Die Matrix der Fische

XIV.

Elektronenmikroskopische Untersuchung
von Fischschuppen¹⁾

Von R. SIGNER, Bern, F. v. BEUST, Bern, und ULRICH A. CORTI, Zürich

(Mitteilung aus dem Laboratorium für Elektronenmikroskopie der Universität Bern und der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich)

Eingegangen am 17. Februar 1951

Im Anschluß an die in der 8. Mitteilung²⁾ der vorliegenden Studienreihe niedergelegten Untersuchungsergebnisse erregte die Frage nach der Feinstruktur der Oberfläche von Fischschuppen neues Interesse. Es wurden daher die Schuppen des Schwals, *Leuciscus rutilus* L., möglichst schonend und sauber, das heißt ohne Verwendung chemischer Agenzien, herauspräpariert und geprüft.

Zur elektronenoptischen Untersuchung der Schuppenoberfläche wurde das Polystyrol-Quarz-Abdruckverfahren angewendet³⁾. Eine möglichst ebene Schuppe wurde mit einem Polystyrolplättchen von $10 \times 20 \times 0,4$ mm bei 120°C am Objekt und 1 kg Gesamtdruck abgedrückt. Nach dem Erkalten sprang die Schuppe von selbst vom Polystyrol ab. Zur gründlichen Reinigung wurde das Polystyrolpräparat abwechselnd mit konz. HCl und NaOH behandelt und zuletzt gut gewässert. Nach der mikroskopischen Untersuchung des Abdruckes wurde dieser erneut sorgfältig gespült und hernach getrocknet und mit SiO_2 bedampft. Der Quarzfilm von etwa $100 \text{ \AA}$

¹⁾ 13. Mitteilung siehe diese Zeitschrift, 13, 29–30 (1951).

²⁾ U. A. CORTI und W. EPPRECHT, *Röntgenfeinstruktur-Untersuchungen an Fischschuppen*, diese Zeitschrift 12, 99–104 (1950).

³⁾ HEIDENREICH und PECK, J. Appl. Phys. 14, 23 (1943); SIGNER, PFISTER und STUDER Makromolekulare Chem. 4, 50 (1949); SIGNER und PFISTER, Chimia 3, 147 (1949); W. RALPH und G. WYCKOFF, *Electron Microscopy* (Interscience Publ. Inc., New York 1949), S. 63, 79, 97.

Dicke wurde nach dem Ablösen des Polystyrols elektronenmikroskopisch untersucht; einige Präparate wurden vorher stark mit Gold-Manganin beschattet (etwa $80 \text{ \AA}$ dick).

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die ventrale, «glatte» Schuppenfläche scheint zum größten Teil wellblechartig geformt zu sein, mit einem Rippenabstand von $1-2 \mu$ (vgl. Abb. 1).

Abb. 1. Elektronenmikroskopisches Bild der ventralen Oberfläche einer Schwalschuppe (Oberflächenabdruck, mit Gold-Manganin beschattet). Vergr.: 2000mal.

Universität Bern, Laboratorium für Elektronenmikroskopie.

Die dorsale, «rauhe» Schuppenfläche besitzt eine striegelartige Struktur, bei welcher die eigentliche Fläche eine sehr feine Rauhigkeit aufweist und von gezackten Kämme gleicher Struktur in gleichmäßigem Abstand von $16-27 \mu$ unterbrochen ist (vgl. Abb. 2). Präparate von Schuppenquerschnitten lassen die schräg aufwärts gestellten, kammartigen Gebilde

(allerdings nicht deren Zackung) auf der Schuppenoberfläche schon bei relativ geringer Vergrößerung im gewöhnlichen Mikroskop erkennen.

Durch Beschattung des Präparates (Quarzfilm) mit Gold-Manganin (ca. 80 Å) – der Beschattungswinkel wurde so gewählt, daß der Schatten der gezackten Kämme etwa doppelt so lang war wie deren Höhe – und erneute Untersuchung im Mikroskop und Elektronenmikroskop konnte der Befund, wonach die dorsale (rauhe) Seite der Schwalschuppen aus einer ebenen Fläche besteht, aus welcher sich in mehr oder weniger gleich-

Abb. 2. Elektronenmikroskopisches Bild der dorsalen Oberfläche einer Schwalschuppe (Oberflächenabdruck, unbeschattet). Vergr.: 3000mal.

Universität Bern, Laboratorium für Elektronenmikroskopie.

mäßigen Abständen dünne, gezackte Kämme erheben, bestätigt werden (vgl. Abb. 3). Die Breite dieser Kämme an der Wurzel beträgt ca. 1μ , ihre Höhe etwa $5-10\mu$.

Man darf wohl annehmen, daß die Epidermis, welche *in vivo* die Schuppen überdeckt, durch die zackigen Kämme verankert wird.

Interessant sind besonders auch die «bruchartig» strukturierten Stellen, die bei mehreren elektronenmikroskopischen Aufnahmen der dorsalen und ventralen Schuppenfläche auffällig in Erscheinung treten (vgl. Abb. 2, 3, 4). Es erweckt den Eindruck, als ob hier plattenartige Gebilde mit linearen Abmessungen von zum Beispiel $2-15\ \mu$ der eigentlichen Schuppengrundfläche

Abb. 3. Elektronenmikroskopisches Bild der dorsalen Oberfläche einer Schwalschuppe (Oberflächenabdruck, beschattet). Vergr. 3000 mal.

Universität Bern, Laboratorium für Elektronenmikroskopie.

aufgelagert seien. Um Apatit- bzw. Hydroxylapatitkristalle kann es sich nicht handeln, weil die bei der Röntgenfeinstrukturanalyse erhaltenen Interferenzlinien schärfer ausfallen müßten. Die beobachtete Verbreiterung der Röntgeninterferenzlinien zeigt, daß die Apatitkristalle lineare Abmessungen aufweisen, welche sicher unter $1/10\ \mu$ liegen. Eher wäre an Plättchen aus Hyalodentin oder Guanin (2-Amino-6-oxypurin) zu denken, die, gegebenenfalls, sowohl gewisse Stellen der rauhen wie der glatten Schuppenoberfläche bedecken würden.

Vielleicht bietet unter anderem die geplante Untersuchung von mit Guaninfittern bedeckten Fischkörperstellen außerhalb des Bereiches der Schuppenzone sowie die elektronenoptische Prüfung geglühter Fische schuppen sichere Anhaltspunkte für eine Erklärung der beobachteten «Bruchflächenstruktur» gewisser Partien der Oberfläche von Schwalschuppen.

Abb. 4. Elektronenmikroskopisches Bild der ventralen Oberfläche einer Schwalschuppe (Oberflächenabdruck, unbeschattet). Vergr. 3000mal.

Universität Bern, Laboratorium für Elektronenmikroskopie.

SUMMARY

The investigation with an electron-microscope of the scales of the fresh water fish, *Leuciscus rutilus* L., showed that their ventral "smooth" surface seems to be formed like a corrugated plate with a distance between the ridges of $1-2 \mu$. The dorsal "rough" side of the scales shows a very fine roughness. It is interrupted by pointed combs of the same structure in a regular distance of $16-27 \mu$. The thickness of these combs is of about 1μ at their base, their height of about $5-10 \mu$. It seems probable that the surface of scales is partially covered with laminas of hyalodentine or guanine.