

INDIKATORWERT UNTERSCHIEDLICHER BIOTISCHER DIVERSITÄT IM VERDICHUNGSRAUM VON SAARBRÜCKEN

P. MÜLLER, U. KLOMANN, P. NAGEL, H. REIS & A. SCHÄFER

Abstract

Changes in the number of species and individuals of biocoenoses as well as the reaction norm of biological indicators enable conclusions to be drawn concerning the 'load' of a habitat. Numbers of species and individual quantities can be linked with the diversity using the following relation derived from information theory:

$$H_s = - \sum p_i \ln p_i \text{ (SHANON-WIENER function)}$$

In examples from terrestrial and limnic ecological systems of the Saar-Moselle region it is found that:

1. H can be used as an indikator for the *anthropogenic load*.
2. higher diversity and thus higher specific stability do not necessarily mean that the zoo-coenosis is closer to its climax state than a community with lower H.

Unterschiedliche Faktoren bewirken in urbanen Ökosystemen nicht nur eine Selektion von Arten und Biozöosen (vgl. KÜHNELT 1970, GREENBERG 1971, SUKOPP et al. 1974, MÜLLER 1974), sondern zugleich mannigfache Veränderungen der Diversität mosaikartig verbreiteter Lebensgemeinschaften. Deshalb läßt sich sowohl die Reaktionsnorm des einzelnen in seiner ökologischen Valenz bekannten Organismus, als auch die Veränderung der Diversität von Lebensgemeinschaften als Bewertungskriterium verwenden. Beide beinhalten jedoch als Untersuchungsgegenstand eine Fülle spezifischer Probleme (FRÄNZLE 1975, GRETSCHY 1952, HILL 1973, HURLBERT 1971, INGER, HASLER, BORMANN & BLAIR 1972, MACARTHUR 1969, MARGALEF 1961, 1968, 1969, MCINTOSH 1967, MONK 1967, NAGEL 1975, PIANKA 1966, 1974, PIELOU 1966, 1969, RICOU 1967, SCHÄFER 1975, TRIBUS & MCIRVINE 1971). Die im Stadtgebiet von Saarbrücken vorhandene Flechtenwüste läßt sich korrelieren mit dem Verlauf der Defolationskurve von *Ilex aquifolium* var. J.C. van Tol (Tabelle 1: Belaunungsgefälle vom Stadtrand zur Stadtmitte und zu verkehrsreichen Ausfallstraßen; STEINHÜBEL 1967, KONRAD 1974), mit der Verbreitung und Populationszusammensetzung

Tabelle 1.

Belaunungsgruppe	Flechtenwüste		Innere Kampfzone		Mittlere Kampfzone	
	Ilex	%	Ilex	%	Ilex	%
schlechteste	18	69%	19	45%	1	10%
mittlere	6	23%	14	33%	4	40%
beste	2	8%	9	22%	5	50%
	26	100%	42	100%	10	100%

(Bänderpolymorphismus) von *Cepaea hortensis* und mit SO₂-Konzentrationen von über 0,13 mg SO₂/m³ Luft.

Nicht allein die Reaktionsnorm solcher Organismen, sondern ebenso Veränderungen in der Arten- und Individuenzahl von Biozöosen erlauben Rückschlüsse auf die Belastung. Artenzahl und Individuenmenge lassen sich mit der aus der Informationstheorie stammenden Beziehung

$$H_s = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

(SHANNON-WIENER-Funktion) zur Diversität verknüpfen. (Eine ausführliche Diskussion der hiermit verbundenen Probleme findet sich bei NAGEL 1975 und SCHÄFER 1975). Generell lassen sich jedoch für unsere folgenden Ausführungen einige allgemeine Prinzipien und Zusammenhänge aufzeigen, die hier nur kurz diskutiert werden können.

1. H kann als Maß für die Eigenstabilität einer Lebensgemeinschaft angesehen werden (vgl. u.a. BEZZEL & REICHHOLF 1974, MAURER 1974, PIANKA 1974, MACARTHUR 1972, NAGEL 1975). Anthropogene Belastung verringert die Artendiversität in stärkerem Maße als z.B. extremes Mikroklima.

Beispiele

1.1 Auf 16 Langzeituntersuchungsflächen im Verdichtungsraum von Saarbrücken (Abb. 1) wurden mit der Barberfallenmethode von Mai bis Dezember 1973 45 039 Bodenarthropoden gefangen (Formicidae 19 367, Coleoptera 12 257, Aranea 5478, Isopoda 2 445, Diplopoda 1 336, Opiliones 1 259; Diptera 1 055, Orthoptera 714, Collembola 521, Chilopoda 231, Homoptera 202, Heteroptera 104, andere Hymenoptera 79), die sich quantitativ jedoch sehr unterschiedlich auf die einzelnen Flächen verteilen (Abb. 2). Die Coleopteren waren mit 12 257 nach den Formiciden die individuenreichste Gruppe. Die Familie Carabidae war durch 9 003 Individuen in 64 Arten vertreten (Tabelle 2). 10 der Untersuchungsflächen (Gruppe 1 und 3) liegen im Buntsandstein, 6 auf Muschelkalk. Korreliert zu den Bodenarthropoden wurde die Vegetation pflanzensoziologisch erfaßt, Tagesgang der Temperatur und Evaporation, pH-Wert, Staub- und SO₂-Belastung analysiert. Durch das Fehlen oder Vorhandensein einzelner Arten unterscheiden sich die einzelnen Flächen teilweise auffallend. *Abax ater*, eine euryöke „Waldart“, kommt auf den Wiesenflächen der Standortgruppe 1 mit Ausnahme von 1.6 als dominante Art vor, während er auf den Flächen 3.2 bis 3.4 völlig fehlt (Abb. 3). Eine Fülle vergleichbarer Fälle läßt sich bei anderen Arten ebenfalls erkennen. Erst bei Bildung der flächenspezifischen Diversitätswerte ergibt sich eine direkte Beziehung zwischen Carabiden-Population und Standortbelastung (Abb. 4).

1.2 Die Ergebnisse der Diversitätsberechnungen von 4 Mesobrometen im Saar-Mosel-Raum fügen sich sehr gut in das bei den stadtnahen Untersuchungsflächen aufgezeigte Bild ein (Abb. 5). Die bei Winnigen (Wi; Mosel), Montenach (Mo), Perl (Ha; Hammelsberg) und Mimbach (Mi; Badstube) liegenden Langzeituntersuchungsflächen (je Standort drei) lassen sich aufgrund ihrer Mikroklima-Verhältnisse in der

Reihenfolge $W_1/W_2 - W_3 - Ha_3 - Mo_3/Mi_3 - Mo_2 - Ha_2 - Mi_1/Mi_2$ ordnen. Die pH-Werte der Böden schwanken zwischen 7,7 und 9,1 ($W_i = 7,7; 8,0; 8,5; Mi = 8,7; 8,6; 8,7; Ha = 8,6; 8,3; 8,5; Mo = 8,9; 9,1; 9,0$). 338 Käferarten (3 778 Individuen) wurden mit Barberfallen gefangen. Unter ihnen waren die Staphyliniden mit 79 Arten (1 359 Individuen), die Carabidae mit 49 (1 028 Individuen), die Chrysomeliden mit 36 und die Curculioniden mit 35 (378 Individuen) am stärksten vertreten. Die Diversitätswerte der Untersuchungsflächen sind, da nicht nur die

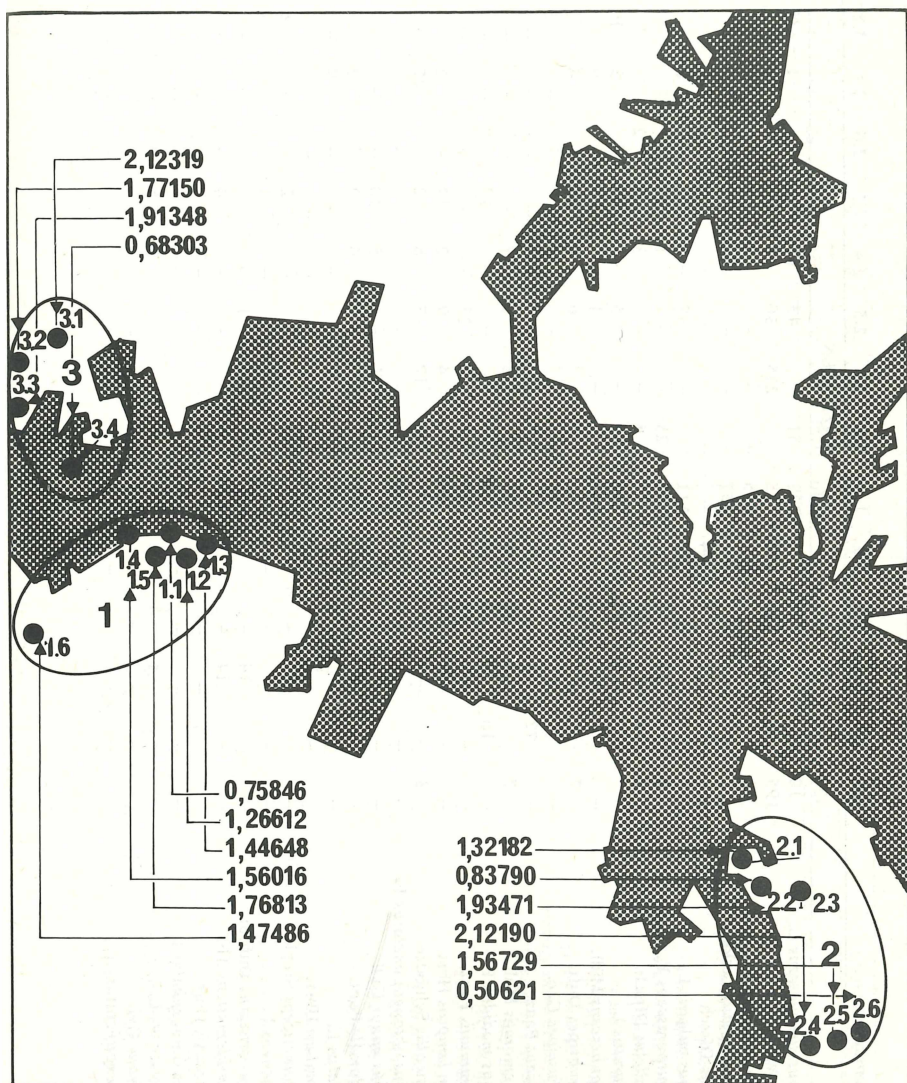


Abb. 1. Lage von 16 Untersuchungsflächen in unmittelbarer Umgebung des Verdichtungsraumes von Saarbrücken. Für jeden Standort wurden die H_5 -Werte (nur für Carabiden) dargestellt.

Tabelle 2.

Flächennummer:	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Arten						
<i>Pterostichus coeruleus</i> L.	10	—	—	5	—	328
<i>Abax ater</i> Vill.	195	98	160	189	178	15
<i>Pterostichus cupreus</i> L.	1	—	—	—	—	615
<i>Pterostichus lepidus</i> Leske.	—	—	—	—	—	357
<i>Abax ovalis</i> Dftsch.	—	—	3	8	284	—
<i>Pterostichus vulgaris</i> L.	—	—	—	—	22	111
<i>Carabus purpurascens</i> F.	5	—	15	2	—	162
<i>Abax parallelus</i> Dftsch.	7	19	—	16	93	—
<i>Carabus auratus</i> L.	—	—	—	54	—	17
<i>Harpalus pubescens</i> Müll.	—	—	—	—	—	163
<i>Harpalus rubripes</i> Duft.	7	—	—	13	—	—
<i>Calathus fuscipes</i> Gze.	—	—	—	—	—	89
<i>Molops piceus</i> Panz.	—	72	1	—	36	—
<i>Carabus nemoralis</i> Müll.	7	—	7	10	9	53
<i>Pterostichus madidus</i> F.	—	16	24	6	16	1
<i>Amara communis</i> Panz.	—	—	—	14	—	30
<i>Bembidion lampros</i> Hbst.	—	—	—	—	—	30
<i>Amara lunicollis</i> Schiödte	3	—	—	—	—	—
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	—	—	—	—	51	6
<i>Pterostichus minor</i> Gyll.	—	—	—	—	—	—
<i>Agonum dorsale</i> Pont.	—	—	—	—	—	33
<i>Harpalus latus</i> L.	—	—	—	1	—	23
<i>Agonum mülleri</i> Hbst.	—	—	—	—	—	33
<i>Harpalus puncticeps</i> Steph.	—	—	—	—	—	—
<i>Harpalus aeneus</i> F.	—	—	—	—	—	6
<i>Pterostichus cristatus</i> Dufour	—	—	14	—	2	—
<i>Carabus problematicus</i> Th.	—	—	14	—	7	—
<i>Carabus arcensis</i> Hbst.	—	7	—	—	16	—
<i>Calathus melanocephalus</i> L.	—	—	—	—	—	13
<i>Carabus coriaceus</i> L.	—	—	4	1	2	5
<i>Amara bifrons</i> Gyll.	—	—	—	—	—	14
<i>Agonum sexpunctatum</i> L.	—	—	—	—	—	16

2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4		S1	%
51	—	43	61	—	—	1	37	66	—		3402	37,79
—	215	30	1	294	46	30	—	—	—		1881	20,89
—	—	—	8	2	—	—	—	—	—		626	6,95
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		357	3,96
—	—	—	—	—	0	—	—	—	—		305	3,38
—	—	37	—	1	—	8	—	113	6		298	3,30
25	—	—	1	36	—	—	—	—	—		246	2,73
5	—	—	3	7	2	—	—	—	—		207	2,29
3	—	5	—	25	—	3	10	65	—		182	2,02
—	—	4	—	—	—	9	—	2	—		178	1,97
5	—	6	8	86	—	6	3	—	—		134	1,48
—	—	—	6	—	—	—	3	13	—		111	1,23
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		109	1,21
—	3	1	17	—	—	—	—	—	—		107	1,18
—	—	—	—	12	7	—	—	—	—		82	0,91
—	—	23	—	—	—	—	—	13	—		80	0,88
—	—4	9	2	17	—	2	—	3	—		67	0,74
—	12	7	8	2	—	27	—	—	—		57	0,63
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		57	0,63
8	21	—	5	10	—	—	—	1	—		45	0,49
—	—	—	6	2	—	2	—	—	—		43	0,47
—	2	—	—	—	—	9	—	—	—		35	0,38
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		33	0,36
3	—	—	—	2	—	—	26	—	—		31	0,34
—	—	—	—	1	—	—	9	14	—		30	0,33
—	—	1	—	—	—	—	—	12	—		29	0,32
—	—	—	—	4	—	—	—	—	—		25	0,27
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		23	0,25
—	—	—	—	—	—	—	—	7	—		20	0,22
—	—	—	2	5	—	—	3	—	—		19	0,21
—	—	—	—	—	—	—	—3	—	—		17	0,18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		16	0,17

<i>Notiophilus palustris</i> Dftsch.	—	—	—	—	—	2	4	4	—	—	—	—	3	—	—	—	13	0,14
<i>Nebria brevicollis</i> F.	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	12	0,13
<i>Trichotichnus laevicollis</i> Dft.	—	1	8	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	12	0,13
<i>Amara eurynota</i> Panz.	—	—	—	4	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	0,09
<i>Bembidion illigeri</i> Net.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8	9	0,09
<i>Panagaeus bipustulatus</i> F.	—	—	—	2	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	7	0,07
<i>Pterostichus vernalis</i> Panz.	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0,07
<i>Anisodactylus binotatus</i> F.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	5	—	—	—	7	0,07
<i>Leistus ferrugineus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	7	—	—	7	0,07
<i>Amara equestris</i> Dftsch.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0,07
<i>Cybrus attenuatus</i> F.	—	—	5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	0,06
<i>Badister bipustulatus</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	6	0,06
<i>Pterostichus niger</i> Schall.	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	0,05
<i>Amara aulica</i> Panz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	5	0,05
<i>Brachynus crepitans</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	5	0,05
<i>Harpalus atratus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	5	0,05
<i>Stomis pumicatus</i> Panz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	—	4	0,04
<i>Amara plebeja</i> Gyll.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	—	4	0,04
<i>Amara aenea</i> Deg.	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,03
<i>Harpalus rufitarsis</i> Dftsch.	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,02
<i>Leistus rufomarginatus</i> Dftsch.	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,02
<i>Acupalpus teutonius</i> Schrk.	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	0,02
<i>Badister sodalis</i> Dftsch.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	0,02
<i>Asaphidion flavipes</i> L.	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,02
<i>Carabus convexus</i> F.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Harpalus quadripunctatus</i> Dej.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Notiophilus aquaticus</i> L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Clivina fossor</i> L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Olisthopus rotundatus</i> Payk.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Acupalpus meridianus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Bembidion guttula</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,01
<i>Calathus erratus</i> Sahlb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,01
S2	235	213	256	329	724	4949	100	267	166	144	515	55	110	101	325	14	9003	
Coleoptera (Gesamtzahl)	586	260	386	714	1124	5840	193	362	247	297	655	57	314	183	471	46	12257	

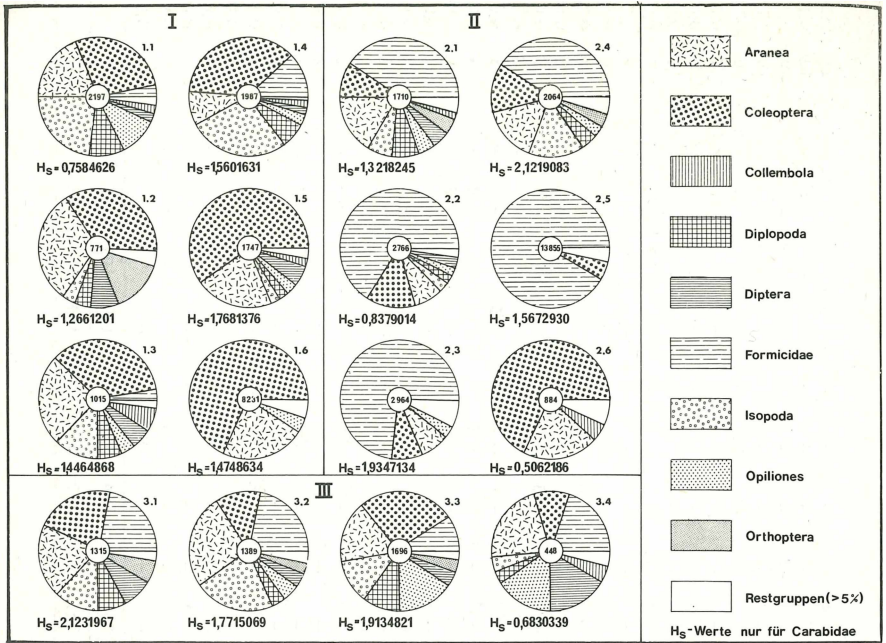


Abb. 2. Quantitative Verteilung von Bodenarthropoden (1973) nach Barberfallenfängen auf die Untersuchungsflächen in Abb. 1.

Carabiden, sondern alle Coleopteren rechnerisch erfasst wurden, im Vergleich zu den Flächen im Saarbrücker Raum sehr hoch (Mittelwert der drei Untersuchungsflächen von Montenach = 3,2908, von Mimbach = 3,2304, vom Hammelsberg = 3,0774, von Winnigen = 1,9060).

Die Fläche „Winnigen“ besitzt nicht nur den niedrigsten H_5 -Wert, sondern zugleich die höchsten H_{diff} -Werte und hat nur eine Art mit dem Hammelsberg gemeinsam:

$$H_{diff} \text{ (max. möglich = 0,6931; min. möglich = 0)}$$

$$\frac{M_i - W_i}{M_i + W_i} = 0,6928$$

$$\frac{M_o - W_i}{M_o + W_i} = 0,6550$$

$$\frac{H_a - W_i}{H_a + W_i} = 0,5966$$

$$\frac{M_i - H_a}{M_i + H_a} = 0,4173$$

$$\frac{M_i - M_o}{M_i + M_o} = 0,4099$$

$$\frac{H_a - M_o}{H_a + M_o} = 0,3742$$

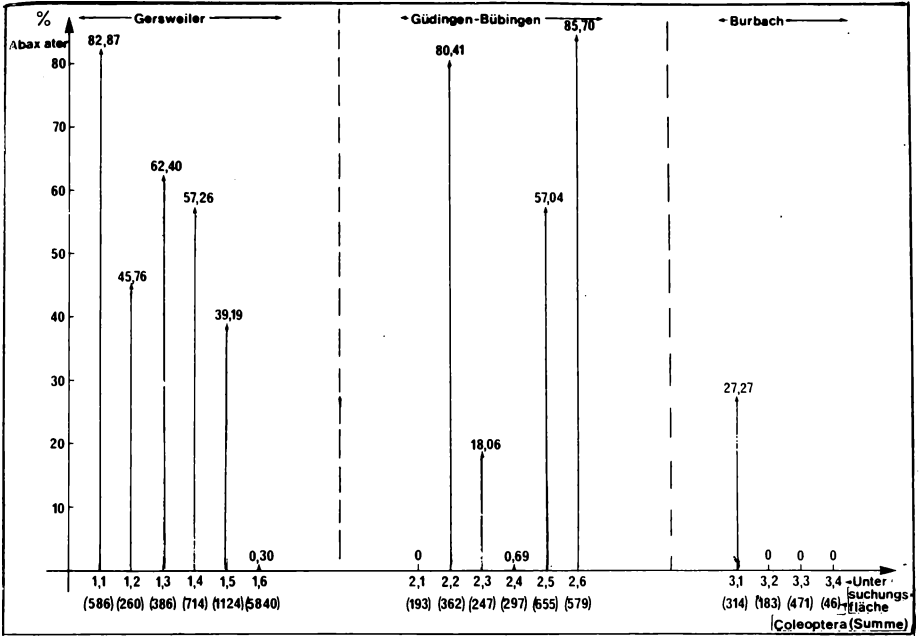


Abb. 3. Prozentuale Verteilung der euryöken Waldart *Abax ater* auf den 16 Untersuchungsflächen in Abb. 1.

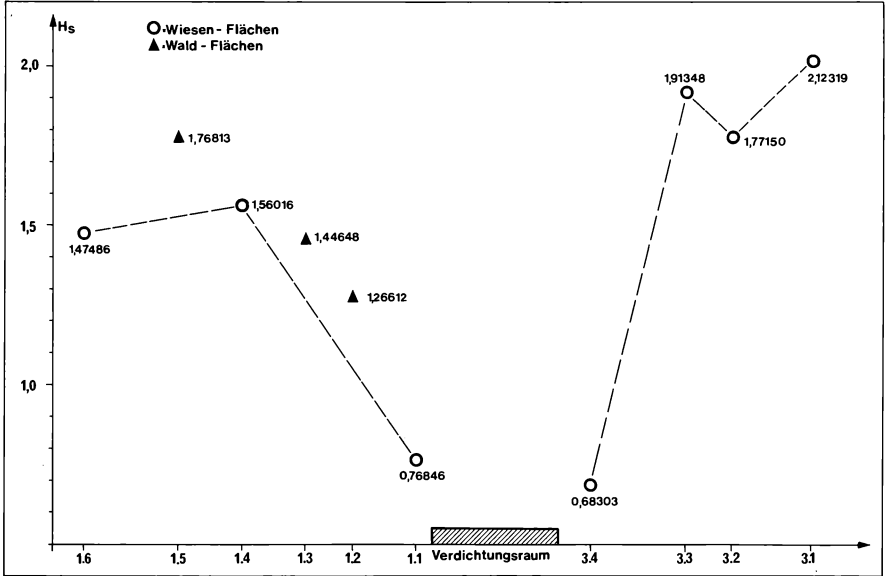


Abb. 4. H_s -Werte von 10 Carabidenpopulationen in der Umgebung des Verdichtungsraumes von Saarbrücken. Zunehmende Beeinflussung der Populationen führt zu einer Verringerung der Speziesdiversität. Die Artenzahl verringert sich dabei nicht immer; sie kann sogar zunehmen.

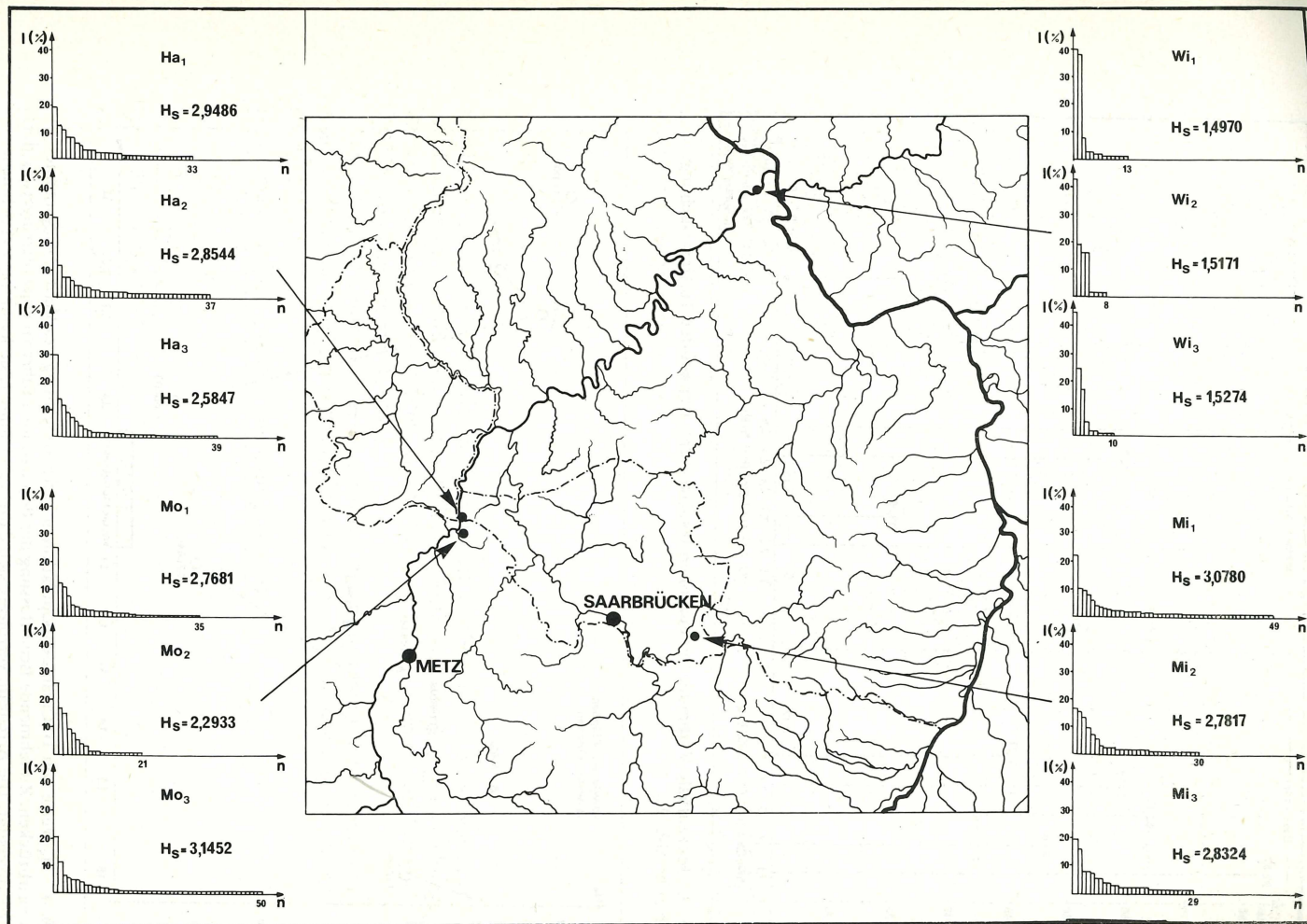


Abb. 5. H_S -Werte von Coleopteren-Populationen (nur Barberfallen-Fangergebnisse) auf 4 Mesobrometen im Saar-Mösel-Raum. Es bedeuten: Wi = Winnigen; Mo = Monténach; Ha = Hammelsberg bei Perl; Mi = Badstube bei Mimbach. Durch Säulendiagramme wurde die Dominanzverteilung der Arten dargestellt.

Auch die H_{\max} – Werte sind am niedrigsten bei Winningen:

H_{\max}	
Mo	$1 - 3 = \ln 74 = 4,3041$
Mi	$1 - 3 = \ln 71 = 4,2627$
Ha	$1 - 3 = \ln 71 = 4,2627$
Wi	$1 - 3 = \ln 21 = 3,0445$

Gleiches kann für die I – Werte ($= H_S / H_{\max}$) ausgesagt werden:

$J = H_S / H_{\max}$	
Mo	$1 - 3 = 0,7646$
Mi	$1 - 3 = 0,7578$
Ha	$1 - 3 = 0,7219$
Wi	$1 - 3 = 0,6260$

Die Diversitätswerte der vier Untersuchungsflächen lassen sich korrelieren mit dem Grad der räumlichen Heterogenität und der anthropogenen Belastung. Die brachliegenden Weinbergterrassen bei Winningen an einem Moselsteilhang beherbergen trotz des extrem warmen und trockenen Mikroklimas keine xerothermophile Art. Die Coleopterenfauna setzt sich hier fast ausschließlich aus euryöken Arten zusammen, unter denen *Tachyporus hypnorum* und *Cryptopbagus scanicus* dominieren. Die hier vorkommenden Arten sind primär der Belastung (Hubschrauber-Besprühungen u.a.) angepaßt. Der niedrige H_S -Wert läßt sich als Belastungsindikator verstehen.

1.3 Auch im Ökosystem der Saar läßt sich der Diversitätswert als Belastungsindikator verwenden. Seit 1970 werden die Mollusken und Crustaceen des Flusses von der Quelle bis zur Mündung an 55 Langzeitbeobachtungsstellen untersucht (SCHÄFER 1975, Abb. 6). Die Artenzahlkurven verdeutlichen, daß ab der Fundstelle 29 (Einleitung der Rossel) alle Mollusken verschwinden. Die Berechnung der Diversität nach SHANNON-WIENER basiert auf der vollständigen Erfassung aller Individuen eines Quadratmeters, wobei die Auswahl der Substratfläche so erfolgte, daß sie einen repräsentativen Ausschnitt des Untersuchungsgebietes darstellt. In Abb. 6 sind die Ergebnisse für die Fundorte 13 bis 28 zusammengestellt. Mit Ausnahme von Standort 13 ist eine direkte Korrelation zwischen Artenreichtum und H_S -Wert möglich. Expositionsversuche mit *Gammarus pulex*, *Lebistes reticulatus*, *Lymnea stagnalis* und *Ancylus fluviatilis* in Saarwasser verschiedener Standorte verdeutlichen, daß die H_S -Werte korreliert zur chemisch-physikalischen Belastung des Wasserkörpers verlaufen. Der geringe H_S -Wert an Stelle 13 wird hervorgerufen durch die hohe Dominanz einer Art (*Viviparus viviparus* = 68% aller Individuen). Nach dem Prinzip des Artenfehlbetrages müssen an Stelle 13 die Standortbedingungen besser sein als an Stelle 27, wo nur noch 5 Arten (bei gleichem H_S -Wert) vorkommen. Dieses Problem leitet über zur Frage, ob auch in „Klimax-Ökosystemen“ die H_S -Werte den höchsten Ausbildungsgrad erreichen. Unsere Untersuchungen im Verdichtungsraum Saarbrücken lassen hierzu folgende Aussagen zu:

2. Höhere Diversität und damit höhere Eigenstabilität bedeutet nicht unbedingt, daß die Zoozönose ihrem Klimaxzustand näher ist als eine Gemeinschaft mit niedrigerem H .

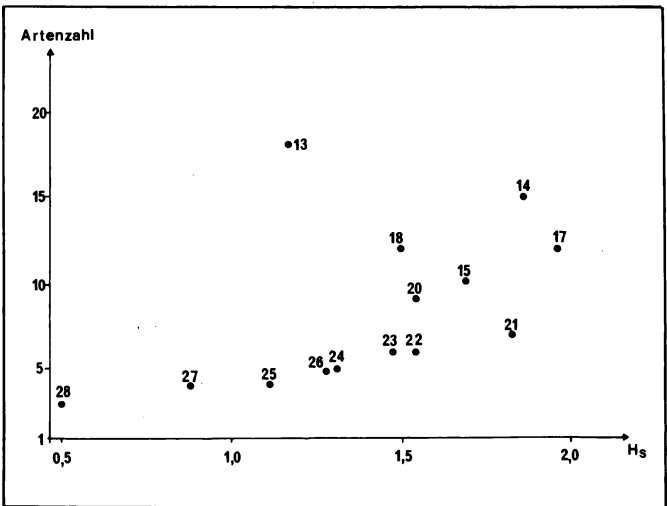
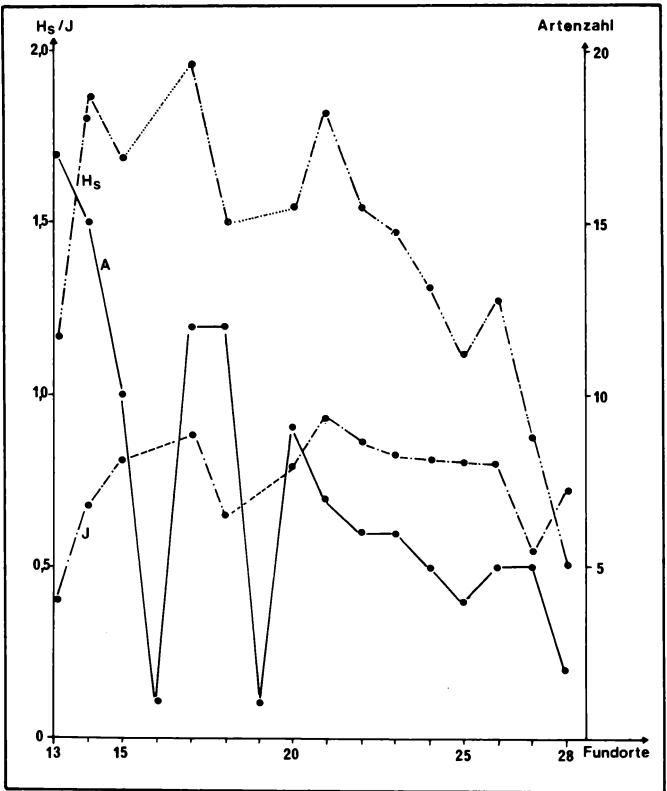


Abb. 6. H_s -Wert (H_s), Artenzahl (A) und Evenness (J) von Mollusken an 16 Langzsuchungsflächen (Nr. 13 = Saarbrücken-Güdingen; Nr. 28 = Schleuse bei Völklingen, meter 19,8). Die Ergebnisse wurden im Rahmen eines von der EWG geförderten Forschungsprojektes erzielt.

Beispiel

2.1 In 6 saarländischen „Naturwaldzellen“ (zum Problem und zur Definition vgl. SCHMITHÜSEN 1973) im kollinen bis submontanen Bereich des Oberkarbons, des Buntsandsteins und des Muschelkalkes wurden 13 Langzeituntersuchungsflächen 1972 besammelt (Abb. 7). Nach Untersuchungen des Mikroklimas, der Bodenacidität, Bodenstreu und Phytomasse, lassen sich diese Flächen in trocken-warme, feuchtkühle und trocken-kühle Standorte trennen und in einem Faktorengefälle von trocken-warm-hell zu feucht-kühl-dunkel ordnen. Auf ihnen wurden 1972 pro Fläche 5 Barberfallen von Mai bis Oktober (= 315 Fangeinheiten) exponiert, wodurch insgesamt 22 679 Arthropoden (Coleoptera 5 288, Diptera 4 861, Isopoda 3 885, Collembola 2 743, Aranea 2 712, Opiliones 1 384, Orthoptera 743, Diplopoda 508, Formicidae 208, Homoptera 107, andere Hymenoptera 92, Chilopoda 87, Heteroptera 61) erfaßt wurden. Die Coleopteren bilden die stärksten Populationen. Isopoden und Orthopteren zeigen in ihrer Populationsgröße eine direkte Abhängigkeit vom Standortsklima.

Von den gefangenen 38 Carabidenarten (3 291 Individuen) sind 5 dominant (Abax ater 45%, Carabus problematicus 12%, Pterostichus cristatus 8%, Abax ovalis 6%, Carabus purpurascens 6%). Stenöke Waldcarabiden kommen nur auf den schattig-kühlen Standorten vor, während an lichtereren Stellen neben euryöken Waldarten auch Arten des offenen Geländes auftreten (Tabelle 4). Nach dem Vorkommen der

Tabelle 3.

Untersuchungsfläche	Bodenart	Bodentyp	Geol.Schicht
Hölzerbachtal (Hang)	mäßig frischer lehmiger Sand bis Ton	Parabraunerde mit pseudo- vergleytem Unterboden	
Hölzerbachtal (Bachtal)	frischer bis sehr frischer sandiger Lehm	Braunerde, Talgleye	Obere Saarbrücker- Schichten
Emsenbruch	vernässender lehmiger Sand bis lehmiger Ton	Pseudogley	(Westfalen)
Heidhübel	frischer lehmi- ger Sand bis Ton	pseudover- gleyte Para- braunerde	
Weinbrunn	verdichteter, wechseltrockener Sand bis schwach toniger Quarzsand	Podsol- Pseudogley	Mittlerer Buntsandstein
Rheinfels	mäßig frischer lehmiger Sand bis sandiger Lehm	Braunerde und Parabraunerde	Oberer Buntsandstein
Wusterhang	mäßig trockener toniger Lehm	Pelosol- Braunerde	Unterer Muschelkalk

Tabelle 4.

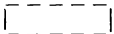
Standorttyp	feucht-kühl				dunkel				trocken-warm				hell				
Untersuchungsflächen	8.2	2.2	8.1	2.1	12.2	9.2	9.1	17.2	17.1	17.1	17.3	12.1	7.2				
Stenöke Waldarten																	
<i>Patrobus atrorufus</i>	21	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Agonum ruficorne</i>	15	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Trechus quadristriatus</i>	1	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
<i>Pterostichus nigrita</i>	6	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Bembidion mannerheimi</i>	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Agonum assimile</i>	5	13	21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Pterostichus niger</i>	83	9	1	22	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Nebria brevicollis</i>	15	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Euryöke Waldarten																	
<i>Abax ater</i>	181	55	98	24	228	36	48	27	54	184	123	324	92				
<i>Carabus problematicus</i>	82	11	26	25	14	52	6	24	52		81	16	3				
<i>Carabus purpurascens</i>	6	3	1	15	49	—	—	35	6		38	29	1				
<i>Carabus nemoralis</i>	3	3	1	—	2	—	—	—	1	2	9	4	3				
<i>Cychrus attenuatus</i>	10	2	4	—	4	9	11	6	18		27	—	—				
<i>Pterostichus niger</i>	83	9	1	22	1	—	—	5	—	—	14	—	—				
<i>Pterostichus oblongo-punctatus</i>	6	4	4	—	—	—	5	—	3	—	3	1	—				
<i>Pterostichus madidus</i>	1	—	10	—	—	—	—	—	—	23	—	4	4				
Differentialarten der Fagetalia																	
(LÖSER 1972)																	
<i>Abax ovalis</i>	—	2	1	—	14	—	2	—	18	—	—	171	—				
<i>Molops piceus</i>	—	1	2	1	4	—	—	—	—	15	—	13	—				
<i>Abax parallelus</i>	8	3	17	—	6	2	8	1	21	29	22	13	26				
<i>Pterostichus cristatus</i>	47	126	102	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—				
(<i>Tr. laevicollis</i>)	2	2	1	1	1	1	1	1	1	—	1	4	—				
Lichtungsarten																	
<i>Carabus coriaceus</i>	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	3	21				
<i>Harpalus latus</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	2				
<i>Bembidion lampros</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	6				
<i>Carabus arcensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—				
<i>Notiophilus biguttatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2				
<i>Trechus secalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—				
<i>Amara lunicollis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—				
<i>Pt. anthracinus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1				

Tabelle 5.

H_S -Wert	Fläche (Naturwaldzellen)
1. <u>1,0497028</u>	Nr. 9.2 Rheinfels
2. <u>1,1305958</u>	Nr. 12.2 Heidhübel
3. <u>1,1622484</u>	Nr. 7.1 Wusterhang
4. <u>1,2865581</u>	Nr. 12.1 Heidbühel
5. 1,3655135	Nr. 9.1 Rheinfels
6. <u>1,5469509</u>	Nr. 17.2 Weinbrunn
7. <u>1,5477049</u>	Nr. 17.1 Weinbrunn
8. <u>1,7326495</u>	Nr. 2.1 Hölzerbachtal
9. 1,7371361	Nr. 17.3 Weinbrunn
10. 1,7451113	Nr. 7.2 Wusterhang
11. 1,8414108	Nr. 8.1 Emsenbruch
12. 1,8919545	Nr. 2.2 Hölzerbachtal
13. 2,0462375	Nr. 8.2 Emsenbruch



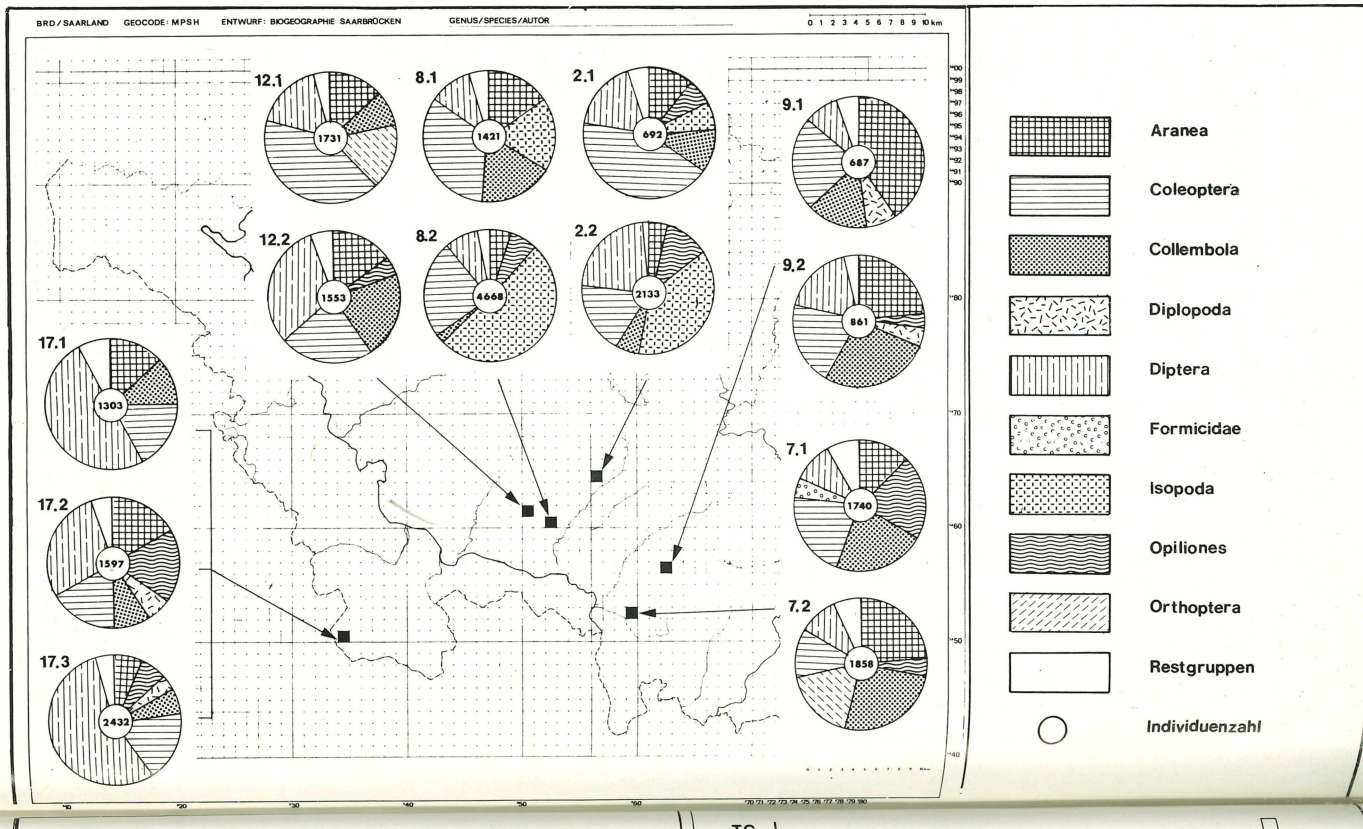
Differentialarten der Fagetalia



Fehlen von Differentialarten der Fagetalia

mitteleuropäischen Differentialarten der Fagetalia erweisen sich die Flächen 12.1, 12.2, 7.1 und 17.1 als „naturnahe“ Systeme, wobei auf drei dieser Standorte die aktuelle der potentiellen natürlichen Vegetation entspricht.

Differentialarten der Fagetalia fehlen dagegen auf den Flächen 2.1, 9.2, 17.2 und 17.3. Vergleichen wir diese Befunde mit den H_S -Werten der entsprechenden Flächen, so stellen wir fest, daß sie sehr niedrige H_S -Werte besitzen. Die höchsten H_S -Werte besitzt der Standort Emsenbruch (Nr. 8.2; vgl. Tabelle 5).



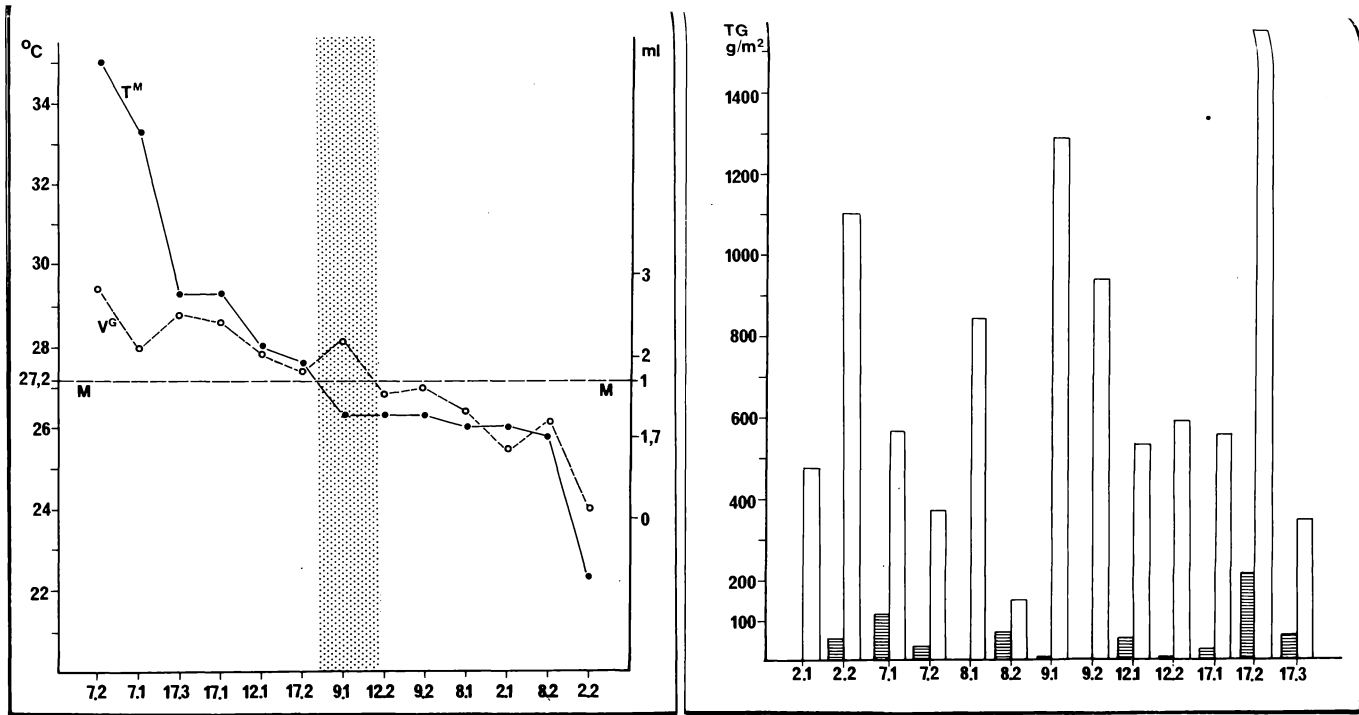
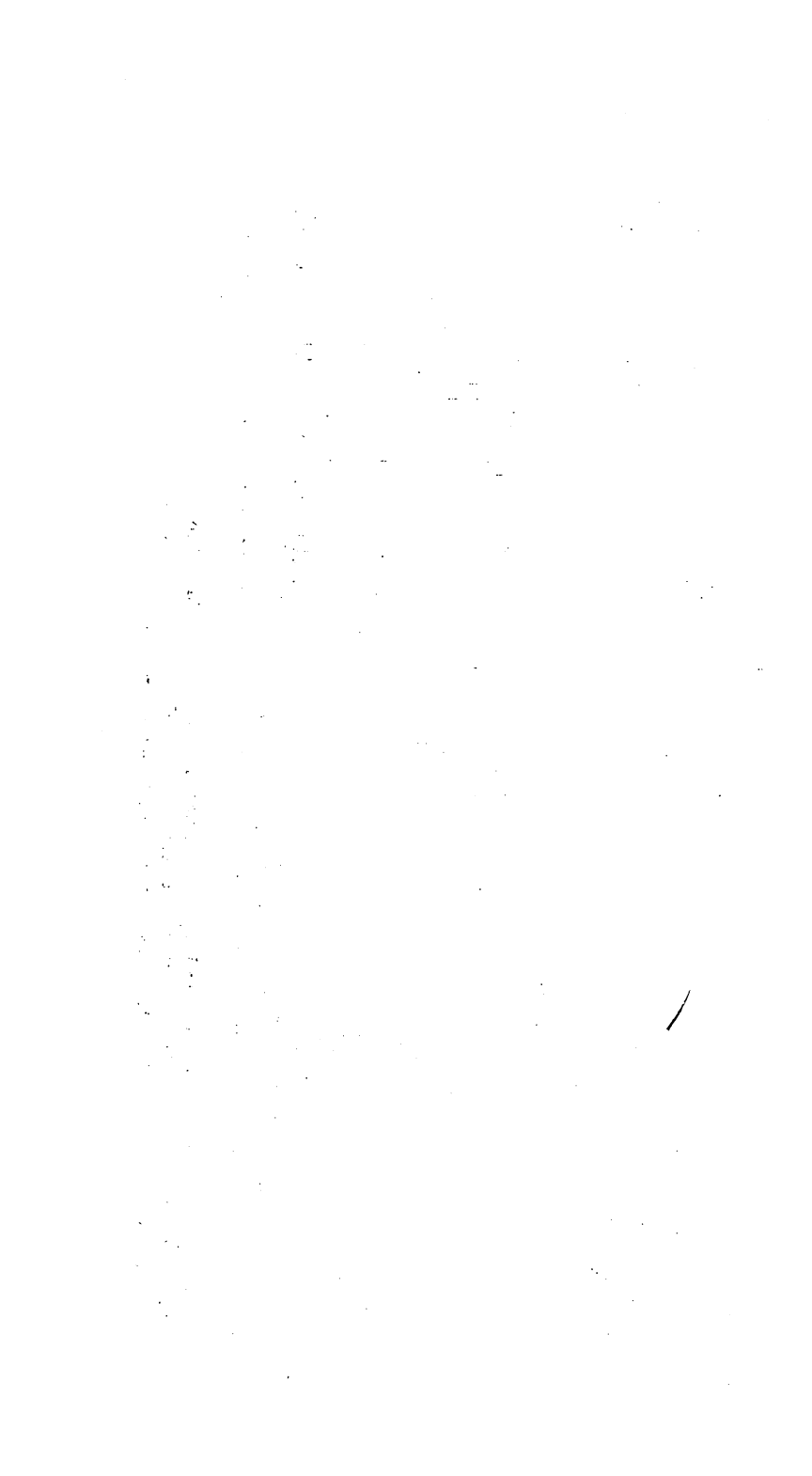


Abb. 7. Geographische Lage (oben) von 13 Langzeituntersuchungsflächen in saarländischen Naturwaldzellen. Unten links wurden die Flächen in einem Temperatur-Evaporation-Gradienten, unten rechts nach dem Anteil der Trockensubstanz der Bodenstreu angeordnet.



LITERATUR

- BARTHOLOME, S., (1974): Die Variabilität von *Cepaea nemoralis*- und *Cepaea hortensis*- Populationen in der Umgebung von Saarbrücken. Unveröff. Staatsexamensarbeit, Abt. Abt. Biogeographie, Saarbrücken.
- BEZZEL, E. & J. REICHHOLF, (1974): Die Diversität als Kriterium zur Bewertung der Reichhaltigkeit von Wasservogellebensräumen. *J. Orn.* 115 (1): 50–61.
- FRÄNZLE, O., (1975): Biophysikalische Aspekte der floristischen Diversität des tropischen Regenwaldes. *Biogeographica* 5 (im Druck).
- GREENBERG, B., (1971): Flies and Disease. Princeton Univ. Press., Princeton, New Jersey.
- GRETSCHY, G., (1952): Die Sukzession der Bodentiere auf Fichtenschlägen. Veröff. Bundesanst. Alp. Landwirtsch. *Admont* 6: 25–85.
- HILL, M.O., (1973): Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427–432.
- HURLBERT, S.H., (1971): The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577–586.
- INGER, R.F., A.D. HASLER, F.H. BORMANN & W-F. BLAIR, (1972): Man in the Living Environment. Wisconsin.
- KLOMANN, U., (1974): Bodenarthropoden unter Immissionsbelastung (unter besonderer Berücksichtigung der Familie Carabidae, Coleoptera). Unveröff. Staatsexamensarbeit, Abt. Biogeographie, Saarbrücken.
- KONRAD, R., (1974): Verbreitung und Vitalität von *Ilex aquifolium* L. im Stadtgebiet von Saarbrücken. Unveröff. Staatsexamensarbeit, Abt. Biogeographie, Saarbrücken.
- KÜHNELT, W., (1970): Grundriß der Ökologie. 2. Aufl., G. Fischer, Jena.
- MACARTHUR, R.H., (1969): Patterns of communities in the tropics. *Biol. J. Linn. Soc.* 1: 19–30.
- , (1972): Geographical Ecology. Harper & Row, Publ., New York, Evanston, San Francisco, London.
- MARGALEF, R., (1961): Communication of structure in planctonic populations. *Limnol. Oceanogr.* 6: 124–128.
- , (1968): Perspectives in ecological theory. Chicago.
- , (1969): Diversity and Stability: A practical proposal and a model of interdependence. In 'Diversity and Stability in Ecological Systems. Brookhaven Symposium 22: 25–37.
- MAURER, R., (1974): Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einflußbereich von Verkehrsimmissionen. *Oecol.* 14: 327–351.
- McINTOSH, R.P., (1967): An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology* 48: 392–404.
- MONK, C.D., (1967): Tree species diversity in the eastern deciduous forest with particular reference to north central Florida. *Am. Naturalist* 101: 173–187.
- MÜLLER, P., (1974): Aspects of Zoogeography. Junk, The Hague, p. 206.
- NAGEL, P., (1975): Studien zur Ökologie und Chorologie der Coleopteren (Insecta) xerothermer Standorte des Saar-Mosel-Raumes mit besonderer Berücksichtigung der die Bodenoberfläche besiedelnden Arten. Dissertation, Abt. Biogeographie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- PIANKA, E.R., (1966): Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. *Am. Naturalist* 100: 33–46.
- , (1974): Evolutionary Ecology. Harper & Row, Publ., New York, Evanston, San Francisco, London.
- PIELOU, E.C., (1966): Species – diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *J. theor. Biol.* 10: 370–383.
- , (1966): The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* 13: 131–144.
- , (1969): An introduction to mathematical ecology. New York, London.
- , (1972): Measurement of structure in animal communities. In: Ecosystem Structure and Function. 113–135, Oregon State University.
- POWER, D.M., (1971): Warbler ecology: Diversity, similarity, and seasonal differences in habitat segregation. *Ecology* 52: 434–443.

- REIS, H., (1974): Populationsmessungen an bodennahen Arthropoden in saarländischen Naturwaldzellen unter besonderer Berücksichtigung der Carabidae (Coleoptera). Unveröff. Staatsexamensarbeit, Abt. Biogeographie, Saarbrücken.
- RICOU, G., (1967): Etude biocoenotique d'un milieu naturel, la prairie permanente pâturée. *Ann. Epiphyties* 18: 1–148.
- SCHÄFER, A., (1975): Die Bedeutung der Saarbelegung für die Arealdynamik und Struktur von Molluskenpopulationen. Dissert., Abt. Biogeographie, Saarbrücken.
- STEINHÜBEL, G., (1967): Einführung in die „ökologische Physiologie“. Bratislava.
- SUKOPP, H., W. KUNICK, M. RUNGE & F. ZACHARIAS, (1974): Ökologische Charakteristik von Großstädten, dargestellt am Beispiel Berlins. Verhandl. Gesellschaft Ökol., Saarbrücken 383–403.
- TRIBUS, M. & E.C. McIRVINE, (1971): Energy and information. *Scientific American* 224: 179–188.

Anschrift der Verfasser:

UWE KLOMANN, Prof. Dr. PAUL MÜLLER, Dr. PETER NAGEL, H. REIS & Dr. ALOIS SCHÄFER, 66 Saarbrücken, Universität des Saarlandes, Fachbereich 6, Abt. Biogeographie.