

Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck	Bd. 1	11	S. 1 - 19	Innsbruck, Dezember 1971
--------------------------------	-------	----	-----------	--------------------------

## Häufigkeit und Bedeutung von Schwammspiculae

### in triassischen Mikrofaunen \*)

von H. Mostler \*\*)

#### SUMMARY

Triassic carbonate rocks, especially from alpine Triassic, are rich on sponge spicules, at which calcareous spicules are predominating. Spicules in 70 % found of all dissolved limestone samples. There is no stratigraphic value for calcareous spicules, only the siliceous spicules seem to be important. Three assemblages of SiO<sub>2</sub>-spicules play an important role in middle Anisian (Pelson) in the lower Carnian (Langobard) and higher Norian ("Sevat").

The sponge spicules of the alpine Triassic could be subdivided in 49 spiculae - types. A discussion on the relationship of spicules to the natural system units of porifera concludes this study.

---

\* ) Diese Arbeit wurde vom Fonds der wissenschaftlichen Forschung in Österreich unterstützt

\*\* ) Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, Universitätsstr. 4/II, A-6020 Innsbruck



## 1) Einführung

Die Kenntnis über Schwammspiculae der Trias ist im Gegensatz zu den makroskopisch erfaßten Poriferen äußerst gering. In den meisten mikrofaunistischen Arbeiten über die alpine Trias werden Schwammspiculae nicht einmal erwähnt. Zum Teil mag die Unkenntnis über die Spiculae wohl an der Aufbereitungsmethode liegen, zum Großteil aber wird der Begleitfauna nur wenig oder keine Bedeutung zugemessen. Eine Auswertung der mikrofaunistischen Arbeiten über die alpine Trias ergab, daß Angaben über Schwammspiculae 6 % nicht überschreiten. Sehen wir von den Arbeiten ab, die Schwammspiculae nur erwähnen, so bleiben uns nur wenige Arbeiten auf die hier kurz eingegangen werden soll.

ZANKL, H. 1965:297 meldet aus dem Vorriff-Bereich des norisch-rhätischen Riffkomplexes Schwammnadeln der Ordnung Pharetronida und bildet die aus Kalzit bestehenden monaxonen, triradiaten sowie tetraxonen Nadeltypen ab. HAUERSTEIN, G. und W. WAGNER 1966 beschäftigen sich in einer kurzen Arbeit mit polyaxenen Nadeln aus der Mitteltrias (Partnachsichten, cordevolischen Alters).

FRANZ, U. (1966 : 8) meldet aus dem Muschelkalk (Illyr) der Chiemgauer Alpen tetraxone und hexactinellide Schwammnadeln, ohne weiter darauf einzugehen. H. MOSTLER (1967 : 187) erwähnt aus den norischen Hallstätter Kalken von Hernstein monaxone und triradiare Kalkspiculae, sowie tetraxone Nadeln von Typ Protriaen; aber auch dichotriaene Nadeln werden genannt. F. KUBANEK (1969 : Tab. 2) gibt zwar in einer Faunenübersicht die Schwammnadeln in ihrer Häufigkeit aus dem Muschelkalk vom Öfenbachgraben bei Saalfelden an, ohne aber die Nadeltypen selbst anzuführen.

Allein auf Grund dieser geringen Information über Poriferenspiculae schien es dem Verfasser eine reizvolle Aufgabe, die vielen in der Trias anfallenden Nadeltypen zu beschreiben und ihre Verbreitung zu studieren. Nachdem der Autor zur Zeit über 12 000 Mikrofossilproben aus der Trias vorliegen hat, war das Material über Schwammspiculae gewaltig angewachsen. Mehr als 70 % aller Proben führen Schwammnadeln; vorherrschend sind es Nadeln von Calcispongien, die allerdings recht monoton ausgebildet sind, ganz im Gegensatz zu den Kieselspongien-Nadeln, die eine gewaltige Formenfülle aufweisen. Bevor aber auf die Schwammspiculae selbst eingegangen wird, sollen noch kurz die Poriferen (Megafauna) in ihrer Abhängigkeit von der Fazies besprochen werden.

## 2) Verbreitung der Porifera in der alpinen Trias

Die Porifera, speziell die Kalkschwämme, treten vorwiegend in 2 Faziesbereichen auf, zu denen sich in jüngster Zeit durch mikrofazielle Untersuchungen der Karbonatgesteine des höheren Skyths durch den Verfasser, ein dritter Faziesbereich dazugesellte.

Die wohl stärkste Verbreitung haben die Kalkschwämme in den ladinischen und norisch-rhätischen Riffkörpern, zumal dies der Lebensraum für die Kalkschwämme schlechthin ist. E. OTT (1967 : 63) hat sich eingehend mit dem Lebensraum der Kalkschwämme innerhalb der ladinischen Riff-Fazies auseinandergesetzt. Er beschreibt diesen Raum als einen gut durchlichteten Bereich mit nährstoffreichen, warmen sehr flachen Wasser, das größtenteils in stärkerer Bewegung ist. H. ZANKL 1969 hat bei der Darstellung des Lebensbildes eines norisch-rhätischen Riffes die Bedeutung der Kalkschwämme am Aufbau eines Riffkörpers eingehend analysiert und diese als vorherrschendsten Faunenanteil am Aufbau obertriassischer Riffe ausgewiesen. Der zweite, sehr bedeutende Faziesbereich, in diesem Falle auch Lebensraum der Kalkschwämme, findet sich nach E. OTT (1967 : 62) in der kalkigen Entwicklung

innerhalb der Raibler Schichten. Der Lebensraum wird nach diesem Autor als ein warmer, sehr seichter Flachwasserbereich der größtenteils stark durchbewegt wird, beschrieben.

Einen dritten Bereich, möglicherweise ein besonderer Ausnahmefall für Kalkschwämme, hat der Verfasser in oberskytischen bioturbaten Kalkmikriten nachweisen können. Die Kalkschwämme, die gefunden wurden, sind z. T. gut erhaltene Exemplare von Pharetronen und Sphinctozoen (? Uvanella). Um das Ablagerungsmilieu charakterisieren zu können, sei kurz auf die Schichtenfolge eingegangen. Die Kalkschwämme finden sich in 10 - 15 cm gebankten, stark durchwühlten, biogenfreien Mikriten. Sie werden von Oospariten (meist Einfachooide um Foraminiferen) unterlagert und von Filamentkalken mit Ammoniten (Tirolites sp.) und Lamellibranchiaten überlagert. Die Kalkschwämme haben somit einen Raum besiedelt, der durch relativ strömungsarmes Wasser, das zwischen seichten, bewegtem Wasser (Oosparite) und tieferem Wasser (Filamentkalke) liegt, gekennzeichnet ist. Der Boden war ein typischer Weichboden aus Kalkschlamm bestehend, der von Bodenwühlern stark durcharbeitet wurde. Kurzum eine etwas ungewöhnliche Umgebung für Kalkschwämme, denn nach E. OTT (1967 : 67) vertragen die Kalkschwämme weder stagnierendes noch zu stark bewegtes Wasser. Weitere Untersuchungen hochskythischer Karbonatgesteinsserien werden zeigen, ob das Vorkommen von Kalkschwämmen in Kalkmikriten einen Einzelfall darstellt.

All die hier angestellten Betrachtungen beziehen sich ausschließlich auf Kalkschwämme, die nur z. T. Spiculae führen. Über die Kieselschwämme ist man weit weniger unterrichtet und fast ausschließlich auf die Überlieferung der Kieselspiculae innerhalb der Trias angewiesen.

Tragen wir die bisher in der alpinen Trias bekannt gewordenen Kalkschwämme zusammen, seien es isolierte Formen oder im Dünnschliff getroffene Formen, so müssen wir feststellen, daß diese nicht die ganze Trias hindurchlaufen, sondern faziesbedingt nur in bestimmten Zeitabschnitten auftreten. In der Untertrias fehlen bis auf das höchste Skyth Kalkschwämme. Im tieferen Anis und mittleren Anis sind bisher keine Kalkschwämme nachgewiesen worden und erst mit dem Oberanis setzen die ersten Funde ein, zunächst sehr spärlich, um sich dann in höheren Fassan, Langobard und Cordevol zu einem ersten Maximum (wiederum faziesbedingt) auszubreiten. Mit dem Jul gehen die Kalkschwämme zurück, nur in der Raibler Fazies sind sie relativ reich entfaltet und fehlen bereits im höheren Tuval. Das tiefere, z. T. mittlere Nor, weist praktisch keine Kalkschwämme auf, erst im höheren Mittelnor, speziell im Obenor kommt es zu einem gewaltigen Aufblühen der Kalkschwämme, das praktisch bis in das Rhät anhält. Diese Aufstellung trifft aber nur auf Mega-fossilien bzw. in Schliffbildern getroffene Poriferen zu.

Sehen wir uns dazu die Verbreitung der Kalkspiculae an, so stellen wir fest, daß solche bereits im Pelson, wenn auch noch in geringer Zahl, auftreten; im Illyr schon recht häufig werden, vom Cordevol bis Untenor schon sehr häufig sind und im Obenor ein absolutes Maximum erreichen, um dann relativ rasch im Rhät wieder abzusinken.

Sehen wir uns parallel dazu die Verbreitung der Kieselspiculae an, so müssen wir festhalten, daß die ersten Spiculae schon im basalen Anis auftreten und im Pelson zum ersten Maximum anwachsen. Vom Illyr bis Ende Langobard sind nur wenige Spiculae zu finden, um plötzlich im Cordevol zu einem neuerlichen Maximum aufzublühen. Über das weitere Karn hinauf bis zum Mittelnor sind Kieselspiculae relativ spärlich und erreichen erst wieder eine größere Verbreitung im Obenor und Rhät.

Wenn wir nun die Unterschiede zwischen Mega- und Mikrofauna bei den Kalkschwämmen herausgreifen, dann fällt auf, daß Kalkspiculae ab dem Anis auftreten und bis in das Rhät durchgehen. Dies bedeutet, daß die Kalkschwämme von der Faziesent-

wicklung nahezu unabhängig zu sein scheinen. Dies mag wohl damit in Zusammenhang stehen, daß viele Kalkschwämme keine Spiculae führen und umgekehrt solche die Spiculae besitzen, fossil nicht erhalten wurden. Die Gegenüberstellung sollte jedoch nur aufzeigen, daß die Kalkschwämme vom Anis bis hinauf in das Rhät im Aufbau der Sedimente der alpinen Trias nicht unbedeutend beteiligt sind.

Die Kieselschwämme scheinen wesentlich faziesabhängiger zu sein, was auf den Baustoff zurückzuführen sein dürfte. Die Maxima im Pelson z. T. auch Illyr, im Cordevol, Obenor und Rhät, fallen bis auf das Pelson mit deutlich im Gelände erkennbarer Kieselsäurekonzentration zusammen. Das starke Kieselsäureangebot im Pelson wurde meist übersehen, zumal sich die Kieselsäure diffus verteilt, oder an Biogene ansetzt (z. B. sind verkieselte Brachiopoden im Pelson sehr häufig.)

### 3) Kieselspiculaeführende Karbonatgesteine der alpinen Trias

In den pelsonischen Kalken von Recoaro (Südalpen) fand der Verfasser massenhaft Kieselspiculae und Fragmente von Kieselschwämmen. Diese stammen fast durchwegs aus Kalken mit LF-Gefügen, die auf einen Ablagerungsbereich des Intertidal hinweisen. Dies bedeutet, daß die Kieselschwämme im Gezeitenbereich bzw. unmittelbar darunter ihren Lebensraum hatten. Die mikritischen bis sparitischen Kalke von Großreifling (Pelson, Rahnbauerkogel) führen massenhaft Spiculae von Kieselschwämmen. Aus dem Sediment selbst kann man nur wenig bezüglich des Ablagerungsraumes herauslesen; man kann nur die Aussage machen, daß es sich um einen subtidalen Bereich handelte. Die Vergesellschaftung von Ostracoden, Kleingastropoden, einzelnen agglutinierten Foraminiferen, massenhaft Kieselspiculae mit sehr vielen Scolecodonten weisen auf flaches Wasser. Vor allem die Scolecodonten sind nach H. KOZUR (persönliche Mitteilung) ausgesprochene Flachwasserindikatoren.

Für einen wesentlich tieferen Ablagerungsbereich, 50 m und tiefer sprechen die obenorischen Kieselkalke von Pötschen. Es handelt sich um durchwühlte Filamentkalke mit reicher Mikrofauna, stets mit  $\text{SiO}_2$ -Führung, sei es in diffuser Form oder in konkretionären Knollen und Lagen.

Fassen wir die Karbonatgesteine der Trias in denen Kieselspiculae vorkommen zusammen, so stellen wir fest, daß die Kieselschwämme von Sedimenten des Intertidal bis zu solchen des tieferen Wassers (50 m und tiefer) vorkommen. Sehen wir uns dazu den Lebensraum der rezenten Poriferen an, so fällt auf, daß Vertreter über 20 Gattungen im Gezeitenraum auftreten, die meisten Poriferen jedoch unmittelbar darunter, aber stets unter Wasserbedeckung und sehr viele Formen im tieferen Wasser, von dem sie in alle Meerestiefen vorstoßen konnten, bis auf die Hyalospongia, die sehr selten tiefer als 200 m siedeln. Die Hyalospongia halten sich bevorzugt im durchlichteten Bereich auf und überschreiten nur mit großen Schwierigkeiten die 200 m-Grenze (M. W. DE LAUBENFELS 1955 : E33).

Die Verbreitung der rezenten Poriferen stimmt gut mit der in der Trias überein, nur daß in der Trias das Angebot der Kieselsäure ganz besonders in den Vordergrund zu stehen scheint, denn wo auch immer Kieselspiculae und Fragmente von Kieselschwämmen gefunden wurden, war im Sediment  $\text{SiO}_2$  konzentriert. Ob das konzentrierte  $\text{SiO}_2$  nur durch Auflösung der Kieselschwämme im Sediment angereichert wurde, oder primär durch Exhalationen in Verbindung mit dem Vulkanismus in das Sediment gelangte, kann meist nicht mehr festgestellt werden. Freilich wird man sich an die vulkanischen Förderprodukte, speziell an die Tuff-Förderung, die in der Trias relativ häufig ist, festklammern, aber es sind viele Fälle bekannt geworden, die mit keinem vulkanischen Ereignis in Verbindung gebracht werden können. Durch das Gebundensein an  $\text{SiO}_2$ -reiche Sedimente, die zeitlich oft weit auseinander liegen, ist es natürlich möglich, daß die 3 Kieselspiculae-Vergesellschaftungen

tungen (siehe unten) sich so scharf voneinander abtrennen lassen, zumal wir die Kieselspiculae in der Zeit zwischen Illyr und Cordevol auf der einen Seite und zwischen Jul und Mittelnor auf der anderen Seite kaum oder gar nicht kennen. Das heißt mit anderen Worten, daß die stratigraphische Bedeutung nur eine scheinbare ist. Dies schmälert allerdings nicht den Wert der 3 Kieselspiculae-Vergesellschaftungen, die innerhalb bestimmter Sedimente der Trias eine grobe Gliederungsmöglichkeit bieten.

#### 4) Stratigraphische Bedeutung der Schwammspiculae in der Trias

Es wäre noch zu verfrüht, wollte man für die einzelnen Spiculae den stratigraphischen Umfang angeben. Die meisten aus der Trias im folgenden beschriebenen Spiculae kommen auch im Jura vor und damit scheint es zunächst, daß die Spiculae stratigraphisch für die Trias völlig bedeutungslos wären. Der Verfasser hat nun versucht, nicht zu sehr den Verbreitungszeiten der einzelnen Spiculae nachzugehen, sondern vielmehr charakteristische Spiculaevergesellschaftungen herauszuarbeiten. Dabei zeigte es sich, daß die Kalkspiculae bis auf wenige Formen stratigraphisch nichts bringen, dagegen die Kieselspiculae 3 recht typische Vergesellschaftungen ergeben, denen ein größerer stratigraphischer Wert zukommt. Es ist dies einmal eine sehr auffällige Spiculaevergesellschaftung im Pelson, eine im Cordevol und eine weitere im Nor speziell im Obenor. Diese Vergesellschaftungen konnten in den für sie angeführten Zeiträumen immer wieder angetroffen werden. Auf die Kieselspiculae-Vergesellschaftung selbst soll hier nicht eingegangen werden, zumal die statistischen Untersuchungen von 1000 Proben innerhalb der Trias noch nicht abgeschlossen sind und die stratigraphische Bedeutung der Schwammspiculae in der Trias Gegenstand eines Vortrages bei den Symposien über Mikrofazies und Mikrofauna der alpinen Trias und deren Nachbargebiete in Innsbruck März 1972 sein wird.

#### 5) Beschreibung der einzelnen Nadeltypen aus der Trias, vorwiegend aus der alpinen Trias

Gewöhnlich unterscheidet man Mikro- und Megaspiculae; bei unseren Proben handelt es sich fast ausschließlich um Megaspiculae, nur bei 2 Nadeltypen dürfte es sich eventuell um Mikrospiculae handeln.

Was das Baumaterial der Spiculae betrifft, so werden diese vorherrschend aus Kalzit und Kieselsäure, untergeordnet aus Pyrit, FeO(OH) und Glaukonit aufgebaut. Nachdem es eine Reihe von Umwandlungen in den Sedimenten gibt, ist es oft nicht leicht auf das ursprüngliche Baumaterial der Spiculae zurückzuschließen. Während bei der Pyritisierung bzw. Limmonitierung ein Nachweis der ursprünglichen Substanz unmöglich ist (die Kanäle werden nicht erhalten), ist es bei der glaukonitischen Erhaltung teilweise möglich den ehemaligen Kanal der Spiculae noch zu erkennen.

Bei den Kieselspongien-Nadeln ist durchwegs der Kanal noch gut zu erkennen bzw. läßt sich mit Betupfen von Wasser bestens sichtbar machen. Die Calcispongien-Nadeln weisen keinen Kanal auf; dieser ist bei der Diagnose verlorengegangen. Probleme treten in Proben auf, in denen die Kieselspiculae in Calzit umgewandelt wurden; hier helfen nur zusätzliche Dünnschliffe zur Entscheidung ob es sich um Kiesel- oder Calcispongien handelt.

Abb. 1

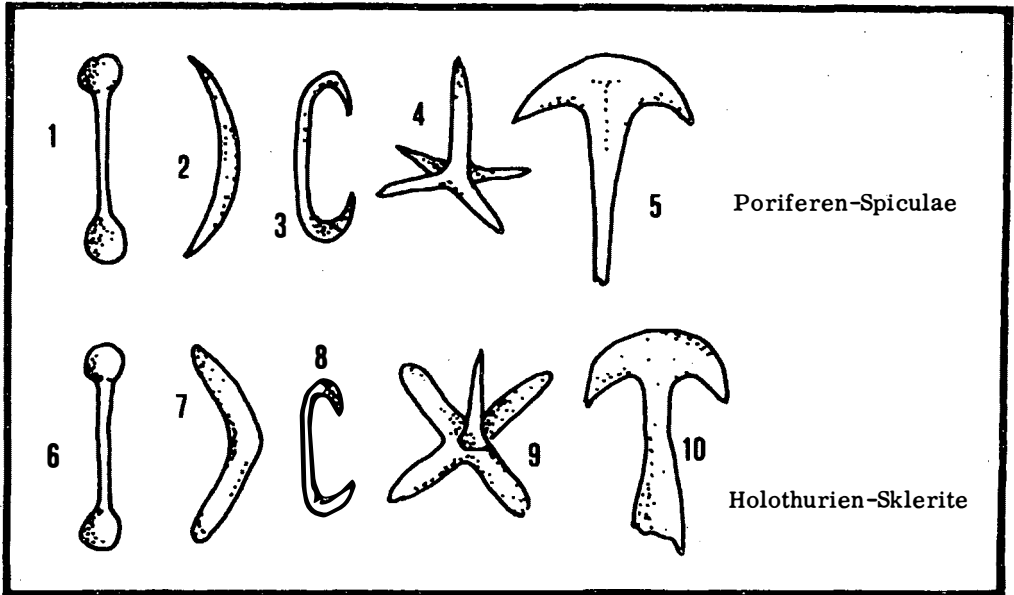


Fig. 1 Tylot  
 Fig. 2 Amphiox  
 Fig. 3 Sigmatoid  
 Fig. 4 Oxyptentactin  
 Fig. 5 Anadiaen

Fig. 6 Rhabdotites sp.  
 Fig. 7 Stichopites sp.  
 Fig. 8 Uncinulina sp.  
 Fig. 9 Tetravirga imperforata  
 Fig. 10 Calcancora sp.

Gewisse Schwierigkeiten treten auch bei Spongiennadeln auf, die rein morphologisch Holothurienskleriten sehr ähnlich sein können bzw. diesen oft völlig gleichkommen. Solange es sich um Kieselspiculae handelt, ist eine Entscheidung relativ einfach, sobald diese aber in calzitischer Substanz überliefert werden, steht man vor einem nahezu unlösbaren Problem. Die leicht zu verwechselnden Nadeltypen sind nebenstehend abgebildet (Abb. 1)

### Beschreibung der Nadeltypen

#### 1. Monactine

##### Styl:

- a) Spindelförmige, völlig gerade Spiculae; auf der einen Seite stumpf endend, auf der anderen Seite in eine allmählich auslaufende Spitze mündend. In der Mitte erreichen die Spiculae die optimalste Verdickung.

Es handelt sich um Kalkspiculae, die relativ selten vorkommen, ganz im Gegen-

satz zu den massenhaft vorkommenden diactinen Nadeltypen, mit denen erstere immer vergesellschaftet vorkommen (Taf. 1, Fig. 1).

- b) Gebogene, spindelförmige Spiculae, stärkste Duchbiegung in der Mitte; das stumpfe Ende zeigt keine Verdickung. Es handelt sich ausnahmslos um Kalkspiculae. Die Häufigkeit entspricht etwa der unter a) beschriebenen Typus. (Taf. 1, Fig. 2-3).
- c) Nadelförmige, gebogene Spiculae (Taf. 1, Fig. 4). Das eine Ende ist stumpf, das andere allmählich spitz zulaufend. Die Krümmung liegt dem stumpfen Ende näher. Die aus Kieselsäure bestehenden Spiculae zeigen einen deutlichen Kanal; sie kommen sehr selten vor.

## 2. Diactine

### Amphiox:

- a) Völlig gerade spindelförmige Spiculae an beiden Enden allmählich spitz zulaufend. Das Maximum an Breite wird in der Mitte oder im zweiten Drittel der Nadel erreicht (Taf. 1, Fig. 5, 6). Es handelt sich um Kalkspiculae, die massenhaft vorkommen; statistische Untersuchungen an norischen Hallstätter Kalken haben in 300 g Sediment über 10.000 Spiculae des eben beschriebenen Typus erbracht. H. ZANKL (1964 : Taf. 1, Fig. 5a) hat diesen Typus aus norisch-rhätischen Kalken herausgelöst und abgebildet.
- b) Schwach gebogene, spindelförmige Spiculae mit an beiden Enden allmählich auslaufenden, sehr scharfen Spitzen. Die Spiculae sind nur auf der einen Seite (Außen-seite) stark gebogen, auf der Innenseite mäßig gebogen oder gerade verlaufend. Das Maximum an Dicke kommt in der Mitte zu liegen. Die Art dieser Spiculae (Kalkspiculae) tritt sehr häufig auf. (Taf. 1, Fig. 10).

### Acanthoamphiox:

Verschieden stark gebogene Spiculae mit Dornen, mehr oder minder unregelmäßig vertreten. Die beiden Enden sind spitz zulaufend und im äußersten Abschnitt unbedornt. Die maximale Dicke wird in der Mitte der Spiculae erreicht. Dieser Typus tritt relativ selten auf (insgesamt nur in 5 Proben in triassischen Mikrofaunen gefunden). Es sind durchwegs Kieselspiculae (Taf. 1, Fig. 7-9).

### Tox:

- Typus a) Spindelförmiges Rhabd, dessen beide Enden stark zugespitzt sind; der zentrale Abschnitt des Rhabd ist nur wenig durchgebogen, die spitzen Enden weisen in dieselbe Richtung, wie die zentrale Biegungsstelle (Taf. 1, Fig. 11)
- Typus b) Tox mit starker Umbiegung des einen spitzen Endes; gleichzeitig kommt es zu einer Verdickung der Umbiegungsstelle (Taf. 1, Fig. 12).

### Sigma:

S.-förmig gewundene Spiculae an beiden Enden spitz zulaufend. Kanal konnte deutlich sichtbar gemacht werden. Sehr selten vorkommende Kieselspiculae (Taf. 1, Fig. 13).



### Amphityl:

Das Rhabd der Spiculae zeigt an beiden Enden eine knopfartige Verdickung bzw. eine Einschnürung vor den Knöpfen.

- a) Schlanke, im zentralen Abschnitt gerade verlaufende Spiculae, die im peripheren Bereich geknickt sind, am Ende deutliche Knöpfe entwickeln, die dicker als das Rhabd sind. (Taf. 1, Fig. 14).
- b) Massive, gedrungene im zentralen Abschnitt gerade verlaufende Spiculae; im peripheren Bereich geknicktes Rhabd mit Knöpfen, die nicht die Dicke des Rhabd (von der Seite gesehen) überschreiten. Vor dem Knopf ist eine Einschnürung zu erkennen (Taf. 1, Fig. 15). Auf die Ähnlichkeit mit Holothurien-Sklerite wurde bereits oben verwiesen.
- c) gebogenes Amphityl, an einem Ende kurz, vor dem Kopf stark angeschwollen, am anderen Ende etwas dünner als im Zentralbereich. Die Köpfe sind zwar in der Form gleich ausgebildet, nur die Größe ist unterschiedlich (Taf. 1, Fig. 16, 17)

### 3. Triactine

#### Oxytriactin:

- a) Triactine Spiculae, deren Strahlen in einer Ebene liegen und spitz enden; außerdem sind alle Strahlen gleich lang. Es handelt sich hier um Kalkspiculae, die massenhaft vorkommen. Bisher wurden sie stets mit diactinen Nadeln vergesellschaftet angetroffen. (Taf. 1, Fig. 18, 19)
- b) Triactine Nadeln mit ungleich langen Strahlen; ein Strahl ist länger als die beiden anderen, d. h. die restlichen 2 Strahlen entsprechen sich in der Länge. Alle 3 Strahlen liegen in einer Ebene. Der Winkel zwischen den beiden gleichlangen Strahlen variiert sehr stark (60 - 140°) (Taf. 1, Fig. 20, 21). Dieser eben beschriebene Typus kommt massenhaft in triassischen Mikrofaunen vor; siehe hiezu auch H. ZANKL(1964: Taf. 1, Fig. 5c)
- c) Triactine Spiculae mit 3 ungleich langen Strahlen in einer Ebene. Nadeln dieses Typus kommen recht selten vor (Taf. 1, Fig. 22)

#### Strongyltriactin:

- a) Triactine Spiculae mit einem langen und 2 kurzen, gleichlangen Strahlen; alle Strahlen enden rund. Diese Art von Spiculae tritt relativ stark zurück. (Taf. 1, Fig. 23)
- b) Triactine Nadeln mit 3 gleichlangen in einer Ebene liegenden, an den Enden abgerundeten Strahlen. Ebenso selten wie die unter a) beschriebenen Spiculae. (Taf. 1, Fig. 24)

#### Anadiaen:

Triactine Spiculae mit einem langen Rhabdom, von dem 2 kürzere Kladisken abzweigen. Rhabdom und Kladisken liegen in einer Ebene. Im ersteren läßt sich deutlich ein Kanal erkennen, während in den beiden zurückgebogenen Kladisken keine Andeutung eines Kanals zu sehen ist. Die aus dem Pelson bekannt gemachten Spiculae entsprechen völlig den aus dem Jura von REIF(1967: Taf. 13, Fig. 9)beschriebenen Formen. Sie kommen nur in wenigen Proben vor, dort aber recht häufig (Taf. 1, Fig. 25 -27)

### Trioid:

- a) Spiculae mit 3 Strahlen, die nicht in einer Ebene liegen, sondern im spitzen Winkel ansteigen, d. h. von der Seite gesehen entsprechen sie den Kanten einer dreiseitigen Pyramide. Alle 3 Strahlen sind gleich lang (Taf. 1, Fig. 28)
- b) Einer der 3 Strahlen ist länger, sonst wie im Falle a); diese Kalkspiculae kommen recht häufig vor und sind vor allem mit den oxytriactinen Nadeln vergesellschaftet (Taf. 1, Fig. 29)

### 4. Tetractine

#### Oxycaltrop:

- a) Tetractine Spiculae mit spitz zulaufenden 4 gleichlangen Strahlen (Taf. 1, Fig. 30, 31). Recht häufig auftretende Kalk- und Kieselspiculae.
- b) Tetractine Nadeln, deren 3 Strahlen in einer Ebene liegen (meist sind 2 Strahlen kürzer); ein vierter wesentlich kürzerer Strahl ragt senkrecht zu der Ebene, die die 3 Strahlen bilden, auf. REIF(1967 : 91) beschreibt derartige Formen unter Tetractina. (Taf. 1, Fig. 32)  
Völlig übereinstimmend ist die Beobachtung von REIF bezüglich der Reduktion des vierten, kürzeren Strahls, die schließlich zur Anfangsform, nämlich zur oxytriactinen Nadel führt; sämtliche Übergänge zwischen triactinen und tetractinen Nadeln konnten gefunden werden (Taf. 1, Fig. 33 - 35)
- c) Tetractine Spiculae, deren 3 Kladsche aus einer Ebene aufgebogen sind; senkrecht dazu steht ein kleiner Strahl (entspricht den tetractinen Typus b) von REIF(1964 : Taf. 13, Fig. 15). Übergänge zu einem Triod mit gekrümmten Kladschen wurden nicht beobachtet. (Taf. 2, Fig. 1)

#### Caltrop:

Tetractine Nadeln mit 4 gleichlangen Strahlen, die abgerundet sind. Es handelt sich um selten auftretende Kieselspiculae (Taf. 2, Fig. 13).

#### Triaene

##### Anatriaen:

Tetractine Spiculae mit langem Rhabdon; von einem Ende des Rhabdons strahlen 3 spitz endende Kladsche aus, die relativ kurz sind (Rhabdon : Kladsche etwa 2 : 1). Der Winkel zwischen Rhabdon und Kladschen ist ein spitzer, d. h. die Kladsche sind in Richtung Rhabdom gebogen (Taf. 2, Fig. 2).

##### Protriaen:

Von einem längeren Rhabdon gehen 3 spitz endende Kladschen ab; sie bilden einen stumpfen Winkel zum Rhabdon, sind also vom Rhabdon weggebogen (Taf. 2, Fig. 3-5).

##### Prodichotriaen:

Von einem sehr langen Rhabdom zweigen am Ende 3 Kladschen ab, die eine dichotomische Gabelung aufweisen. Das Rhabdom ist sehr massiv und etwa 3 - 4 mal so lang als die Kladschen (Taf. 2, Fig. 6). Innerhalb der prodichotriaenen Spiculae gibt es eine Reihe von Untertypen, die hier besprochen seien.

1. Rhabdom lang, an einem Ende spitz zulaufend, am anderen Ende kurz vor der Abspaltung der Kladisken knopfartig anschwellend (Taf. 2, Fig. 11)
2. Rhabdom wie vorher, aber ohne Anschwellung an einem Ende, sondern die Kladisken sind stark ausgebaucht (Taf. 2, Fig. 7)
3. Rhabdom knopfartig angeschwollen, Kladisken ausgebaucht, (Taf. 2, Fig. 8)
4. Rhabdom am Ende vor der Abspaltung der Kladisken auf einer Seite einen starken "Buckel" aufweisend; Kladisken gestreckt (nicht ausgebaucht), Taf. 2, Fig. 9.

### Orthodichotriaen:

Spiculae mit einem sehr langem massiven Schaft, an dessen einem Ende 3 Aststrahlen abgehen und einen rechten Winkel zum Rhabdom bilden; außerdem dichotomisch verzweigt sind (Taf. 2, Fig. 12).

Bemerkungen: Es ließen sich alle Übergänge von Protriaen über Protichotriaen zu Orthodichotriaen finden;

### Phyllotriaen

Typus a) Pentaene Nadeln deren Strahlen ein breites Cladom bilden bzw. die Strahlen sind blattartig verbreitert und schwach nach hinten gebogen. Das Rhabdom ist immer kürzer als die Cladisken (Taf. 2, Fig. 14).

Typus b) Hexaene Nadeln, die ebenso ein breites Cladom bilden, die Cladisken sind unregelmäßig entwickelt, z. T. sehr kurz (Taf. 2, Fig. 15)

## 5. Pentactinae

### Oxypentactin

Spiculae mit 5 Kladisken, die senkrecht zueinander stehen und an allen Enden spitz zulaufen. Meist alle Aststrahlen gleich lang, manchmal der unpaare Aststrahl etwas kürzer. (Taf. 2, Fig. 16, 17).

### Acanthopentactin

Spiculae mit 4 in einer Ebene liegenden Strahlen, die ungleich lang und durchwegs bestachelt sind. Die Strahlen laufen spitz aus. Der fünfte Strahl senkrecht zu den vier eine Ebene bildenden Strahlen ist auch bedornt (Taf. 2, Fig. 18)

### Strongylechinpentactin

Die Dornen besetzen nicht das ganze Pentactin, sondern nur 3 Strahlen sind bedornt, der unpaare Strahl ist glatt, alle 5 Strahlenden sind zugerundet. (Taf. 2, Fig. 19).

### Anatetraen

Rhabdom an einem Ende spitz, am anderen Ende in 4 Aststrahlen aufgespalten. Die 4 Aststrahlen biegen halbkreisförmig zum Rhabdom auf. Achsenkanal nur schlecht erkennbar; bisher wurden nur 5 Exemplare gefunden. (Taf. 2, Fig. 20, 21)

### Strongyltetraen

Typus a) Kurzes Rhabdom, das senkrecht zu 4 Strahlen aufragt. Das Cladom ist im Zentralteil stark verbreitet. Die Enden des Cladoms sind abgerundet (Taf. 2, Fig. 25).

Typus b) Cladom wird von paarweise langen Strahlen und kurzen Strahlen gebildet, wobei die langen Strahlen einen stumpfen Winkel einschließen, die kurzen

einen spitzen Winkel; das Rhabdom ist sehr kurz (Taf. 2, Fig. 24).

## 6. Hexactine

### Oxyhexactin

Spiculae mit 6 von einem Punkt ausgehenden Strahlen, die unter sich einen rechten Winkel einschließen und deren Strahlenenden spitz zulaufen. Die oxyhexactinen Spiculae sind recht unterschiedlich, was Länge und Dicke der Strahlen betrifft, ausgebildet. (Taf. 2, Fig. 22, 23, 26)

### Echinhexactin

Spiculae mit 6 gleichlangen Strahlen, die senkrecht aufeinander stehen. Die Strahlen sind auf etwa 2/3 ihrer Länge mit Dornen besetzt; die spitz zulaufenden Enden der Strahlen sind glatt (Taf. 3, Fig. 1).

### Echinstrongylhexactin

Spiculae mit 6 ungleich langen Strahlen (nur paarweise gleich lang), die mit Dornen besetzt sind und deren Strahlenenden rund sind (Taf. 3, Fig. 2).

### Hexactin

- Typus a) Spiculum mit 6 senkrechtaufeinander stehenden s-förmig geschwungenen Strahlen, deren Enden spitz zulaufen (Taf. 3, Fig. 3).
- Typus b) Spiculae mit nicht im rechten Winkel zueinander stehenden Strahlen. Zwei Strahlen sind gekrümmt. (Taf. 3, Fig. 4).
- Typus c) Spiculae mit 4 s-förmig geschwungenen Strahlen, 2 Strahlen sind wesentlich kürzer und gerade gestreckt. Alle Strahlen sind spitz zulaufend (Taf. 3, Fig. 5).

### Degenförmiges Strongylhexactin

Spiculae mit 6 senkrecht zueinander stehenden Strahlen. 4 Strahlen sind gleich lang und ihre Strahlenenden abgerundet. Zwei Strahlen sind in der Nähe des Ausgangspunktes aller Strahlen stark verdickt. Der eine Strahl ist sehr lang, der andere kurz, nahezu knopfartig ausgebildet, (daher die Bezeichnung degenförmig). Taf. 3, Fig. 6.

### Degenförmiges Hexactin

Spiculae mit 6 senkrecht zueinander stehenden, spitz zulaufenden Strahlen, wovon 4 Strahlen gleichlang sind und ein Strahl ungefähr die 10-fache Länge des kürzesten, gegenüberliegenden Strahles aufweist (Taf. 3, Fig. 7).

### Von Hexactin abzuleitende Formen

Spiculae mit 12 Strahlen, die ungleich lang, aber stets zugespitzt sind (Taf. 2, Fig. 27) und 10-strahlige Spiculae mit gleichlangen Strahlen, die sich aus oxyhexactinen Formen durch unregelmäßige Verdopplung der Strahlen entwickelten (Taf. 3, Fig. 8).

## 7. Desmen

### Megaclon

Desmone von deren Rhabd 5, mehr oder minder gestreckte, an den Enden unregelmäßig aufgespaltene Äste abzweigen (Taf. 3, Fig. 9-10).

### 6) Versuch der Zuordnung der Spiculae zu den natürlichen Systemeinheiten der Porifera

Vorweggenommen werden darf, daß auf Grund der oben beschriebenen Spiculae alle 3 Klassen der Porifera am Aufbau der Karbonatgesteine innerhalb der Trias beteiligt sind.

Die Klasse Demospongia ist mit folgenden Ordnungen vertreten:

1. Poecilosclerida: Die Amphityle und Sigmee weisen darauf hin, daß auch Formen dieser Ordnung in der Trias auftreten.
2. Choristida: Dafür sprechen die vielen langschäftigen Nadeln vom Typus Protriaen sowie auch die prodichotriaenen Spiculae
3. ?Carnosida: Die aus dem Pelson stammenden Acanthoamphioxe und die langschäftigen Triaeene weisen möglicherweise auf Vertreter dieser Ordnung hin.
4. Lithistida: Hier sind es vor allem die Desmone, die auf die Ordnung Lithistida hinweisen, aber auch die kurzschäftigen Orthodichotriaene und Phyllotriaene sprechen für Vertreter dieser Ordnung. Der megaclone Typ der Desmen weist auf Formen der Unterordnung Megamorina.

Die Klasse Hyalospongia ist nur mit einer Ordnung vertreten:

1. Lyssakida: Die Echinpentactine und die oxyhexactinen bzw. oxypentactinen Nadeln, neben den Anadiaenen sprechen eindeutig für Vertreter dieser Ordnung. Nach DE LAUBENFELS (1955 : E 67) sind Lyssakida aus der Trias nicht bekannt.
2. ?Dictyida: Die degenförmigen Hexactine weisen möglicherweise auf Vertreter dieser Ordnung hin, doch sichere Belege hierfür gibt es nicht,

Die Klasse Calcispongia ist mit der Ordnung Pharetronida vertreten, die sich mit Hilfe der monaxonen Nadeln (Style und Amphioxe), sowie der triactinen Nadeln (oxytriactine Spiculae und ähnliche Formen) und weiters durch tetractine Spiculae nachweisen lassen.

## 7) Zusammenfassung

In den Mikrofaunen triassischer Karbonatgesteine stellen Schwammspiculae einen nicht zu übersehenden Anteil. Etwa 70 % aller Karbonatgesteinsproben die zur Untersuchung gelangten, führen Poriferen-Nadeln. Die Spiculae von Kalkschwämmen überwiegen bei weitem, sind aber im Gegensatz zu den Kieselspiculae recht monoton ausgebildet und eignen sich für stratigraphische Belange nicht. Die Kieselspiculae mit ihren vielen, sehr differenzierten Nadeltypen ermöglichen z. Z. drei Spiculae-Assoziationen auseinanderzuhalten. Diese Spiculaevergesellschaftungen haben im Pelson, im Cordevol und Obenor eine nicht geringe stratigraphische Bedeutung.

Zweck dieser Studie war es, die Nadeltypen der Trias zu erfassen und zwar speziell die der alpinen Trias, um einerseits über die Formenfülle eine Übersicht zu er-

halten, andererseits um die Bedeutung der Schwämme am Aufbau der alpinen Karbonatgesteine kennenzulernen. Von den Schwammspiculae ließen sich 49 Typen nachweisen; für die alpine Trias eine beachtliche Formenfülle. Soweit es möglich war, wurde die Zugehörigkeit der Spiculae zu den natürlichen Systemeinheiten der Poriferen diskutiert.

#### LITERATURNACHWEIS

- BURTON, A. : A Revision of the Classification of the Calcareous Sponges. With a Catalogue of the Specimens in the British Nat. Hist. Museum. - London 1963
- FRANZ, U. : Die Trias der Oberwössener Mulde (Chiemgauer Alpen); ein Beitrag zur Stratigraphie und Fazieskunde der Nördlichen Kalkalpen. - Veröff. Diss., Kiel 1966
- HAUERSTEIN, G. & W. WAGNER : Polyaeene Spongiennadeln aus der Mitteltrias der Chiemgauer Alpen. - Mitt. Bayer. Staatssamml. hist. geol., 6, München 1966
- KUBANEK, F. : Sedimentologie des alpinen Muschelkalks (Mitteltrias) am Kalkalpen-südrand zwischen Kufstein (Tirol) und Saalfelden (Salzburg). - Veröff. Diss. Berlin 1969
- LAUBENFELS, M. W. DE: Porifera. - in: Treatise Invert. Palaeont. ed. R. C. MOORE, New York 1955
- MOSTLER, H. : Conodonten und Holothuriensklerite aus den norischen Hallstätterkalken von Hernstein (NÖ). - Verh. Geol. B. A., Wien 1967
- OTT, E. : Segmentierte Kalkschwämme (Sphinctozoa) aus der alpinen Mitteltrias und ihre Bedeutung als Riffbildner im Wettersteinkalk. - Bayer. Akad. Wiss., München 1967
- RAUFF, H. : Paleospongiologie. Erster oder allgemeiner Teil und zweiter Teil erste Hälfte. - Palaeontographica, 40, Stuttgart 1893 - 94
- REIF, W. E. : Schwammspicula aus dem weißen Jura Zeta von Nattheim (Schwäbische Alb). - Palaeontographica, 127, Stuttgart 1967
- SCHRAMMEN, A. : Die Kieselspongien der Oberen Kreide von Nordwestdeutschland. - Palaeontographica, Stuttgart 1910/12
- SCHULZE, F. E. & LENDENFELD, R. : Über die Bezeichnung von Spongiennadeln. - Abh. K. Akad. Wiss. Phys.-math. Kl. II, Berlin 1889
- SEILACHER, A. : Die Sphinctozoa, eine Gruppe fossiler Kalkschwämme. - Akad. Wiss. Lit., Abh. Math.-nat. Kl., Mainz 1962
- ZANKL, H. : Zur mikrofaunistischen Charakteristik des Dachsteinkalkes (Nor/Rhät) mit Hilfe einer Lösungstechnik. - Z. deutsch. Geol. Ges. 116, Hannover 1965

## TAFELERLÄUTERUNGEN

### Taf. 1

- Fig. 1-4 Style (bis auf Fig. 4 alles Kalkspiculae) vom Illyr bis Rhät  
Fig. 5, 6, 10 Amphioxe ; stets Kalkspiculae ; besonders häufig im Nor  
Fig. 7-9 Acanthoamphioxe (Pelson, Großreifling)  
Fig. 11, 12 Toxe (Jul vom Vesprem, Balatonhochland)  
Fig. 13 Sigma (Cordevol, Arlberg)  
Fig. 14-17 Amphityle Nadeln (aus dem Pelson, Cordevol und Jul)  
Fig. 18-22 Oxytriacine Kalkspiculae (Illyr - Rhät)  
Fig. 23, 24 Strongyltriacine Nadeln (Illyr)  
Fig. 25-27 Anadiaen (Pelson, Recoaro; Südalpen)  
Fig. 28-29 Triode Nadeln (Pelson, Recoaro, Südalpen)  
Fig. 30-32 Oxycaltrope Spiculae (Pelson, Illyr, Nördliche Kalkalpen)  
Fig. 33-35 Nadeln, die von triactinen Typen zu tetractinen Formen überleiten

### Taf. 2

- Fig. 1 Tetractines Spiculum mit 3 aufgebogenen Strahlen (Anis, Karwendel)  
Fig. 2 Anatriaen (Fassan, Karwendel)  
Fig. 3-5 Protriaene Spiculae aus dem Obenor  
Fig. 6-11 Prodichotriaene; Fig. 6-7 aus dem Cordevol, Fig. 8-11 aus dem Obenor  
Fig. 12 Orthodichotriaen aus dem Untenor  
Fig. 13 Caltrop, Fassan, Öfenbachgraben bei Saalfelden  
Fig. 14-15 Phyllotriaene Nadeln aus cordevolischen Partnachkalken  
Fig. 16, 17 Oxypentactine Spiculae aus dem Cordevol  
Fig. 18 Acanthopentactin aus den cordevolischen Partnachkalken  
Fig. 19 Strongylechinpentactin aus dem Tuval (Hallstätterkalk)  
Fig. 20-21 Anatetraen aus dem Cordevol von Göstling NÖ  
Fig. 22, 23, 26 Oxyhectactine Nadeln aus dem Pelson von Großreifling  
Fig. 24 Strongyltetraen, Anis (Illyr), Sintwag bei Reutte i. T.  
Fig. 25 Strongyltetraen, Cordevol, Arlberg  
Fig. 27 von Hexactin abzuleitende Nadel aus dem Cordevol (Göstling)

### Taf. 3

- Fig. 1-8 Hexactine bzw. vom Hexactin abzuleitende Nadeln  
Fig. 1 Echinhexactin (Pelson, Am Rhone bei Reutte i. T.)  
Fig. 2 Echinstrongylhexactin (Cordevol von Göstling, NÖ)

- Fig. 3 Hexactin mit s-förmig geschwungenen Strahlen (Cordevol, Cassianersch.)
- Fig. 4 Hexactin mit 2 gekrümmten Strahlen (Cordevol, Arlbergkalk)
- Fig. 5 Hexactin mit 4 s-förmig geschwungenen Strahlen (Cordevol, Arlbergkalk)
- Fig. 6 Degenförmiges Strongylhexactin (Cordevol, Göstling NÖ)
- Fig. 7 Degenförmiges Hexactin (Cordevol, Göstling, NÖ)
- Fig. 8 Durch unregelmäßige Verdopplung der 6 Strahlen von Hexactin abzuleiten  
(Cordevol, Göstling, NÖ)
- Fig. 9-10 Megaclone (Oberrorische Kalke von Pötschen, OÖ)
- Fig. 11-15 Protichotriaene und dichotriaene Nadeln (Aufsicht!)
- Fig. 16 ?pentactine Nadeln; nicht näher einordenbar



Tafel 1

