

Wir widmen dieses Buch den beiden Privatsammlern Helmut Bracher und Elmar Unger aus Baden-Württemberg und möchten ihnen auf diese Weise für ihr außerordentliches Engagement zur Erforschung der Molassehaie und -rochen danken. Im Zuge intensiver und jahrzehntelanger Sammlertätigkeit ist es ihnen gelungen, beeindruckende Sammlungen zusammenzutragen und zahlreiche neue Informationen für die Wissenschaft zu gewinnen. Gleichzeitig haben sie immer den Kontakt zu Museen und Wissenschaftler*innen gepflegt und damit viele ihrer Funde und Erkenntnisse für die Nachwelt erhalten.

Iris Feichtinger
Jürgen Pollerspöck

HAIE IM ALPENVORLAND

**Fossile Zeugen eines
verschwundenen Paradieses**

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2021 Verlag Anton Pustet
5020 Salzburg, Bergstraße 12
Sämtliche Rechte vorbehalten.

Lektorat: Markus Weiglein
Grafik und Produktion: Nadine Kaschnig-Löbel
Druck: FINIDR, s.r.o.
gedruckt in der EU

ISBN 978-3-7025-1023-7

www.pustet.at

VERLAG ANTON PUSTET

INHALT

VORWORT 11

PROLOG 12

HISTORISCHER ÜBERBLICK 16

Frühe Sammler 16

Von Natternzungen-Kredenzen und Naturalienkabinetten 17

Zwei Pioniere der Paläoichthyologie 20

DIE PARATETHYS – DAS MEER „HINTER“ DEN ALPEN 24

KÖRPERBAU, ZÄHNE UND SCHUPPEN 28

Haie und Rochen – die Besonderheit der Knorpelfische 28

Zähne und Schuppen – worin liegt der Unterschied? 29

Zeig mir deine Zähne ... und ich weiß, wie du dich ernährst 32

Körperformen mit Sinn – stromlinienförmig wie ein Torpedo
oder flach wie eine Flunder 37

WER SUCHET, DER FINDET! 38

Die Geologische (Schatz-)Karte 38

Wasserstoffperoxid als Zahn-Zaubermittel 40

Sediment ist nicht gleich Sediment – die Präparation mit Rewoquat 42

Die mechanische Präparation – eine weitere Alternative 43

VOM FUNDSTÜCK ZUR BESTIMMUNG 44

Die binäre Nomenklatur als Grundlage 44

Geschichte der Nomenklatur 45

Zentrale Regelungen der zoologischen Nomenklatur 46

Taxonomie – Ordnung im Chaos 49

SYSTEMATISCHER TEIL.....	54	Warum heißt die rezente Haiart <i>Hemipristis elongata</i> im Deutschen „Fossilhai“?	161
HAIE			
Hexanchiformes – Grauhaie oder Kammzähnerhaie	58	Älteste Räuber-Beute-Beziehung zwischen Tigerhai und Seekuh.....	179
Atmung, Bewegung und Schlaf.....59			
Echinorhiniformes – Nagelhaie	72	Orectolobiformes – Ammen- oder Teppichhaiartige.....	206
Mit und ohne Afterflosse 73		Ammen- oder Teppichhaiartige: Wo sind sie geblieben?.....	208
Squatinaformes – Engelhaie.....	80		
Wie unterscheiden sich Haie und Rochen?82		Myliobatiformes – Stechrochenartige	220
Pristiophoriformes – Sägehaie	86	Die Geburtsstunde von Haien und Rochen...221	
Die Lorenzinischen Ampullen – der sechste Sinn der Knorpelfische 87		Rajiformes – Echte Rochen	240
Qualiformes – Dornhaie	98	Sexualdimorphismus 240	
Hochspezialisierte Ernährungsformen 99		Rhinopristiformes – Gitarren- und Sägerochen	246
Lamniformes – Makrelenhaie	122	INVENTARISIERUNG UND AUFBEWAHRUNG 254	
Vom Mythos „Megalodon“ zum Weißen Hai 123		FOTOGRAFIE	256
Carcharhiniformes – Grundhaie	158	Glossar	258
		Weiterführende Literatur	260
		Bildnachweis	263
		Danksagung	264



Mineralien Kabinet

1866. von J. J. P. Egger
Mineralienkabinet allein
1 Stück zu Preis von 520 fl. O. W.

I.

Nr.	Name	Beschreibung	Fundort	Anzahl der Stücke	Aufstellung	Ankaufspreis oder Werth	
						fl.	kr.
<u>1. Muraoline</u>							
1.	<u>Ornayocerasis</u> ex. Lumberland Englund	84649	3	3	3	—	
2.	<u>füllas ex.</u> Noa vista Sauphira	84650	1	1	10	—	
3.	<u>Magnesitphosphate in top. Blättern</u> Ouro Fino	84651					
4.	<u>Pyrit</u> Cap. Soyaz Sauphira	1	1	1	1	—	
5.	<u>Urofilit</u> 3 top. Kryptalls. Traversella Fincaut	84652		1	1	—	
6.	<u>Quartz ex. "Pyrit" Reliefs & Kräfle, Augara</u>	84653		20		—	
7.	<u>Urofilit</u> ex. Perticosa Julian	84654	1	1	2	50	
8.	<u>Cassiterit</u> Rose (Ditroct) Gibo Rabbung	84655	1	1	10	—	
9.	<u>Krompylit</u> Drygall, Lumberland Englund	84656	1	1	1.5	—	
10.	<u>Uzajeclet Peters</u> Rézbanya Augara	84657	1	1	4	—	
					66	50	
<u>2. Knochen in gr.</u>							
10.	<u>Palaeomeryx</u> sp. (Senkußknochen) Margare						
11.	— (Springbein)						
12.	Unterer Gelenkknorpel des Oberschenkels eines gross						
	Wiederkäuer. Nag. Margare						
13.	<u>Elephas primigenius</u> . (Backenzahn) Diluv.						
	Sandgrube 3 Rupesengasse 3 Kfl.						
14.	<u>Gastriodon splendens</u> R. v. Meyer. (Sitzter Backenzahn)						
	Geothalkalke des Kaiserstun						
15.	<u>Gastriodon splendens</u> R. v. Meyer. Geothalkalke Margarethen	1					
16.	<u>Acrothorium incisivum</u> L. ex. dt.	dt.	1 (Stazahn)				



VORWORT

Dieses Buch ist das Ergebnis einer Kooperation zwischen einer Wissenschaftlerin und einem Hobbypaläontologen. Bereits während meines Studiums der Geologie/Paläontologie an der Universität Wien beschäftigte ich, Iris Feichtinger, mich intensiv mit kreidezeitlichen Haien. Als Mitarbeiterin des Naturhistorischen Museum Wien bin ich zurzeit an zahlreichen Projekten über diese faszinierende Tiergruppe beteiligt. Mir zur Seite steht Jürgen Pollerspöck, der schon als Jugendlicher seine Leidenschaft für fossile Haizähne entdeckte und sich heute in seiner Freizeit mit der Evolution und Biologie der Knorpelfische auseinandersetzt.

Die Idee zu diesem Projekt wurde bereits kurz nach unserem ersten Kennenlernen geboren. Da die wissenschaftlichen Publikationen zu diesem Thema meist hochspezialisierte Fragestellungen zum Gegenstand haben, war die Nachfrage nach einem allgemein verständlichen und aktuellen Überblick über die bisher entdeckten Arten dieser zum Teil schon seit Jahrhunderten bekannten Funde sehr groß. Dieses Buch soll Ihnen, dem naturwissenschaftlich interessierten Laien, dem Fossiliensammler und (zukünftigen) Paläontologen einen umfassenden Überblick verschaffen.

Die allgemeinen Teile sollen Ihnen grundsätzliche Informationen rund um das Thema fossile Hai- und Rochenzähne bereitstellen sowie praktische Tipps vermitteln. Dabei ist es nicht immer möglich, auf bestimmte – in der Literatur gängige – Fachbegriffe zu verzichten. Damit die Lesbarkeit des Textes nicht darunter leidet, finden Sie diese Begriffe am Ende des Buches in einem Glossar näher ausführlich.

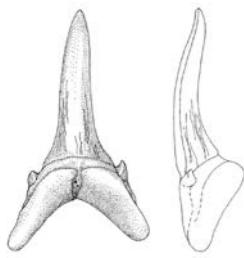
Der systematische Teil des Buches legt den Schwerpunkt auf eine genaue Bestimmung der unterschiedlichsten fossilen Hai- und Rochenzähne und gibt dazu eine grundsätzliche Hilfestellung und Orientierung. Bitte beachten Sie, dass es nicht immer möglich war, alle vorkommenden Zahnformen einer Art abzubilden. Dafür ist die Variationsbreite bei vielen Arten einfach zu groß. Wir haben aus diesem Grund versucht, stets die für eine bestimmte Art typische Zahnform abzubilden. In manchen Fällen kann es erforderlich sein, sich um weiterführende Fachliteratur zu bemühen, die wir Ihnen vorsorglich im Anhang dieses Buches zusammengestellt haben. Bei der Auswahl der Arbeiten haben wir uns im Wesentlichen auf Publikationen beschränkt, die Funde der nordalpinen Sedimentationsräume von Frankreich über Süddeutschland, Österreich, Tschechien und der Slowakei bis nach Ungarn behandeln.

Unstrittig ist, dass ohne engagierte Sammler viele heute als bedeutend markierte paläontologische Funde unwiederbringlich verloren gegangen wären. Wir möchten Sie deshalb ermuntern, den Kontakt zu Museen, Sammlungen und Universitäten in Ihrer Umgebung zu suchen und Ihre Funde auf diese Weise bekannt zu machen. Jede Information trägt dazu bei, das Bild, dass wir uns von der Entstehungsgeschichte unserer Erde mit seiner faszinierenden Tier- und Pflanzenwelt machen, zu vervollständigen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen dieses Buches!

Iris Feichtinger, Naturhistorisches Museum Wien
Jürgen Pollerspöck, Zoologische Staatssammlung München

S. 8-9: Kiefer und Skelette aus der Zoologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums (NHM) Wien.
Links: Inventarbuch von 1866 aus der Geologisch-Paläontologischen Abteilung (NHM) mit dem
Originaleintrag des Zahnes von *C. megalodon*.



Carcharias contortidens

(Agassiz, 1843)

Wesentliche Unterscheidungsmerkmale

- hohe, spitze Zahnkrone
- glatte und deutlich ausgebildete Schneidekante
- senkrechte, irreguläre Schmelzfalten auf der Lingualseite der Krone
- 1–2 Paar hakenförmige Nebenspitzen

Alle rezenten und fossilen Gattungen der Sandtigerhaie wurden bis vor kurzem zur Familie Odontaspidae gerechnet. Aufgrund detaillierter anatomischer Studien an den rezenten Arten wurde im Jahr 2019 die Familie Carchariidae für Haie der Gattung *Carcharias* eingeführt. Für ausgestorbene Sandtiger-Gattungen wie z. B. *Araloselachus* oder *Carcharoides* gibt es noch keine entsprechenden Studien. Aufgrund der zahnmorphologisch größeren Ähnlichkeit zur Gattung *Carcharias* werden diese Gattungen hier vorläufig in die Familie Carchariidae gestellt.

Sandtigerhai (*Carcharias taurus*).



Synonyme

Lamna (Odontaspis) acutissima, *Lamna (Odontaspis) reticulata*,
Lamna (Odontaspis) dubia, *Odontaspis mourloni*, *Lamna lepida*,
Lamna undulata, *Lamna tarnocziensis*

Habitat

Sandtigerhaie der Gattung *Carcharias* kommen in temperierten bis tropischen Gewässern küstennah, in seichten Buchten bei Riffen und am äußeren Schelf bis in eine Tiefe von etwa 190 Metern vor.

Beschreibung

Die Zähne von *Carcharias contortidens* weisen eine schwach ausgeprägte dignathe Heterodontie und eine gradient monognathe Heterodontie auf.

Die **anterioren Zähne** sind sehr schlank und spitz. Die Zahnkrone ist in der Seitenansicht sigmoidal gekrümmmt, labial nur leicht konvex und wird beidseitig von einer deutlich ausgebildeten Schneide flankiert. Sie reicht fast immer bis zur Kronenbasis. Der Zahnschmelz setzt sich als schmale Leiste auf den Wurzelästen fort. Ihr entspringen mesial und distal nicht sehr hohe, jedoch spitze und mit scharfen Schneiden versehene Seitenspitzen mit leicht lingualer Neigung, die in den meisten Fällen von je einem kleinen, fast rudimentären Nebenspitzchen begleitet werden. Die Lingualseite der Krone hat häufig unmittelbar über dem Basalrand eine für diese Art charakteristische abgeplattete Fläche. Der Zahnschmelz zeigt bei genauer Beobachtung lingual immer eine vertikal verlaufende Schmelzstreifung, die die Kronenspitze nicht ganz erreicht. Die Wurzel ist hoch und hat zwei mäßig stark auseinanderlaufende, schlanke, v-förmige Wurzeläste. Lingual springt die Wurzelprotuberanz stark hervor. Sie wird von einer medianen Furche geteilt, in der das Zentralforamen liegt. Die **lateralen Zähne** des Ober- und Unterkiefers unterscheiden sich durch die Form und die Stellung der Zahnkrone. Sie ist im Unterkiefer sehr schlank, gerade aufgerichtet und lingual stark konvex

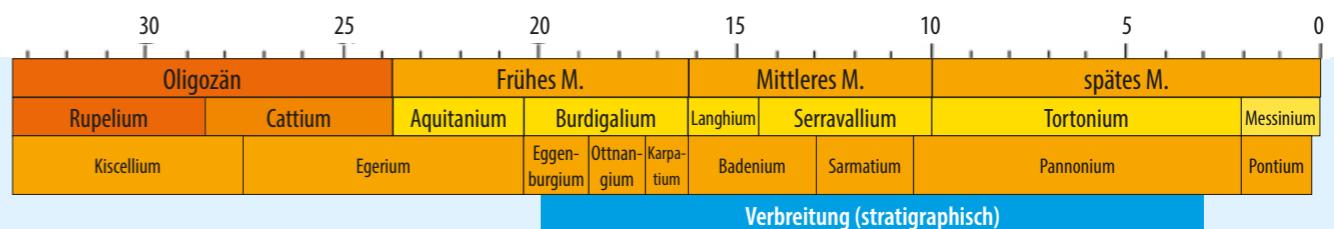
gekrümmt. Im Oberkiefer ist die Basis der Zahnkrone verbreitert, sodass sie eine mehr dreieckige Umrissform erhält. Sie ist immer nach distal geneigt und lingual deutlich flacher als bei Unterkieferzähnen. Die typische Schmelzstreifung auf der Kroneninnenseite ist in beiden Zahnserien vorhanden. Die Wurzel ist nicht so hoch wie bei anterioren Zähnen. Je weiter die Zähne zum Mundwinkel hin orientiert sind, desto stärker divergieren die beiden Wurzeläste. Sie werden beidseitig von einer Schmelzleiste bedeckt, aus der unterschiedlich ausgebildete, aber stets leicht hakenförmig gebogene Lateraldentikel entspringen.

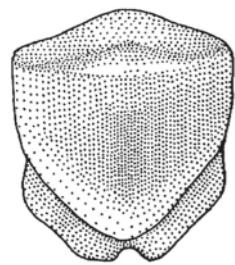
Systematik

Lamniformes – Carchariidae



Höhe ≤ 35 mm





Raja gentili

Joleaud, 1912

Wesentliche Unterscheidungsmerkmale

- relativ kleine Zähne
- starke gynandrische Heterodontie
- glatter Zahnschmelz
- Krone überhängt labiale Wurzelseite
- bilobige Wurzel

Aufgrund der benthischen Lebensweise besitzen einige Nagelrochen eine an den sandigen Untergrund angepasste Tarnfarbe (z.B. *Raja asterias*), andere schützen sich zusätzlich durch auffällige Augenflecken, wie zum Beispiel *Raja miraletus*. Bei dieser Art sind diese Augenflecken durch eine blaue Färbung in der Mitte und einer gelben Umrandung besonders farbenprächtig. Dieses Merkmal bescherte dieser Art den Beinamen Pfauen-augen-Nagelrochen.



Spiegelrochen (*Raja miraletus*).

Synonyme

keine

Habitat

Die am weitesten verbreitete rezente Art *Raja clavata* lebt benthisch am kontinentalen Schelf bis zum Kontinentalhang in Tiefen zwischen 5–1020 Metern. Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich von kühleren Gewässern von der Küste Islands bis zum südlichen Ende vor Südafrika und deckt damit einen großen Temperaturbereich ab.

Beschreibung

Zähne der Gattung *Raja* weisen eine stark ausgeprägte gynandrische Heterodontie auf.

Weibliche Tiere besitzen leicht pyramidenförmige bis zum Teil flache Zähne. Der Umriss nimmt eine Form von beinahe rund, über dreieckig bis rautenförmig an. Die labiale Kronenfläche wird durch einen Transversalgrat von der lingualen Kronenfläche getrennt. Dieser Grat ist je nach Kieferposition entsprechend gekrümmt und zeigt in

der Kronenmitte eine unterschiedlich stark ausgeprägte Aufwölbung. Zähne männlicher Tiere besitzen sehr hohe und schlanke Zahnkronen, welche sich in linguale Richtung neigen. Die labiale Kronenfläche besitzt eine teils gut entwickelte Schneidekante und überhängt die Wurzel. Die Basalansicht der Zähne ist rundlich bis oval und bildet einen weichen Wulst, bevor sich die Zahnkronen Richtung Spitze verjüngt.

Der Zahnschmelz ist bei weiblichen und bei männlichen Zähnen durchwegs glatt und zeigt keine besonderen Schmelzornamentierungen. Die Wurzel ist ebenfalls gleich und besitzt eine bilobate Form, welche oft weit unter der Zahnkronen hervortritt. Zwischen den separierten Wurzelästen befindet sich mindestens ein großes Foramen.

Systematik

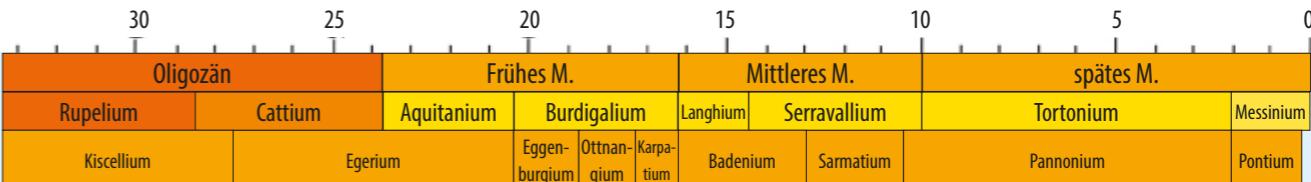
Rajiformes – Rajidae



♂



♀



Verbreitung (stratigraphisch)



Höhe \leq 2 mm
Breite \leq 1,3 mm

Rhinopristiformes

Gitarren- und Sägerochen

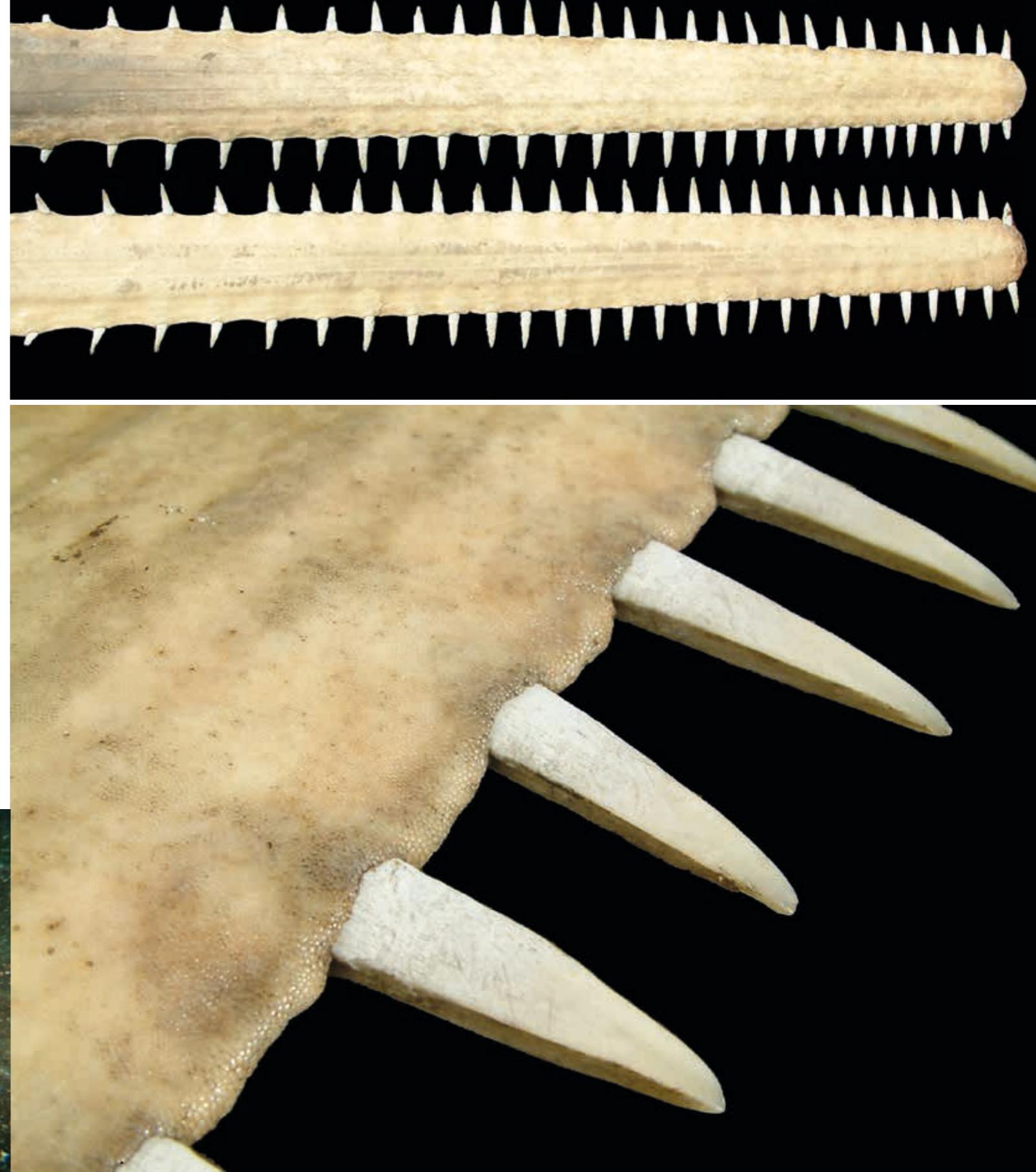
In der Ordnung der Gitarren- und Sägerochen, die erst 2016 eingeführt worden ist, werden heute aufgrund der engen genetischen Verwandtschaft diese zwei äußerlich doch sehr unterschiedlichen Rochengruppen zusammengefasst.

Beiden Gruppen gemein ist die für Rochen ungewöhnlich langgestreckte Gestalt, die im ersten Augenblick an Haie erinnert. Dieser Eindruck wird auch durch die zwei großen Rückflossen und die haiähnliche Schwanzflosse verstärkt.

Insgesamt gehören heute zu dieser Ordnung sieben Familien (Glaucostegidae, Platyrrhinidae, Pristidae, Rhinidae, Rhinobatidae, Trygonorrhinidae und Zanobatidae) mit 72 verschiedenen Arten. Von den Sägerochen, die heute alle vom Washingtoner Artenschutzabkommen erfasst und vom Aussterben bedroht sind, gibt es lediglich fünf Arten, die in zwei Gattungen und einer Familie (Pristidae) zusammengefasst werden. Auch von den Gitarrenrochen wurden 2019 die Vertreter zweier Familien (Glaucostegidae und Rhinidae) mit 17 Arten unter Schutz gestellt. Erforderlich wurde dies, da diesen Arten – ebenso wie vielen Haie – intensiv nachgestellt wird, um ihre großen Rückflossen auf dem asiatischen Markt zur Herstellung von „Haifischflossensuppe“ zu verkaufen.

Fossil sind neben den Zähnen von den Sägerochen oftmals auch die Rostraldornen („Zähne“ im Rostrum) erhalten geblieben.

Links: Sägerochen.
Rechts: Geigenrochen.
Rechte Seite: Rostren von Sägerochen
(*Pristis pristis*).



- Continental Shelf, Onslow Bay, North Carolina, USA. *Copeia*, 106 (2): 353–374.
- Marramà, G., Schultz, O., Kriwet, J.** 2019. A new Miocene skate from the Central Paratethys (Upper Austria): the first unambiguous skeletal record for the Rajiformes (Chondrichthyes: Batomorphii). *Journal of Systematic Palaeontology*, 17 (11): 937–960.
- Perez, V.J., Godfrey, S. J., Kent, B. W., Weems, R. E., Nance, J. R.** 2019. The transition between *Carcharocles chubutensis* and *Carcharocles megalodon* (Otodontidae, Chondrichthyes): lateral cusplet loss through time. *Journal of Vertebrate Paleontology*: e1546732.
- Pimiento, C., Clements, C. F.** 2014. When did *Carcharocles megalodon* become extinct? A new Analysis of the fossil record. *PLoS ONE*, 9 (10): e111086.
- Pollerspöck, J.** 2016. Laternenhaie in Niederbayern – neue Fossilnachweise dieser mysteriösen Tiefseehaie. *Fossilien*, 33 (6): 44–47.
- Pollerspöck, J., Beaury, B.** 2014. Eine Elasmobranchierfauna (Elasmobranchii, Neoselachii) aus der Oberen Meeresmolasse (Ottangium, Unteres Miozän) des Heigelsberger Grabens bei Teisendorf, Oberbayern. *Zitteliana*, A54: 23–37.
- Pollerspöck, J., Flammensbeck, C. K., Straube, N.** 2018. *Palaeocentroscymnus* (Chondrichthyes: Somniosidae), a new sleeper shark genus from Miocene deposits of Austria (Europe). *Paläontologische Zeitschrift*, 92 (3): 443–456.
- Pollerspöck, J., Straube, N.** 2017. A new deep-sea elasmobranch fauna from the Central Paratethys (Neuhofener Beds, Mitterdorf, near Passau, Germany, Early Miocene, Middle Burdigalian). *Zitteliana*, 90: 27–53.
- Probst, J.** 1877. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen. II: Batoidei A. Günther. *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, 33: 69–103.
- Probst, J.** 1878. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen. Hayfische. *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, 34: 113–154.
- Probst, J.** 1879. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen. Hayfische. *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, 35: 127–191.
- Reinecke, T., Balsberger, M., Beaury, B., Pollerspöck, J.** 2014. The elasmobranch fauna of the Thalberg Beds, early Egerian (Chattian, Oligocene), in the Subalpine Molasse Basin near Siegsdorf, Bavaria, Germany. *Palaeontos*, 26: 1–127.
- Reinecke, T., Pollerspöck, J., Motomura, H., Bracher, H., Dufraing, L., Güthner, T., Von Der Hocht, F.** 2020. Sawsharks (Pristiophoriformes, Pristiophoridae) in the Oligocene and Neogene of Europe and their relationships with extant species based on teeth and rostral denticles. *Palaeontos*, 33: 57–163.
- Reinecke, T., Von Der Hocht, F., Dufraing, L.** 2015. Fossil baskin shark of the genus *Keasius* (Lamniforme, Cetorhiniidae)

from the boreal North Sea Basin and Upper Rhine Graben: evolution of dental characteristics from the Oligocene to late Middle Miocene and description of two new species. *Palaeontos*, 28: 1–60.

Reinecke, T., Von Der Hocht, F., Gille, D., Kindlimann, R. 2018. A review of the odontaspidid shark *Carcharoides* Ameghino 1901 (Lamniformes, Odontaspidae) in the Chattian and Rupelian of the North Sea Basin, with the definition of a neotype of *Carcharoides catticus* (Philippi, 1846) and description of a new species. *Palaeontos*, 31: 1–75.

Schultz, O. 1969. Die Selachierfauna (Pisces, Elasmobranchii) aus den Phosphoritsanden. (Untermiozän) von Plesching bei Linz, Oberösterreich. *Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz*, 14: 61–103.

Schultz, O. 1972. Eine Fischzahn-Brekzie aus dem Ottangien (Miozän) Oberösterreichs. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 76: 485–490.

Schultz, O. 2013. Pisces. In: PILLER, W. E. (Ed.) *Catalogus Fossilium Austriae*, Band 3 – Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 576 Seiten.

Shimada, K., Chandler, R. E., Lam, O. L. T., Tanaka, T., Ward, D. J. 2017. A new elusive otodontid shark (Lamniformes: Otodontidae) from the lower Miocene, and comments on the taxonomy of otodontid genera, including the 'megatoothed' clade. *Historical Biology*, 29 (5): 704–714.

Underwood, C. J., Schlögl, J. 2013. Deep-water chondrichthyans from the Early Miocene of the Vienna Basin (Central Paratethys, Slovakia). *Acta Palaeontologica Polonica*, 58 (3): 487–509.

Vialle, N., Adnet, S., Cappetta, H. 2011. A new shark and ray fauna from the Middle Miocene of Mazan, Vaucluse (southern France) and its importance in interpreting the paleoenvironment of marine deposits in the southern Rhodanian Basin. *Swiss Journal of Palaeontology*, 130 (2): 241–258.

Villafañá, J. A., Marramà, G., Klug, S., Pollerspöck, J., Balsberger, M., Rivadeneira, M., Kriwet, J. 2020. Sharks, rays and skates (Chondrichthyes, Elasmobranchii) from the Upper Marine Molasse (middle Burdigalian, early Miocene) of the Simssee area (Bavaria, Germany), with comments on palaeogeographic and ecological patterns. *Paläontologische Zeitschrift*, 94: 725–757.

Online

Bibliography Database of living/fossil sharks, rays and chimaeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) (<https://shark-references.com/>)

Chondrichthyan Tree of Life (<https://sharksrays.org/>)

Geologische Karte von Bayern, online (<https://www.umweltatlas.bayern.de/>)

Geologische Karte von Österreich, online (<https://geolba.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=0e19d373a13d4eb19da3544ce15f35ec>)

Haie und Rochen der Molasse-Arten, Bestimmung, Verbreitung (<https://molasse-haie-rochen.de/>)
Internationale Kommission für die Zoologische Nomenklatur (<https://www.iczn.org/the-code/the-international-code-of-zoological-nomenclature/the-code-online/>)

Bildnachweis

Arunrugstichai Sirachai (Shin): S. 206, 210; Ayerst Fiona/shutterstock.com: S. 152; Badisches Landesmuseum Karlsruhe, Th. Goldschmidt und P. Gautel: S. 16; Barbara Christie/shutterstock.com: S. 96; Belova Tatiana/shutterstock.com: S. 238 (l.); BGR (Hannover)/GBA (Wien): S. 38; Bogner Michael/shutterstock.com: S. 159 (u.), 176; Braith-Mali-Museum in Biberach, Katleen Otte: S. 22, 23; CC: S. 19, 20, 21, 23 (o.), 44, 45, 58, 59 (o. l., Aaron Scheiner), 59 (o. r., Elias Levy), 60, 64 (K.V. Akhilesh), 68, 70 (Citron), 72, 73, 74, 75, 78, 80 (Robert Aguilar), 82 (o., OpenCago.info), 84 (Ryo Sato), 88, 89 (l., Assianir), 89 (r., Mdomingo), 92 (u., Ghedo), 94 (walknboston), 98 (o., Magneff), 98 (u. l., Hemming1952), 98 (u. r., Ecomare/Salko de Wolf), 101, 102, 104, 106, 108 (Wayne Hoggard), 110, 112, 116 (Christoph Noever), 122 (Patrick Doll), 123 (Chris Gotschalk), 123 (r.) (Greg Smokal), 136, 160, 180 (Joxerra aihartza), 184 (Randall, J. E.), 186, 192, 198 (David Gruber), 202, 204, 207, 208 (Google Earth), 211 (u. l., Donald Davis), 211 (Christopher Robert Scotes), 220 (u. l., Cedricguppy-Loury Cédric), 220 (u. r., asands from London, UK), 221 (r.: Taso Vigla), 221 (l.: Alice Wiegand), 222 (Damien du Toit), 223, 224 (Peter Black), 228, 232 (Tomas Willems & Hans Hillewaert), 234 (Patrik Neckman), 238 (Atomische), 240 (Ecomare), 244 (Borut Furlan), 246 (r., Dennis Matheson), 248, 250 (Brian Gratwicke) Cooper Jack: S. 148; de Lima Arthur & Loboda Thiago: S. 168; Dr. Sébastien Enault, www.kraniata.com: S. 28; frantisekhojdyš/shutterstock.com: S. 159 (o.); Gennari A.: S. 124; Guallart Javier: S. 100; Italian Food Production/shutterstock.com: S. 244; Izzotti Andrea/shutterstock.com: S. 82 (u.); KHM-Museumsverband: S. 18; Koern_k/shutterstock.com: S. 159 (u.); LDA Sachsen-Anhalt: S. 17; LuisMiguelEstevez/shutterstock.com: S. 80 (o.); Mekan Photography/shutterstock.com: Cover; Murch Andy: S. 14; Nakaya Kazuhiro: S. 144; Nick Fox/shutterstock.com: S. 246; OÖ Landes-Kultur GmbH: S. 12; Ondrej Zelezník/shutterstock.com: Cover; Plchová L.: S. 17 (l.); Prochazkacz Martin/shutterstock.com: S. 128, 156; Radler Dominik: S. 125, 126, 128, 132, 158, 200, 230; Ramirez Deni: S. 214; Robertson Ross, Smithsonian Tropical Research Institute, Panama: S. 33, 34, 36 (o., u.), 37, 50, 67, 73 (o.), 76 (u.), 80 (u. r.), 123 (o. l.), 138, 142 (u.), 212; Schumacher Alice, Naturhistorisches Museum Wien: S. 8, 9, 10, 43, 242; Schweigert Günter, Stuttgart: S. 13; sergemi/shutterstock.com: S. 220 (r.); Spaet Julia: S. 162; Steffen E./shutterstock.com: S. 197; Dr. Straube Nicolas, Bergen: S. 37 (u.), 140; Subphoto.com/shutterstock.com: S. 234; Universalmuseum Joanneum: S. 178 (u.); Villate-Moreno Melany: S. 166; von Tröltsch, E. (1902): S. 17 (m.); Weigmann Simon, Hamburg: S. 90; wildestanimal/shutterstock.com: S. 154; Zeitlinger Franz: S. 216

Das übrige Bildmaterial stammt von den Autoren.

Trotz intensiver Recherchen und Bemühungen ist es durchaus möglich, dass nicht alle Rechteinhaber*innen ausfindig gemacht werden konnten. Bei begründeten Forderungen bezüglich des Bildurheberrechts wird gebeten, sich mit den Autoren in Verbindung zu setzen.

Abkürzungen:

CC: Creative Commons, gemeinfrei bzw. www.wikipedia.org

l.: links

m.: mittig

r.: rechts

o.: oben

u.: unten