

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

Verteilungsmuster und Phänologie von Staphylinidae (Coleoptera-Insecta) in einem Transekt unterschiedlich immissionsbelasteter Kiefernforste der Dübener Heide

Von Karin Steinmetzger und Franz Tietze

Mit 4 Abbildungen und 5 Tabellen

(Eingegangen am 15. März 1979)

I n h a l t

1. Einleitung	436
2. Das Untersuchungsgebiet	436
3. Material und Methode	437
4. Ergebnisse	438
4.1. Das Verbreitungsmuster der Staphylinidae im Transekt	438
4.2. Analyse des Faunenstrukturwandels im Transekt	440
4.3. Zur Phänologie der Staphylinidae im Transekt	444
4.4. Zur Verteilung der Ernährungstypen im Transekt	446
5. Diskussion	448
6. Zusammenfassung	449
Schrifttum	449

1. Einleitung

Die zunehmende Immissionsbelastung der Umwelt des Menschen hat vor allem in den am stärksten betroffenen Ländern vielfache Aktivitäten zur Erkundung deren Auswirkungen ausgelöst. Auch in der DDR laufen komplexe Untersuchungen zu ihrer Erfassung. Beim Aufbau eines Umweltkontroll- und -überwachungssystems sollen auch biologische Objekte mit verwandt werden. In ökologischen Grundlagenforschungen, die zum Ziel hatten, Bioindikatoren für diese anthropogen bedingten Veränderungen in terrestrischen Ökosystemen zu finden, wurden pflanzliche und tierische Organismen auf ihre Eignung untersucht.

Vorliegende Arbeit ist ein Teilergebnis dieser Untersuchungen, die von einem Kollektiv des Wissenschaftsbereiches Zoologie durchgeführt wurden. Vorgestellt werden Verteilungsmuster sowie phänologische und ökologische Daten von Staphyliniden-Arten des untersuchten Immissionsgradienten. Staphyliniden stellen eine wichtige Komponente terrestrischer Ökosysteme dar und besetzen die verschiedensten Trophiestufen. Die Arten- und die Individuendichten liegen teilweise beachtlich hoch. Allein aus Mitteleuropa sind ca. 2000 Arten bekannt. Viele Gruppen sind taxonomisch noch unzureichend bearbeitet. Daraus resultiert, daß von der Mehrheit der Arten nur wenige ökologische Angaben bekannt sind und teilweise die Aussage über ihre Eignung als Bioindikatoren beachtlich erschwert wird.

2. Das Untersuchungsgebiet

Die Dübener Heide (DH) wird geomorphologisch durch die pleistozäne Vereisung geprägt. Während im Südwestteil weiträumige Sander vorherrschen, befindet sich im

Nordostteil ein Endmoränenkranz, dessen höchste Erhebung 191 m beträgt. Die Eigenschaften der Böden werden durch diese Verhältnisse weitergehend bestimmt. Als Bodentyp ist durchschlämmte Braunerde auf Sand weit verbreitet, der bei zunehmender Versauerung zu Braunpodsolon wird. Lehmstandorte unter Wald ohne Staunässe sind meist schwach podsolig. Bei Staunässe sind meist Braunerde-Podsolglye oder Podsolglye-Braunerden anzutreffen. Lokal sind auch kleine Flugsandflächen vorhanden (Legler 1970). Hydrologisch wird die DH durch eine relative Armut an natürlichen Gewässern charakterisiert. Stehgewässer sind fast ausschließlich anthropogenen Ursprungs. Das Grundwasser liegt in der Regel weit unter Flur.

Klimatologisch liegt das Gebiet im Übergangsfeld vom ozeanischen zum kontinentalen Klima. Es zeichnet sich, noch am Rande des Herzynischen Trockengebietes liegend, im Westteil durch relativ geringe Niederschläge (550 mm) aus, während im Ostteil die Jahresniederschläge im Mittel 650 mm erreichen.

In der Hauptwindrichtung der stark emittierenden Industriebetriebe des Halle – Leipziger – Bitterfelder Ballungsgebietes gelegen, ist die DH heute das größte Immissionschadensgebiet der DDR. Neben den Hauptschadstoffen SO_2 und Stäuben sind es vor allem Cl_2 , HCl , NO_x , SO_3 , H_2S und diverse organische Verbindungen, die dieses Gebiet belasten. Details sind bei Peklo und Knappe (1977), Peklo und Enders (1976) u. a. nachzulesen.

Die auf diesen Standorten stockenden Kiefernforste sind durch die Langzeitwirkung des Immissionseinflusses bereits erheblich in ihrer Struktur verändert. Untersuchungen von Lux (1964) und Enderlein und Stein (1964) an der Hauptholzart *Pinus silvestris* führten zur Ausscheidung von definierten Schadzonen (0, III, II, I in steigendem Schädigungsgrad), die sich in veränderter Form auch in den Pflanzengesellschaften widerspiegeln (Schubert, 1977; Jage, 1972). Besonders augenfällig ist die mit steigendem Immissionseinfluß zunehmende Auflichtung der Baumbestände. Eine damit parallel verlaufende Entwicklung einer üppigen Kraut- und Strauchschicht wird einerseits durch den erhöhten Lichtgenuß, andererseits durch die mit dem Flugascheeintrag erfolgende Aufkalkung und pH-Verschiebung aus dem stark sauren bis zum neutralen Milieu im Immissionszentrum verursacht. Darüber hinaus werden zur Kompensierung der forstlichen Schäden regelmäßig Düngergaben aus der Luft verabreicht, die ebenfalls die Pflanzenentwicklung der Kraut- und Strauchschicht fördern.

Durch diese unterschiedlich immissionsbeeinflussten Kiefernforste wurde – im Immissionszentrum bei Roßdorf beginnend und bei Reinharz/Bad Schmiedeberg in der Nullzone endend – ein 24 km langer Transekt in westöstlicher Richtung ausgewählt und in je 1 km Abstand (Mefstischblattquadranten) eine Probefläche (PF) in 50- bis 80jährigen Kiefernforstbeständen festgelegt (Abb. 1).

3. Material und Methode

Die im Rahmen der komplexen Erfassung der Arthropoden des Epigaiens angewandten Bodeneinsatzfallen lieferten den überwiegenden Teil der Staphylinidae. In nur geringer Anzahl kam noch Material aus den Käschernfängen, den Bodenekletoren und den Biozönometerfängen hinzu. Die Untersuchungen begannen 1976 an 12 Probeflächen mit je 4 Bodenfallen. Die Untersuchungsperiode erstreckte sich von Anfang Mai bis Ende Oktober 1976. In der Vegetationsperiode 1977 wurde die Zahl der Fallen pro Probefläche auf 8 erhöht und die gesamte Länge des Transektes vom Mai bis November erfaßt. Mit gleicher Methodik sind auch 1978 die gleichen PF untersucht worden, die Auswertung des Materials wurde aber bereits August 1978 beendet. Die Leerung der mit 4% Formalin beschickten Fallen erfolgte in einem 14tägigen Rhythmus.

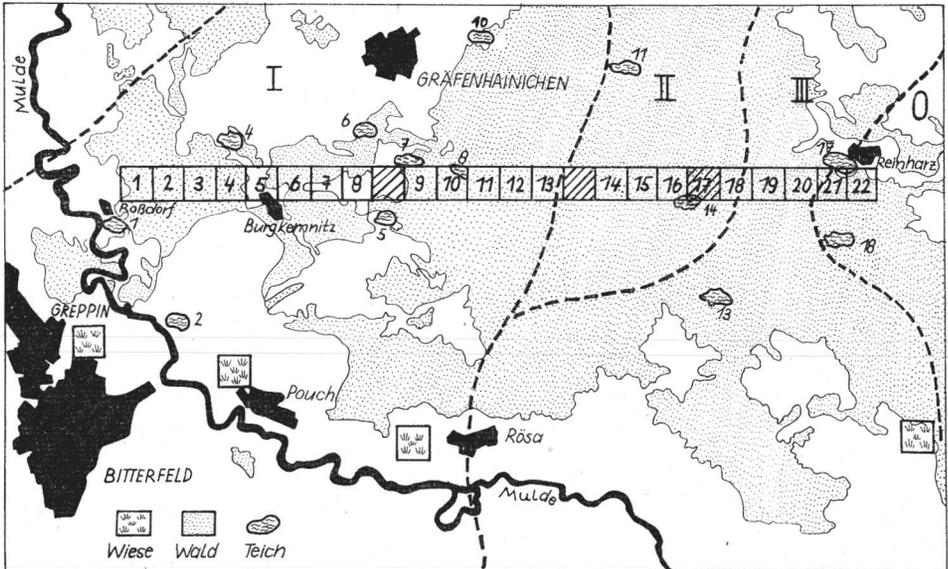


Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes und der Probeflächen in den Schadzonen I, II, III und Null

Bei einer Standzeit von 2448 Fallenmonaten wurden insgesamt 3557 Individuen aus 104 Arten bei einer mittleren Fangquote von 1,5 Individuen pro Fallenmonat erfaßt.

Alle Probeflächen wurden in ihren Vegetations- und Bodenverhältnissen analysiert (Dr. Rauschert, WB Geobotanik der MLU; Dr. Bernhardt, Bodenkunde-Labor der Sächsischen Akademie Dresden). In den PF 10, 11, 15, 17, 21, 22 fanden Dauermessungen der bodennahen Mikroklimaverhältnisse statt. Eine detaillierte Beschreibung der Probeflächen erfolgt in späteren Publikationen. In der Nomenklatur wird nach Freude, Harde, Lohse (1971/74) verfahren.

4. Ergebnisse

4.1. Das Verbreitungsmuster der Staphylinidae im Transekt

Die Verteilung der Arten und deren Aktivitätsdichte weist im untersuchten Transekt des 50- bis 80jährigen Kiefernforstbestandes Korrelationen zum Immissionseinfluß auf.

Bei etwa gleichbleibender Anzahl der Arten in den einzelnen Probeflächen des Transektes zeigt sich ein markanter Wechsel in der Artenstruktur. Es lassen sich bei vorrangiger Berücksichtigung der dominierenden Arten drei Gruppen mit ähnlicher Verteilung zusammenfassen (Tab. 1):

1. Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im nicht oder weniger geschädigten Bereich des Transektes besitzen,
2. Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im stark geschädigten Bereich des Transektes aufweisen und
3. Arten, die mit etwa gleichbleibender Häufigkeit oder ohne erkennbare Schwerpunktbildung über den gesamten untersuchten Transekt vorkommen.

Tabelle 1. Absolute Individuenzahlen ausgewählter Arten aus den Probeflächen der Kiefernforste der Altersklasse III-IV, Bodenfallenfänge 1977/78

Probefläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Artengruppe 1																						
<i>Quedius nigriceps</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	2	3	8
<i>Olophrum piceum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—
<i>Staphylinus erythropterus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4	—	5	8	2	7	—	—
<i>Oxypoda praecox</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	14	1	—	1	2	—	1	—	—	—	—	2
<i>Phloeocharis subtilissima</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	2	—
<i>Quedius tuliginosus</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	2	5	—	1	1	1	18	5	3	1	3	—
<i>Stenus impressus</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	4	—	2	4	2	2	3	10	3	—	1	—
<i>Tachyporus hypnorum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	—	—	—	—
Artengruppe 2																						
<i>Drusilla canaliculata</i>	—	—	1	1	—	—	7	1	1	2	9	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Falagria thoracica</i>	16	1	5	13	13	4	13	37	4	—	—	8	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Gabrius vernalis</i>	1	3	4	3	—	—	1	—	—	7	4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ocypus brunripes</i>	9	2	2	1	2	1	5	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mycetoporus splendidus</i>	2	3	3	—	2	1	2	3	2	9	6	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	3
<i>Quedius molochinus</i>	1	—	3	2	1	—	—	4	—	4	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Artengruppe 3																						
<i>Lathrimaeum atrocephalum</i>	42	27	31	4	66	28	43	41	24	5	15	4	6	1	6	2	13	6	—	—	—	1
<i>Othius myrmecophilus</i>	15	5	2	6	6	6	3	3	5	2	3	1	1	—	3	5	1	—	2	1	6	8
<i>Xantholinus linearis</i>	1	—	—	3	1	2	2	2	1	3	2	2	—	—	—	1	2	—	4	—	—	1
<i>Othius punctulatus</i>	19	15	10	2	6	2	8	4	1	—	11	4	1	—	10	1	17	5	4	4	7	13
<i>Conosoma pedicularium</i>	11	6	15	7	12	12	18	4	5	22	25	3	4	13	10	6	2	2	—	—	—	—
<i>Xantholinus tricolor</i>	—	5	3	3	1	—	2	2	1	—	2	5	2	3	3	—	2	2	—	—	—	—
<i>Tachyporus nitidulus</i>	—	—	—	—	3	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Zyras cognatus</i>	—	2	2	1	3	6	9	—	4	9	15	7	—	—	1	—	5	5	—	—	—	—
<i>Bryocharis formosus</i>	5	—	1	—	2	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	1	—	1	1	—	—	—
<i>Bryocharis inclinans</i>	3	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	1	4	2	—	1	2	—
<i>Conosoma immaculatum</i>	2	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	1	—	—	2
<i>Parabennus fossor</i>	4	—	—	—	—	2	5	—	8	7	7	2	2	—	2	1	5	1	1	—	1	—
<i>Tachyporus solutus</i>	2	—	1	—	1	1	—	1	—	—	—	3	1	1	3	—	—	3	1	—	—	1
<i>Philontus fuscipennis</i>	—	1	2	2	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	2	3	2	—	—	1	—
<i>Geostiba circellaris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Xantholinus clareii</i>	1	2	—	—	—	2	—	—	—	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	1	1	—	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Conosoma testaceum-Gruppe</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die Arten der Gruppe 1 sind gemeinsam mit denen der Gruppe 3 als jene Arten zu verstehen, die im Verbreitungsgebiet zum typischen Artenbestand der ungestörten bodensauren, strauch- und krautschichtarmen Kiefernaltholzbestände gehören. Zu erwähnen wären insbesondere *Quedius nigriceps*, *Staphylinus erythropterus*, *Oxypoda praecox*, *Quedius fuliginosus* und *Stenus impressus* als Vertreter der Gruppe 1 sowie *Lathrimaeum atrocephalum*, *Othius myrmecophilus*, *Xantholinus linearis*, *Othius punctulatus*, *Xantholinus tricolor*, *Zyras cognatus* und *Geostiba circellaris* als Vertreter der Gruppe 3, die relativ konstant in den wenig oder nicht gestörten Probeständen erfaßt wurden. Eine zeitlich und methodisch gleichlaufende Untersuchung in vergleichbaren Kiefernforsten des NSG „Ostufer der Müritz“ erbrachte, abgesehen von wahrscheinlich geographisch bedingten Besonderheiten, eine weitgehende Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung dieser Ökosysteme. Als eine derartige geographische Besonderheit könnte einerseits das dominante Auftreten von *Ocypus olens* und *Lathrimaeum unicolor* und andererseits das Fehlen von *Conosoma pedicularium*, *Gabrius vernalis*, *Mycetoporus brunneus*, *M. splendidus*, *Parabemus fossor*, *Quedius fuliginosus* und *Zyras lugens* im untersuchten Kiefernforst des NSG „Ostufer der Müritz“ gedeutet werden.

Im Bereich der PF 10–12 ist ein deutlicher Faunenstrukturwandel erkennbar. Hier überlappen sich sowohl die Vertreter jener Arten, die in den ungeschädigten Kiefernforsten ihren Verbreitungsschwerpunkt haben, als auch jene Arten, die vorwiegend in den stark immissionsbelasteten PF vorkommen. Darüber hinaus besitzt insbesondere das Territorium um das Forsthaus Jösigg einige Arten, die, wenn auch nur rezident, ausschließlich hier vorkommen.

Die Arten der Gruppe 2 besiedeln schwerpunktmäßig oder ausschließlich den stark bis sehr stark immissionsbeeinflussten Bereich des Transektes. Mit besonders hoher Konstanz treten *Drusilla canaliculata*, *Falagria thoracica*, *Gabrius vernalis*, *Ocypus brunripes*, *Mycetoporus splendidus* und *Quedius molochinus* auf. Sie bilden gemeinsam mit den Vertretern der Gruppe 3 den dominierenden Artenbestand dieses Kiefernforstes.

Die Gruppe 3 umfaßt das Gros der registrierten Arten. Bei ihnen ist bei teils homogener, teils inhomogener Verteilung über den Transekt keine Schwerpunktbildung in der Verbreitung erkennbar. Zu dieser Gruppe gehören fast ausschließlich Arten mit großer ökologischer Amplitude, wenn auch eine unterschiedliche Abundanz bei einigen Arten nicht zu übersehen ist.

4.2. Analyse des Faunenstrukturwandels im Transekt

Arten- und Individuendichten zeigen im untersuchten Transekt unterschiedliches Verhalten.

Die Artengarnitur erfährt zwar, wie bereits dargelegt, einen markanten Strukturwandel, in der Tendenz bleibt jedoch die Anzahl der Arten in den einzelnen Probeständen fast gleich. Lediglich der schon erwähnte Bereich um das Forsthaus Jösigg liegt über dem Durchschnitt (Abb. 2) und dokumentiert damit den Überlappungscharakter dieses Gebietes. Auch die Artendichte der Vergleichsfläche im NSG „Ostufer der Müritz“ liegt im Toleranzbereich der ermittelten Werte.

Die Individuendichten weisen dagegen erhebliche Unterschiede im Transekt auf. Als Tendenz läßt sich eine statistisch abgesicherte Erhöhung der Abundanz in den stärker immissionsbelasteten Bereichen des Transektes erkennen (Abb. 3). Sie wird jedoch im wesentlichen durch das Massenaufreten einzelner Arten verursacht.

Mit Hilfe der Ähnlichkeitsindizes nach Jaccard (1928) und Renkonen (1938) durchgeführte Vergleiche aller Arteninventare und deren Dominanzverhältnisse untereinander machen den Wandel in der Faunenstruktur sichtbar und läßt folgende Tendenzen erkennen (Tab. 2 und 3):

Artenzahlen 1977/78

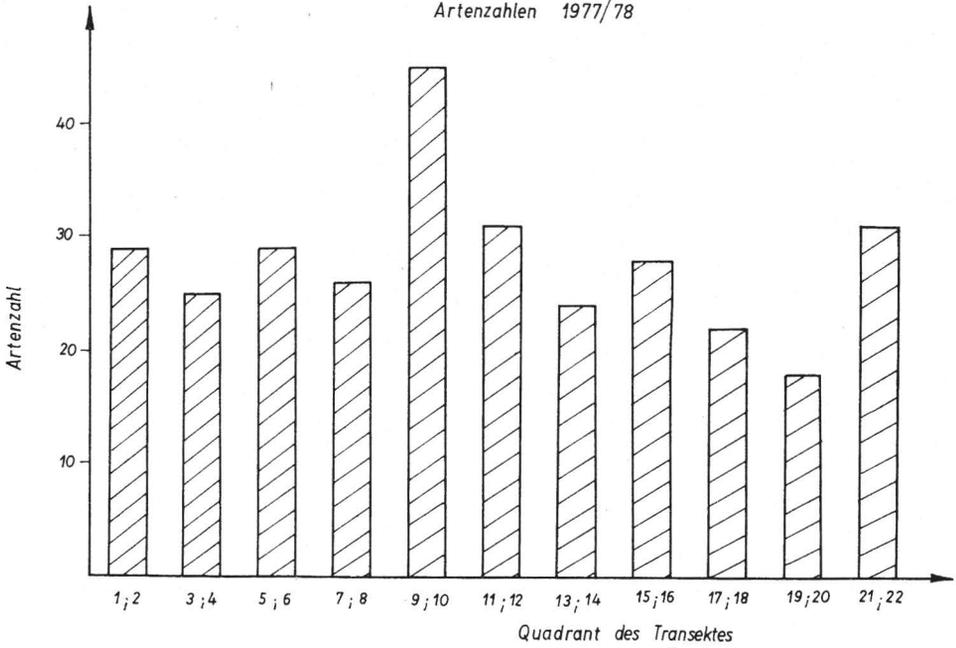


Abb. 2. Verteilung der Artendichte (mittlere Artenzahl pro 2 Probeflächen) über den untersuchten Transekt

Staphylinidae Transekt DH

Individuen Fangzahlen 1977/78

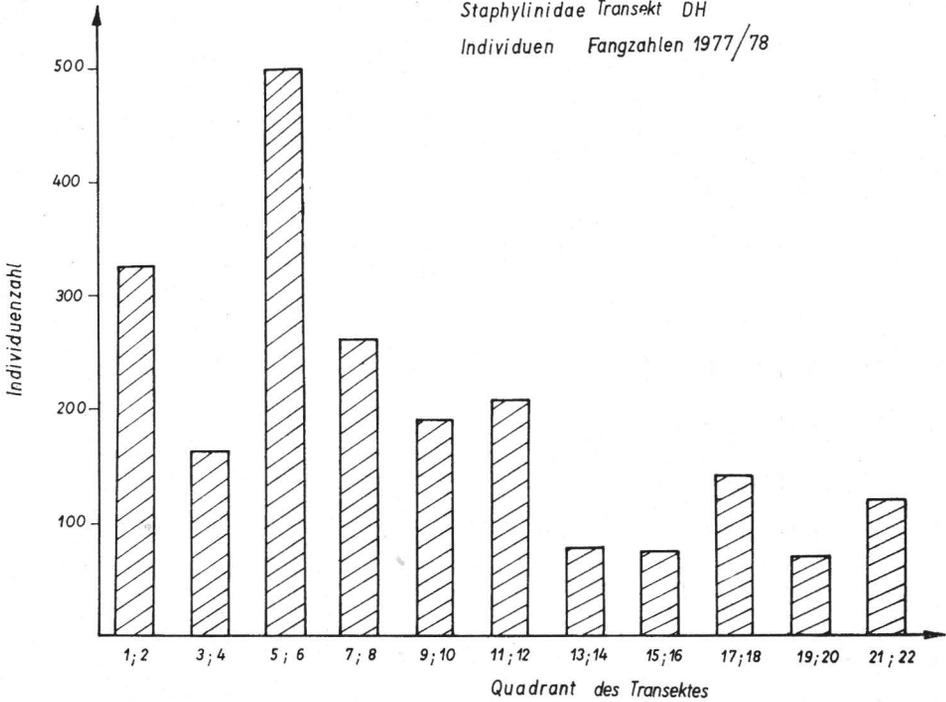


Abb. 3. Verteilung der Individuendichten (mittlere Individuenzahl pro Probefläche und Fangjahr) im untersuchten Transekt

Tabelle 3. Dominantenidentität (in %) aller 22 Probeflächen, nach Renkonen (1938)

PF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	PF
	—	68	68	50	68	65	70	60	63	24	37	47	48	18	48	39	40	46	35	22	31	31	1
		—	75	44	65	65	64	55	66	30	42	36	52	26	53	30	48	32	25	27	33	35	2
			—	54	68	70	75	62	63	44	53	39	57	55	53	37	41	35	18	15	24	22	3
				—	45	48	51	55	43	42	59	47	35	25	40	44	25	26	16	9	27	19	4
					—	75	72	67	72	24	35	39	50	17	38	31	31	26	16	11	16	13	5
						—	74	56	82	42	92	42	53	25	43	43	32	31	20	9	12	15	6
							—	62	73	40	57	56	54	22	47	32	39	32	19	9	14	14	7
								—	61	22	32	37	31	14	26	21	27	24	11	8	13	13	8
									—	37	44	40	52	17	35	33	36	27	17	7	16	16	9
										—	68	36	41	47	42	41	32	37	14	6	14	15	10
											—	50	46	42	54	42	38	40	21	12	23	21	11
												—	34	29	44	27	41	48	30	15	25	16	12
													—	53	56	49	36	44	32	8	18	21	13
														—	41	44	20	35	19	6	16	18	14
															—	48	57	50	51	35	40	39	15
																—	37	41	39	23	48	30	16
																	—	60	47	39	51	22	17
																		—	48	33	34	15	18
																			—	46	52	33	19
																				—	52	39	20
																					—	58	21
																						—	22

- Die am stärksten geschädigten Probeflächen weisen untereinander höchste Übereinstimmung im Arteninventar auf. Die Artenidentität der PF 1-8 liegt im Mittel bei 45 % und die Dominantenidentität bei 65 %.
- Mit steigendem Immissionseinfluß erhöhen sich, bezogen auf den gesamten untersuchten Transekt der Kiefernforste, die Ähnlichkeitsindizes.
- Eine ebenfalls hohe Übereinstimmung, wenn auch signifikant niedriger als im Immissionszentrum, besitzen die Arteninventare der ungeschädigten Kiefernforste. Die Artenidentität der PF 15-22 liegt bei 35 % und die Dominantenidentität bei 45 %.
- Die in der Mitte des Transektes gelegenen PF (9-15) weisen untereinander geringere Ähnlichkeitsindizes auf. Die Artenidentität liegt bei 30 % und die Dominantenidentität bei 40 %. Sie sind Ausdruck des Strukturwandels in diesem Bereich.
- Ein Vergleich der Probeflächen aus den beiden Enden des Transektes (1-8 gegen 16-22) ergibt erwartungsgemäß die niedrigsten Ähnlichkeitswerte. Hier liegt die Artenidentität bei 20 % und die Dominantenidentität bei 25 %. Derartige Werte sind Maßzahlen für geringe oder keine verwandtschaftlichen Beziehungen.

4.3. Zur Phänologie der Staphylinidae im Transekt

Staphylinidae weisen in ihrem jahreszeitlichen Auftreten und in ihrer mehrjährigen Populationsentwicklung beachtliche Schwankungen auf. Während die artspezifisch festgelegten Entwicklungsabläufe weitgehend das zeitliche Muster der annualen Phänologie bestimmen, wirken insbesondere mikroklimatische, standortliche und eine Vielzahl biotischer Faktoren auf die Höhe der im jeweiligen Moment vorhandenen Individuendichten ein. Frequenz und Amplituden der Populationskurven sind somit das Ergebnis des komplexen Zusammenspiels der am konkreten Lebensort auf die Populationen und Tiergemeinschaften einwirkenden Faktoren.

Die annuale Phänologie adulter Staphylinidae wird wie bei den meisten Insekten durch ein temporäres Auftreten im Jahresgang geprägt. Das Erscheinen der einzelnen Arten ist dabei recht unterschiedlich. Der Vermehrungszyklus kann entweder innerhalb eines Jahres ablaufen oder bei überwinternden Arten sich noch bis zur nächsten Vegetationsperiode erstrecken. Die Anpassung an den Jahresverlauf äußert sich in der Fähigkeit, ein fakultatives Diapausestadium einzuschalten oder den Beginn und das Ende einer obligaten Diapause zu bestimmen (Topp 1979).

In Anlehnung an Larsson (1939) läßt sich zwischen Herbst- und Frühjahrsbrütern oder nach Lindroth (1949) zwischen Larval- und Imagoüberwinterern unterscheiden. Dieses grobe Schema bedarf allerdings einer Erweiterung, um artspezifische Entwicklungszyklen genauer zu charakterisieren.

Die Abb. 4 gibt einen Überblick über die Phänologie der wichtigsten, in statistisch auswertbare Quantitäten im Untersuchungsgebiet auftretenden Arten.

Die Ergebnisse der dreijährigen Untersuchungen werden dabei als repräsentativ angesehen. Daraus lassen sich drei phänologische Typen ableiten:

1. Populationen mit einem zeitigen und großen Frühjahrs- und einem kleinen Herbstgipfel. Die Sommermonate sind weitgehend frei von Adultes (z. B. *Othius punctulatus*, *Conosoma pedicularium*, *Xantholinus linearis*).
2. Populationen mit Frühjahrs- und Herbstgipfel. Die Population verkleinert sich zwar im Sommer, bleibt aber immer auf einer beachtlichen Höhe und steigt zum Herbst wieder an (z. B. *Lathrimaemum atrocephalum*, *Olophrum piceum*).
3. Populationen mit einem Sommermaximum (z. B. *Scopaeus cognatus*, *Xantholinus tricolor*, *Geostiba circellaris*, *Parabemus fossor*, *Drusilla canaliculata*).

Einige Arten, die über den Winter aktiv sind, vermögen bei längeranhaltenden

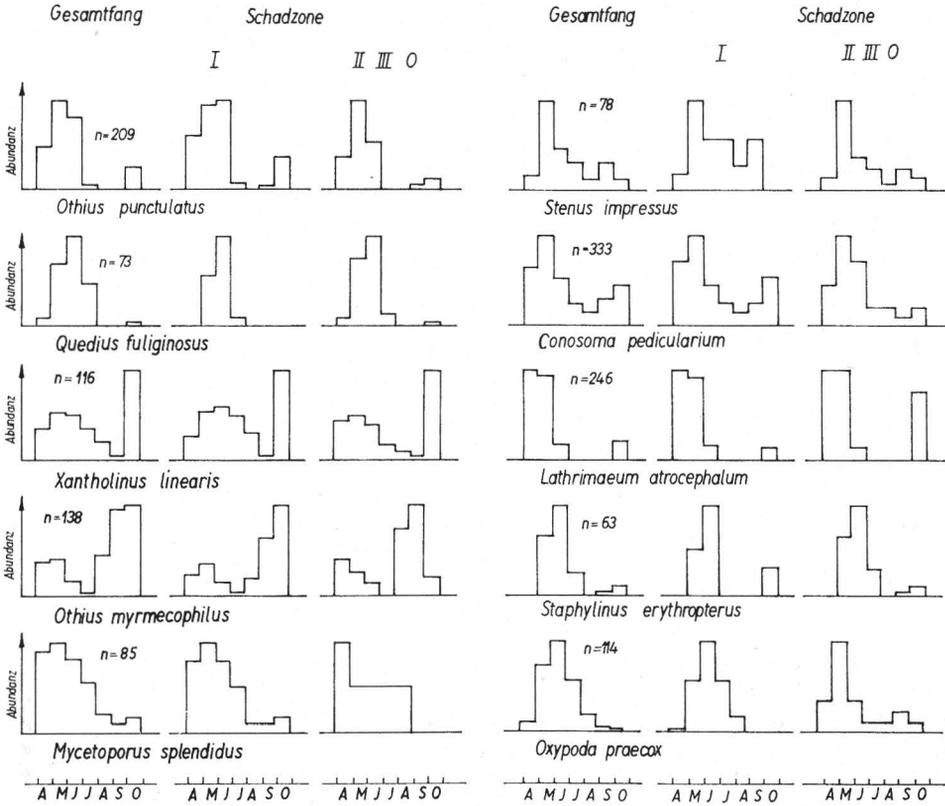


Abb. 4. Phänologie ausgewählter Arten in ihrem Gesamtumfang und getrennt nach den Fängen in der Schadzone I sowie II, III, O

Frostperioden vorübergehend in Kältestarre zu fallen, wie zum Beispiel *Othius punctulatus* und *Tachyporus hypnorum*. *Xantholinus linearis* und *Olophrum piceum* erreichen wahrscheinlich im Winter sogar ihren Aktivitätshöhepunkt.

Für die meisten Arten liegen zur Zeit noch keine genauen Angaben über ihren Lebenszyklus vor. Die Larvenstadien sind in der Regel noch unbekannt, und aus Aktivitäts- und Abundanzdynamik allein lassen sich keine eindeutigen Schlüsse ziehen. Die Mehrzahl der Arten scheint univoltin zu sein, wobei die Entwicklung durch eine obligatorische Diapause unterbrochen wird. Die Larvenentwicklung erfolgt im Sommer, und die Tiere überwintern als Imagines (Kasule, 1970).

Die Fortpflanzungsperiode ist jahreszeitlich oft nicht genau fixiert. So kommen z. B. bei *Othius myrmecophilus* alle drei Larvenstadien das ganze Jahr über gleichzeitig nebeneinander vor, und die meisten Imagines schlüpfen Juni/Juli/August/September; die Eiablage der meisten Weibchen erfolgt im Herbst oder Frühjahr (Kasule, 1970).

Die Abb. 4 sowie Tab. 4 veranschaulichen die Formen der Entwicklungstypen der untersuchten Arten. Sie stimmen in ihrer Phänologie mit den von Horion (1963/65/67), Niemann (1963/64), Obertel (1971), Geiler (1974) und anderen erarbeiteten Daten weitgehend überein. Unterschiede im phänologischen Geschehen der Staphylinidae zwischen den stark und den weniger stark belasteten Gebieten konnten aus den vorliegenden Daten nicht mit statistischer Sicherheit ermittelt werden.

Tabelle 4. Phänologieverhalten ausgewählter Arten, Bodenfallenfänge 1976/77/78, Dübener Heide

Art	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
<i>Bryocharis formosus</i>	5	10	4	—	—	—	—
<i>Bryocharis inclinans</i>	8	5	2	6	—	—	3
<i>Conosoma immaculatum</i>	—	8	12	8	5	—	1
<i>Conosoma pedicularium</i>	65	101	53	25	15	28	46
<i>Drusilla canaliculata</i>	1	2	16	7	17	5	4
<i>Falagria thoracica</i>	—	—	8	6	7	104	11
<i>Gabrius vernalis</i>	9	21	27	20	9	1	3
<i>Geostiba circellaris</i>	—	9	14	18	4	1	—
<i>Gyrophypus angustatus</i>	18	24	6	1	5	1	2
<i>Lathrimaeum atrocephalum</i>	192	179	32	—	—	—	40
<i>Mycetoporus brunneus</i>	49	49	37	31	13	11	11
<i>Mycetoporus splendidus</i>	18	20	16	11	4	2	3
<i>Ocypus brunnipes</i>	1	7	8	8	12	14	10
<i>Olophrum piceum</i>	5	—	—	—	—	4	23
<i>Othius myrmecophilus</i>	15	17	7	1	18	39	41
<i>Othius punctulatus</i>	38	82	65	3	—	1	20
<i>Oxypoda praecox</i>	4	32	43	24	8	2	1
<i>Parabemus fossor</i>	1	1	46	20	—	—	—
<i>Phloeocharis subtilissima</i>	5	5	—	3	1	—	2
<i>Quedius fuliginosus</i>	2	23	33	14	—	—	1
<i>Quedius molochinus</i>	—	1	6	4	26	33	6
<i>Quedius nigriceps</i>	—	—	1	1	2	11	11
<i>Scopaeus cognatus</i>	1	7	8	7	5	2	—
<i>Staphylinus erythropterus</i>	—	20	31	8	—	1	3
<i>Stenus impressus</i>	5	32	13	10	4	10	4
<i>Tachyporus hypnorum</i>	2	6	11	4	12	2	8
<i>Xantholinus linearis</i>	14	21	20	14	8	2	40
<i>Xantholinus tricolor</i>	1	3	21	39	19	5	3
<i>Zyras cognatus</i>	1	38	97	39	2	2	—
<i>Zyras lugens</i>	11	42	46	33	2	—	2

Unterschiede im mehrjährigen Aktivitätsmuster sind bei Staphylinidae schon mehrfach beschrieben worden (Geiler 1959/60 u. 1974; Niemann 1963/64; Hartmann 1976; Topp 1977 u. a. m.). Sie scheinen in starkem Maße vom jeweiligen konkreten Witterungsverlauf abhängig zu sein und unmittelbar die Aktivitätsgipfel in ihrer zeitlichen Lage zu bestimmen. So zeigen z. B. die Summenkurven der „Normaljahre“ 1977 und 1978 den üblichen Jahresgang mit großem Frühjahrs- und kleinem Herbstmaximum, während das trockenwarme Jahr 1976 ein typisches Sommermaximum aufweist, das als extrem verschobenes Frühjahrsmaximum mit sehr kleinem Herbstmaximum zu interpretieren ist (Abb. 5). Inwieweit andere, unter Umständen auch endogen bedingte Faktoren die mehrjährigen Oszillationen der Populationen mitprägen, läßt sich aus den nur wenige Jahresgänge umfassenden Fängen nicht analysieren.

4.4. Zur Verteilung der Ernährungstypen im Transekt

Für viele Staphyliniden-Arten ist die Frage ihrer Ernährung noch nicht geklärt. Die meisten Arten leben räuberisch von verschiedenen Arthropoden, Insektenlarven, kleinen Würmern u. a. m. Als Räuber gelten die Steninae sowie die Gattungen *Staphy-*

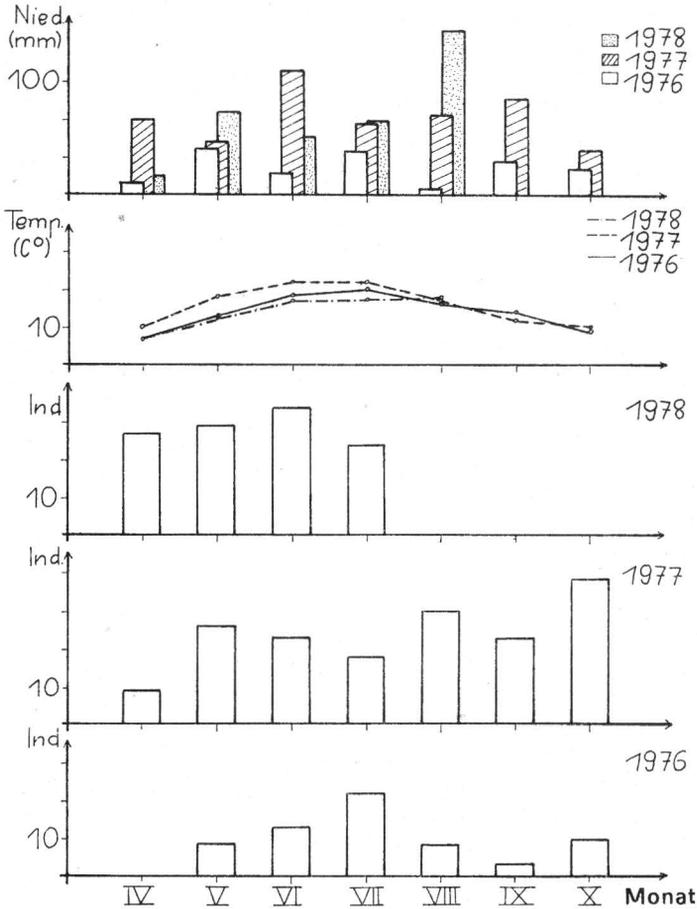


Abb. 5. Klimadaten der Untersuchungszeit und Phänologie des Gesamtfanges in den Untersuchungsjahren 1976/77/78

linus, *Xantholinus*, *Philonthus*, *Othius*, *Quedius*, *Mycetoporus*, *Bolitobius* und *Bryocharis* sowie *Zyras*. Die Gattung *Aleochara* lebt parasitisch oder halbparasitisch an verschiedenen Dipterenlarven (Peschke, K., und D. Fuldner 1977 u. a.). Neben der räuberischen ist die saprophage Lebensweise vertreten. Diesen Ernährungstyp finden wir bei den Oxytelinae, Tachyporini sowie bei einem großen Teil der Aleocharinae und wahrscheinlich auch bei den Paederinae (*Lathrobium* und *Stilicis*). Die Aufnahme pflanzlicher Nahrung ist die Ausnahme (Tischler 1958). Das erhöhte Angebot toter pflanzlicher Substanzen im Gefolge der sich stärker entwickelten Krautschicht im Immissionszentrum ließ es möglich erscheinen, daß quantitative oder qualitative Änderungen im Auftreten der Ernährungstypen eingetreten ist.

Eine Analyse der Verteilung der Arten mit unterschiedlicher Ernährungsweise im Transekt läßt ein sehr heterogenes Bild entstehen. Eine Korrelation zwischen Immissionsgradienten und Häufigkeit von Arten mit unterschiedlicher Ernährungsweise ist aber nicht erkennbar. Grundsätzlich überwiegen in allen Probestellen die Räuber, ihr Anteil ist jedoch unterschiedlich hoch. Das Verhältnis Räuber zu Saprophagen schwankt zwischen den Extremen 1 : 0,25 (PF 3 und 16) und 1 : 0,89 (PF 13), liegt aber im Mittel bei 1 : 0,45.

Tabelle 5. Verteilung der Arten mit räuberischer und saprophager Ernährungsweise im Transekt

Probefläche	1—4	5—8	9—12	13—16	17—20	21—22
Relation						
Räuber : Saprophaga	1 : 0,38	1 : 0,44	1 : 0,39	1 : 0,55	1 : 0,40	1 : 0,43
Individuendichte von <i>Lathr. atro.</i>	34 ‰	39 ‰	16 ‰	5 ‰	5 ‰	1 ‰

Während eine Verschiebung in der Artenzahl in Korrelation zur Ernährungsweise nicht erkennbar ist, erfahren offensichtlich einige saprophage Arten in ihrer Individuendichte eine Förderung. So weisen zum Beispiel *Lathrimaeum atrocephalum* und *Conosoma pedicularium* eine deutliche Abundanzzunahme zum Immissionszentrum auf, die als eine solche Reaktion interpretiert werden könnte. Diese hohen Individuendichten der saprophagen Arten sind es auch, die insgesamt die bereits früher erwähnte relativ hohe Individuendichte im Immissionszentrum verursachen. Änderungen in der Abundanz und dem Arteninventar hatte bereits Dunger (1972) in durch Flugasche aufgekalkten Böden beobachtet, wobei durch eine Förderung bakteriellen Abbaus des reichlich anfallenden Pflanzenmaterials es zu einem signifikanten Rückgang vorwiegend pilzfressender Kleinarthropoden kam.

Müller (1980) und Tietze (1980) konnten nachweisen, daß demgegenüber räuberische Formen darauf nicht sichtbar reagieren, da in der Regel diese Arten durch einen Wechsel in den Beutetierspektren diese Veränderungen kompensieren.

5. Diskussion

Untersuchungsergebnisse über den Einfluß von Immissionen auf Abundanz und Populationsdynamik von Insekten liegen aus jüngster Zeit zunehmend vor. Darin wird deutlich, daß die Reaktion der Insekten auf diesen anthropogenen Faktor äußerst differenziert zu betrachten ist. Sie reicht von Elimination, Depression, Indifferenz bis zu starker Förderung von Arten (Ohnesorge, Wentzel 1961 u. v. a. m.).

Mit der parallel zum Immissionseinfluß zunehmenden Veränderung in der Artenstruktur der Pflanzengesellschaften der Dübener Heide (Köhler 1962; Lux 1964; Krauss 1966; Jage 1972) geht eine Wandlung in den wichtigsten Parametern der Mikrohabitate einher. Damit entstehen in Abhängigkeit vom Grad der Immissionseinwirkung neue Lebensbedingungen, die z. T. den autochthonen Zoozönosemitgliedern in ihren Habitatansprüchen nicht mehr entsprechen. Derartige Glieder fallen aus oder werden zumindest zurückgedrängt. Andererseits können andere, bisher nicht vertretene Arten diese Zootope neu besiedeln oder bisher rezedente Arten eine Förderung erfahren.

Im Prozeß der durch Belastungsfaktoren vor sich gehenden Änderung der Habitatfaktoren kann es auch durch Selektion von resistenten Allelotypen zu neuen, angepaßteren Populationen kommen. Die Mechanismen dieser genetischen Anpassung sind noch weitgehend ungeklärt, bedürfen aber in Zukunft einer größeren Aufmerksamkeit (Steiniger 1978; Müller 1980).

Für den Strukturwandel in der Fauna der Staphylinidae sehen wir die eingetretenen Änderungen in der Habitatstruktur als hauptverantwortlichen Faktorenkomplex an. So erfährt der in unbeeinflussten Kiefernforsten bei 3,0 bis 3,9 liegende pH-Wert durch die Staubimmission eine Abpufferung, die z. T. über den Neutralbereich hinausreicht. Eine unterschiedlich intensive gegenläufige Wirkung löst das mit den Niederschlägen eingeschwemmte SO₂ aus, so daß der pH-Wert der Bodenaufgabe im Immis-

sionszentrum durchschnittlich 7,0 erreicht (Lux 1964), Werte, die normalerweise von Nadelholzbeständen nicht bekannt sind. Die mit der Auflichtung der Baumbestände (durch hohe Absterberaten) und der Neutralisierung und Aufdüngung der Böden einhergehende üppige Entwicklung der Bodenflora (Jage 1972) schafft für Arten mit anderen ökologischen Habitatansprüchen neue Lebensbedingungen. Die Besetzung dieser Nischen führt zum bereits beschriebenen Faunenstrukturwandel, wobei in den Mikrohabitaten der reichlich entwickelten Bodenvegetation auch hygrophile Arten Existenzbedingungen vorfinden. Damit wird das Spektrum der in diesen stark immissionsgeschädigten Kiefernforsten vorkommenden Arten wesentlich erweitert.

Für eine direkte Beeinflussung des Verbreitungsmusters der Staphylinidae durch toxische Wirkung der immitierten Substanzen gibt es u. E. keine Anhaltspunkte. Die von uns ermittelten Phänologie-Kurven ausgewählter Arten aus dem Immissionszentrum und der Schadzone Null wiesen in ihrem zeitlichen Muster keine erkennbaren Differenzen auf. Auch Schenk (1977) und Klapperstück (1979) konnten bei Expositionsversuchen mit Larven von *Calliphora erythrocephala* Meig. erst bei bedeutend höheren Noxen Mortalitätsunterschiede und Entwicklungsverzögerungen beobachtet. Stichprobenuntersuchungen haben jedoch z. T. gravierende Unterschiede in der Kontamination durch Schwermetalle ergeben, deren biologische Wirkung in vorliegender Arbeit aber nicht ausdiskutiert werden soll.

6. Zusammenfassung

In einem unterschiedlich stark immissionsbeeinflussten Transekt 50- bis 80jähriger Kiefernforstbestände wurde das Verteilungsmuster von Staphylinidenarten und deren Abundanz untersucht. Es ließen sich deutliche Korrelationen zwischen Immissionsbelastung und Arten- und Individuenverteilung herausarbeiten. Der festgestellte Faunenstrukturwandel drückt sich in Änderungen des Artengefüges und der Abundanzverhältnisse aus. Die Faunenstrukturierung ist das Ergebnis einer Änderung in der Struktur der Phytozönose, die wiederum mikroklimatisch und trophisch neue Bedingungen schafft.

Im Phänologieverhalten der einzelnen Arten konnten keine Korrelationen zur Immissionsbelastung ermittelt werden.

Schrifttum

- Dunger, W., I. Dunger, H.-D. Engelmann und R. Schneider: Untersuchung zur Langzeitwirkung von Industrie-Emissionen auf Böden, Vegetation und Bodenfauna des Neißetals bei Ostritz/Oberlausitz. Abh. u. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 47 (1972) III/1-III/40.
- Enderlein, H., und G. Stein: Der Säurezustand der Humusaufgabe in den rauchgeschädigten Kiefernbeständen des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Dübener Heide. Arch. Forstwesen 13 (1964) 1181-1191.
- Freude, K., K. W. Harde und G. Lohse: Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 4 u. 5. Krefeld 1971 u. 1974.
- Geiler, H.: Zur Staphylinidenfauna der Mitteldeutschen Agrarlandschaft (Die Evertebratenfauna mitteldeutscher Feldkulturen II.). Wiss. Z. Univ. Leipzig, Math.-nat. R. 9 (1959/60) 587-594.
- Geiler, H.: Verzeichnis der in Fichtenbaumhölzern des Tharandter Waldes vorkommenden Staphyliniden (Coleoptera: Staphylinidae). Hercynia, N. F., Leipzig 11 (1974) 394-404.
- Hartmann, P.: Die Staphylinidenfauna verschiedener Waldbestände und einer Wiese des Sollings. Ökologie, Arbeiten und Berichte, Mitteilungen. Sollingprojekt - Zool. Beitr., Göttingen - Ulm 1976.
- Horion, A.: Farnistik der Mitteleuropäischen Käfer. Bd. 9, 10, 11. Überlingen - Bodensee 1963, 1965, 1967.

- Jaccard, P.: Die statistisch-floristische Methode als Grundlage der Pflanzensoziologie. In: Abderhalden: Handbuch biologischer Arbeitsmethoden 11 (1928) 165–202.
- Jage, H.: Beitrag zur pflanzengeographischen Gliederung der Dübener Heide und einiger Teile des Fläming unter besonderer Berücksichtigung der Verbreitung der Ackerunkrautgesellschaften. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch., Berlin 12 (1972) 241–271.
- Kasule, F. K.: Field-studies on the life histories of *Othius punctulatus* GOEZE und *O. myrmecophilus* KIESW. Trans. Soc. Br. Ent. 18 (1968) 49–80.
- Klapperstück, J.: Beeinflussung der Mortalitätsrate von *Calliphora erythrocephala* MEIG. durch Begasung definierter Larvenstadien mit SO₂ und Cl₂. Kongress- Tagungsber. MLU Halle-Wittenberg 1980 (im Druck).
- Köhler, H.: Ackerunkrautgesellschaften einiger Auengebiete an Elbe und Mulde. Wiss. Z. Univ. Halle Math.-Nat. R. 11 (1962) 207–251.
- Krauss, H.: Düngeversuche in rauchgeschädigten Kiefernbeständen der Dübener Heide. Arch. Forstwesen 15 (1966) 1145–1163.
- Larsson, S. G.: Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden. Entom. Medel. 20 (1939) 277–560.
- Legler, B.: Regionalgeographische Untersuchung der Raumstruktur des Elbe-Mulde-Winkels (Dübener Heide). Wiss. Veröff. Geogr. Inst. DAW, N. F. 27/28 (1970).
- Lindroth, C. H.: Die Fennoskandischen Carabidae. III. Medd. Göteborgs Mus. Zool. Avd. 122 (1949) 1–911.
- Lux, H.: Beitrag zur Kenntnis des Einflusses von Industrieexhalationen auf die Bodenvegetation in Kiefernforsten (Dübener Heide). Arch. Forstwesen 13 (1964) 1211–1223.
- Müller, P.: Ökosystemare Standardisierung ökologischer Formationen für die Bewertung von Städten. Kongress- und Tagungsber. MLU Halle-Wittenberg 1980 (im Druck).
- Niemann, G.: Zum biotopmäßigen Vorkommen von Coleopteren. Teil I: Kiefernaltbestände auf hügeligen (grundwasserfernen) und auf grundwasserbeeinflussten Standorten. Z. angew. Ent. 53 (1963/64) 82–110.
- Obrtel, H.: Soil surface Coleoptera in a lowland forest. Prir. Prace ust. Ceskosl. Akad. ved Brno 5 (1971) 1–47.
- Ohnesorge, B., und K. F. Wentzel: Zum Auftreten von Schadinsekten bei Luftverunreinigungen. Untersuchungen über die Beziehung zwischen Raucheinfluß und einer lokal begrenzten Massenvermehrung der kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* (CHRIST.). Forstarch. 32 (1961) 177–186.
- Peklo, P. K., und K. Enders: Analyse der Verunreinigung der Luft im Raum Bitterfeld/Wolfen. Istzustand, Auswirkungen, Sanierungsmaßnahmen. Diss. Freiberg 1976.
- Peklo, P. K., und D. Knappe: Immissionsbericht 1976. Bitterfeld 1977 VEB CKB.
- Peschke, K., und D. Fuldner: Übersicht und neue Untersuchungen zur Lebensweise der parasitoiden Aleocharinae (Coleoptera: Staphylinidae). Zool. Jb. Syst. 104 (1977) 242–262.
- Renkonen, C.: Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. Ann. Zool. Soc. Vanemo 6 (1938) 1–231.
- Schenk, M.: Verwendung des dritten Larvenstadiums von *Calliphora erythrocephala* MEIG. (Diptera, Calliphoridae) als möglicher Bioindikator für SO₂. Diplomarbeit Univ. Halle, 1977.
- Schubert, R.: Ausgewählte pflanzliche Bioindikatoren zur Erfassung ökologischer Veränderungen in terrestrischen Ökosystemen durch anthropogene Beeinflussung unter besonderer Berücksichtigung industrieller Ballungsgebiete. Hercynia, N. F., Leipzig 14 (1977) 399–412.
- Steiniger, H.: Genetische Variabilität bei Carabiden-Populationen inner- und außerstädtischer Standorte (Coleoptera). Diss. Saarbrücken 1978.
- Tietze, F., et al.: Änderung der Faunenstruktur in unterschiedlich immissionsbelasteten Zoopen der Dübener Heide am Beispiel ausgewählter Athropoden. Kongress- und Tagungsber. MLU Halle-Wittenberg 1980 (im Druck).

- Tischler, W.: Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze. (Ein Beitrag zur Ökologie der Kulturlandschaft.) Z. Morph. Ökol. Tiere 47 (1958) 54–114.
- Topp, W.: Diapause und ihre Bedeutung für den Entwicklungszyklus der Insekten, am Beispiel der Staphylinidae und Catopidae (Coleoptera). Habilschrift, Kiel 1976.
- Topp, W.: Einfluß des Strukturmosaiks einer Agrarlandschaft auf die Ausbreitung der Staphyliniden (Col.). Pedobiologia 17 (1977) 43–50.
- Topp, W.: Vergleichende Dormanzuntersuchungen an Staphylinidae (Coleoptera). Zool. Jb. Syst. 106 (1979) 1–49.

Dipl. Biol. Karin Steinmetzger
 Staatl. Museum für Naturkunde
 Görlitz – Forschungsstelle
 DDR - 8900 Görlitz
 Am Museum 1

Doz. Dr. sc. Franz Tietze
 Sektion Biowissenschaften
 Wissenschaftsbereich Zoologie
 DDR - 4020 Halle (Saale)
 Domplatz 4

Buchbesprechung

Czihak, G., H. Langer u. H. Ziegler (Herausgeber): **Biologie**. Ein Lehrbuch. Berlin – Heidelberg – New York: Springer-Verlag 1978. 2., verb. u. erw. Aufl. XXIV, 861 S., 957 z. T. farb. Abb., 2 Falttaf., 68 Tab.

Bereits zwei Jahre nach Erscheinen des Werkes liegt eine zweite verbesserte und erweiterte Auflage vor. Allein diese Tatsache spricht schon dafür, daß das in Form und Aufmachung bestechende Lehrbuch eine willkommene Neuerscheinung darstellt. Von der hinlänglich bekannten Tatsache ausgehend, daß die rapide Entwicklung der Biologie eine Reform in den Lehr- und Lernzielen an den Hochschulen notwendig gemacht hat, wurde der Text von 26 renomierten Hochschullehrern verfaßt. Von der Konzeption her enthält das Werk das umfängliche Basiswissen, was vom Biologiestudenten vor der Spezialisierung erworben werden sollte. Das 12 reich untergliederte Kapitel enthaltende Lehrbuch wurde nach folgenden übergeordneten Gesichtspunkten zusammengestellt: „Bau und Leistungen der Zellen“, „Strukturen und Funktionen der Organismen“, „Die Organismen in Populationen“. Der Benutzer wird anfänglich in die Grundzüge der Cytologie, danach unter anderem in die Genetik, Fortpflanzung und Sexualität, Bau und Funktion pflanzlicher und tierischer Zellen umfassend eingeführt. Dem Lehrbuch steht es gut an, daß im gebührenden Umfang auch die Ökologie, die Biogeographie, Verbreitung der Pflanzen und Tiere sowie die Evolution abgehandelt wird. Die beiden letzten Kapitel enthalten die Grundlagen und Ziele der biologischen Systematik mit den Stammbäumen der Pflanzen und Tiere sowie eine Übersicht über das System der Organismen. Die Stofffülle wird durch größtenteils recht instruktive, zum Teil farbige Abbildungen anschaulich aufbereitet und ergänzt. Die Verquickung von Botanik und Zoologie in diesem vorzüglichen Werk erscheint in jeder Hinsicht gelungen, so daß es sich nicht nur als Lehrbuch, sondern auch als vorzügliches Nachschlagewerk empfiehlt.

R. Piechocki