMPEL, W., H. HIEBSCH & H. SCHIEMENZ (1971): Zum Einfluß der Weidewirtschaft auf die Arthropoden-Fauna im Mittelgebirge. – Faun. Abhandlungen – Staatliches Museum Tierkunde Dresden 3, 235–281
- HEYDEMANN, B. (1953): Agrarökologische Problematik, dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder. – Diss. Kiel
- HEYDEMANN, B. (1955): Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. – Bericht 7. Wanderversammlung Deutscher Entomologen, Berlin 1954, 172–185
- HEYDEMANN, B. (1956): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. – Verh. Deutsch. Zool. Ges. Hamburg 50, 332–347
- HEYDEMANN, B. (1960): Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. Vergleichend-ökologische Untersuchungen an der Nordseeküste. I. Teil: Spinnen (Araneae). – Akademie der Wissenschaften und der Literatur; Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse 11, Steiner, Wiesbaden, 747–913
- HEYDEMANN, B. (1962): Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. Vergleichend-ökologische Untersuchungen an der Nordseeküste. II. Teil: Käfer (Coleoptera). – Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse 11, 747–913, Steiner Wiesbaden
- HEYDEMANN, B. (1964 a): Die Spinnenfauna des Naturschutzgebietes „Bottsand“, der Kolberger Heide und des Schönberger Strandes (Araneae). – Faun. Mittl. Norddeutschl. 2, 133–141
- HEYDEMANN, B. (1964 a): Die Carabiden der Kulturbiotop von Binnenland und Nordseeküste – ein ökologischer Vergleich (Coleopt., Carabidae). – Zoologischer Anzeiger 172, 4–86
- HEYDEMANN, B. (1981): Zur Frage der Flächengröße von Biotopbeständen für den Arten- und Ökosystemschutz. – Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 31, 1–31
- HEYDEMANN, B. Verfasser (1982): Rote Liste der gefährdeten Wirbellosen-Arten in Schleswig-Holstein. – Schr. Reihe des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein 5, 149 S.
- HEYDEMANN, B. (1983): Vorschlag für ein Biotopschutzzonen-Konzept am Beispiel Schleswig-Holsteins. Ausweisung von schutzwürdigen Ökosystemen und Fragen ihrer Vernetzung. – Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 41, 95–104
- HEYDEMANN, B. u. H. MEYER (1983): Auswirkungen der Intensivkultur auf die Fauna in Agrarbiotopen. – Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 42, 174–191
- IRMLER, U. & B. HEYDEMANN (1983): Die ökologische Problematik der Beweidung von Salzwiesen an der Niedersächsischen Küste – am Beispiel der Leybucht. – Wissenschaftliche Untersuchung im Auftrag des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes, Hannover
- KAJAK, A. (1962): Comparision of spider fauna in artificial and natural meadows – Ekol. Polska, Ser. A, 10, 1–20
- KIRCHNER, H. (1960): Untersuchungen zur Ökologie feldbewohnender Carabiden. – Diss. Köln
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. – Parey, Berlin/Hamburg, 384 S.
- KNÜLLE, W. (1952): Die geomorphologischen Grundlagen der Meeresküstenökologie und ihre Bedeutung für die räumliche Anordnung der Spinnen-Lebensgemeinschaften. Kiel. Meeresforsch. 9, 112–125
- KNÜLLE, W. (1953): Zur Ökologie der Spinnen an Ufern und Küsten. – Z. Morph. Ökol. Tiere 42, 117–158
- KOCK, K. (1977): Untersuchungen über die Laufkäferfauna von Stadtparks (Ein Beitrag zur Stadtkölogie), Schriftliche Hausarbeit, Kiel
- KUNICK, W. (1974): Veränderungen von Flora und Vegetation einer Großstadt, dargestellt am Beispiel von Berlin (West). – Diss. TU-Berlin 1974, 472 S.
- KUNICK, W. (1978): Flora und Vegetation städtischer Parkanlagen. – Acta botanica slovacae Acad. Sci. slovacae, ser. A, 3, 455–461
- LEHMANN, H. (1965): Ökologische Untersuchungen über die Carabidenfauna des Rheinufer in der Umgebung von Köln. – Z. Morph. Ökol. Tiere 55, 597–630
- LINDROTH, C. (1945): Die Fennoskandischen Carabidae, Spezieller Teil. – Göteborgs Kungl. Vetensk. Vitterh. Samh. Handlingar 4, 1. Teil, 709 S.
- LINDROTH, C. (1949): Die Fennoskandischen Carabidae, eine tiergeographische Studie. III. Allgemeiner Teil. – Göteborgs Kungl. Vetensk. Vitterh. Samh. Handl. Ser. B 4, Nr. 3, 911 S.

- LOCKET, G. H. & A. F. MILLIDGE (1951 u. 1953): British spiders I. u. II. Ray Society London, 310 S. u. 449 S.
- LOHMEYER, W. & P. PRETSCHER (1979): Über das Zustandekommen halbruderaler Wildstauden-Quecken-Fluren auf Brachland in Bonn und ihre Bedeutung als Lebensraum für die Wespenspinne. – Natur und Landschaft 54, 253–259
- MACARTHUR, R. H. (1965): Patterns of species diversity. – Biol. Rev. 40, 510–533
- MADER, H.-J. (1979): Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose. – Schr. Reihe für Landschaftspflege und Naturschutz 19, 130 S.
- MADER, H.-J. (1980): Die Verinselung der Landschaft aus tierökologischer Sicht. – Natur und Landschaft 55, 91–96
- MADER, H.-J. (1982): Die Tierwelt der Obstwiesen und intensiv bewirtschafteten Obstplantagen im quantitativen Vergleich. – Natur und Landschaft 57, 371–377
- MARCHAND, H. (1953): Die Bedeutung der Heuschrecken und Schnabelkerfe als Indikatoren verschiedener Graslandtypen. – Beitr. z. Entom. 3, 116–162
- MAURER, R. (1974): Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einflußbereich von Verkehrsimmissionen. – Oecologia 14, 327–354
- MEIJER, J. (1973): Die Besiedlung des neuen Lauwerzeepolders durch Laufkäfer (Carabidae) und Spinnen (Araneae). – Faun. Ökol. Mitt. 4, 169–196
- MEIJER, J. (1974): A comparative study of the immigration of carabids (Coleoptera, Carabidae) into a new polder. – Oecologia 16, 185–208
- MEISEL, K. & A. V. HÜBSCHMANN (1975): Zum Rückgang von Naß- und Feuchtbiotopen im Emstal. – Natur und Landschaft, 50. 2, 33–38
- MEISEL, K. & A. V. HÜBSCHMANN (1976): Veränderungen der Acker- und Grünlandvegetation im nordwestdeutschen Flachland in jüngerer Zeit. – Schr. Reihe Veget. Kunde 10, 109–124
- MOUNTFORD, M. D. (1962): Index of similarity and its application to classificatory problems. In: MURPHY P. W. (ed.) Progress in Soil Zoology, London 43–50
- MÜHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie. – Quelle und Meyer, Heidelberg, 214 S.
- MÜLLER, H. J., R. BÄHRMANN, W. HEINRICH, R. MARSTALLER, G. SCHÄLLER, W. WITSACK (1978) Zur Strukturanalyse der epigäischen Arthropodenfauna einer Rasen-Katena durch Kescherfänge. – Zool. Jb. Syst. Bd. 105, 131–184
- MÜLLER, N. & K. R. SCHMIDT (1982): Stadt Augsburg – Blumenwiesen. Das Gartenamt 31, 23–30
- MÜLLER, P., U. KLOMANN, P. NAGEL, H. REIS & A. SCHÄFER (1975): Indikatorwert unterschiedlicher biotischer Diversität im Verdichtungsraum von Saarbrücken. – Verh. Ges. Ökol. (Erlangen 1974), 113–128
- MÜLLER, P. (1981): Arealsysteme und Biogeographie. – Ulmer, Stuttgart, 704 S.
- NAGEL, P. (1976): Die Darstellung der Diversität von Biozönosen. – Schr. Reihe für Veg. Kunde 10, 381–391
- NEUMANN, U. (1971): Die Sukzession der Bodenfauna (Carabidae-Coleoptera, Diplopoda und Isopoda) in den forstlich rekultivierten Gebieten des Rheinischen Braunkohlenreviers Pedobiologia 11, 193–226
- NYFELLER, M. & G. BENZ (1981): Ökologische Bedeutung der Spinnen als Insektenprädatoren in Wiesen und Getreidefeldern. – Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. 3, 33–35
- OWEN, J. & D. F. OWEN (1975): Suburban gardens: England's most important nature reserve? – Environ. Conserv. 2, 53–59
- OBERDORFER, E. (1970): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. – (3. Aufl.) Ulmer, Stuttgart, 987 S.
- PLACHTER, H. (1980): Tierbestände im Siedlungsbereich und ihre Erfassung im Rahmen von Biotopkartierungen. – Garten und Landschaft 7, 569–576
- POSPISCHIL, R. (1982): Käfer als Indikatoren für den Wasserhaushalt des Waldes. – Decheniana-Beihfte 26, 158–170
- PURVIS, G. & J. P. CURRY (1981): The influence of sward management on foliage athropod communities in a ley grassland. – Journal of Applied Ecology 18, 711–725
- RABELER, W. (1952): Die Tiergesellschaften hannoverscher Talfettwiesen (Arrhenateretum elatoris). – Mitt. Flor.-soc. Arbeitsgem., N.F. 3, 130–140

- REMANE, R. (1958): Die Besiedlung von Grünlandflächen verschiedener Herkunft durch Wanzen und Zikaden im Weser-Ems-Gebiet. – Z. angew. Ent. 42, 353–400
- RICHTER, C. J. J. (1970): Aerial dispersal in relation to habitat in eight wolf spider species (Pardosa, Araneae, Lycosidae). – Oecologia 5, 299–214
- SCHAEFER, M. (1970): Einfluß der Raumstruktur in Landschaften der Meeresküste auf das Verteilungsmuster der Tierwelt. – Zool. Jb. Syst. 97, 55–124
- SCHAEFER, M. (1973): Welche Faktoren beeinflussen die Existenzmöglichkeit von Arthropoden eines Stadtparks – untersucht am Beispiel der Spinnen (Araneida) und Weberknechte (Opilionida)? – Faun. ökol. Mitt. 4, 305–318
- SCHAEFER, M. (1980): Gedanken zum Schutz der Spinnen. – Natur und Landschaft 55, 36–37
- SCHAEFER, M. & L. HAAS (1979): Untersuchungen zum Einfluß der Mahd auf die Arthropodenfauna einer Bergwiese. – Drosera 7, 17–40
- SCHMIDT, W. (1981): Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern. – Scripta Geobotanica Vol. 15, Goltze, Göttingen, 199 S.
- SCHREIBER, K. F. (1977): Zur Sukzession und Flächenfreihaltung auf Brachland in Baden-Württemberg. – Verh. Ges. Ökol., 251–263
- SCHREIBER, K.-F. (1980): Entwicklung von Brachflächen in Baden-Württemberg unter dem Einfluß verschiedener Landschaftspflegemaßnahmen. – Verh. Ges. Ökol., 185–203
- SCHREINER, J. (1979): Städtische Grünstrukturen und ihre Bedeutung für die Tierwelt. – Ber. der Akad. für Naturschutz und Landschaftspflege 3, 51–55
- SCHWAAR, J. (1977): Feuchtbrachflächen, ihre Vegetationsabfolge und Bodenentwicklung. – Verh. Ges. Ökol., 297–311
- SCHWEIGER, H. (1960): Die Insektenfauna des Wiener Stadtgebietes als Beispiel einer kontinentalen Großstadtfäuna. – Verh. des XI. int. Kongr. für Entom. 3, 184–193
- SCHWERTFAGER, F. (1975): Ökologie der Tiere, Bd. III. Synökologie. – Parey, Hamburg, Berlin, 451 S.
- SKUHRÁVY, V. (1964): Probleme der Feldentomozönose Forschung. – Tagungsbericht der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin 60, 63–80
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1966): Ecological methods. Chapman and Hall, London, 391 S.
- SOUTHWOOD, T. R. E. & H. V. V. EMDEN (1967): A comparison of the fauna of cut and uncut grasslands. – Z. angew. Entomologie 60, 188–198
- STEIN, W. (1965): Die Zusammensetzung der Carabidenfauna einer Wiese mit stark wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen. – Z. Morph. Ökol. Tiere 55, 83–99
- SUKOPP, H. (1969): Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation. – Vegetatio, Acta Geobotanica 17, 360–371
- SUKOPP, H. (1972): Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. – Ber. Landw. 50, 112–139
- SUKOPP, H. (1973): Die Großstadt als Gegenstand ökologischer Forschung. – Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse 113, 90–140
- SUKOPP, H. (1976): Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deutschland. Schr. Reihe Veget. Kunde 10, 9–25
- SUKOPP, H. W. TRAUTMANN & D. KORNECK (1978): Auswertung der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der BRD für den Arten- und Biotopschutz. – Schr. Reihe Veget. Kunde 12, 1385
- THALER, K., AUSSERLECHNER & F. MUNGENAST (1977): Vergleichende Fallenfänge von Spinnen und Käfern auf Acker- und Grünlandparzellen bei Innsbruck, Österreich. – Pedobiologia 17, 389–399
- THIELE, H.-U. (1964): Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. – Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere 53, 387–452
- THIELE, H.-U. (1969): Zusammenhänge zwischen Tagesrhythmik, Jahresrhythmik und Habitatbindung bei Carabiden. – Oecologia 3, 227–229
- TIETZE, F. (1973): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR. I. Teil. Die Carabiden der untersuchten Lebensorte. – Hercynia (Leipzig) N. F. 10, 3–76
- TISCHLER W. (1952): Biozönotische Untersuchungen an Ruderalstellen. – Zool. Jb. (Syst.) 81, 122–174
- TISCHLER, W. (1958): Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze (Ein Beitrag zur Ökologie der Kulturlandschaft. – Z. Morph. Ökol. Tiere 47, 54–144
- TISCHLER, W. (1965): Agrarökologie. – Fischer, Jena, 499 S.
- TISCHLER, W. (1980): Asseln (Isopoda) und Tausendfüßer (Myriopoda) eines Stadtparks im Vergleich mit der Umgebung der Stadt: zum Problem der Urbanbiologie. – Drosera '80, 41–52

- TOPP, W. (1972): Die Besiedlung eines Stadtparks durch Käfer. – *Pedobiologia* 12, 336–346
- TRAUTMANN, W. & W. LOHMEYER (1975): Zur Entwicklung von Rasenansaat an Autobahnen. – *Natur und Landschaft* 50, 45–48
- TRETZEL, E. (1952): Zur Ökologie der Spinnen (Araneae). Autökologie der Arten im Raum von Erlangen. – *Sitzber. phys.-med. Soc. Erlangen* 75, 36–131
- TSCHIRNHAUS, M. V. (1981): Die Halm- und Minierfliegen im Grenzbereich Land-Meer der Nordsee. Eine ökologische Studie mit Beschreibung von zwei neuen Arten und neuen Fang- und Konservierungsmethoden (Diptera: Chloropidae et Agromyzidae). – *Spixiana Suppl.* 6, 1–405
- VALESOVA-ZDARKOVA, E. (1966): Synanthrope Spinnen in der Tschechoslowakei (Arach, Araneae). – *Senckenberg biol.* 47, 73–75
- WALTER, H. (1949): Einführung in die Phytologie Bd. III: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. – Ulmer, Stuttgart, 525 S.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. Ulrich Zeltner
Fasanenweg 4
2303 Neuwittenbek

