

**Anwendung der Shannon-Wiener Formel für das Studium der vertikalen Zonation der Insektenfauna**

Z. ŠUSTEK — D. POVOLNÝ

Falls man aus der Tatsache herausgeht, dass in den artenreicheren Biozöno-  
sen mit einer höheren Individuenzahl, welche meistens in der Tiefebene vor-  
zufinden sind, der Wert der negativen Entropie (nach Shannon-Wiener Formel

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \lg_2 p_i \text{ berechnet) höher sein muss, als in arten- und individuenärme-}$$

ren Biozönos, welche wir meistens im Gebirge antreffen, erhält man einen  
Masstab der vertikalen Zonation und der Unterscheidung der Vegetationsstufen  
(nach ZLATNÍK 1966) oder verschiedener anderer klimatischer und hypso-  
metrischer Stufen.

Es ist aber zu prüfen, ob die Entropiewerte auch von einigen anderen Fak-  
toren nicht beeinflusst sind, und ob in den mitteleuropäischen Gebirgsgegen-  
den die Unterschiede der Entropiewerte zwischen zwei Vegst. ausreichend  
gross sind. So wäre es möglich, durch die Entropie die Vegst. zuverlässlich zu  
charakterisieren. Für das Beantworten dieser Frage diene uns das Carabiden-  
und Staphylinidenmaterial gesammelt von ŠUSTEK (1979) und weitere unpub-  
lizierte Materiale), MERTA (1974 — Ráječek), OBRTTEL (1968 — Troubsko, 1969  
— Kančí obora), NOVÁK et al. (1956 — Lochkov, 1959 — Lužany) und das  
Sarcophagidenmaterial gesammelt von POVOLNÝ (1974, und unpubliziertes Ma-  
terial).

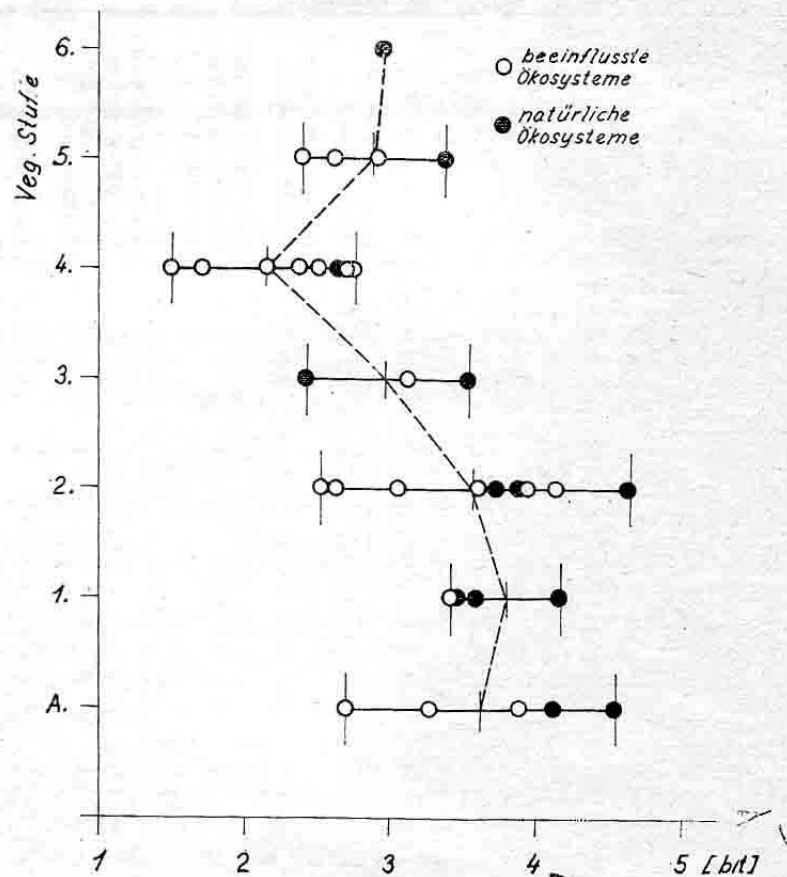
Die Tab. 1 zeigt, dass Entropiewerte in jeder Vegst. viel höher in den na-  
türlichen Wald- und Waldsteppenbiozönos sind als diejenigen in den anth-  
ropisch beeinflussten Biozönos und Agrozönos. Die Unterschiede zwischen  
den Entropiewerten in den natürlichen Wäldern auf Aluvien und in 1.—2. Vegst.  
und in 5.—6. Vegst. sind viel geringer als zwischen natürlichen und anthropisch  
beeinflussten Biozönos in einer und derselben Vegst. Sehr hohe Entropiewer-  
te Unterschiede finden wir in einer und derselben Vegst. Sehr hohe Entropie-  
werte finden wir in den Obstgärten und in den sekundär angelegten Städt-  
parkanlagen, wo, trotz einem sehr starken anthropischen Druck auf Ökosystem,  
die Entropie ebenso hohe Werte wie in den natürlichen Biozönos erreicht. In  
solchen Biozönos überleben die Reste der ursprünglichen mitteleuropäischen  
Arborealfauna. Gleichzeitig durchdringen die Waldsteppen- und Steppenarten  
(die Kulturfolger) ins Artenspektrum. Dadurch wurden diese Biozönos zu  
einer Art des Ekotons, wo das Artenspektrum immer reicher wird und die Unter-  
schiede im Anteil der einzelnen Arten auf der ganzen Individuenmenge nicht  
so gross sind, wie in anderen (benachbarten) Biozönos. Dadurch muss die  
Entropie in solchen Biozönos natürlich immer höher sein.

Sehr interessanter Fall ist die natürliche Biozönose TAc (in 3. Vegst.) in  
den Pollauer Bergen. Die Entropie sinkt hier auf 2,43 Bit, was bereits für die

Tab. 1 Übersicht der Entropiewerten in einzelnen Lokalitäten.

Lokalität	Ökosystem								
	Vegetationsstufe	Natürliche Waldbestände	Anthropisch beeinflusste natürliche Wälder	Natürliche Wälder umgewandelt auf Parkanlagen	Fichte- und Kiefermonokulturen	Obstgärten und sekundär angelegte Parkanlagen	Kultursteppe	Anthropisch beeinflusste Waldsteppe	Natürliche Waldsteppe
<i>Carabidae und Staphylinidae:</i>									
Lednice — Kančí Obora, UFr	A	4,55	—	—	—	—	—	—	—
Lednice — Horní Les, UFr	A	4,12	—	—	—	—	—	—	—
Vranovice — Pláček, UFr	A	—	3,26	—	—	—	—	—	—
Černovice — Ráječek, Auenwald	A	—	3,89	—	—	—	—	—	—
Brno — Lužánky, Parkanlage	A	—	—	2,71	—	—	—	—	—
Pavlovské kopce, CoQ deg.	1	—	—	—	—	—	—	4,18+	4,18+
Boleradice — Výhon, CoQ	1	3,59	—	—	—	—	—	—	—
Pavlovské kopce — CaQ	1	3,47	—	—	—	—	—	—	—
Brno — Špilberk, Parkanlage	1	—	—	—	—	3,43	—	—	—
Pavlovské kopce, TAc, n. St.	2	3,73	—	—	—	—	—	—	—
Pavlovské kopce, FQ	2	4,64	—	—	—	—	—	—	—
Boleradice — Výhon, FQ	2	3,91	—	—	—	—	—	—	—
Brno — Hakenova Str. Parkanlg.	2	—	—	2,53	—	—	—	—	—
Brno — Čertova rokle, Parkanlg.	2	—	—	2,63	—	—	—	—	—
Brno — Špilberk, Parkanlage	2	—	—	—	—	3,63	—	—	—
Brno — Břenkova Str. Obstgarten	2	—	—	—	—	4,13	—	—	—
Brno — Líšeňská Str. Obstgarten	2	—	—	—	—	3,06	—	—	—
Troubsko, Kleekultur	2	—	—	—	—	—	3,74	—	—
Lochkov, Kleekultur	3	—	—	—	—	—	3,12	—	—
Pavlovské kopce, TAc, h. St.	3	2,43	—	—	—	—	—	—	—
Buchlovice — Holý kopec, QF	3	3,52	—	—	—	—	—	—	—
Lužany, Kartoffelkultur	4	—	—	—	—	—	2,71	—	—
Kohoutov, Buchenwald, Reserv.	4	2,64	—	—	—	—	—	—	—
Kohoutov, Buchenwald, wirtsch.	4	—	2,18	—	—	—	—	—	—
Kohoutov, Buchenwald, wirtsch.	4	—	2,36	—	—	—	—	—	—
Kohoutov, Fichtemonokultur	4	—	—	—	—	—	—	—	—
Kiefermonokulturen: 1.	4	—	—	—	1,71	—	—	—	—
2.	4	—	—	—	2,52	—	—	—	—
3.	4	—	—	—	2,35	—	—	—	—
4.	4	—	—	—	1,50	—	—	—	—
8.	4	—	—	—	2,68	—	—	—	—
5.	5	—	—	—	2,16	—	2,43	—	—
6.	5	—	—	—	2,62	—	2,42	—	—
Žákova Hora, AF	5	—	—	—	2,39	—	—	—	—
7.	5	—	—	—	2,93	—	—	—	3,30
Františkova Myslivna, AF	5	3,51	—	—	—	—	—	—	2,47
<i>Sarcophagidae:</i>									
Nejdek, Auenwald	A	3,38	—	—	—	—	—	—	—
Brno — Stránská skála	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Hostěrádky	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Pavlovské kopce, „Klauza“	1	3,26	—	—	—	—	—	—	—
Pavlovské kopce, „Děvín“	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Mohelno	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Tišnov, — Květnice	3	—	3,22	—	—	—	—	—	—
Březina	4	3,22	—	—	—	—	—	—	—
Třešť — Špičák, AF	5	2,44+	2,44+	—	—	—	—	—	—
Třešť — Šejby	5	—	—	—	—	—	2,10	—	—
Nové Město na Moravě — Pasecké skály	—	—	—	—	1,32	—	—	—	—

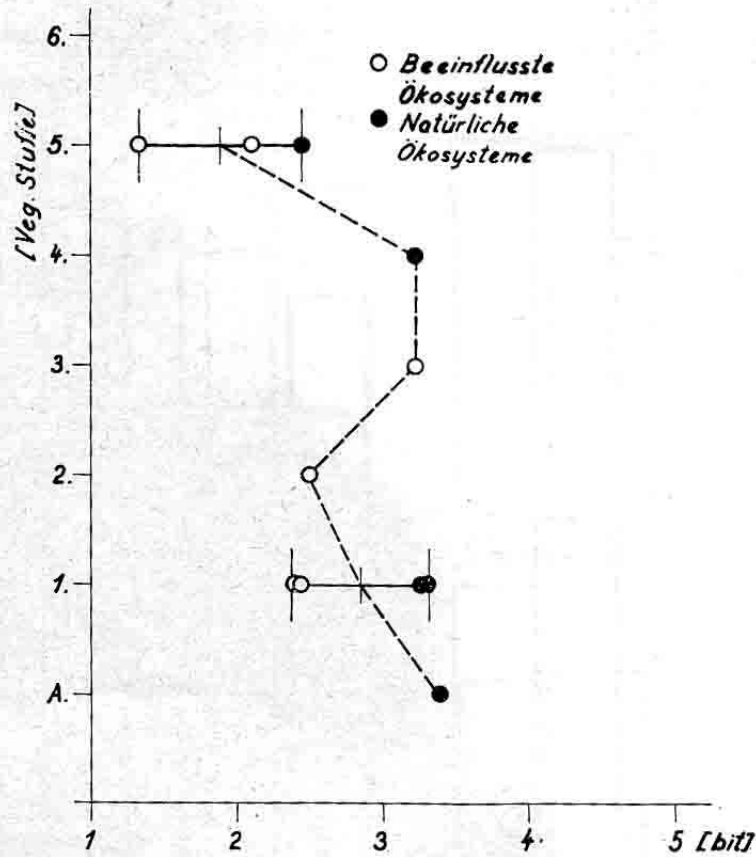
Diagramm 1. Dispersion der Entropiewerte in einzelnen Vegetationstufen, *Carabidae* und *Staphylinidae*.



anthropisch beeinflussten Biozönosen charakteristisch ist. Diese Biozönose bildet eine kleine, isolierte Exklave der dritten Vegst., die etwa 60 km weit von nächsten Biozönosen in derselber Vegst. Rebt. Der Laufkäfer *Pterostichus burmeisteri*, der in der dritten Vegst. die untere Grenze seiner Verbreitung aufweist, ist wahrscheinlich nicht fähig, in einer so kleinen Exklave durch seine isolierte Population in Konkurrenz mit dem Laufkäfer *Abax ater germanus* Sahlberg, 1927 zu bestehen. Deswegen verdrückt der konkurrenzfähigere *A. ater germanus*, der in 2. — 3. Vegst. sein Verbreitungsoptimum hat, den Laufkäfer *P. burmeisteri*, und erreicht hier einen höheren Dominanzwert, als in anderen ähnlichen Biozönosen. Die niedrigsten Entropiewerte (1,5 — 2,0 Bit) sind charakteristisch für Fichte- und Kiefermonokulturen.

Die Diagramme 1 und 2 zeigen, dass die Entropie zwar eine Tendenz aufweist, in Richtung zu den höheren Vegst. zu sinken, die Dispersion der Entropiewerte in Rahmen einer Vegst. aber vielfach breiter, als die Differenzen der Entropiewerten zwischen einzelnen Vegst. ist. Die Variationsbreiten der Entropiewerte in einzelnen Vegst. überschneiden sich fast in ihrem ganzen Umfang. Die Entropiewerte von den beeinflussten Biozönosen konzentrieren sich auf die linke Seite der Variationsbreite, diejenigen der natürlichen Biozöno-

Diagramm 2. Dispersion der Entropiewerte in einzelnen Vegetationstufen, *Sarcophaginae*.

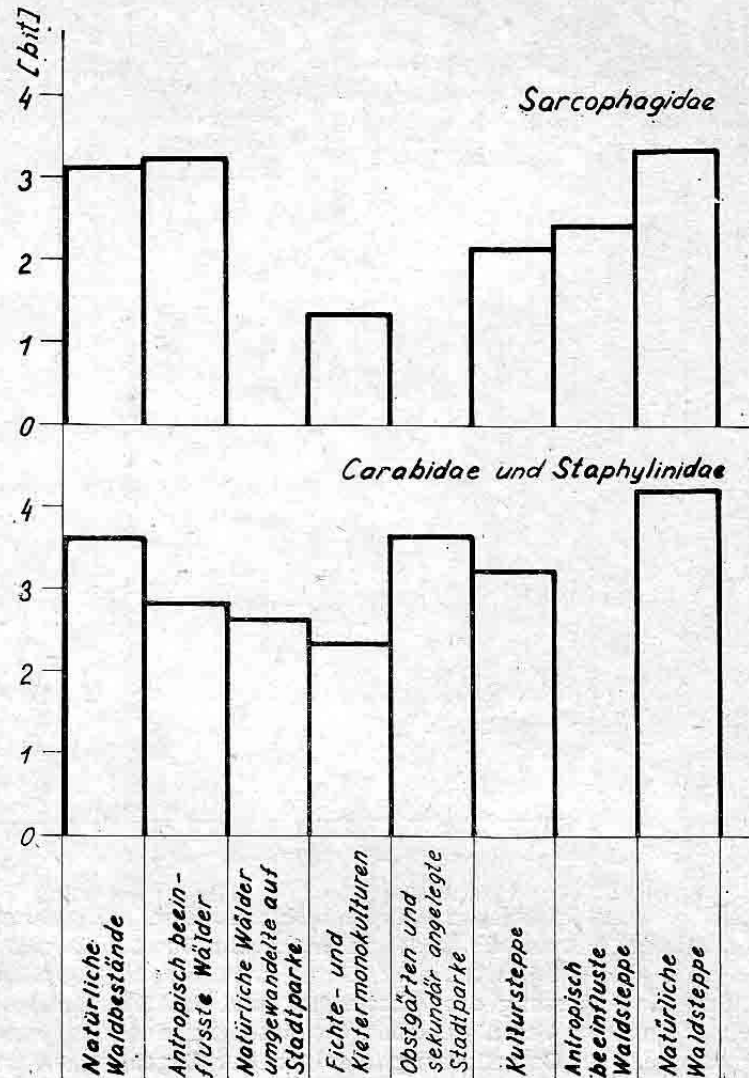


sen konzentrieren sich dagegen auf die rechte Seite, allerdings auch kommt es zum Überschneiden um die mittleren Werte der Variationsbreiten. Im Diagramm 3 sind die Mittelwerte der Entropie nach der Abhängigkeit von der anthropischen Beeinflussung des Ökosystems und im Diagramm 4 nach der Abhängigkeit von den Vegst. geordnet. Sie bezeugen, dass die Entropie mehr von der anthropischen Beeinflussung, als von der Zugehörigkeit zur Vegetationsstufe abhängt.

Aus den unternommenen Untersuchungen können wir folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Die Entropie ist von der Wirkung der anthropischen Einflüsse auf die untersuchten Zönosen und durch Isolation der Zönose viel stärker als von der Zugehörigkeit zur Vegetationsstufe abhängig. Der Grad der Abhängigkeit ist in allen Richtungen im Fall der beiden untersuchten Insektengruppen bis überraschend gleich.
2. Die Entropiewerte im Rahmen einer Vegetationsstufe in Mitteleuropa unterliegen einer so grossen Variabilität und die Unterschiede der Entropiewerte zwischen zwei Vegst. sind so klein, dass es nicht möglich ist, die Vegst. mit Hilfe der Entropie zuverlässig zu charakterisieren.

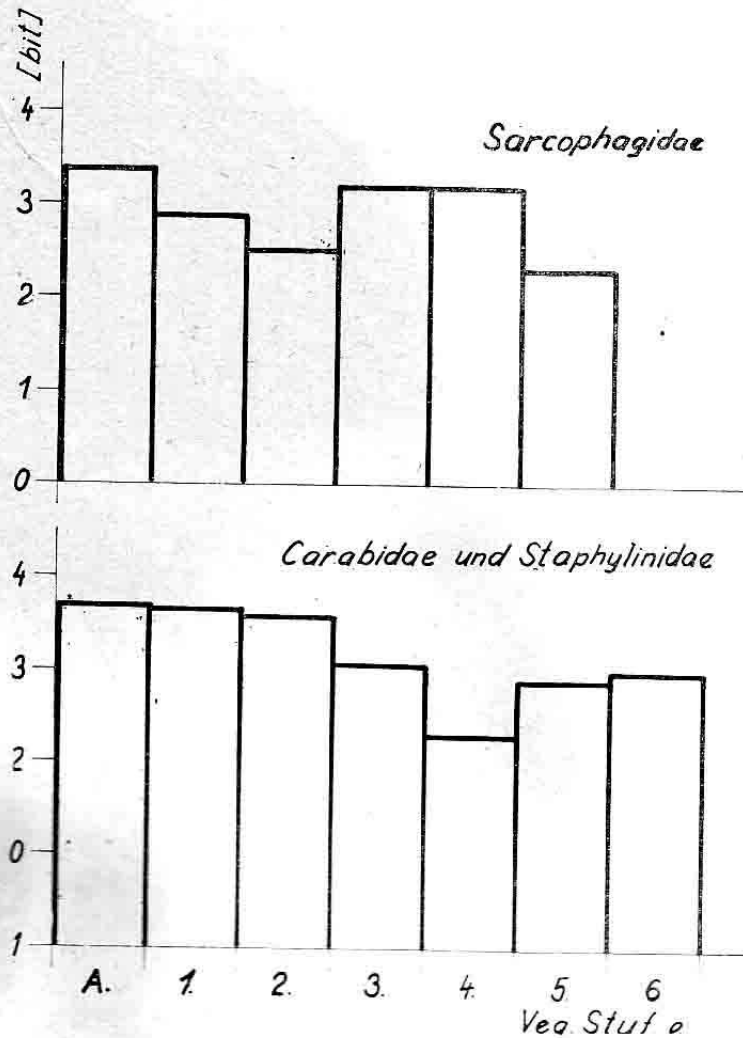
Diagramm 3. Die Mittelwerte der Entropie in Abhängigkeit von anthropischer Beeinflussung des Ökosystems.



#### SUMMARY

The present paper studies the possibility to use the negative entropy for the characteristics of vertical distribution of insects. The values of entropy are influenced more by anthropic factors affecting the ecosystems than by vertical zonality expressed by vegetation tiers (ZLATNÍK 1966). The dispersal of entropy values obtained in individual veg. tiers is so large that it is not possible to distinguish and to characterize veg. tiers sufficiently when using the values of entropy.

Diagramm 4. Die Mittelwerte der Entropie in Abhängigkeit von der Angehörigkeit zur Vegetationstufe.



#### LITERATUR

- MERTA A., 1975: Brouci (Coleoptera) půdního povrchu lesa Ráječek. Studie im Jugendwettbewerb „Natura semper viva“: 19 pp. Brno.
- OBRTTEL R., 1968: Carabidae and Staphylinidae occurring on soil surface in lucerne fields. *Acta ent. boh.* 65., 1: 5–20.
- OBRTTEL R., 1971: Soil surface Coleoptera in a lowland forest. *Acta Sc. Nat. Brno*, 5, 7: 1–47.
- POVOLNÝ D., STANĚK M., SLAMEČKOVÁ M., 1975: Preconnubial associations of the family Sarcophagidae (Diptera) in three selected vegetation tiers of Moravia. *Acta Un. Agr. Brno*. 23, 3: 567 – 577.

- SKUHRAVÝ V., NOVÁK K., 1957: Entomofauna brambořiště a její vývoj. *Rozpravy ČSAV* 67 : 1 — 50.
- SKUHRAVÝ V., NOVÁK K., STARÝ B., 1959: Entomofauna jetele (*Trifolium pratense*) a její vývoj. *Rozpravy ČSAV* 69, : 1 — 82.
- ŠUSTEK, Z., 1976: Role čeledí Carabidae a Staphylinidae v lesních geobiocenózách. Diplomarbeit, VŠZ Brno: 64 pp, 1976, Brno
- ŠUSTEK Z., 1979: Rozbor fauny čeledí Carabidae a Staphylinidae v Lužánkách a její rekonstrukce. Zprávy Geografického ústavu ČSAV, Brno 16, 5 — 6 : 157 — 178.
- ZLATNÍK A., RAUŠER J., 1966: Národní atlas ČSSR; Blatt 21, Biogeographie, ÚSKGK Praha.