No: 1173. Geognosie

Mikroskopische Bilder

aus der

Urwelt der Schweiz.

Nach eigenen Entdeckungen geschildert und gezeichnet

von

Dr. J. Kübler, *Pfarrer in Neftenbach*,

und

Heinrich Zwingli, *Pfarrer in Dättlikon*,

Mitgliedern der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft.

II. Heft

der

MIKROSKOPISCHEN MITTHEILUNGEN.

Zürich,
in Commission bei S. Höhr.

Inhalt.

Einleitung.

Im ersten Heft unserer mikroskopischen Mittheilungen (Neujahrsblatt 1864) haben wir bereits einen Blick geworfen auf die Wichtigkeit des Mikroskops für die Geologie, welche das Alter und die Entstehungsweise der Erdschichten aus den in ihnen enthaltenen Ueberresten organischer Gebilde zu erklären, zugleich aber ein Gesammtgemälde jeder frühern Epoche unseres Planeten zu entwerfen sucht. In kurzen Zügen stellten wir den Einfluss der Diatomeen auf die Gestaltung der Erdrinde dar und kamen dabei auch zu sprechen auf die Foraminiferen, deren Vorkommen in irgend welchem Gestein eins der sichersten Zeichen ist, dass dasselbe seine Entstehung urweltlichem Meer zu verdanken habe. Was wir nun damals bloss beiläufig berührten, weil das mikroskopische Leben der gegenwärtigen einheimischen Gewässer der Gegenstand unserer Mittheilung war, das wollen wir in diesem zweiten Hefte einlässlich darstellen, überzeugt, dass das treffliche Buch des Herrn Professor Heer, die «Urwelt der Schweiz«, dem Interesse an solchen Forschungen mittlerweile auch in weitern Kreisen werde Bahn gebrochen haben.

Die grossartig umfassenden Forschungen von D'Orbigny in Frankreich, von Ehrenberg und Reuss in Deutschland haben schon seit einer Reihe von Jahren Aufschluss ertheilt über die mikroskopische Zusammensetzung vieler Gesteine und Erden in England, Frankreich, Deutschland, Böhmen, Skandinavien, Russland, Italien und Griechenland. Auch Amerika, Asien und Afrika lieferten reichhaltiges Material zu den merkwürdigsten Entdeckungen auf diesem Gebiete. Die Schweiz hingegen, vielleicht gerade das interessanteste Land für den Geologen, ist bis vor wenigen Jahren von den Mikroskopikern recht eigentlich vernachlässigt geblieben, vielleicht aus allzu grossem Respekt vor der Härte ihrer Felsen. Wohl fasste der berühmte Agassiz auch die Foraminiferen in's Auge, unterliess es jedoch, denselben im schweizerischen Gestein nachzuspüren. Uns wenigstens ist von ihm keine hieher gehö-

rige Entdeckung bekannt. Der Erste, welcher sich an diese Arbeit wagte, war Herr Professor Kaufmann in Luzern, dessen Ergebnisse, Seewerkalk, Gault und Schrattenkalk betreffend, in Heers Urwelt der Schweiz, p. 194 ff., veröffentlicht worden sind. Vor dieser Veröffentlichung durch ein Gerücht auf die Untersuchungen Kaufmanns aufmerksam gemacht, begannen auch wir uns mit dem gleichen Gebiete zu beschäftigen und gelangten bald zu so manigfaltigen Resultaten, dass wir uns getrauen durften, dieselben bei der Versammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Zürich (August 1864) der geologischen Sektion vorzulegen. Was wir aber in gegenwärtiger Schrift auf Einladung des l. Bibliothekkonventes in Winterthur mittheilen, geht schon wieder weit hinaus über die im vorigen Jahre gemachten Vorlagen. Nachdem wir eine Menge der verschiedensten Gesteine von den Alpen bis zum Randen jenseits des Rheins, vom Kamor, Kt. Appenzell, bis zu den Neuchateller Bergen untersucht haben, sehen wir uns zwar noch weit entfernt von dem Ziele, eine vollständige Uebersicht über die mikroskopischen Fossilien unseres Vaterlandes bieten zu können, immerhin aber zeigen sich unsere Ergebnisse reich genug, um dem Leser einen neuen und tiefen Blick in die Urwelt der Schweiz zu eröffnen, wohl auch der Wissenschaft einen Dienst zu leisten.

Freilich ist uns schon die Frage entgegengehalten worden, ob es sich wirklich der Mühe verlohne, aus oft eisenhartem Material mikroskopische Versteinerungen zu Tage zu fördern, da ja die Geologen aus den mit unbewaffnetem Auge erkennbaren die jeweilige Schicht viel leichter zu bestimmen vermöchten. Allerdings erscheint die Anwendung des Mikroskops, soweit es sich lediglich um Bestimmung der Schichten handelt, überflüssig, wo das Gestein deutliche, dem blossen Auge wahrnehmbare Petrefakten enthält. Das ist aber eben gar nicht immer der Fall. Die meisten Flyschgesteine z. B., eine in der Schweiz massenhaft verbreitete Felsart, enthalten keine Versteinerungen, nach welchen ihre Entstehung zu ermitteln wäre. Die auf gewöhnliche Sinneswahrnehmung beschränkte Geologie tappt hier völlig im Dunkeln. Erst das Mikroskop weist diesen Flyschen ihre Stellung mit Sicherheit an, seitdem es in einem guten Theil derselben schöne, wohlerhaltene Foraminiferenarten, welche sich in der Kreide nicht, dagegen im Nummulitenkalk hie und da vorfinden, nachgewiesen hat. Hinwieder gibt es auch Felsarten der Alpenkreide, die keine Versteinerungen zu enthalten scheinen und leicht mit dem Flysch verwechselt werden. Ein solches Stück, in welchem wir die der Alpenkreide eigenthümliche *Rotalia globulosa* zahlreich vorgefunden,

hatte das Zürcher Museum als Flysch bestimmt; Herr Professor Escher von der Linth überzeugte sich jedoch alsbald, dass dasselbe um jener Leitforaminifere willen unter die Alpenkreide einzureihen sei, und erklärte, es stimme unsere Behauptung auch mit den Lagerungsverhältnissen fraglicher Felsart auf's Beste überein. Ganz den nämlichen Entscheid gab das Mikroskop über die Bestimmung eines 200' oberhalb Wang südlich von Yberg, Kt. Schwyz, liegenden Schiefers. «Ob Senonien (obere Kreide), ob tertiär?» fragte die beiliegende Affiche, und *Rotalia globulosa* nebst *Textilaria globulosa* wiesen das Gestein der Kreide zu. Betreffend einen 1½ Stunde von Alpnach (Unterwalden) zu Tage tretenden Schiefer, den man bisher für Danien gehalten, von welcher Kreidestufe aber die schweizerischen Geologen kein einziges Petrefakt besitzen, bestätigte dagegen die Entdeckung einer gewissen *Globigerina* die Vermuthung von Professor Escher, dass dieser Schiefer dem Flysch angehöre.

Ausserdem finden sich Schichten, welche weder Foraminiferen, noch grössere Versteinerungen führen, dagegen aber — Algen, mikroskopische Algen mit vortrefflich erhaltenem Zellenbau. Sorgfältig zerbröckelt und in Salzsäure aufgelöst, enthüllen viele Arten der Alpenkreide mehr oder minder zahlreiche Büschel solcher zarten Gewächse, deren verschiedenes Vorkommen vielleicht ein neues Unterscheidungsmerkmal für die drei Hauptstufen der Alpenkreide (untere, mittlere und obere) abgeben dürfte. Es ist diese zufällig gemachte Entdeckung allerdings von kompetenter Seite stark angezweifelt worden; wir hoffen aber Beweise in's Feld führen zu können, welche allen Zweifel beseitigen werden.

Nicht selten endlich trifft es sich, dass gewisse Gesteine keine deutlichen Versteinerungen liefern, während sie noch wohl erhaltene Foraminiferen oder Algen einschliessen. Auch dann steht die wissenschaftliche Bestimmung unstreitig dem Mikroskopiker zu.

So viel über die Nothwendigkeit der mikroskopischen Forschungen zur Bestimmung der Schichten. Es handelt sich aber, wie schon eingangs angedeutet, in der Geologie nicht um dieses allein, sondern auch um ein möglichst vollständiges Bild der untergegangenen Pflanzen- und Thierwelt; denn unser Zeitalter, vertraut mit dem mikroskopischen Leben der jetzigen Schöpfungsepoche, und überführt von der früher kaum geahnten Bedeutung des Kleinen für den Gesammthaushalt der Natur, verlangt mit Recht auch die mikroskopischen Wesen der Urwelt kennen zu lernen, ja setzt auf diese Erkenntniss um so höhern Werth, da die Organismenbildung immer einfacher wird, je weiter wir in die vormenschliche Zeit zurückgehen, uud die frühern Schöpfungsepochen mit der unserigen gerade hinsichtlich der nied-

rigsten Organismen, seien es Pflanzen oder Thiere, die meiste Aehnlichkeit haben. Es ist, denken wir, ein nicht geringer Triumph des menschlichen Geistes, als wie mit einem Zauberstabe den todten, starren Fels zu schmelzen und in eine wimmelnde Welt lebendiger Wesen zu verwandeln. Es gereicht dem mit vielfachen Hindernissen kämpfenden Forscher zur grossen Genugthuung, auch das scheinbar taube Gestein, welches die Muscheln, Korallen, Krebse und Fische der Urmeere einschliesst, in seine Bestandtheile zerlegen und nachweisen zu können, wie es einst in weichem Zustande ungeachtet des Druckes tausend und aber tausend Fuss mächtiger Wassermassen allmälig emporgewachsen ist. Möge der Leser immerhin überrascht aufblicken, wir wiederholen es, alle unsere Felsen, die mikroskopische Organismen enthalten, sind gewachsen; denn sie haben einst gelebt. Nicht die beflügelte Phantasie, die nüchterne Wissenschaft verkündigt uns: «Ich sehe jene himmelhohen Felswände zerfliessen und wieder zum schlammigen Meeresgrunde werden. Ich sehe diesen Schlamm durchzogen und überzogen von spinnfadenfeinen Gewächsen, welche bald aus kugelförmigen, bald aus zylindrischen Zellen bestehen, bisweilen auch zierlich verästelte Stämmchen darstellen, und in den von ihnen gebildeten Miniaturgärten wandern mit schneckengleichem Bedacht die vielfüssigen, manigfach gefärbten und gestalteten Foraminiferen, unbewusst, dass sie über die Leichname früherer Geschlechter hinschreiten und binnen kurzer Frist selber eine neue Schicht ansetzen werden an den Mantel des unterseeischen Berges, der nach Myriaden von Jahren wohl den sonnigen Himmel, aber den heimathlichen Ocean nicht mehr erblicken wird.» Welche Menge von Individuen musste leben und sterben, bis der wahrscheinlich aus Urgebirg bestehende Kern unserer Kalkalpen mit seinem oft bis über den Gipfel reichenden Mantel bekleidet war, da z. B. das Gestein, welches den Rücken des Sonnbergs, Kt. Glarus, bildet, in einer Kubiklinie wenigstens eine Million Foraminiferenschalen enthält. Wie viele Aeonen mussten zerrinnen, bis Geschöpfe von $^1/_{10}$ bis $^1/_2$ Millimeter Länge sich zu so gewaltigen Felsmassen auf einander gelagert hatten. Auch das mikroskopische Leben der urweltlichen Meere war in der That unermesslich reich.

Da, wie wir weiter unten zeigen werden, die Artenzahl der Foraminiferen an gewisse Meerestiefen gebunden ist, so lässt sich aus dem Vorkommen der fossilen Arten auch ein Schluss ziehen auf die ungefähre Tiefe der Gewässer, in denen sie einst gelebt haben. Auf das Gleiche lässt auch das Auftreten von Meeralgen im Alpengestein einigermassen schliessen, weil feststeht, dass das Pflanzenleben des Ozeans viel weniger tief hinabdringt,

als das Thierleben. Die mikroskopischen Forschungen bieten demnach sogar Mittel dar, die verschiedenen Meere, welche das gegenwärtige Festland während auf einander folgenden Epochen bedeckt haben, bis auf einen gewissen Grad zu sondiren.

Wissen wir endlich, was ebenfalls in der Folge noch näher ausgeführt werden soll, dass heutzutage noch je nach der Lage der Küsten dasselbe Meer höchst verschiedene Foraminiferenfaunen erhält, so folgt daraus, dass die verschiedenen Foraminiferenfaunen gleichzeitiger Schichten hinweisen auf verschiedene Küsten desselben urzeitlichen Meeres.

Wie Vieles daher die mikroskopischen Forschungen beitragen können, die Bilder früherer Schöpfungsepochen zu vervollständigen, dürfte nunmehr Jedermann einleuchten.

Bevor wir jedoch zur Darlegung des Einzelnen übergehen, sei es uns gestattet, noch Einiges zur nähern Orientirung vorauszuschicken, namentlich den Plan unserer Arbeit auseinanderzusetzen.

Da die Foraminiferen die Hauptrolle spielen, so ist zum genauen Verständnisse vor Allem erforderlich eine möglichst genaue Schilderung dieser jetzt noch weit verbreiteten Thierfamilie, wobei denn auch die Hauptordnungen, in welche dieselbe zerfällt, aufgezählt werden sollen. Nebenbei hoffen wir dann auch den Zweck zu erreichen, dass keiner von unsern Lesern mehr sich allzu sehr verwundert, wenn ihm etwa wieder gemeldet werden sollte, es sei ein ganz aus Infusorien bestehender Berg gefunden worden. Weiss man, dass diese sogenannten Infusorien Schalthiere sind, so schwindet der Schein des Unmöglichen, abgesehen davon, dass die foraminiferenhaltigen Felsen immer nur mehr oder minder mächtige Schichten bilden, niemals einen ganzen Berg zusammensetzen.

Wird nun über die Foraminiferen selbst Aufschluss ertheilt worden sein, so werden wir, anfangend mit den ältesten Schichten und von da bis zu den jüngsten fortschreitend, die mikroskopische Fauna, resp. Flora jeder einzelnen mit Wort und Bild zur Anschauung bringen, damit das Charakteristische jedes einzelnen Gesteins deutlich in die Augen springe und hinwieder auch die Uebergänge zwischen den Faunen der verschiedenen Meeresbildungen bemerkbar werden. Es wird sich zeigen, dass beinahe jede Stufe mikroskopischen Inhaltes ihre Leitforaminifere hat, d. h. solche, die in ihr allein vorkommen oder wenigstens in hohem Grade vorherrschen. Es wird ungeachtet unserer noch so lückenhaften Ergebnisse schon eine deutliche Entwicklung der Foraminiferenarten innerhalb der urweltlichen Epochen hervortreten und demzufolge unsere Arbeit erscheinen als Anfang einer Geschichte der mikros-

kopischen Urwelt der Schweiz, ein Anfang, der hoffentlich nicht allein von uns und Professor Kaufmann weiter geführt werden wird.

Was übrigens der mikroskopischen Geologie der Schweiz grosse Hindernisse in den Weg legt, ist der fatale Umstand, dass die meisten Alpengesteine sich nicht auflösen und schlämmen lassen, sondern zu durchsichtigen Täfelchen geschliffen werden müssen, wenn ihre Foraminiferen wenigstens von zwei Seiten erkennbar werden sollen. Oft werden da die Schalen so schief durchschliffen, dass man die Art nicht zu bestimmen vermag oder argen Irrthümern ausgesetzt ist. Oft verdunkelt auch noch ein Theil des einschliessenden Gesteins die einen Kammern, während andere scharf begränzt erscheinen.*) Schon weniger Schwierigkeiten bieten die Steinkernchen des Flysch, welche sorgfältig ausgestochen und hierauf geschliffen werden können, bis die Foraminifere ihre beiden Hauptseiten deutlich genug zeigt. Glücklicherweise können wir in der Alpenkreide etliche Arten nachweisen, die Ehrenberg in seiner Mikrogeologie bereits bestimmt hat. Der Jura hingegen, dessen Gesteine wir zu schlämmen und dadurch die Foraminiferen vereinzelt darzustellen vermochten, enthüllte uns merkwürdigerweise fast lauter neue Arten, die weder Gümbel im Streitberger Schwammlager, noch Terquem in der Mosellias gefunden haben. Unsere Juraforaminiferen sind durchgängig viel kleiner, als die von den genannten Geologen aufgeführten, und ebenso verhält es sich auch mit den Foraminiferen des eocenen Flysch im Vergleich mit denjenigen des ebenfalls eocenen Septarienthons von Hemsdorf in Preussen. Wir müssen daher bei unsern Untersuchungen immer wenigstens 100fache Durchmesservergrösserung anwenden, während für die Foraminiferen der drei obgenannten Schichten 20—50fache Vergrösserung vollkommen genügt.

Zum Schlusse unserer einleitenden Erörterung bleibt uns noch übrig, dem geneigten Leser das Geständniss abzulegen, dass wir die von uns untersuchten Mineralien nicht etwa auf wissenschaftlichen Streifzügen durch's ganze liebe Vaterland gesammelt, sondern grösstentheils mit genauer Angabe des Fundortes und der Lagerung vom geologischen Museum in

---

*) Dass, wie D'Orbigny behauptet, die opake Beobachtung den Vorzug verdiene, ist nur richtig bei schlämmbaren Mineralien. Wo die Gesteine geschliffen und polirt werden müssen, verdient die Durchsichtigkeit den Vorzug, wie denn z. B. Professor Kaufmann mit dem opaken Verfahren im Schrattenkalk keine einzige vollständige Foraminiferenform herausgebracht hat, während es uns gelungen ist, in durchsichtigen Täfelchen des Schrattenkalks eine nicht unbedeutende Zahl bestimmbarer Formen zu entdecken.

Zürich durch gütige Vermittlung des Herrn Professor Escher von der Linth, Einiges auch durch Herrn Dr. Biedermann-Imhoof aus der geologischen Sammlung von Winterthur, sowie von Herrn Privatdozent Stutz aus seiner Sammlung erhalten haben. Wir bemerken diess vor Allem zu dem Zwecke, den Genannten unsern Dank für die gewährte freundliche Unterstützung auszudrücken, zugleich aber, um darzuthun, dass unsere Mittheilungen auf wissenschaftlich zuverlässiger Grundlage beruhen.

Die Foraminiferen.

Diese ausschliesslich im Meerwasser lebenden, meist mikroskopischen Thierchen besitzen einen Körper von schleimiger Beschaffenheit, welcher, ähnlich demjenigen der Süsswasserpolypen, aus lauter winzigen Kügelchen zusammengesetzt erscheint. Die Farbe desselben wechselt bei den verschiedenen Arten zwischen gelb, rothgelb, roth, violett und bläulich. Bei einigen Gattungen besteht er aus einem einfachen Klümpchen, welches bald kugelig, bald länglich rund ist; bei den meisten hingegen sehen wir den Körper durch tiefe Einschnürungen in mehrere Klümpchen von höchst verschiedener Gestalt, Grösse und Anordnung eingetheilt, und zwar meistens nach dem Gesetze, dass jeweilen die jüngern Körperabschnitte grösser sind, als die ältern. Auch diese zusammengesetzten Foraminiferen stellen übrigens in ihrer Jugend ein einfaches Klümpchen dar, von welchem aus die nächsten Körperabschnitte wachsen, um dann selbst wieder neue und grössere Abtheilungen hervorzubringen, und so geht es manchmal fort, bis die letzten Ansätze den ursprünglichen Körper an Grösse um das Zehnfache oder noch mehr übertreffen. Jeden Körperabschnitt umhüllt entweder ganz oder theilweise ein zartes Häutchen, welchem sich die aus kohlensaurem Kalk bestehende Schale dicht anschliesst. Da demgemäss die Einschnürungen des Körpers an der Gestalt der Schale erkennbar sind, so hat man die einzelnen Schalenabtheilungen Kammern (griech. θάλαμοι) genannt und daraus der ganzen Thierklasse den Namen Polythalamien, d. h. Vielkammerthiere, geschöpft. Mit Recht wird aber dieser Name allmälig aufgegeben, zumal er für eine ganze Ordnung, die Monostegier oder Einkammerigen, von welchen wir bereits gesprochen haben, durchaus nicht passt.

Die Masse, woraus die Schalen bestehen, ist ihrer Consistenz nach verschieden, bald undurchsichtig, wie Porzelan, bald durchscheinend, wie Glas. Von Farbe sind sie meist weiss oder gelblich, doch kommen auch statt gelbe röthliche und violett gefärbte vor, wobei bemerkt wird, dass die Farben von den letzten Kammern nach der ersten hin an Lebhaftigkeit zunehmen. Auch hinsichtlich der Porosität findet unter den Schalen der verschiedenen Arten eine grosse Manigfaltigkeit statt. Besitzen die Einen nur eine einzige grössere Oeffnung in der letzten Kammer, woraus das Thier seine farblosen, glashellen Faden bündelweise hervorstreckt, so fehlt dagegen

Andern eine solche grössere Oeffnung, und sie senden ihre Faden durch eine Menge kleiner Poren, welche entweder nur auf die letzten oder auf sämmtliche Kammern vertheilt sind. Bisweilen besitzt die Schale jene grössere Oeffnung und zahlreiche Poren zugleich, ja bei ein und derselben Art gibt es Individuen, welche mit einer Menge von Poren versehen sind, neben solchen, denen die Poren gänzlich fehlen, während im Uebrigen Beide die gleiche Hauptöffnung haben. Diese Löcherchen nun (lateinisch foramina) haben der von uns besprochenen Thierklasse den Namen Foraminiferen verschafft, welcher Name desswegen den Vorzug verdient, weil er keine Ordnung ausschliesst, obwohl zugegeben werden muss, dass auch eine andere Thierklasse, die kieselschaligen Polycystinen, ähnliche Löcherchen aufweist. — Da die Fäden der Foraminiferen einen kalkigen Stoff aussondern, so werden die Poren oft zu Röhrchen verlängert, welche der Schale ein stacheliges Ansehen geben.

Die Fäden selbst, welche an Länge das Fünf- bis Sechsfache vom Durchmesser des Körpers erreichen, spalten sich in Aestchen, deren jedes sich hinwieder in äusserst feine Zweigfasern vertheilt. Indem sie sich von einem Gegenstande zum andern anklammern, ziehen sie den Körper nach und dienen dergestalt als Bewegungsorgane. Höchst wahrscheinlich sind es auch diese Fäden, wodurch die Foraminiferen Nahrung zu sich nehmen; denn erstlich vermitteln sie allein zwischen dem Schalthierchen und der Aussenwelt, und zweitens weist ihre oben erwähnte Absonderungsthätigkeit darauf hin, dass ihnen ebenso auch die entsprechende Thätigkeit, die Ernährung, übertragen sei.

Eine innerliche Organisation, z. B. Magen, Därme, Nerven etc., besitzen die Foraminiferen nicht, stehen daher unter den Polypen, welche sämmtlich wenigstens mit einem Magen versehen sind. Auch Zeugungsorgane sind an ihnen nicht beobachtet worden; doch nimmt man an, dass sie sich wie alle Rhizopoden (Wurzelfüssler), deren Familie sie unzweifelhaft angehören, durch Eier vermehren. Jedenfalls besitzen sie eine gewaltige Fortpflanzungskraft, zumal der Meeresgrund an vielen Stellen buchstäblich von ihnen bedeckt ist, wie denn D'Orbigny die Zahl der Foraminiferen in einer einzigen Unze Sand vom Meeresgrund der Antillen auf durchschnittlich 4½ Millionen schätzt und ausserdem erzählt, er habe bei einer einzigen Sondirung am Cap Hoorn über 40 Individuen am Senkblei herausgezogen.

Was die Länge dieser Schalthiere betrifft, so wechselt dieselbe je nach den Arten von $^1/_{10}$ bis 3 Millimeter.

Da die von uns gefundenen fast durchgängig kleiner sind, als 1 Millimeter, so können wir Terquem's Ansicht, ein Mikroskop von zwanzigfacher Vergrösserung genüge zum Studium der Foraminiferen, nicht beistimmen. Muss er doch ohnehin gestehen, er würde in der Mosellias noch weit mehr Arten gefunden haben, wenn er stärkere Vergrösserung angewendet hätte.

Die Foraminiferen leben auf dem Grunde des Meeres, schwimmen nicht, wie die Polycystinen,

frei im Wasser umher, leben einzeln und sind nicht, wie es den Anschein haben möchte, aus mehreren Individuen, gleich den Polypen, zusammengesetzt. Hie und da klammert sich ein Individuum an irgend einen Gegenstand so fest, dass Körper und Schale wädrend des Wachsthums sich theilweise nach demselben gestalten. Meist hingegen halten sie sich völlig frei. Sie finden sich lebend in Tiefen von 100—20,000 Fuss, und die bis jetzt bekannten Arten vertheilen sich (vrgl. Heer, Urwelt der Schweiz, p. 112) auf die verschiedenen Seetiefen folgendermassen:

Bei 100—500 Fuss wurden gefunden 56 Arten, bei 500—1000 Fuss 73, bei 1001—5000 Fuss 124, bei 5001—10,000 Fuss gar 136, bei 10,001—15,000 Fuss 87 und bei 15,000—20,000 noch 9 Arten.

Nach D'Orbigny lieben sie vorzugsweise felsigen Grund, weniger Sand- und Schlammboden. Starke Strömungen sagen ihnen mehr zu, als die stillen Wasser geschützter Buchten. Unter allen Temperaturen können sie sich stark vermehren, wenn ihnen anders die Lokalität günstig ist. So z. B. fand D'Orbigny bei den Falklandsinseln oder Maluinen, nicht weit von der Grenze des arktischen Treibeises, noch 38 Arten, während er 20 Grade näher am Aequator, bei Valparaiso, auf sandigem Grunde nur 2 Arten entdeckte. Immerhin gibt es jedoch Arten, welche an eine höhere Temperatur gebunden sind, was daraus hervorgeht, dass die Aequatorialküsten von Südamerika deren etliche besitzen, die weiter südlich nicht mehr vorkommen, und zugleich andere, die noch bis Chili hinab gefunden werden.

Besonders wichtig für die Geologie ist die Thatsache, dass gleichzeitig in verschiedenen Meeren höchst verschiedene Faunen von Foraminiferen leben. So enthält der atlantische Ozean längs den Küsten von Südamerika 50 eigenthümliche Arten, die dem grossen Ozean, und Letzterer 30 Arten, die dem atlantischen Ozean fehlen. Noch bedeutsamer erscheint die Wahrnehmung, dass sogar die verschiedenen Gegenden desselben Meeres sehr verschiedene Foraminiferenfaunen aufweisen. Am auffallendsten ist in dieser Hinsicht, dass D'Orbigny unter den 38 Arten der Maluinen nur 5 gefunden hat, welche auch in den Küstenwassern des benachbarten Patagonien leben. Eben dahin gehört auch seine Angabe, dass die kanarischen Inseln von ihren 43 Arten nur 7 mit der Küste von Frankreich gemein haben.

Die Foraminiferen üben einen mächtigen Einfluss auf die Gestaltung des Seegrundes. Ihre Ueberreste bilden häufig Banken, welche die Schifffahrt hindern, versperren die Golfe und Meerengen, füllen die Häfen aus und tragen Bedeutendes bei, die unterseeischen Korallenriffe nach und nach als Inseln über die Wasserfläche zu erheben. Demnach spielen sie heutzutage noch die gleiche Rolle, wie in jenen frühern Epochen unsers Planeten, von welchen die foraminiferenhaltigen Lagerungen herrühren.

Das Alter dieser Thierfamilie reicht bis in die Steinkohlenperiode zurück, in welcher Pictet schon zwei Arten nachweist. In der darauf folgenden permischen Periode treten die Gattungen

Dentalina, *Rosalina* und *Cristellaria* in mehrern Arten auf. Nach Terquem enthält der Lias des Moseldepartements sämmtliche Gattungen, welche sich bei Rimini im adriatischen Meere noch lebend finden, theilweise sogar aus den Gattungen *Cristellaria*, *Robulina*, *Rosalina*, *Dentalina* und *Marginulina* ganz die gleichen Arten. Es kann daher nicht auffallen, dass auch die obere Kreide, wie D'Orbigny erwähnt, viele noch jetzt lebende Gattungen in sich schliesst, ja wir unserseits sind sogar der Ansicht, es dürfte die Kreideformation bestimmte Arten mit der Jetztwelt gemein haben, da z. B. unter den Helikostegiern der Alpenkreide Formen vorkommen, welche sich von den gegenwärtig lebenden *Rosalina Inca*, *consobrina* und *Saulcii* und *Rotalina canariensis* kaum unterscheiden lassen. Was vollends die Tertiärformation betrifft, so hat D'Orbigny die Ueberzeugung erlangt, dass die meisten Arten des mittelländischen und adriatischen Meeres ihre analogen Formen in den tertiären Lagerungen von Italien und Oesterreich haben. So Vieles nun künftige Forschungen hierüber noch nachzutragen haben werden, die aufgezählten Thatsachen genügen zur Herstellung des Beweises, dass die Gegenwart eine Menge von Foraminiferenarten mit frühern Schöpfungsperioden gemein hat, eine weitere Bestätigung des wichtigen Satzes, dass die niedrigsten Organismen im Verlaufe der Weltalter sich am wenigsten verändert haben.

Die Einreihung der Foraminiferen in die Stufenleiter der Wesen hat früher sehr verschiedene Ansichten hervorgerufen. Ehrenberg rechnete sie zu den Polypen und gab ihnen daher den deutschen Namen Schnörkelkorallen. Agassiz hielt sie gar für wirkliche Mollusken (Weichthiere), während Dujardin sie zu den Infusorien herabsetzte. Dermalen betrachtet man sie allgemein als eine selbständige Thierfamilie innerhalb der schon erwähnten Klasse der Wurzelfüssler. Den Foraminiferen eng verwandt sind die ebenfalls aus Kammern bestehenden, mit feinen Poren und Faden versehenen, doch stets spiralig gewundenen Nummuliten, von denen keine einzige Art mehr in unsern Meeren lebt. An Grösse sind sie unter einander höchst verschieden, indem sich Arten von mikroskopischer Kleinheit (namentlich bei Wildhaus im Toggenburg) und hinwieder solche vom Umfange eines Thalers (z. B. bei Yberg, Kt. Schwyz) vorfinden. Ihr massenhaftes Auftreten bezeichnet die älteste Tertiärzeit und hat derselben auch den Namen verliehen. An den Bau der Nummuliten und der schneckenartigen Foraminiferen erinnern noch die zu den Weichthieren gehörigen Ammoniten, welche freilich nicht mehr mit Poren versehen sind, und, gewissermassen als höchste Stufe der Kammerthiere, die Perlbootschnecken oder Nautilusarten, auch jetzt noch eine schönste Zierde der maritimen Thierwelt.

Wir schliessen diese Schilderung mit der nach der Anordnung der Kammern von D'Orbigny entworfenen Eintheilung der Foraminiferen in 6 Ordnungen.

I. Ordnung: Einkammerige, Monostegier.
II. » » Stabförmige, Stichostegier.
III. » » Schneckenförmige, Helikostegier.

IV. Ordnung: Doppelspiralige, Entomostegier.
V. » » Aehrenförmige, Enallostegier.
VI. » » Haufenförmige, Agathistegier.

D'Orbigny hat später noch eine weitere Klasse, die Cyklostegier, hinzugefügt. Es passt aber auch auf diese das Merkmal der Agathistegier: »Ordnung der Kammern um eine gemeinsame Axe.»

Unsere deutschen Namengebungen sind hoffentlich bezeichnend genug, um nähere Charakteristiken, die man ohnehin ohne Bild nicht leicht verstünde, zu ersparen. Wir versuchten dieselben zur Erklärung der Fremdwörter für den Naturfreund, der hier nicht gerade Fachmann ist, müssen jedoch im speziellen Theil, um der Fachmänner willen, die daran gewöhnt sind, von den einmal angenommenen fremden Namen Gebrauch machen.

Spezieller Theil.

Vorbemerkungen.

Da die Bestimmung der Foraminiferen den schwierigsten Theil unserer Arbeit ausmacht und, sowie die geologische Verwerthung unserer Entdeckungen nur durch Vergleich mit schon vorhandenen Arbeiten möglich ist, so wollen wir vor Allem die Quellen angeben, welche uns zu Gebote gestanden sind.

Wir haben durch Vermittlung der Bibliotheken folgende Werke benutzen können:

D'Orbigny, Alcide: Histoire naturelle des iles Canaries, Paris. 1839.

Von demselben: Voyage dans l'Amérique méridionale, Paris. 1847.

Von demselben: Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne, Paris. 1846.

Von demselben: Mémoire sur les foraminifères de la craie blanche du bassin de Paris, enthalten in den Memoires de la société géologique de France, Paris. 1840.

Dr. August Em. Reuss: Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation, Stuttgart. 1845.

Von demselben: Die Foraminiferen und Entomostraceen des Kreidemergels von Lemberg, enthalten in den naturwissenschaftlichen Abhandlungen von W. Haidinger, Wien. 1851.

Von demselben: Ueber die fossilen Foraminiferen und Entomostraceen der Septarienthone der Umgegend von Berlin, und Beitrag zur Paläontologie der Tertiärschichten Oberschlesiens, beide Aufsätze in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Berlin. Jahrgang 1851.

Ehrenberg, Christian Gottfried: Mikrogeologie, Leipzig. 1854.

M. Terquem: Recherches sur les foraminifères du Lias du département de la Moselle, Metz. 1858.

Gümbel, Bergmeister in München: Die Streitberger Schwammlager und ihre Foraminifereneinschlüsse. (Beobachtet 1861. Titelblatt fehlt.)

Heer, Dr. Oswald: Die Urwelt der Schweiz, Zürich. 1864.

Die sämmtlichen Foraminiferen sind in 130facher Durchmesservergrösserung gezeichnet. Bei den Algen mussten wir 300—600fache Vergrösserung anwenden, werden übrigens für jede Art den Grad der Vergrösserung angeben. Die Zeichnungen sind entworfen mittelst der *Camera*

lucida, eines feinen Glasprisma, welches das mikroskopische Bild auf ein neben das Mikroskop gelegtes Papier wirft. Die natürlichen Grössen sind in Millimetern angegeben, für deren Bezeichnung wir uns, wie im I. Hefte, der Abkürzung mm. bedienen.

Betreffend die Bestimmung der Foraminiferen machen wir darauf aufmerksam, dass wir so wenig als Ehrenberg im Stande sind, bei unschlämmbaren Gesteinen, welche als Täfelchen präparirt werden müssen, die Hauptöffnung der Foraminiferen als Gattungsmerkmal zu benutzen, aus dem einfachen Grunde, weil dieselbe meistens nicht wahrzunehmen ist. Dieser Uebelstand stört besonders bei den Helikostegiern, hinsichtlich deren D'Orbigny erklärt, wenn die verschiedene Lage der Hauptöffnungen nicht berücksichtigt werde, so lassen sich die drei Gattungen *Rotalina*, *Rosalina* und *Truncalina* leicht mit einander verwechseln. Am Ende freilich ist auch von wissenschaftlichen Leistungen nicht mehr als das Mögliche zu fordern. Wir trösten uns übrigens damit, dass bei Bestimmung der Foraminiferen, wie bei derjenigen der andern Petrefakten, fortgesetzte Uebung in den Stand setzen werde, fehlende Merkmale durch genaue Vergleichung der vorhandenen einigermassen su ersetzen. Am meisten Nachsicht erwarten wir jedenfalls von Denjenigen, welche so glücklich sind, ihre dem blossen Auge noch sichtbaren Foraminiferen mit der Nadel beliebig wenden und so von allen Seiten betrachten zu können.

Analyse der Lagerungen,

nach den in denselben enthaltenen Foraminiferen und Algen.

Sekundärperiode.

Jura.

I. Schwarzer Jura. Unterster Lias. Turnerithon der Schambelen, Kt. Aargau. Unmittelbar über dem Arietenkalk.

Tafel I.

Fig. 15.

Oolina liasica. Die einzige von uns im Lias gefundene Art. Nicht häufig. Länge $^{25}/_{100}$ mm.

Fig. 3.

Nodosaria cingillum, gegürtelte, $^{46}/_{100}$ mm. lang. Kommt mehrfach vor.

Fig. 16.

Nodosaria primitiva, ursprüngliche, weil sie den einfachen Typus der Nodosarienform darstellt. $^{16}/_{100}$ mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 2.

Vaginulina integra, ganzrandige, indem die Kammern auf beiden Seiten in beinahe ungebrochene Ränder eingeschlossen erscheinen. $^{42}/_{100}$ mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 6.

Vaginulina elegans, zierliche. $^{35}/_{100}$ mm, lang. Nicht häufig.

Fig. 7.

Dentalina amphora. Aehnliche Formen mit wechselseitig überragenden Röhren der Kammern sind *Dentalina filipendula* und *Terquemi* bei Terquem. Da die Kammern nicht glatt gedrückt, sondern kugelig und in gebogener Axe geordnet sind, darf sie nicht zu den Frondicularien gezählt werden. Länge der Mittelkammer $^{35}/_{100}$ mm. Selten.

Fig. 11.

Dentalina perfoliata, geblätterte, ähnlich der *Dentalina unicostata* von Terquem, welche aber 1 mm. lang ist, während die unserige nur $^{27}/_{100}$ mm. Nicht häufig.

Fig. 10.

Hybridina liasica. Art einer von uns neu aufgestellten Gattung, welche platte über einander geschachtelte Kammern, wie die Frondicularien, aber eine gebogene Axe, wie die Dentalinen hat. Von *Webbina* unterscheidet sie sich durch die Gleichseitigkeit der Kammern. *Hybridina liasica* ist $^{27}/_{100}$ mm. lang,

Fig. 1.

Frondicularia costata, gerippte. $^{32}/_{100}$ mm. So sehr sie den Nodosarien ähnelt, — die Kammern sind nicht kugelig, sondern flach, und es fehlt der letzten Kammer die runde Röhre, statt deren sie in vollständige Frondicularienform übergeht. Nicht häufig.

Fig. 9.

Frondicularia tenerrima. $^{15}/_{100}$ mm. lang. Die einfachste und zarteste aller uns bekannten Frondicularien. Nicht selten.

Fig. 5,

Frondicularia inermis, nicht zugespitzte, eine bei der Grösse und Form ihrer Kammern auffallende Eigenheit. $^{44}/_{100}$ mm. lang. Häufig.

Fig. 8.

Frondicularia minima, kleinste, und doch von sehr ausgebildeter Form, da sie schon von der fünften Kammer an eine Verlängerung zeigt. $^{18}/_{100}$ mm. lang.

Fig. 4.

Frondicularia Heerii. $^{72}/_{100}$ mm. lang. Nicht besonders selten. Die grösste von uns gefundene Art.

Fig. 14.

Cristellaria Escheri, 25/100 mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 12.

Cristellaria Argovensis, aargauische. Allein in der Schambelen, aber ziemlich häufig. 20/100 mm. lang.

Fig. 13.

Cristellaria Studeri. 32/100 mm. lang. Nicht selten.

Alle diese Cristellarien unterscheiden sich auf den ersten Blick. Nähere Beschreibung ist daher bei unserm ohnehin beschränkten Raum überflüssig.

Somit wären im Turnerithon nachgewiesen 16 Arten Foraminiferen, sämmtlich, soweit uns bekannt, völlig neu. Es finden sich darunter:

1 Oolina, 2 Nodosarien, 2 Vaginulinen, 2 Dentalinen, 1 Hybridine, 5 Frondicularien und 3 Cristellarien, oder, den Ordnungen nach unterschieden:

1 Monostegier, 12 Stichostegier und 3 Helikostegier.

II. Oberer Lias. Toarcien. Posidonienschiefer von Beznau, Kt. Aargau, und Schleitheim, Kt. Schaffhausen.

Die Schiefer beider Fundorte enthalten die gleichen Foraminiferen.

Fig. 17.

Frondicularia irregularis, unregelmässige, da die 4 ersten Kammern so unähnlich gestaltet sind. Länge 26/100 mm. Selten.

Fig. 21.

Hybridina obliqua. Die Kammern schief an einander geschlossen, an beiden Enden zugespitzt, gleich gross, die Axe beinahe geradlinig. Diese Merkmale unterscheiden sie von *Hybridina liasica*. Nicht häufig. Länge 23/100 mm.

Das Vorkommen der *Hybridina* wäre also für den obern und untern Lias durch 2 verschiedene Arten konstatirt.

Fig. 19.

Cristellaria primitiva. Uebergang von den Marginulinen zu den Cristellarien. 16/100 mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 18.

Cristellaria rotunda, runde Cristellarie. Zeichnet sich dadurch aus, dass die Axe selbst in späterm Alter stark gebogen bleibt. 28/100 mm. lang. Nicht selten.

Fig. 20.

Cristellaria elongata, verlängerte, unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass sie sich

aus einer ganz regelrechten Spirale in mehr geradliniger Axe aufrollt und am Ende der 4 letzten Rippen Knöpfe trägt. Länge 42/100 mm. Nicht selten. Das Bild stellt die Kehrseite dar.

Fig. 22 und 23.

Cristellaria communis, älteres und jüngeres Exemplar. Die Spirale weniger vollständig, als bei den zwei vorhergehenden. Häufig, auch in den weiter unten aufgeführten Juraschichten. Länge des ältern Exemplars 24/100 mm.

Demnach weist der Posidonienschiefer 1 *Frondicularia*, 1 *Hybridina* und 4 *Cristellarien* auf, in Hinsicht der Ordnungen 2 Stichostegier und 4 Helikostegier, im Ganzen 6 neue Arten. Nicht an Zahl der Individuen, wohl aber an Arten erscheint er bedeutend ärmer, als der Turnerithon.

III. Oberer Lias. Jurensismergel. Toarcien. Unmittelbar über dem Posidonienschiefer. Beznau.

Taf. II, Fig. 25.

Orbulina costata, gerippte, 18/100 mm., häufig, doch ausschliesslich in dieser Schicht.

Taf. II, Fig. 2.

Nodosaria Cactus. Länge 36/100 mm., aber unvollständiges Exemplar. Selten.

Taf. II, Fig. 1.

Frondicularia nodosaria. Die Kammern decken sich nur wenig und erinnern durch ihre rundliche Form an die Nodosarien; doch die Oeffnung am Ende jeder Kammer von der dritten an weist die Art unzweifelhaft den Frondicularien zu. Nicht häufig.

Taf. II, Fig. 3.

Flabellina liasica. 50/100 mm. lang. Ziemlich verbreitet. Die Flabellinen gleichen in den ersten Kammern den Cristellarien, setzen aber später beidseitig umfassende Kammern an, wie die meisten Frondicularien. Im Jahre 1858 kannte Terquem im Lias noch keine Flabelline. So viel uns bekannt, ist dies die erste, welche in dieser alten Formation nachgewiesen worden. Noch 1846 erklärt D'Orbigny, die Gattung *Flabellina* komme erst in der Kreide vor und sei für dieselbe charakteristisch.

Taf. I, Fig. 28.

Cristellaria simplex, hat den einfachsten Bau von allen uns bekannten ihrer Gattung, namentlich in der Grösse auffallend wenig differirende Kammern. Länge 19/100 mm., nicht selten.

Taf. I, Fig. 26.

Cristellaria gracilis, 24/100 mm. lang, höchst eigenthümlich durch die rasche Vergrösserung der Kammern, deren längere Seite schon bei der sechsten über die erste hinausreicht. Nicht häufig.

Taf. I, Fig. 25.

Cristellaria flabellina, nimmt einen Anlauf zur Flabellinenform und stellt daher eine Uebergangsstufe zwischen beiden Gattungen dar. Länge $^{38}/_{100}$ mm. Nicht selten.

Taf. I, Fig. 27.

Cristellaria lunaria, Mondcristellarie, sehr bald aus der Spirale in mehr geradlinige Axe auslaufend. Kammer 3—5 halbmondförmig. Länge $^{36}/_{100}$ mm.

Taf. II, Fig. 4.

Cristellaria rotalina, hat bis zur fünfzehnten Kammer das Aussehen einer Rotaline, bildet daher den Uebergang von den Cristellarien zu den ganz spiraligen Helikostegiern. Länge $^{53}/_{100}$ mm. Selten.

Taf. I, Fig. 24.

Oculina liasica. $^{19}/_{100}$ mm. lang. Häufig. Wir sahen uns genöthigt, aus dieser nebst etlichen folgenden Arten eine neue Gattung zu bilden, deren Kennzeichen sind: Erste Kammer kreisrund, zweite Kammer die erste meist ganz oder wenigstens halb umfassend, die übrigen Kammern, je zwei einander gegenüber ungleiche Hälften eines Kreises oder Ovals darstellend, die beiden äussersten nahezu gleich lang. Das Gesammtbild ähnelt einem Menschenauge. Daher der Name *Oculina*.

So weit entwickelte Agathistegier hat Terquem im Lias nicht gefunden, sondern im mittlern Lias 4 unbestimmbare, im obern nur die viel einfachere *Biloculina* und *Triloculina*. D'Orbigny kannte 1846 keinen Agathistegier weder im Jura noch in der Kreide.

Ausser den angeführten Arten fand sich in Menge, aber nicht wohl erhalten, *Spirillina Helvetica*. Vrgl. Brauner Jura. Opalinusthon.

Wir fanden also im Jurensismergel 1 Orbulina, 1 Nodosarie, 1 Frondicularie, 1 Flabelline, 5 Cristellarien, 1 Spirillina und 1 Oculina, oder nach den Ordnungen 1 Monostegier, 2 Stichostegier, 8 Helikostegier (*Cristellaria communis* mitgezählt) und 1 Agathistegier.

Im untern Lias sahen wir die Stichostegier mit 12 Arten vorherrschen, im obern schon die Helikostegier mit ebenfalls 12 Arten. Unsere Liasfauna hat keine einzige Art mit dem Lias der Mosel gemein, und enthält die Gattungen *Flabellina*, *Spirillina* und *Hybridina*, welche dem Lias der Mosel fehlen, während letzterer Enallostegier aufweist, von welchen unser Lias keine Spur wahrnehmen liess.*)

---

*) Diese Verschiedenheit verliert keineswegs an Werth durch den Umstand, dass uns keine Schichten des mittlern Lias, in welchem Terquem gerade die meisten Foraminiferen fand, zu Gebote standen; denn merkwürdig genug bleibt die Thatsache, dass er im untern Lias nur 4 Arten zählt, während wir 16 vorwiesen, und im obern nur 5 Arten, während wir abermals deren 16 abbilden konnten. Bei stärkerer Vergrösserung würde er ohne Zweifel mehr gefunden haben; doch auch von den wirklich dargestellten 9 Arten des untern und obern Lias stimmt nicht Eine mit unsern 32 überein.

IV. Brauner Jura, unterer Bajocien, Opalinusthon der Schambelen, Kt. Aargau.

Taf. II, Fig. 10.

Lagena Argov nsis major, 21/100 mm. lang, ebenso häufig in diesem Gestein, wie

Fig. 11.

Lagena Argovensis minor, 9/100 mm. lang. In den übrigen Juraschichten konnten wir sie nicht entdecken.

Fig. 7.

Dentalina bombyx, ähnlich dem Leibe einer Raupe, daher der Name. 24/100 mm. lang. Selten.

Fig. 9.

Frondicularia perforata, durchbohrte, da die Oeffnungen am Ende der Kammern besonders stark hervortreten. Bruchstück von 26/100 mm. Länge. Nicht häufig.

Fig. 5.

Cristellaria Mitra, Bischofsmütze, eigenthümlich dadurch, dass schon die Aussenseite der vierten Kammer über die erste hinausreicht. 13/100 mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 8.

Spirill na Helvetica, *a* Hauptfigur, *b* ein 300fach vergrössertes Stück, welches die ausgezeichnete Porosität der Schale verdeutlicht. Häufig. Grösster Durchmesser 18/100 mm. Die kleinere von Gümbel im Streitberger Schwammlager, oberer weisser Jura, gefundene *Spirillina* ist 50/100 mm. gross und hat, wie die unsere, 8 Windungen, kann also unmöglich die gleiche Art sein.

Wir hätten unsere *Spirillina* schon im Jurensismergel bringen können, fanden aber ein gutes Exemplar erst im Opalinusthon. Kommt ausserdem häufig vor im Mergel der Sowerbyi- und in der Humphriesianusschicht, erscheint somit als Leitforaminifere des braunen Jura.

Fig. 6.

Oculina porosa, einer der wenigen Agathistegier, deren Schale ganz durchlöchert ist, vergl. das stärker vergrösserte Stück *b*. Unter allen uns zu Gebote stehenden Abbildungen haben wir ausser diesem nur noch eine einzige poröse Art kennen gelernt, nämlich die im Katakombenfels von Theben vorkommende *Spiroloculina dilatata*. Ehrenberg. In seiner Darstellung der Gattungen (1846) hob D'Orbigny als Eigenthümlichkeit der Agathistegier hervor, dass die Schalen sämmtlicher Arten keine Spur von Porosität erkennen lassen.

Diese *Oculina* ist übrigens im Opalinusthon sehr häufig. Länge 19/100 mm.

Merkwürdigerweise sehen wir den Opalinusthon verhältnissmässig reich an Repräsentanten verschiedener Ordnungen, indem er Monostegier, Stichostegier, Helikostegier und Agathistegier einschliesst, dagegen arm an Arten, da er an Monostegiern und Stichostegiern nur je 2, an Helikostegiern 3 (*Cristellaria communis* mitgerechnet) und an Agathi tegiern 1, im Ganzen 8 Arten aufweist.

V. Mergel der Sowerbyischicht, oberster Bajocien.

Enthält wenig wohl erhaltene Foraminiferen, darunter *Oculina porosa, Spirillina Helvetica* und *Cristellaria communis*. Die verwitterten Stücke lassen deutliche Reste von Nodosarien erkennen.

VI. Mittlerer brauner Jura. Bathonien. Unmittelbar über *Ammonites Humphriesianus*, noch unter den oolithischen Mergeln. Beznau.

Fig. 17.

Nodosaria incongrua, ungleichkammerige, wegen bedeutender Verschiedenheit im Bau der Kammern. $^{38}/_{100}$ mm. lang. Selten und einzig in dieser Schicht.

Fig. 23.

Nodosaria cuspidata, schon bei der vierten Kammer in eine stark ausgeprägte Spitze auslaufend. $^{25}/_{100}$ mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 13.

Frondicularia primitiva, Kammern ähnlich wie bei den Nodosarien, aber nicht kugelig, sondern platt gedrückt. Eine der einfachsten Formen. $^{44}/_{100}$ mm. lang. Nicht selten.

Fig. 24.

Frondicularia hybrida, Bastardfrondicularie. Die 2 ersten Kammern platt, erstere mit einer Oeffnung, wie bei den Frondicularien. Die dritte Kammer kugelig und in eine Röhre auslaufend, wie bei den Nodosarien. Eine ähnliche Form ist *Frondicularia nitida* bei Terquem, welcher diese Ausartung der letzten Kammer *„comme fait pathologique“* ansieht. Unser Exemplar ist das einzig gefundene und vermuthlich Bruchstück.

Fig. 12.

Frondicularia globulosa, kugelige. $^{34}/_{100}$ mm. lang. Ziemlich häufig.

Fig. 16.

Frondicularia cucurbitacea, da ihre meisten Kammern Kürbiskernen gleichen. Länge $^{55}/_{100}$ mm. Ziemlich selten.

Fig. 18.

Marginulina Helvetica, die einzige bisher in der Schweiz gefundene dieses Geschlechts $^{32}/_{100}$ mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 15.

Flabellina jurassica, $^{47}/_{100}$ mm. lang. Nicht selten. Selbst im weissen Jura hatte Gümbel 1861 noch keine Flabelline gefunden.

Fig. 22.

Cristellaria hemispiralis, halbspiralige, weil sie sich schon mit der dritten Kammer aufzuwinden beginnt. $^{23}/_{100}$ mm. lang. Nicht selten.

Fig. 21.

Cristellaria Ammonoides, ausgezeichnet durch ihre vollständige Spirale und das Zurücktreten der letzten Kammer. 27/100 mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 14.

Cristellaria obliqua, schief gewundene. 46/100 mm. lang. Nicht häufig.

Fig. 19.

Oculina carinata, geschnäbelte. 37/100 mm. Ziemlich zahlreich. Kommt auch unter den oolithischen Mergeln noch vor.

Fig. 20.

Oculina nucleus. Stets ohne Schnabel. Die Kammern bedeutend kleiner, als bei der vorbergehenden. Von beiden Oculinen zählt jede genau 8 Kammern, wessnahen nicht anzunehmen ist, dass Fig. 20 nur ein jüngeres Exemplar von Fig. 19 darstelle. Vorliegende ist nur 21/100 mm. gross und ebenso häufig, wie *Oculina carinata,* mit welcher sie als Leitforaminifere des Bathonien erscheint.

Cristellaria communis kommt auch in dieser Schicht, wiewohl seltener, noch vor.

Demzufolge wären hier nachgewiesen 2 Nodosarien, 4 Frondicularien, 1 Marginuline, 1 Flabelline, 4 Cristellarien und 2 Oculinen, oder mit Rücksicht der Ordnungen 7 Stichostegier, 5 Helikostegier und 2 Agathistegier.

Für den braunen Jura im Ganzen zählen wir bis jetzt 22 wohl unterscheidbare Arten, wovon derselbe nur 2, nämlich *Cristellaria communis* und *Spirillina Helvetica* mit dem Lias gemein hat.

Für den schweizerischen Jura überhaupt ergeben sich einstweilen 52 neue Arten, deren Vertheilung in Gattungen und Ordnungen folgende Tabelle darstellt.

Monostegier	4.	Oolina 1.
		Orbulina 1.
		Lagena 2.
Stichostegier	25.	Nodosaria 5.
		Vaginulina 2.
		Dentalina 3.
		Hybridina 2.
		Frondicularia 12.
		Marginulina 1.
Helikostegier	19.	Flabellina 2.
		Cristellaria 16.
		Spirillina 1.

Entomostegier 0.

Enallostegier 0.

Agathistegier 4. Oculina 4.

Repräsentirt sehen wir somit 4 Ordnungen in 13 Gattungen, weit vorherrschend die Frondicularien mit 12 und die Cristellarien mit 16 Arten.

Dass jede Schicht, die der vorhergehenden nicht unmittelbar aufliegt, wieder eine ganz andere Fauna enthält, ist geologisch wichtig. Da anderer Meeresgrund und veränderte Strömungen immer verschiedene Foraminiferenfaunen zur Folge haben, so deutet dies auf fortwährenden Wechsel des Seegrundes und der Küsten während der Liaszeit und während der Epoche des braunen Jura.

Die Verschiedenheit der gleichzeitigen Liasfaunen an der Mosel und in der Schweiz zeugt, da sonst die Gesteine gleich beschaffen sind, von verschiedenen Strömungen des Liasmeeres, die nur daher rühren konnten, dass die betreffenden Gegenden der Schweiz entweder in der Nähe einer andern Küste lagen, als das Moseldepartement, oder durch unterseeische Gebirgsketten (z. B. den Schwarzwald und die Vogesen) davon getrennt waren.

Kreide.

I. Untere Kreide. Urgonien. Tiefste Schichten des Schrattenkalkes. Wand nördlich ob der westlichen Hütte von Lösis. Wallenstatt-Wildhauspass. Kt. St. Gallen. Circa 4 Fuss über Toxaster Brunneri.

Gestein hart, unschlämmbar.

Foraminiferen.

Taf. III, Fig. 1.

Nonionina sphærica, Kammern beinahe gleich gross, nicht gepresst, sondern abgerundet. Durchmesser $^{12}/_{100}$ mm. Nicht selten.

Fig. 2.

Rosalina elliptica, die Kammern zu einer elliptischen Spirale gewunden. Ein sehr deutliches geschlämmtes Exemplar besitzen wir aus dem Kreidemergel von Batna, Provinz Constantine, Algier, das uns Herr Professor Escher von seiner Reise mitgebracht. Grösster Durchmesser $^{17}/_{100}$ mm. Nicht häufig.

Fig. 3.

Rotalina increscens, mit sehr schnell sich vergrössernden Kammern. $^{18}/_{100}$ mm. Nicht selten.

Fig. 4.

Textilaria spicata, ährenförmige, $^{18}/_{100}$ mm. lang, $^{6}/_{100}$ mm. breit. Häufig.

Fig. 5.

Textilaria hemisphærica, da von jeder Kammer eine etwa halbkreisförmige Fläche sichtbar wird. 18/100 mm. lang, 10/100 mm. breit. Nicht selten.

Fig. 6.

Textilaria ovalis, da die Kammern oval erscheinen. 12/100 mm. lang. Nicht selten.

Fig. 7.

Textilaria depressa, die Kammern gedrückt, kleiner als bei der vorhergehenden, zahlreicher und weniger schnell wachsend. 11/100 mm. lang.

Diese Formen sind dem Schrattenkalk eigenthümlich. Mit dem Seewerkalk hat er gemein die weiter unten beschriebenen *Planulina Ammonis*, Ehrenberg, *Textilaria alpina* und Bruchstücke einer gerippten *Ovulina*. Auch fanden wir in ihm einen leider unbestimmbaren Agathistegier.

Somit zählt dieser Schrattenkalk 11 Arten, worunter eine schon bekannte, nach den Ordnungen 1 Monostegier, 4 Helikostegier, 5 Enallostegier und 1 Agathistegier.

In dem von ihm untersuchten Schrattenkalk fand Professor Kaufmann weit grössere Formen, die aber, weil durchschliffen und opak präparirt, völlig unbestimmbar sind.

Algen.

Unser Schrattenkalk, ganz frisches, unverwittertes Gestein, das selbst unter dem Mikroskop keine Risse zeigt, ist massenhaft durchzogen von einem Algengewebe, dessen 3 Arten wir, 600fach vergrössert, Taf. III, Fig. 32 *a, b* und *c* erblicken. *a* ist eine *Nostoc*art, *b* und *c* sind Conferven.

Eine jenem *Nostoc* ähnliche Art, doch mit kleinern Kugelzellen, enthält sporadisch, aber immer noch ziemlich häufig der Schrattenkalk vom Justi-Thal-Ausgang mit *Radiolites neocomensis*.

Das Gestein ist von gleicher Beschaffenheit, wie das vorher beschriebene.

Schrattenkalk, tiefste Schicht, oder oberster *Neocom* von der Südschanze des Marwies-Gratesl enthält im Innern einer Versteinerung *(Pinna Robaldina?)* eine Tangart mit Fruchtbildung, welche theils aus dreizelligen Kölbchen, theils aus kugeligen und ovalen Zellen, an dünnen Fäden befestigt, besteht.

Ein anderer Tang, doch ohne Fruchtbildung, zeigt sich sehr häufig und wohlerhalten in einem schieferigen Valangienkalk (unterste Kreide) aus der Nähe von Neuchatel.

Tiefster Schrattenkalk vom Nordabsturz des Gulmen, Ammonberg, Toggenburg. Selbst aus dem Innersten dieses frischen, gleichartig gebauten, durch starken Kieselgehalt granitähnlichen Gesteins enthält **jedes kleinste Stückchen** ein Gewebe von Rothtang, dessen neben einander laufende Zellenreihen erhitztes Glycerin sehr deutlich macht. Die Aestchen laufen in lange feine Fäden aus.

Ergebniss: 4 Arten der untern Kreide sind als algenhaltig nachgewiesen, wovon 3 unverweste Tangarten enthalten.

II. Mittlere Kreide.

Als Uebergangsglied von der untern zur mittlern Kreide untersuchten wir das eisenharte Gestein der Wagenlucke am Säntis, Kt. Appenzell. Es bildet das Dach des Schrattenkalkes und die Sohle des Gault, Albien.

Von Foraminiferen fanden wir nur 2, nämlich:

Textilaria globulosa, welche wir unter der obern Kreide beschreiben, und einen unbestimmbaren Helikostegier. Dagegen ist dieser mit Orbitolithen (kieselschaligen linsenförmigen Meerthieren) überstreute Fels ganz durchzogen von den manigfaltigsten Zoolithen, d. h. Kalktheilchen mikroskopischer Meerthiere.

Eigentlichen Gault, der Foraminiferen enthielte, gelang es uns nicht zu bekommen. Wir verweisen hierüber auf Kaufmanns Mittheilungen in Heers Urwelt der Schweiz, pp. 199—201.

Dagegen fanden wir die Algen Taf. III, Fig. 35, *a—d* im Gault der Rutzstein-Wand, 1/4 Stunde südwestlich von Werdenberg, Kt. St. Gallen.

a ist die gröbere Art bei 600facher Vergrösserung, wo die Zellentheilung erst recht deutlich wird, *b* dieselbe nur 130fach vergrössert. Dicke 2/100 mm. Wir glauben dieselbe als eine *Cladophora* bestimmen zu dürfen, deren Gattungsangehörige auch jetzt noch häufig im Meere vorkommen. Fig. *c* (nur 1/100 mm. dick) und *d* scheinen äusserst zarte Conferven zu sein.

Diese Algen finden sich sehr zahlreich in einer hellen, etwa 1 Linie mächtigen Rinde des Gesteins, die wir aber nicht für verwittert, sondern als Zwischenschicht ansehen. Dass sie sich nicht äusserlich angesetzt haben, beweist die Thatsache, dass sie auch im Innersten des Steins, einen guten Zoll weit von der Rinde, obschon seltener, noch vorkommen. Das frische Gestein ist äusserst kompakt, eher zäh als spröde, und ohne Risse.

III. Obere Kreide. Seewerkalk. Meist Senonien, der weissen Kreide entsprechend.

Untersuchte Schichten, welche Foraminiferen oder Algen enthalten:

1) Glys, beim Weissbad, Appenzell Innerroden. 2) Ammonberg, Passhöhe zwischen Amden und Starkenbach, Kurfürstenkette, 3) Fählenalp am Säntis, 4) Schwammalp, Kt. St. Gallen, 5) Inoceramusschiefer vom Kobelwiesbach am Fusse des Kamor, Innerroden, 6) Kalkschiefer zwischen Voramwald und Brittenwald, am Kerenzer Berg, Kt. Glarus, 7) Sonnbergrücken westlich von Obstalden, Kt. Glarus, 8) Seewerkalk über dem Nummulitengestein, rechts von der Linth, ob der Nettstallbrücke, Kt. Glarus, 9) Kalkmergel zwischen Hintermofen und Wannenalp bei Yberg, Kt. Schwyz, 10) Zwischenlager zwischen Seewerkalk und Gault vom südöstlichen Abfall des Rellstock, nördlich vom Ammonberg, 11) Kalk ob Wang südlich von Yberg, 12) Inoceramusschicht von der Rosslen-Alp, 13) Unter Seebach, östlich von Wildhaus, Kt. St. Gallen.

Von diesen Gesteinen konnten 5, doch nur unvollkommen, mit Hülfe von schwefelsaurem

Natron, und zwar mehrmals aufgekocht, geschlämmt werden. Wir setzen darauf Werth, weil die auf solche Weise vereinzelten Exemplare mit den in den Täfelchen enthaltenen übereinstimmten.

Foraminiferen.

Taf. III, Fig. 15.

Lagena sphærica, Kaufmann, *Milliola sphæruda*, Ehrenberg, ausserordentlich zahlreich in der mittlern und obern Kreide. Eine *Turritella* von der Spitze des Säntis enthält deren wenigstens 1 Million in einer Kubiklinie. $^{8}/_{100}$ mm.

Fig. 23.

Rotalia globulosa, Ehrenberg. Wir halten die Bezeichnung *Rotalia* für gerechtfertigt zur Unterscheidung der Helikostegier, deren Kammern beinahe ganz hervortreten, von *Rotalina*, deren Kammern, zwar ähnlich gestaltet, einander grossentheils bedecken. Der Name *Nonionina globulosa* ist unrichtig, vgl. die Klassifikation von D'Orbigny »Die Foraminiferen des Tertiärbeckens von Wien», pp. 106 und 150.

Leitend in der mittlern und obern Kreide. Sie wird leicht mit verwandten Arten verwechselt, zeichnet sich aber aus durch die Vollkommenheit ihrer Spirale und die Kleinheit der ersten Kammer. Durchmesser etwa $^{14}/_{100}$ mm.

Fig. 8.

Rotalia Helvetica, Durchmesser $^{35}/_{100}$ mm., ausserordentlich porös. Nicht selten.

Fig. 22.

Planulina Ammonis, Ehrenberg. $^{11}/_{100}$ mm., häufig.

Fig. 24.

Rotalina communis, Rückseite. Diese Art, genau übereinstimmend mit den von uns aus der Schreibkreide geschlämmten, konnten wir bei Ehrenberg und den Uebrigen nicht finden Sie ist im Senonien allgemein. Durchmesser gewöhnlich $^{15}/_{100}$ mm.

Fig. 17.

Nonionina compacta, ausgezeichnet durch die beinahe gradlinigen Kammerwände und den die ganze Schale umfassenden Rand. $^{21}/_{100}$ mm. Nicht häufig.

Fig. 16.

Textilaria globulosa, Ehrenberg. Etwa $^{16}/_{100}$ mm. lang. Sehr häufig in der mittlern und obern Kreide. Leitforaminifere.

Fig. 9.

Textilaria gigas, eine der grössten und schönsten im Alpenkalk, von obiger durch raschere

Zunahme der Kammern, sowie durch schlankere Gesammtfigur unterschieden. Unter Seebach östlich von Wildhaus und an einigen andern Orten. Länge bis 35/100 mm.

Fig. 12.

Textilaria aequilateralis, gleichseitige, wegen der geringen Differenz des Kammerumfangs auf beiden Axen. 22/100 mm. lang und 19/100 mm. breit. Fundort wie Fig. 9.

Fig. 11.

Textilaria alpina, 28/100 mm. lang. Fast im ganzen Alpenkalk verbreitet.

Fig. 19.

Wahrscheinlich jüngeres Exemplar von Fig. 11, nur etwas schief liegend.

Fig. 13.

Textilaria globigerina. Erinnert an die von den Helikostegiern zu den Enallostegiern übergehenden Globigerinen. 20/100 mm lang und 22/100 mm. breit. Selten.

Fig. 10.

Grammostomum conjunctum, weil die Kammern, sich scheinbar ausspitzend, in einander greifen. 26/100 mm. lang. Selten.

Fig. 21.

Pleurites calciparus, Ehrenberg. 22/100 mm. lang. Nicht selten in der obersten Alpenkreide und in der Schreibkreide von Gravesend, aber auch im Eocen, Flysch, hie und da, selbst im Untermiocen, Tongrien, von Bayonne, jedoch dort selten.

Fig. 14.

Grammostomum perfoliatum, geblättertes, 18/100 mm. lang. Nicht häufig. Vrgl. Ehrenberg, Mikrogeologie Taf. 28, Fig. 17 und Taf. 29, Fig. 20. Auch in der Schreibkreide von England.

Fig. 18.

Polymorphina asparagus, spargelähnliche. Selten. Fählenalp.

Fig. 20.

Oculina cretacea. Die grössere Regelmässigkeit und das genauere Aufeinanderschliessen der Kammern mit ihren Enden deutet auf einen Uebergang zur *Spiroloculina*. Selten. Sonnbergrücken.

Ausser den genannten fanden wir in der obern Kreide noch *Lagena ovalis* und *Nonionina Escheri*, Kaufmann, welche letztere ohne Zweifel identisch ist mit der von Ehrenberg Taf. 23, Fig. 29 abgebildeten *Planulina globigerina*, deren Namen Ehrenberg mit einem (?) begleitet. Die Bezeichnung *Nonionina* ist hier jedenfalls richtiger. Somit kommt besagte *Nonionina* auch im Eocen (ägyptischer Nummulitenkalk) vor. Ferner fanden wir Bruchstücke einer gerippten *Oculina*, von 1 Nodosarie, 1 Dentaline, 2 Frondicularien und noch 1 Polymorphine.

Nachgewiesene Arten hätten wir somit in der obern Alpenkreide 24, wovon 11 neue.

6 unbestimmbare und 7 bereits bekannte. Mit den entsprechenden Kreidebildungen anderer Länder hat diese Formation gemein 8 Arten, was bei jeder einzelnen angedeutet worden. Den Ordnungen nach zeigt die obere Alpenkreide:

Monostegier 3, Stichostegier 4, Helikostegier 6, Enallostegier 10 und Agathistegier 1.

Auch in der obern Kreide somit, wie in der untern, herrschen in erster Linie die Enallostegier, in zweiter die Helikostegier vor, während im Jura bis zum Bathonien hinauf noch kein einziger Enallostegier vorkam. Fehlten ferner dem untern und mittlern Jura die ausgebildeten Helikostegier (Nonioninen, Rotalinen, Rotalien u. s. w.) gänzlich; so entbehrt hinwieder die Alpenkreide gänzlich der im Jura häufigen Cristellarien.

Die schon jetzt hervortretende Verschiedenheit der Alpenfauna im Vergleich mit der kontemporären von England, Deutschland, Böhmen u. s. w. erklärt sich aus der grossen Verschiedenheit des Seegrundes und der Strömungen auf der tief eingebuchteten Südseite des Kreidemeeres, welches dagegen im Norden und Nordosten bedeutend tiefer und ruhiger gewesen sein muss.

Die Algen.

Fig. 34.

Diese konfervenartigen Algen, in 600facher Vergrösserung abgebildet, *a* 1/200, *b* 1/300 mm. dick, durchziehen als dichtes Gewebe gleichmässig alle Theile des äusserst foraminiferenreichen Seewerkalkes vom Sonnbergrücken, welcher keine Spur weder von Verwitterung, noch von Rissen zeigt. Es ist nicht übertrieben, zu sagen, die Algen bilden den Zettel und die Foraminiferen den Einschlag der genannten, sonst marmorharten Felsschicht.

Die nämlichen Algen enthält der Kalk der Rosslenalp, zwar nicht so massenhaft, doch immer noch in Menge. Selbst aus dem Innern einer Inoceramusmuschel, die wir zerschlugen, förderten wir ganze Büschel der zarten Gewächse zu Tage.

Das Gestein von Glys beim Weissbad ist durchzogen von zahlreichen, netzartig in einander verflochtenen Algen, welche wir aber wegen Unhaltbarkeit derselben nicht bestimmen konnten.

Fig. 36.

Eine Alge aus dem Geschlechte der Ulvaceen, Rabenhorst, findet sich hie und da im Seewerkalk der Schwammalp. Vergrösserung 600/1.

Fig. 33.

Eine Uebergangsform zwischen den Gattungen *Dasyactis* und *Amphitrix*, Rabenhorst, ist häufig im obersten Seewerkalk ob Wang südlich von Yberg. Vergrösserung 600fach. Auch bei den 3 letztgenannten Felsarten sind die Algen durchaus dem innersten Gestein entnommen, obgleich die untersuchten grossen Handstücke keinen Anflug von Verwitterung wahrnehmen

liessen. Mithin ergeben sich aus der obern Kreide 5 algenführende Schichten, und wir fügen bei, dass auch die Schreibkreide hie und da Algen einschliesst, die wir jedoch ihrer ausserordentlichen Feinheit halber nicht zu konserviren vermochten.

Es fragt sich nun: Sind diese mikroskopischen Pflänzchen wirklich fossil oder nicht?

Sind sie nicht fossil; so müssen sie von aussen in das Gestein hineingewachsen sein; dagegen aber spricht der Umstand, dass sämmtliche untersuchte Alpenkalke selbst unter dem Mikroskop keine Risse wahrnehmen liessen. Ein sehr rissiger Schrattenkalk aus Glarus hat uns übrigens gar keine Algen geliefert. Anzunehmen indessen, solche spinnfadenfeine Pflänzchen haben Zolle tief in's Gestein dringen und sich daselbst Jahre lang im vertrockneten Zustand erhalten können, heisst vergessen, dass die Algen eher das Licht, als die Dunkelheit aufzusuchen pflegen, und dass blosse Süsswasseralgen im Gestein völlig vermodern müssten, sobald dasselbe von der Sonne erwärmt und der Feuchtigkeit beraubt würde. Leichter vielmehr erklärt sich die Erhaltung der Zellen durch die Annahme verkieselter Meeralgen, welche, anfangs in nassen Schlamm gebettet, mit demselben allmälig vertrocknet sind.

Gibt es aber auch den Süsswasserformen ähnliche Algen auf dem Meeresgrunde? Auf Taf. 35 *B. B.* zu unterst zeichnet uns Ehrenbergs Mikrogeologie 2 lebende Confervenarten aus 12.000 Fuss Tiefe! Beide sind äusserst zart, wachsen in Büscheln, wie unsere Kreidealgen, und sehen den Conferven des süssen Wassers im Zellenbau sehr ähnlich.

Im Weitern sodann: Ist es auch möglich, dass sich der Zellenbau so zarter Pflanzen durch Aeonen erhalte? Im Wellenkalk von Rheinfelden, Kt. Aargau, der die dortigen Salzlager umgibt (also in der Trias!), liegen Tausende von zarten Laubmoosen, von denen jedes Blättchen seinen Zellenbau noch so fein und schön aufzeigt, als hätte man's eben aus dem Walde geholt. Zudem denken wir, wenn Desmidien im harten Hornstein unversehrt bleiben, so werden sich wohl auch andere Algen im Alpenkalk erhalten können. Die stachligen Xanthidien, welche Ehrenberg aus dem Kreidehornstein von Delitzsch, Provinz Sachsen, abbildet, gehören bekanntlich den Desmidien an, und diese werden dermalen ebenfalls zu den Algen gerechnet. Im Uebrigen bedauern wir, dass uns der Raum nicht gestattet, eine der von uns entdeckten fossilen Tangarten abzubilden Eine einzige dieser Pflanzen, welche fast ausschliesslich dem Meere angehören, würde durch ihren Anblick sofort für uns entscheiden.

Wem an diesen Thatsachen noch nicht genug ist, dem rufen wir einfach zu: »Komm und siehe selbst! Nicht nur die Präparate, auch die untersuchten Felsarten liegen in Bereitschaft, und es gibt deren 3, welche nach bloss zweistündiger Untersuchung den hartnäckigsten Zweifel überwinden werden!« Es wird uns lieb sein, wenn ein paar tüchtige Naturforscher diesen in eine freundliche Einladung gewickelten Handschuh aufnehmen.

Diatomeen haben wir mit grösstem Eifer, mit unendlicher Geduld und unglaublich viel

Salzsäure in all den aufgeführten Alpenkalken gesucht, müssen uns aber damit trösten, dass **„Nichtsfinden“** für den Naturforscher **auch ein Fund** ist. Wir sind nämlich dadurch zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Diatomeen in der Kreide nur sporadisch und nur in den obersten Schichten vorkommen, also in dieser Formation gar nicht die hochwichtige Rolle spielen, welche man ihnen, auf Ehrenbergs Mittheilungen gestützt, bisanhin zugeschrieben hat. Unter allen wirklichen Kreideschichten hat Ehrenberg nur in der Schreibkreide von Gravesend und im Kreidefelsen der Insel Rügen Diatomeen aufzuweisen vermocht, und zwar in ersterer 2 Fragilarien, in letzterm 1 Gallionella, zusammen 3 Arten. Alle die Formationen hingegen, welche nebst Foraminiferen Diatomeen in Menge enthalten, gehören der Tertiärzeit an. Darauf hat D'Orbigny schon 1846 hingedeutet und namentlich den sogenannten Kreidemergel von Caltanisetta für Tertiärbildung erklärt. Dahin zählen wir auch den plastischen Thon von Aegina, welcher einen im Tongrien von Bayonne als Leitforaminifere häufigen Agathistegier enthält, ferner den Mergel von Aegina mit seiner im Eocen leitenden *Globigerina* und der im Sandstein von Bayonne nicht seltenen *Planulina stellaris*, im Weitern den Mergel von Zante wegen seiner im Tongrien von Bayonne häufigen *Planulina annulosa* und der Uebereinstimmung seiner Fauna mit dem Caltanisettamergel, endlich den Mergelfels von Oran mit Rücksicht auf *Grammostomum cribrum* und *Proropus lingua*, die beide im Bayonner Sandstein leitend sind. Damit wären aber sämmtliche Schichten, welche ein häufiges Auftreten der Diatomeen in der Kreide darthun sollten, der Tertiärformation zugewiesen, wessnahen für die wirkliche Kreide, was wenigstens Ehrenbergs Mikrogeologie angeht, einzig obgenannte 3 Diatomeenarten übrig bleiben.

Unser Gesammtresultat für die Alpenkreide lautet demzufolge einstweilen dahin: Sie enthält ungeheure Mengen von Foraminiferen in bedeutender Artenzahl, worunter zumeist die Enallostegier, dann die Helikostegier und nur an Zahl der Individuen die Monostegier (Lagenen) vorherrschen, ferner einige Algen- und Tangarten, aber gar keine — Diatomeen.

Tertiärperiode.

Unterste Tertiärschichten. Eocen.

I. Nummulitenkalk. Felshügel im Thalgrund bei Wildhaus, Toggenburg.

Taf. III. Fig. 27.

Rosalina Ammonoides, Reuss. Durchmesser $^{25}/_{100}$ mm. Selten. Auch hie und da in der Kreide, in Böhmen nicht selten.

Fig. 30 und 31.

Globigerina bulloides, erstere Fig. Seitenansicht, letztere Längsansicht. $^{18}/_{100}$—$^{20}/_{100}$ mm.

Durchmesser. D'Orbigny gibt freilich sein im Tertiärbecken Wiens gefundenes Exemplar auf 50/100 mm. an: doch das seinige war geschlämmt und zeigte 7 Kammern, während unser geschliffenes nur 6 Kammern sehen lässt. Die Uebereinstimmung im Bau lässt uns keine andere Benennung zu, sondern nur die Annahme einer kleinern Varietät. Die *Glob. bulloides* lebt noch bei den Canarischen Inseln. Unsere Varietät ist leitend im Nummulitenkalk und Flysch, weil sehr häufig bei grossem Zurücktreten fast aller andern Arten. In der Alpenkreide fehlt sie gänzlich.

Auf geglühten Exemplaren dieses Nummulitenkalkes erscheint sie orangeroth, ohne Zweifel durch den Einfluss von Schwefelkies. Ausser den obigen 2 Arten zeigte sich noch ein Helikostegier, der für die Bestimmung zu undeutlich ist.

Unser sonst ganz aus Nummuliten zusammengebackene Stein enthält sonach an Foraminiferen nur 3 Helikostegier, wovon er 1 Art mit der Kreide gemein hat.

II. Flysch, ein in den Alpen weit verbreiteter, bisher ziemlich schwer zu deutender, grau, schwarzgrau und schwarzer Schiefer, der bald auf Nummulitenfels, bald unmittelbar über der Kreide lagert. In den Fische und Tangarten enthaltenden Flyschen fanden wir keine Foraminiferen, sondern gerade in denjenigen, die sonst keine Petrefakten enthalten. Ihre Foraminiferen sind in Steinkerne eingeschlossen, welche, dem unbewaffneten Auge wahrnehmbar, als zerstreute Tüpfel erscheinen. Ausser diesen kleinen Kernchen sind keine Foraminiferen zu entdecken, was sich bei ähnlich getüpfelten Kreideschiefern anders verhält.

Dieser Umstand deutet darauf, dass die Flysche meist nur dickschalige Foraminiferen enthalten und daher für Aufbewahrung dieser Petrefakten wenig geeignet sind. Dadurch allein lässt sich erklären, warum dies Eocen so arm an Arten ist, während die eocenen Schichten bei Berlin, weit weicher, einen so vielgestaltigen Reichthum von Foraminiferen in sich schliessen.

Folgende Flyschfelsen, sämmtlich unschlämmbar, enthalten Foraminiferen:

1) Herrschender Schiefer im Taminathal zwischen Ragaz und Bad Pfäfers.
2) Schiefer ob den Nummuliten. Auslauf des Tschingelbaches bei Elm, Kt. Glarus.
3) Grauer Schiefer am Weg von Pfäfers nach Vättis gegenüber Vasön, angelegt an Kreide.
4) Schieferthon am Südende des Schwendiberg-Gutes ob Bettschwanden, Kt. Glarus.
5) Schiefer am Oberblegi-Viehweg unter dem Sernfgestein.
6) Felsen des Schlosses Hohensax.
7) Mergelschiefer zwischen zwei Nummulitenbänken bei Gross, 1 Stunde von Einsiedeln.
8) Schiefer von Alpnach, Kt. Unterwalden.

Foraminiferen.

Taf. III, Fig. 25.

Frondicularia Taminensis, 44/100 mm. lang. Nur im Taminathal und auch dort nicht häufig.

Fig. 28.

Rotalina elongata, mit langgestreckten Kammern, ähnlich der von D'Orbigny im Wiener Tertiärbecken nachgewiesenen *Rotalina Soldanii*, doch mit schneller wachsenden und tiefer eingeschnittenen Kammern. Durchmesser $^{20}/_{100}$ mm. Nur am Wege von Pfäfers nach Vättis, auch dort selten.

Fig. 26.

Globigerina Taminensis, alle Kammern bedeutend grösser, als bei *Globigerina bulloides*, die grössten stets oval. $^{30}/_{100}$—$^{36}/_{100}$ mm. im grössten Durchmesser.

Fig. 29.

Zeigt einen Schalendurchschnitt derselben bei 600facher Vergrösserung, welcher einerseits die Dicke der Schale, anderseits in den spitz zulaufenden Röhren den Längsschnitt der Poren oder Ausgänge für die Bewegungsorgane erkennen lässt.

Diese Art kommt beinahe in allen von uns genannten Flyschen, namentlich häufig im Taminathal, doch nicht in der Kreide, vor, ist daher Leitforaminifere.

Ausser den beschriebenen fanden wir im Flysch noch 3 Stichostegier, worunter das Bruchstück einer *Nodosaria*, die beiden übrigen unbestimmbar. Mit dem Nummulitenkalk hat der Flysch als Leitforaminifere gemein *Globigerina bulloides*, ebenfalls häufig verkieset, mit der Kreide hingegen 4 Arten: *Nonionina sphærica*, *Rotalina communis*, *Textilaria alpina* und *Pleurites calciparus*, doch alle nur sporadisch.

Demzufolge zählen wir bis jetzt im Flysch 11 Arten Foraminiferen, deren 3 ihm ausschliesslich angehören, den Ordnungen nach 4 Stichostegier, 5 Helikostegier und 2 Enallostegier. Hier herrschen somit an Zahl der Arten und der Individuen die Helikostegier vor, unter welchen die Globigerinen, offenbar wegen der Dicke ihrer Schalen, wenigstens $^{9}/_{10}$ der gesammten Foraminiferenbevölkerung ausmachen.

Da der Flysch wegen seines vorwiegenden Thongehaltes sich nicht durch Salzsäure zersetzen lässt; so konnten wir ihn nicht auf Algen und Diatomeen untersuchen. Es ist übrigens auf keinem unserer durchsichtig geschliffenen Täfelchen etwas von Diatomeen wahrzunehmen.

Obwohl im Flysch eine Menge von Foraminiferen spurlos vernichtet sein müssen, genügen doch die erhaltenen Arten, um die Verschiedenheit seiner Fauna von derjenigen des Septarienthons bei Berlin und anderer eocenen Schichten zu konstatiren. Nicht eine einzige Art hat er mit den uns bekannten Eocenschichten anderer Länder gemein. Auch im Flyschmeer boten eben die Alpen für Entwicklung der Foraminiferenarten ganz eigenthümliche Lebensbedingungen dar: Felsengrund, wechselnde Tiefen, vielfach gewundene Meeresarme und Buchten und daher manigfache Strömungen der Gewässer.

III. Miocen. Mittlere Tertiärschichten.

So zahlreiche Arten von Foraminiferen das miocene Becken von Wien darbietet, im schweizerischen Miocen haben wir bis jetzt nicht eine einzige Foraminifere entdecken können, und doch untersuchten wir die verschiedensten Lagen, nämlich:

1) Die Austern- und Cardienbank bei Freienstein, Kt. Zürich.

2) Die feine, belemnitenhaltige Molasse bei Rorbas, Kt. Zürich.

3) Die sogenannte Helvetienschicht vom Rothsee bei Luzern.

4) Dieselbe Schicht bei La Chaux-de-Fonds, Kt. Neuchatel.

5) Die Meermolasse von St. Gallen und Appenzell Ausserrhoden.

Wir sind schwerlich berechtigt zu der Annahme, das schweizerische Molassemeer habe keine Foraminiferen enthalten; vielmehr müssen ihre Gehäuse zerstört worden sein, wie diejenigen so vieler Millionen Meermuscheln, welche sich nur noch als Steinkerne in der Molasse vorfinden. Es ist hiebei nicht allein an das Zertrümmern durch oft wiederkehrende, heftige Brandungen zu denken, sondern auch an die chemische Beschaffenheit unserer Molasse, welche der Erhaltung von Kalkschalen jedenfalls nicht günstig war. Dagegen lässt es sich einzig aus dem Einflusse der Strömungen und Brandungen erklären, warum unser Meeresmiocen, so wenig als die Süsswassermolasse, Diatomeen enthält; denn der Entwicklung dieser Organismen sind sonst seichte Wasser günstig, und an Brackwasserbildung fehlte es, wie Professor Heer nachweist, in der Molassezeit keineswegs.

. . .

Damit schliessen wir unsere Bilder aus der mikroskopischen Urwelt der Schweiz. Möge die nüchterne Sprache, deren wir uns wissenschaftlicher Klarheit wegen bedienen mussten, das Gefühl des Laien nicht abstumpfen gegen die wunderbaren Geheimnisse, die das Mikroskop dem streng verschlossenen Gestein entlockte. Wir sahen Felswände und Bergeshöhen wachsen aus Milliarden einst lebendiger Meerbewohner, mächtige Alpenkalklager gewoben werden aus Büscheln der zierlichsten Gewächse und aus Schalthierchen, den Grund der Urmeere wimmeln von unerschöpflicher Fülle des Lebens und der Gestaltung, kurz die stummen Alpenkolosse sind nicht mehr todt, sie haben den Mund aufgethan, zu erzählen aus den Tagen ihrer meerumrauschten Jugend. Für den geistigen Genuss nun, die Abgründe der alten Ozeane geschärften Blickes zu durchwandern und auch Andern diess Reisevergnügen zu verschaffen, wollen wir gerne die unglaubliche Mühe, welche das oft schwer zu behandelnde Gestein verursachte, auf uns genommen haben.

Nicht minder lebhaft wünschen wir, die Naturforscher von Fach möchten in dieser Arbeit einiges Beachtenswerthe finden, wo möglich aber durch dieselbe angeregt werden, auch ihrerseits

die mikroskopische Geologie der Schweiz, welche hier erst in einigen Umrissen vorliegt, weiter fortzubilden. Wir unserseits können einzig Mussestunden darauf verwenden, hoffen aber dessen ungeachtet, bei fortgesetzter Unterstützung unserer gelehrten Freunde Resultate zu erzielen, welche der Geologie sehr willkommen sein dürften. Wenn es demjenigen Kreise der Gebildeten, welcher bloss die glänzenden Ergebnisse der Wissenschaft kennt, schon etwa vorkommen mag, »wir Menschen haben es», um mit Göthe zu reden, »unendlich weit gebracht»; es hat immerhin jeder Zweig der Wissenschaft, insbesondere die Geologie, noch eine Menge wichtiger und wichtigster Fragen zu lösen, und es ist der beharrlichsten Anstrengung werth, dazu auch nur ein Schärflein beitragen zu können.

Uebersicht der Tafeln.

Taf. I.

Jura. Lias.

I. Turnerithon.

Fig. 1. Frondicularia costata.
„ 2. *Vaginulina integra.*
„ 3. *Nodosaria cingillum.*
„ 4. *Frondicularia Heerii.*
„ 5. *Frondicularia inermis.*
„ 6. *Vaginulina elegans.*
„ 7. *Dentalina amphora.*
„ 8. *Frondicularia minima.*
„ 9. *Frondicularia tenerrima.*
„ 10. *Hybridina liasica.*
„ 11. *Dentalina perfoliata.*
„ 12. *Cristellaria Argovensis.*
„ 13. *Cristellaria Studeri.*
„ 14. *Cristellaria Escheri.*
Fig. 15. Oolina liasica.
„ 16. *Nodosaria primitiva.*

II. Posidonienschiefer.

„ 17. *Frondicularia irregularis.*
„ 18. *Cristellaria rotunda.*
„ 19. *Cristellaria primitiva.*
„ 20. *Cristellaria elongata.*
„ 21. *Hybridina obliqua.*
„ 22. } *Cristellaria communis.*
„ 23. }

III. Jurensismergel.

„ 24. *Oculina liasica.*
„ 25. *Cristellaria flabellina.*
„ 26. *Cristellaria gracilis.*
„ 27. *Cristellaria lunaria.*
„ 28. *Cristellaria simplex.*

Taf. II.

Fortsetzung des Jurensismergels.

Fig. 1. Frondicularia nodosaria.
„ 2. *Nodosaria Cactus.*
„ 3. *Flabellina liasica.*
„ 4. *Cristellaria rotalina.*
„ 25. *Orbulina costata.*

Brauner Jura.

IV. Opalinusthon.

„ 5. *Cristellaria mitra.*
„ 6. *Oculina porosa.*
Fig. 7. Dentalina bombyx.
„ 8. *Spirillina Helvetica.*
„ 9. *Frondicularia perforata.*
„ 10. *Lagena Argovensis major,*
„ 11. *Lagena Argovensis minor.*

V. Humphriesanusschicht.

„ 12. *Frondicularia globulosa.*
„ 13. *Frondicularia primitiva.*
„ 14. *Cristellaria obliqua.*
„ 15. *Flabellina jurassica.*

Fig. 16. Frondicularia cucurbitacea.
„ *17. Nodosaria incongrua.*
„ *18. Marginulina Helvetica.*
„ *19. Oculina carinata.*
„ *20. Oculina nucleus.*
Fig. 21. Cristellaria Ammonoides.
„ *22. Cristellaria hemispiralis.*
„ *23. Nodosaria cuspidata.*
„ *24. Frondicularia hybrida.*

Taf. III.

Untere Kreide.

I. Schrattenkalk. Urgonien.

Fig. 1. Nonionina sphærica.
„ *2. Rosalina eliptica.*
„ *3. Rotalina increscens.*
„ *4. Textilaria spicata.*
„ *5. Textilaria hemisphærica.*
„ *6. Textilaria ovalis.*
„ *7. Textilaria depressa.*

II. Obere Kreide, meist Senonien.

„ *8. Rotalia Helveteca.*
„ *9. Textilaria Gigas.*
„ *10. Grammostomum conjunctum.*
„ *11. Textilaria alpina.*
„ *12. Textilariæ æquilateralis.*
„ *13. Textilaria globigerina.*
„ *14. Grammostomum perfoliatum.*
„ *15. Lagena sphærica.*
„ *16. Textilaria globulosa.*
„ *17. Nonionina compacta.*
„ *18. Polymorphina aspargus.*
„ *19.* Jüngeres Exemplar von Fig. 11.
„ *20. Oculina cretacea.*
„ *21. Pleurites calciparus.*
„ *22. Planulina Ammonis.*
Fig. 23. Rotalia globulosa.
„ *24. Rotalina communis.*

Tertiärzeit.

Eocen.

I. Nummulitenkalk.

„ *27. Rosalina Ammonoides.*
„ *30.* } *Globigerina bulloides.*
„ *31.* }

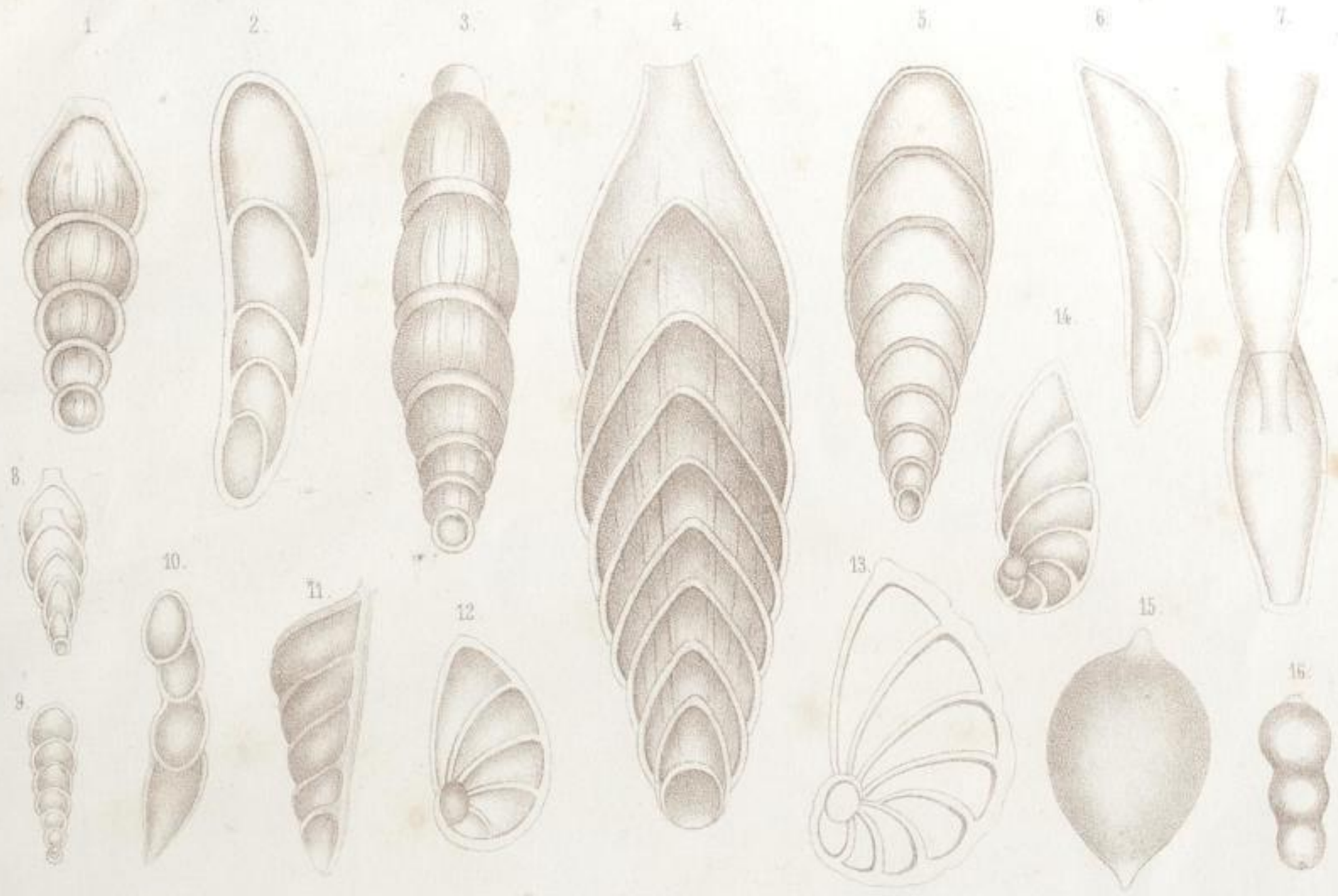
II. Flysch.

„ *25. Frondicularia Taminensis.*
„ *26. Globigerina Taminensis.*
„ *28. Rotalina elongata.*
„ *29.* Schalendurchschnitt von Fig. 26.

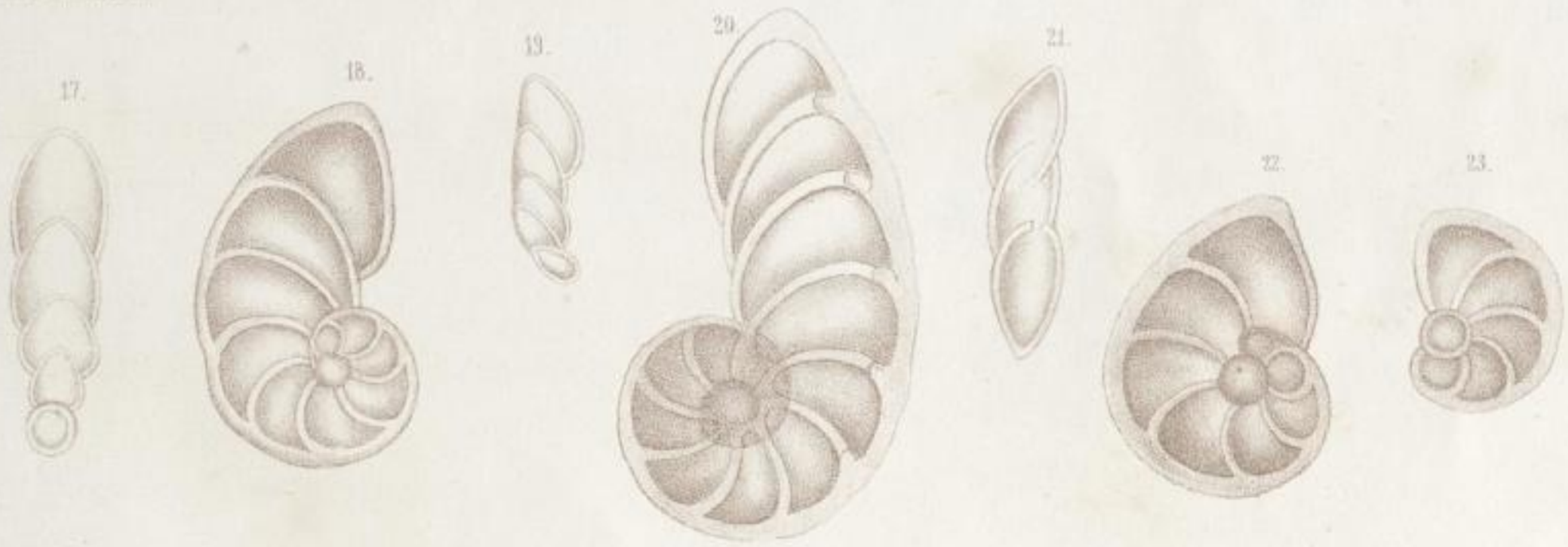
Algen.

„ *32. a. b. c.* Aus dem Schrattenkalk von Lösis.
„ *33.* Aus dem Seewerkalk ob Wang südlich von Yberg.
„ *34.* Aus dem Seewerkalk des Sonnbergrückens.
„ *35. a—d.* Aus dem Gault (mittlere Kreide) der Rutzsteinwand bei Werdenberg.
„ *36.* Aus dem Seewerkalk der Schwammalp, Kt. St. Gallen.

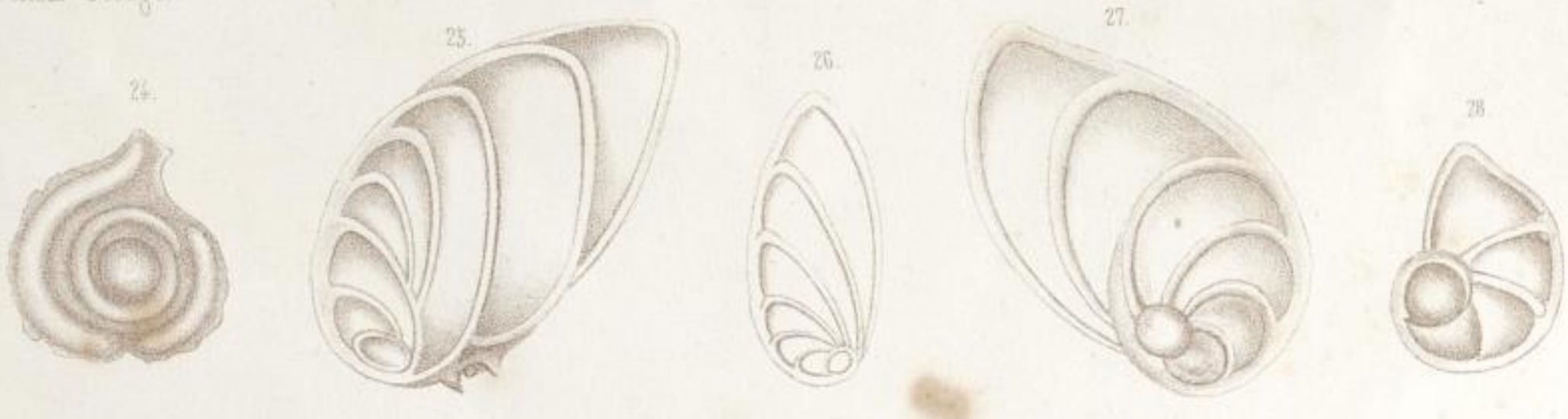
Turneri Thone.



Posidonien Schiefer

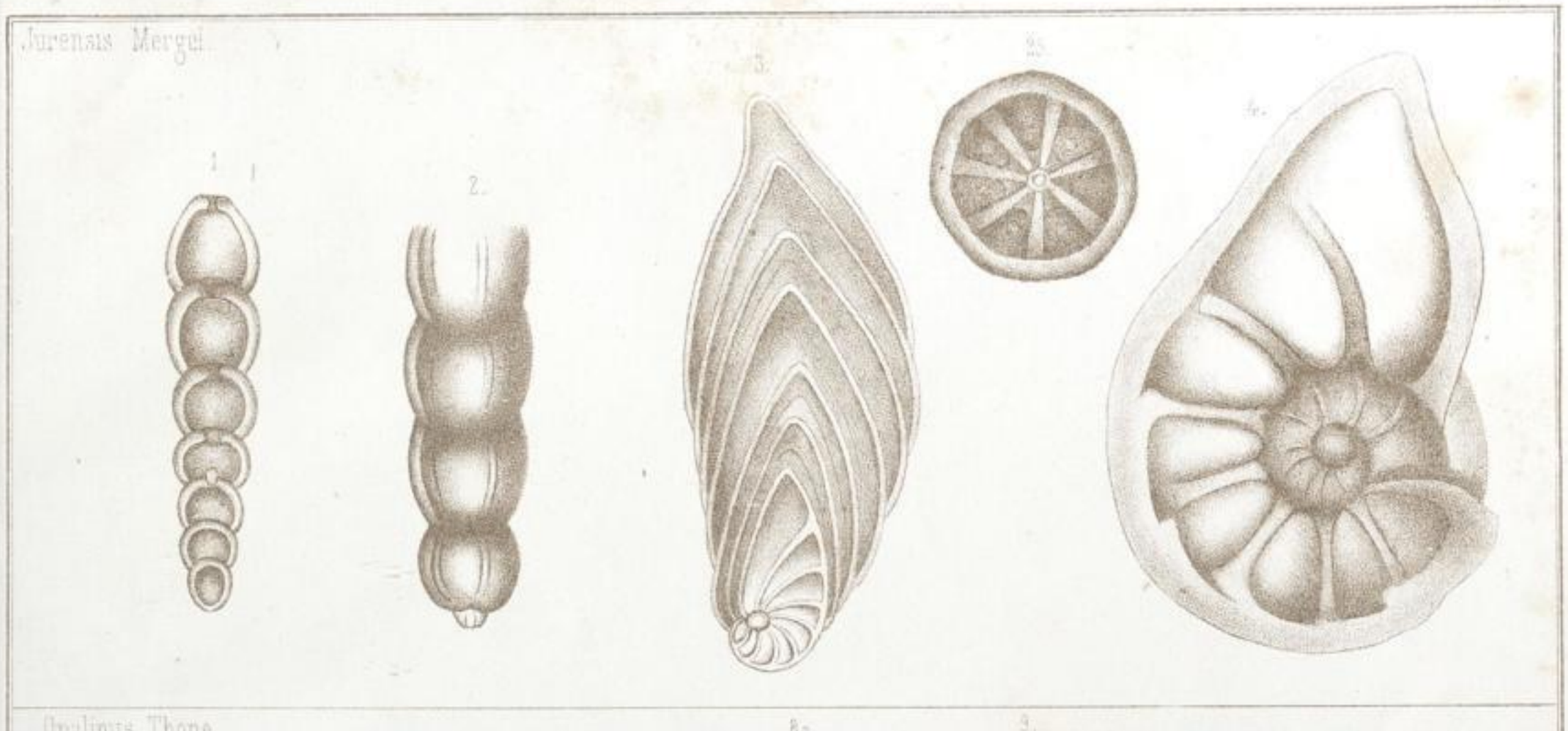


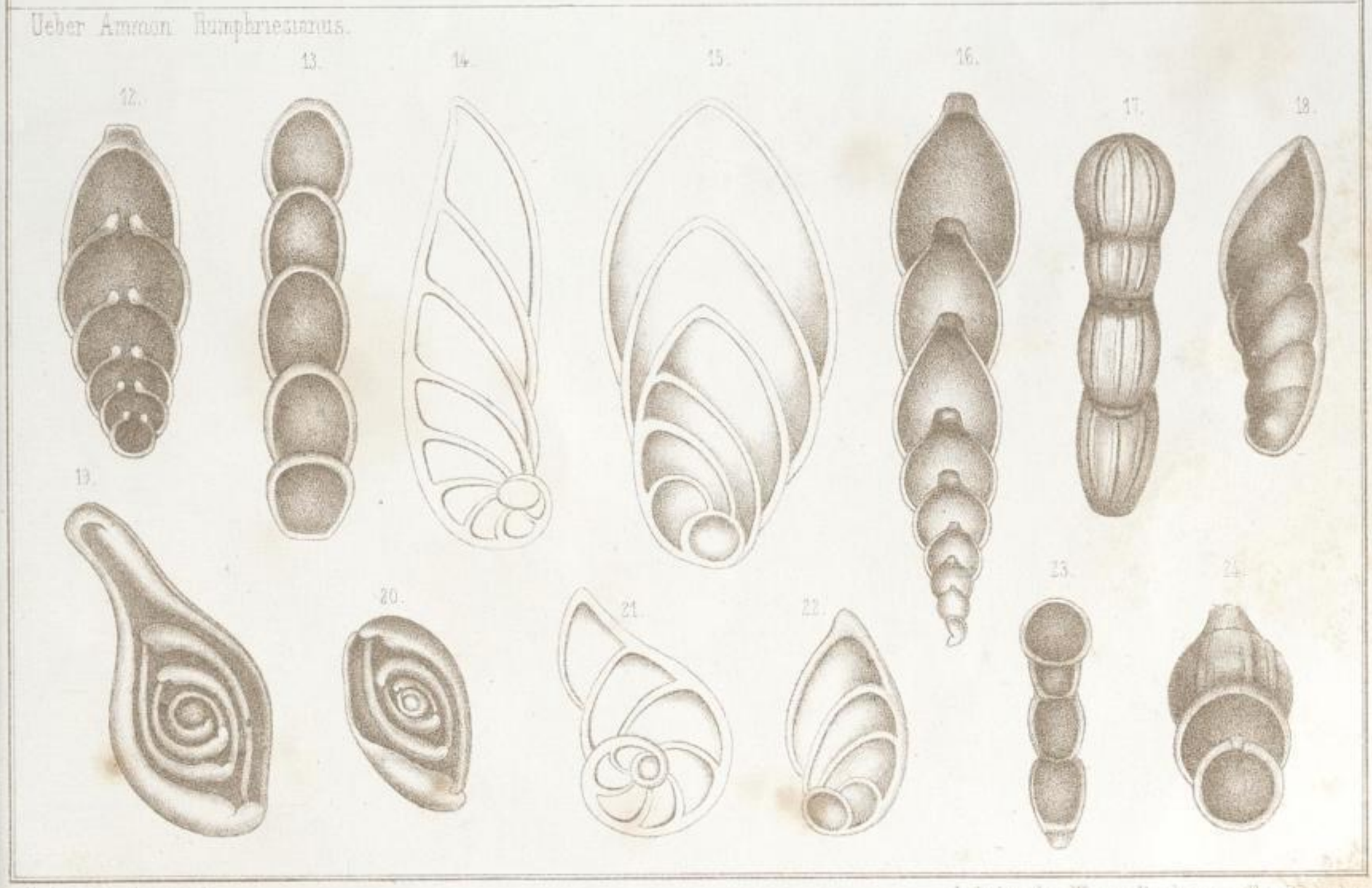
Jurensis Mergel



H. Zwingli ad nat. del.

Luth. Anstalt von Wurster, Randegger & Cie. in Winterthur.



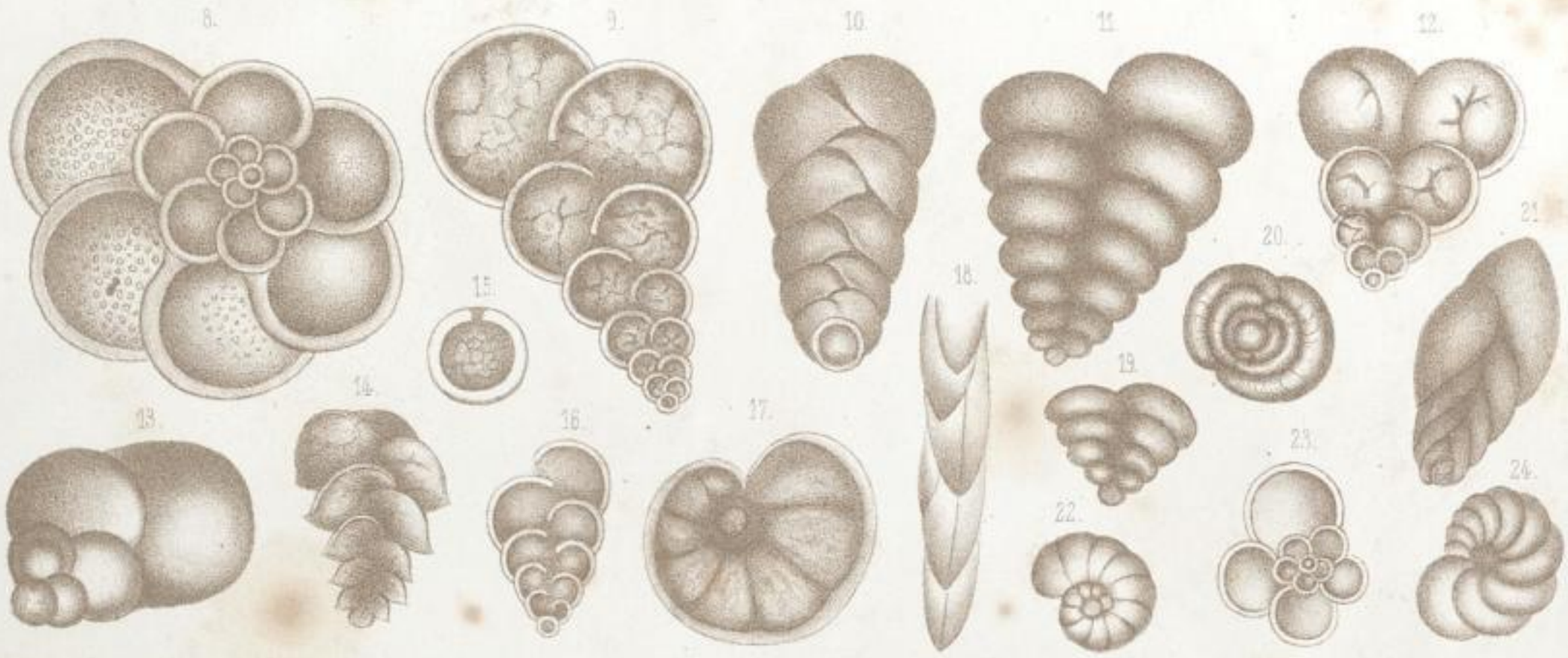


H. Zwingli ad nat. del.

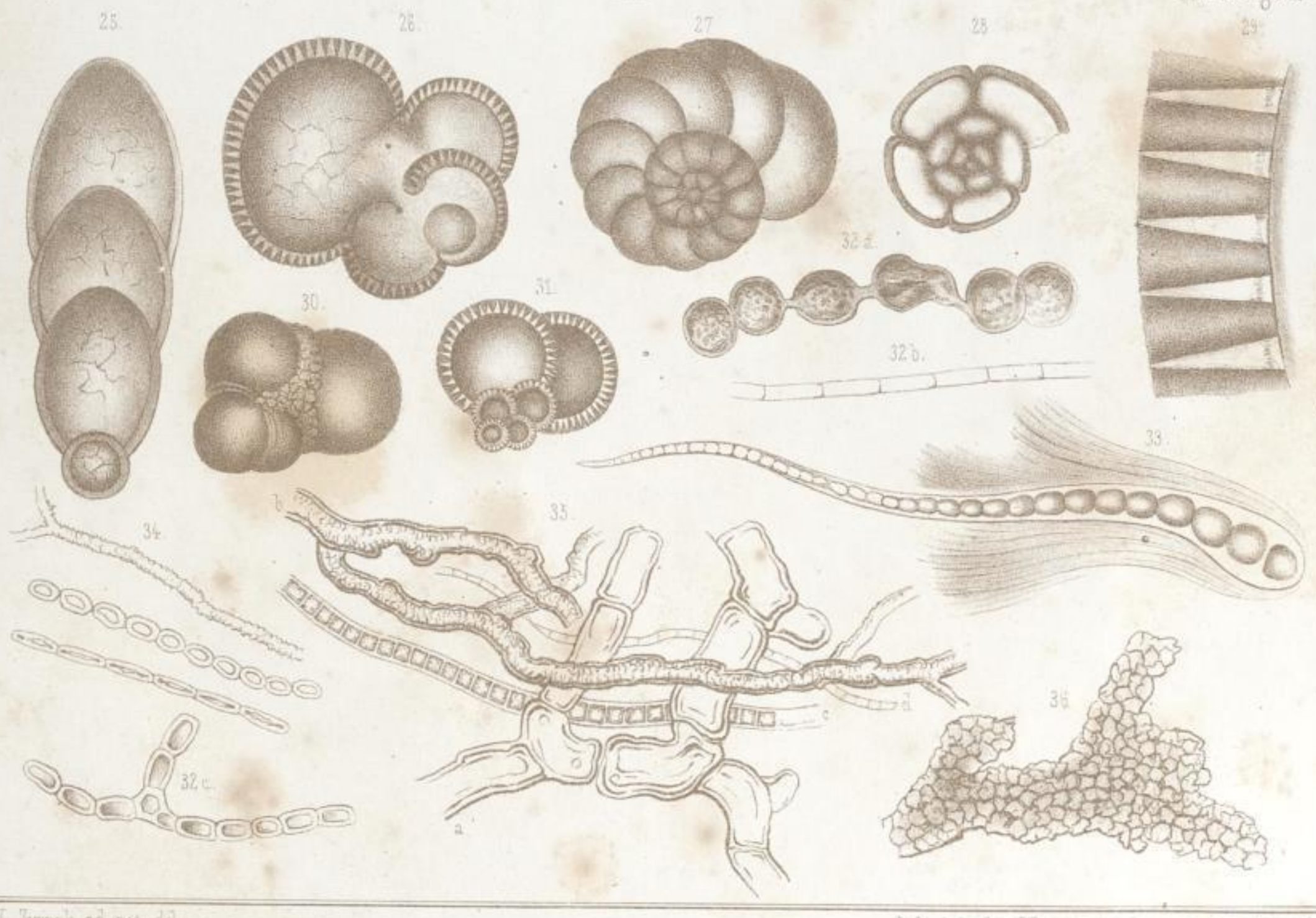
Lith. Anstalt v. Wurster Randegger & C° in Winterthur.

Untere Kreide.

Obere Kreide.



Eocen und Kreidealgen.



H. Zwingli ad. nat. del.

Lith. Anstalt v. Wurster, Randegger & C. in Winterthur