

Aus dem Zoologischen Institut Gießen

DURODENTINBILDUNG BEI DEN SCHUPPENZÄHNCHEN  
VON *LEPISOSTEUS OSSEUS*

Von

HEDWIG GROSS-LERNER

Mit 7 Textabbildungen

(Eingegangen am 7. Februar 1958)

Nachdem für die Schuppenzähne der Panzerwelse (*Corydoras spec.*) sicher gestellt ist, daß ihre Spitzen aus Durodentin bestehen (LERNER 1956) — also nicht, wie in der Literatur des öfteren angegeben, aus echtem Schmelz — erscheint es von nicht geringem Interesse, echte Zähne auf den Schuppen anderer Fische in dieser Hinsicht zu prüfen.

Solche finden sich nun bei *Ganoiden* und zwar vor allem *Lepisosteus osseus* (REISSNER 1859, HERTWIG 1879, KLAATSCH 1890, NICKERSON 1893): Hier tragen die caudalen und seitlichen Ränder der außen von Ganoin überzogenen Schuppen, insbesondere aus der Umgebung des Schultergürtels, mehrere Zahnreihen; auch die Kopfknochenplatten sind mit Zähnchen reich besetzt. Ja selbst die schmalen, dünnen, aneinandergereihten Knochenplättchen, welche die Flossenstrahlen bilden, besitzen je nach ihrer Größe ein Zähnchen oder mehrere. Außerdem enden die dachziegelartig sich überlagernden Fulcren, die in zwei Reihen den Vorderrand der Flossen wie mit Schindeln bedecken, in einem großen, fest mit der Schuppe verwachsenen Zahn (HERTWIG 1879).

Die genannten kleinen Hautzähnchen von *Lepisosteus* sind schlanke Gebilde, deren Größe bei dem untersuchten (50 cm langen) Tier etwa 0,2—0,5 mm beträgt, und die mit ihren Spitzen meist nur wenig über die Epidermis vorragten. Mit den sie tragenden Schuppen, Flossenstrahlplättchen oder Knochenplatten sind sie teils fest verbunden, teils aber sitzen sie auf Sockeln, runden oder elliptischen Ringen.

Als erster erwähnt REISSNER (1859) am hinteren und unteren Rande der Schuppen von *Lepisosteus osseus* eine Reihe feiner, kurzer „Stacheln“, deren Insertionsstellen unmittelbar unter der Ganoinsschicht liegen; Schuppen und Zähnchen sollen nach ihrem ganzen Aufbau ähnlich den „Schildern und Stacheln der Plagiostomen“ sein. Die *Zahnpulpa* ist im Stachel nahe seiner Basis geräumig, rund und steht in Verbindung mit einem aus der Tiefe der Schuppe kommenden Kanal, der hier das Ganoin durchstößt; nach der Zahnspitze verjüngt sich die Pulpa stark, und von ihrem oberen Ende strahlen „zahlreiche feine Kanälchen nach verschiedenen Richtungen aus“. Außerdem hebt REISSNER hervor, daß die Schuppenzähnchen anscheinend von einer dünnen *Schmelzlage* überzogen werden.

O. HERTWIG (1879) beschreibt die Hautzähnchen an den Schuppen des Schultergürtels, den Knochenplatten des Kopfes, den Flossenstrahlplättchen, sowie als erster zwischen den beiden Unterkiefern auf den Verknöcherungen der Haut, kleinen verschieden geformten Plättchen, deren jedes ein oder zwei festsitzende Zähnchen trägt. An den kleinen Schuppenzähnchen kann HERTWIG keinen *Schmelz* finden; dagegen besitzt nach ihm der große, mit bloßem Auge sichtbare, den Zähnen der Mundhöhle an Größe und Beschaffenheit nicht nachstehende Zahn am distalen Ende der Fulcren deutlich eine „Schmelz“kappe, in die jedoch zahlreiche vom Dentin ausgehende, gut wahrnehmbare Dentinröhrchen einstrahlen. Der „Schmelz“ löst sich beim Entkalken vollkommen auf, während die freigelegten Dentinröhrchen (Tomessche Fasern) über dem Zahnstumpf hin- und herflottieren (HERTWIG 1879).

KLAATSCH (1890) schildert die *Entwicklung* der Zähnnchen auf den *Lepisosteus*-Schuppen im Bereich der hinteren Bauchseite eines 18 cm großen Exemplares: Über einer in der Cutis angelegten Schuppe treten unter der Epidermis etwa 30—40 Papillen aus wenigen Bindegewebszellen, den Odontoblasten der kleinen Hautzähnnchen auf, die Dentin gegen das Epithel hin abscheiden. Dieses nimmt alsbald das Aussehen eines Schmelzepithels an: Die Zellen werden höher, und ihre Kerne vergrößern sich. Nach KLAATSCH (1890) soll das Epithel eine dünne Schmelzkappe liefern, die dem Dentinkegel aufsitzt. Im weiteren Verlauf der Entwicklung verschmelzen die Zähnnchen mit der Schuppe, so daß beide durch Hartschubstanz fest miteinander verbunden werden; dann lagert sich weitere Substanz auf die Schuppe ab, so daß der Ansatzpunkt der Zähnnchen etwas in die Tiefe der Schuppe eingesenkt erscheint.

NICKERSON (1893) läßt die Schuppenstacheln aus feinen, tütenartig aufeinandergestellten Dentinlamellen aufgebaut sein, die von einem System feiner Dentinröhrchen durchzogen werden, welche letzte in den angeblichen Schmelzanteil eindringen. Er *be zweifelt*, daß die Stacheln einen Überzug von echtem Schmelz besitzen. Im Dentin der Schuppenstacheln findet NICKERSON keine Skleroblasten wie in den Schuppen, was er mit der geringen Dicke der einzelnen Lamellen der Hautzähnnchen in Zusammenhang bringt.

SCUPIN (1896) schließlich betont wieder die *Schmelznatur* der äußeren Lage auf Schuppen und Hautzähnnchen, während er im übrigen die histologischen Befunde der älteren Autoren bestätigt.

Schabt man unter dem Greenoughschen Doppelmikroskop die Epidermis mit einem Skalpell vorsichtig vom hinteren Rande der Schultergürtelschuppen oder von den Flossenstrahlplättchen ab, so erhält man nach mehrmaligem Spülen des Abschabfels mit destilliertem Wasser stets auch eine Anzahl kleiner Schuppenzähnnchen, die durch schonendes Abpräparieren des umhüllenden Epithels sich isolieren lassen.

In *Wasser* unter dem Mikroskop zeigt sich ein isoliertes *Schuppenzähnnchen* von *Lepisosteus osseus* als ein schmales, kegelförmiges Gebilde (Abb. 1a), das leicht gebogen in eine feine, öfter nadelscharfe Spitze ausläuft. Die Krümmung aller Hautzähnnchen weist in der Haut des Fisches stets zum Körperende hin (wie schon HERTWIG 1879 betonte). Weiter erkennt man im Innern des Zähnnchens eine enge *Pulpa*, die sich distalwärts stark verjüngt. Beim Vergleich mehrerer Zähnnchen bietet sich die Länge der Pulpa sehr unterschiedlich dar; bald reicht sie nur knapp bis zur Hälfte, bald bis zu  $\frac{3}{4}$  der Zähnnchenlänge, jedoch niemals bis in die Spitze hinein. Die Pulparänder sind bei den meisten Zähnnchen unregelmäßig von kleinen bogigen Ausbuchtungen begrenzt, die stellenweise den täuschenden Anschein erwecken, als bestehe im pulpanahen Dentin globuläre Verkalkung. Das *Dentin* der Hautzähnnchen zeigt in seinem äußeren Teil eine zarte, parallel dem Außenkontur verlaufende gestrichelte Streifung, die hier und da die von NICKERSON (1897) beschriebenen übereinander gestülpten Tüten angedeutet erkennen läßt. Jedoch ist außerdem bei allen untersuchten Zähnnchen der genannte feinkörnige Bereich sichtbar. Das Hartgewebe des *Spitzenabschnittes* erscheint stets homogen, glasig durchsichtig, besitzt höhere Lichtbrechung als das basalwärts angrenzende Dentin, in das es teilweise zungenartige seitliche Fortsätze entsendet. *Dentinkanälchen* sind bei den in Wasser liegenden Objekten im unteren Zahnabschnitt kaum sichtbar, jedoch treten sie auffallend in der Spitze hervor, ohne ihre Verbindung mit der Pulpa erkennen zu lassen. Die Sichtbarkeit der Dentinkanälchen im Spitzenbereich erklärt sich aus der hier herrschenden höheren Lichtbrechung: die Differenz der Brechzahlen von Wasser und Gewebe ist gegenüber dem gewöhnlichen Dentin erhöht. In Präparaten, die nach völliger Austrocknung in festen, erwärmten, dann bald wieder erstarrten Canadabalsam eingeschlossen

wurden, kann man im gewöhnlichen Licht, noch schöner aber im Phasenkontrast die Verbindung der Dentinröhrchen der Spitze mit der Pulpa nachweisen: die im Spitzenbereich büschelartig ausstrahlenden Röhrchen vereinen sich basalwärts nacheinander und setzen sich als fadenförmiger Pulpakanal bis zur eigentlichen Zahnhöhle fort (Abb. 2a u. b). Dieses Verhalten deutet an, daß auf einem frühen Entwicklungsstadium die Pulpa sich weit gegen die Spitze hin erstreckt haben muß, bei dem fortschreitenden Wachstum des Zahnes aber in ihrem oberen Teil

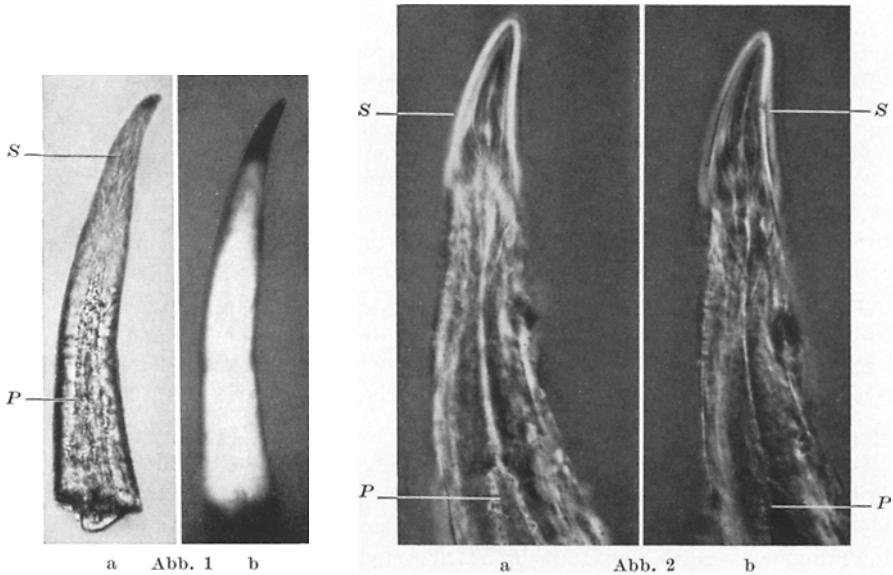


Abb. 1a u. b. *Lepisosteus osseus*, Schuppenzähnnchen in Wasser, 250:1, a gewöhnliches Licht, b Pol.  $\times$ , Glimmerkompensator. P Pulpa, S Spitze mit Dentinröhrchen

Abb. 2a u. b. *Lepisosteus osseus*, Schuppenzähnnchen luftgefüllt in hartem Canadabalsam eingeschlossen, 490:1, Grünfilter; a Phasenkontrast, b Übergang zwischen Dunkelfeld und Phasenkontrast. S stark lichtbrechende Spitze mit einstrahlenden Dentinröhrchen, die durch dünnen Strang mit der Pulpa (P) verbunden sind

stark verengt wurde. Bemerkenswert bleibt jedoch, daß die Dentinkanälchen der Zahnschmelzspitze auch auf diesem Stadium noch mit der Pulpa verbunden sind, so daß zu erwägen ist, ob die verstärkte Kalkeinlagerung der Spitze (s. unten) wohl von der Pulpa her erfolgte. Im übrigen konnte ich Dentinkanälchen im basalen Dentin nicht nachweisen. Weiter kann man an dem hellen Saum in Abb. 2 erkennen, daß die Spitze wesentlich höhere Lichtbrechung hat als das basal folgende Dentin, wobei in Abb. 2a deutlich ein zungenartiger Dentinanteil in dem basalen Teil der Spitze sichtbar ist.

Zwischen gekreuzten Polars leuchtet ein Hautzähnnchen in Wasser zum größten Teil hell auf, während der Spitzenabschnitt meist unsichtbar oder gelegentlich nur noch schwach angedeutet ist. Die Zähnnchen wirken also auf den ersten Blick so, als wären ihre Spitzen isotrop (Abb. 1b). Mit der Gipsplatte Rot I zeigt sich der aufleuchtende Bereich — wie zu erwarten — als *positiv doppelbrechend zu seiner Länge*. Die Stärke des Aufleuchtens schwächt sich zur Spitze hin merklich ab. Von dem schlanken Zahnstumpf dringt jedoch — wie Untersuchung mit

stärkeren Objektiven lehrt — stets ein niedriger, abgerundeter schwach aufleuchtender Kegel in die dunkle Spitze ein, von dem sich oft einzelne aufleuchtende faserartige Gebilde noch weiter in die Spitze hinein verfolgen lassen; sie strahlen nicht gerade vom Dentinkegel ein, sondern bieten sich an der Basis des Spitzenbereiches geknickt oder gewellt dar. Ihre Doppelbrechung erweist sich mit dem Brace-Köhler-Kompensator (dünne drehbare Glimmerplatte) als positiv zu ihrer Länge: An einzelnen Zähnen ist die Erhellung so stark, daß man den optischen Charakter auch mit der Gipsplatte Rot I erkennen kann. Vielleicht handelt es sich hier um die in den Dentinkanälchen verlaufenden Tomeschen Fasern.

Überführt man die Schuppenzähnen in *Canadabalsam* und untersucht sie zwischen gekreuzten Polars, so zeigt sich das ganze Gebilde *stark doppelbrechend*; die vorher dunklen oder annähernd unsichtbaren *Spitzen* bieten sich nunmehr stark aufleuchtend dar (Abb. 3a), sind jedoch vom Zahnkegel durch eine dunkle (neutrale), unregelmäßig verlaufende Zone getrennt, die an den Zahnrandern schmal ist, sich nahe der Zahnachse sowohl nach dem Dentin als auch nach der Spitze hin verbreitert. Der optische Charakter des basalen

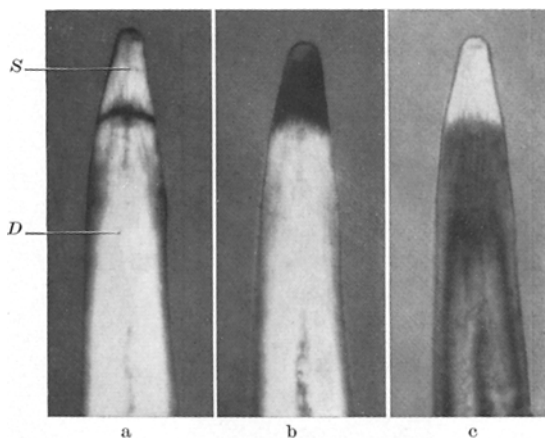


Abb. 3a—c. *Lepisosteus osseus*, Schuppenzähnen in Balsam, 375:1, a Pol.  $\times$ , b, c, desgleichen mit Glimmerkompensator; und zwar a die stark negativ doppelbrechende Spitze (S) durch neutrale Zone vom positiv wirkenden Dentin (D) getrennt; b Spitze, c basaler Abschnitt kompensiert

Teiles erweist sich mit der Gipsplatte Rot I als positiv zur Zahnlänge; allerdings ist die Stärke der Doppelbrechung gegenüber dem in Wasser befindlichen Zahnbein etwas geringer, da in *Canadabalsam* die in Wasser mitwirkende Formdoppelbrechung schwindet. Die *Spitzenanteile* — ebenfalls mit der Gipsplatte Rot I geprüft — erweisen sich als *negativ doppelbrechend* zur Zahnlänge, während die neutrale Trennungszone bei jeder Lage und unter jedem Azimut des Objektes unwirksam bleibt. Sehr eindrucksvoll läßt sich der gegensätzliche optische Charakter beider Hartgewebe mit dem Brace-Köhler-Kompensator darstellen: bei dem einen Drehungssinn erhellt sich das Dentin, während die Spitze sich verdunkelt (Abb. 3b), bei entgegengesetztem dagegen wird das Dentin kompensiert, während die Spitze sich aufhellt (Abb. 3c).

Nach diesen Befunden läßt sich bereits sagen, daß die *Zahnspitze stärker verkalkt* ist als das Dentin und imbibierbare, submikroskopische Lücken besitzen muß, die das verschiedene Verhalten in Wasser (neutral = Kompensation von Form- und Eigendoppelbrechung) und Balsam (negativ = Eigendoppelbrechung) hervorrufen. Die Doppelbrechung der Spitzen im Balsampräparat ist also auf die negativ einachsige doppelbrechenden Hydroxylapatitkristallite zu beziehen, die mit ihren optischen Achsen dem Verlauf der noch vorliegenden (s. S. 329) oder ehemals vorhandenen Kollagenfibrillen (annähernd parallel der Zahnachse) folgen.

In Abb. 3c sieht man aus dem dunklen Dentin zahlreiche kurze, leicht gewellte Streifen in den hellen Spitzenteil ein Stück weit einstrahlen; es handelt sich wohl um Kollagenfasern, die den in den Spitzenabschnitt eintretenden Dentinröhrchen folgen. Bei starker Vergrößerung (Abb. 4) läßt sich deutlich der Verlauf der Dentinkanälchen vom Dentin durch die neutrale Zone in den Spitzenteil verfolgen; dabei zeigen sich *Überschneidungen* der teils gerade verlaufenden, teils nach dem Zahnrande ausbiegenden Röhrchen so, als seien sie nachträglich etwas gegeneinander verschoben worden. Meist unterhalb der neutralen Zone im Dentin oder stellenweise schon in ihr, ist ihr Lumen breiter, ihr Verlauf aber weiterhin noch etwas geschlängelt.

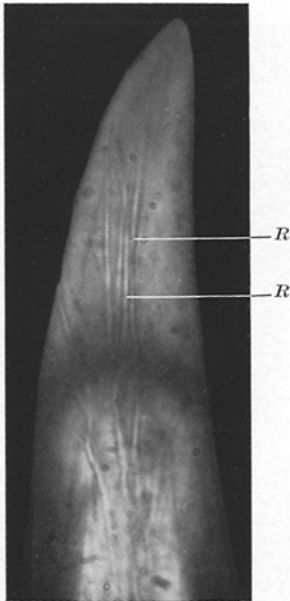


Abb. 4

Abb. 4. *Lepisosteus osseus*, Spitze eines Schuppenzähnnchens in Balsam, 810:1, Pol.  $\times$ , Eindringen der Dentinröhrchen (R) in die Spitze

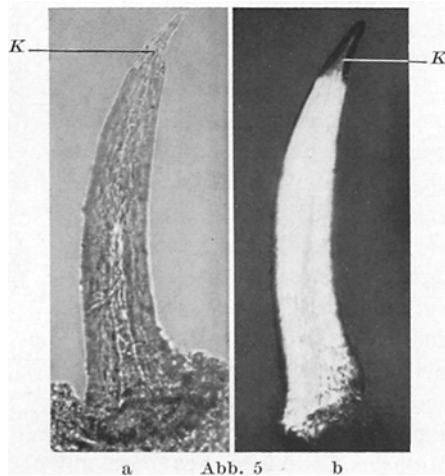


Abb. 5 a b

Abb. 5a u. b. *Lepisosteus osseus*, Schuppenzähnnchen entkalkt in 5%iger Essigsäure, 250:1, a gewöhnliches Licht, b Pol.  $\times$ ; K positiv doppelbrechendes Kollagenkegelchen auf dem Zahnstumpf

Stets aber lassen sich die Dentinröhrchen im Canadabalsampräparat weiter in die Spitze hinein verfolgen als bei den in Wasser befindlichen Objekten. Der gestörte Verlauf der Dentinröhrchen, sowie die starke Verkalkung der ganzen Zahnspitzen weisen schon auf Durodentinbildung hin.

*Entkalkt* man ein Hautzähnnchen in 5%iger Essigsäure, so schwindet das Zahnsplätzchen ohne Gasblasenentwicklung: es schmilzt wie Schnee, um den Ausdruck eines älteren Autors (REISSNER 1859) zu benutzen, der ihn vor allem für die Entkalkung des Ganoins der Schuppe gebrauchte. Auffallend ist, daß sofort die starke Lichtbrechung des Spitzenteiles abnimmt. Auf dem Zahnstumpf hinterbleibt nach der Entkalkung ein kleines manchmal langgestrecktes, manchmal kurzes stumpfes Kegelchen (Abb. 5a), das bei Bewegung des Objektisches über dem unveränderten Zahnstumpf hin- und herschwankt. Bei besonders vorsichtiger Entkalkung — ohne jede Berührung von Deckglas oder Objektisch! — erhält sich über dem zarten Kegelchen eine äußerst dünne zarte *Membran*, die getreu die Form der früheren Zahnspitze darbietet, aber schon bei geringster Flüssig-

keitsbewegung ab- und zerreißt. Der Raum zwischen Membran und Kegelchen scheint leer zu sein.

Besonders schön lassen sich die Einzelheiten des *Entkalkungsvorganges zwischen gekreuzten Polars* verfolgen. Die positive Doppelbrechung des Zahnes bleibt dabei erhalten; jedoch bietet nach Beendigung der Reaktion das Dentin etwas gesteigerte Erhellung dar (Abb. 5b). An der in Wasser dunklen Spitze zeigt sich bei fortschreitender Entkalkung allmählich schwache Doppelbrechung, positiv zur Länge des kurzen Kegelchens, während die zarte Membran der Spitze von der Fläche gesehen neutral wirkt. Die Kantenansicht dieser Membran allerdings bietet bei starker Beleuchtung eine schwache Erhellung (Abb. 6) dar, und mit dem Brace-Köhler-Kompensator erweist sich die Doppelbrechung der Membran am optischen Schnitt als positiv zur Tangente, so daß sie die sich verdunkelnde Spitze als zarter schwarzer Saum einrahmt.

Bei Behandeln des *entkalkten Zahnes* mit *Carbol/Xylol* kehrt sich das optische



Abb. 6. *Lepisosteus osseus*, Spitze eines in 5 %iger Essigsäure entkalkten und darin aufgenommenen Schuppenzähnnchens, 375:1, Pol.  $\times$ ; Auftreten der positiven Membran um das Durodentin der Spitze

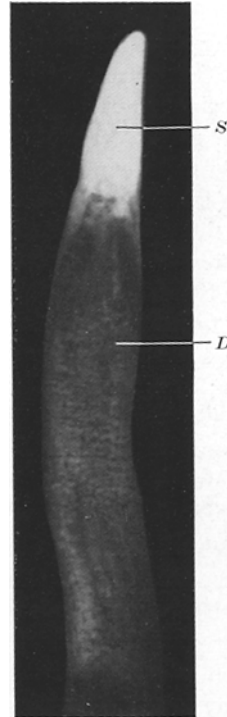


Abb. 7. *Lepisosteus osseus*, Schuppenzähnnchen kollagenfrei, 375:1, Pol.  $\times$ , Glimmerkompensator: S stark verkalkte, negativ doppelbrechende Durodentin Spitze mit seitlichen zungenartigen Fortsätzen im basalen schwach negativen Dentin (D)

*Vorzeichen* des ganzen Zahnes augenblicklich *um*; der Zahnstumpf wie das ihm aufsitzende Kegelchen wirken nach Phenolbehandlung negativ zur Zahnlänge. Dies besagt, daß auch das Spitzenkegelchen aus *Kollagen* besteht und also in die lichtbrechende und in Balsam negativ doppelbrechende stark verkalkte *Spitze* sich noch Kollagenfibrillen vom Dentin her fortsetzen, anfangs in einem breiten und später axialen sehr schmalen Bereich. Die zarte Membran dagegen läßt mit Phenol keine Wirkung erkennen, woraus der Schluß zu ziehen ist, daß sie nicht aus Kollagen bestehen kann.

Es liegt nahe, diese zarte kollagenfreie Membran der bei Amphibien gefundenen Spitzenumkleidung gleichzusetzen, deren Natur W. J. SCHMIDT (1957) als Anlage einer dünnen Schmelzmatrix erwägt. Jedoch wird hier nur die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung Klarheit bringen. Mit der unten beschriebenen

dünnen Radialschicht des basalen Teiles der Zähnnchen kann sie wegen ihres anderen optischen Verhaltens nicht identisch sein.

Kocht man ein Zähnnchen zur *Entfernung des Kollagens* in *Glycerin-Kalilauge* aus und bettet es in Canadabalsam ein, so bleibt es in seiner ganzen Ausdehnung erhalten und zeigt bei Untersuchung in gewöhnlichem Licht keine auffälligen Unterschiede im Verhalten zum unbehandelten. Zwischen gekreuzten Polars aber leuchtet es jetzt sehr stark im Spitzenabschnitt auf, während das Dentin nur schwach sich erhellt (Abb. 7). Besonders scharf ist der Abfall der Doppelbrechung am Übergang vom Spitzenabschnitt zum normalen Dentin. Die Spitze erweist sich mit der Gipsplatte Rot I als negativ zur Zahnlänge, während das Dentin das gleiche Vorzeichen erst bei Anwendung des empfindlichen Glimmerkompensators zu erkennen gibt. Vergleicht man den hier hell aufleuchtenden Spitzenteil in seiner Größe mit dem in unbehandeltem Zustande ebenfalls negativen Endteil des Zahnes (s. S. 327), so fällt auf, daß der stark verkalkte Anteil beim kollagen-freien Zahn sich weiter in das Dentin hinein verfolgen läßt als beim unbehandelten.

Die *Spitzen* der Schuppenzähnnchen bestehen also aus *Durodentin*, aus Zahnbein, dessen Kollagenfibrillen allmählich geschwunden sind und das dann in seiner weiteren Entwicklung eine Härtung durch gesteigerte Kalkeinlagerung erfahren hat. Nur am Übergang zur Spitze sind Kollagenfibrillen axial noch spärlich nachweisbar; die Dichte der Erdsalzkristallite nimmt von der Spitze des Zahnes zur Basis hin ab, während die der Kollagenfibrillen langsam ansteigt. Die Schuppenzähnnchen von *Lepisosteus osseus* verhalten sich also ganz so wie es für andere Mund- und Hautzähne der Fische bereits beschrieben wurde (W. J. SCHMIDT 1938, 1940, 1947, 1951; W. KEIL 1952; POOLE 1956; LERNER 1956).

Schließlich sei noch auf den besonders an ausgekochten Zähnnchen wahrnehmbaren äußeren, hauchartigen Kontur aufmerksam gemacht. Er ist nur im Normodentinbereich und dort stellenweise anzutreffen und bietet — mit dem Glimmerkompensator geprüft — *negative Doppelbrechung zur Flächennormalen* dar, getrennt durch einen dunklen neutralen Streifen vom negativ (zur Zahnlänge) doppelbrechenden Dentin. Auch an einigen unbehandelten Zähnnchen in Wasser kann man diese Schicht stellenweise wahrnehmen, ebenfalls vom Dentin durch eine neutrale Zone getrennt; ihre Doppelbrechung ist hier positiv zur Flächennormalen. In Balsam werden die unbehandelten Zähnnchen meist nur von einer dunklen Zone umrandet. In gewöhnlichem Licht erkennt man an einigen Zähnnchen ebenfalls eine äußerste, zarte homogene Schicht.

Diese Befunde deuten darauf hin, daß die Hautzähnnchen von *Lepisosteus osseus* ebenso wie jene von *Corydoras* (LERNER 1956) von einer dünnen *Grenzschicht* überzogen werden. In dieser sind die Erdsalzkristallite (die hier allein vorliegen, da nach Entkalken niemals etwas von der Grenzschicht wahrgenommen werden konnte) mit ihren optischen Achsen senkrecht zur Zahnoberfläche orientiert; allerdings ist die Dichte der Kristallite wohl nicht sehr groß, da man in Wasser positive Doppelbrechung erhält, die wohl auf Formdoppelbrechung zu beziehen ist, hervorgerufen durch submikroskopische Lücken, deren Längsausdehnung der optischen Achse der Erdsalzkristallite folgt. Die in der Schicht ehemals vorhandenen Kollagenfibrillen sind wahrscheinlich geschwunden, und an ihrer Stelle bleiben feinste Lücken oder treten Erdsalzkristallite. Die Kollagenfibrillen müssen also radialen Verlauf zur Zahnachse besessen haben. Radialer

Verlauf der Kollagenfibrillen ist aber im v. Korffschen Dentin bekannt, das G. LEVI (1937), W. J. SCHMIDT (s. SCHMIDT/KEIL 1958) und KVAM (1953) in einer großen Anzahl von Teleostiermundzähnen und W. KEIL (1952) und W. J. SCHMIDT (1951, s. auch SCHMIDT/KEIL 1958) für Hautzähne der Selachier nachgewiesen haben. Man darf also annehmen, daß bei den Schuppenzähnen von *Lepisosteus* wie bei den Zähnen der Teleostei entwicklungsgeschichtlich (KVAM 1953) zuerst eine wenn auch sehr dünne v. Korffsche Lage angelegt wurde, deren Kollagenfibrillen jedoch im Laufe der Odontogenese schwinden. Durodentinbildung ist also nicht nur an das annähernd längsgefaserete Normodentin der Spitzen der Hautzähnen gebunden, sondern ergreift auch — wie bei *Corydoras* — die dünne v. Korffsche Schicht.

### Zusammenfassung

Die Schuppenzähnen von *Lepisosteus osseus* besitzen eine stark verkalkte Spitze aus *Durodentin*, die von Zahnbeinkanälchen durchlaufen wird. In ihrer Achse erhält sich ein fein auslaufender Kollagenkegel. Außen ist die Zahnspitze von einer zarten Membran überzogen, die vielleicht als dünne Anlage einer Schmelzmatrix zu deuten ist.

### Literatur

- HERTWIG, O.: Ueber das Hautskelet der Fische. Zweite Abtheilung. Das Hautskelet der Ganoiden (*Lepidosteus* und *Polypterus*). Morph. Jb. 5, 1—19 (1879). — KEIL, W.: Über die Natur der schmelzartigen Außenschichten auf den „Nägeln“ von *Raja clavata* L. und den „Dornen“ von *Acanthias vulgaris* Risso. Z. Zellforsch. 37, 350—376 (1952). — KLAATSCH, H.: Zur Morphologie der Fischschuppen und zur Geschichte der Hartschmelzgewebe. Morph. Jb. 16, 97—258 (1890). — KVAM, TH.: On the development of dentin in fish. I. *Squalus*, *Acanthias*, *Linnaeus*. II. Teleostei. J. dent. Res. 32, 280—286, 411—419 (1953). — LERNER, H.: Die histologische Natur des „Schmelzes“ der Hautzähnen beim Panzerwels *Corydoras*. Z. Zellforsch. 43, 554—565 (1956). — LEVI, G.: Sullo sviluppo dei denti nei Teleostei. Mém. Soc. R. Lettres et Sci. Bohême, Cl. Sci. 1937, 1—6. — Études sur le développement des dents chez les Téléostéens. I. Les dents de substitution chez les genres *Ophidium*, *Trigla*, *Rhombus*, *Belone*. II. Développement des dents pourvues de dentine trabéculaire (*Esox*, *Sphyræne*). III. Développement des dents de substitution de *Merluccius*, *Chrysophrys*, *Cepola*, *Lophius*. Arch. Anat. micr. Morph. exp. 35, 101—146, 201—221, 415—455 (1939). — NICKERSON, W. S.: The development of the scales of *Lepidosteus*. Bull. Mus. comp. Zool. 24, 115—148 (1893). — POOLE, F. D. G.: The fine structure of the scales and teeth of *Raja clavata*. Quart. J. micr. Sci. 97, 99—107 (1956). — REISSNER, E.: Über die Schuppen von *Polypterus* und *Lepidosteus*. Arch. Anat. u. Physiol. 9, 254—269 (1859). — SCHMIDT, W. J.: Polarisations-optische Untersuchung schmelzartiger Außenschichten des Zahnbeines von Fischen. I. Die emailartige Außenlage der Schlundzähne von Cyprinoiden. Z. Zellforsch. 28, 761—783 (1938). — Polarisationsoptische Untersuchung schmelzartiger Außenschichten des Zahnbeines von Fischen. II. Das porzellanartige Dentin (Durodentin) der Selachier. Z. Zellforsch. 30, 235—272 (1940). — Polarisationsoptische Untersuchung schmelzartiger Außenschichten des Zahnbeines von Fischen. III. Das Durodentin von *Myliobatis*. Z. Zellforsch. 34, 165—178 (1947). — Polarisationsoptische Untersuchung schmelzartiger Außenschichten des Zahnbeines von Fischen. IV. Der angebliche Schmelz der Placoidschuppen. Z. Zellforsch. 36, 198—221 (1951). — Zur Durodentinbildung bei Urodelen-Zähnen. Z. Zellforsch. 46, 281—285 (1957). — SCHMIDT, W. J., u. A. KEIL: Die gesunden und die erkrankten Zahngewebe des Menschen und der Wirbeltiere im Polarisationsmikroskop. München 1958. — SCUPIN, H.: Vergleichende Studien zur Histologie der Ganoinschuppen. Arch. Naturgesch. 62, 145—186 (1896).

Dr. HEDWIG GROSS-LERNER,

Zoologisches Institut der Justus Liebig-Universität Gießen a. d. Lahn