



**HAL**  
open science

# DAS KALKALGEN-TROTTOIR AN DER COTE DES ALBÈRES ALS LEBENSRAUM TERRICOLER KLEINTIERE

Reinhart Schuster

► **To cite this version:**

Reinhart Schuster. DAS KALKALGEN-TROTTOIR AN DER COTE DES ALBÈRES ALS LEBENSRAUM TERRICOLER KLEINTIERE. *Vie et Milieu* , 1956, 7 (2), pp.242-257. hal-02749200

**HAL Id: hal-02749200**

**<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02749200>**

Submitted on 3 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DAS KALKALGEN-TROTTOIR  
AN DER COTE DES ALBÈRES  
ALS LEBENSRAUM TERRICOLER KLEINTIERE (I)

VON REINHART SCHUSTER

(II. Zoologisches Institut, Universität Wien)

Entlang der Côte des Albères, der aus Schiefeln gebildeten, grösstenteils sehr hohen und steilen Felsküste der östlichen Pyrenaeenausläufer, findet sich im Bereich der Gezeitenzone ein Kalkalgenaufwuchs, der von *Tenarea tortuosa* (ESPER) LEMOINE (= *Lithophyllum tortuosum* FOSLIE), *Rhodophyta* : fam. *Corallinaceae*, gebildet wird. An manchen Stellen ist dieser Aufwuchs in Form langer, schmaler Kalkbänke ausgebildet (vergl. Abb. in : DELAMARE DEBOUTTEVILLE et BOUGIS 1951), weshalb sich in der Literatur dafür der Name « Trottoir » eingebürgert hat.

Über die floristischen Verhältnisse dieses Kalkalgen-Trottoirs an der Cote des Alberes berichtet FELDMANN 1937, während von DELAMARE DEBOUTTEVILLE et BOUGIS 1951 zoologische Studien durchgeführt wurden. In dieser Arbeit, die sich hauptsächlich mit der marinen Fauna des Trottoirs beschäftigt, werden auch vereinzelte Funde terricoler Kleinarthropoden erwähnt. Auf Grund dieser Funde habe ich ausführlichere Untersuchungen über die Terricolfauna des Trottoirs angestellt.

Meine Untersuchungen erführen am Laboratoire Arago freundliche Unterstützung, wofür ich besonders Herrn Prof. PETIT, Dr DELAMARE DEBOUTTEVILLE, und M. TRAVÉ meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte.

---

(1) Durchgeführt am Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer, während eines Stipendienaufenthaltes, der mir vom Institut Français de Vienne vermittelt wurde.

### 1. Biotopbeschreibung und Untersuchungsmethodik.

*Tenarea-Trottoires* kennt man aus verschiedenen Felsküstengebieten des Mittelmeeres. Für eine günstige Aufwuchsentwicklung ist starker Wellengang erforderlich, weshalb sich an den Wind zugekehrten Küstenteilen besonders gut entwickelte Trottoires finden. Vorgelagerte Felsriffe bewirken schon einen deutlich geringeren Aufwuchs an dem dahinterliegenden Uferbereich. Das Trottoir zeigt verschiedene Ausbildungsformen. In jungen Entwicklungsstadien, bzw. an wenig dem Wellengang ausgesetzten Küstenteilen bilden sich bloss kleine, voneinander noch meist getrennte halbkugelige Kalkwülste, die sich allmählich vereinigen und so kleine durchlaufende kalkige Aufwuchsstreifen bilden. Am Ende dieser Entwicklung stehen an entsprechend günstigen Uferstellen mächtige durchlaufende Kalktrottoires von 30 bis 50 cm Breite und rund 30 bis 35 cm Höhe. Über dem Trottoir findet sich durchwegs noch eine deutlich entwickelte Bewuchszone von *Rissoella verruculosa* Bertol., eines unverkalkten mediterran-endemischen Rhodophyten.

Die *Tenarea-Trottoires* liegen im Bereich der Gezeitenzone. Allerdings fehlt an der Côte des Albères ein regelmässiger und deutlicher Gezeitenunterschied. Die wohl vorhandenen, aber unregelmässigen Schwankungen des Wasserniveaus, die meist nur wenige cm betragen, werden durch Windstau und Luftdruckschwankungen hervorgerufen. Die untere Partie des Trottoirs (einige cm) befindet sich dauernd unter Wasser, dagegen sind die oberen Teile und damit die Hauptmasse des Trottoirs dem jeweiligen Wellengang ausgesetzt und werden bei etwas stärkerem Wellengang rythmisch zur Gänze unter Wasser gesetzt.

Das gesamte Trottoir zeigt eine stark gefurchte Oberfläche und birgt in seinem Inneren eine grosse Anzahl von Kanälen und Spalten, so dass ein dichtes zusammenhängendes Lückensystem ausgebildet ist. Für weitere Einzelheiten sei auf FELDMANN und DELAMARE et BOUGIS verwiesen.

Zue weiteren Charakterisierung des Trottoirs sei darauf hingewiesen, dass es einen besonderen marinen Biotop darstellt und eine äusserst arten- und individuenreiche marine Fauna beherbergt (DELAMARE et BOUGIS).

Zur Gewinnung der terricolen Tiere aus dem Trottoir wurde der Aufwuchs vorsichtig stückweise abgeklopft oder abgebrochen und schnellstens im Laboratorium weiterverarbeitet. Dabei gelangten 3 Methoden zur Anwendung: 1° Ansetzen von *Tenarea*-Stückchen mit überstehendem Seewasser. Diese Methode erwies sich für die Gewinnung der terricolen Tiere als völlig ungeeignet! 2° Starke Zerkleinerung des Materials, anschliessend starkes Durchspülen mittels eines scharfen Wasserstrahles und Abseihen des Wassers mittels eines Planktonnetzes. Diese von DELAMARE et BOUGIS zur Gewinnung von marinen Tieren verwendete und bewährte Methode erbrachte wohl schon Terricoltiere, jedoch höchstens 1/3 der durch die 3. Methode gewonnenen Individuen; ausserdem war ein Grossteil der Tiere beschädigt. 3° Einlegen von kleinen (bis höchstens 4 cm Grösse) vorsichtig zerklopften, bzw. zerbrochenen *Tenarea*-Stückchen in Berlese-Apparate, wie sie bei terrestrischen bodenzologischen Untersuchungen allgemein üblich sind. Diese Methode hat sich auch für meine *Tenarea*-Untersuchungen bestens bewährt! Allerdings traten, abgesehen von vereinzelten Exemplaren, die terricolen Kleinarthropoden infolge der nur langsam fortschreitenden Erwärmung und Austrocknung des feuchten Materials erst nach frühestens 36 Stunden, aber dann in grosser Menge auf. Wie Vergleiche ergaben, war nach durchschnittlich 60 bis 72 Stunden die vorhandene Terricolfauna aus den jeweiligen *Tenarea*-Proben gewonnen. Die Tiere wurden in 75 % Alkohol konserviert; lebendes Material wurde durch Auffangen auf Süswasser gewonnen. Es sei weiters darauf hingewiesen, dass auch Halacarinen und beson-

ders Amphipoden mit dieser Methode gewonnen wurden. Besonders auffallend waren die oft in enormen Mengen (teilweise mehr als 400 Exemplare je 920 g Tenarea) auftretenden marinen Amphipoden, die durchwegs einem Typus angehörten.

## 2. Die terricole Fauna im Trottoir.

DELAMARE et BOUGIS fanden folgende terricole Arthropoden im Trottoir : Die Spinne *Desidiopsis Racovitzai* Fage; einen Chilopoden, der als *Henia bicarinata* Meinert angeführt wird; Dipterenlarven, die hauptsächlich der Gattung *Clunio* sp. angehören dürften; ausserdem melden die beiden Autoren noch Funde von Milben, die unter dem Sammelbegriff « *Acariens Thrombidiformes* » vereint wurden.

Im Laufe der eigenen Untersuchungen konnten neben den soeben besprochenen Tieren noch weitere für diesen Biotop charakteristische terricole Bewohner festgestellt werden, sodass es notwendig erscheint, vorerst eine systematische Besprechung der im *Tenarea*-Trottoir festgestellten und untersuchten Terricol-Fauna zu geben :

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, folgenden Spezialisten für die eingehende Bestimmung des jeweiligen Materials bestens zu danken : D<sup>r</sup> M. BEIER (Wien), Pseudoskorpionen; D<sup>r</sup> C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Banyuls), Collembolen; D<sup>r</sup> G. O. EVANS (London), Milben; D<sup>r</sup> E. FITTKAU (Plön), Chironomidenlarven; Prof. D<sup>r</sup> W. HENNIG (Berlin), Ubrige Dipterenlarven.

### ARANEINA

*Desidiopsis Racovitzai* FAGE, Fam. *Agelenidae*.

Eine von FAGE 1909 beschriebene, nur wenige Millimeter grosse Spinne, die für Trottoires des westlichen Mittelmeergebietes charakteristisch ist (FAGE 1924). Diese thalassobionte Art ist systematisch eng verwandt mit den etwas grösseren *Desis*-Arten, die interessanterweise als charakteristische Bewohner der Korallenriffe des indopazifischen Raumes bekannt sind. *Desidiopsis* hat eine durchaus ähnliche Lebensweise wie diese tropischen « Riffspinnen », was von FAGE 1924 näher ausgeführt wird; so findet beispielsweise die Eikonablage auch in luftgefüllten Hohlräumen des Trottoirs statt. Nach DELAMARE et BOUGIS 1951 ist *D. Racovitzai* im Trottoir sehr häufig (« ... très abondante dans le trottoir... », p. 177) anzutreffen. In meinen Proben, die unter anderem auch vom Trottoir am Cap l'Abeille, dem Untersuchungsort der beiden Autoren, entnommen wurden, fand sich diese Spinne auffallenderweise gar nicht in lebendem Zustand! Lediglich die deutlich identifizierbaren Reste zweier Tiere konnten entdeckt werden. Auch das daraufhin durchgeführte makroskopische Absuchen des Trottoirs verlief negativ, obwohl die Aufsammlungen der beiden Autoren auch ungefähr zur selben Jahreszeit (hpts. Juli/August 1950) durchgeführt wurden! Die näheren Gründe sind derzeit noch nicht zu ersehen!

### ACARI

Unter den Milben sind es in erster Linie Arten aus der Gruppe der *Mesostigmata*, hpts. *Gamasinen*, und der *Trombidiformes*, die allgemein als typische Meeresküstenbewohner angetroffen werden, was aus zahlreichen Untersuchungen bereits hervorgeht (u.a. EVANS u. BROWNING 1954, HALBERT 1915 u. 1920, WILLMANN 1939). Alle im *Tenarea*-Trottoir gefundenen Landmilben gehören diesen beiden erwähnten Gruppen an, wobei die Gamasinen individuenmässig bedeutend überwiegen!

*Hydrogamasus salinus* (LABOULBÈNE) und *H. giardi* (Berl. u. Trouess.) : Beide Arten sind als typisch thalassobiont anzusprechen, unterscheiden sich morphologisch in keinem Merkmal deutlich, sondern sind lediglich an ihrer jedoch deutlich verschiedenen Grösse (ohne Übergänge !) unterscheidbar. Aus diesem Grunde vereint EVANS beide Typen unter *H. salinus* (briefl. Mittlg.). Nach den Angaben von HALBERT 1920 und auch nach EVANS' eigenen Erfahrungen scheint ausserdem im ökologischen Verhalten keinerlei Unterschied zu bestehen. Bei Auswertung meines *Tenarea*-Materials fand ich jedoch eine immerhin auffällige Abweichung in der Verteilung beider Arten (Näheres bei fig. 5), weshalb ich in der vorliegenden Arbeit beide Arten namensmässig weiterhin getrennt anführe. Ob es sich bei der kleineren Form, *H. giardi*, um einen Okotypus von *H. salinus* handelt, was D<sup>r</sup> EVANS, laut brieflicher Aussprache für möglich hält, oder doch um eine eigene Art (was ich für wahrscheinlich halte !), muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Von beiden Typen wurden sowohl Larven (nur wenige) als auch Nymphen der verschiedensten Stadien (in manchen Proben sogar in gleich grosser Anzahl als die entsprechenden Adulttiere) gleichzeitig gefunden. Auch diese beiden Typen machen also ihre gesamte Entwicklung im Trottoir durch. *H. salinus* und *H. giardi* sind sowohl aus dem Mediterranraum als auch aus dem atlantischen Küstenbereich (vergl. z. B. HALBERT) bereits bekannt.

*Nanorchestes collinus* Herst.

Mehrere Arten des zu den *Trombidiformes* zählenden Genus' *Nanorchestes* sind bereits von verschiedenen europäischen Küsten bekannt. *N. collinus* wurde, wie mir D<sup>r</sup> EVANS mitteilte, in England 8 Meilen landeinwärts gefunden und von dort beschrieben. Es scheint diese Spezies also nicht auf den eigentlichen Meeresstrand beschränkt zu sein. Auch von *N. collinus* fanden sich Juvenilstadien in manchen Proben, sodass ebenfalls auf eine im Trottoir ablaufende Entwicklung geschlossen werden kann.

*Protereunetes* sp.

Ebenfalls eine trombidiforme Milbe, von der leider nur inadulte Exemplare gefunden wurden, sodass derzeit noch keine artmässige Bestimmung vorgenommen werden konnte. Auch diese Form ist der typischen Terricolfauna des Trottoirs zuzurechnen.

Angelier 1950 fand bei seinen Aufsammlungen am Küstensand der Côte des Albères ebenfalls Landmilben, u.a. *Hydrogamasus maritimus*, jedoch merkwürdigerweise keine der oben genannten im Trottoir vorkommenden Arten !

PSEUDOSCORPIONIDEA

*Pselaphochernes litoralis* Beier n. sp.

An allen Probestellen des Festlandtrottoirs ziemlich regelmässig angetroffen. Alle gefundenen Exemplare, mit Ausnahme eines adulten Männchens, waren verschiedene Juvenilstadien. Die von BEIER (1956) auf Grund des vorliegenden Materials als neu beschriebene Art stellt somit einen charakteristischen Bewohner des Trottoirs dar ! Inwieweit diese Spezies auch an tenareafreien Küstenstellen vorkommt — an den plages in der Umgebung von Banyuls fand ANGELIER einen Pseudoscorpion, den er als *Chthonius* (*Neochthonius*) *halberti* Kew. anführt, ebenfalls in grösseren Mengen ! — muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Das Typenexemplar befindet sich, ebenso wie die folgende Art, in der Coll. BEIER.

*Paraliochthonius singularis* (Menozzi) :

Diese Art wurde nur in einem einzigen Exemplar (Deutonymphe) aus dem Trottoir am Cap l'Abeille erbeutet. Wie aus der Untersuchung BEIER (1956) hervorgeht, handelt es sich um den Wiederfund der erst in 3 Exemplaren am Strand von Portici im Jahre 1915 gefundenen Art *Chthonius singularis* Menozzi. Auf Grund bestimmter Merkmale, die die Einreihung unter das Genus *Chthonius* nicht mehr rechtfertigen, wurde von BEIER dafür die neue Gattung *Paraliochthonius* aufgestellt. Es scheint sich bei dieser Spezies um eine an das unmittelbare Litoral gebundene und anscheinend allgemein seltene Art zu handeln.

MYRIAPODA

Thalassobionte Myriapoden sind bisher nur aus der Gruppe der *Geophilomorpha* bekanntgeworden (ATTEMS 1929, VERHÖEFF 1925). Auch im Trottoir zählt ein Vertreter dieser Chilopodengruppe zu den charakteristischen Bewohnern. Allerdings war es bisher noch nicht möglich diesen Typus genau systematisch einzuordnen. Auch DELAMARE et BOUGIS fanden vereinzelte Exemplare eines geophilomorphen Chilopoden, den sie als *Henia bicarinata* (Mein.) bestimmten. Die von mir gefundenen Tiere, die verschiedene Länge hatten (13-20 mm), aber ohne Zweifel nur einer Art angehörten, sind jedoch keinesfalls mit *Henia bicarinata* zu identifizieren! Dagegen spricht der deutlich etwas länger als breite Kopfschild und vor allem die Beinzahl (51-52 incl. Endbeine), welche bei *H. bicarinata* 67 bis 97 beträgt! Leider sind, wie mir Dr DELAMARE-DEBOUTTEVILLE brieflich mitteilte, die Präparate der von ihnen gefundenen Tiere nicht mehr vorhanden, sodass ein Vergleich mit meinen Tieren nicht mehr möglich ist. Da in meinen Proben jedoch stets nur der eine Typus vorhanden war, würde ich doch vermuten, dass die von DELAMARE et BOUGIS gefundenen Einzelexemplare wohl dem selben Typus angehört haben dürften. Eine Identifizierung mit *H. bicarinata* ist jedoch aus den bereits oben diskutierten Gründen nicht haltbar! Ein Vergleich mit anderen, in der Literatur als Meeresküstenbewohner angegebenen Geophilomorphen brachte ebenfalls keine Merkmalsübereinstimmung mit einer dieser Arten! Eine teilweise Ähnlichkeit mit dem von ANGELIER in der Nähe des Trottoirs gefundenen thalassobionten *Scolioplanes marinus* Leach ist zwar vorhanden, jedoch sind manche deutliche Merkmalsabweichungen feststellbar. Vielleicht ist es in nächster Zeit möglich, weiteres Material zu untersuchen und die genaue systematische Zugehörigkeit dieses interessanten Typus zu klären.

COLLEMBOLA

*Axelsonia littoralis* (Mon.)

*A. littoralis* wurde an der Côte des Albères bereits mehrfach gefunden (DELAMARE DEBOUTTEVILLE 1951, ANGELIER 1950). Wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, ist diese thalassobionte Art ebenfalls ein charakteristischer Bewohner des Tenarea-Trottoirs. *A. littoralis* kommt auch an der europäischen Atlantikküste, aber auch an aussereuropäischen Küsten vor (STRENZKE 1955).

DIPTERA - Larven

Für das marine Litoral sind gewisse Dipterenlarven bereits als charakteristische Bewohner bekannt. Leider ist derzeit eine genauere Bestimmung, insbesondere ohne Zucht der Imagines, bei vielen dieser Typen nicht möglich. Auch die im Tenarea-Material gefundenen Typen waren teilweise nur bis zur Familie bestimmbar!

Fam. *Dolichopodidae*

Regelmässig wurde ein charakteristischer Larventypus dieser Familie gefunden, und zwar an allen untersuchten Probestellen des Trottoirs. Eine genauere systematische Aussage ist derzeit noch nicht möglich.

Fam. *Chironomidae* (*Tentipedidae*)

Von den in der Individuendichte gegenüber den Dolichopodiden deutlich zurücktretenden Chironomidenlarven fanden sich mehrere Typen, die unter *Clunio* sp. (wahrscheinlich *C. marinus*) und *Trichocladus* sp. einzureihen sind. Wie mir D<sup>r</sup> FITTKAU mitteilte, sind von beiden Genera bereits Litoralformen aus dem Mittelmeerraum bekannt. Auch DELAMARE et BOUGIS fanden Larventypen von *Clunio* sp. im Trottoir.

3. Probestellen und Horizontalverteilung der Terricolfauna.

Um einen Einblick in die Horizontalverbreitung der terricolen Trottoir-Fauna zu bekommen, wurden an verschiedenen Trottoires entlang der Côte des Albères zwischen Banyuls und Cerbère Proben entnommen :

- A. — Cap du Troc : mittelmässig ausgebildeter, bereits auf längere Strecken hin durchlaufender Aufwuchsstreifen.
- B. — Cap l'Abeille : bestentwickeltes Trottoir über mehr als 50 m hin ziemlich gleichmässig durchlaufend (gleichzeitig auch das von DELAMARE et BOUGIS untersuchte Trottoir ; Foto *ibid.*). Erster Hauptuntersuchungsplatz !
- C. — Cap l'Abeille : bestentwickeltes Trottoir, wie in B ; rund 30 m lang ; ungefähr loom östlich von B. Zweiter Hauptuntersuchungsplatz !
- D. — Cap l'Abeille : Ungefähr 40 m vorgelagertes schmales Felsriff von rund 7 m Länge und rund 75 cm Höhe, in ungefähr 8 m tiefem Wasser. Mit unregelmässig fleckenweise entwickeltem *Tenarea*-Aufwuchs, der relativ stark überspült wird.
- E. — Zwischen Cap Canadell und Cerbère : Nur mässig entwickelter, teilweise nur fleckenweise ausgebildeter Aufwuchs ; mässig stark überspült.

- R1. — *Rissoella*-Zone an Felsen ohne (!) *Tenarea*-Aufwuchs, zwischen Cap l'Abeille und Cap Røderis. (Der unverskalkte *Rissoella*-Aufwuchs wurde abgestreift, bzw. abgekratzt und in Berlese-Trichter eingehängt.)  
 R2. — *Rissoella*-Zone über Trottoir C.  
 R3. — *Rissoella*-Zone über Trottoir B.

Ein Faunavergleich der einzelnen *Tenarea*-Probestellen ergab, dass das stellenweise doch auf hunderten von Metern unterbrochene Trottoir eine ziemlich gleichmässige Besiedlung durch eine ganz charakteristische Terricolfauna zeigt (Siehe Tabelle).

Auffallend ist die deutlich auch individuenmässig schwächere Besiedlung der nur mässig stark und unregelmässig entwickelten Trottoires an D u. E; insbesondere die ausschliessliche Besiedlung des vorgelagerten Felsriffes durch *Hydrogamasus salinus*, *H. giardi* und Dipterenlarven!

	Tenarea					Rissoella		
	B	C	A	E	D	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
<i>H. giardi</i> .....	+	+	+	+	+	+	+	
<i>H. salinus</i> .....	+	+	+	+	+	+		
<i>Dolichopodidae</i> .....	+	+	+	+	+	+		
<i>Prottereumetes</i> sp. ....	+	+	+	+				
<i>Axelsonia litt.</i> .....	+	+	+	+				
<i>Chironomidae</i> .....	+	+		+				
<i>Nanorchestes coll.</i> .....	+	+	+					
<i>Pselaphochernes lit.</i> .....	+	+	+	+				
<i>Chilopode</i> .....	+	+	+					
<i>Desidiopsis Rac.</i> .....	+	+						
<i>Paraliochthonius sing.</i> .....	+							

Die *Rissoella*-Zone erwies sich, soweit sie über dem gut entwickeltem Trottoir lag, als fast tierleer; nur ab und zu wurden vereinzelte *Hydrogamasus*-Exemplare gefunden. Lediglich die an *tenarea*-freien Küstenfelsen befindlichen *Rissoella*-Aufwuchsstreifen enthielten etwas mehr an terricolen Kleinarthropoden (z.B. 31 Milben und 3 Dipterenlarven aus unge fähr 1/8 Quadratmeter abgekratzter Bewuchsfläche). Auch in der *Rissoella*-Zone wurden von Milben nur die beiden *Hydrogamasus*-



Arten gefunden. An bewuchsfreien, kahlen Felswänden wurden trotz wiederholten Absuchens keinerlei terricole Kleinarthropoden entdeckt, mit Ausnahme vereinzelter *Hydrogamasus*-Individuen, die ganz selten in kleinen Felsvertiefungen gefunden wurden.

Die Terricolfauna dieses steilen Felsküstenlitorals konzentriert sich, abgesehen von den relativ artenreichen sandigen plages (vergl. ANGELIER 1950), somit im *Tenarea*-Trottoir, das infolge seines ausgedehnten Lückensystems im Inneren, für eine Besiedlung durch terricole Kleinarthropoden besonders günstig erscheint; dagegen ist der unverkalkte *Rissoella*-Aufwuchs wesentlich tierärmer!

#### 4. Quantitative Zusammensetzung der Terricolfauna.

Auf Grund direkter Proben-Auszählungen aus rund 14 kg *Tenarea*-Aufwuchs können nun Aussagen über die quantitative Zusammensetzung der Terricolfauna gemacht werden. Es erwies sich am günstigsten, die Proben gewichtsmässig (durchschnittlich 900 bis 920 g, worin auch das kapillare Wasser mitinbegriffen ist, während das Wasser der grösseren Hohlräume vorher aus-rann) abzugrenzen, da sowohl volumsmässige, als auch flächenhafte Probenabgrenzungen durch die Struktur des Trottoirs bedingt nicht möglich sind (vergl. auch DELAMARE et BOUGIS).

Ein zahlenmässiger Vergleich der aus dem gesamten Probenmaterial gewonnenen Terricoltiere zeigt am anschaulichsten das enorme Überwiegen der Milben (durchschnittlich 90 % der gesamten Terricolfauna des Trottoirs!), im Gegensatz zu den übrigen terricol-

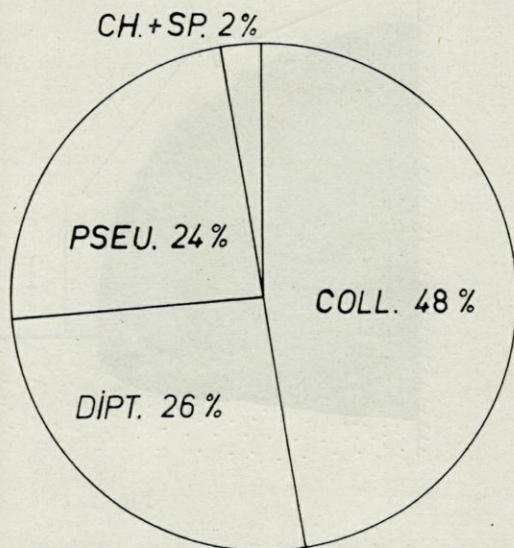


Fig. 1.

Faunenelementen (s. auch fig. 3)! Die aus den untersten Trottoirzonen entnommenen Proben wurden in die Berechnung nicht einbezogen, da sie ein noch wesentlich stärker zugunsten der Milben verschobenes Zahlenverhältnis (bis 98 : 2 %) erkennen lassen!

Eine perzentuelle Aufgliederung der restlichen terricolen Fauna ist in fig. 1 (CH + SP = Chilopode u. Spinne) dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich dabei um Durchschnittswerte des gesamten Materials handelt! Die einzelnen Proben zeigen natürlich eine etwas schwankende perzentuelle Zusammensetzung. Die erhaltenen Zahlen geben ein Bild, wie es einem vermutlich gerade erfassten spätsommerlichen Besiedlungsoptimum entspricht. Es ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass im Laufe eines Jahreszyklus' auch Verschiebungen in der perzentuellen Zusammensetzung der Terricolfauna, und zwar durch Dichteschwankungen mancher Arten (z.B. Überwinterung in Eiform), stattfinden. Leider kann derzeit über die Aspektfolge dieser terricolen Biozönose noch nichts Näheres ausgesagt werden! Wohl liegen beispielsweise aus dem englischen Küstenbereich Beobachtungen von HALBERT vor, nach denen Adulttiere und Nymphen von *Hydrogamasus salinus* nur im Sommer und Herbst, und solche von *H. giardi* von April bis Oktober gefunden werden. Wie sich weiterhin bei der vorliegenden Untersuchung ergab, haben anscheinend die Pseudoskorpione des

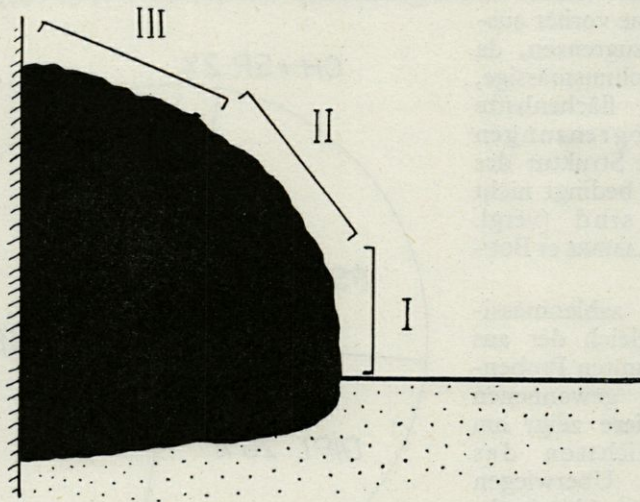


Fig. 2.

Trottoirs, und zwar *Pselaphochernes litoralis*, eine ziemlich ausgeprägte verstärkte herbstliche Fortpflanzungsperiode, da fast alle der von verschiedensten Stellen der Côte des Albères gefundenen Exemplare im Tritonymphenstadium waren. Das Massenaufreten der Adulttiere dürfte somit ungefähr Mitte September stattfinden. Es muss dahingestellt bleiben, ob vielleicht im Frühjahr ein zweites ähnliches Massenaufreten von Adulttieren stattfindet.

Die meisten Meeresstrandcollembolen scheinen als Adulttiere während des ganzen Jahres über vorzukommen (STRENZKE 1955, p. 14), was für *Axelsonia* vielleicht auch zutreffen dürfte, wobei aber nicht ausgeschlossen ist, dass es immerhin zu merkbaren jahreszeitlichen Dichteschwankungen kommen könnte.

An den gut ausgebildeten Trottoires am Cap l'Abeille wurden auch Profilproben entnommen, die über eine mögliche VERTIKALSCHICHTUNG Auskunft geben sollten. Dazu wurde ein regionaler Aufbau des Trottoirs angenommen und eine untere (I), eine mittlere (II), und eine obere (III) Zone unterschieden (fig. 2). Aus den einzelnen Zonen wurden Proben zu je 920 g entnommen. Je ein Profil wurde in den Trottoires B und C aufgenommen.

Fig. 3 zeigt das enorme Überwiegen der Milben gegenüber den restlichen Terricoltieren, die eine merkbare Individuenzunahme im oberen Trottoirebereich erkennen lassen. Interessant ist die auffallende Ähnlichkeit beider Profilkurven!

Ein genaueres Bild über die Individuenabundanz (bezogen auf das Probengewicht!) einiger Arten gibt Fig. 4. Auch hier zeigt sich deutlich, dass die mittleren und besonders die oberen Trottoir-Zonen wesentlich dichter besiedelt sind. Die gesamte Terricol-Fauna zeigt ein deutliches Maximum in der mittleren Zone, was jedoch auf ein entsprechendes Dichtemaximum von *Hydrogamasus giardi* zurückzuführen ist (Fig. 5)! Diese Spezies ist überhaupt mit Abstand am individuenreichsten unter den gesamten terricolen Kleinarthropoden des Trottoirs!

Im vorigen Kapitel wurde bereits auf die merkwürdige morphologische Ähnlichkeit beider *Hydrogamasus*-Arten, die sich eigentlich nur durch ihre verschiedene Grösse deutlich voneinander unterscheiden, hingewiesen. Eine Gegenüberstellung der vertikalen Verteilungskurven beider Arten (Fig. 5) zeigt eine deutliche Verschiedenheit ihres Verlaufes! Dies erscheint insbesondere von Interesse, da weder HALBERT 1920 noch EVANS (briefl. Mittlg.) Unterschiede im ökologischen Verhalten beider Arten feststellen konnten. Vielleicht könnte allerdings der Hinweis HALBERTS (1920, p. 121) — « ... this species » — gemeint *giardi* — « is found on a wider range of the shore than the preceding... » — gemeint *H. salinus* —, der keine genaueren quantitativen Daten enthält, doch auf eine Verteilung beider Arten, ähnlich wie ich es im Trottoir feststellen konnte, schliessen lassen. Wie Fig. 5 zeigt, tritt *salinus* eigentlich nur in der unteren Tenarea-Zone auf, um in den beiden oberen Zonen, von vereinzelt Exemplaren abgesehen, gänzlich zurückzutreten. *H. giardi* hat dagegen im mittleren Trottoir-Bereich ein absolutes Dichtemaximum, während in der oberen Zone wieder ein merkbares Absinken feststellbar ist. Die daraufhin an den übrigen Probestellen festgestellten Verteilungsverhältnisse ergaben weiterhin, dass Proben aus einem nur mässig entwickelten, nicht stark abgesetzten Aufwuchs.

der keine gute Zonengliederung ermöglicht und den Wellen stärker ausgesetzt ist, ebenfalls eine auffällige Dichtezunahme von *H. salinus* zeigen! So enthielt das Trottoir E in 1 kg Aufwuchs 70 Individuen von *H. salinus*, im Vergleich zur relativ geringen Anzahl von 267 *H. giardi*. Dieses Verhältnis entspräche bei einem Vergleich mit den Verteilungskurven in Fig. 5 ungefähr einem Bereich zwischen unterer und mittlerer

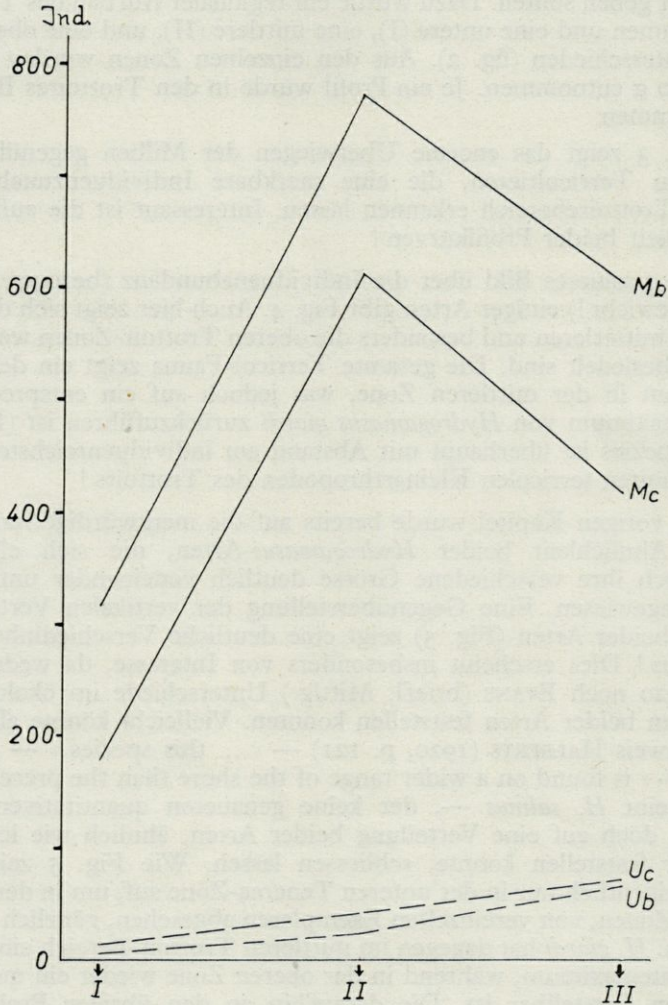


Fig. 3. — M = Milben, U = Ubrige Terricola, b = im Trottoir B, c = in Trottoir C.

Zone des gut entwickelten Trottoirs. Noch extremere Werte ergab der Inselaufwuchs (D). Auf rund 1 kg Tenarea entfielen 310 Individuen von *H. salinus* und nur 192 *H. giardi*! Ein Verhältnis, wie es ungefähr der tiefen Zone in gut ausgebildeten Trottoires entspricht. Auch diese Proben stammen von einem massig entwickelten, aber stark überspülten und damit durchnässten Aufwuchs.

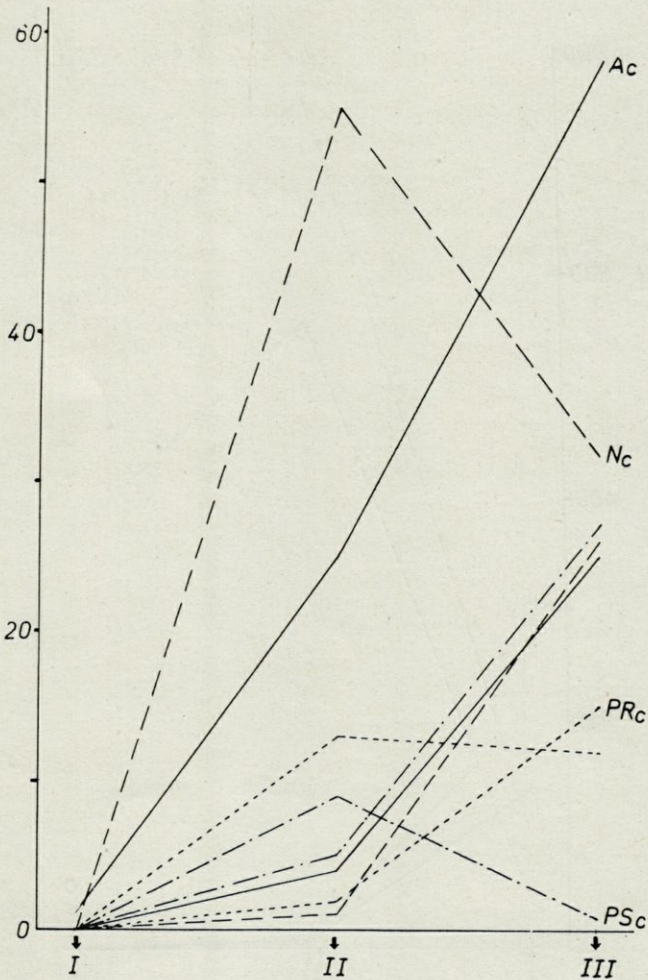


Fig. 4. — A = *Axelsonia*, N = *Nanorchestes*, PR- *Protereunetes*, PS- *Pselaphochernes*. c- im Trottoir C; ohne Bezeichnung- in B.

Es ergibt sich somit für *H. salinus* ein Verbreitungsbild, das ein deutliches Dichtemaximum dieser Art im Bereich stark überspülter *Tenarea*-Zonen zeigt. Damit weicht aber diese Art von *H. giardi*, der die oberen wasserferneren Trottoirzonen deutlich bevorzugt, doch merkbar ab. Eine kausale faktoren-mässige Begründung dieses Verhaltens ist noch unbekannt, wie auch die Ursachen der Bindung mancher terrestrischen Arten an das marine Litoral, also das Problem der Thalassobionten allgemein, noch als ungeklärt angesehen werden muss (vergl. STRENZKE 1955, p. 8)!

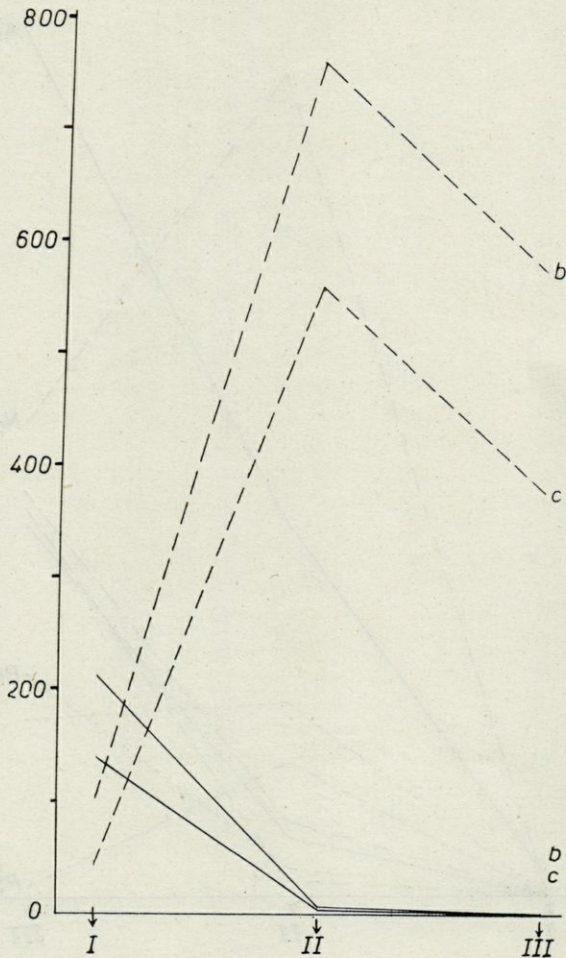


Fig. 5.

— Hydrogamasus giardi, - - - *H. salinus*. b- in B, c in C.

Die relativ geringen Fundzahlen des Chilopoden liessen keine besondere quantitative Auswertung zu. Dipterenlarven zeigten ebenfalls keine regelmässigen Vertikalschichtungen.

Vergleicht man die Vertikalschichtung der terricolen Fauna des Trottoirs mit den Verteilungskurven einiger mariner Tiere (in : DELAMARE DEBOUTTEVILLE et BOUGIS), so zeigen sich zum Teil ähnliche Verteilungskurven. Auch die beiden Autoren haben eine ungefähr gleiche Zonierung des Trottoirs vorgenommen (dessus, au bord, dessous) und ebenfalls gewichtsmässige Vergleiche, allerdings mit wesentlich geringeren Gewichtsmengen durchgeführt. Ein Dichtemaximum « au bord », das im wesentlichen meiner mittleren Zone entspräche, zeigen beispielsweise Polychäten und *Mytilus*. Interessant ist weiterhin die auf Seite 180 erwähnte Bemerkung, dass die nebenbei gefundenen « *Acarions Thrombidiformes* » vorwiegend « au bord » gefunden wurden ! Allerdings dürfte es sich unter dieser Sammelbezeichnung wohl mit grösster Wahrscheinlichkeit um Exemplare der beiden *Hydrogamasus*-Arten gehandelt haben, da die eigentlichen *Trombidiformes* im Trottoir nicht besonders zahlreich sind !

##### 5. Die ökologischen Faktoren.

Mikroklimatische Untersuchungen (Temperatur, Feuchtigkeit) wurden von DELAMARE et BOUGIS durchgeführt. Erwartungsgemäss zeigt die Oberfläche des Trottoirs starke Schwankungen, während im Inneren des Trottoirs ein äusserst gleichmässiges MIKROKLIMA herrscht, was vermutlich auf die dauernde Zirkulation des kapillaren Wassers im Lückensystem zurückzuführen ist. Daraus ist wohl auch erklärlich, dass die terricolen Kleinarthropoden im inneren Lückensystem leben und an der Oberfläche des Trottoirs eigentlich nie beobachtet werden konnten. Dieses Hohlraumssystem ist deshalb von entscheidender Bedeutung für die Besiedlung dieses eigentlich marinen Biotopes durch eine terricole Biozönose. Der grösste Teil der gefundenen Arten zeigt eine um 1 mm liegende Körpergrösse. Relativ lange Tiere, wie der gefundene Chilopode zeichnen sich dafür durch eine schmale Körpergestalt aus, wodurch auch diese Typen der Struktur des Trottoirs sehr gut angepasst erscheinen, was Lebendbeobachtungen schön bestätigten.

Auch bei starken Überflutungen dürfte noch ein grosser Teil des Hohlraumsystems wasserfrei bleiben ; ebenso wird die Gefahr des Weggespültwerdens innerhalb des Trottoirs weitgehendst verhindert. Aber zeitweilige Überflutungen mit Meerwasser werden von thalassobionten Tieren im allgemeinen ohne Schaden ertragen. So konnte beispielsweise HENNINGS (1903) feststellen, dass der auf das Litoral beschränkte Chilopode *Schendyla submarina* mehrstündige Überflutungen, wie sie bei normalem Gezeitenhub auftreten, ohne Schaden regelmässig übersteht.

Eine besondere Rolle muss in einem für die terrestrische Kleinarthropodenfauna so extremen Biotop auch die NAHRUNG spielen. Vergleicht man die Ernährungsbiologie der gefundenen Arten, so zeigt sich, dass es sich um durchwegs carnivore Tiere handelt! Terrestrischen Pflanzenfressern, bzw. Detritivoren (zB. *Oribatei*) wäre durch das Fehlen jedweder Landvegetation, verschärft durch die Lage an steilen, vegetationslosen Felswänden eine normale Existenzmöglichkeit eigentlich nicht gegeben.

Fütterungsversuche, die mit *Hydrogamasus salinus* u. *H. giardi* durchgeführt wurden, ergaben, dass auch abgestorbene Meerestiere (Nemertinen, Nematoden, Muscheln, zB. *Lasea rubra*) sofort als Nahrung angenommen werden. Abgestorbene Exemplare von *Lasea rubra*, die in riesigen Mengen im Hohlraumssystem zu finden ist, dürften auch unter natürlichen Bedingungen eine wichtige Nahrungsquelle darstellen! Wie überhaupt die marine Fauna das eigentliche Nahrungskontingent stellen muss, da anderenfalls die relativ starke Individuendichte der Terricolafauna nicht erklärbar wäre. Auch Enchytraeiden, die von DELAMARE et BOUGIS im Trottoir in Mengen festgestellt wurden (!), dürfen als Nahrungsquelle, insbesondere der Gamasinen, nicht unterschätzt werden.

Unsicher ist zwar noch die Nahrung von *Axelsonia littoralis*, mit der leider keine Fütterungsversuche mehr angestellt werden konnten. Es scheint jedoch vielleicht berechtigt, auch für diese Art vorläufig eine carnivore Ernährungsweise anzunehmen, wie sie von einigen thalassobionten Collembolen bereits bekannt wurde (STRENZKE 1955, p. 6).

Es wäre wünschenswert und sehr aufschlussreich, über die produktions biologischen Verhältnisse im Trottoir, insbesondere über die Stellung der verschiedenen marinen Faunenelemente im Rahmen des Nahrungszyklus der gesamten Trottoir-Biozönose nähere Einzelheiten zu erfahren!

## ZUSAMMENFASSUNG

Untersucht wurde die terricole Fauna der von der Rotalge *Tenarea tortuosa* gebildeten Kalk-Trottoires in der Gezeitenzone der Côte des Albères. Es wurde eine artenarme, jedoch relativ individuenreiche charakteristische Kleinarthropodenfauna [Spinnen (1 Art), Milben (4), Pseudoskorpione (2), geophilomorphe Chilopoden (2 ?), Collembolen (1), Dipterenlarven (mindestens 3)] festgestellt. Die artmäßige Besiedlung der Trottoires erwies sich an verschiedenen Punkten der Côte des Albères als durchwegs gleichartig. Die Milben bilden mit durchschnittlich 90 % der gesamten terricolen Kleinarthropoden-fauna des Trottoirs die absolut dominierende Gruppe. Weitere quantitative Untersuchungsergebnisse, insbesondere über die Vertikalschichtung einzelner Arten, werden mitgeteilt. Einige wichtige im Trottoir wirkende ökologische Faktoren werden kurz besprochen.



BIBLIOGRAPHIE

- ANGELIER (E.), 1950. — Recherches sur la faune des sables littoraux méditerranéens. *Vie et Milieu*, I, 185-190.
- ATTEMS (G.), 1929. — Geophilomorpha in *Das Tierreich.*, Myriapoda I, p. 388.
- BEIER (M.), 1956. — Ein neuer *Blothrus* (Pseudoscorp.) aus Sardinien, und über zwei Pseudoscorpione des westmediterranen Litorals. *Fragm. Ent. Roma.*, II, 7, 55-63.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE (C.), 1950. — Collemboles marines de Banyuls. *Vie et Milieu*, I, 100-101.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE (C.), 1954. — Eaux souterraines littorales de la Côte catalane française. *Vie et Milieu*, V, 408-452.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE et BOUGIS (P.), 1951. — Recherches sur le trottoir d'algues calcaires effectuées à Banyuls pendant le stage d'été 1950. *Vie et Milieu*, II, 161-181.
- EVANS (G.-O.) u. BROWNING (E.), 1954. — Some inter-tidal mites from South-West England. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool.*, I, 413-422.
- FAGE (L.), 1909. — Un nouveau type d'Araignée marine en Méditerranée, *Desidiopsis Racovitzai* n. gen. n. sp., *Arch. Zool. Exp.*, IX, N. et R., 75-84.
- FAGE (L.), 1924. — Remarques sur la distribution géographique des Araignées marines (*Desis, Desidiopsis*). *Congr. Ass. Fr. Av. Sci.*, Liège, 977-982.
- FELDMANN (J.), 1937. — Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La Côte des Albères. *Rev. Algologique*, X, 1-139.
- HALBERT (J.-N.), 1915. — Clare Island Survey. Arachnida, Sect. II. Terrestrial and marine acari. *Proc. R. Irish Acad.*, XXXI, 39, 45-136.
- HALBERT (J.-N.), 1920. — The acarina of the seashore. *Ibid.*, XXXV, B, 106-152.
- HENNINGS (C.), 1903. — Zur Biologie der Myriapoden. I. Marine Myriapoden. *Biol. Zentralbl.*, XXIII, 720-730.
- PÉRÈS (J.-M.) et J. PICARD, 1952. — Les Corniches calcaires d'origine biologique en Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 4.
- STRENZKE (K.), 1955. — Collembola, in : *Die Tierwelt d. Nord- u. Ostsee*, XI. f. 2, p. 52.
- VERHOEFF (K.-W.), 1925. — Myriapoda-Chilopoda, in : *Bronn, Klass. u. Ordn. Tierr.*, V, 2, p. 725.
- WILLMANN (C.), 1939. — Terrestrische Acari der Nord- u. Ostseeküste. *Abh. Nat. Verein Bremen*, XXXI, 521-550.