

Juvenile Suturen spätpaläozoischer und triassischer Nautiliden (Cephal.)

Von

HEINZ TOBIEN, Mainz/Darmstadt

Mit 14 Abbildungen und Tafel 6

Kurzfassung: Beobachtungen an juvenilen Suturen auf Anfangswindungen der Gehäuse einiger eingerollter Nautiloideen werden erstmals bekannt gemacht. Das Material stammt aus spätpaläozoischen und triassischen Fundorten der USA und Mexikos. Die Umwandlungen in die Alterssuturen werden verfolgt und auf Beziehungen zur ersten Suture (= Prosuture) der Ammonoiten hingewiesen.

Abstract: Observations on juvenile sutures at the first whorls of some coiled nautiloids are given for the first time. The specimens belong to late Paleozoic and Triassic localities of the United States and Mexico. The transformations into the adult sutures are characterized and relations to the first suture (= prosuture) of the ammonites are indicated.

Résumé: Des observations sur les suturen iuvéniles aux premiers tours de quelques Nautiloïdés enroulés du Paléozoïque terminal et du Trias sont présentées pour la première fois. Les matériaux proviennent de localités dans les États Unis et en Mexique. Les transformations qui se montrent aux suturen adultes sont caractérisées, et les relations avec la première suture (= prosuture) des Ammonoïdés sont indiquées.

Inhalt

1. Vorbemerkung	48
2. Oberkarbonische und permische Formen	48
2.1. <i>Metacoceras cornutum</i> (GIRTY)	48
2.2. <i>Parametacoceras bellatulum</i> MILLER & OWEN	50
2.3. <i>Liroceras liratum</i> (GIRTY)	50
2.4. <i>Metacoceras</i> sp.	52
2.5. <i>Domatoceras umbilicatum</i> HYATT	52
2.6. Nautilide cf. <i>Metacoceras</i>	53
2.7. <i>Metacoceras dubium</i> HYATT	54
3. Triassische Formen	55
3.1. <i>Proclydonautilus hessi</i> SMITH	55
3.2. <i>Proclydonautilus ursensis</i> SMITH	56
3.3. <i>Proclydonautilus triadicus</i> (MOJS.)	58
4. Folgerungen	58
5. Zusammenfassung	60
6. Schriftenverzeichnis	60

1. Vorbemerkung

In Ergänzung und Fortführung einer unlängst publizierten Studie (TOBIEN 1964) werden nachstehend einige juvenile Suturen karbonischer, permischer und triadischer Nautiliden¹⁾ aus nordamerikanischen und einer mexikanischen Lokalität behandelt.

Ich verdanke die Möglichkeit zur Untersuchung dieser Materialien dem lebenswürdigen Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. S. W. MULLER, Stanford University, Dept. of Geology, Palo Alto, California, sowie der Herren Prof. Dr. J. WYATT DURHAM, Prof. Dr. W. B. N. BERRY, und Dr. J. H. PECK, University of California, Dept. of Paleontology, Berkeley/California. Den genannten Herren, ebenso wie Herrn M. O. WOODBURNE, ebendort, der die Fotos zu den Tafelfiguren anfertigte, bin ich zu besonderem Dank verpflichtet.

2. Oberkarbonische und permische Formen

2.1. *Metacoceras cornutum* (GIRTY)

(Taf. 6 Fig. 1, 1a; Abb. 1a–e)

Howard Limestone, oberes Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Stanford Univ. Dept. of Geology, type coll. Nr.: LSJU 9811, 9812.

2 jugendliche Exemplare mit Markasit-Steinkernen und teilweise erhaltenen Calcit-schalen (Taf. 6 Fig. 1), je mit 25 mm Gehäuse-Durchmesser, zeigen die Anfangskammern mit den Septen und Suturen. Die Endstadien der Gehäuse (ohne Wohnkammern)

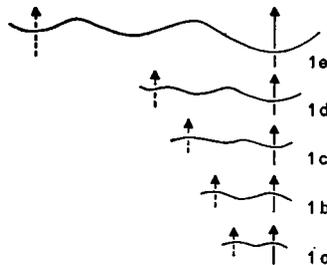


Abb. 1. *Metacoceras cornutum* (GIRTY), Howard limestone, Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Juvenile Suturen Stanford Univ., Dept. of Geol.

1a: 2. Sutor bei B = 2, H = 2; 1b: 4. Sutor bei B = 2,9, H = 2,8 (LSJU 9811); 1c: 13./14. Sutor bei B = 5,3, H = 3,4; 1d: 23./24. Sutor bei B = 8,9, H = 4,8; 1e: 30./35. Sutor bei B = 12,9, H = 10,0. ((LSJU 9812). Vergr. $\times 1.7$ (siehe auch Taf. 6 Fig. 1, 1a).

Bem.: Diese und die übrigen Sutor-Zeichnungen wurden folgendermaßen hergestellt: Auf dem Steinkern wurde so gut wie möglich an der Sutor eine gerade Linie markiert, dann die Distanzen der Loben- und Sattelm maxima voneinander und zur Geraden mit kleiner Schieblehre unter dem Binokular gemessen und, nach entsprechender Vergrößerung, auf Papier übertragen. Danach wurde die ganze Sutor, unter ständiger Kontrolle am Objekt und unter dem Binokular, gezeichnet. Schematisierungen sind bei der Kleinheit der Objekte sowie den wechselnd gewölbten Gehäusequerschnitten kaum vermeidbar

¹⁾ Als Nautiliden sind im folgenden die vollingerollten Nautiloidea bezeichnet. Die nachstehend behandelten Arten gehören zur Ordnung Nautilida im Sinne von TEICHERT et al. (1964: K 383). Die Gattungs- und Artbestimmungen habe ich mit einigen geringfügigen Änderungen so übernommen, wie ich sie auf den Etiketten vorfand.

haben stark abgeflachte Externseiten (Taf. 6 Fig. 1) und gegen die Naht einfallende Flanken. Dadurch wird der niedrigmündige Gehäusequerschnitt trapezförmig. Bei einer maximalen Gehäusebreite $B = 13,5$ bzw. $14,0$ und Gehäusehöhe $H = 9^2$) sind an beiden Exemplaren bereits kräftige, extern-laterale Knoten vorhanden (Taf. 6 Fig. 1), die nach hinten aber verschwinden.

Der Anfangsteil der Gehäuse, bis zum 2. und 3. Septum, hat dagegen fast kreisrunden Umriß (Taf. 6 Fig. 1, 1a), und umschließt eine ziemlich große Nabellücke. Vom 4. Septum ab beginnt sich der trapezoidische Umriß zu entwickeln. Der Siphon liegt subzentral.

Die Suture hat – auf den vorliegenden Endstadien, d. h. etwa bei der 35. Suture (vom Apex gezählt) – die Formel (zur Schreibweise der Suture-Formel vgl. TOBIEN 1964: 9ff.):

$$IL - S - LL - S - EL.$$

Der Internlobus ist seicht und breit, hat also nicht die Form eines Annularlobus, ebensowenig ist ein eigentlicher Annularlobus, d. h. ein in den Internlobus eingesenkter, kleinerer und spitzer Sekundärlobus vorhanden (Abb. 1e). Diese Suture entspricht der Alterssuture von *Metacoceras* (TOBIEN 1964: 9, Abb. 3). Sie ist durch geringe Sinuosität charakterisiert.

Wie Abb. 1a–e zeigen, ändert sich jedoch auf jüngeren Gehäusestadien das Suturebild: An der 23./24. Suture sind noch alle Elemente vorhanden (Abb. 1d), an der 13./14. Suture ist der IL verschwunden, der EL aber noch erkennbar (Abb. 1c). Zwischen diesem Stadium und dem 4. Septum verschwindet auch der EL, so daß nur noch je ein unpaarer Internsattel (IS) und Externsattel (ES), getrennt durch ein Lateralloben-Paar (LL), vorhanden sind (Abb. 1b, Taf. 6 Fig. 1, 1a). Die Formel lautet somit:

$$IS - LL - ES.$$

Die 4. Suture zeigt in Seitenansicht (Taf. 6 Fig. 1a) eine etwas kräftigere Ausbildung des ES gegenüber dem IS³). Dies ist an der 2. Suture bereits nicht mehr zu erkennen. Hier sind IS, ES und entsprechend LL nur noch ganz schwach sinuos und gerade noch erkennbar. Die 1. Suture ist – abgewickelt – praktisch eine gerade Linie.

Diese Suture-Ontogenese bestätigt die Auffassung, wonach IL und EL der Alterssuture sekundäre Elemente sind und –zumindest bei dieser stratigraphisch relativ alten Form – erst im Laufe der Individualentwicklung auftreten (TOBIEN 1964: 19, 21). Taf. 6 Fig. 1 mit der Gegenüberstellung der Gehäusepartien mit 2. bis 4. Suture bzw. 13. bis 16. Suture zeigt die Situation in bezug auf den ES und den später in ihn eingesenkten EL deutlich. Die Befunde lehren ferner, daß die allerersten Suturen (d. h. 1. – 4. Suture etwa) sehr schwach sinuos sind, die 1. Suture zeigt überhaupt keine Gliederung mehr. Bemerkenswert ist außerdem die, im Vergleich zum IS, etwas

²) Im folgenden weiterhin mit B und H abgekürzt. Gehäusedurchmesser: D. Alle Maße in Millimeter.

³) Die Gegend des IS der 4. Suture auf Taf. 6 Fig. 1a ist durch Bruch leicht beschädigt. In Wirklichkeit ragte der IS etwas weiter nach vorn vor, als auf der Figur zu sehen ist.

kräftigere Ausbildung des ES auf der 4. Sutur. Der ES ist hier breiter und orad etwas weiter vorgezogen.

2.2. *Parametacoceras bellatulum* MILLER & OWEN

(Abb. 2a – b)

Cherokee shale, Pennsylvanian, Henry Co., Montana. Univ. of California, Mus. of Paleontology, Berkeley, Nr. A 52000.

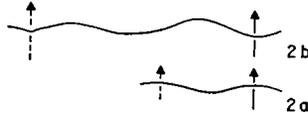


Abb. 2. *Parametacoceras bellatulum* M. & O., Cherokee shale, Pennsylvanian, Henry Co, Montana, USA. Univ. of California, Museum of Paleontology Nr. A 52000

2a: Sutur bei $B = 3,5$ und $H = 2,7$. ca. $\times 5$ vergr.; 2b: Sutur bei $B = 12,5$ und $H = 10,0$. ca. $\times 1,5$ vergr. Schematisiert

Bei einer Gehäusebreite von 12,5 mm liegt ein jungdliches Individuum vor, mit nur wenig sinuoser Sutur und der Formel:

$$I(A)L - S - LL - S - EL.$$

Der Annularlobus A ist sehr klein und in den Internlobus eingesenkt (Abb. 2b). Etwa einen Umgang weiter apikalwärts – bei einer B von 3,5 – und damit nahe dem Apex selbst – sind AL, IL und EL verschwunden, die Suturformel lautet jetzt (Abb. 1a):

$$IS - LL - ES.$$

Es liegt somit ein ähnliches Verhalten wie oben, unter *Metacoceras cornutum* beschrieben, vor, wobei die fertige Sutur noch durch das Hinzutreten eines AL kompliziert wird. Dieses Beispiel zeigt ferner, daß der Annularlobus – ähnlich wie IL und EL – spätere Zutat ist und nicht – zumindest nicht bei dieser stratigraphisch alten Form – einen primitiven Zustand verrät, wie PIA (1914: 45)⁴) meinte.

2.3. *Liroceras liratum* (GIRTY)

(Taf. 6 Fig. 2a – e, Abb. 3a – f)

Howard Limestone, Oberes Pennsylvanian; Howard, Kansas. Stanford Univ.; Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9813 – LSJU 9817.

Die letzte Sutur (= 22. vom Apex gezählt) dieses juvenilen Individuums, in Markasit-Erhaltung, hat – bei $B = 14$; $H = 9$, und zentral gelegennem Siphon – die Suturformel (Abb. 3f, Taf. 6 Fig. 2a):

$$I(A)L - S - LL - S - EL.$$

⁴) Bei PIA ist der Annularlobus als Internlobus (S. 43) bezeichnet.

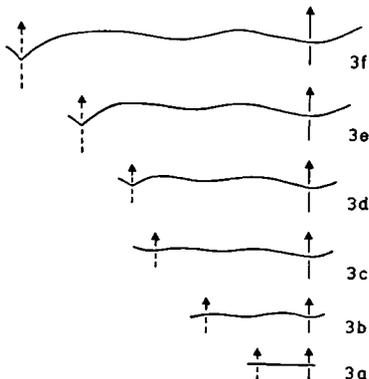


Abb. 3. *Liroceras liratum* (GIRTY), Howard limestone, Oberes Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Stanford Univ. Dept. of Geol. LSJU 9813-9817.

3a: 2. Sutor bei B = 1,2 H = 1,7; 3b: 4. Sutor bei B = 3,0, H = 2,6; 3c: 7. Sutor bei B = 4,7, H = 3,1; 3d: 11. Sutor bei B = 5,8, H = 3,7; 3e: 17. Sutor bei B = 8,7, H = 4,7; 3f: 21. Sutor bei B = 11,7, H = 6,5. Vergr. $\times 3,3$ (siehe auch Taf. 6 Fig. 2a—e)

EL und LL sind sehr flach, der IL ist — z. T. bedingt durch den in ihn eingesenkten AL — tiefer. Diese Anordnung findet sich apicalwärts bis zur 11. Sutor, der AL ist hier noch deutlich (Abb. 3e, d, Taf. 6 Fig. 2c—e). Weiter zurück trifft man nur noch einen seichten Internlobus (7. Sutor, Abb. 3c, Taf. 6 Fig. 2b). Dieser ist auf der 4. Sutor (mit B = 3,0 und H = 2,6) verschwunden und durch einen Internsattel ersetzt. Der Externlobus ist hier, wie an den orad folgenden Suturen, noch deutlich entwickelt. (Abb. 3b).

Die 1. und 2. Suturen lassen keine weitere Gliederung mehr erkennen (Abb. 3a, Taf. 6 Fig. 2a).

In der Spitzenpartie des weitgenabelten Gehäuses ist eine Nabellücke vorhanden. Ferner bestehen Zusammenhänge zwischen erstmaligem Auftreten des Annularlobus und der Aufwindung des Gehäuses: Der AL zeigt sich dann, wenn der erste Umgang vollständig ist und sich dabei auf die ersten Kammern legt. Hierbei wird der Apex durch den 1. Umgang etwas umfaßt. Dies führt zu einer Konkavität an der Innenseite des Gehäuses (Taf. 6 Fig. 2c), die etwa vom 7. Septum an bemerkbar wird. Damit stellt sich der Internlobus ein. Er wird nach vorn — etwa vom 11. Septum an — durch den AL vertieft (Taf. 6 Fig. 2e), der durch die spitzkegelförmige Anfangskammer beeinflusst erscheint. Jedoch bleibt der AL auch auf späteren Umgängen erhalten.

Bemerkenswert an dieser Sutor-Ontogenese ist:

- a) Die beiden ersten Suturen sind ohne jede erkennbare Gliederung.
- b) Auf der Internseite erscheint — an der 4. Sutor sicher erkennbar — ein Internsattel.
- c) Im Internsattel wird zunächst ein Internlobus angelegt (7. Sutor), der durch einen Annularlobus (etwa bei der 11. Sutor) vertieft wird.
- d) Entstehung des Intern- und Annularlobus scheinen durch die Auflagerung des ersten Umganges auf den kegelförmigen Gehäuseapex beeinflusst. Beide Elemente bleiben aber auch auf späteren Umgängen erhalten.

- e) IL und AL gehören nicht zu den primären Suturelementen.
 f) Auffallend ist das frühe Erscheinen des EL, der sich bereits am 4. Septum, d. h. fast zu Beginn der Suturenbildung überhaupt, einstellt.
 g) Bemerkenswert ist ferner die Änderung des Gehäusequerschnittes: Bei der 2. Suture ist das Gehäuse hochmündig ($B = 1,2$, $H = 1,7$; Taf. 6 Fig. 2a), an der 7. Suture hat es nierenförmigen Umriß (Taf. 6 Fig. 2b), später flacht der Externteil ab (Taf. 6 Fig. 2c–e).

2.4. *Metacoceras* sp.

(Taf. 6 Fig. 3, Abb. 4a–b)

Oberes Karbon, on the McAlister Road, Indian Territory, Oklahoma. coll. 10. Sept. 1887. Stanford University, Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9818.

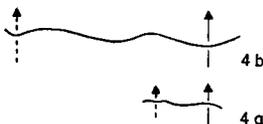


Abb. 4. *Metacoceras* sp., Oberes Karbon, Oklahoma, USA. Stanford Univ. Dept. of Geol. LSJU 9818.

4a: 4.–6. Suture bei $B = 2,7$, $H = 2,5$; 4b: 25.–30. Suture bei $B = 11$, $H = 9$. Vergr. $\times 1,7$ (siehe auch Taf. 6 Fig. 3)

Ein halbes jugendliches Gehäuse sieht dem oben behandelten *Metacoceras cornutum* sehr ähnlich. Der Steinkern besteht aus Limonit, die Gehäusewände sind teilweise noch in Calcium-Carbonat erhalten. Die letzte vorhandene, wenig sinuose Suture hat bei $B = 11$ und $H = 9$ die Formel (Abb. 4b):

IL – S – LL – S – EL

und dürfte schätzungsweise in der Region des 25.–30. Septums liegen. Ein AL fehlt, der Siphon liegt subzentral, der Außenseite genähert. An dem Exemplar ist ferner die 2. Hälfte des ersten Umganges mit Limonit-Steinkern und Schalenresten mit Zuwachsstreifen erhalten (Taf. 6 Fig. 3). Die jüngste vorhandene Suture dürfte etwa in den Abschnitt des 4.–6. Septums gehören und ist wesentlich einfacher (Abb. 4a). Der EL ist verschwunden, statt dessen ist ein ES entwickelt. Flankenwärts folgt ein LL-Paar, und im IS ist die erste Andeutung eines flachen IL sichtbar. Es kann erwartet werden, daß weiter apical dieser IL gänzlich verschwindet und damit die gleiche Ausgangssuture, wie z. B. bei *M. cornutum* vorliegt mit: IS – LL – ES.

2.5. *Domatoceras umbilicatum* HYATT

(Abb. 5a–b)

Upper Coal Measures, Graham, Texas, ohne nähere Fundortsangabe. Stanford Univ. Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9821 (coll. und det. J. P. SMITH).

Windungsbruchstück ohne Wohnkammer und ohne innere Umgänge, mit einem maximalen D von 44. Die letzte erhaltene Suture ist wenig sinuos, wie für die Gattung

charakteristisch (TOBIEN 1964: 9), und hat bei $B = 14$ und $H = 16$ die Formel (Abb. 5b):

$$IL - S - LL - S - EL.$$



Abb. 5. *Domatoceras umbilicatum* HYATT, Upper Coal Measures, Graham, Texas, USA. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9821.

5a: 17. oder 18. Suture apicalwärts von der Suture in Abb. 5b, bei $B = ca. 7$, $H = ca. 8$; 5b: letzte sichtbare Suture bei $B = 14$, $H = 16$. Vergr. $\times 1,7$

17–18 Suturen weiter apicad, d. h. etwa $1/2$ Umgang entsprechend, ist der EL verschwunden und durch den ES ersetzt. Bei B und H von ca. 7–8 ergibt sich (Abb. 5a):

$$IL - S - LL - ES.$$

Wie andere Fälle beweist auch dieses Exemplar das Ausflachen und schließliche Verschwinden des EL. Der Externlobus entwickelt sich ohne erkennbare Änderung der Gehäusegestalt oder des Windungsquerschnittes (Einsenkung in der Außenwand oder dgl.).

2.6. Nautilide cf. *Metacoceras*

(Abb. 6a–c)

Oberes Karbon, Topeka, Kansas (coll. 1875, mit „Cythere“ etikettiert). Stanford Univ., Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9822.

Niedermündiges Exemplar von 28 maximalem D, mit dem hinteren Teil der Wohnkammer und inneren Windungen in brauner, dolomitischer Steinkernerhaltung. Die Suture des letzten Septums – bei $B = 14$, $H = 9,5$ – ist wenig sinuos und typisch für *Metacoceras* mit der Formel (Abb. 6c):

$$IL \text{ (wahrscheinlich)} - S - LL - S - EL.$$

Der Externlobus kann apicad bis zur 25. Suture (vom Wohnkammer-Septum aus gezählt) etwa beobachtet werden (Abb. 6b), was etwa einem Umgang entspricht.

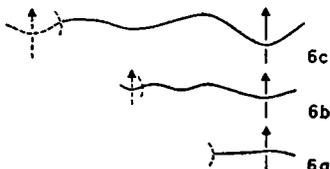


Abb. 6. Nautilide cf. *Metacoceras*, Ob. Karbon, Topeka, Kansas, USA. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9822
6a: 33. Suture hinter der Wohnkammer bei $B = 3,2$, $H = ?$; 6b: 23.–25. Suture hinter der Wohnkammer bei $B = 8,6$, $H = 5,8$; 6c: 1. Suture hinter der Wohnkammer bei $B = 14$, $H = 9,5$. Vergr. $\times 1,7$

Dann folgt etwa $\frac{1}{3}$ Umgang, dessen Externseite durch die letzte Windung bedeckt ist, bis etwa zum 33. Septum. Hier ist kein EL mehr vorhanden, statt dessen findet sich ein breiter, flacher ES (Abb. 6a).

Auch dieses Objekt bezeugt das Verschwinden des in der Alters-Sutur vorhandenen Externlobus auf juvenilen Gehäusestadien, und damit dessen sekundären Charakter.

2.7. *Metacoceras dubium* HYATT

(Taf. 6 Fig. 4; Abb. 7a—b, 8)

Fort Riley Formation, Oberes Perm, Oketo, Kansas. Stanford Univ., Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9819, 9828.

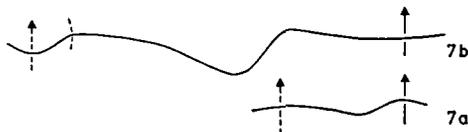


Abb. 7. *Metacoceras dubium* HYATT, Fort Riley Formation, Oberes Perm, Oketo, Kansas, USA. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9828 (Ex. A).

7a: Sutur aus dem oralen Abschnitt der ersten Hälfte des ersten Umganges bei B = 5,7, H = 6,7; 7b: Sutur 20—25 Septen weiter oralwärts (= 1 ganze Umgang) bei B = 21, H = 18. Vergr. $\times 1,7$

Unter mehreren größeren Exemplaren fanden sich zwei juvenile Gehäuse (Ex. A und B) ohne Wohnkammern und in Steinkernerhaltung. Das Gestein ist ein weißlicher, teilweise oolithischer Dolomit.

Ex. A hat — bei H = 18 und B = 21 am letzten erhaltenen Septum — eine abgeflachte Externseite, trapezförmigen Querschnitt, sowie intern eine von der vorhergehenden (= 1.) Windung herrührende Konkavität. Die Sutur (Abb. 7b) hat die Formel:

$$IL - S - LL - S - EL.$$

Dagegen sieht die Sutur nach einem vollständigen Umgang apicad wesentlich einfacher aus (Abb. 7a):

$$IS - LL - ES.$$

Hier ist der Gehäusequerschnitt bei H = 6,7 und B = 5,7 fast kreisrund und ohne interne Konkavität. Die abgebildete Sutur gehört — nach der Gesamtsituation an Exemplar A — zur oralen Partie der 1. Hälfte des ersten Umganges. Die wenig sinuose Sutur mit einem tieferen LL geht, wie auch in anderen Fällen beobachtet, apicad in die einfachere vom Typus: IS — LL — ES über.



Abb. 8. *Metacoceras dubium* HYATT, Fort Riley Formation, Oberes Perm, Oketo, Kansas, USA. Sehr juvenile Sutur aus ähnlicher Position wie Abb. 7a: B = 5,5, H = 6,1. Vergr. $\times 1,7$. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9819 (Ex. B) (siehe Taf. 6 Fig. 4)

Exemplar B enthält ebenfalls frühe Suturen (wahrscheinlich die 5.—8., siehe Taf. 6 Fig. 4). Die Sutur des wahrscheinlich 8. Septums (fast kreisförmiger Querschnitt bei H = 6,1; B = 5,5; Abb. 8) ist der in Fig. 7 sehr ähnlich, jedoch ist der IS

noch durch einen seichten IL geteilt. Exemplar A hat dagegen bei sogar noch etwas größerem Gehäuse ($H = 6,7$; $B = 5,7$) keinen IL mehr. Mit einer gewissen individuellen Variation im Verschwinden der sekundären Suture-Elemente kann daher gerechnet werden.

3. Triassische Formen

Die im folgenden beschriebenen *Proclydonautilus*-Belege haben alle sinuose Suturen, im Gegensatz zu den vorstehend behandelten spätpaläozoischen Formen.

3.1. *Proclydonautilus hessi* SMITH

(Abb. 9a – c, 10a – b)

Hosselkus limestone, Obere Trias, ohne nähere Lokalitätsangabe; vermutlich Brock Mt., Shasta Co., California. coll. et det. J. P. SMITH (nach Handschrift auf Etikette). Stanford Univ., Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9823, 9824.

2 Exemplare mit Kalk-Steinkernen und Schalenerhaltung zeigen das Verschwinden des Externlobus im orad vorgezogenen Externsattel.

Exemplar A ist ziemlich erwachsen mit Wohnkammer und maximalem D von 68. Es hat auf der letzten Suture einen spitzen EL (Abb. 9c), der nur wenig abgeflacht auf der fünftletzten Suture (Abb. 9b) und deutlich abgeflacht auf der achtletzten Suture (Abb. 9a) sichtbar ist, hier bei einem D von ca. 55.

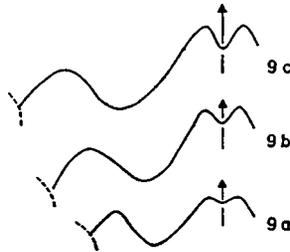


Abb. 9. *Proclydonautilus hessi* SMITH, Hosselkus Limestone, Obere Trias, ohne nähere Fundortsangabe, vermutl. Brock Mt., Shasta Co, Cal., USA. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9823 (Ex. A)

9a: 8.—letzte Suture bei $D = \text{ca. } 55$; 9b: 5.—letzte Suture; 9c: letzte Suture hinter der Wohnkammer bei $D = 68$.
Vergr. $\times 0,7$

Exemplar B ist juvenil und ohne Wohnkammer mit einem maximalen D von 19. Eine Suture bei einem D von 13 läßt immer noch einen, wenn auch sehr seichten EL ersehen, der in einen orad noch deutlich vorgezogenen ES eingesenkt ist (Abb. 10b). Erst auf der 8. Suture vor dieser letzten ist, bei einem D von 9 – 10, der EL und gleichzeitig auch die Vorziehung des ES verschwunden (Abb. 10a); d. h. der „latisellate“ bzw. „angustisellate“ Habitus des ES der späteren Suturen ist hier nicht mehr vorhanden.

Ein weiteres Jugendexemplar von *Pr. hessi* ohne Wohnkammer (Hosselkus limestone, obere Trias, Brock Mt., Shasta Co., California, det. J. P. SMITH, Stanford Univ., Dept. of Geology, Nr. 1324) zeigt gleichfalls die Rückbildung des sekundären Externlobus, aber erst auf relativ frühem Wachstumsstadium. Der EL ist bei einem maximalen D von 15 noch erkennbar, bei einem D von 11 jedoch verschwunden.

Die obigen Befunde ergeben:

1. Eine weitere Bestätigung des sekundären Charakters des Externlobus auch bei sinuosen Suturen (s. a. TOBIEN 1964: 21).
2. Die erste Anlage des EL erfolgt jedoch – zumindest bei der hier behandelten Spezies – relativ früh in der Ontogenese, bei einem Gehäuse-Durchmesser von 10–15.
3. Der schon ziemlich früh in der Ontogenese orad vorgezogene Externsattel ist auf noch früheren Stadien nicht so markiert; d. h. die Suture ist dann wenig sinuos.

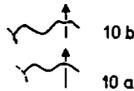


Abb. 10. *Proclydonautilus hessi* SMITH, Fundhorizont und -ort wie in Abb. 9. Juveniles Individuum mit max. D = 19. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9824 (Ex. B). 10a: 8. Suture apicad von der Suture in Abb. 10b, bei D = 9–10; 10b: Suture bei D = 13. Vergr. × 0,7

3.2. *Proclydonautilus ursensis* J. P. SMITH

(Abb. 11, 12a–b)

Hosselkus limestone, Obere Trias, Brock Mt., Shasta Co., California, Stanford Univ., Dept. of Geology, (det. J. P. SMITH). Type coll. Nr. LSJU 9825, 9826, 9827.



Abb. 11. *Proclydonautilus ursensis* SMITH, Hosselkus Limestone, Obere Trias, Brock Mt., Shasta Co, Calif., USA Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9825 (Ex. B). Juveniles Exemplar mit D = 18 an der dargestellten Suture. Vergr. × 0,7

Mehrere Jugendexemplare:

- A. Ein juveniles Exemplar mit Wohnkammer (A) zeigt bei einem D von 17 in Höhe der letzten Suture in dieser, wie in der vorangehenden noch eine leichte Einsenkung im ES, als letzten Rest des EL (ähnlich wie in Abb. 10b). An apicad folgenden Suturen ist der EL nicht mehr zu beobachten.
- B. Ein weiteres Jugendexemplar (B) ist, bei einem D von 18, an der letzten vorhandenen Suture bereits ohne EL. Der Erhaltungszustand erlaubt hier eine Rekonstruktion der gesamten Suture (Abb. 11). Bemerkenswert ist der noch ausgeprägte, orad vorgezogene ES, sowie der seichte IL.
- C. Ein anderes Exemplar (C) zeigt, bei einem D von 7, eine sehr jugendliche Suture (Abb. 12b): Der ES ist schon bedeutend flacher. Leider war es jedoch wegen des teils kalkigen, teils calcitischen Erhaltungszustandes nicht möglich, zu erkennen, ob intern noch ein seichter Lobus oder bereits der primäre IS entwickelt ist.

13 Suturen apicad hiervon findet sich an diesem Exemplar eine fast unbeschädigte, etwas asymmetrische Septal-Fläche vor. Sie ist – wie üblich bei Nautiliden – nach vorn konkav, der Siphon liegt subzentral und dem Innenrand genähert. Breite des Septums: 2,7, Höhe: 1,8. Der Suturenverlauf an den Rändern des Septums ist nahezu gerade, immerhin ist ein seichter ES, ein ebenso breiter und seichter IS, die von einem breiten und seichten LL getrennt werden, erkennbar (Abb. 12a). Dieses Septum ist von der Anfangskammer noch ca. $\frac{1}{2}$ Umgang entfernt. Die dazwischen befindlichen Suturen dürften apicad einen zunehmend geraderen Verlauf nehmen.

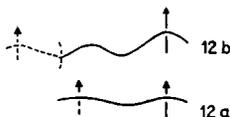


Abb. 12. *Proclydonautilus ursensis* SMITH, gleicher Fundhorizont und -ort wie in Abb. 11. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9826, 9827 (Ex. C)

12a: Suture bei $D = \text{ca. } 3,5$ ($B = 2,7$, $H = 1,8$); 12b: Suture bei $D = 7$. Vergr. $\times 3,3$

Die Rekonstruktion zwischen diesem Suturen-Stadium und dem orad folgenden, in Abb. 12 b wiedergegebenen, dürfte kaum problematisch sein:

- a) Vertiefung von LL, ES und IS,
- b) Entwicklung des Sattels S aus dem Grunde von LL,
- c) orale Vorziehung des ES,
- d) Entwicklung des seichten sekundären IL im Scheitel von IS,
- e) Herausbildung des sekundären EL im Bereich des ES.

D. Ein weiteres juveniles Exemplar von *Pr. ursensis* (gleicher Fundort, gleicher Horizont, Stanford Univ., Dept. of Geology, Nr. 1299, ebenfalls von J. P. SMITH bestimmt) hat $D = 18$, die Wohnkammer eingeschlossen. Der ES ist orad vorgezogen und ohne EL. Die 12 apicad vom Wohnkammer-Septum folgenden Suturen zeigen gut die zunehmende Abflachung des ES.

Die sinuosen *Proclydonautilus*-Suturen aus der Oberen Trias von Nordcalifornien verhalten sich auf juvenilen Wachstumsstadien ähnlich wie die wenig sinuosen spätpaläozoischen Formen:

- a) Extern- und Internlobus der späteren Suturen sind sekundäre Erwerbungen während der Ontogenese.
- b) Die ursprüngliche Suturenformel ist: IS – LL – ES, die aber noch nicht an der 1. Suture, sondern erst einige Suturen später erscheint. Die 1. Suturen haben praktisch geraden Verlauf.
- c) Der sinuose Charakter der Alterssuture – vor allem durch den orad vorspringenden ES und den tiefen LL bedingt – geht auf juvenilen Stadien – zugunsten eines weniger sinuosen Verlaufes – verloren.

3.3. *Proclydonautilus triadicus* (MOJS.)

(Taf. 6 Fig. 5, Abb. 13 a – b)

Obere Trias (karnische Stufe), Nordende der Sierra del Alamo 700 yds. ndl. der Mine Antimonio, westl. von Caborca, NW der Sonora Provinz, Mexiko. Stanford Univ., Dept. of Geology (C. L. BAKER coll. et det.). Type coll. Nr. LSJU 9820.

Die inneren, juvenilen Windungen eines Exemplares ergaben bei $H = 7,5$ und $B = 9,5$ die in Abb. 13 b wiedergegebene Sutur mit der Formel:

$$IL - S - L - S - LL - ES,$$

wobei der ES einen kleinen EL trägt, der auf Altersstadien beträchtlich tiefer ist. (Taf. 6 Fig. 5)

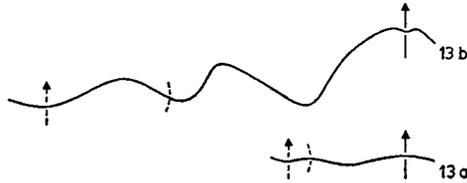


Abb. 13. *Proclydonautilus triadicus* MOJS., Obere Trias (Karn), Nordende der Sierra del Alamo, nahe Antimony Mine, westl. von Caborca, Sonora Provinz, Mexiko. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9820 (siehe Taf. 6 Fig. 5)

13 a: Sutur bei $B = 3,0$, $H = 2,5$; 13 b: Sutur bei $B = 9,2$, $H = 7,5$. Vergr. $\times 3,3$

Einen Umgang weiter apicad liegt eine wesentlich einfachere Sutur vor (Taf. 6 Fig. 5, Abb. 13 a):

$$IL - S - LL - ES$$

Neben der Reduktion der Zahl der Suturelemente ist auch hier, wie bei den *Proclydonautilus*-Belegen aus dem Hosselkus-Kalk, die Abflachung des Sutur-Verlaufes auf Jugendstadien bemerkenswert. Sie kommt vor allem in dem seichten LL und dem nicht mehr orad vorspringenden ES zum Ausdruck.

4. Folgerungen

Die vorstehenden Beobachtungen lassen die nachstehenden Folgerungen zu:

1. Der unpaare Intern- und Externlobus der Alterssutur sind offensichtlich sekundäre Elemente. Im Anfangsteil des Gehäuses, d. h. auf juvenilen Stadien, sind sie – mehr oder weniger früh – aus dem primären Intern- bzw. Externsattel verschwunden (vgl. hierzu auch TOBIEN 1964: 19–21).
2. Dabei persistiert der Internlobus im allgemeinen länger als der Externlobus, d. h. ersterer tritt eher in der Ontogenese auf als letzterer (vgl. auch TOBIEN 1964: 20, 21). Ausnahmen kommen jedoch vor, so das oben beschriebene Exemplar von *Liroceras liratum*. (S. 51)
3. Die allerersten Suturen sind – zumindest bei den behandelten spätpaläozoischen Formen – sehr schwach sinuos, z. T. gerade und praktisch ungegliedert.

4. Der Annularlobus ist – zumindest bei den hier behandelten älteren Formen – ein sekundäres Element, wenngleich schon auf frühen Stadien vorhanden.
5. Mit einer gewissen individuellen Variation im apicalwärtigen Verschwinden der sekundären Suture-Elemente ist zu rechnen.
6. Der orad vorgezogene Externsattel (in den gewöhnlich ein Externlobus eingesenkt ist) der sinuosen Suturen flacht apicad ab, wie juvenile Suturen des triassischen *Proclydonautilus* lehren. Damit wird die Suture weniger sinuos.
7. Auch an sinuosen Suturen sind Extern- und Internlobus sekundäre Elemente. Sie sind auf sehr juvenilen Suturen nicht mehr vorhanden. Die erste Suture hat auch bei sinuosen Suturen geraden Verlauf.

Es muß dahingestellt bleiben, wieweit diese hier verallgemeinert formulierten Folgerungen aus Beobachtungen an spätpaläozoischen und triassischen Nautiliden-Arten nur für diese, oder allgemein für stratigraphisch frühe oder auch für stratigraphisch späte Formen – und hier in welchem Umfange – gültig sind. Dazu bedarf es noch weiterer Untersuchungen an günstig erhaltenem Material.

Immerhin bestätigen und ergänzen diese Beobachtungen frühere Feststellungen (TOBIEN 1964). Sie seien im folgenden nochmals kurz angeführt:

1. Die mehr oder weniger sinuose Nautiliden-Suture entwickelt sich aus einer Suture mit der Formel:

$$IS - LL - ES.$$

Typische Ammonoiten-Suturen gehen dagegen aus Anfangssuturen hervor, die durch je einen unpaaren Intern- und Externlobus charakterisiert sind.

2. Im Alter stärker sinuose Nautiliden-Suturen gehen auf Jugendstadien in weniger sinuose über.

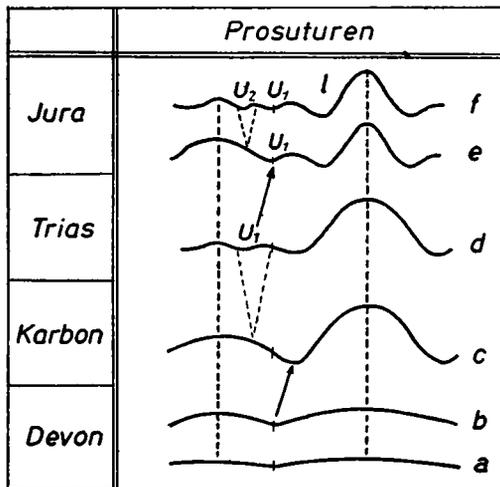


Abb. 14. Prosuturen der Ammonoiten und ihre phylogenetische Entwicklung (n. SCHINDEWOLF 1942: Abb. 9). a und b: Asellate Prosuturen, c: Latisellater A-Typus; d: Latisellater B-Typus; e: Angustisellater A-Typus; f: Angustisellater B-Typus

3. Die Formähnlichkeiten juveniler Nautiliden-Suturen mit der asellaten, bzw. latisellaten, bzw. angustisellaten Prosutur der Ammoneen (TOBIEN 1964: 23–26) sind offensichtlich, wie ein Vergleich der Abb. 1a–b, 2a, 4a, 7a, 8, 10a, 11, 12a–b mit Abb. 14 zeigt. Auf die sich daraus ergebenden Zusammenhänge mit den Ammonoidea wurde bereits hingewiesen (TOBIEN 1964: 23–26), sie brauchen hier nicht noch einmal wiederholt zu werden.

5. Zusammenfassung

Juvenile Suturen spätpaläozoischer und triassischer Nautiliden aus Lokalitäten der USA und Mexikos werden in ihrer ontogenetischen Entwicklung beschrieben und diskutiert. Sie zeigen Formähnlichkeiten und damit Beziehungen zur Prosutur (= erste Sutur), nicht dagegen zur Primärsutur (= zweite Sutur) der Ammoneen.

Frühere Feststellungen und Ableitungen (TOBIEN 1964) werden damit bestätigt und ergänzt.

Summary

Juvenile sutures of late Paleozoic and Triassic nautilids from some US and Mexican localities are described, and their ontogenetic development is discussed.

The resemblances and therefore the relationships of these juvenile sutures are with the prosuture (= first suture), not with the primary suture (= second suture) of the ammonoids.

Former observations and inferences (TOBIEN 1964) are hereby approved and enlarged.

Sommaire

Les sutures juvéniles de quelques Nautilidés du Paléozoïque terminal et du Trias des Etats Unis et en Mexique sont décrites et leur évolution ontogénétique est discutée.

Les ressemblances et — par conséquent — les relations des sutures primordiales sont évidentes avec la prosuture (= première suture), mais pas avec la suture primaire (= seconde suture) des Ammonoidés.

Des observations et déductions précédentes (TOBIEN 1964) sont confirmées et amplifiées.

Schriftenverzeichnis

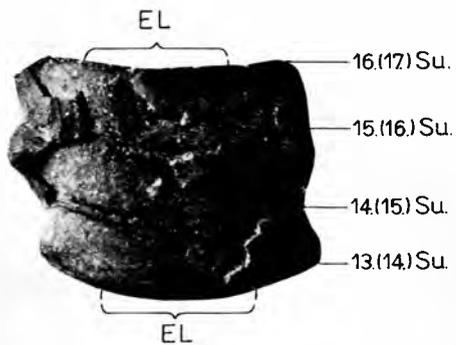
- PLA, J. v.: Untersuchungen über die Liassischen Nautiloidea. — Beitr. Paläont. Geol. Österreich-Ungarn u. Orient., 27, 19–86, Taf. 4–10, Wien 1914.
- SCHNDEWOLF, O. H.: Evolution im Lichte der Paläontologie. Bilder aus der Stammesentwicklung der Cephalopoden. — Jenaische Zschr. Med. u. Naturw., 75, 324–386, Jena 1942.
- TEICHERT, C. et al.: Treatise on Invertebrate Paleontology (ed. R. C. MOORE): Part K, Mollusca 3, Cephalopoda — General features, Endoceroidea, Actinoceroidea, Nautiloidea, Bactritoidea. — Geol. Soc. America and Kansas Univ. Press; 519 S., 2382 Fig. 1964.
- TOBIEN, H.: Über Suturen nautiliconer Nautiloidea (Cephalopoda). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, 7–28, 23 Abb., Wiesbaden 1964 (dort weitere Literatur).

Tafel 6

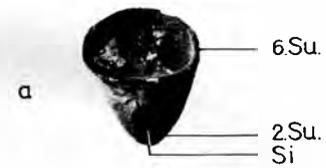
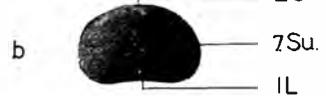
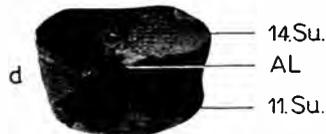
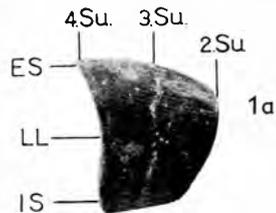
- Fig. 1. *Metacoceras cornutum* (GIRTY), Howard Limestone, ob. Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Stanford University, Dept. of Geology, Type Nr. LSJU 9811, 9812.
2 Windungsfragmente mit 2. – 4. Sutor (9812), bzw. 13. (od. 14.) – 16. (od. 17.) Sutor (9811); von extern. $\times 6,8$. S. 48
- Fig. 1a. Dasselbe. Windungsfragment mit 2. – 4. Sutor (LSJU 9812); von lateral. $\times 6,8$. S. 48
- Fig. 2. *Liroceras liratum* (GIRTY), Howard Limestone, ob. Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Stanford University, Dept. of Geology, Type Nr. LSJU 9813 – 9817. $\times 3,4$. S. 50
a: Anfangsteil des Gehäuses mit 2. – 6. Sutor, von intern (9813); b: Windungsfragment mit der 7. Sutor (bzw. Septum), von hinten (9814); c: Windungsfragment mit 7. – 11. Sutor, von intern (9815); d: Windungsfragment mit 11. – 14. Sutor und beginnendem Annularlobus (AL), von intern (9816); e: Windungsfragment mit 14. – 17. Sutor und deutlichem AL, von intern, rechte Gehäusepartie z. T. weggebrochen. (9817). 2a – 2e von einem Individuum stammend.
- Fig. 3. *Metacoceras* sp. Oberes Karbon, Oklahoma, USA. Stanford University Dept. of Geology Type Nr. LSJU 9818. Innenwindung eines jugendlichen Gehäuses, die Sutor am 4. (oder 5. – 6.) Septum zeigend; von lateral. $\times 6,4$. S. 52
- Fig. 4. *Metacoceras dubium* HYATT, Fort Riley Formation, ob. Perm, Oketo, Kansas, USA. Stanford University, Dept. of Geology, Type Nr. LSJU 9819 (= Exemplar B). Windungsfragment mit wahrscheinlich 5. – 8. Septum, von lateral. Die Interlobus-Partie ist leicht beschädigt und zeichnerisch ergänzt. $\times 5,6$. S. 54
- Fig. 5. *Proclydonautilus triadicus* (MOJS.), Karnische Stufe, ob. Trias, ndl. Mine Antimonio, N-Ende der Sierra del Alamo, Sonora Provinz, Mexiko. Stanford University, Dept. of Geology, Type Nr. LSJU 9820. Juveniles Windungsfragment mit sehr junger Septalfläche nebst Sutor (innen), und einer – um einen Umgang – älteren Septalfläche nebst Sutor (außen). Von hinten (= apical). Die Elemente der älteren Sutor sind durch eckige Klammern markiert, die Elemente der jugendlichen Sutor durch Hinweis-Striche. $\times 5,3$. S. 58

Abkürzungen:

AL: Annularlobus	IL: Internlobus	Si: Siphon
EL: Externlobus	IS: Internsattel	S: Sattel
ES: Externsattel	LL: Laterallobus	Su: Sutor



1



2

