

LICHT- UND RASTERELEKTRONENMIKROSKOPISCHE  
UNTERSUCHUNGEN ZUR SCHALENMORPHOLOGIE  
UND RASSENBIILDUNG BODENBEWOHNENDER  
TESTACEEN (PROTOZOA : RHIZOPODA)  
SOWIE VORSCHLÄGE  
ZUR BIOMETRISCHEN CHARAKTERISIERUNG  
VON TESTACEEN-SCHALEN

Wilfried SCHÖNBORN, Wilhelm FOISSNER und Ralf MEISTERFELD  
DDR-Jena, Zentralinstitut für Mikrobiologie und experimentelle Therapie der AdW,  
Beutenbergstraße 11  
Zoologisches Institut der Universität Salzburg,  
A-5020 Salzburg,  
Akademiestraße 26  
Institut der Zoologie der RWTH Aachen,  
D-5100 Aachen, Kopernikusstraße 16

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden einige neue und wenig bekannte Boden-Testaceen aus der DDR, Österreich und der BRD beschrieben und Vorschläge zur biometrischen Charakterisierung von Testaceen-Schalen unterbreitet. Von den gemessenen Parametern sollten angegeben werden: Arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ), Median (M), Standardabweichung (s), Standardfehler des Mittelwertes ( $S_{\bar{x}}$ ), Variabilitätskoeffizient ( $V_r$ ), Extremwerte, Stichprobenanzahl (n). Besonders der  $V_r$  ist wichtig, da er eine gute Möglichkeit bietet, die Konstanz eines Merkmals festzulegen. Mit Hilfe der biometrischen Daten wird für einige der untersuchten Populationen ein « Idealindividuum » konstruiert, das bestens dazu geeignet ist, verschiedene Populationen und Arten miteinander zu vergleichen. Die Protargolversilberung wird als neue Methode zur Darstellung von feinen Schalenstrukturen in die Testaceen-Forschung eingeführt. Sie ist eine wertvolle Ergänzung zur herkömmlichen lichtmikroskopischen und rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungsmethodik. Die Schale von *Centropyxis laevigata* (PENARD, 1890) ist sehr fein gefeldert. *Centropyxis oomorpha* nov. spec. unterscheidet sich durch die größere eiförmige bis ellipsoide Schale und das schmale, nur wenig invaginierte Pseudostom von den anderen Arten der Gattung. *Pseudawerintzewia orbistoma* nov. spec. gleicht mit Ausnahme des kreisrunden Pseudostoms *P. calcicola*. Die biometrischen Untersuchungen weisen darauf hin, daß *C. oomorpha* und *P. orbistoma* geographische Rassen bilden. *Edaphonobiotus campascoides* nov. gen., nov. spec. besitzt eine kragenartige Erweiterung um das Pseudostom. Die Schale ist hyalin und mit Xenosomen belegt. Dieser Genus ähnelt der Süßwassergattung *Campascus* und den marinen Genera *Centropyxiella*, *Psammonobiotus* und *Micropsammella*.

SUMMARY

Some new and little known soil Testacea from GDR, Austria, and FRG are described and proposals to biometrical characterization of testacean shells are made. From the measured parameters should be nominated: arithmetic mean ( $\bar{x}$ ), median (M), standard deviation (s), standard error of the mean ( $s_{\bar{x}}$ ), coefficient of variation ( $V_r$ ), extreme values, random numbers (n). Especially important is the  $V_r$ , because he offers a good possibility to establish the steadiness of a trait. With the help of the biometrical dates an "ideal-individual" for some of the investigated populations are constructed. This "ideal-individual" is very suitable to compare several populations and species.

The method of "Protargolversilberung" is introduced as a new method of preparation of slight shell structures in the testacean research. It is a valuable completion to the traditional light and scanning electron microscopical methods. The shell of the investigated *Centropyxis laevigata* (PENARD, 1890) shows a very fine structural pattern. *Centropyxis oomorpha* nov. spec. differs from the other species of the genus by the bigger oviform till elliptical shell and the narrow aperture with few invagination. The species *Pseudawerintzewia orbistoma* nov. spec. and *P. calcicola* resemble each other with exception of the circular aperture. The biometrical investigations discovered geographical races of *C. oomorpha* and *P. orbistoma*. *Edaphonobiotus campascoides* nov. gen., nov. spec. has a collar-like enlargement around the aperture. The agglutinate shell is hyaline. This genus is similar to the freshwater genus *Campascus* and the marine genera *Centropyxiella*, *Psammonobiotus* and *Micropsammella*.

## I. EINLEITUNG

Die Erfassung der bodenbewohnenden Protozoenarten scheint noch nicht abgeschlossen zu sein. Trotz der in der letzten Zeit erfolgten intensiven taxonomischen Erforschung der Bodentestaceen, werden für diese Gruppe noch ständig neue Arten entdeckt (z.B. BONNET, 1979, 1980; COUTEAUX, 1978; COUTEAUX und CHARDEZ, 1981). Auch erweist es sich als notwendig, bereits beschriebene Arten mit Hilfe moderner Methoden erneut zu untersuchen, da ihre Schalenmorphologie zum Teil erst ungenügend bekannt ist.

Im folgenden werden 3 neue Arten (darunter eine neue Gattung) und der Feinbau der Schale von *Centropyxis laevigata* beschrieben.

## II. MATERIAL UND METHODEN

### 1. Fundortsbeschreibungen der untersuchten Arten

#### *Centropyxis laevigata*

**Fundort 1:** Nähe Grafenwörth, Niederösterreich. Die Art fanden wir im Boden eines Feldes, auf dem Fruchtwechselwirtschaft mit massivem Einsatz von Kunstdüngern und Pestiziden betrieben wird. Die Ernterückstände werden eingeackert. Die Tiere kamen in der Bodenschicht von 0-10 cm Tiefe nur vereinzelt vor, vermehrten sich aber in mit Wasser und eingearbeitetem Stroh angesetzten Proben nach etwa 4 Wochen ziemlich stark. Bodenart: sandig-schluffiger Lehm, pH-Wert (elektrometrisch in 0.01 M Ca Cl<sub>2</sub>-Lösung): 7.5, CaCO<sub>3</sub>% (n. Scheibler): ~16.8, Humusgehalt % (nasse Verbrennung in schwefelsaurer Lösung, ohne Kochen): ~1.5, C/N %: ~6.5, CO<sub>2</sub>-Ausstoß mg/100 g (n. Isermeyer) in 0-5 cm Bodentiefe: ~35.

**Fundort 2:** Bei Jena, DDR. Die untersuchten Tiere stammen aus dem Boden eines Mischwaldes, in dem *Fraxinus exelsior* und *Robinia pseudo-acacia* dominieren. Humusform: Mull (Rendzina); pH-Wert (H<sub>2</sub>O): 7.5; C/N: 19.0.

#### *Centropyxis oomorpha*

**Fundort 1:** Bei Jena, DDR. Die Art wurde im Boden eines Buchenwaldes (*Fagus silvatica*) gefunden. Humusform: Mullartiger Moder; pH-Wert (H<sub>2</sub>O): 5.1; C/N: 21.0. Außerdem trat sie vereinzelt in Mullböden der Muschelkalkberge um Jena auf (s. Fundort 2 für *C. laevigata*).

**Fundort 2:** Im Boden eines Kalkbuchenwaldes (Stadtwald bei Göttingen) unter *Mercurialis perennis*. Bodentyp Terra fusca — Rendsina, pH (CaCl<sub>2</sub>): 5.7; C/N: 12.9. Begleitende Arten: *Centropyxis plagiostoma*, *Geopyxella sylvicola* und *Pseudawerintzewia calcicola*.

#### *Edaphonobiotus campascoides*

**Fundort:** Stubnerkogel bei Badgastein (Hohe Tauern, Bundesland Salzburg, 47°07' N, 13°07' E, etwa 1800 m Meereshöhe), Niederösterreich. Diese Art fanden wir in der oberen Bodenschicht (0-10 cm).

Am häufigsten kam sie in zwei Erlenbeständen (*Alnetum viridis*) der subalpinen Waldgrenze vor, an die Zwergsträucher und aufkommende Fichte (*Picea abies*) angrenzen. Vereinzelt fanden wir sie ferner in einer wenig bewirtschafteten, stark mit Germer (*Geum montanum*) verunkrauteten Almwiese, die sich zwischen den beiden oben erwähnten Erlenhorsten befindet.

#### *Pseudawerintzewia orbistoma*

**Fundort 1:** Bei Baumgarten, Niederösterreich. Die Art kam im Boden eines Mischwaldes (*Fagus silvatica*, *Pinus silvestris*, *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Quercus cerris*) vor.

Die folgenden Angaben über die Bodenverhältnisse beziehen sich auf die Bodentiefe von 5-10 cm, wo diese Art zeitweise dominant war. Bodenart: zur Lessivierung neigende Braunerde, pH-Wert: 7.2; CaCO<sub>3</sub>%: ~3.4; Humusgehalt %: ~4.1, C/N %: ~9.5; CO<sub>2</sub>-Ausstoß mg/100 g: ~92. (Messungsmethoden s. oben).

**Fundort 2:** Bei Jena, DDR. Die Art kam zusammen mit *C. oomorpha* im Boden eines Buchenwaldes (*Fagus silvatica*) vor.

## 2. Untersuchungsmethoden

Zur rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung wurden die Schalen mit destilliertem Wasser gewaschen und anschließend auf etwa  $5 \times 5$  mm großen Glasobjektträgern luftgetrocknet. Die Objektträger wurden mit UHU-hart auf SEM-Objektträger angeklebt, mit einer Leitsilberbrücke versehen, mit Gold besputtert und mit dem Cambridge Stereoscan Mark II bzw. JSM-35 untersucht. Die elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden durch lichtmikroskopische Untersuchungen im Durchlicht und Phasenkontrast ergänzt.

Die biometrischen Analysen wurden an in Gelatinol (CHROMA, Stuttgart) eingebetteten Schalen vorgenommen.

Die Schalenstruktur von *Edaphonobiotus* wurde mit der von FOISSNER (1982) beschriebenen Protargolversilberung dargestellt. Die Erfolge mit dieser Methode sind überzeugend — auch bei anderen Arten — weshalb sie für taxonomische Untersuchungen an Testaceen empfohlen wird.

## 3. Vorschläge zur biometrischen Charakterisierung von Testaceen

Beim 1. Internationalen Symposium über « Taxonomie und Ökologie der Thecamöben » wurden wertvolle Richtlinien zur Vereinheitlichung und Präzisierung der Artbeschreibung bei Testaceen beschlossen (ANONYMUS, 1977). Diese Vorschläge fanden aber, überblickt man die seitdem erschienenen Neubeschreibungen, wenig Beachtung. MEISTERFELD (1979) hat dieses Problem daher erneut zur Diskussion gestellt und auf die Notwendigkeit sorgfältiger biometrischer Analysen hingewiesen, ohne allerdings detaillierte Hinweise zu geben. Dies soll hier nachgeholt werden, wobei wir uns im wesentlichen auf die für Ciliaten von BERGER (1978) und FOISSNER (1982) erarbeiteten Grundlagen stützen. Gerade bei den Testaceen, wo viele Arten und Varietäten nur durch die Größe bestimmter Parameter voneinander unterschieden worden sind, erscheint uns eine genaue biometrische Analyse bei Neu- und Wiederbeschreibungen unerlässlich. Nur auf diese Weise wird man mit der Zeit belegen können, in welchem Ausmaß bestimmte Merkmale zur Abgrenzung von Arten und Varietäten überhaupt geeignet sind und das derzeit herrschende Chaos etwas ordnen können.

### a) Biometrische Charakterisierung

Zur biometrischen Charakterisierung schlagen wir folgende Mittelwerte und Momente vor: 1) arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ), 2) Median (M), 3) Standardabweichung (s); 4) Standardfehler des Mittelwertes ( $s_{\bar{x}}$ ), 5) Variabilitätskoeffizient (V), 6) Extremwerte, 7) Stichprobenanzahl (n).

Die Formeln für die Berechnung dieser Größen können einschlägigen Lehrbüchern über Biostatistik entnommen werden (z.B. SACHS, 1972; CAVALLI-SFORZA, 1974). Die Berechnungen können mit besseren Taschenrechnern

ohne Schwierigkeiten und ohne großen Zeitaufwand ausgeführt werden.

Mit diesen Angaben können auch höherwertige mathematische Operationen (z.B. Varianzanalysen) durchgeführt werden, sobald Daten von mehreren Populationen einer Art vorliegen. Von großer Bedeutung ist der Variabilitätskoeffizient, der die Streuung im Verhältnis zum Mittelwert, und zwar in Prozenten des Mittelwertes angibt. Er bietet auf lange Sicht eine ausgezeichnete Möglichkeit, die konstanten oder wenig variablen Merkmale einer Art oder einer bestimmten Gruppe (Gattung, Familie) aufzufinden. Dazu ist es nötig, möglichst viele mess- und zählbare Merkmale einer Art aufzunehmen. Wenn schließlich eine genügende Anzahl von Arten und Populationen einer Gattung untersucht worden sind, können die Variabilitätskoeffizienten verglichen und geordnet werden und die konstanten oder wenig variablen Merkmale innerhalb der Gattung festgelegt werden. Um statistisch brauchbare Werte zu erhalten, sollten mindestens 10, am besten aber 20-30 Individuen einer Population vermessen werden (FOISSNER, 1982).

### b) Konstruktion des « Idealindividuums » einer Population

Der Median oder Zentralwert ist die Maßzahl des in der Mitte stehenden Individuums in der nach der Größe der Maßzahlen geordneten Reihe aller Individuen. Man verwendet ihn vor allem bei unsymmetrischen Verteilungen. Wir schlagen vor, ihn zur Konstruktion des « Idealindividuums » einer untersuchten Population, deren Verteilung oft nicht bekannt ist, zu verwenden. Dazu werden die Median-Werte auf Millimeterpapier übertragen und mit einem Kurvenlineal entsprechend der Grundform der Art miteinander verbunden. Dieses stark schematisierte « Idealindividuum » bietet eine übersichtliche Vergleichsmöglichkeit und ist sozusagen die graphische Darstellung der biometrischen Analyse. Darin können in unzweideutiger Weise auch die gemessenen Parameter eingetragen werden (Abb. 1f, 2c, 17d, 25d).

## III. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### 1. *Centropyxis laevigata* (PENARD, 1890) (Abb. 1a-f, 3-13, Tab. 1)

*Morphologie*: Schale ellipsoid, selten annähernd kreisförmig, etwa 2-3:1 abgeflacht, im frontalen Bereich etwas stärker als im hinteren, so daß sich eine keilförmige Seitenansicht ergibt (Abb. 1d, e, 10). Im Schnitt durch die längere Achse ist die Schale dagegen gleichmäßig gewölbt (Abb. 1c, 9, 13). Pseudostom regel- bis unregelmäßig ellipsoid, stets deutlich azentral gelagert, so daß ein schmalerer frontaler und ein breiterer hinterer Schalenabschnitt entsteht. Auf der längeren Schalenachse liegt es im statistischen Mittel dagegen im Zentrum der Schalen-

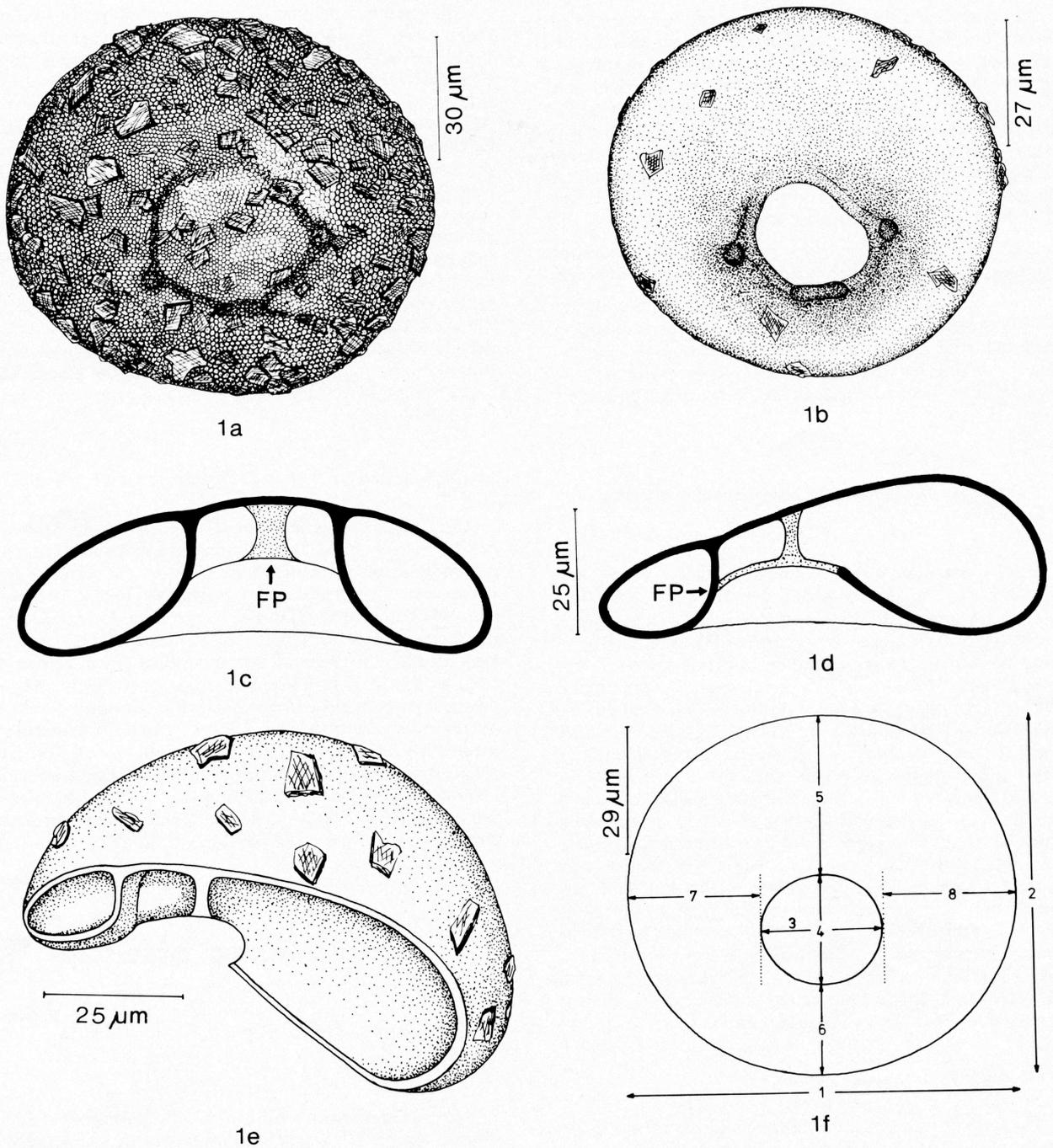


ABB. 1a-f. — *Centropyxis laevigata*. 1a : Dorsalansicht einer mit mäßig vielen Xenosomen belegten Schale. 1b : Ventralansicht einer mit nur sehr wenigen Xenosomen belegten Schale. Schalenstruktur nicht eingezeichnet. 1c : Ansicht von hinten. FP = frontaler Pfeiler. 1d : Seitenansicht. FP = frontaler Pfeiler. 1e : dreidimensionale Rekonstruktion einer in der Mitte aufgeschnittenen Schale. 1f : « Idealindividuum », konstruiert nach den biometrischen Daten (s. Tabelle 1).

TABELLE 1

Biometrische Charakteristik von *Centropyxis laevigata*. Erklärung der Merkmale s. Abb. 1f. Die oberen Werte jeder Merkmalsreihe beziehen sich auf die Population von Grafenwörth, die unteren auf die von Jena. (Maßangaben in  $\mu\text{m}$ )

MERKMAL	$\bar{x}$	M	s	$s_k$	$V_r$	EXTREMWERTE	n
1	89.1	88.5	14.2	3.2	16.0	68 - 126	20
	89.1	92.5	12.3	3.9	13.8	68 - 105	10
2	82.6	81.0	14.5	3.2	17.5	61 - 126	20
	85.7	83.9	13.7	4.3	16.9	65 - 105	10
3	28.7	28.0	9.3	2.1	32.4	17 - 61	20
	26.4	26.5	2.7	0.8	10.2	19 - 31	10
4	25.8	25.5	9.7	2.2	37.4	15 - 61	20
	24.9	24.7	4.8	1.5	19.3	18 - 35	10
5	37.1	37.0	5.4	1.2	14.7	31 - 51	20
	36.5	36.4	4.5	1.4	12.3	30 - 43	10
6	21.0	20.0	3.1	0.7	14.9	17 - 29	20
	23.2	23.1	3.5	1.1	15.1	18 - 28	10
7	30.8	31.0	4.6	1.0	14.8	23 - 37	20
	31.0	30.5	5.0	1.1	16.2	23 - 42	20
Höhe der Schale	27.1	28.0	6.6	1.6	24.2	14 - 35	16
	35.2	34.6	5.8	1.8	16.5	28 - 42	10
Anzahl der Pfeiler	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	3 - 3	20

achse. Ventralseite im frontalen Bereich zum Mund hin sehr steil nach dorsal abfallend, im hinteren Bereich dagegen mäßig steil auslaufend. Durch den steilen Abfall im frontalen Bereich ist der Pseudostomrand hier in Aufsicht scheinbar verdickt. Die ventrale Schalenwand bildet beim Mund einen breiteren frontalen und zwei schmalere seitliche Pfeiler aus, die an der Innenwand der Dorsalseite befestigt sind. In Dorsal- und Seitenansicht ist die Schale an den Ansatzstellen der 3 Pfeiler mehr oder minder deutlich grubenförmig vertieft (Abb. 1a, e, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 13).

Junge Schalen hell-, ältere dunkelbraun, wenig bis dicht mit dünnen, farblosen Xenosomen, vermutlich Quarzplättchen belegt, ventral meist etwas weniger dicht als dorsal. Häufig sind die Plättchen so dünn, daß die darunter liegende Schalenstruktur sowohl licht- als auch rasterelektronenmikroskopisch noch erkennbar ist (Abb. 6, 7). Schale ziemlich weich, biegsam, sechseckig bis polygonal gefeldert. Felder ungefähr  $0.5 \mu\text{m}$  groß, auch lichtmikroskopisch bei starken Vergrößerungen ohne Schwierigkeiten sichtbar (Abb. 1a, 6, 7, 8, 12).

Bei älteren Schalen ist sie manchmal nur mehr undeutlich erkennbar (Abb. 5).

Die Daten zur biometrischen Analyse der beiden untersuchten Populationen sind in Tab. 1 angegeben. Die Konstruktion des « Idealindividuum » gibt Abb. 1f wieder.

Plasmakörper farblos, häufig dicht gefüllt mit gefressenen braunen Pilzhyphen, Kieselalgen und mineralischen Bodenpartikeln sowie vielen kleinen, farblosen, kugelför-

migen Einschlüssen. Mehrere kontraktile Vakuolen, 1 Nucleus.

**Diskussion:** Die biometrischen Daten der beiden aus Österreich und der DDR untersuchten Populationen weichen nicht signifikant voneinander ab (Tab. 1).

Der Schalenaufbau dieser Art wurde bereits von PENARD (1902) richtig beschrieben. Doch gibt es in der darauffolgenden Literatur unklare Beschreibungen und Zeichnungen. Auch bei DEFLANDRE (1929) gibt es noch diese Unklarheiten (S. 364, Abb. 143/144). Eine genaue Beschreibung (einschließlich einiger bisher unbekannter morphologischer Details) der Schale, sowie ihre rasterelektronenmikroskopische Untersuchung hielten wir daher für erforderlich.

## 2. *Centropyxis oomorpha* nov. spec. (Abb. 2a-d, 14-16, Tab. 2 und 3)

**Diagnose:** Schale  $74-134 \times 53-72 \times 45-66 \mu\text{m}$ ; In ventraler Ansicht ist die Schale eiförmig bis elliptisch, in Seitenansicht halbkreisförmig. Der vordere Teil der Schale ist schwach nach unten abgewinkelt und trägt das Pseudostom. Pseudostom schmal mit gebogenem Vorderrand.

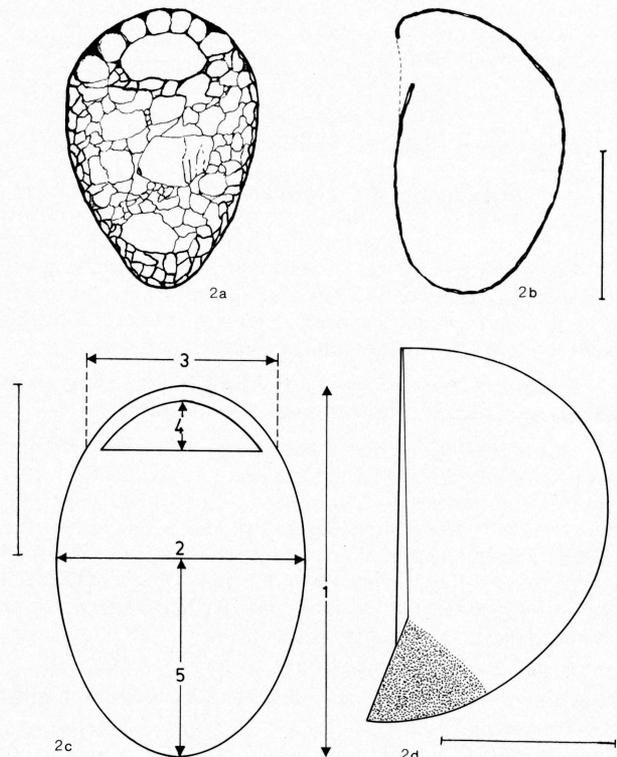


ABB. 2a-d. — *Centropyxis oomorpha*. a: Ventralansicht. b: Lateralansicht (Göttinger Population). Skala  $45 \mu\text{m}$ . c: « Idealindividuum » der Jenaer Population. d: Lateralansicht (Jenaer Population). Skala  $50 \mu\text{m}$ .

TABELLE 2

Biometrische Charakteristik von *Centropyxis oomorpha*. Erklärung der Merkmale s. Abb. 2c. Die oberen Werte jeder Merkmalsreihe beziehen sich auf die Population von Jena, die unteren auf die von Göttingen. (Maßangaben in  $\mu\text{m}$ )

MERKMAL	$\bar{x}$	M	s	$s_x$	$V_r$	EXTREMWERTE	n
1	103.6	99.5	14.1	4.1	13.6	92 - 134	12
	86.2					74 - 94	
2	66.5	66.0	5.1	1.5	7.7	59 - 72	12
	58.9					53 - 62	
3	52.1	58.0	9.1	2.6	17.5	38 - 60	12
4	13.9	13.4	5.0	1.4	36.0	8 - 21	12
	14.3					12 - 16	
5	48.2	52.8	13.0	3.7	27.0	30 - 63	12
Höhe der Schale	57.6	56.2	7.0	2.0	12.1	48 - 66	12
	52.3					45 - 58	

TABELLE 3

Größenunterschiede der gemessenen Individuen von *Centropyxis oomorpha* aus Jena (n = 12) und Göttingen (n = 14-17). Vertrauensintervall bei 95 % Wahrscheinlichkeit

MERKMAL	JENA	GÖTTINGEN
Schalenslänge ( $\mu\text{m}$ )	103.6 $\pm$ 9.0	86.2 $\pm$ 2.3
Schalensbreite ( $\mu\text{m}$ )	66.5 $\pm$ 3.3	58.9 $\pm$ 1.5
Schalenshöhe ( $\mu\text{m}$ )	57.6 $\pm$ 4.4	52.3 $\pm$ 2.4

*Locus typicus* : Buchenwald-Boden bei Göttingen.

*Aufbewahrungsort des Typenmaterials* : Britisches Museum in London.

*Beschreibung* : Schale in ventraler Ansicht eiförmig bis elliptisch, in Seitenansicht halbkreisförmig. Vorderer Pseudostomrand stärker konvex als der hintere. Ventralseite eben, zum Pseudostom hin leicht eingesenkt.

Der vordere Schalenteil ist schwach visierartig nach unten abgewinkelt und trägt das Pseudostom.

Das Verhältnis Höhe/Länge liegt zwischen 0.56 und 0.65, das von Breite/Länge zwischen 0.62 und 0.75. Die Bedeckung der gelbbraunen bis braunen Schalen besteht aus flachen Mineralpartikeln, die den Gehäusen eine glatte Oberfläche verleihen. Die vordere Pseudostomlippe wird in der Regel von einer Reihe größerer Plättchen gebildet. Schalenkitt farblos, im REM konnten keine Kittstrukturen beobachtet werden.

Kern elliptisch (17  $\mu\text{m}$   $\times$  13  $\mu\text{m}$ ), mit einem Nukleolus, von einem « Chromidium » umgeben. Pseudopodien nicht beobachtet.

*Diskussion* : Die Zuordnung zur Gattung *Centropyxis* erfolgt wegen der exzentrischen Lage des Pseudostoms und dessen, wenn auch nur schwach ausgebildeten Invagination. Letztere schließt eine Einordnung in die Gattung *Proplagiopyxis* aus. Von Arten der Gattung *Plagiopyxis* unterscheidet sie sich durch ihr unverdecktes Pseudostom.

In ventraler Ansicht erinnert die neue Art an *Centropyxis ovalis* DECLOITRE (DECLOITRE, 1974), von der sie sich aber durch größere Länge, das kleinere Breiten-, Längenverhältnis, die Schalenshöhe und die geringeren Pseudostomabmessungen unterscheidet.

Größere Ähnlichkeiten bestehen zu *Plagiopyxis rostrata* BONNET (BONNET, 1974); die Schale zeigt jedoch noch keine Kryptostomie und ist daher noch nicht in die Gattung *Plagiopyxis* einzuordnen. Das Pseudostom der neuen Art ist bei dorsaler Schalenlage noch deutlich zu sehen und nur wenig von dem « Visier » verdeckt. Nur bei einigen Schalen sind schwache Ansätze zu einer Kryptostomie vorhanden. Bei Verstärkung dieser Tendenz kann man sich vorstellen, wie aus einer *Centropyxis* eine *Plagiopyxis* wird.

Die Tab. 2 zeigt, daß die Schalensmaße der neuen Art sehr schwanken können. Es bestehen bereits signifikante Schalensunterschiede ( $t < 0,05$ ) zwischen der Göttinger und der Jenaer Population (Tab. 3), denen man den Status von geographischen Rassen zubilligen muß. In der Jenaer Population streuen die Schalensmaße viel stärker als in der Göttinger. Dies kommt auch in den Formenmerkmalen zum Ausdruck. Während die Individuen der Göttinger Population eiförmig gestaltet sind (wobei der hintere Schalenteil spitzer als der vordere ist), schwankt die Schalenform der Jenaer Population von eiförmig (mit dem spitzen Pol hinten) über elliptisch bis eiförmig mit dem spitzen Pol am Vorderteil (Abb. 2a, 14, 15). Das « Idealindividuum » aus der Jenaer Rasse ist in Abb. 2c wiedergegeben. In der Jenaer Population waren etwa 60% eiförmig gestaltet (davon ~40% mit dem spitzen Pol am hinteren Schalenteil) und 40% elliptisch. Übergänge zwischen den Extremen sind in mannigfaltiger Weise vorhanden.

Das Visier scheint auch in der Göttinger Population geringer ausgebildet zu sein als in der Jenaer Population (Abb. 2b, 16).

### 3. *Edaphonobiotus* nov. gen.

*Diagnose* : Schale bauchig erweitert, mit Xenosomen belegt und in einen ventralwärts gebogenen Hals mit dem Pseudostom auslaufend. Der Hals ist um das Pseudostom zu einem Krage erweitert.

*Genotypus* : *Edaphonobiotus campascoides* nov. spec. Aufbewahrungsort des Typenmaterials : Oberösterreichisches Landesmuseum Linz.

*Edaphonobiotus campascoides* nov. spec. (Abb. 17a-d, 18-24, Tab. 4)

*Diagnose* : 32-42  $\times$  16-22  $\mu\text{m}$  große, farblose, zarte Schalen, die in einen ventral gebogenen Hals auslaufen, an dessen Ende sich das Pseudostom befindet. Um das Pseudostom ist der Hals zu einem Krage erweitert. Die Schalenbedeckung besteht aus zarten Plättchen.

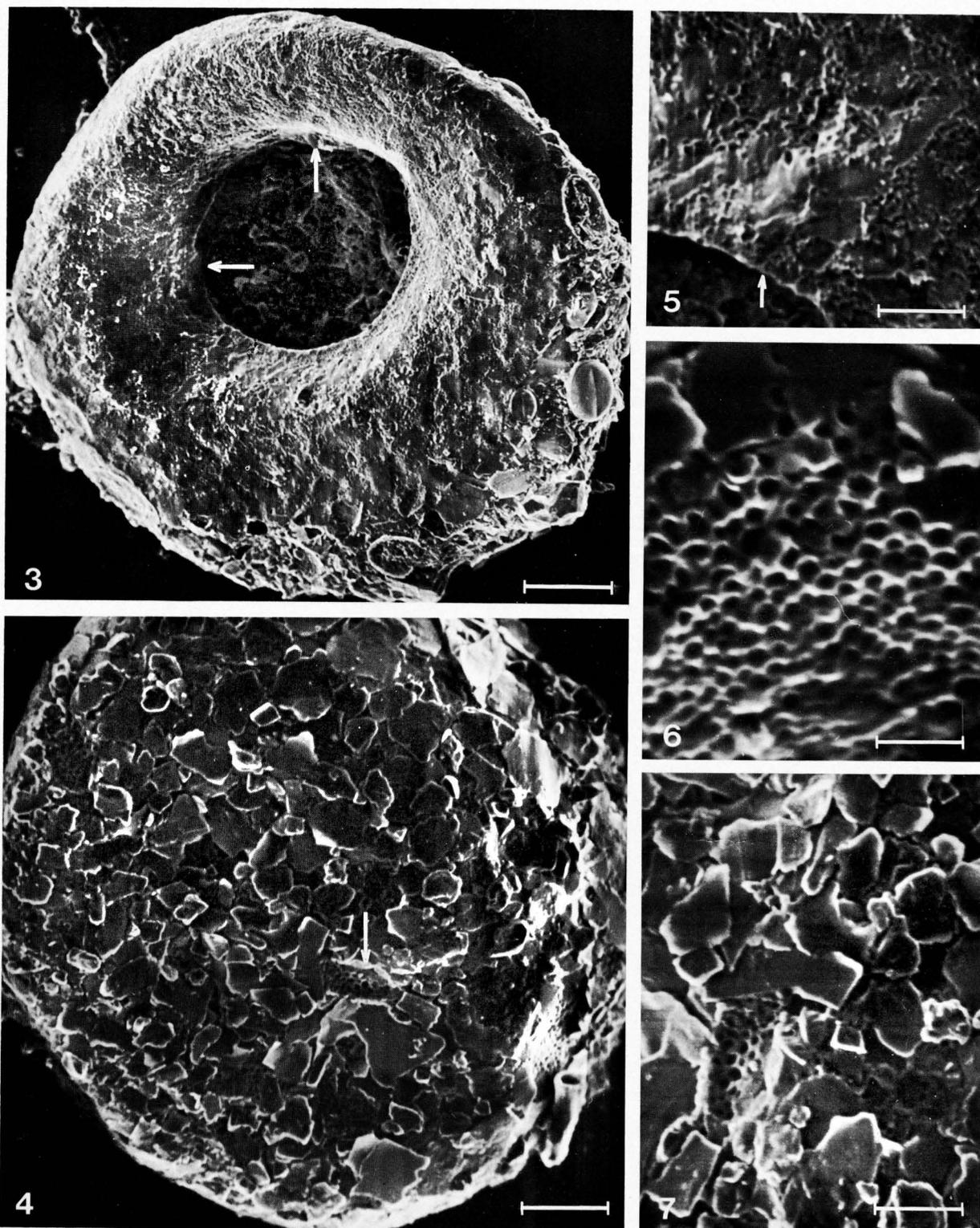
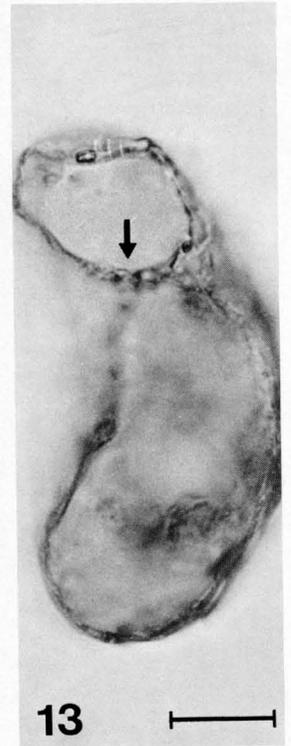
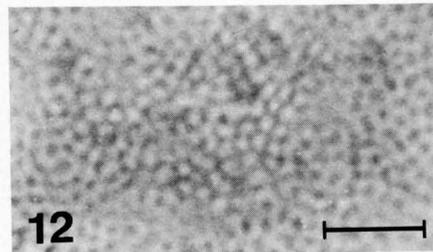
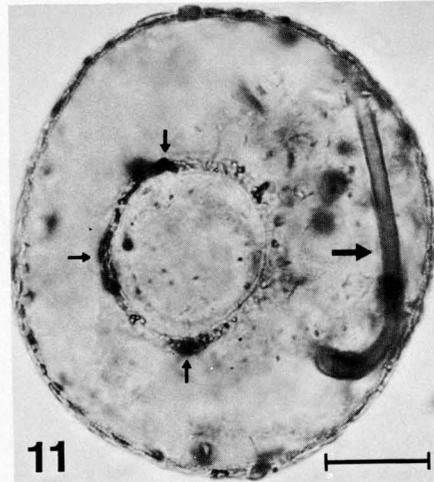
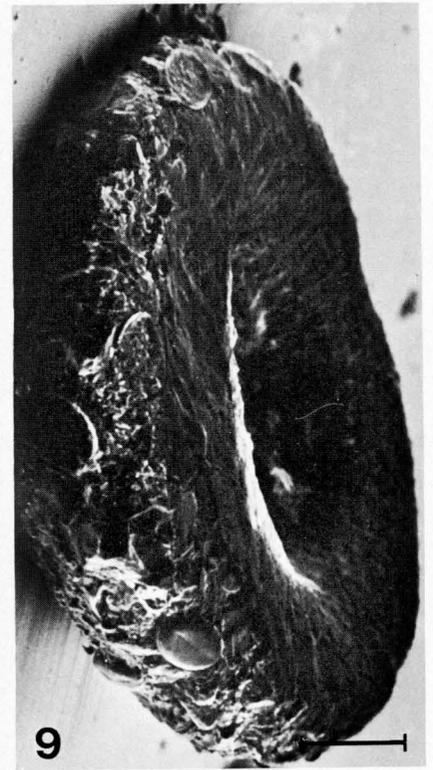
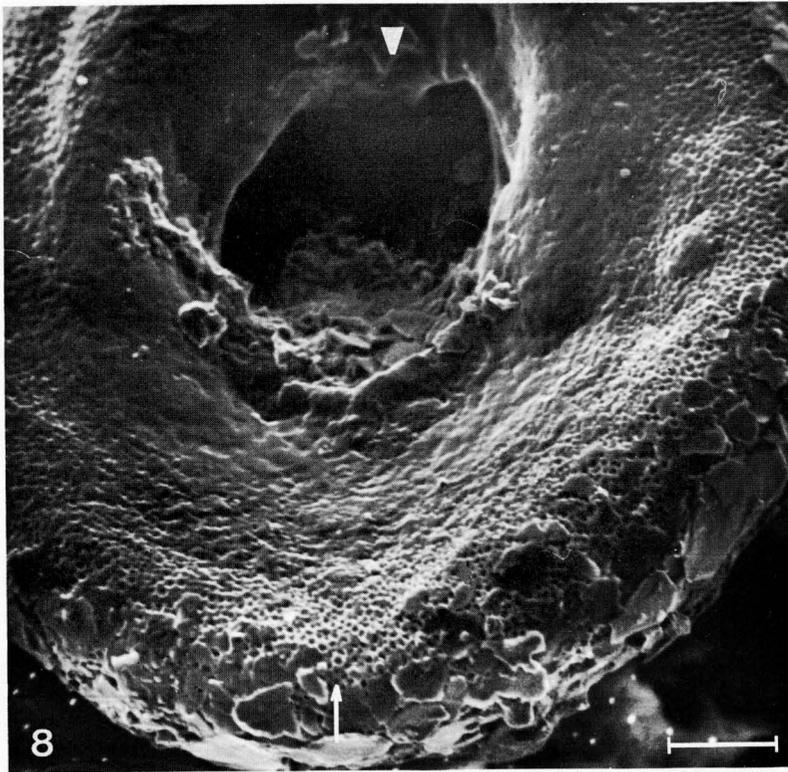


ABB. 3-7. — *Centropyxis laevigata*. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen. 3 : Ventralansicht einer mäßig stark mit Xenosomen belegten Schale. Die Pfeile weisen auf die Pfeiler. Skala 12  $\mu\text{m}$ . 4 : Dorsalansicht einer sehr stark mit Xenosomen belegten Schale. Der Pfeil weist auf den in Abb. 7 stärker vergrößerten Ausschnitt. Skala 12  $\mu\text{m}$ . 5 : stärker vergrößerter Ausschnitt der in Abb. 3 dargestellten Schale. Der Pfeil weist auf den Rand des Pseudostoms. Skala 6  $\mu\text{m}$ . 6 : sehr stark vergrößerter Ausschnitt der in Abb. 8 dargestellten Schale. Skala 3  $\mu\text{m}$ . 7 : stärker vergrößerter Ausschnitt der in Abb. 4 dargestellten Schale. Skala 6,5  $\mu\text{m}$ .



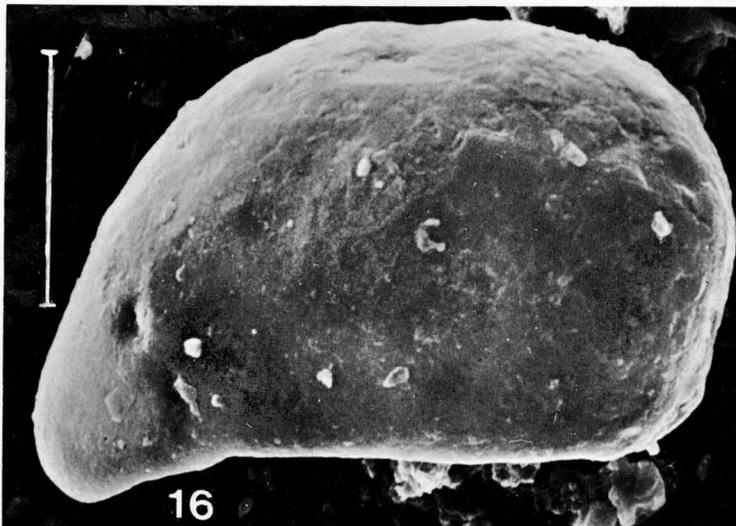
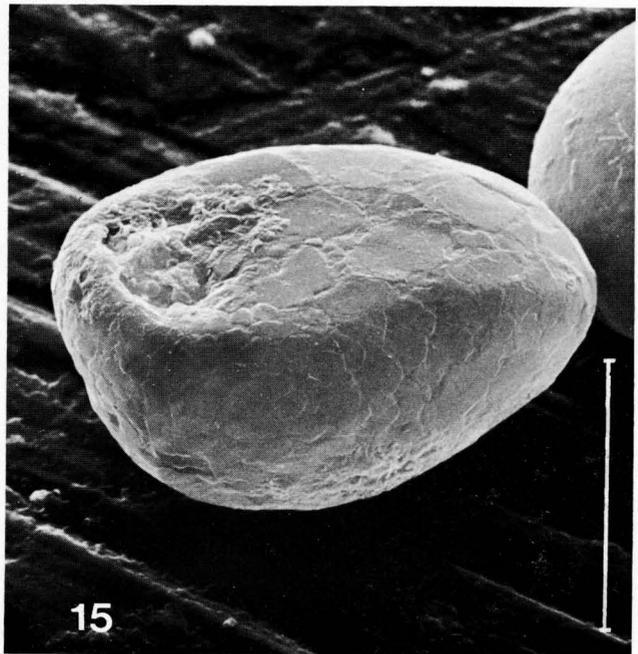
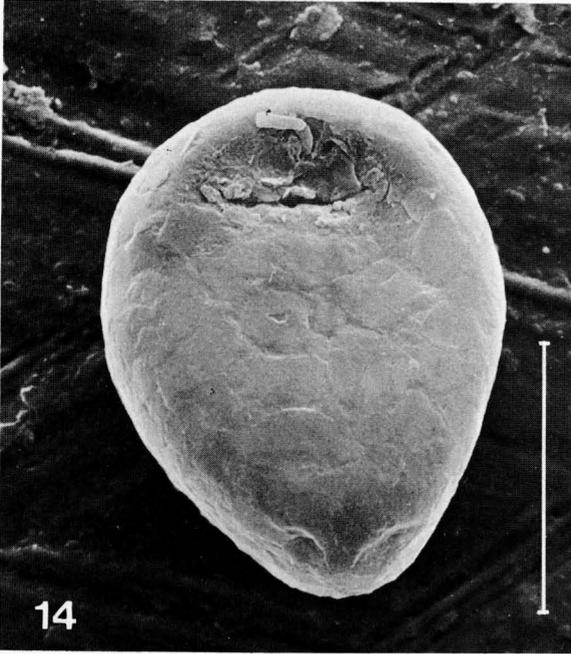


ABB. 14-16. — *Centropyxis oomorpha*. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen. 14 : Ventralansicht. 15 : Lateralansicht (Göttinger Population). Skala 45  $\mu\text{m}$ . 16 : Lateralansicht (Jenaer Population). Skala 40  $\mu\text{m}$ .

ABB. 8-13. — *Centropyxis laevigata*. Rasterelektronenmikroskopische (8, 9, 10) und lichtmikroskopische (11, 12, 13) Aufnahmen. 8 : Ventralansicht der Pseudostomregion. Der Pfeil weist auf den in Abb. 6 stärker vergrößerten Ausschnitt. Das Dreieck markiert den frontalen Pfeiler. Skala 11  $\mu\text{m}$ . 9 : dieselbe Schale wie in Abb. 3 in Seitenansicht. Skala 13  $\mu\text{m}$ . 10 : dieselbe Schale wie in Abb. 3 in schräger Ansicht von vorn. Der Pfeil weist auf einen der beiden seitlichen Pfeiler. Skala 13  $\mu\text{m}$ . 11 : Ventralansicht einer belebten Schale. Der große Pfeil weist auf eine gefressene Pilzhyphe, die kleinen Pfeile markieren die Pfeiler. Skala 21  $\mu\text{m}$ . 12 : Teil des Gehäuses stark vergrößert. Skala 3  $\mu\text{m}$ . 13 : Gehäuse in schräger Ansicht von hinten. Der Pfeil weist auf den frontalen Pfeiler. Skala 14  $\mu\text{m}$ .

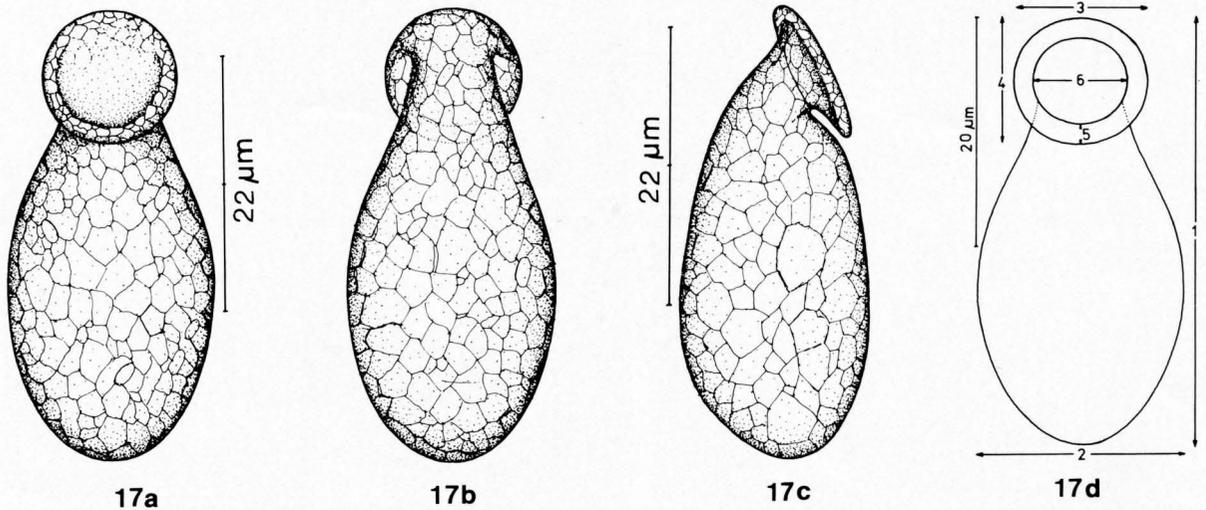


ABB. 17a-d. — *Edaphonobiotus campascoides*. a : Ventralansicht. b : Dorsalansicht. c : Lateralansicht. d : « Idealindividuum », konstruiert nach den biometrischen Werten der Tab. 4.

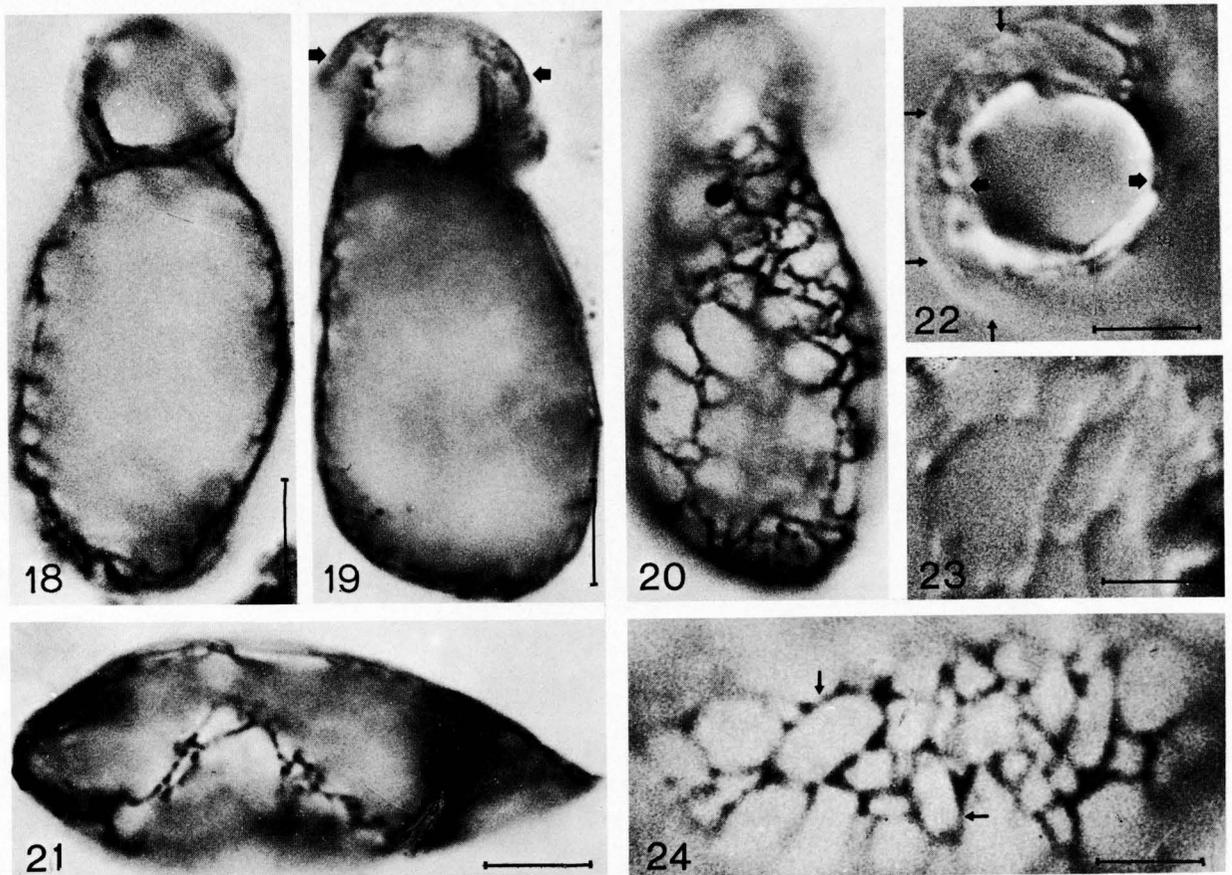


ABB. 18-24. — *Edaphonobiotus campascoides* nach Protargolimpregnation (Abb. 18, 19, 20, 21, 24) und im Interferenzphasenkontrast (Abb. 22, 23). 18 : Ventralansicht. Skala 6.6 µm. 19, 20 : Dorsalansicht eines einzigen Individuums in verschiedener Fokushöhe. Die Pfeile markieren den Pseudostromkragen. Skala 6.9 µm. 21 : Lateralansicht. Skala 6.8 µm. 22 : Aufsicht auf das Pseudostom. Die dicken Pfeile markieren die Pseudostomöffnung, die dünnen den Pseudostomkragen. Skala 3.9 µm. 23 : Detail der Schale. Die Plättchengrenzen sind erkennbar. Skala 7 µm. 24 : Detail der Schale. Die Pfeile weisen auf auffallend regelmäßig geformte Plättchen. Skala 5 µm.

TABELLE 4

Biometrische Charakteristik von *Edaphonobiotus campascoides*. Die Merkmale 1a und 2a basieren auf nicht präparierten Exemplaren, alle anderen auf protargolversilberten Individuen. Alle Maßangaben in  $\mu\text{m}$ . Erklärung der Merkmale s. Abb. 17d

MERKMAL	$\bar{x}$	M	s	$s_x$	$V_r$	EXTREMWERTE	n
1	36.9	37.0	2.6	0.7	7.2	32 - 42	16
1a	36.6	35.0	2.9	0.9	7.9	34 - 40	11
2	18.7	18.0	1.9	0.5	10.0	16 - 22	16
2a	18.1	17.0	1.8	0.5	10.1	17 - 23	12
3	11.8	11.0	1.2	0.3	9.9	10 - 14	16
4	11.1	11.0	1.9	0.5	16.7	8 - 14	16
5	1.9	1.7	0.4	0.1	21.3	1.5 - 2.5	16
6	7.5	7.0	0.6	0.2	8.4	7 - 8.4	16

*Locus typicus*: Erlenwald-Boden (*Alnetum viridis*) der subalpinen Waldgrenze, an die Zwergsträucher und aufkommende Fichten (*Picea abies*) grenzen, des Stubnerkogels bei Badgastein (Hohe Tauern, Bundesland Salzburg, Niederösterreich; 47°07' N, 13°07' E) in etwa 1800 m Höhe.

*Beschreibung* Schale farblos, sehr durchsichtig und zart, fällt leicht in sich zusammen. Im Durchlicht strukturlös, mit dem Interferenzphasenkontrast sind sehr zarte, meist unregelmäßig geformte Plättchen erkennbar (Abb. 23). Die Grenzen dieser Plättchen imprägnieren sich intensiv mit Protargolsilber. Auch hier erscheinen sie meist sehr unregelmäßig geformt und etwa 2-10  $\mu\text{m}$  groß. Zwischen den unregelmäßigen Plättchen sind vereinzelt ovale, regelmäßige Strukturen eingelagert, vielleicht Trinema- oder Corythion-Schuppen (Abb. 24).

Form der Schale weitgehend konstant, hinten und vorn breit gerundet, in der Mitte bauchartig erweitert, zum Pseudostom hin deutlich verengt (Abb. 17a, b, 18). Querschnitt meist fast kreisrund, seltener leicht ellipsoid oder angedeutet dreieckförmig (Abb. 17a, 19, 20, 21). Pseudostomöffnung und Pseudostomkragen kreisrund bis ganz elliptisch (Abb. 17a, 18, 22). Der Pseudostomkragen flacht sich nach vorn aus und geht dort kontinuierlich in den kurzen, röhrenförmigen Hals über. Hals stets kurz, so daß das Pseudostom nie über die breiteste Körperstelle hinausragt. Die biometrischen Werte sind in Tab. 4 gegeben. Das « Idealindividuum » zeigt Abb. 17d.

Plasma durchsichtig, nicht zoniert. Nucleus kugelförmig. Pseudopodien nicht beobachtet.

*Ökologie*: Die Art kam während der ganzen Vegetationsperiode des Jahres 1982 in dem oben genannten Taxotop mit geringer bis häufiger Abundanz vor. Vereinzelt fanden wir sie ferner in einer wenig bewirtschafteten, stark mit Germer (*Geum montanum*) verunkrauteten Almwiese, die sich zwischen den beiden oben erwähnten Erlenhorsten befindet.

Es wurden stets mehr leere als volle Schalen gefunden. Das Abundanzmaximum wurde kurz nach der Schneeschmelze in 0-5 cm Bodentiefe beobachtet. Nach den von FOISSNER und PEER (1983) durchgeführten pedolo-

gischen Untersuchungen besitzt sie folgendes Milieuspektrum: Humusform: Rohhumus, Moder, Mullartiger Moder,  $\text{CO}_2$ -Ausstoß: 42-229 mg/100 g, Katalase-Aktivität: 1.4-4.6 ml/ $\text{O}_2$ /g, Dehydrogenase-Aktivität: 0.02-0.40% Abs., pH: 3.2-4.5,  $\text{CaCO}_3$ : 0.0-0.0%, Humusgehalt: 6.0-45.4%, Gesamtstickstoff: 371-1888  $\text{N}_{\text{tot}}$ %, C/N-Verhältnis: 9.4-13.9%,  $\text{P}_2\text{O}_5$ : 3.5-23.5 mg/100 g,  $\text{K}_2\text{O}$ : 10.3-45.0 mg/100 g, Mg: 0.0-15.0 mg/100 g, Tongehalt: 6.4-8.2%, Feinschluffgehalt: 17.8-18.3%, Grobschluffgehalt: 2.5-10.3%, Sandgehalt: 63.4-72.7%, Raumgewicht: 0.16-0.75 g/ $\text{cm}^3$ , spezifisches Gewicht: 1.48-2.50 g, Porenvolumen: 70.0-90.8%.

*Diskussion*: Die Schalenform der neuen Gattung hat Ähnlichkeit mit der von *Campascus*. Während jedoch der Kragen von *Campascus* ein « Extraorganell » ist und an leeren Schalen schnell schwindet, ist der Kragen von *Edaphonobiotus* eine Ausweitung des Schalenhalses und bleibt an leeren Schalen erhalten. Weitere Ähnlichkeiten bestehen auch mit einigen marinen psammobionten Gattungen, speziell mit *Centropyxiella* VALKANOV, *Psammonobiotus* GOLEMANSKY und *Micropsammella* GOLEMANSKY. Es gibt jedoch auch deutliche Unterschiede zu diesen 3 Gattungen. *Centropyxiella* fehlt die Halsbildung; sie gleicht eher einer *Centropyxis* als einem *Campascus*. *Psammonobiotus* besitzt überwiegend Idiosomen und wird von GOLEMANSKY (1974) mit den reinen Idiosomenschalen-Typen, wie *Corythionella*, *Pseudocorythion* usw. in eine Familie gestellt. *Micropsammella* besitzt membranöse Schalen und nur zerstreut aufgelagerte Plättchen.

Ein wichtiger Unterschied ist schließlich der Lebensraum. Es ist unbekannt, ob eine psammobionte Form den Erdboden besiedeln kann. Zu berücksichtigen ist allerdings, daß der zu einem Kragen erweiterte Schalenhals bisher als Anpassungsmerkmal des Mesopsammons gilt (GOLEMANSKY, 1978). Weitere Untersuchungen sind daher dringend erforderlich.

Aus den genannten Gründen halten wir die Aufstellung einer neuen Gattung für die gefundene Form als gerechtfertigt.

#### 4. *Pseudawerintzewia orbistoma* nov. spec. (Abb. 25a-d, 26-28, Tab. 5u.6)

*Diagnose*: 69-92  $\times$  51-73  $\mu\text{m}$  große, nach hinten konisch verjüngte *Pseudawerintzewia* mit kreisförmigem, 11-18  $\mu\text{m}$  großem Pseudostom.

*Locus typicus*: Mäßig häufig im Boden eines Mischwaldes bei Baumgarten in Niederösterreich.

*Aufbewahrungsort des Typenmaterials*: Oberösterreichisches Landesmuseum Linz, Sammlung der mikroskopischen Präparate.

*Beschreibung*: Schale stets ausgeprägt konusartig, am breiteren Ende liegt das Pseudostom, das sich im statistischen Mittel fast in der Mitte der Schale befindet, bei einzelnen Individuen aber merkbar dezentralisiert ist. Schalenquerschnitt und Pseudostom stets annähernd

kreisförmig. Rand des Pseudostoms nicht verstärkt, manchmal aber ganz wenig eingesenkt (Abb. 25a, b, 26-28).

Wandstärke der Schale von vorn nach hinten allmählich abnehmend (Abb. 25 c, 28). Schale leicht bis deutlich braun gefärbt, aus kleinen Steinchen aufgebaut, die durch viel Kittsubstanz fest miteinander verbunden werden. Steinchen im oralen Abschnitt größer als im aboralen (Abb. 25a), so gleichmäßig aneinandergesetzt, daß der Gehäuserand im optischen Schnitt glatt erscheint. Deshalb sind sie auch rasterelektronenmikroskopisch nicht nachweisbar (Abb. 25a, 26, 28). Das deckt sich mit den Befunden von BONNET (1973) an *P. calcicola*. Die biome-trischen Daten sind in Tab. 5 wiedergegeben.

TABELLE 5

Biometrische Charakteristik von *Pseudawerintzewia orbistoma*. Erklärung der Merkmale s. Abb. 25d. Die oberen Werte jeder Merkmalsreihe beziehen sich auf die Population von Baumgarten, die unteren auf die von Jena. (Maßangaben in  $\mu\text{m}$ )

MERKMAL	$\bar{x}$	M	s	$s_k$	$V_r$	EXTREMWERTE	n
1	70.4	69.0	2.3	0.5	3.3	69 - 74	20
	85.0	85.8	3.5	0.8	4.1	79 - 92	20
2	54.0	54.0	2.3	0.5	4.2	51 - 60	20
	65.0	66.0	4.0	0.9	6.1	53 - 73	20
3	14.1	14.0	1.7	0.4	12.3	11 - 18	20
	13.7	13.2	1.7	0.4	12.4	11 - 18	20
4	21.1	20.0	2.3	0.5	10.7	17 - 28	20
	26.8	26.9	1.3	0.3	4.8	24 - 28	20
5	19.2	19.5	2.0	0.4	10.5	17 - 23	20
	24.7	24.7	1.9	0.4	7.7	21 - 27	20

Das konstruierte « Idealindividuum » zeigt die Abb. 25d. Morphologie des Plasmakörpers wegen der Undurchsichtigkeit der Schale nicht genau erkennbar. Im hinteren Teil viele braune Pilzhyphen und Ligninpartikel, im mittleren Abschnitt und vorn gehäuft kleine, farblose

Kügelchen (Abb. 28). Vereinzelt auch bis  $8 \mu\text{m}$  durchmes-sende, bräunliche Endoplasmaeinschlüsse.

**Diskussion:** *Pseudawerintzewia orbistoma* unterscheidet sich von der ihr in Größe und Schalenmorphologie sehr ähnlichen *P. calcicola* BONNET (BONNET, 1959) durch das konstant kreisrunde Pseudostom. Bei *P. calcicola* ist es mit  $20 \times 12 \mu\text{m}$  ausgeprägt ellipsoid (BONNET, 1973). Die bisher nur in Kenia und Paraguay gefundene *P. deharvengi* BONNET (BONNET, 1977) besitzt vermutlich ein kreisförmiges Pseudostom, ihr Schalenumriß ist aber nicht konusartig, sondern breit eiförmig. Diese Unterschiede rechtfertigen nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse die Aufstellung der neuen Art.

Die Jenaer Population hat gegenüber der alpinen in Österreich signifikant ( $t < 0,05$ ) größere Schalen (Tab. 6). Auch hier kann man von geographischen Rassen sprechen, deren genetischer Status allerdings unbekannt bleibt. Die Pseudostomgrößen beider Populationen weichen nicht signifikant voneinander ab. Die mittleren Werte der Schalenabmessungen der Jenaer Population liegen auch oberhalb der Größenamplituden, die BONNET & THOMAS (1960) für die nahverwandte und weitverbreitete *P. calcicola* angeben. Aber auch bei dieser Art sind die Größe-namplituden sehr breit, so daß auch sie mehrere geographische Rassen aufweisen kann.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen deutlich, daß neben der intraspezifischen Variabilität bei Testaceen bereits mit geographischen Rassen zu rechnen ist.

TABELLE 6

Größenunterschiede der gemessenen Individuen von *Pseudawerintzewia orbistoma* aus Baumgarten ( $n = 20$ ) und Jena ( $n = 20$ ). Vertrauensintervall bei 95 % Wahrscheinlichkeit

MERKMAL	BAUMGARTEN	JENA
Schalenslänge ( $\mu\text{m}$ )	$70.4 \pm 1.04$	$85.0 \pm 1.67$
Schalensbreite ( $\mu\text{m}$ )	$54.0 \pm 1.04$	$65.0 \pm 1.78$
Schalenshöhe ( $\mu\text{m}$ )	$14.1 \pm 0.83$	$13.7 \pm 0.83$

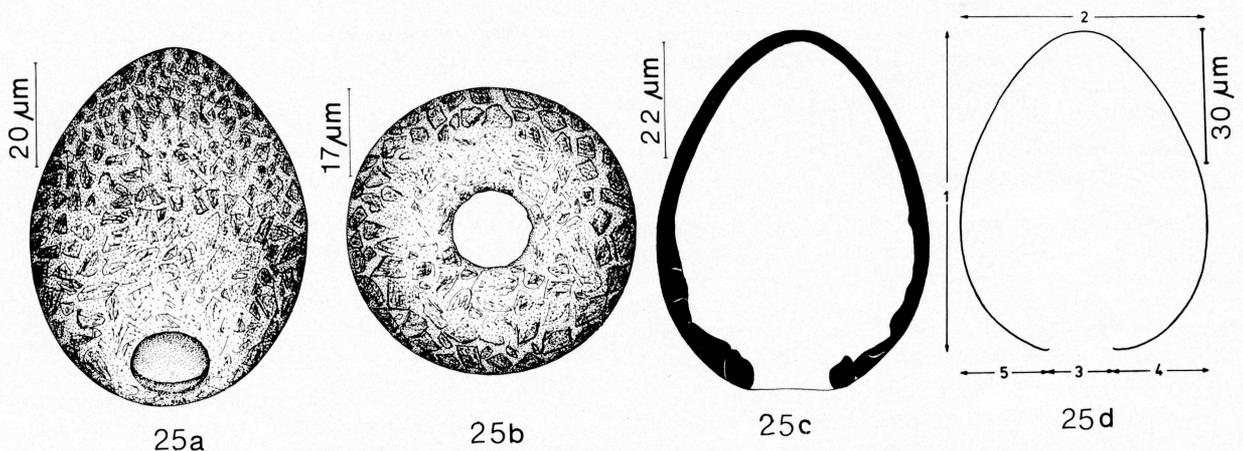


Abb. 25a-d. — *Pseudawerintzewia orbistoma*. 25a: Ansicht der Schale schräg von vorn. 25b: Frontalansicht der Schale. 25c: Schale im optischen Schnitt. 25d: « Idealindividuum », konstruiert nach den biometrischen Daten (s. Tab. 5).

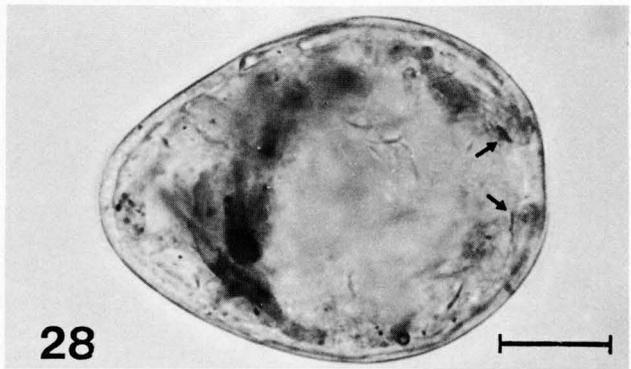
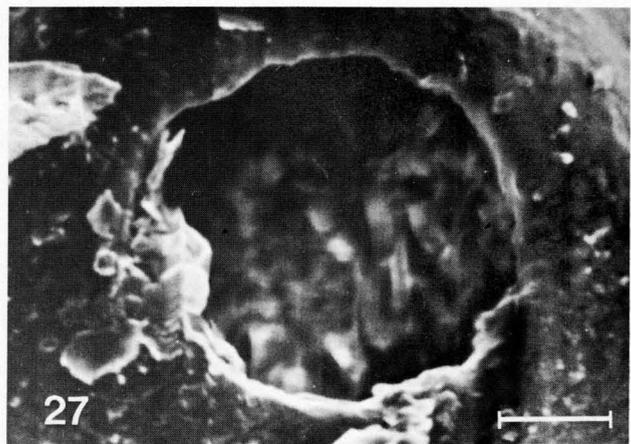
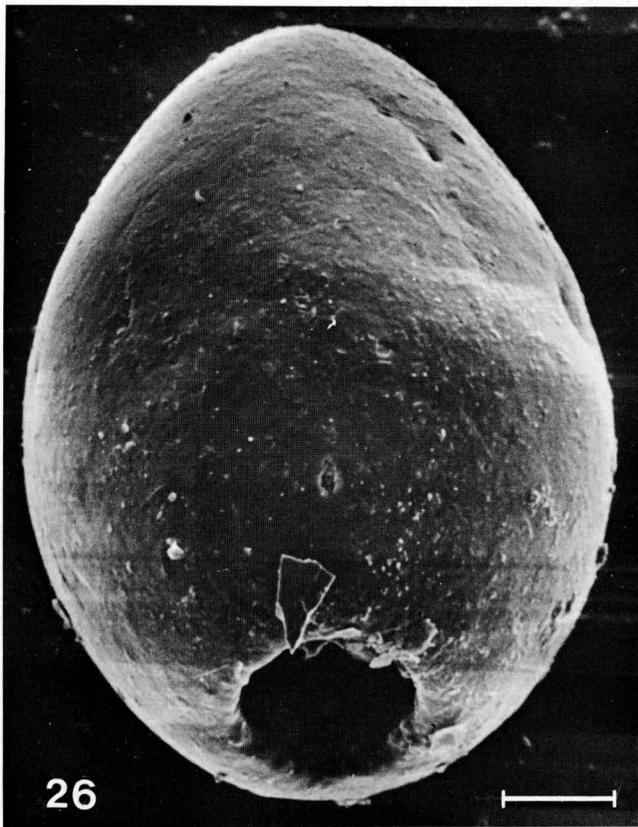


ABB. 26-28. — *Pseudawerintzewia orbistoma*. Rasterelektronenmikroskopische (26, 27) und lichtmikroskopische (28) Aufnahmen. 26 : Schale in leicht schräger Ansicht von vorn. Skala 10,5 µm. 27 : Frontalansicht der Schale. Skala 4 µm. 28 : Belebte Schale im optischen Schnitt. Die Pfeile weisen auf den Innenrand des Pseudostoms. Skala 18 µm.

### DANKSAGUNGEN

Mit dankenswerter finanzieller Unterstützung des Österreichischen Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Projekt 2794 — Dynamik der Hochgebirgsböden). Herrn Prof. Dr. Th. GROSPIETSCH danken wir für wertvolle Anregungen. Für die ausgezeichnete foto-technische Assistenz danken wir Frau Karin Anrather.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) SFB 135.

### LITERATUR

- ANONYMUS (1977). — Communiqué du groupement d'études sur les Thécamoebiens. *Protistologica*, **13**, 333-334.  
 BERGER J. (1978). — Quantification of ciliophoran species descriptions : An appeal to reason. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, **97**, 121-126.

- BONNET L. (1959). — Nouveaux Thécamoebiens du sol. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **94**, 177-188.  
 BONNET L. (1973). — A propos de *Geopyxella sylvicola* et de *Pseudawerintzewia calcicola* (Rhizopodes Thécamoebiens édaphiques). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **10**, 497-510.  
 BONNET L. (1974). — Nouveaux Thécamoebiens du sol (VII). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **110**, 283-290.  
 BONNET L. (1977). — Nouveaux Thécamoebiens du sol (IX). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **113**, 152-156.  
 BONNET L. (1979). — Nouveaux Thécamoebiens du sol (X). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **115**, 106-118.  
 BONNET L. (1980). — Nouveaux Thécamoebiens du sol (XI). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **116**, 250-265.  
 BONNET L. et THOMAS R. (1960). — Thécamoebiens du sol. In : Faune terrestre et d'eau douce des Pyrénées-Orientales 5, Suppl. *Vie et Milieu*, **9**, 4. 1-103.  
 CAVALLI-SFORZA L. (1974). — Biometrie. Grundzüge der biologisch-medizinischen Statistik. Fischer, Stuttgart.  
 COUTEAUX M.-M. (1978). — Quelques Thécamoebiens du sol du Japon. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **15**, 119-128.  
 COUTEAUX M.-M. und CHARDEZ D. (1981). — Thécamoebiens édaphiques et muscicoles de Guyane Française. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **18**, 193-208.

- DECLOITRE L. (1974). — Thécamoebiens de sol cultivé en mimosas dans le Var. — *Ann. Soc. Sc. Hist. Nat. et Archeol. Toulon et du Var*, 5-7.
- DEFLANDRE G. (1929). — Le genre *Centropyxis* STEIN. *Arch. Protistenk.*, 67, 322-375.
- FOISSNER W. (1982). — Ökologie und Taxonomie der Hypotrichida (Protozoa : Ciliophora) einiger österreichischer Böden. *Arch. Protistenk.*, 126, 19-143.
- FOISSNER W. und PEER T. (1983). — Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). I. Charakteristik der Taxotope, Faunistik und Autökologie der Testacea und Ciliophora. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms.
- GOLEMANSKY V. (1974). — Psammonobiotidae fam. nov. — une nouvelle famille de thécamoebiens (Rhizopoda, Testacea) du psammal supralittoral des mers. *Acta Protozoologica*, 13, 137-141.
- GOLEMANSKY V. (1978). — Adaptations morphologiques des thécamoebiens psammobiontes du psammal supralittoral des mers. *Acta Protozoologica*, 17, 141-152.
- MEISTERFELD R. (1979). — Zur Systematik der Testaceen (Rhizopoda, Testacea) in Sphagnum. Eine REM-Untersuchung. *Arch. Protistenk.*, 121, 246-269.
- PENARD E. (1902). — Faune rhizopodique du bassin du Lemán. H. Kündig, Genf.
- SACHS L. (1972). — Statistische Auswertungsmethoden. 3. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.